

# 脊髓损伤后神经源性膀胱的康复治疗进展

宋晨\*, 李江#, 徐子涵, 丛小萌, 李闻宇

青岛大学附属医院, 山东 青岛  
Email: #lijiang\_67@163.com

收稿日期: 2020年11月21日; 录用日期: 2020年12月21日; 发布日期: 2020年12月28日

## 摘要

神经源性膀胱(neurogenic bladder, NB)是脊髓损伤(spinal cord injury, SCI)的临床常见合并症之一。膀胱功能障碍引起的肾功能衰竭是脊髓损伤患者死亡的第一位原因。因此,重建平衡的膀胱功能和提高控尿能力是脊髓损伤患者康复治疗中一项重要内容,对于提高患者生活质量,延长预期寿命具有重要的意义。神经源性膀胱的康复治疗包括药物治疗、手术疗法、电刺激疗法、磁刺激疗法以及康复训练疗法等。尿流动力学检查已成为脊髓损伤后膀胱尿道功能障碍的常规检查技术,通过尿流动力学检查可对膀胱尿道功能进行分类外,还可为临床的诊断、治疗及疗效评价提供更多的客观指标。本文将近些年来脊髓损伤后神经源性膀胱康复治疗研究的成果进行概述,总结出脊髓损伤后神经源性膀胱的治疗是复杂的综合工作,间歇性导尿、膀胱功能训练等已经是比较成熟的治疗手段,但目前仍没有一种方法可以使神经源性膀胱功能完全恢复。

## 关键词

脊髓损伤, 神经源性膀胱, 康复治疗

# Progress in Rehabilitation Treatment of Neurogenic Bladder after Spinal Cord Injury

Chen Song\*, Jiang Li#, Zihan Xu, Xiaomeng Cong, Wenyu Li

The Affiliated Hospital of Qingdao University, Qingdao Shandong  
Email: #lijiang\_67@163.com

Received: Nov. 21<sup>st</sup>, 2020; accepted: Dec. 21<sup>st</sup>, 2020; published: Dec. 28<sup>th</sup>, 2020

\*第一作者。

#通讯作者。

## Abstract

Neurogenic bladder is one of clinical common complication of spinal cord injury. To improve the patients' quality of life and reduce mortality, reconstruction of spinal cord injury patients with bladder function has important significance. NB rehabilitation treatment includes rehabilitation training therapy, drug therapy, electrical stimulation therapy, magnetic stimulation therapy, etc. Urodynamic testing has become a routine inspection of bladder dysfunction after spinal cord injury, neurogenic bladder can be categorize through the test, besides, it still can provide more objective indicators of clinical diagnosis, treatment and curative effect evaluation. This article is to summarize the latest research results of rehabilitation in spinal cord injury. Various treatments for neurogenic bladder were introduced and their treatment results were critically reviewed. Summarily, the treatment of neurogenic bladder after spinal cord injury is an integrated and complex work, which no satisfying treatment is available. Bladder function training and intermittent catheterization are common method.

## Keywords

Spinal Cord Injury, Neurogenic Bladder, Rehabilitation Treatment

Copyright © 2020 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

据美国脊髓损伤学会统计, 2000 年美国脊髓损伤发病率为 30~35/100 万, 四肢全瘫占 67%, 脊髓损伤后人均医疗费用为每年 40,341 美元。2002 年中国康复研究中心和北京卫生信息中心公布的北京市脊髓损伤发病率调查报告显示: 北京市脊髓损伤发病率 20 世纪 80 年代末为 6.8/100 万, 而 2002 年达 60/100 万, 同 80 年代末相比上升了近 10 倍[1]。神经源性膀胱(neurogenic bladder, NB)是脊髓损伤(spinal cord injury, SCI)的临床常见合并症之一。NB 可引起的尿失禁、尿潴留、肾积水、泌尿系感染以及后期发生的慢性肾功能衰竭, 在伤后前几十年里, 膀胱功能障碍引起的肾功能衰竭是脊髓损伤患者死亡的首要原因。因此, 重建平衡的膀胱功能和提高控尿能力是 SCI 患者康复治疗中一项重要内容, 对于提高患者生活质量, 延长预期寿命具有重要的意义。NB 的康复治疗包括康复训练疗法、药物疗法、电刺激疗法、磁刺激疗法以及手术疗法等[2]。本文将回顾脊髓损伤后神经源性膀胱的康复治疗, 为今后与神经源性膀胱相关的康复治疗提供参考。

## 2. 神经源性膀胱的分类

### 2.1. 膀胱的神经支配

人的高级排尿中枢位于大脑皮质, 丘脑、基底核、边缘系统、下丘脑和脑干网状结构参与调节排尿调控过程, 而协调排尿反射的中枢位于脑桥。脊髓是控制逼尿肌和尿道内、外括约肌功能活动的初级排尿中枢所在, 也是将膀胱尿道的感觉冲动传导至高级排尿中枢的上行神经纤维和将高级排尿中枢的冲动传导至脊髓初级排尿中枢的下行神经纤维的共同通路。脊髓的排尿中枢主要位于 3 个部分, 即交感神经中枢、副交感神经中枢和阴部神经核, 分别发出神经纤维支配膀胱和尿道[3]。储尿与排尿活动的完成依

赖极其复杂的神经调节，大脑皮层、中脑、脑桥、脊髓以及周围神经纤维形成多级的神经网络保证下尿路活动协调进行[4]。

## 2.2. NB 的分类

Kranel [5]等基于尿流动力学检查将脊髓损伤后神经性膀胱分为：(一) 逼尿肌反射亢进：① 括约肌协调正常，② 外括约肌不协调，③ 内括约肌不协调 (二) 逼尿肌反射消失：① 括约肌协调正常，② 外括约肌痉挛，③ 内括约肌痉挛，外括约肌去神经。

## 3. NB 的康复训练方法

### 3.1. 膀胱功能训练

#### 3.1.1. 留置导尿法

经尿道留置尿管被广泛应用于 SCI 患者的急性期泌尿外科处理中，主要有伤后急救阶段及脊髓休克早期、患者在需大量静脉输液、尿潴留、手术等[6]。最好选择 Foley 氏尿管，可有效地防止逆行性尿路感染。还要保持引流系统的密闭和通畅，引流管和集尿袋的位置低于膀胱水平。研究[7] [8]表明，长期留置尿管会引发泌尿系统感染、膀胱挛缩，影响肾功能。目前康复临床认为在患者病情允许的情况下，应该做到尽早拔出留置导尿管。

#### 3.1.2. 间歇性导尿术

间歇导尿(Intermittent catheterization, IC)是目前针对神经源性膀胱排空膀胱的一种比较好的方法。它既可低压排空膀胱又可降低持续留置尿管引发的感染，也可以逆转一部分较早期的膀胱输尿管返流。早期进行 IC 是膀胱训练的一种重要方式，是协助膀胱排空的“金标准”。与留置导尿管相比 IC 能使膀胱周期性扩张能刺激膀胱功能的恢复[9]。

#### 3.1.3. 膀胱训练方法

Crede 手法和 Valsalva 手法[10]此两种方法，因易增加膀胱输尿管返流风险，现临床已不建议常规采用。现建议应用扣击下腹部、牵拉阴毛、按摩大腿内侧、刺激肛门外括约肌以及盆底肌训练法盆底肌训练(pelvic floor muscle exercises, PFMEs) [11]等，均可促使出现自发性排尿反射及加强控尿能力。

## 3.2. 物理因子疗法

### 3.2.1. 电刺激

#### 1) 原理

电刺激疗法是利用特定参数的电流，刺激盆腔组织器官或支配它们的神经纤维和神经中枢，通过对效应器的直接作用，或对神经通路活动的影响，以改善储尿或排尿功能[12]。一些实验研究[13] [14]已证明电刺激治疗后出现膀胱收缩，膀胱内压力增高，排尿量增加，并能促进膀胱排空。电刺激分为植入性和表面性 2 种。目前使用较广泛的是 1977 年 Brindly 骶神经前根电刺激排尿术(SARS)，通过置入电极实现了可控性排尿，但 SARS 手术仅能恢复患者电极控制下的排尿功能，而且必须配合完全性骶部去神经出入手术，使得排尿行为完全依赖电刺激，也不适合于不完全性 SCI 患者。

#### 2) 分类

① **体表电刺激** 主要是在骶骨处的表面电刺激，Yokozuka 等[15]纳入 18 例尿失禁患者，将电极放置在 S2~S4 骶孔处，行骶骨表面皮肤功能性电刺激，频率 20 Hz 刺激 1 个月，结果发现 15 名患者尿失禁次数显著减少，膀胱最大容量显著增加。

② **骶神经前根电刺激排尿术(sacral anterior root stimulator, SARS)**对于神经源性膀胱患者排尿功能的重建具有促进作用, Martens [16]等人研究显示 SARS 明显提高了患者的生活质量并且减少了排尿障碍方面的紧张情绪, 是目前完全 SCI 患者恢复下尿路神经控制的唯一选择。Kutzenberger [17]等人对 440 名患者进行 6 年的随访, 发现共有 420 名截瘫患者可以使用 SARS 排尿(频率为每天平均 4.7 次), 而 401 名患者使用 SARS 排便(频率为每周平均 4.9 次), 364 例患者(83%)明显改善了尿失禁症状, 尿路感染从术前的每年 6.3 下降到术后的每年 1.2, 肾功能基本保持稳定。

③ **阴部神经电刺激疗法** 通过调控阴部神经 - 膀胱反射及脊髓膀胱反射, 从而调节逼尿肌及尿道括约肌的协同运动, 改善膀胱壁的顺应性, 促进膀胱功能恢复。Boggs 等[18]发现间歇性阴部神经电刺激疗法所引发的排尿效率明显高于灌注膨胀排尿及间歇性骶神经电刺激疗法。Ju [19]等人对脊髓损伤的犬类进行实验研究, 其通过 15~25 Hz 电刺激犬类阴部神经, 初步说明阴部神经电刺激疗法作用于脊髓损伤后神经源性膀胱功能障碍的干预效果。

④ **盆底肌电刺激** 是一种非侵入性的治疗方法, 可通过刺激盆底神经的肛门直肠分支、阴部神经等加强尿道周围的肌肉收缩, 抑制逼尿肌收缩, [20]主要用于贮尿期尿失禁或尿频的患者, Herrmann [21]等人对 22 名通过尿流动力学研究诊断为原发性应激性尿失禁的妇女进行 50 Hz 盆底肌电刺激, 每周两次刺激, 每次 20 分钟, 八周后进行评估, 22 名受试者中有 18 名(81.7%)对电刺激感到满意, 尿失禁的频率明显降低, 有 14 名(63.3%)妇女的 Valsalva 泄漏点压力较高, 结果示盆底肌电刺激可显著减少尿液漏出的频率。

⑤ **膀胱内电刺激治疗** 已成功用于治疗神经源性膀胱。Yune [22]等人对 17 例神经源性膀胱患者进行膀胱腔内电刺激治疗, 治疗 4 周后结果显示, 15 名患者膀胱感觉功能得到不同程度的恢复, 生活质量有明显改善, 治疗期间未见疼痛报告, 在研究期间发生了一次尿路感染, 没有其他不良事件的报道。研究表明, 膀胱内电刺激治疗似乎是一种安全有效的新疗法。

综合电刺激疗法以及电刺激联合其他治疗方式的治疗方法应受到广大医务人员的重视, 值得临床进一步研究。

### 3.2.2. 骶神经调节术(Sacral Neuromodulation, SNM)

SNM 神经调节的机制尚未完全了解, 部分研究表明 SNM 是将传入神经纤维的电活动输送入 S2-S4 骶髓节段或脑桥排尿中枢而发挥作用[23]。因此, SNM 主要被用于治疗那些具有能够达到中枢神经系统的完整感觉传入通路的特发性排尿功能障碍, 适应证为急迫性尿失禁、严重的尿急尿频综合征和无膀胱出口梗阻的原发性尿潴留, 该装置的优点是能持续刺激下尿路的控制[24]。Martin 等[25]对 16 例逼尿肌不稳定和 14 例逼尿肌收缩亢进患者进行椎板切除植入双侧电极刺激骶神经, 患者残余尿液明显降低, 排尿期间的最大逼尿肌压力升高, 尿失禁的平均次数减少, 膀胱容量增加, 显著改善尿失禁。Peng Zhang [26]等人对 247 名病人进行了为期五年的回顾性研究, 研究表明 SNM 相对安全, 术后不良事件低 16.1%, 随访期间再手术率 3.2%。Sievert Karl [27]等人对 10 名 SCI 患者进行早期植入 SNM 实验, 研究显示 SNM 可改善神经源性下尿路功能障碍, 它可以防止逼尿肌过度活跃导致的尿失禁, 确保正常的膀胱容量, 且没有神经损伤地改善了肠道和勃起功能。

### 3.2.3. 磁刺激

#### 1) 原理

功能性磁刺激(functional magnetic stimulation, FMS)的作用机制目前仍没有明确统一的解释, FMS 是通过线圈产生磁场, 当磁场作用于人体组织时, 它能够使神经组织去极化, 产生电流, 使机体组织兴奋, 是一种无痛无创、易操作、舒适, 可精准定位, 一定程度上优于电刺激的治疗手段[28], 可改善不完全性

脊髓损伤患者膀胱功能。有学者认为,磁刺激可能刺激了骶神经分支,从而抑制逼尿肌过度反射,使逼尿肌压力下降、收缩减少[29]。

## 2) 分类

① **磁刺激中枢神经** Yani [30]等人利用经颅磁刺激(Transcranial magnetic stimulation, TMS)证实了盆底肌在辅助运动区(supplementary motor area, SMA)和初级运动中枢(the primary motor cortex, M1)的广泛分布。

② **磁刺激脊髓** Tianyi Niu 等[31]利用重复磁刺激治疗下尿路功能障碍,将线圈置于L1椎体水平的中线上居中并定向,进行16周的1 HZ磁刺激。刺激结束后测量尿流率,膀胱容量,每天导尿次数,男性性健康状况调查(SHIM),尿失禁生活质量量表(IQOL)等均好转。

③ **磁刺激耻骨上区** Lin [32]等利用FMS刺激耻骨上区进行动物实验,他们将磁线圈的中心放置于狗的耻骨联合上方约12厘米处,频率和强度分别保持在20赫兹和70%的强度,膀胱压力的平均变化(Pves)为 $40.7 \pm 8.08 \text{ cm H}_2\text{O}$ ,结论膀胱FMS有潜力成为神经源性膀胱患者的膀胱排空和膀胱训练有用的非侵入性技术。

④ **磁刺激骶神经根** Tsai [33]等人对20名还有压力性尿失禁女性进行了为期2周的骶神经根磁刺激,方案为在双侧S3神经根进行5-Hz,20分钟的治疗,结果示急迫性尿失禁量表(Urge-Urinary Distress Inventory, U-UDI)及急迫性尿失禁问卷(Overactive Bladder Questionnaire, OAB-q)评分明显改善,膀胱容量明显增加,尿失禁次数减少。

FMS的治疗效果取决于刺激部位、刺激频率、刺激强度、刺激时间、刺激方式、刺激疗程等诸多因素,FMS有广泛的研究和应用前景,需要进一步研究它的作用机制以及治疗标准的规范化。

### 3.2.4. 生物反馈法

生物反馈电刺激原理是将患者肛门或阴道的盆底肌群表面肌电信号反应于屏幕,患者可以直观地看到自己的盆底肌收缩情况,并根据提示有规律地收缩或舒张盆底肌,电脑系统会自动调节刺激强度,从而协助患者形成完整的生物反馈环路[34]。Cuadros [35]对67例患者进行研究,治疗时根据生物反馈仪上的盆底肌电值和图形变化指导患者进行正确的盆底肌训练,治疗6次后结果显示,盆底肌生物反馈电刺激能改善排尿次数、日均排尿量、膀胱容量、最大尿流率、生存质量评分及国际下尿路症状评分,患者生存质量有较为明显的提升。Chantale 等[36]指出盆底肌功能训练结合视生物反馈法对患者排尿功能的重建具有重要意义。

### 3.2.5. 中医传统疗法

中医辨证认为,督脉行于脊里,总督一身之阳气,为“阳经之海”。脊髓损伤后,督脉受损,以致气血溢乱,阳气受阻,膀胱气化失司,而至排尿障碍。八髎、会阳穴为膀胱经腧穴,具有调节膀胱气化功能。孙岚[37]对15例逼尿肌反射亢进的脊髓损伤患者在尿流动力学测定的同时电针刺刺激关元(Ren4)、中极(Ren3),结果示针刺前后膀胱容量(VH<sub>2</sub>O)、膀胱压(Pves)、逼尿肌压力(Pdet)和膀胱顺应性(BC)仅有明显改善。杨涛[38]用电针次髎、会阳穴(均为双侧),每天1次,5次为1疗程,小便失禁治愈率46.7%,有效率23.3%,治疗5次有效率为16.7%。

## 3.3. 手术治疗

目前普遍认为只有当保守治疗无效时,方考虑外科手术治疗,主要手术方式如下:

### 3.3.1. 扩大膀胱容量的术式

目的在于扩大膀胱容量、抑制逼尿肌过度活动、改善膀胱壁顺应性,为膀胱在生理安全的压力范围内储尿和排尿创造条件,从而降低上尿路损害的风险。包括A型肉毒毒素膀胱壁注射术[39],自体膀胱

扩大术，肠道膀胱扩大术等。

### 3.3.2. 增加尿道控尿能力的术式

当神经源性括约肌力量减弱导致尿失禁时，可以通过增加尿道阻力进行改善，包括人工尿道括约肌植入术、尿道周围填充剂注射术、尿道吊带术、股薄肌尿道肌肉成形术。

### 3.3.3. 增强逼尿肌收缩力的术式

逼尿肌成形术，其主要机制为腹直肌或背阔肌转位后，利用腹直肌或背阔肌收缩及腹压增高的力量排尿，主要应用于逼尿肌无反射的神经源性膀胱患者，包括腹直肌转位膀胱重建术、背阔肌转位膀胱重建术等[40]。

### 3.3.4. 降低流出道阻力的术式

主要适用于流出道阻力高的患者，男性可以通过电刀或激光进行尿道括约肌切断术，或通过尿道括约肌支架植入术[41]。女性患者可采用留置尿管或耻骨上膀胱造瘘术。

## 3.4. 药物治疗

选择药物前要行尿流动力学检查，明确脊髓损伤后神经源性膀胱的类型，选用不同的药物治疗。目前治疗药物主要分两类：

### 3.4.1. 失禁型

采用增加膀胱顺应性、调节膀胱颈和减小尿道出口阻力的药物。如抗胆碱能药物，可抑制膀胱逼尿肌收缩，降低膀胱内压，增加膀胱容量及其稳定性，如奥昔布宁，已广泛应用于治疗痉挛性膀胱。

### 3.4.2. 潴留型

采用增加膀胱收缩力、降低膀胱颈和尿道阻力的药物。

① 胆碱能受体激动剂，可增加膀胱逼尿肌收缩力，提高膀胱内压，促进排尿功能恢复，如氟乙酰胆碱。

②  $\alpha$  受体阻断剂，通过阻断  $\alpha_1$ 、 $\alpha_2$  受体可松弛膀胱颈平滑肌，降低尿道内口阻力，来缓解排尿困难，如阿夫唑嗪。

③ 中枢性肌松剂，可以缓解尿道内括约肌痉挛，如盐酸乙哌立松。

④ A 型肉毒毒素，可通过阻滞乙酰胆碱释放而产生可逆性肌肉麻痹和萎缩，减少尿道口阻力，注射方法为膀胱镜下逼尿肌多点注射[42] [43]，主要针对尿道外括约肌痉挛引起排尿困难的患者。

## 4. 小结

脊髓损伤后神经源性膀胱是医学上的一大难题，随着科学技术的发展和治疗技术的提高，国内外在其治疗方法及机制方面取得了许多的进展，但仍存在以下问题：① 缺少大样本、临床随机对照(RCT)的多中心的实证性研究；② 对于单一治疗方法研究较多，而对于联合治疗的研究较少；③ 缺乏对不同类型神经源性膀胱治疗方法的对比研究；④ 缺乏对患者膀胱自我管理行为的监测机制。电刺激与磁刺激作为新型康复治疗方法，在脊髓损伤的康复治疗中有着广泛的应用前景，有待深入研究探讨。

## 参考文献

- [1] Li, J., Liu, G., Zheng, Y., Hao, C., Zhang, Y., Wei, B., Zhou, H. and Wang, D. (2011) The Epidemiological Survey of Acute Traumatic Spinal Cord Injury (ATSCI) of 2002 in Beijing Municipality. *Spinal Cord*, **49**, 777-782. <https://doi.org/10.1038/sc.2011.8>

- [2] Samson, G. and Cardenas, D.D. (2007) Neurogenic Bladder in Spinal Cord Injury. *Physical Medicine and Rehabilitation Clinics of North America*, **18**, 255-274. <https://doi.org/10.1016/j.pmr.2007.03.005>
- [3] Griffiths, D. (2015) Neural Control of Micturition in Humans: A Working Model. *Nature Reviews Urology*, **12**, 695-705. <https://doi.org/10.1038/nrurol.2015.266>
- [4] Nour, S., Svarer, C., Kristensen, J.K., Paulson, O.B. and Law, I. (2000) Cerebral Activation during Micturition in Normal Men. *Brain*, **123**, 781-789. <https://doi.org/10.1093/brain/123.4.781>
- [5] 鹿尔训, 沈稚舟, 方天祥, 等. 临床神经泌尿学[M]. 北京: 人民卫生出版社, 1984: 220-229.
- [6] Cravens, D.D. and Zweig, S. (2000) Urinary Catheter Management. *American Family Physician*, **61**, 369-376.
- [7] Dorsher, P.T., Reimer, R. and Nottmeier, E. (2009) Treatment of Urinary Incontinence Due to Incomplete Spinal Cord Injury with Acupuncture and Percutaneous Electrical Nerve Stimulation: Two Cases and Literature Review. *Medical Acupuncture*, **3**, 21-26. <https://doi.org/10.1089/acu.2009.0630>
- [8] Bjerklund, J.T.E., Cek, M., Naber, K., et al. (2007) Prevalence of Hospital-Acquired Urinary Tract Infections in Urology Departments. *European Urology*, **51**, 1100-1111. <https://doi.org/10.1016/j.eururo.2006.08.012>
- [9] Elizabeth, L. (2019) Medical Management of Neurogenic Bladder for Children and Adults: A Review. *Topics in Spinal Cord Injury Rehabilitation*, **25**, 195-204. <https://doi.org/10.1310/sci2503-195>
- [10] Hall, B. and Woodward, S. (2015) Pelvic Floor Muscle Training for Urinary Incontinence Postpartum. *British Journal of Nursing*, **24**, 576-579. <https://doi.org/10.12968/bjon.2015.24.11.576>
- [11] Dumoulin, C. and Hay-Smith, J. (2010) Pelvic Floor Muscle Training versus No Treatment, or Inactive Control Treatments, for Urinary Incontinence in Women. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, **1**, CD005654. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD005654.pub2>
- [12] Søren, H., Birgitte, M., Bodil, M., Christian, D.J. and Søren, R. (2009) Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation for Refractory Daytime Urinary Urge Incontinence. *The Journal of Urology*, **182**, 2072-2078. <https://doi.org/10.1016/j.juro.2009.05.101>
- [13] van der Lely, S., Liechti, M.D., Popp, W.L., Schmidhalter, M.R., Kessler, T.M. and Mehnert, U. (2019) Does Electrical Stimulation in the Lower Urinary Tract Increase Urine Production? A Randomised Comparative Proof-of-Concept Study in Healthy Volunteers. *PLoS ONE*, **14**, e0217503. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0217503>
- [14] Fábio, Q., Luiza, V.M., Marília, M., Carolina, C., Fajardo, O.L., Patrícia, L., Murillo, B.N.J. and Ubirajara, B.J. (2015) Transcutaneous Parasacral Electrical Stimulation vs Oxybutynin for the Treatment of Overactive Bladder in Children: A Randomized Clinical Trial. *The Journal of Urology*, **193**, 1749-1753. <https://doi.org/10.1016/j.juro.2014.12.001>
- [15] Yokozuka, M., Namima, T. and Nakagawa, H. (2004) Effects and Indications of Sacral Surface Therapeutic Electrical Stimulation in Refractory Urinary Incontinence. *Clinical Rehabilitation*, **18**, 899-907. <https://doi.org/10.1191/0269215504cr803oa>
- [16] Martens, F.M., den Hollander, P.P., Snoek, G.J., Koldewijn, E.L., van Kerrebroeck, P.E. and Heesakkers, J.P. (2011) Quality of Life in Complete Spinal Cord Injury Patients with a Brindley Bladder Stimulator Compared to a Matched Control Group. *Neurourology and Urodynamics*, **30**, 551-555. <https://doi.org/10.1002/nau.21012>
- [17] Kutzenberger, J., Domurath, B. and Sauerwein, D. (2005) Spastic Bladder and Spinal Cord Injury: Seventeen Years of Experience with Sacral Deafferentation and Implantation of an Anterior Root Stimulator. *Artificial Organs*, **29**, 239-241. <https://doi.org/10.1111/j.1525-1594.2005.29043.x>
- [18] Boggs, J.W., Wenzel, B.J., Gustafson, K.J. and Grill, W.M. (2006) Bladder Emptying by Intermittent Electrical Stimulation of the Pudendal Nerve. *Journal of Neural Engineering*, **3**, 43-51. <https://doi.org/10.1088/1741-2560/3/1/005>
- [19] Ju, Y.-H. and Liao, L.M. (2016) Electrical Stimulation of Dog Pudendal Nerve Regulates the Excitatory Pudendal-to-Bladder Reflex. *Neural Regeneration Research*, **11**, 676-681. <https://doi.org/10.4103/1673-5374.180757>
- [20] Allon, E.F. (2019) The Role of Neuromuscular Electrical Stimulation in the Rehabilitation of the Pelvic Floor Muscles. *British Journal of Nursing*, **28**, 968-974. <https://doi.org/10.12968/bjon.2019.28.15.968>
- [21] Herrmann, V., Potrick, B.A., Palma, P.C., Zanettini, C.L., Marques, A. and Netto, N.R. (2003) Júnior Eletroestimulação transvaginal do assoalho pélvico no tratamento da incontinência urinária de esforço: Avaliações clínica e ultra-sonográfica. *Revista da Associação Médica Brasileira*, **49**, 401-405. <https://doi.org/10.1590/S0104-42302003000400031>
- [22] Joshua, Y.J., Shen, J.K., Pierce, M.A., Hardesty, J.S., Kim, J. and Sam, S. (2018) Intravesical Electrical Stimulation Treatment for Overactive Bladder: An Observational Study. *Investigative and Clinical Urology*, **59**, 246-251. <https://doi.org/10.4111/icu.2018.59.4.246>
- [23] Laviana, A., Jellison, F. and Kim, J.-H. (2014) Sacral Neuromodulation for Refractory Overactive Bladder, Interstitial Cystitis, and Painful Bladder Syndrome. *Neurosurgery Clinics of North America*, **25**, 33-46. <https://doi.org/10.1016/j.nec.2013.08.001>

- [24] Drake, M.J., Apostolidis, A., Cocci, A., *et al.* (2016) Neurogenic Lower Urinary Tract Dysfunction: Clinical Management Recommendations of the Neurologic Incontinence Committee of the Fifth International Consultation on Incontinence 2013. *Neurourology and Urodynamics*, **35**, 657-665. <https://doi.org/10.1002/nau.23027>
- [25] Martin, B.P., Araneibia, F.M.I., Martinez, P.F.J., *et al.* (2003) Continuous Bilateral Sacral Neuromodulation as a Minimally Invasive Implantation Technique in Patients with Functional Bladder Changes. *Archivos Españoles de Urología*, **56**, 497-450.
- [26] Zhang, P., Wang, J.Y., *et al.* (2019) Results of Sacral Neuromodulation Therapy for Urinary Voiding Dysfunction: Five-Year Experience of a Retrospective, Multicenter Study in China. *Neuromodulation*, **22**, 730-737. <https://doi.org/10.1111/ner.12902>
- [27] Sievert, K.-D., Amend, B., Gakis, G., Toomey, P., Badke, A., Kaps, H.P. and Stenzl, A. (2010) Early Sacral Neuromodulation Prevents Urinary Incontinence after Complete Spinal Cord Injury. *Annals of Neurology*, **67**, 74-84. <https://doi.org/10.1002/ana.21814>
- [28] Fergany, L.A., Shaker, H., Arafa, M. and Elbadry, M.S. (2017) Does Sacral Pulsed Electromagnetic Field Therapy Have a Better Effect than Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation in Patients with Neurogenic Overactive Bladder? *Arab Journal of Urology*, **15**, 148-152. <https://doi.org/10.1016/j.aju.2017.01.007>
- [29] Bycroft, J.A., Craggs, M.D., Sheriff, M., Knight, S. and Shah, P.J.R. (2004) Does Magnetic Stimulation of Sacral Nerve Roots Cause Contraction or Suppression of the Bladder? *Neurourology and Urodynamics*, **23**, 241-245. <https://doi.org/10.1002/nau.20009>
- [30] Yani, M.S., Wondolowski, J.H., Eckel, S.P., Kulig, K., Fisher, B.E., Gordon, J.E., *et al.* (2018) Distributed Representation of Pelvic Floor Muscles in Human Motor Cortex. *Scientific Reports*, **8**, Article No. 7213. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-25705-0>
- [31] Niu, T.Y., Bennett, C.J., Keller, T.L., Leiter, J.C. and Lu, D.C. (2018) A Proof-of-Concept Study of Transcutaneous Magnetic Spinal Cord Stimulation for Neurogenic Bladder. *Scientific Reports*, **8**, Article No. 12549. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-30232-z>
- [32] Lin, V.W., Hsiao, I. and Perakash, I. (1997) Micturition by Functional Magnetic Stimulation in Dogs: A Preliminary Report. *Neurourology and Urodynamics*, **16**, 305-314. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1520-6777\(1997\)16:4<305::AID-NAU6>3.0.CO;2-I](https://doi.org/10.1002/(SICI)1520-6777(1997)16:4<305::AID-NAU6>3.0.CO;2-I)
- [33] Tsai, P.-Y., Wang, C.-P., Hsieh, C.-Y., Tsai, Y.-A., Yeh, S.-C. and Chuang, T.-Y. (2014) Long-Term Sacral Magnetic Stimulation for Refractory Stress Urinary Incontinence. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, **95**, 231-238. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2014.07.010>
- [34] Nunes, E.F.C., Sampaio, L.M.M., Biasotto-Gonzalez, D.A., Nagano, R.C.D.R., Lucareli, P.R.G. and Politti, F. (2018) Biofeedback for Pelvic Floor Muscle Training in Women with Stress Urinary Incontinence: A Systematic Review with Meta-Analysis. *Physiotherapy*, **105**, 10-23. <https://doi.org/10.1016/j.physio.2018.07.012>
- [35] Fernández-Cuadros, M., Albaladejo-Florín, M., Álava-Rabasa, S. and Pérez-Moro, O. (2019) Effectiveness of 6 Manometric Biofeedback Sessions on Urinary Incontinence and Quality of Life: A Before-After Study of 67 Patients. *Rehabilitacion*, **53**, 146-154.
- [36] Dumoulin, C., Cacciari, L.P. and Hay-Smith, E.J.C. (2018) Pelvic Floor Muscle Training versus No Treatment, or Inactive Control Treatments, for Urinary Incontinence in Women. *The Cochrane Database of Systematic Reviews*, **10**, CD005654. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD005654.pub4>
- [37] 孙岚, 李建军, 王征美. 电针对脊髓损伤患者膀胱功能影响的尿动力学分析[J]. 中国康复理论与实践, 2005(11): 36-37.
- [38] 杨涛, 刘志顺, 刘元石. 电针次、会阳穴治疗神经源性二便失禁 30 例[J]. 新中医, 2001, 33(12): 43.
- [39] Karsenty, G., Denys, P., Amarenco, G., *et al.* (2008) Botulinum Toxin A(Botox) Intradetrusor Injections in Adults with Neurogenic Detrusor Overactivity/Neurogenic Overactive Bladder: A Systematic Literature Review. *European Urology*, **53**, 275-287. <https://doi.org/10.1016/j.eururo.2007.10.013>
- [40] Mehta, S.S. and Tophill, P.R. (2006) Memokath Stents for the Treatment of Detrusor Sphincter Dyssynergia (DSD) in Men with Spinal Cord Injury: The Princess Royal Spinal Injuries Unit 10-Year Experience. *Spinal Cord*, **44**, 1-6. <https://doi.org/10.1038/sj.sc.3101800>
- [41] Gamé, X., Chartier-Kastler, E., Ayoub, N., *et al.* (2008) Outcome after Treatment of Detrusor-Sphincter Dyssynergia by Temporary Stent. *Spinal Cord*, **46**, 74-77. <https://doi.org/10.1038/sj.sc.3102069>
- [42] Horstmann, M., Schaefer, T., Aguilar, Y., *et al.* (2006) Neurogenic Bladder Treatment by Doubling the Recommended Antimuscarinic Dosage. *Neurourology and Urodynamics*, **25**, 441-445. <https://doi.org/10.1002/nau.20289>
- [43] Karsenty, G. and Reitz, A. (2006) Persistence of Therapeutic Effect after Repeated Injections of Botulinum Toxin Type A to Treat Incontinence Due to Neurogenic Detrusor Over-Activity. *Urology*, **68**, 1193-1197. <https://doi.org/10.1016/j.urology.2006.08.1069>