

糖尿病神经源性膀胱治疗现状

李生龙¹, 龚美胜², 卢刚刚¹, 赵渊博¹, 赵永强³, 贾云鹏³, 梁永林⁴



1. 甘肃中医药大学中西医结合学院 (兰州 730000)
2. 黑龙江省中医药科学院研究生院 (哈尔滨 150006)
3. 甘肃省中医院泌尿外科 (兰州 730050)
4. 甘肃中医药大学基础医学院 (兰州 730000)

【摘要】糖尿病神经源性膀胱 (diabetic neurogenic bladder, DNB) 是由于糖尿病 (diabetes mellitus, DM) 患者自主神经, 尤其是副交感神经障碍引起膀胱、尿道的储尿、排尿功能失常, 产生一系列下尿路症状及并发症的疾病总称, 具有发病率高、起病隐匿和发病机制复杂等特点。临床治疗方法繁多, 但疗效多不理想, 不良反应较多, 治疗成本高昂, 严重影响患者生活质量。本文从发病机制、药物治疗、非手术治疗和手术治疗四个方面对 DNB 做一综述, 并提出目前治疗的不足与未来研究方向, 旨在为 DNB 的临床诊疗提供一定借鉴与参考。

【关键词】糖尿病神经源性膀胱; 发病机制; 治疗; 综述

Current status of the treatment for diabetic neurogenic bladder

LI Shenglong¹, GONG Meisheng², LU Ganggang¹, ZHAO Yuanbo¹, ZHAO Yongqiang³, JIA Yunpeng³, LIANG Yonglin⁴

1. School of Traditional Chinese and Western Medicine, Gansu University of Chinese Medicine, Lanzhou 730000, China

2. Graduate School, Heilongjiang Academy of Chinese Medicine, Harbin 150006, China

3. Department of Urology, Gansu Provincial Hospital of Traditional Chinese Medicine, Lanzhou 730050, China

4. School of Basic Medicine, Gansu University of Chinese Medicine, Lanzhou 730000, China

Corresponding author: ZHAO Yongqiang, Email: 1114221808@qq.com

【Abstract】Diabetic neurogenic bladder (DNB) is a collective term for a series of lower urinary tract symptoms and complications caused by dysfunction of the bladder and urethra in patients with diabetes mellitus (DM), due to autonomic neuropathy, especially parasympathetic nerve dysfunction. It is characterized by a high incidence, insidious onset, and complex pathogenesis. There are numerous clinical treatment methods, but most of them have unsatisfactory efficacy, more adverse reactions, and high treatment costs, which severely impact the patients' quality of life. This article summarizes the pathogenesis, drug treatment, non-surgical treatment, and surgical treatment, and proposes the shortcomings of current treatments and future research directions, aiming to provide a reference for the clinical diagnosis and treatment of DNB.

DOI: 10.12173/j.issn.1004-4337.202312112

基金项目: 甘肃省自然科学基金项目 (22JR5RA638)

通信作者: 赵永强, 副主任医师, 硕士研究生导师, Email: 1114221808@qq.com

<https://slyyx.whuzhmedj.com/>

【Keywords】Diabetic neuropathic bladder; Pathogenesis; Treatment; Review

糖尿病神经源性膀胱 (diabetic neurogenic bladder, DNB) 是糖尿病 (diabetes mellitus, DM) 长期并发症中普遍存在的一个问题, 在泌尿系统中常伴有神经系统受损现象。在患有 DM 的人群中, DNB 的患病率可能高达 40%~80%, 即使血糖控制良好, 其发生率也可达 25%^[1-2]。膀胱感觉神经受损, 排尿肌收缩力下降, 残余尿量和膀胱容量增加是 DNB 的主要临床特征, 主要临床表现为尿频、尿急、尿失禁、尿潴留、尿淋漓不尽等排尿功能障碍^[3]。若治疗不当, 可能导致尿路感染和尿液梗阻, 进而引发或加重肾功能障碍, 甚至导致败血症和肾衰竭, 严重影响患者生活质量。因此, 积极寻找效果更理想、成本更低廉、创伤更小的治疗方式, 从而更好地修复 DNB 患者受损膀胱功能, 减轻临床症状, 延缓病情进展, 提高生活质量是目前迫切需要解决的难题。

1 发病机制

DNB 发病机制复杂, 现代医学对其尚未完全阐明且无统一论。目前主要认为 DM 患者持续高血糖状态损害膀胱的神经传导通路、微小血管、黏膜、逼尿肌及尿道上皮等部位, 使之产生病理改变, 影响患者的储尿和 (或) 排尿功能, 最终导致 DNB 的发生发展^[4-5]。有研究证实, DM 患者在持续高血糖状态下, 氧化应激反应增强, 自由基生成过多, 醛糖还原酶活性增高导致山梨醇过度累积, 损伤交感和副交感神经, 引起神经节段性脱髓鞘和神经冲动传导受阻, 膀胱和尿道肌肉功能受损, 进而导致 DNB 的发生发展^[6-7]。高血糖状态亦可导致氧胁迫, 从而干扰神经营养因子, 引起膀胱相关血管病变, 使膀胱血运受阻, 膀胱自主神经营养缺乏, 从而加速膀胱肌细胞凋亡、膀胱收缩无力, 促使 DNB 发生^[8-9]。

2 治疗

2.1 治疗原则

DNB 的治疗目标首先是保护上尿路功能, 其次是改善膀胱的储尿功能, 再运用其他手段解决膀胱排空问题, 最终提高患者生活质量。治疗应首先积极处理原发病, 治疗方式应遵循无创、

微创至有创的循序渐进原则, 优先考虑保守治疗, 必要时再考虑外科手段。影像尿动力对治疗方案的确立和治疗方式的选择具有重要意义。此外, DNB 的病情具有临床进展性, 因此治疗后应定期随访, 及时根据患者的综合情况调整治疗方案^[10]。

2.2 基础治疗

积极处理原发病, 严格控制 DNB 患者血糖; 定时定量饮水, 平衡液体出入量, 避免浓茶、咖啡等可以引起个体膀胱刺激症状的诱发因子; 保证如厕便利, 提高患者的自我护理和运动能力; 家人和医护人员应当与患者充分沟通, 进行心理疏导, 稳定患者情绪; 适当进行有规律的运动或运动治疗、医学营养治疗等^[11]。

2.3 药物治疗

2.3.1 松弛平滑肌的药物

DNB 的早期药物治疗以通过抑制过度的膀胱平滑肌收缩, 从而减轻尿频、尿急和尿失禁等泌尿系统症状为主。以索利那新、丙哌维林、托特罗定、奥西布宁及曲司氯铵为代表的 M 受体拮抗剂可通过竞争性抑制乙酰胆碱与逼尿肌上 M₃ 和 M₂ 受体结合抑制膀胱逼尿肌的反射性收缩, 从而稳定膀胱逼尿肌, 增加膀胱顺应性, 降低储尿期膀胱压力, 起到改善 DNB 患者尿频、尿急、尿失禁等症状的作用^[11]。有研究证实, 以坦索罗辛、赛洛多辛、特拉唑嗪为代表的 α 受体阻滞剂可通过降低膀胱出口阻力改善排尿困难等储尿期症状, 减少尿残余, 也可部分改善尿急等储尿期症状, 同时降低自主神经反射异常的发生率^[12]。盐酸黄酮哌酯片对 DNB 也有一定疗效, 但目前缺乏循证医学证据支持^[11]。

2.3.2 兴奋平滑肌的药物

DNB 的后期药物治疗以兴奋膀胱平滑肌, 改善逼尿肌收缩力, 促进膀胱排空, 减少尿残余为主。常用药物 M 受体激动剂氯贝胆碱、胆碱酯酶抑制剂溴比斯的明、5-羟色胺受体激动剂莫沙必利和西沙比利等均可通过改善逼尿肌收缩力促进膀胱排空^[13]。 α 受体激动剂可促进尿道平滑肌收缩, 使尿道内口关闭, 对前期尿失禁等症状起到治疗作用^[14]。

2.3.3 修复及营养神经的药物

以甲钴胺为代表的维生素 B12 制剂可以通过促进蛋白质及核酸的合成修复损伤神经；强氧化剂药物 α - 硫辛酸通过清除氧自由基减少氧化应激来保护血管内皮功能，改善神经传导^[15]。Epalrestat 是一种强效醛缩酶抑制剂，可有效阻止醛缩酶生成山梨醇，有助于修复分泌层轴突、刺激神经纤维生长和改善膀胱功能，还能促进紧密环裹着分泌层轴突的神经元生长和修复，以恢复正常的神经传导能力^[16]。 α 受体阻滞剂可以通过改善小血管血运，恢复和增强周围神经的营养供应，从而修复受损神经、改善神经功能。

2.3.4 联合治疗药物

临床上常联合应用上述药物中的两种或多种以获得更优的治疗效果^[17]。张何英治疗 DNB 时在 α - 硫辛酸联合莫沙必利基础上加用甲钴胺^[15]；何彩红等在 α - 硫辛酸基础上联合依帕司他^[16]；叶发根等在 α - 硫辛酸基础上加以盐酸特拉唑嗪联合甲钴胺^[18]。上述研究均发现联合用药比单药治疗 DNB 的效果更佳，改善患者尿动力学指标更显著，安全性良好。

2.4 非手术治疗

2.4.1 辅助排尿

主要包括 crede 手法排尿和 valsalva 手法排尿。前者是将手放在耻骨联合上方，轻轻向下按压和扩张膀胱，以缓慢施加压力来排尿；后者又叫屏气法排尿，指排尿时通过 valsalva 动作（屏气、收紧腹肌等）增加腹压将尿液排出^[19]。这两种助排尿方式均属于代偿性排尿，通常在间歇性导尿和膀胱训练后采用。当刺激膀胱敏感区域时就会排除尿液，有利于尿排尽，从而提高患者生活质量。但上述辅助排尿法可能导致膀胱压力过高，应在影像尿动力学检查（video urodynamic study, VUDS）允许（如膀胱低压储尿、低压排尿、尿道压力较低等）的基础上实施，期间严密随访以确保上尿路安全^[20]。

2.4.2 下尿路康复

主要包括膀胱训练、盆底肌训练和盆底生物反馈。定时排尿是指患者养成规律排尿的习惯，有尿意时适当憋尿，到规定时间再进行排尿的方法，主要针对大容量、感觉减退膀胱，是 DNB 的首选训练方法。盆底肌训练主要包括凯格尔（Kegel）训练和阴道重力锤训练，二者均以提

高盆底肌收缩力为目的，从而改善 DNB 患者尿失禁症状。盆底生物反馈是利用电子仪器采集盆底肌群的肌电，然后信号被有选择性地放大为视觉或听觉传输，并进一步反馈给患者^[11]。此法可提高盆底肌和肛提肌的强度及功能，巩固盆底肌训练效果，达到盆底康复和改变排尿习惯的目的，从而减少 DNB 患者的药物用量，提高生活质量^[21]。

2.4.3 导尿治疗

主要包括间歇导尿（intermittent catheterization, IC）、留置导尿和膀胱造瘘。IC 是一种定期使用一次性导尿管将膀胱排空的方法，排出后立即取出，并保持无菌或清洁环境，而不让导尿管留在膀胱内^[22]。国际尿控协会推荐 IC 是目前治疗神经源性膀胱的首选方法，同时也是膀胱训练的一种重要方式，是协助膀胱排空的“金标准”，目的在于排空残余尿，防止肾积水和残余尿引起尿路感染。如果患者经上述方法治疗效果不佳，且膀胱充盈情况比较严重，或出现尿潴留、尿失禁伴肾积水等症状时，则需要持续或长期留置导尿。若出现尿液浑浊、有沉淀物或膀胱出血等现象，则需及时进行膀胱冲洗。当膀胱内存大量残余尿、膀胱容量变大时，可采用膀胱造瘘。由于长期留置导尿易造成泌尿系统反复感染，菌尿（ $10^5/\text{mL}$ ）比例可高达 100%，女性患者可长期留置导尿，而男性患者可选择性使用膀胱造瘘^[11]。

2.4.4 外周神经电刺激

主要有胫神经电刺激（tibial nerve stimulation, TNS）、膀胱腔内电刺激（intravesical electrical stimulation, IVES）和盆底肌电刺激（pelvic floor muscle electrical stimulation, PFMES）。TNS 主要包括侵入性经皮胫神经刺激和非侵入性经皮胫神经刺激，旨在调节逼尿肌和括约肌协同功能，并通过排尿日记观测患者症状改善情况^[23]。研究发现，经皮足底电刺激（foot stimulation, FS）可通过激活足底胫神经传入神经纤维分支，从而增加膀胱容量，改善膀胱顺应性^[24-25]。Deng 等的研究表明，IVES 能明显改善成人神经源性膀胱下活力的尿液排除效率，增加膀胱感觉，减少神经源性膀胱残余尿量^[26]。PFMES 可用于治疗 DNB 患者的前期尿失禁症状，使患者初始感觉膀胱容量和有效膀胱容量增加，从而减少尿失禁^[27]。

2.4.5 超短波治疗

超短波治疗的作用机制是通过抑制交感神经

和迷走神经兴奋性，并双向调节人体内自主神经功能增强膀胱肌的收缩力，从而改善尿频、尿急、尿不尽等症状^[28]。

2.5 外科手术治疗

2.5.1 重建储尿功能

A 型肉毒毒素膀胱壁注射术可通过抑制神经末梢突触前膜的乙酰胆碱释放，引起肌肉松弛和麻痹，降低尿道压力；并可减少膀胱黏膜下感受体的表达，降低传入神经的敏感性^[29]。膀胱内药物（抗毒蕈碱药物）灌注治疗可改善尿失禁等症状，尿失禁严重时还可行肠道膀胱扩大术和尿道括约肌植入术等^[11]。

2.5.2 重建排尿功能

横纹肌重建膀胱术（包括腹直肌转位膀胱重建术和背阔肌逼尿肌成形术）利用腹直肌或背阔肌收缩及腹压增高的力量增加膀胱收缩力，从而促进排尿^[30]。骨髓间充质干细胞移植修复膀胱和尿道平滑肌细胞功能，并合成对膀胱内局部微环境有营养作用的多种生长因子，包括抗炎特性、促进增殖与存活等，从而有效治疗 DNB^[31]。

2.5.3 同时重建储尿和排尿功能

主要有骶神经后根切断术和骶神经前根电刺激术（sacral anterior root stimulation, SARS），SARS 目的是刺激逼尿肌收缩，骶神经后根切断术也被称为骶神经传入神经阻断，能有效降低逼尿肌过度活跃，目前主要用于 SARS 的辅助治疗^[32]。骶神经调控术（sacral neuromodulation, SNM）通过刺激传入神经，调节相关神经系统兴奋和抑制信号的平衡状态，可以改善尿频、尿急和急迫性尿失禁（urge urinary incontinence, UUI）症状，亦可提高尿流率、减少尿残余^[33]。

3 小结

DNB 是 DM 常见的慢性并发症之一，主要临床表现为尿频、尿急、尿失禁、尿潴留、尿淋漓不尽等排尿功能障碍。在临床治疗中，针对 DNB 的手段多种多样，包括药物治疗、非手术治疗和手术治疗等。本文对 DNB 从发病机制、药物治疗、非手术治疗和手术治疗四个方面进行了综述。

DNB 的药物治疗以兴奋或松弛平滑肌、修复及营养神经等为主，非手术治疗方式包括辅助排尿、下尿路康复、导尿、外周神经电刺激及超短波治疗等，手术治疗则以重建储尿功能和（或）

排尿功能为主。由于 DNB 起病隐匿，发病机制十分复杂，临床治疗对患者创伤较大，且效果并不理想，复发率较高，治疗成本较高，同时还伴随较多不良反应，不仅严重影响了患者的生活质量，还给家庭和社会带来沉重的负担。

现代医学对 DNB 的发病机制尚未完全揭示，仍存在一些争议，目前尚无统一的治疗和疗效评价标准。临床中缺乏大数据、多样本的试验，且整个治疗过程患者依从性较差，缺乏长期随访。因此，在未来的研究中，需要进一步研究 DNB 的发病机制，以为临床诊疗提供必要的理论支撑。同时也需要不断完善治疗和疗效评价标准，更好地理解 and 治疗 DNB。除了现代医学方法，还可从中国传统医学中寻找治疗 DNB 的方法和特色优势。传统医学积累了丰富的治疗经验，其中包括了许多针对 DNB 的治疗方法，通过借鉴和学习传统医学的经验，可以探索中西医结合治疗 DNB 的思路，同时结合现代医学的技术和理论，做到中西医学优势互补、取长补短，从而为 DNB 的诊疗提供更为精准和有效的方法。

参考文献

- Han X, Gao Y, Wang S, et al. Effect of electroacupuncture on diabetic neurogenic bladder: a randomized controlled trial protocol[J]. *Medicine (Baltimore)*, 2020, 99(17): e19843. DOI: [10.1097/MD.00000000000019843](https://doi.org/10.1097/MD.00000000000019843).
- Tang F, Cheng Z, Wen X, et al. Effect of continuous care intervention on the quality of life in patients with neurogenic bladder dysfunction[J]. *J Int Med Res*, 2019, 47(5): 2011–2017. DOI: [10.1177/0300060519833563](https://doi.org/10.1177/0300060519833563).
- 韩栩珂, 陈一丁, 陈慧臻, 等. 2 型糖尿病神经源性膀胱大鼠模型的建立与评价 [J]. *中国组织工程研究*, 2022, 26(17): 2713–2719. [Han XK, Chen YD, Chen HZ, et al. Establishment and evaluation of neurogenic bladder model in rats with type 2 diabetes mellitus[J]. *Chinese Journal of Tissue Engineering Research*, 2022, 26(17): 2713–2719.] <http://qikan.cqvip.com/Qikan/Article/Detail?id=7106214898>.
- Panigrahy R, Singh B, Das SK. Diabetic uropathy and bladder dysfunctions[J]. *Diabetes Metab Syndr*. 2017, 11(1): 81–82. DOI: [10.1016/j.dsx.2016.06.018](https://doi.org/10.1016/j.dsx.2016.06.018).
- Ma C, Cheng YJ, Xiao N. Research progress of mesenchymal stem cell in the treatment of diabetic bladder dysfunction[J].

- Zhonghua Wai Ke Za Zhi, 2022, 60(11): 1035–1040. DOI: [10.3760/cma.j.cn112139-20220530-00245](https://doi.org/10.3760/cma.j.cn112139-20220530-00245).
- 6 Inouye BM, Hughes FM Jr, Jin H, et al. Diabetic bladder dysfunction is associated with bladder inflammation triggered through hyperglycemia, not polyuria[J]. Res Rep Urol, 2018, 10: 219–225. DOI: [10.2147/RRU.S177633](https://doi.org/10.2147/RRU.S177633).
 - 7 Donnan J, Ledger S. An update on the treatment and management of diabetic peripheral neuropathy[J]. CANNT J, 2006, 16(4): 32–38. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17252899/>.
 - 8 曹迎东, 李翠凡, 夏武宪, 等. 糖尿病神经性膀胱患者血浆同型半胱氨酸、血清叶酸、维生素 B12 的水平及尿动力学变化分析 [J]. 中国糖尿病杂志, 2018, 26(7): 563–565. [Cao YD, Li CF, Xia WX, et al. Analysis of the circulating levels of Hey, FA and VitB12 and urinary dynamics in patients with DNB[J]. Chinese Journal of Diabetes, 2018, 26(7): 563–565.] DOI: [10.3969/j.issn.1006-6187.2018.07.006](https://doi.org/10.3969/j.issn.1006-6187.2018.07.006).
 - 9 李宏亮, 余叶蓉. 2 型糖尿病患者血管内皮细胞功能异常及其机理研究 [J]. 中华糖尿病杂志, 2004, 12(2): 146–148. [Li HL, Yu YR. Abnormal function of vascular endothelial cells in patients with type 2 diabetes mellitus and its mechanism[J]. Chinese Journal of Diabetes, 2004, 12(2): 146–148.] DOI: [10.3321/j.issn.1006-6187.2004.02.021](https://doi.org/10.3321/j.issn.1006-6187.2004.02.021).
 - 10 Liao LM, Maderbacher H. Neurourology. Theory and practice[M]. Berlin: Springer Netherlands, 2019.
 - 11 黄健, 张旭. 中国泌尿外科和男科疾病诊断治疗指南 [M]. 北京: 科学出版社, 2022. [Huang J, Zhang X. Guidelines for the diagnosis and treatment of urological and andrological diseases in China[M]. Beijing: Science Press, 2022.]
 - 12 Takeda M, Homma Y, Araki I, et al. Predictive factors for the effect of the α 1-D/A adrenoceptor antagonist naftopidil on subjective and objective criteria in patients with neurogenic lower urinary tract dysfunction[J]. BJU Int, 2011, 108(1): 100–107. DOI: [10.1111/j.1464-410X.2010.09682.x](https://doi.org/10.1111/j.1464-410X.2010.09682.x).
 - 13 Dasgupta R. Prostaglandin E2 and bethanechol in combination for treating detrusor underactivity[J]. BJU Int, 2004, 94(1): 191–192. DOI: [10.1111/j.1464-410X.2004.4949b.x](https://doi.org/10.1111/j.1464-410X.2004.4949b.x).
 - 14 Takeda M, Homma Y, Araki I, et al. Predictive factors for the effect of the α 1-D/A adrenoceptor antagonist naftopidil on subjective and objective criteria in patients with neurogenic lower urinary tract dysfunction[J]. BJU Int, 2011, 108(1): 100–107. DOI: [10.1111/j.1464-410X.2010.09682.x](https://doi.org/10.1111/j.1464-410X.2010.09682.x).
 - 15 张何英. α - 硫辛酸、莫沙必利、甲钴胺联合治疗糖尿病神经源性膀胱中的临床疗效观察 [J]. 临床医药文献电子杂志, 2020, 7(23): 148. [Zhang HY. Observation of the clinical efficacy of the combination of α -lipoic acid, mosapride and methylcobalamin in the treatment of diabetic neurogenic bladder[J]. Electronic Journal of Clinical Medical Literature, 2020, 7(23): 148.] DOI: [10.16281/j.cnki.jocml.2020.23.143](https://doi.org/10.16281/j.cnki.jocml.2020.23.143).
 - 16 何彩红, 朱水染. α - 硫辛酸联合依帕司他与硫辛酸单用对糖尿病神经源性膀胱的疗效观察 [J]. 中国医药科学, 2019, 9(14): 30–33. [He CH, Zhu SR. Therapeutic effect of α -lipoic acid combined with epalrestat and α -lipoic acid in the treatment of diabetic neurogenic bladder[J]. China Medicine and Pharmacy, 2019, 9(14): 30–33.] DOI: [10.3969/j.issn.2095-0616.2019.14.010](https://doi.org/10.3969/j.issn.2095-0616.2019.14.010).
 - 17 Wein AJ. Re: efficacy and safety of combination pharmacotherapy for patients with overactive bladder: a rapid evidence assessment[J]. J Urol, 2020, 204(6): 1388–1389. DOI: [10.1097/JU.0000000000001286.03](https://doi.org/10.1097/JU.0000000000001286.03).
 - 18 叶发根, 廖解志, 周晓慧, 等. 盐酸特拉唑嗪联合甲钴胺对糖尿病神经源性膀胱患者疗效及其机制的研究 [J]. 中华全科医学, 2017, 15(8): 1365–1367. [Ye FG, Liao JZ, Zhou XH, et al. Effect and mechanism of terazosin hydrochloride combined Mecobalamin on diabetic neurogenic bladder[J]. Chinese Journal of General Practice, 2017, 15(8): 1365–1367.] DOI: [10.16766/j.cnki.issn.1674-4152.2017.08.027](https://doi.org/10.16766/j.cnki.issn.1674-4152.2017.08.027).
 - 19 Aslan AR, Kogan BA. Conservative management in neurogenic bladder dysfunction[J]. Curr Opin Urol, 2002, 12(6): 473–477. DOI: [10.1097/00042307-200211000-00005](https://doi.org/10.1097/00042307-200211000-00005).
 - 20 Reitz A, Haferkamp A, Wagener N, et al. Neurogenic bladder dysfunction in patients with neoplastic spinal cord compression: adaptation of the bladder management strategy to the underlying disease[J]. NeuroRehabilitation, 2006, 21(1): 65–69. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16720939/>.
 - 21 Ginsberg DA, Boone TB, Cameron AP, et al. The AUA/

- SUFU guideline on adult neurogenic lower urinary tract dysfunction: treatment and follow-up[J]. *J Urol*, 2021, 206(5): 1106–1113. DOI: [10.1097/JU.0000000000002239](https://doi.org/10.1097/JU.0000000000002239).
- 22 Liu J, Luo C, Xiao W, et al. Urinary tract infections and intermittent catheterization among patients with spinal cord injury in Chinese community[J]. *Sci Rep*, 2023, 13(1): 17683. DOI: [10.1038/s41598-023-44697-0](https://doi.org/10.1038/s41598-023-44697-0).
- 23 Li X, Li X, Zhou Z, et al. Feasibility of a transcutaneous tibial nerve stimulation device use in overactive bladder patients: a pilot study from a single tertiary care center[J]. *Front Neurol*, 2022, 13: 872200. DOI: [10.3389/fneur.2022.872200](https://doi.org/10.3389/fneur.2022.872200).
- 24 Chen G, Larson JA, Ogagan PD, et al. Post-stimulation inhibitory effect on reflex bladder activity induced by activation of somatic afferent nerves in the foot[J]. *J Urol*, 2012, 187(1): 338–343. DOI: [10.1016/j.juro.2011.09.012](https://doi.org/10.1016/j.juro.2011.09.012).
- 25 Chen G, Liao L, Wang Z, et al. Increasing bladder capacity by foot stimulation in rats with spinal cord injuries[J]. *BMC Urol*, 2017, 17(1): 85. DOI: [10.1186/s12894-017-0277-4](https://doi.org/10.1186/s12894-017-0277-4).
- 26 Deng H, Liao L, Wu J, et al. Clinical efficacy of intravesical electrical stimulation on detrusor underactivity: 8 years of experience from a single center[J]. *Medicine (Baltimore)*, 2017, 96(38): e8020. DOI: [10.1097/MD.0000000000008020](https://doi.org/10.1097/MD.0000000000008020).
- 27 Joussain C, Denys P. Electrical management of neurogenic lower urinary tract disorders[J]. *Ann Phys Rehabil Med*, 2015, 58(4): 245–250. DOI: [10.1016/j.rehab.2015.07.005](https://doi.org/10.1016/j.rehab.2015.07.005).
- 28 马淑义, 甄玉婷. 用超短波治疗糖尿病神经源性膀胱的效果研究[J]. *当代医药论丛*, 2017, 15(7): 40–41. [Ma SY, Zhen YT. Study of the effect of ultrashort wave in the treatment of diabetic neurogenic bladder[J]. *Contemporary Medicine Forum*, 2017, 15(7): 40–41.] DOI: [10.3969/j.issn.2095-7629.2017.07.028](https://doi.org/10.3969/j.issn.2095-7629.2017.07.028).
- 29 Juszczak K, Adamczyk P, Maciukiewicz P, et al. Clinical outcomes of intravesical injections of botulinum toxin type A in patients with refractory idiopathic overactive bladder[J]. *Pharmacol Rep*, 2018, 70(6): 1133–1138. DOI: [10.1016/j.pharep.2018.08.002](https://doi.org/10.1016/j.pharep.2018.08.002).
- 30 Nambiar A, Lucas M. Chapter 4: guidelines for the diagnosis and treatment of overactive bladder (OAB) and neurogenic detrusor overactivity (NDO)[J]. *Neurourol Urodyn*, 2014, 33(S3): S21–S25. DOI: [10.1002/nau.22631](https://doi.org/10.1002/nau.22631).
- 31 杨亚飞, 杨进, 陈林, 等. 骨髓间充质干细胞移植治疗糖尿病神经源性膀胱的研究与进展[J]. *中国组织工程研究*, 2017, 21(5): 802–808. [Yang YF, Yang J, Chen L, et al. Bone marrow mesenchymal stem cells transplantation in the treatment of diabetic cystopathy[J]. *Chinese Journal of Tissue Engineering Research*, 2017, 21(5): 802–808.] DOI: [10.3969/j.issn.2095-4344.2017.05.024](https://doi.org/10.3969/j.issn.2095-4344.2017.05.024).
- 32 Zaer H, Rasmussen MM, Zepke F, et al. Effect of spinal anterior root stimulation and sacral deafferentation on bladder and sexual dysfunction in spinal cord injury[J]. *Acta Neurochir (Wien)*, 2018, 160(7): 1377–1384. DOI: [10.1007/s00701-018-3557-1](https://doi.org/10.1007/s00701-018-3557-1).
- 33 Tilborghs S, De Wachter S. Sacral neuromodulation for the treatment of overactive bladder: systematic review and future prospects[J]. *Expert Rev Med Devices*, 2022, 19(2): 161–187. DOI: [10.1080/17434440.2022.2032655](https://doi.org/10.1080/17434440.2022.2032655).

收稿日期: 2023 年 12 月 18 日 修回日期: 2024 年 01 月 17 日
 本文编辑: 王雅馨 黄 笛

引用本文: 李生龙, 龚美胜, 卢刚刚, 等. 糖尿病神经源性膀胱治疗现状[J]. *数理医药学杂志*, 2024, 37(3): 211–216. DOI: [10.12173/j.issn.1004-4337.202312112](https://doi.org/10.12173/j.issn.1004-4337.202312112).
 Li SL, Gong MS, Lu GG, et al. Current status of the treatment for diabetic neurogenic bladder[J]. *Journal of Mathematical Medicine*, 2024, 37(3): 211–216. DOI: [10.12173/j.issn.1004-4337.202312112](https://doi.org/10.12173/j.issn.1004-4337.202312112).