

• 综 述 •

磁刺激疗法在大便失禁治疗中的临床研究进展^{*}

刘曜安,舒磊,蔡志阳,张春霞,金黑鹰[△]

(南京中医药大学第二附属医院肛肠科,江苏 南京 210017)

[摘要] 大便失禁是由多种因素共同作用而导致的以排便紊乱为主要表现的一类功能性肠病,会严重影响患者精神、心理健康和生活质量。大便失禁的危险因素包括高龄、产伤、健康状况差、慢性疾病等。近年来,磁疗技术作为一种新的治疗方法已逐步用于临床,其可以对盆底肌或骶神经根进行无创、被动的刺激,具有操作简单、无创无痛等优点,兼顾生物反馈电刺激疗法的有效性与患者的舒适性。该文就磁刺激疗法治疗大便失禁的可能作用机制及临床研究进展进行了综述,旨在为大便失禁的保守治疗提供更多新的思路和方法。

[关键词] 大便失禁; 磁刺激疗法; 治疗结果; 综述

DOI:10.3969/j.issn.1009-5519.2025.04.036

中图法分类号:R574;R454

文章编号:1009-5519(2025)04-0989-04

文献标识码:A

Clinical research progress of magnetic stimulation therapy in the treatment of fecal incontinence^{*}

LIU Yao'an, SHU Lei, CAI Zhiyang, ZHANG Chunxia, JIN Heiying[△]

(Department of Colorectal Surgery, Second Affiliated Hospital of Nanjing
University of Traditional Chinese Medicine, Nanjing, Jiangsu 210017, China)

[Abstract] Fecal incontinence is a functional bowel disease caused by a combination of factors with defecation disorders as the main manifestation, which can seriously affect patients' spirit, mental health and quality of life. Its risk factors include advanced age, birth injury, poor health status, chronic diseases, etc. In recent years, magnetic stimulation therapy has been gradually applied to the clinic as a new treatment method. It can provide non-invasive, passive stimulation of the pelvic floor muscles or sacral nerve roots, with the advantages of simple operation, non-invasive and painless, taking into account the effectiveness of biofeedback electrical stimulation therapy and patient comfort. The article reviewed the clinical research progress of magnetic stimulation therapy in the treatment of fecal incontinence, aiming to provide more new ideas and methods for the conservative treatment of fecal incontinence.

[Key words] Fecal incontinence; Magnetic stimulation therapy; Treatment outcome; Review

大便失禁属肛肠科疑难症,通常指机体对固体或液体粪便的自主控制能力减弱或丧失,患者常有皮肤、衣物粪迹及臭秽味等,对患者造成巨大的生活不便,严重影响患者的生活质量^[1]。大便失禁的发病原因是多方面的,如产伤、手术损伤等,而长期腹泻、超重等也有可能引起大便失禁^[2]。据文献报道,大便失禁的发病率为 1.6%~15.0%。美国学者进行的一项研究结果显示,非住院人群大便失禁发病率为 8.3%,而住院人群发病率则上升至 50%^[3]。局部肌肉、神经等任何结构出现异常均可导致大便失禁,因此,需结合病史及影像学检查等进行综合评估,从而采取针对性治疗策略^[4]。提高患者肛门括约肌肌力、修复受损的肌肉及神经组织、协调盆底肌群为恢复患者正常排便功能的主要治疗方向。在众多保守治疗方法中生

物反馈、电刺激疗法等是大便失禁有效的治疗方法^[5]。但在实际治疗过程中需在患者肛门处放置电极,常会给患者带来疼痛不适或异物刺激感。而磁刺激疗法作为一种新兴疗法,可以在避免直接接触患者的情况下对刺激区域进行治疗,具有舒适性高、无创无痛等优点^[6],可在临床上广泛应用。现将磁刺激疗法治疗大便失禁的可能作用机制及临床研究进展综述如下。

1 大便失禁的发病机制

肛门直肠节制功能是一个复杂的生理过程,在排便时肛提肌、耻骨直肠肌可通过“阀瓣样”作用控制粪便的排出,而肛门内、外括约肌的收缩可使肛管闭合^[7]。因此,良好的直肠顺应性、完整的肛门括约肌复合体、正常的神经感觉系统均是维持人体正常排便

^{*} 基金项目:江苏省科技厅重点研发计划社会发展项目(BE2023786)。

[△] 通信作者, E-mail:efy053@njucm.edu.cn。

功能的重要条件,任何一个环节被破坏均有可能导致大便失禁的发生^[8]。大便失禁的发生主要包括以下几方面原因^[9]:(1)患者肛门括约肌或神经系统因产伤、手术等原因受损,导致患者控便障碍或肛门直肠感觉功能受损,是大便失禁发病常见的致病因素之一;(2)炎性肠病、肠道肿瘤致使直肠顺应性降低亦会导致大便失禁的发生;(3)中枢神经系统病变导致神经传导通路发生异常时,会影响患者对排便的自主控制能力而发生大便失禁。

2 磁刺激疗法简介

磁刺激疗法作为一种非侵入性的保守疗法,最早用于尿失禁的治疗,而如今该疗法已在大便失禁、盆腔器官脱垂等诸多疾病领域广泛应用并均取得了较好的疗效^[10-11]。磁刺激疗法可通过脉冲磁场在人体产生诱导电流从而刺激盆底肌肉进行收缩,这种脉冲磁场可以穿透空气和人体组织等各种物质而不会衰减^[12]。时变磁场会在周围空间诱发电势,从而作用于人体组织产生电子流。这些电子流会引起神经纤维中运动神经元的静息膜电位去极化,随着钠离子(Na^+)、钾离子(K^+)的流动,动作电位沿着轴突开始传播,当这种神经冲动作用于神经肌肉接头时便会激发肌肉的运动,从而增强肌肉的力量和耐力^[13]。且该疗法相较于其他保守疗法能更深层次地作用于刺激部位,安全性与舒适性更高^[14]。

临床上磁刺激疗法可分为盆底磁刺激与骶神经磁刺激 2 种治疗模式,临床上多采用 50~60 Hz 的刺激频率作为治疗方案^[13,15]。研究表明,该疗法可有效增强盆底肌肉的各层力量,帮助重建肌肉力量与耐力,且有助于控制排尿和排便,此外还能改善盆底区域的血液循环^[16]。现代医学将磁刺激的频率分为高频和低频^[17]。研究表明,高频率的磁刺激往往会使局部产生兴奋性突触后电位,进而对刺激区域发挥神经兴奋作用,所以在治疗失禁性疾病等方面效果突出。与之相反,低频率的磁刺激能够产生与神经递质慢突触后电位频率一致的感应电流,以此抑制神经递质的兴奋性,故而在缓解肌肉疼痛及痉挛性疾病等方面表现出色^[15]。

3 磁刺激疗法治疗大便失禁的疗效

磁刺激疗法在大便失禁的临床治疗中效果显著。BRUSCIANO 等^[13]对 30 例大便失禁患者进行了盆底磁刺激治疗,频率为 50~60 Hz,持续 15 min,每周 1 次,8 次治疗后发现,80% 的患者克利夫兰大便失禁评分明显改善,且患者漏便量明显减少,且与肛门电刺激治疗比较,增加了患者的依从性。BHARUCHA 等^[18]观察了腰骶部磁刺激治疗大便失禁的疗效,对 33 例大便失禁患者进行了为期 6 周的磁刺激治疗,结果显示,其总有效率可达 61%,患者的症状和生活质量均得到改善,并且发现经磁刺激治疗后患者的肛门括约肌肌力得到了提高;此外其还发现,频率为 1 Hz

的磁刺激可降低患者的排便急迫感。GALLAS 等^[19]通过对志愿者骶骨部位进行磁刺激发现,磁刺激可减缓结肠蠕动从而减少大便次数。表明磁刺激疗法作为一种新型的保守治疗方法在治疗大便失禁方面获得了肯定的疗效。

4 磁刺激疗法治疗大便失禁的机制

磁刺激疗法治疗大便失禁具有较好的疗效,但其机制尚不明确。因此,以下本文将从肌肉修复、神经修复及再生等多方面探讨磁刺激疗法治疗大便失禁的作用机制。

4.1 通过盆底磁刺激直接引起盆底肌群的收缩 盆底磁刺激是通过底座嵌有磁线圈的治疗椅来发挥作用。肛门括约肌力量减弱导致患者控便无力是大便失禁的常见发病原因之一^[20]。而磁刺激技术可通过直接刺激神经促使肌肉收缩,从而增强肌力并提升盆底肌群的协调性。盆底磁刺激能在刺激区域诱导产生神经生物电信号,使盆底部位形成神经冲动,进而引发患者盆底肌肉收缩,显著增强括约肌力量。MUSARÒ 等^[21]及其研究团队发现,磁刺激治疗可促进肌肉组织中乙酰胆碱与其受体的结合,提高乙酰胆碱电流幅度并维持乙酰胆碱受体功能,研究人员认为,该生理过程是通过增强乙酰胆碱受体 γ 亚基(AChR γ 亚基)的调节作用,来提高神经与肌肉接头之间的功能连接来达到的。学者 STÖLTING 等^[22]及其团队研究发现,磁刺激治疗可有效提高组织内神经肌肉接头处的乙酰胆碱受体簇总数,并能提高肌肉组织内的神经元标志物及神经元性聚集蛋白的表达水平,此外该研究团队还发现,肌肉组织在经过磁刺激处理后神经数量提高了 50%。以上研究表明,磁刺激通过直接刺激局部神经,强化神经肌肉调节回路,引发肌肉收缩。这有助于增强括约肌肌力、协调括约肌肌群,从而对改善大便失禁具有积极作用。

4.2 通过腰骶部磁刺激间接引起肛门括约肌运动 进行腰骶部磁刺激时,需让患者俯卧于治疗床上,于患者腰骶部放置磁刺激线圈,通过对患者腰骶部进行磁刺激,激活阴部神经纤维间接引起肛门括约肌运动,从而增强患者肛门括约肌力量以达到治疗效果^[15]。阴部神经源于骶 2~4 神经根,主要参与支配肛门括约肌、盆底肌等肌群的运动及感觉功能^[23]。因此,当阴部神经传导障碍时便会影响患者肛门部位的运动及感觉功能,导致大便失禁。YAN 等^[24]及其研究团队将探针分别置于受试者的肛门部位与直肠内,在对受试者的腰骶部进行磁刺激后发现,以上几组探针的电极均记录到了动作电位。同时研究人员还发现,诱发大便失禁患者产生动作电位的潜伏期相较于健康受试者明显延长,这表明大便失禁的发生与阴部神经的传导障碍有直接关系。此外,HARRIS 等^[25]及其研究团队对受试者的腰骶部进行磁刺激后发现,15 Hz 的刺激频率可以明显提高人体肛门括约肌的兴

奋性,增加肛门括约肌肌电图的反应幅度。以上研究表明,腰骶部磁刺激能够通过刺激患者阴部神经,间接促使肛门括约肌产生收缩反应从而锻炼肌力,并进一步提升肛门括约肌的耐力与协调性,最终达到对大便失禁的治疗目的。

4.3 促进肛门括约肌损伤后的修复 肛门括约肌复合体包括内/外括约肌、耻骨直肠肌等,在控制粪便中发挥着重要作用,肛门括约肌的损伤会导致患者控便障碍而发展为大便失禁^[7],而磁刺激疗法能有效修复肛门括约肌的损伤。MUSARÒ 等^[21]及其研究团队发现,磁刺激治疗可显著提高人体肌肉组织内的微小 RNA(MIR-206)的表达水平从而促进骨骼肌生成,抑制组蛋白去乙酰化酶 4(HDAC4)的表达水平来减缓细胞凋亡进程。STÖLTING 等^[22]及其研究团队对经磁刺激治疗后受损的肌肉修复情况进行了分析,发现经过磁刺激处理后,样本中肌肉蛋白含量的表达水平较之前增加了 3 倍,同时研究人员通过对损伤界面内淋巴细胞、巨噬细胞等含量进行评估发现,样本组织内的炎症浸润程度下降至之前的 1/2;此外,研究人员还发现,在受损肌肉组织与正常肌肉组织的交界处,经过磁刺激治疗后的样本约有 50.0%的肌纤维正在再生,并且肌肉纤维未发生萎缩。以上研究表明,磁刺激疗法在促进肌肉受损后的修复方面效果显著,能够有效降低受损肌肉炎症浸润程度、抑制创伤后肌肉萎缩,并能调控肌肉蛋白表达水平来推动受损后肌肉的再生,从而有效支持括约肌损伤后的修复,促进因括约肌损伤而发生大便失禁患者的康复。

4.4 促进神经损伤的修复 局部创伤、病变或是神经毒性药物所引发的神经损伤,均有引发大便失禁的可能^[26]。而磁刺激疗法在修复神经系统损伤、促进受损神经纤维再生等方面,表现出了显著的效果。KANDHAVIVORN 等^[27]及其团队研究发现,磁刺激可以显著增强轴突远端线粒体和溶酶体的运动活性,从而改善切断后轴突断端部位的钙化程度并诱导轴突断端再生。同时发研究还发现,磁刺激治疗可调控微管相关蛋白 2(MAPs-2)等神经细胞标志物的表达,使其恢复至正常水平。ZHIVOLUPOV 等^[28]及其研究团队对经磁刺激处理后受损神经细胞组织的修复情况进行了分析,发现磁刺激能有效修复神经细胞内受损的许旺细胞和髓鞘纤维,从而显著改善受损神经组织的炎症浸润程度。以上研究表明,磁刺激治疗能够有效地促进大便失禁患者神经系统损伤后的恢复与神经纤维的再生,从而达到治疗效果。

4.5 减缓结肠蠕动 GALLAS 等^[19]选取了 12 名健康志愿者作为研究对象,对每名受试者分别进行 2 次不同的试验,即(1)磁刺激:对患者腰骶部进行频率为 15 Hz、持续 30 min 的磁刺激。(2)假刺激:使用安慰剂线圈进行相同的刺激;向结肠腔中注入比沙可啶后,使用位于左结肠最近端和直肠最远端的传感器监

测并记录对肠道收缩的影响,结果显示,主动刺激时比沙可啶给药后在 16.5 min 内排出;而假刺激时在 14 min 内排出。此外,与假性刺激相比,磁刺激治疗组的首次蠕动时间从 2.9 min 明显延迟至 6.2 min,并有效改善了患者在灌注比沙可啶后的排便急迫感。这表明骶神经磁刺激可有效减缓结肠蠕动,从而减少患者的排便频率,改善大便失禁患者的排便急迫感。

5 磁刺激疗法的优点及安全性

在众多保守治疗方法中,磁刺激疗法作为一项新兴技术,凭借其安全性高、舒适性强等突出优点,在大便失禁的治疗中正逐步彰显出独一无二的优势。与生物反馈、电刺激疗法等传统保守治疗手段相比,磁刺激疗法具有显著优势,其能够轻松穿透衣物、肌肉等各类组织,且不会出现衰减,这使得磁刺激疗法能够有效规避电流对人体的直接刺激,且无须与人体直接接触,降低了交叉感染的风险,并极大程度地减轻了患者在治疗过程中可能产生的疼痛、异物刺激感等不适症状,让患者在相对舒适的状态下接受治疗,是最安全的保守治疗方法之一^{—[29]}。

6 磁刺激疗法在临床研究中面临的问题

目前,对磁刺激疗法在治疗大便失禁中的临床研究还相对较少见,且多观察了磁刺激疗法与其他治疗方法联合应用的疗效,单独磁刺激治疗的数据相对较少,因此,难以全面评价磁刺激疗法的疗效。此外,目前关于磁刺激疗法的临床研究多为前瞻性,多数缺乏长期随访数据,因此,需进行更多研究以评估磁刺激疗法的长期疗效。同时,现有的临床研究中并未报道磁刺激疗法的最佳持续时间和频率,因此,可从磁刺激疗法的持续时间、频率强度等方面进行探讨,为进一步提高疗效提供数据参考依据。

7 小结与展望

大便失禁作为肛肠科的疑难病症,严重影响了患者的生活质量。针对该病症,治疗方案的选取应依据病情严重程度来确定。对于症状较轻的患者,采用保守治疗手段,如磁刺激疗法、生物反馈疗法等在一定程度上能取得较好的临床效果;而对于病情严重的患者,则需要考虑手术治疗。同时心理干预也至关重要,通过恰当的心理辅导,有助于增强患者康复的信心。现阶段,大便失禁的各类治疗方法仍处于探索初期。生物反馈治疗、电刺激、磁刺激治疗等均为大便失禁的常用治疗方式,其原理是刺激患者盆底肌肉被动收缩,通过反复训练调整并强化肌肉力量与协调性,以此改善功能障碍^[30]。在众多保守治疗方法中,磁刺激疗法可通过修复神经肌肉损伤、减缓肠道蠕动等多方面缓解患者症状,并且因其具备安全性高、舒适性强等优势,在大便失禁的治疗中展现出了广阔的应用前景^[31]。然而,关于磁刺激疗法的作用机制及具体治疗方案,仍有待深入研究。后续可以通过分析更多客观数据、研究大量样本,探索针对不同严重程度

患者的最佳刺激参数,进一步优化治疗方案,为实现精准个体化治疗提供有力参考,让患者获得更多益处。

参考文献

[1] LIOT É, RIS F, ROBERT-YAP J, et al. Recent advances in fecal incontinence treatment[J]. *Rev Prat*, 2023, 73(3): 296-299.

[2] HALLAND M, TALLEY N J. Fecal incontinence: mechanisms and management[J]. *Curr Opin Gastroenterol*, 2012, 28(1): 57-62.

[3] 周芳玲. 针刺联合生物反馈治疗功能性大便失禁的临床疗效及分析[D]. 南京: 南京中医药大学, 2020.

[4] GREGERSEN H, SUN D, FIELD F, et al. Fecobionics in proctology: review and perspectives[J]. *Surg Open Dig Adv*, 2023, 12: 100117.

[5] BROWN H W, DYER K Y, ROGERS R G. Management of fecal incontinence[J]. *Obstet Gynecol*, 2020, 136(4): 811-822.

[6] 宋天娇. 磁刺激联合生物反馈电刺激对产后盆底康复效果的影响[D]. 长春: 吉林大学, 2021.

[7] 苗为民, 曹冬兴, 叶光耀, 等. 大便失禁的外科治疗技术研究进展[J]. *结直肠肛门外科*, 2021, 27(5): 428-431.

[8] 陈文斌, 李旺林. 细胞疗法治疗大便失禁的现状 & 展望[J]. *广州医药*, 2022, 53(6): 1-6.

[9] 姚一博, 肖长芳, 王琛. 大便失禁的非手术治疗研究进展[J]. *结直肠肛门外科*, 2021, 27(5): 423-427.

[10] LIM R, LIONG M L, LEONG W S, et al. Patients' perception and satisfaction with pulsed magnetic stimulation for treatment of female stress urinary incontinence[J]. *Int Urogynecol J*, 2018, 29(7): 997-1004.

[11] PAN H, BAO Y, CAO H H, et al. The effectiveness of magnetic stimulation for patients with pelvic floor dysfunction: a systematic review and meta-analysis[J]. *Neuro-ourol Urodyn*, 2018, 37(8): 2368-2381.

[12] 罗倩. 针刺联合盆底磁刺激治疗女性压力性尿失禁的临床研究[D]. 恩施: 湖北民族大学, 2024.

[13] BRUSCIANO L, GAMBARDELLA C, GUALTIERI G, et al. Effects of extracorporeal magnetic stimulation in fecal incontinence[J]. *Open Med(Wars)*, 2020, 30(15): 57-64.

[14] 张婷婷. 超声联合盆底肌电生理评估生物电磁疗法在产后盆底功能恢复中的疗效观察[D]. 郑州: 郑州大学, 2021.

[15] 刘曜安, 舒磊, 蔡志阳, 等. 磁刺激技术治疗盆底功能障碍性疾病的临床研究进展[J]. *中国医刊*, 2024, 59(12): 1304-1307.

[16] KATARZYNA S, AGNIESZKA S, AGNIESZKA R, et al. The Effects of extracorporeal magnetic innervation in the treatment of women with urinary incontinence: a systematic review[J]. *J Clin Med*, 2023, 12(17): 2473-2480.

[17] 焦晨蒙, 张轶, 许晨, 等. 磁刺激技术在治疗盆底功能障碍

性疾病中的应用进展[J]. *结直肠肛门外科*, 2020, 26(6): 664-668.

[18] BHARUCHA A E, OBLIZAJEK N R. Translumbosacral neuromodulation therapy is a promising option for fecal incontinence[J]. *Am J Gastroenterol*, 2021, 116(1): 80-81.

[19] GALLAS S, GOURCEROL G, DUCROTTÉ P, et al. Does magnetic stimulation of sacral nerve Roots modify colonic motility? Results of a randomized double-blind sham-controlled study[J]. *Neurogastroenterol Motil*, 2009, 21(4): 411-419.

[20] 董青军, 梁宏涛, 王琛, 等. 大便失禁的诊治策略[J]. *中国医药导报*, 2018, 15(24): 26-29.

[21] MUSARÒ A, DOBROWOLNY G, CAMBIERI C, et al. Neuromuscular magnetic stimulation counteracts muscle decline in ALS patients: results of a randomized, double-blind, controlled study[J]. *Sci Rep*, 2019, 9(1): 2837.

[22] STÖLTING M N L, ARNOLD A S, HARALAMPIEVA D, et al. Magnetic stimulation supports muscle and nerve regeneration after trauma in mice[J]. *Muscle Nerve*, 2016, 53(4): 598-607.

[23] 李怡廷, 吴桑桑, 麻琦瑶, 等. 阴部神经调节在肛门直肠疾病的应用及研究进展[J/CD]. *中华结直肠疾病电子杂志*, 2021, 10(5): 524-527.

[24] YAN Y, SHARMA A, HEREKAR A A, et al. Translumbosacral anorectal magnetic stimulation test for fecal incontinence[J]. *Dis Colon Rectum*, 2022, 65(1): 83-92.

[25] HARRIS M L, SINGH S, ROTHWELL J, et al. Rapid rate magnetic stimulation of human sacral nerve roots alters excitability within the cortico-anal pathway[J]. *Neurogastroenterol Motil*, 2008, 20(10): 1132-1139.

[26] 秦钦, 李小嘉, 董青军, 等. 神经源性大便失禁的诊治进展[J]. *现代中西医结合杂志*, 2023, 32(13): 1888-1892.

[27] KANDHAVIVORN W, GLAß H, HERRMANNSDÖRFFER T, et al. Restoring axonal organelle motility and regeneration in cultured FUS-ALS motoneurons through magnetic field stimulation suggests an alternative therapeutic approach[J]. *Cells*, 2023, 12(11): 1502.

[28] ZHIVOLUPOV S A, ODINAK M M, RASHIDOV N A, et al. Impulse magnetic stimulation facilitates synaptic regeneration in rats following sciatic nerve injury[J]. *Neural Regen Res*, 2012, 7(17): 1299-1303.

[29] PAVČNIK M, ANTIČ A, LUKANOVIĆ A, et al. Evaluation of possible side effects in the treatment of urinary incontinence with magnetic stimulation[J]. *Medicina(Kaunas)*, 2023, 59(7): 1286.

[30] 刘锦, 倪敏. 神经调控疗法治疗大便失禁的研究进展[J]. *结直肠肛门外科*, 2024, 30(5): 654-658.

[31] 刘璠, 郑鸿雁, 倪敏. 盆底磁刺激的临床应用研究进展[J]. *中外医学研究*, 2023, 21(36): 175-179.