

盆底功能障碍性疾病骶神经调控术治疗进展

王继鹏 闫泽浩 张炯 王新昊 张耀光

【摘要】 骶神经调控术作为一种先进的神经调控技术,可以有效缓解对传统治疗无效的盆底功能障碍性疾病患者的临床症状。本文全面综述骶神经调控术在盆底功能障碍性疾病治疗中的应用进展,包括其发展历史、作用机制、临床应用、刺激参数的优化选择,以及临床推广中的多项技术创新等,旨在推动骶神经调控术在临床实践中的应用,为患者提供更精准的治疗选择。

【关键词】 盆底疾病; 骶尾部; 电刺激疗法; 综述

Progress on sacral neuromodulation in treatment of pelvic floor dysfunction

WANG Ji-peng, YAN Ze-hao, ZHANG Jiong, WANG Xin-hao, ZHANG Yao-guang

Department of Urology, Beijing Hospital; National Center of Gerontology; Institute of Geriatric Medicine, Chinese Academy of Medical Sciences, Beijing 100730, China

Corresponding author: ZHANG Yao-guang (Email: zhangygbjh@126.com)

【Abstract】 Sacral neuromodulation (SNM) as an advanced form of neuromodulation technique, which has demonstrated significant efficacy in alleviating clinical symptoms for patients with pelvic floor dysfunction (PFD) who do not respond to conventional treatments. This paper provides a comprehensive review of the application and progress of SNM in the treatment of PFD. It covers its historical development, mechanisms of action, clinical applications, optimization of stimulation parameters, and several technological innovations that have facilitated its clinical adoption. The aim is to promote wider clinical application of SNM and offer more precise treatment options for patients.

【Key words】 Pelvic floor disorders; Sacrococcygeal region; Electric stimulation therapy; Review
This study was supported by the National Natural Science Foundation of China (No. 82370783).

Conflicts of interest: none declared

盆底功能障碍(PFD)性疾病主要包括下尿路功能障碍(LUTD)、大便失禁、慢性盆腔疼痛等^[1],不会直接威胁生命,但复杂的临床症状可使患者产生严重的焦虑和抑郁情绪,从而影响生活质量和心理健康^[2]。全球范围内以女性多发,发病率为1.90%~46.50%,其中,发达国家女性总体发病率约40%^[3],中低收入国家25%^[4],我国已超过30%^[5]。传统针对盆底功能障碍性疾病的治疗方案分为手术治疗和保守治疗,保守治疗仅适用于轻中度患者,手术治疗则可伴出血、伤口感染、术后瘢痕挛缩等并发症,进一步影响治疗效果^[6-7]。骶神经调控术(SNM)是一种通过介入手段将刺激电极植入骶孔内,并对

特定骶神经(通常指S₂₋₄)进行持续电脉冲刺激的神经调控技术,通过调控膀胱、尿道、直肠等效应器官的神经信号活动,达到缓解临床症状之目的^[8]。自2014年,国内神经调控领域专家团队通过编写并更新《骶神经调控术临床应用中国专家共识》^[9-10],不断完善我国骶神经调控术的临床规范化治疗体系。经过10余年的技术发展,骶神经调控术在治疗盆底功能障碍性疾病方面的临床疗效已获得广泛认可,并在临床实践中持续推广。基于此,本文拟重点阐述骶神经调控术在盆底功能障碍性疾病治疗中的应用进展和技术创新,旨在进一步助力骶神经调控术临床实践,并为未来研究方向提供指引。

一、骶神经调控术发展史

19世纪初,法国生理学家Magendie对幼犬行脊髓离断和电刺激神经根实验,结果发现,离断后的脊髓背根神经节可导致幼犬机体感觉丧失但不影响运动功能,这一发现首次证实脊神经根的功能分

doi: 10.3969/j.issn.1672-6731.2025.01.011

基金项目:国家自然科学基金资助项目(项目编号:82370783)

作者单位:100730 北京医院泌尿外科 国家老年医学中心 中国医学科学院老年医学研究院

通讯作者:张耀光,Email:zhangygbjh@126.com

化现象,为骶神经调控技术等神经调控技术的发展提供了理论依据^[11]。经过100余年的探索,骶神经调控技术在理论和实践方面均取得显著进展。20世纪70年代,Bradley团队率先对截瘫合并尿失禁的患者尝试骶神经根电刺激疗法并报告治疗经验^[12];20世纪80年代,Tanagho和Schmidt^[13]首次报告通过连续电刺激S₃神经根可调节膀胱和括约肌的协同作用,有效改善神经源性膀胱患者的排尿困难,为骶神经调控术现代概念和技术的形成奠定基础^[14]。20世纪90年代初,第一代植入式骶神经刺激器问世,并于1997年获得美国食品与药品管理局(FDA)批准用于治疗急迫性尿失禁。1999年,其适用范围进一步扩大,被批准用于治疗下尿路功能障碍的多种临床表现,如尿频-尿急综合征和非梗阻性尿潴留(NOUR)。随着外科手术技术的进步和电刺激装置的持续改进,Spinelli等^[15]率先在术中采用带有倒刺的电刺激导线装置,并提出骶神经调控术的两阶段植入方式,第一阶段为体验测试阶段,通过对患者植入骶神经调控电极,并利用2~4周观察和评估临床症状改善程度,从而决定是否进行第二阶段的骶神经永久刺激器植入。骶神经调控术两阶段植入方式是近20余年骶神经调控术的标准术式。该技术避免了传统深部切口和筋膜固定所造成的手术创伤,使手术能在局部麻醉下以微侵袭的方式进行;同时,两阶段植入方式能高效筛选出对骶神经调控术敏感的患者,避免一次性永久植入给患者带来的经济负担。

二、骶神经调控术的作用机制

1. 调节排尿行为的作用机制 骶神经调控术调节排尿行为的确切机制至今尚未完全阐明,但已有研究表明,骶神经调控术主要通过影响骶神经反射弧以改善下尿路症状,其通过刺激骶神经(S₂₋₄)并调节这些神经反射弧中的传入和传出神经轴突,有助于恢复泌尿系统兴奋与抑制信号之间的动态平衡;上述调节作用可以改善尿频、尿急和尿失禁等症状,并减少残余尿量,从而对膀胱功能产生积极影响^[16-18]。一项关于膀胱过度活动症(OAB)猫模型的实验指出,中枢神经系统可以通过抑制脊髓-脑-脊髓排尿反射的上行或下行通路来实现对膀胱功能的调节^[19]。而骶神经调控术可能通过影响膀胱过度活动症患者的脑功能活动,进而减少尿急、尿频和尿失禁症状的发生,具体表现为刺激幅度的增加可导致渐进的大脑整体激活;亚感觉刺激可导致脑

桥和导水管周围灰质失活,右侧额下回稳定激活;感觉刺激可导致岛叶激活以及内侧顶叶和上顶叶失活^[20-21]。

2. 调节排便行为的作用机制 骶神经调控术对排便行为的影响具有双向性,具体作用机制取决于疾病类型。例如,对于慢传输型便秘患者,骶神经调控术可以通过激活副交感神经、促进肠蠕动、松弛肛门括约肌的方式促进排便;对于大便失禁患者,骶神经调控术可以通过刺激骶神经根会阴部传入神经纤维,激活交感神经,达到抑制肠蠕动、激活肛门括约肌的目的,从而改善大便失禁症状。此外,骶神经调控术还可以通过刺激会阴部神经,增强大脑皮质中肛门活动相关运动区域的反应,增强肛门括约肌活动能力,是改善大便失禁症状的另一关键机制^[22]。上述机制共同作用,使骶神经调控术成为多方面调节排便行为的有效治疗手段。

3. 其他 骶神经调控术可在激活传入神经轴突的同时抑制C纤维的激活和疼痛递质的传递,从而达到缓解盆腔疼痛的目的。C纤维作为一类小直径且无髓鞘的初级传入纤维,在神经系统中扮演疼痛感知、疼痛信号传递、温度感知等某些非明显触觉信息的角色^[23]。C纤维被激活时,可释放降钙素基因相关肽,并诱导单核细胞合成趋化因子白细胞介素-8(IL-8),导致痛觉过敏。

三、骶神经调控术在盆底功能障碍性疾病治疗中的应用及参数选择

1. 应用 经过数十年的临床应用和推广,骶神经调控术已被证实对膀胱过度活动症、非梗阻性尿潴留、神经源性下尿路功能障碍(NLUTD)、大便失禁、间质性膀胱炎/膀胱疼痛综合征(IC/BPS)等多种盆底功能障碍性疾病具有疗效。(1)膀胱过度活动症及非梗阻性尿潴留:骶神经调控术治疗膀胱过度活动症的有效率约为80%^[24],业已被中国泌尿外科学会(CUA)^[25]、美国泌尿外科学会(AUA)^[26]、国际尿控协会(ICS)等多个学术专业委员会推荐^[18],适用于对传统行为疗法和药物治疗(包括M受体阻断剂和β3受体激动剂)未能产生应答的难治性膀胱过度活动症患者。骶神经调控术治疗非梗阻性尿潴留和非神经源性尿道括约肌痉挛(Fowler's syndrome)的成功率分别为83.30%和68%^[27]。(2)神经源性下尿路功能障碍:一项包含21项临床研究共计887例神经源性下尿路功能障碍患者的系统文献回顾和Meta分析指出,骶神经调控术治疗二期转化

率(永久植入人群占全部骶神经调控术治疗人群的比例)为 66.18%(587/887)^[28]。在我国,神经源性下尿路功能障碍是骶神经调控术治疗的主要患者群体。国内一项包含 4 个医学中心共 152 例神经源性下尿路功能障碍患者的回顾性研究指出,骶神经调控术对慢性尿潴留症状的改善率 31.01%(40/129),尿频症状的改善率为 64.84%(59/91),尿失禁症状的改善率为 65.22%(30/46),神经源性肠道功能障碍(NBD)症状评分的改善率为 61.65%(82/133)^[29]。(3)大便失禁:对于传统药物治疗和行为疗法无效的大便失禁患者,骶神经调控术成为其首选手术方法^[30]。大便失禁患者永久植入后的最终临床成功率为 77%^[31]。(4)间质性膀胱炎/膀胱疼痛综合征:骶骨神经调控术是治疗间质性膀胱炎/膀胱疼痛综合征的三线治疗方案,为保守治疗无效且膀胱容量相对正常间质性膀胱炎/膀胱疼痛综合征患者提供了一种治疗选择^[32]。该方法的应用基于其在改善难治性间质性膀胱炎/膀胱疼痛综合征患者下尿路症状及盆腔疼痛症状方面的潜在效果。一项回顾性研究纳入 59 例间质性膀胱炎/膀胱疼痛综合征患者,经骶神经调控术治疗后,66.10%(39/59)患者下尿路症状和日排尿量有所改善;91.53%(54/59)患者视觉模拟评分(VAS)和 O'Leary-Sant 评分显著减少,提示疼痛症状和生活质量得以改善^[33]。相较于传统膀胱镜下水扩张疗法,骶神经调控术治疗改善间质性膀胱炎/膀胱疼痛综合征的过程具有可逆性,且可根据患者具体症状和不良反应灵活调整刺激参数,实现个性化治疗。尽管目前尚无证据证实骶神经调控术较传统治疗方法存在优势,但对于膀胱镜下水扩张疗法无效且疼痛症状明显的间质性膀胱炎/膀胱疼痛综合征患者,骶神经调控术可作为一种后续治疗选择^[34]。

2. 参数选择 不同适应证患者骶神经调控术刺激参数的优化和选择具有一定差异:推荐膀胱过度活动症、非梗阻性尿潴留、神经源性下尿路功能障碍、大便失禁、间质性膀胱炎/膀胱疼痛综合征等盆底功能障碍性疾病患者均采用标准脉宽为 210 μs ,并建议初始刺激电压应控制在 2 V 以下;对于神经源性下尿路功能障碍或非梗阻性尿潴留患者,维持标准脉宽 210 μs ,刺激频率的优化建议 14 ~ 50 Hz,以实现最佳治疗效果和患者满意度^[35]。恒频电刺激(CFS)模式是骶神经调控术最经典的治疗策略,其治疗机制主要涉及利用植入式脉冲发生器(IPG)

及其配套电极,对特定的骶神经根施加恒定频率、脉宽和电压的刺激,旨在调节异常的神经信号传递,从而实现治疗效果^[36]。在恒频电刺激模式的应用实践中,不同频率刺激对于治疗各类疾病展现出特定的适应性。具体而言,低频(7.50 ~ 15 Hz)刺激主要用于抑制膀胱过度活动,并增强膀胱容量;高频(100 ~ 200 Hz)刺激则更适用于抑制外尿道括约肌活动,降低膀胱流出阻力,进而有效缓解排尿困难症状^[37-38]。临床医师应依据患者症状学特征及个体对刺激的反应,对刺激参数进行精细化调整和优化,以期达到最佳治疗效果。

四、骶神经调控术的技术创新

尽管恒频电刺激模式在下尿路功能障碍治疗方面已具有一定疗效,但其单一固定刺激模式无法全面应对下尿路功能障碍的复杂症状,尤其是在储尿期膀胱过度活动与排尿期逼尿肌收缩力减弱同时存在的情况下^[39]。另外,长期应用恒频电刺激模式,患者可能会对电刺激产生适应性^[40]。故临床医师需定期调整刺激频率、脉宽和幅度等参数。受限于恒频电刺激模式在处理复杂下尿路功能障碍时的局限性,研究者需不断探寻更灵活和个性化的神经调控策略,以提高治疗效果并减少潜在的适应性问题。

1. 变频电刺激模式 变频电刺激(VFS)模式作为骶神经调控术的一项创新技术,通过周期性改变电刺激频率,更有效管理多种临床症状。变频电刺激模式可以同时针对尿频、尿急和排尿困难等不同症状进行综合治疗,有效克服传统恒频电刺激模式在适应性和症状多样性处理方面的局限性^[41]。变频电刺激模式通过精细化调整刺激参数,包括低频(8 ~ 15 Hz)、中频(20 ~ 50 Hz)和低频(50 ~ 100 Hz),每个频段的刺激时间通常设置为 10 s,并可根据患者的主观刺激感觉进行调整,以实现更优疗效。一项个案报道指出,对于恒频电刺激模式治疗后疗效减退的膀胱过度活动症患者,更换为变频电刺激模式后其膀胱过度活动症(OABSS)评分(7分对5分)和膀胱过度活动症相关生活质量(OAB-quality)评分(5分对3分)均改善^[42]。此外,与恒频电刺激模式相比,变频电刺激模式可进一步降低逼尿肌反射亢进伴收缩功能受损患者的每日排尿次数、尿失禁次数和平均导尿量,增加每日平均排尿量;并且变频电刺激模式可在改善排尿困难的同时,提高患者生活质量和精神状态^[43-44]。针对变频电刺激模式长

期疗效和安全性的 大样本临床试验目前正在进行中^[45]。随着研究的不断深入,变频电刺激模式有望成为改善下尿路功能障碍症状和生活质量的主要治疗手段。

2. 术后程控技术的发展 骶神经调控术后程控特指临床医师对植入的脉冲发生器进行程序控制和参数调整。这一过程主要包括参数调整(如电压、脉宽、频率等)和症状监测两方面^[46]。术后程控不仅是个性化治疗的关键特征,而且是需定期执行的长期过程,旨在确保治疗效果的持续性和设备的长期稳定性。远程程控和面对面程控是两种用于调整和管理参数的主要方法。面对面程控是传统方法,要求患者亲自前往医院,与医师进行面对面的交流和参数调整。该方法的优势在于能实现直接的医患互动和即时反馈,但增加患者的时间和经济成本,尤其对于居住在偏远地区的患者。相比之下,远程程控是一种新兴技术,允许患者在互联网或移动 4G 或 5G 网络的支持下,于家中或任何网络覆盖的地点与医师或设备工程师进行通信,以实现参数调整并优化症状管理,显著减轻患者前往医院进行面对面程控的时间和经济负担,为居住在远离医疗中心的患者提供极大便利;且远程程控技术在有效性、安全性以及患者满意度等关键指标上与传统面对面程控相当^[47-48]。上述研究成果支持远程程控技术的发展和 应用,为患者提供高效、经济、便捷的治疗选择。特别是在新型冠状病毒感染大流行期间,远程程控技术的优越性尤为突出,可有效减少患者前往医院的次数,从而降低感染风险^[49]。

3. 个性化治疗模型的构建 国内一项回顾性研究构建骶神经调控术治疗间质性膀胱炎/膀胱疼痛综合征患者二期转化率的列线图预测模型,结果显示,高龄、病程短、焦虑评分低的患者具备更高的二期转化率^[50]。此外,骶神经调控术在不同性别的下尿路功能障碍患者中存在疗效差异^[51],接受变频电刺激模式的男性患者生活质量评分和疼痛评分改善程度较女性患者更显著^[52]。上述研究致力于深入理解骶神经调控术的临床疗效及其在不同患者群体中的适用性,为制定个性化治疗模型研究提供新的方向。

4. 新设备的研发 除不断涌现的临床研究外,可充电骶神经调控术设备的引入以及 3.0T MRI 兼容性骶神经调控术设备的研发标志着骶神经调控术已经迈入新的发展阶段。可充电设备通过延长

电池寿命和减少必要的手术更换次数,提高治疗的便捷性和经济性。3.0T MRI 兼容性设备使得植入骶神经调控术设备后的患者可以安全地接受 MRI 扫描,同时解决射频干扰、热效应和设备移位等技术难题,确保患者在 MRI 检查过程中的安全性。上述技术的进步不仅提高患者的生活质量,而且扩大骶神经调控术的适应证,彰显骶神经调控术在现代医学领域的持续创新与进步。

综上所述,骶神经调控术为盆底功能障碍性疾病患者提供一种有效的治疗选择,尤其适用于对传统药物治疗反应欠佳或无法耐受的患者群体。随着对骶神经调控术机制的深入研究,未来医学领域将进一步探索其精准治疗的潜力,以期提供更加个性化的治疗方案,从而惠及更广泛的患者群体。

利益冲突 无

参 考 文 献

- [1] Grimes WR, Stratton M. Pelvic floor dysfunction [M]. Treasure Island: StatPearls Publishing, 2023.
- [2] Zulihuma ABLT, Zufeiya AL. New advances in the diagnosis and treatment of pelvic floor dysfunction [J]. Lin Chuang Yi Xue Jin Zhan, 2024, 14:1840-1852.[祖力胡玛·阿布来提, 祖菲娅·艾力. 盆底功能障碍性疾病诊疗新进展[J]. 临床医学进展, 2024, 14:1840-1852.]
- [3] Xu X, Guo P, Xu P, Chen DD, Chen W, Wang H, Jin Y, Wang X, Zhang W, Xie F, Mao M, Zhao R, Feng S. Effectiveness of web-based interventions for women with urinary incontinence: protocol for a systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials [J]. BMJ Open, 2024, 14:e081731.
- [4] Fleecs JD, Ngobi MD, Kiweewa FM, Vemulapalli R, Jensen JE, Steffen HA, Wendt LH, Jackson JB, Kenne KA. Association between physical activity and pelvic floor disorders in parous Ugandan women [J]. Int Urogynecol J, 2024, 35:1769-1775.
- [5] Wang HQ, Ma JW, Ma MY, Zhao HF, Chen WW. Research progress of female pelvic floor dysfunction [J]. Shi Yong Fu Ke Nei Fen Mi Dian Zi Za Zhi, 2019, 6:17-18.[王惠琴, 马娟文, 马明妍, 赵慧峰, 陈伟伟. 女性盆底功能障碍性疾病的研究进展 [J]. 实用妇科内分泌电子杂志, 2019, 6:17-18.]
- [6] Dos Santos GB, Sato TO, Miwa-Cerqueira T, Bifani BE, Rocha APR, Carvalho C. Pelvic floor dysfunctions in women with fibromyalgia: a cross-sectional study [J]. Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol, 2023, 282:1-6.
- [7] Pisani GK, de Oliveira Sato T, Carvalho C. Pelvic floor dysfunctions and associated factors in female CrossFit practitioners: a cross-sectional study [J]. Int Urogynecol J, 2021, 32:2975-2984.
- [8] Feloney MP, Stauss K, Leslie SW. Sacral neuromodulation [M]. Treasure Island: StatPearls Publishing, 2024.
- [9] Chen GQ, Song Y, Ding LC, Wang JY, Yang Y, Wei ZQ, Liao LM, Zhang YG. Chinese expert consensus on clinical application of sacral neuromodulation [J]. Zhonghua Mi Niao Wai Ke Za Zhi, 2014, 35:1-5.[陈国庆, 宋勇, 丁留成, 王建业, 杨勇, 卫中庆, 廖利民, 张耀光. 骶神经调节术临床应用中国专家共识 [J]. 中华泌尿外科杂志, 2014, 35:1-5.]
- [10] Working Group of Chinese Expert Consensus on Clinical

- Application of Sacral Neuromodulation. Chinese expert consensus on clinical application of sacral neuromodulation (2nd edition)[J]. *Zhonghua Mi Niao Wai Ke Za Zhi*, 2018, 39: 801-804.[骶神经调控技术临床应用专家共识编写组. 骶神经调控技术临床应用中国专家共识再版[J]. *中华泌尿外科杂志*, 2018, 39:801-804.]
- [11] Magendie F. Experiences sur les foilctions des racines des nerfs rachidiens[J]. *J Physiol Exp Pathol*, 1974, 6:276-279.
- [12] Scott FB, Bradley WE, Timm GW. Treatment of urinary incontinence by implantable prosthetic sphincter [J]. *Urology*, 1973, 1:252-259.
- [13] Tanagho EA, Schmidt RA. Electrical stimulation in the clinical management of the neurogenic bladder [J]. *J Urol*, 1988, 140: 1331-1339.
- [14] Spilotros M, Gerbasi S, Lasorsa F, de Rienzo G, Balducci L, Ditunno P, Lucarelli G. Sacral neuromodulation: device improvement and current applications in urology [J]. *Medicina (Kaunas)*, 2024, 60:509.
- [15] Spinelli M, Giardiello G, Gerber M, Arduini A, van den Hombergh U, Malaguti S. New sacral neuromodulation lead for percutaneous implantation using local anesthesia: description and first experience[J]. *J Urol*, 2003, 170:1905-1907.
- [16] Noblett K, Crowder C. Neuromodulation [J]. *Obstet Gynecol Clin North Am*, 2021, 48:677-688.
- [17] Tilborghs S, De Wachter S. Sacral neuromodulation for the treatment of overactive bladder: systematic review and future prospects[J]. *Expert Rev Med Devices*, 2022, 19:161-187.
- [18] Goudelocke C, Jungbauer Nikolas LM, Bittner KC, Offutt SJ, Miller AE, Slopsema JP. Sensing in sacral neuromodulation: a feasibility study in subjects with urinary incontinence and retention[J]. *Neuromodulation*, 2024, 27:392-398.
- [19] Jiang X, Fuller TW, Bandari J, Bansal U, Zhang Z, Shen B, Wang J, Roppolo JR, de Groat WC, Tai C. Contribution of GABA_A, glycine, and opioid receptors to sacral neuromodulation of bladder overactivity in cats[J]. *J Pharmacol Exp Ther*, 2016, 359:436-441.
- [20] Besendörfer M, Kirchgatter A, Carbon R, Weiss C, Müller H, Matzel KE, Diez S. Sacral neuromodulation for constipation and fecal incontinence in children and adolescents: study protocol of a prospective, randomized trial on the application of invasive vs. non-invasive technique[J]. *Trials*, 2024, 25:210.
- [21] Gao Y, Liao L, Blok BF. A resting-state functional MRI study on central control of storage: brain response provoked by strong desire to void[J]. *Int Urol Nephrol*, 2015, 47:927-935.
- [22] Lu L, Su D, Li L, Ren DL. Research progress of sacral neuromodulation in treatment of fecal incontinence [J]. *Jie Zhi Chang Gang Men Wai Ke*, 2021, 27:435-437.[陆立, 苏丹, 李丽, 任东林. 骶神经调节治疗大便失禁的研究进展[J]. *结直肠肛门外科*, 2021, 27:435-437.]
- [23] de Vos CC, Meier K, Zaalberg PB, Nijhuis HJ, Duyvendak W, Vesper J, Enggaard TP, Lenders MW. Spinal cord stimulation in patients with painful diabetic neuropathy: a multicentre randomized clinical trial[J]. *Pain*, 2014, 155:2426-2431.
- [24] Liu XD, Meng LF, Zhang W, Du GH, Ling Q, Zhang XD, Zhang P, Wei ZQ, Shen BX, Liao LM, Chen GQ, Shen H, Luo DY, Xu ZH, Lü JW, Li JY, Zhong T, Chen Q, Wen W, Zhang YG. A multi-center study of sacral neuromodulation in the treatment of overactive bladder [J]. *Xian Dai Mi Niao Wai Ke Za Zhi*, 2019, 24:897-901.[刘晓东, 孟令峰, 张威, 杜广辉, 凌青, 张小东, 张鹏, 卫中庆, 沈百欣, 廖利民, 陈国庆, 沈宏, 罗德毅, 徐智慧, 吕坚伟, 李佳怡, 种铁, 陈琦, 文伟, 张耀光. 骶神经电刺激治疗膀胱过度活动症的多中心研究[J]. *现代泌尿外科杂志*, 2019, 24:897-901.]
- [25] Chinese Urological Association, Continenence Society. Chinese expert consensus on the clinical application of sacral neuromodulation (third edition)[J]. *Zhonghua Mi Niao Wai Ke Za Zhi*, 2024, 45:649-653.[中华医学会泌尿外科学分会尿控学组. 骶神经调控技术临床应用中国专家共识(第三版)[J]. *中华泌尿外科杂志*, 2024, 45:649-653.]
- [26] Cameron AP, Chung DE, Dielubanza EJ, Enemchukwu E, Ginsberg DA, Helfand BT, Linder BJ, Reynolds WS, Rovner ES, Souter L, Suskind AM, Takacs E, Welk B, Smith AL. The AUA/SUFU guideline on the diagnosis and treatment of idiopathic overactive bladder [J]. *J Urol*, 2024, 212:11-20.
- [27] Szymański JK, Słabuszewska - Józwiak A, Jakiel G. Fowler's syndrome: the cause of urinary retention in young women, often forgotten, but significant and challenging to treat [J]. *Int J Environ Res Public Health*, 2021, 18:3310.
- [28] Averbeck MA. Editorial comment: systematic literature review and Meta-analysis of sacral neuromodulation (SNM) in patients with neurogenic lower urinary tract dysfunction (nLUTD). Over 20 years' experience and future directions [J]. *Int Braz J Urol*, 2021, 47:1264-1265.
- [29] Masood I, Chen Q, Li J, Xu Z, Ying X, Wang Y, Chen G, Liao L. Sacral neuromodulation in patients with neurogenic lower urinary tract dysfunction: a multicenter retrospective study from China [J]. *Neuromodulation*, 2021, 24:1278-1283.
- [30] Bittorf B, Matzel K. Sacral neuromodulation for fecal incontinence and constipation: evidence, programming and long-term management [J]. *Zentralbl Chir*, 2023, 148:228-236.
- [31] Pires M, Severo M, Lopes A, Neves S, Matzel K, Povo A. Sacral neuromodulation for low anterior resection syndrome, current status: a systematic review and meta-analysis [J]. *Int J Colorectal Dis*, 2023, 38:189.
- [32] Sobti A, Shower S, Ballard P, Khunda A. Bladder pain syndrome and sexual function: a systematic review and meta-analysis [J]. *Int Urogynecol J*, 2023, 34:2359-2371.
- [33] Clemens JQ, Erickson DR, Varela NP, Lai HH. Diagnosis and treatment of interstitial cystitis/bladder pain syndrome [J]. *J Urol*, 2022, 208:34-42.
- [34] Gish B, Langford B, Sobey C, Singh C, Abdullah N, Walker J, Gray H, Hagedorn J, Ghosh P, Patel K, Deer T. Neuromodulation for the management of chronic pelvic pain syndromes: a systematic review [J]. *Pain Pract*, 2024, 24:321-340.
- [35] Meng L, Yan Z, Wang X, Zhang Y, Zhu Z, Zhu W, Ling Q, Sun X, Gu Y, Lv J, Li Y. Preliminary analysis of stimulation parameters for sacral neuromodulation in different indications: a multicenter retrospective cohort study from China [J]. *Int J Surg*, 2024, 110:3536-3542.
- [36] Coolen RL, Groen J, Stillebroer AB, Scheepe JR, Witte LPW, Blok BFM. Two-staged sacral neuromodulation for the treatment of nonobstructive urinary retention: a multicenter study assessing predictors of success [J]. *Neuromodulation*, 2023, 26: 1823-1830.
- [37] Yousefpour A, Erfanian A. A general framework for automatic closed-loop control of bladder voiding induced by intraspinal microstimulation in rats [J]. *Sci Rep*, 2021, 11:3424.
- [38] Duelund - Jakobsen J, Buntzen S, Laurberg S, Lundby L. Improved longevity and efficacy of sacral nerve stimulation by simple adjustments at follow-up [J]. *Colorectal Dis*, 2020, 22: 310-318.
- [39] Lightner DJ, Gomelsky A, Souter L, Vasavada SP. Diagnosis and treatment of overactive bladder (non-neurogenic) in adults: AUA/SUFU guideline amendment 2019 [J]. *J Urol*, 2019, 202: 558-563.

- [40] Raina S. Neuromodulation for restoration of urinary and bowel control[J]. *Neurol India*, 2020, 68(Supplement):S307-S315.
- [41] Meng LF, Wang QW, Wen JG, Zhu W, Wang Y, Zhang Y, Wang M, Liu XD, Zhang W, Wang JY, Zhang YG. Efficacy and safety of sacral neuromodulation variable-frequency stimulation in the treatment of refractory lower urinary tract dysfunction[J]. *Zhonghua Mi Niao Wai Ke Za Zhi*, 2021, 42:472-474.[孟令峰, 王庆伟, 文建国, 朱文, 王焱, 张艳, 王森, 刘晓东, 张威, 王建业, 张耀光. 骶神经调控技术变频刺激模式治疗难治性下尿路功能障碍疾病的疗效和安全性[J]. *中华泌尿外科杂志*, 2021, 42:472-474.]
- [42] Meng L, Diao T, Wang M, Liu X, Zhang W, Tian Z, Wang J, Zhang Y. Variable frequency stimulation of sacral neuromodulation in black-zone overactive bladder patients: a case report[J]. *Transl Androl Urol*, 2020, 9:2842-2847.
- [43] Zhu W, Shan SS, Zhang QY, Zhang J, Zhang CY, Wang CY, Jia ZM, Zhang GX, Wang Y, Che YY, Wen JG, Wang QW. Evaluation of the efficacy of a new variable frequency stimulation sacral neuromodulation in the treatment of detrusor hyperactivity with impaired contractility[J]. *Zhonghua Yi Xue Za Zhi*, 2022, 102:147-151.[朱文, 单帅帅, 张钦涌, 张静, 张晨阳, 王钊宇, 贾智明, 张国贤, 王焱, 车英玉, 文建国, 王庆伟. 新型变频刺激模式骶神经调控技术对逼尿肌过度活动伴收缩功能受损的疗效评估[J]. *中华医学杂志*, 2022, 102:147-151.]
- [44] Zhu W, Shan S, Zhang G, Zhang Q, Zhang J, Che Y, Wen J, Wang Q. Efficacy and safety of sacral neuromodulation by converting constant frequency stimulation into variable frequency stimulation in patients with detrusor overactivity and impaired contractility: a single-center prospective study[J]. *Neuromodulation*, 2023, 26:1836-1844.
- [45] Meng L, Tian Z, Diao T, Wang M, Liu X, Zhang W, Wang J, Zhang Y. Variable-versus constant-frequency sacral neuromodulation in black-zone overactive bladder patients: a study protocol for a multicenter, prospective, randomized, blind, self-controlled trial[J]. *Transl Androl Urol*, 2021, 10:504-511.
- [46] Siegel S, Noblett K, Mangel J, Griebing TL, Sutherland SE, Bird ET, Comiter C, Culkun D, Bennett J, Zylstra S, Berg KC, Kan F, Irwin CP. Results of a prospective, randomized, multicenter study evaluating sacral neuromodulation with InterStim therapy compared to standard medical therapy at 6-months in subjects with mild symptoms of overactive bladder[J]. *Neurourol Urodyn*, 2015, 34:224-230.
- [47] Zhang Y, Zhang P, Tian X, Chen G, Li Y, Zhang Y, Xu Z, Wei Z, Zhang W, Ma L, Shi B, Liao L, Wang J. Remotely programmed sacral neuromodulation for the treatment of patients with refractory overactive bladder: a prospective randomized controlled trial evaluating the safety and efficacy of a novel sacral neuromodulation device[J]. *World J Urol*, 2019, 37:2481-2492.
- [48] Jing J, Meng L, Zhang Y, Wang X, Zhu W, Wang Q, Lu L, Song W, Zhang Y, Li Y, Ning J, Wang H. Remote programming in stage I sacral neuromodulation: a multicentre prospective feasibility study[J]. *Int J Surg*, 2024, 110:2104-2114.
- [49] Meng L, Hou H, Zhang P, Gu Y, Shi B, Li Y, Wang Q, Zhang Y, Ren L, Chen Q, Yuan Z, Guo F, Li D, Ma Y, Dong S, Liu Z, Shang A, Li B, Xu W, Lv J, Zhang Y. Sacral neuromodulation remote programming in patients with refractory lower urinary tract dysfunction: China's experience during the COVID-19 pandemic[J]. *Front Med (Lausanne)*, 2023, 10:977433.
- [50] Wang JW, Ma TM, Meng LF, Zhang W, Liu XD, Zhang YG. Influence factors and predictive model of the second stage conversion rate in the treatment of sacral neuromodulation of interstitial cystitis[J]. *Lin Chuang Mi Niao Wai Ke Za Zhi*, 2021, 36:178-181.[王佳文, 马天明, 孟令峰, 张威, 刘晓东, 张耀光. 骶神经调节术治疗间质性膀胱炎二期转化率的影响因素及预测模型[J]. *临床泌尿外科杂志*, 2021, 36:178-181.]
- [51] Meng L, Tian Z, Zhang W, Zhang Y, Wang J, Liao L, Ling Q, Zhang P, Wei Z, Zhong T, Xu Z, Wen W, Li J, Luo D. Influence of patient sex on the effectiveness of sacral neuromodulation: a cohort study from China[J]. *Int J Surg*, 2020, 84:13-17.
- [52] Wang J, Zhang Z, Liu X, Wang J, Li Y, Shi B, Wang Q, Wei Z, Song W, Niu Y, Meng L, Zhang Y. Analysis of variable frequency stimulation sacral neuromodulation for different genders: a Chinese multicentric prospective clinical study[J]. *Neurourol Urodyn*, 2024, 43:1793-1799.

(收稿日期:2024-11-27)

(本文编辑:袁云)

欢迎订阅 2025 年《中国现代神经疾病杂志》

《中国现代神经疾病杂志》为国家卫生健康委员会主管、中国医师协会主办的神经病学类专业期刊。办刊宗旨为:理论与实践相结合、普及与提高相结合,充分反映我国神经内外科临床科研工作重大进展,促进国内外学术交流。所设栏目包括述评、专论、论著、临床病理报告、应用神经解剖学、神经影像学、循证神经病学、流行病学调查研究、基础研究、临床研究、综述、临床医学图像、病例报告、临床病理(例)讨论、技术与方法等。

《中国现代神经疾病杂志》为北京大学图书馆《中文核心期刊要目总览》2017年版(即第8版)、2020年版(即第9版)和2023年版(即第10版)核心期刊以及国家科技部中国科技论文统计源期刊,国内外公开发行。中国标准连续出版物号:ISSN 1672-6731, CN 12-1363/R。国际大16开型,彩色插图,48页,月刊,每月25日出版。每期定价15元,全年12册共计180元。2025年仍由邮政局发行,邮发代号:6-182。请向全国各地邮政局订阅,亦可直接向编辑部订阅(免邮寄费)。

编辑部地址:天津市津南区吉兆路6号天津市环湖医院C座二楼,邮政编码:300350。

联系电话:(022)59065611,59065612;传真:(022)59065631。网址:www.xdjb.org(中文),www.cjenn.org(英文)。