

低频电刺激在女性盆底功能障碍性疾病中的应用现状

张颖^{1,2*}, 陈丽宏^{2#}

¹西安医学院研究生院, 陕西 西安

²陕西省人民医院妇产科, 陕西 西安

收稿日期: 2024年11月2日; 录用日期: 2024年11月26日; 发布日期: 2024年12月4日

摘要

盆底功能障碍性疾病是我国女性常见疾病, 其发病率随年龄逐年上升, 由于盆底肌松弛等原因, 常导致女性出现盆腔脏器脱垂、排尿排便功能障碍、性功能障碍等一系列问题, 严重影响妇女的生活质量。低频电刺激作为一种非侵入性、安全可靠的治疗方法, 在治疗女性盆底功能障碍性疾病中起到重要作用, 其治疗效果显著, 本文将有关低频电刺激在女性盆底功能障碍性疾病中的应用予以综述。

关键词

低频电刺激, 盆底功能障碍性疾病

Application Status of Low-Frequency Electrical Stimulation in Female Pelvic Floor Dysfunction Diseases

Ying Zhang^{1,2*}, Lihong Chen^{2#}

¹Graduate School of Xi'an Medical University, Xi'an Shaanxi

²Department of Obstetrics and Gynecology, Shaanxi Provincial People's Hospital, Xi'an Shaanxi

Received: Nov. 2nd, 2024; accepted: Nov. 26th, 2024; published: Dec. 4th, 2024

Abstract

Pelvic floor dysfunction disease is a common disease among women in China, and its incidence rate

*第一作者。

#通讯作者。

文章引用: 张颖, 陈丽宏. 低频电刺激在女性盆底功能障碍性疾病中的应用现状[J]. 临床医学进展, 2024, 14(12): 90-95. DOI: 10.12677/acm.2024.14123051

increases with age. Due to pelvic floor muscle relaxation and other reasons, it often leads to a series of problems such as pelvic organ prolapse, urinary and defecation dysfunction, sexual dysfunction, etc., which seriously affects women's quality of life. As a non-invasive, safe and reliable treatment method, low-frequency electrical stimulation plays an important role in the treatment of female pelvic floor dysfunction diseases, and its therapeutic effect is remarkable, this paper reviews the application of low-frequency electrical stimulation in female pelvic floor dysfunction diseases.

Keywords

Low-Frequency Electrical Stimulation, Pelvic Floor Dysfunction Diseases

Copyright © 2024 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

低频电刺激(Low-Frequency Electrical Stimulation, LES)作为一种新兴的治疗方案,因价格低廉、操作简单、依从性好、安全性高、临床效果佳、不良反应少,在妇产、胃肠、泌尿系、骨科等各个领域均广泛应用且取得了良好的疗效。女性盆底功能障碍性疾病(Pelvic Floor Dysfunction, PFD)是我国妇女的一种常见病,发病率与年龄呈正相关关系,发病机制主要是由于盆底支持结构损伤、退化或功能异常,如盆底肌、筋膜和韧带的薄弱、断裂或缺损等,临床主要表现为盆腔器官脱垂(Pelvic Organ Prolapse, POP)、排尿排便功能障碍、女性性功能障碍等,可发生在女性一生中的不同阶段,对女性的生理、心理均会带来较大的影响,也被称为“社交癌”。本文就低频电刺激在女性盆底功能障碍性疾病中的应用现状进行综述,以期对临床诊疗工作提供一定的理论依据。

2. 低频电刺激的机制

低频电刺激疗法常指将频率 < 1000 Hz 的脉冲电流作用于人体,从而达到治疗疾病的目的。临床上,我们常以电极片等方式为媒介,用低频脉冲电流模拟人体生物的外在电流刺激神经或肌肉,基于不同频率的电流,改善周围神经传导,激活肌纤维引起肌肉收缩[1]。Mines GR [2]发现电流在肌内神经纤维中引发动作电位而引起肌肉收缩。Duchateau 等人[3]发现电激活信号产生动作电位,从神经系统传达到肌肉引起肌肉收缩。Dean 等人[4]重复低电流刺激人胫神经,发现低电流激活感觉轴突能够调节运动神经元的兴奋性,从而产生动作电位。

LES 能够刺激相应部位加速血液循环,促进神经、肌肉恢复生理功能[5],Enoka 等人[6]和 C J Heckman 等人[7]通过一系列实验和临床研究发现,当运动单元受到损害,电刺激目标肌肉或肌肉群可以减弱受到的损害,促进后期功能的恢复,且随着电刺激的变化,所带来的康复效果有所不同。Guo 等人[8]发现激活 BDNF-PLC/Ras-PI3K/MEK 信号通路,能使得营养因子参与轴突再生过程,从而加速轴突、神经的再生,恢复肌肉、神经的支配。

LES 还能改善血管通透性、减轻局部炎性渗出,主要通过轴突反射、血管活性物质的作用、肌肉活动代谢产物的作用以及对植物神经的四大作用机制完成[9]。作用机制如下:LES 刺激皮肤感受器引起轴突反射,使血管扩张;刺激神经,释放出少量乙酰胆碱等活性物质使血管扩张,改善血管通透性[9];肌肉活动后产生的乳酸等物质也有较明显的扩张血管用途;抑制交感神经使得血管扩张,从而达到加速局部血液、淋巴回流功能,促进肌肉促进功能的恢复,具有一定的康复治疗意义。Okuma 等人[10]对表面刺

激诱发的肌肉纤维激活的空间分布进行了精确评估, 依据所需刺激部位的肌肉群分布, 通过刺激单个或多个关键点部位, 可达到促进恢复的理想效果。

3. 低频电刺激在盆底功能障碍性疾病(PFD)中的应用

3.1. 电刺激在盆腔器官脱垂的应用

盆腔器官脱垂(POP)常常由于年龄增长、妊娠等因素, 女性盆底肌肉和筋膜组织受到一定程度的损伤而导致盆腔器官下移, 器官位置异常, 引起功能障碍等, 常表现为阴道口肿物(如阴道前后壁、阴道顶端)脱出, 不同程度地影响患者的生命、生活质量[11]。针对 POP 的非手术治疗方案中, 常采用电刺激联合部分其他治疗, 能够有效改善盆腔器官脱垂现象。

电刺激通过不同频率电流刺激盆底神经和肌肉, 产生收缩, 经过定期疗程训练, 可增强盆底肌肉的收缩能力, 从而达到改善脱垂现象。陆佳红等人[12]在对 150 例女性盆底功能障碍患者进行研究后发现应用电刺激联合盆底肌肉功能锻炼治疗能够有效改善盆底肌力、子宫脱垂等现象, 建议在临床上进行推广应用。孙浩罡等[13]对文献库进行检索发现电刺激治疗方案能不同程度改善盆底I类肌、盆底II类肌、盆底整体肌力。低频电刺激联合盆底肌肉训练还能有效改善患者尿失禁、伤口疼痛等症状, 明显提高患者生活质量、整体满意度, 降低后期再次出现盆底功能障碍及脱垂的发生率[14]。

3.2. 电刺激在排尿障碍的应用

排尿功能障碍主要包括尿潴留、尿失禁(压力性尿失禁、急迫性尿失禁)、膀胱过度活动综合征等。低频电刺激通过控制盆底特别是膀胱功能的神经, 改善患者排尿功能障碍。

3.2.1. 尿潴留(Urine Retention, UR)

UR 主要指膀胱内尿液充盈而尿液难以排出, 主要表现为患者下腹部胀痛难忍。妇科手术及产后常见并发症之一为尿潴留, 这可能与术中损伤盆腔神经、术后盆底肌肉锻炼不足及心理因素等有关。

Li 等人[15]对宫颈癌术后患者进行对照分析发现电刺激组术后尿潴留发生率为 10.41%, 显著低于非电刺激组(44.18%), 差异具有统计学意义($P < 0.01$)。机制可能是因为: 1) 低频电刺激骶脊神经 2~4, 传达到盆腔神经兴奋其副交感神经纤维, 使得逼尿肌收缩, 促进排尿; 2) 电刺激促使神经释放内啡肽使得腹部和盆底肌疼痛缓解, 具有一定镇痛效果。马喆等[16]对产后尿潴留患者进行对照研究, 也得出了相似的结果, 低频电刺激在产后尿潴留患者病情更复杂、治疗难度更大的前提下, 电刺激组仍能有很好的效果。

3.2.2. 压力性尿失禁(Stress Urinary Incontinence, SUI)

SUI 是临床上最常见的一种尿失禁。约占所有类型中的 50%, 常用的保守治疗方案为盆底肌肉训练和经阴道电刺激, 神经电刺激结合了二者的优点, 可用于重度 SUI 患者[17], 疗效是可行且有效的。

Liu 等人[18]对多种文献库整理分析后总结电刺激疗法与其他干预措施相结合, 对改善压力性尿失禁有明显效果。Leriche 等[19]在女性非神经性尿失禁康复管理指南中指出电刺激在压力性尿失禁管理中有明确疗效, 患者在一定疗程的治疗后能获得改善。部分妇女在规律性低频电刺激治疗后, SUI 症状明显改善, 随着治疗时间的增加, 改善情况会更加明显[20]。

3.2.3. 急迫性尿失禁(Urgent Urinary Incontinence, UII)

UII 为尿意突然而强烈地袭来后, 尿液不能受意志控制, 不自主地经尿道流出。流行病学调查显示 UII 患病率为 1.5%~36.4% [21], 随着年龄的增加, UII 的发病率呈上升趋势。

非植入性无创经皮胫神经电刺激(Transcutaneous Electrical Tibial Nerve Stimulation, TTNS)对改善 UII 患者的症状和尿动力学参数具有良好的效果[22]。低频电刺激可安全、有效地改善 UII 症状, 提高患者,

尤其是老年女性的生活质量, 符合她们的需求, 也不必担心药物或者有创手术带来的风险。

3.2.4. 膀胱过度活动症(Overactive Bladder, OAB)

OAB 常表现为尿急、尿频及夜尿等症状, 可伴或不伴有急迫性尿失禁, 严重影响患者的日常生活及社交行为, 降低了患者的生活质量。

电刺激技术作为一种侵入性较小的替代方法, 同样可用于治疗 OAB。Booth 等[23]对部分文献数据库进行了系统检索, 回顾了 10 项随机对照试验和 3 项前瞻性队列研究发现低频电刺激, 尤其是 TTNS, 是针对成人特发性 OAB 的有效、安全的干预措施, 并且可能对神经源性 OAB 患者有益。Liao 等人[24]在进行评估可穿戴、智能手机控制、可充电的 TTNS 设备在 OAB 患者中的疗效和安全性的过程中, 进一步说明了低频电刺激治疗 OAB 是有效和安全的, 可携带给患者带来更大的便利性。电刺激疗法对于 OAB 患者来说是方便、安全、有效的。

3.3. 电刺激在排便障碍方面的应用

排便功能障碍主要包括大便失禁和便秘两种。排便障碍型便秘的临床症状为患者感肛门直肠下坠、排便不尽、排便显著减少和有便意但排便困难。电刺激治疗对于这两种排便功能障碍均有良好的效果。

陈友喜等人[25]在对生物反馈(BF)联合电刺激(ES)治疗排便障碍型便秘(DDC)研究发现生物反馈联合电刺激疗法有更佳的治疗效果, 可广泛运用到临床治疗实践中。电刺激疗法还具有改善肛门括约肌的压力、提高直肠敏感性等优点, 通过对 118 名排便障碍型便秘患者进行对照研究发现在电刺激疗法治疗后, 患者的便秘症状、生活质量、满意度均提高, 且差异均具有统计学差异($P < 0.05$) [26], 进一步表明电刺激能在一定程度上缓解患者排便障碍, 具有一定的治疗意义。

研究表明, 低频电刺激直接或间接刺激盆底神经, 可有效减少大便失禁发生的次数, 是对其他治疗方法无效的患者的二线治疗方案[27], 这与既往研究结果相似[28]。

3.4. 电刺激在女性性功能障碍方面的应用

盆底功能障碍性疾病也常常导致女性性功能障碍(Female Sexual Dysfunction, FSD), 主要表现为女性性反应周期发生性欲障碍、性唤起障碍、性高潮障碍、性交疼痛障碍等, 已成为影响围绝经期女性生活质量的重要因素之一。由于社会心理因素的影响, 常导致就诊率往往偏低, 临床易忽视。

FSD 患者经过 12 次低频电刺激疗法后能够很好地改善性功能障碍[29], 性欲、性高潮、满意度均有提高, 且能降低一档程度的性交痛。研究人员[30]还发现性功能障碍女性患者在经过多模式干预后, 尤其是有低频电刺激的参与下时, 性功能、疼痛、满意度、性困扰、生活质量等均有明显改善, 且干预结束后 3 个月, 这些改善仍然存在。勾明月等人[31]通过对围绝经期性功能障碍的女性进行电刺激治疗后发现女性性功能指数量表(FSFI)评分及盆底肌力分级均高于无电刺激对照组, 证明了低频电刺激在治疗女性性功能障碍中是能够有效的, 能显著改善患者性功能、心理状态及盆底肌力。潘玲佩等人[32]对产后女性进行有无电刺激疗法对照研究后发现, 与单纯盆底肌肉训练相比较, 电刺激疗法组患者性高潮、性交满意度、性欲、性唤起、阴道润滑度评分明显升高, 性交痛评分降低, 提示电刺激可提高产后女性性功能障碍盆底综合肌力, 明显改善性功能, 安全性也有明显保证。

总之, 低频电刺激针对女性性功能障碍患者而言, 是安全有效的, 可以明显改善患者的性交痛, 有效提高盆底综合肌力恢复, 提升生活质量。

4. 不足和展望

低频电刺激虽然能很好地治疗女性 PFD, 且因其安全性高、费用低、非侵入性等优点在临床中广泛

运用,但是仍然存在一些不足。低频电刺激常需几周或数月的维持治疗才能带来很好的疗效,部分患者因时间、经济等因素限制,无法来院治疗导致病情进展。同时低频电刺激作为一种物理治疗方式,单一治疗效果有限,往往需要与其他治疗联合才有更佳的疗效。且医生常需根据患者治疗情况进行个体化动态治疗,调整刺激强度及时间,各个地方医疗机构采用设备不一,患者诊疗效果仍有明显差异性,如何根据患者的情况制定相应标准,继而达到规范化治疗仍是临床目前亟待解决的问题。

5. 结束语

随着社会不断的进步发展,女性对于自身健康愈发重视,越来越多的女性关注到盆底功能障碍性疾病。女性因为生育、疾病等因素导致盆底功能受损,从而引发盆底功能障碍性疾病。而低频电刺激作为一种安全、无侵入性的物理治疗方案,通过刺激患者肌肉、神经,提高盆底肌力,改善症状,取得了良好的疗效。临床普遍认可低频电刺激对于女性盆底功能障碍性疾病的治疗是有效的,且与其他治疗手段结合使用,可能会带来更大的益处。未来需要更多的临床研究来指导个性化的盆底康复治疗,从而更有效地服务于广大女性群体,提高其生活质量。

参考文献

- [1] Enoka, R.M., Amiridis, I.G. and Duchateau, J. (2020) Electrical Stimulation of Muscle: Electrophysiology and Rehabilitation. *Physiology*, **35**, 40-56. <https://doi.org/10.1152/physiol.00015.2019>
- [2] Mines, G.R. (1913) On the Summation of Contractions. *The Journal of Physiology*, **46**, 1-27. <https://doi.org/10.1113/jphysiol.1913.sp001577>
- [3] Duchateau, J. and Enoka, R.M. (2011) Human Motor Unit Recordings: Origins and Insight into the Integrated Motor System. *Brain Research*, **1409**, 42-61. <https://doi.org/10.1016/j.brainres.2011.06.011>
- [4] Dean, J.C., Clair-Auger, J.M., Lagerquist, O. and Collins, D.F. (2014) Asynchronous Recruitment of Low-Threshold Motor Units during Repetitive, Low-Current Stimulation of the Human Tibial Nerve. *Frontiers in Human Neuroscience*, **8**, Article 1002. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2014.01002>
- [5] Elena, S., Dragana, Z., Ramina, S., Evgeniia, A. and Orazov, M. (2020) Electromyographic Evaluation of the Pelvic Muscles Activity after High-Intensity Focused Electromagnetic Procedure and Electrical Stimulation in Women with Pelvic Floor Dysfunction. *Sexual Medicine*, **8**, 282-289. <https://doi.org/10.1016/j.esxm.2020.01.004>
- [6] Enoka, R.M. and Duchateau, J. (2017) Rate Coding and the Control of Muscle Force. *Cold Spring Harbor Perspectives in Medicine*, **7**, a029702. <https://doi.org/10.1101/cshperspect.a029702>
- [7] Heckman, C.J. and Enoka, R.M. (2012) Motor Unit. *Comprehensive Physiology*, **2**, 2629-2682. <https://doi.org/10.1002/cphy.c100087>
- [8] Guo, Y., E Phillips, B., Atherton, P.J. and Piasecki, M. (2021) Molecular and Neural Adaptations to Neuromuscular Electrical Stimulation; Implications for Ageing Muscle. *Mechanisms of Ageing and Development*, **193**, Article 111402. <https://doi.org/10.1016/j.mad.2020.111402>
- [9] 迟戈, 马艳彬, 李非, 等. 中低频电疗法的临床应用[J]. 中国医疗器械信息, 2010, 16(11): 26-27, 72.
- [10] Okuma, Y., Bergquist, A.J., Hong, M., Chan, K.M. and Collins, D.F. (2013) Electrical Stimulation Site Influences the Spatial Distribution of Motor Units Recruited in Tibialis Anterior. *Clinical Neurophysiology*, **124**, 2257-2263. <https://doi.org/10.1016/j.clinph.2013.04.015>
- [11] 朱兰, 陈娟. 盆腔器官脱垂的中国诊治指南(2020 年版) [J]. 中华妇产科杂志, 2020, 55(5): 300-306.
- [12] 陆佳红, 肖韵悦, 张蕙, 等. 电刺激生物反馈疗法联合盆底肌肉功能锻炼康复治疗盆底功能障碍性疾病的临床研究[J]. 现代妇产科进展, 2017, 26(2): 133-135.
- [13] 孙浩罡, 顾雅娟, 李文婷, 等. 电刺激治疗盆底功能障碍性疾病临床价值的 META-分析[J]. 中国妇幼保健, 2014, 29(12): 1965-1967.
- [14] 蔡丽萍, 张巧玲. 盆底肌肉训练联合电刺激对产后盆底功能障碍患者盆底肌力变化及盆腔器官脱垂改善效果的影响[J]. 中国妇幼保健, 2023, 38(4): 613-616.
- [15] Li, H., Zhou, C., Song, J., Zhang, W., Wang, S., Gu, Y., et al. (2019) Curative Efficacy of Low Frequency Electrical Stimulation in Preventing Urinary Retention after Cervical Cancer Operation. *World Journal of Surgical Oncology*, **17**,

- Article No. 141. <https://doi.org/10.1186/s12957-019-1689-2>
- [16] 马喆, 李环, 宋婧, 等. 低频电刺激治疗阴道分娩后尿潴留效果分析[J]. 中国妇产科临床杂志, 2016, 17(2): 106-109.
 - [17] Wang, S. and Zhang, S. (2012) Simultaneous Perineal Ultrasound and Vaginal Pressure Measurement Prove the Action of Electrical Pudendal Nerve Stimulation in Treating Female Stress Incontinence. *BJU International*, **110**, 1338-1343. <https://doi.org/10.1111/j.1464-410x.2012.11029.x>
 - [18] Liu, W., Sun, X., Gao, Y., Sun, H., Feng, H., Tan, H., et al. (2024) Comparative Effectiveness of Nonsurgical Interventions for Urinary Incontinence in Older Women: A Systematic Review and Network Meta-Analysis. *Archives of Gerontology and Geriatrics*, **116**, Article 105214. <https://doi.org/10.1016/j.archger.2023.105214>
 - [19] Leriche, B. and Conquy, S. (2010) Guidelines for Rehabilitation Management of Non-Neurological Urinary Incontinence in Women. *Progrès en Urologie*, **20**, S104-S108. [https://doi.org/10.1016/s1166-7087\(10\)70004-x](https://doi.org/10.1016/s1166-7087(10)70004-x)
 - [20] Bae, S., Lee, K.W., Jeong, H.C., Park, B.H., Bae, W.J., Lee, Y.S., et al. (2019) Effects of Low-Frequency Intravaginal Electrical Stimulation on Female Urinary Incontinence, Quality of Life, and Urinary Symptoms: A Pilot Study. *LUTS: Lower Urinary Tract Symptoms*, **12**, 25-32. <https://doi.org/10.1111/luts.12278>
 - [21] Sussman, R.D., Syan, R. and Brucker, B.M. (2020) Guideline of Guidelines: Urinary Incontinence in Women. *BJU International*, **125**, 638-655. <https://doi.org/10.1111/bju.14927>
 - [22] 顾芮, 戴书琴, 王家俊, 等. 经皮胫神经电刺激对老年女性急性尿失禁的疗效[J]. 江苏医药, 2024, 50(3): 272-275.
 - [23] Booth, J., Connelly, L., Dickson, S., Duncan, F. and Lawrence, M. (2017) The Effectiveness of Transcutaneous Tibial Nerve Stimulation (TTNS) for Adults with Overactive Bladder Syndrome: A Systematic Review. *Neurourology and Urodynamics*, **37**, 528-541. <https://doi.org/10.1002/nau.23351>
 - [24] Liao, L., Li, X., Chong, T., Chen, Q., Xu, Z., Huang, B., et al. (2024) Efficacy and Safety of Tibial Nerve Stimulation Using a Wearable Device for Overactive Bladder. *BJU International*, **133**, 760-769. <https://doi.org/10.1111/bju.16330>
 - [25] 陈友喜, 谢贻祥, 王传思, 等. 生物反馈联合电刺激治疗排便障碍型便秘的临床疗效[J]. 皖南医学院学报, 2019, 38(2): 120-122.
 - [26] 杨灿宇. 电刺激辅助治疗对排便障碍型便秘患者便秘症状及生活质量的影响分析[J]. 现代诊断与治疗, 2021, 32(8): 1308-1309.
 - [27] Sarveazad, A., Babahajian, A., Amini, N., Shamseddin, J. and Yousefifard, M. (2019) Posterior Tibial Nerve Stimulation in Fecal Incontinence: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Basic and Clinical Neuroscience Journal*, **10**, 419-432. <https://doi.org/10.32598/bcn.9.10.290>
 - [28] Vonthein, R., Heimerl, T., Schwandner, T. and Ziegler, A. (2013) Electrical Stimulation and Biofeedback for the Treatment of Fecal Incontinence: A Systematic Review. *International Journal of Colorectal Disease*, **28**, 1567-1577. <https://doi.org/10.1007/s00384-013-1739-0>
 - [29] Zimmerman, L.L., Gupta, P., O’Gara, F., Langhals, N.B., Berger, M.B. and Bruns, T.M. (2018) Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation to Improve Female Sexual Dysfunction Symptoms: A Pilot Study. *Neuromodulation: Technology at the Neural Interface*, **21**, 707-713. <https://doi.org/10.1111/ner.12846>
 - [30] Fernández-Pérez, P., Leirós-Rodríguez, R., Marqués-Sánchez, M.P., Martínez-Fernández, M.C., de Carvalho, F.O. and Maciel, L.Y.S. (2023) Effectiveness of Physical Therapy Interventions in Women with Dyspareunia: A Systematic Review and Meta-Analysis. *BMC Women’s Health*, **23**, Article No. 387. <https://doi.org/10.1186/s12905-023-02532-8>
 - [31] 勾明月, 李云芳, 王小燕. 生物反馈电刺激治疗围绝经期女性性功能障碍及对盆底肌力影响[J]. 中国计划生育学杂志, 2023, 31(5): 1094-1098.
 - [32] 潘玲佩, 倪旭红, 朱敏. 盆底生物反馈电刺激和盆底肌肉锻炼治疗产后女性性功能障碍的疗效[J]. 中国妇幼保健, 2021, 36(9): 2022-2025.