

低频脉冲电刺激治疗功能性胃肠病的研究进展

游雪萍

通用集团环球医疗攀钢西昌医院, 中国·四川 西昌 615012

摘要: 功能性胃肠病是一类以持续或反复出现的胃肠道症状为主要表现、但缺乏明确器质性病变依据的常见疾病, 其发病机制复杂, 涉及胃肠动力异常、内脏高敏感、肠—脑轴功能紊乱及心理社会因素等多个方面, 现有治疗手段以药物治疗和心理干预为主, 但在疗效稳定性及长期管理方面仍存在一定局限。近年来, 低频脉冲电刺激作为一种非药物神经调控手段, 逐渐被应用于功能性胃肠病的辅助治疗研究, 并显示出改善症状的潜在价值。本文通过系统梳理国内外相关研究文献, 从功能性胃肠病的病理生理基础出发, 综述低频脉冲电刺激的技术特点、作用机制及其在功能性消化不良、肠易激综合征等疾病中的临床应用进展, 并对疗效评价与安全性问题进行总结分析。现有研究表明, 低频脉冲电刺激可能通过调节胃肠动力、影响肠—脑轴功能及降低内脏感觉敏感性等途径发挥作用, 但相关研究仍存在样本量有限、刺激参数不统一及长期疗效证据不足等问题, 未来仍需开展高质量、多中心临床研究, 以进一步明确其临床应用价值并推动规范化发展。

关键词: 低频脉冲电刺激; 功能性胃肠病; 肠—脑轴; 胃肠动力

Research Progress on Low-Frequency Pulsed Electrical Stimulation in the Treatment of Functional Gastrointestinal Disorders

You Xueping

General Group Global Medical Pangang Xichang Hospital, China Sichuan Xichang 615012

Abstract: Functional gastrointestinal disorders are a common type of disease characterized by persistent or recurrent gastrointestinal symptoms but lacking clear organic lesion evidence. Their pathogenesis is complex and involves multiple aspects such as abnormal gastrointestinal motility, visceral hypersensitivity, dysfunction of the gut-brain axis, and psychological and social factors. Current treatment methods mainly include drug therapy and psychological intervention, but there are still certain limitations in terms of efficacy stability and long-term management. In recent years, low-frequency pulsed electrical stimulation, as a non-drug neural regulation method, has gradually been applied in the research of adjunctive treatment for functional gastrointestinal disorders and shows potential value in improving symptoms. This article systematically reviews relevant research literature at home and abroad, starting from the pathophysiological basis of functional gastrointestinal disorders, and summarizes the technical characteristics, mechanism of action, and clinical application progress of low-frequency pulsed electrical stimulation in functional dyspepsia, irritable bowel syndrome, and other diseases. It also summarizes and analyzes issues related to efficacy evaluation and safety. Current studies suggest that low-frequency pulsed electrical stimulation may exert its effects by regulating gastrointestinal motility, influencing the gut-brain axis function, and reducing visceral sensory sensitivity, but related research still has problems such as limited sample size, inconsistent stimulation parameters, and insufficient long-term efficacy evidence. In the future, high-quality, multi-center clinical studies are still needed to further clarify its clinical application value and promote standardized development.

Keywords: Low-frequency pulsed electrical stimulation; Functional gastrointestinal disorders; Gut-brain axis; Gastrointestinal motility

0 引言

功能性胃肠病 (functional gastrointestinal disorders, FGIDs) 是一类以慢性或反复发作的胃肠道症状为主要临床表现, 但常规影像学、内镜及实验室检查未发现明确器质性病变的疾病群体。常见类型包括功能性消化不良、肠易激综合征、功能性便秘等。该类疾病发病率较高, 病程

迁延, 症状反复, 对患者生活质量、心理状态及社会功能均产生明显影响, 已成为消化系统疾病研究与临床管理中的重要问题。随着生物—心理—社会医学模式的不断发展, 功能性胃肠病的发病机制逐渐被认为与胃肠动力异常、内脏感觉高敏感、肠—脑轴功能紊乱以及心理社会因素等多重机制密切相关。

目前,功能性胃肠病的治疗主要以药物治疗、心理干预及生活方式调整为主,但整体疗效仍存在个体差异大、长期依从性不足及部分药物不良反应等问题。如何在保证安全性的前提下,探索更加有效、可长期应用的非药物干预手段,已成为相关研究的重要方向。近年来,神经调控技术在多种功能性疾病中的应用逐渐受到关注,其中低频脉冲电刺激因其操作相对简便、创伤性小及可重复实施等特点,被尝试应用于功能性胃肠病的治疗研究。

已有研究提示,低频脉冲电刺激可能通过调节胃肠动力、影响肠—脑轴信号传递以及改善内脏感觉异常等途径,对功能性胃肠病症状产生一定改善作用。然而,目前相关研究在刺激参数设置、作用机制阐释及临床疗效评价等方面仍存在较大差异,其临床应用价值尚需进一步系统总结和客观评估。基于此,本文对低频脉冲电刺激治疗功能性胃肠病的相关研究进展进行综述,以期为后续临床研究及规范化应用提供参考。

1 功能性胃肠病的病理生理学基础

1.1 功能性胃肠病的诊断标准

功能性胃肠病是一组以持续或反复出现的胃肠道症状为主要特征,但缺乏明确器质性病变或生化异常证据的疾病。其诊断主要依赖症状学标准而非单一客观检查结果。目前,国际上广泛采用 Rome IV 标准作为功能性胃肠病的诊断依据,该标准强调以症状为核心,结合症状持续时间、发生频率及对日常生活的影响进行综合判断。Rome IV 标准将功能性胃肠病细分为多个亚型,如功能性消化不良、肠易激综合征、功能性便秘等,并对各亚型的核心症状和诊断条件作出明确界定。

在临床实践中,功能性胃肠病的诊断通常遵循“排除性诊断”原则,即在详细采集病史和体格检查的基础上,通过必要的实验室检查、影像学检查或内镜检查,排除器质性疾病后方可确立诊断。此外,症状评估量表和生活质量量表在疾病评估中发挥着重要作用,有助于客观反映症状严重程度及治疗效果。总体而言,功能性胃肠病的诊断强调标准化、整体性和动态评估,为后续治疗方案的制定提供基础^[1]。

1.2 功能性胃肠病的主要发病机制

功能性胃肠病的发病机制复杂,目前尚未形成单一、统一的解释模型。研究普遍认为,该类疾病的发生与多种因素相互作用密切相关。胃肠动力异常被认为是重要机制之一,表现为胃排空延迟、胃肠蠕动节律紊乱或推进功能减弱,从而引发腹胀、早饱、便秘或腹泻等症状。内脏感

觉异常同样在疾病发生中占据重要地位,患者常表现出内脏高敏感状态,对正常生理刺激产生过度不适或疼痛反应。

近年来,肠—脑轴功能紊乱逐渐成为研究热点。中枢神经系统、肠道神经系统及内分泌、免疫系统之间的双向信息传递异常,被认为是症状持续存在的重要原因。此外,肠道微生态失衡、低度炎症反应以及心理社会因素,如焦虑、抑郁和应激状态,也被证实与功能性胃肠病的发生和进展密切相关。上述多种机制相互交织,使功能性胃肠病呈现出高度异质性和个体差异。

1.3 病理机制对治疗策略的启示

功能性胃肠病多因素、多机制的病理生理特征,对其治疗策略提出了更高要求。传统以单一症状或单一靶点为主的治疗方式,往往难以获得稳定、持久的疗效。从发病机制角度来看,单纯改善胃肠动力或单一缓解症状,难以全面干预疾病的发生基础。因此,治疗策略逐渐由“对症处理”向“综合调节”转变。

病理机制研究提示,针对肠—脑轴功能紊乱、神经调控异常和内脏高敏感状态的干预手段,可能在功能性胃肠病的治疗中具有重要价值。这一认识为非药物治疗方式的发展提供了理论依据,如神经调控技术、电刺激疗法及心理行为干预等。此外,个体差异显著的病理机制特点也提示临床治疗应更加重视个体化方案的制定,根据患者症状类型、心理状态及功能障碍特点进行综合评估与干预。总体而言,对病理生理机制的深入理解,为探索安全、有效且可长期应用的治疗策略奠定了重要理论基础。

2 低频脉冲电刺激技术概述

2.1 低频脉冲电刺激的基本原理

低频脉冲电刺激是一种利用特定频率和波形的电流作用于机体组织,以调节神经和肌肉功能的物理治疗方式。其基本原理是通过外加电刺激改变细胞膜电位,影响神经元和肌细胞的兴奋性,从而调节神经传导和局部功能活动^[2]。在胃肠系统中,低频脉冲电刺激主要通过作用于胃肠道平滑肌、肠道神经系统或相关神经通路,影响胃肠运动节律和神经调控过程。

相较于高频电刺激,低频脉冲电刺激更接近生理神经放电节律,刺激过程相对温和,有助于减少不适感并提高患者耐受性。已有研究认为,低频脉冲电刺激不仅可直接影响局部神经肌肉功能,还可能通过中枢神经系统的调节作用,产生远端效应。这种双重调节特性使其在功能性胃肠病等以功能障碍为主的疾病治疗中具有一定理论优势,为非药物神经调控手段的应用提供了基础。

2.2 刺激参数与技术要素

低频脉冲电刺激的治疗效果与刺激参数的设置密切相关,主要包括刺激频率、脉宽、电流强度、刺激时程及疗程安排等技术要素,不同参数组合可对神经和肌肉组织产生不同的生理效应,从而影响治疗结果。在临床研究中,刺激频率通常处于较低范围,以模拟生理状态下的神经信号活动,脉宽和电流强度则需在保证有效刺激的同时,兼顾患者的舒适度和安全性^[3]。

此外,刺激时间和治疗周期的设定同样重要,短期刺激可能主要产生即时调节效应,而持续或重复刺激则可能对神经调控产生更为持久的影响。目前,不同研究在参数选择上存在一定差异,尚未形成统一的标准方案。这种参数设置的不一致性,在一定程度上增加了研究结果的异质性,也为疗效比较和临床推广带来挑战。因此,探索科学合理、可重复的刺激参数组合,是低频脉冲电刺激研究和应用中的重要技术问题。

2.3 刺激方式与应用途径

低频脉冲电刺激在功能性胃肠病中的应用方式多样,主要包括经皮电刺激和植入式电刺激两大类。经皮低频脉冲电刺激通过体表电极将电流传导至目标区域,具有操作简便、创伤性小、患者依从性较高等优点,适合临床推广和长期管理。该方式可作用于腹部体表、特定神经走行区域或相关反射区,从而间接调节胃肠功能。植入式电刺激则通过在体内特定部位植入刺激装置,对目标神经或器官进行持续或间断刺激,其刺激定位相对精准,调控效果较为稳定,但存在侵入性操作及相关风险,临床应用相对有限。此外,近年来部分研究开始关注与迷走神经相关的刺激途径,尝试通过神经调控改善胃肠功能^[4]。不同刺激方式在疗效、安全性及适用人群方面各具特点,需结合具体临床需求和患者情况进行选择。

3 低频脉冲电刺激治疗功能性胃肠病的作用机制

3.1 对胃肠动力功能的调节作用

胃肠动力异常是功能性胃肠病的重要病理基础之一。研究认为,低频脉冲电刺激可能通过调节胃肠平滑肌和肠道神经系统的兴奋性,对胃肠运动产生影响。电刺激可改变局部神经放电模式,促进胃肠蠕动节律的协调性,从而改善胃排空或肠道推进功能。在部分研究中,低频脉冲电刺激被认为有助于增强胃肠道的节律性收缩,缓解因动力不足或紊乱引起的相关症状^[5]。这种调节作用并非单纯的机械刺激,而是通过神经—肌肉调控网络实现的整体效应。

由于功能性胃肠病患者的动力障碍类型存在差异,低频脉冲电刺激对胃肠动力的影响也可能呈现个体化特点,这为进一步探索精准刺激提供了研究方向。

3.2 对肠—脑轴的调控机制

肠—脑轴是连接中枢神经系统与胃肠系统的重要调控通路,在功能性胃肠病的发生和维持中发挥关键作用。低频脉冲电刺激被认为可能通过影响自主神经系统活动,参与肠—脑轴的调节过程。通过作用于外周神经或相关反射通路,电刺激有可能改变中枢神经系统对胃肠功能的调控模式。相关研究提示,低频脉冲电刺激可能通过增强迷走神经活性或调节交感—副交感神经平衡,改善胃肠功能状态。这种调节不仅局限于外周效应,还可能影响中枢对内脏信号的整合与处理,从而在整体层面改善功能性症状。肠—脑轴调控机制的引入,为解释低频脉冲电刺激在多种功能性胃肠病中的作用提供了重要理论依据。

3.3 对内脏感觉与疼痛的影响

内脏高敏感是功能性胃肠病患者常见的病理特征,也是腹痛、腹胀等症状的重要原因之一。低频脉冲电刺激可能通过调节感觉神经通路,降低内脏感觉敏感性,从而缓解不适症状。电刺激可影响感觉神经的兴奋阈值,减少异常放大或错误传导的疼痛信号。低频脉冲电刺激还可能通过中枢神经系统的疼痛调制机制,增强抑制性通路的作用,降低疼痛感知水平。这种作用方式与传统镇痛药物不同,更强调神经功能调节而非单纯抑制症状。因此,在以内脏疼痛和不适为主要表现的功能性胃肠病中,低频脉冲电刺激具有一定的理论应用价值。

3.4 对炎症反应及神经可塑性的影响

近年来的研究表明,功能性胃肠病并非完全“无器质性改变”,低度炎症反应和神经功能改变可能参与疾病的发生过程。低频脉冲电刺激可能通过调节神经—免疫相互作用,对局部炎症状态产生间接影响。有研究认为,神经调控可影响炎症介质的释放,从而改善肠道微环境。同时,持续或重复的低频脉冲电刺激可能对神经可塑性产生一定影响,通过重塑异常的神经调控通路,促进功能恢复。这种长期调节效应为慢性功能性疾病的治疗提供了新的思路^[6]。但目前相关机制研究仍处于探索阶段,其具体作用路径和临床意义尚需进一步验证。

4 低频脉冲电刺激在功能性胃肠病中的临床研究进展

4.1 在功能性消化不良中的应用进展

功能性消化不良是低频脉冲电刺激研究中较为常见的

应用对象。相关临床研究多关注其对上腹不适、早饱感和餐后胀满等症状的改善情况。研究设计以随机对照试验和观察性研究为主,通过症状评分和功能评估对疗效进行分析。现有研究结果提示,低频脉冲电刺激在部分患者中可改善症状表现,但不同研究之间疗效程度存在差异。这种差异可能与患者分型、刺激参数及干预周期等因素有关。总体来看,该领域研究为低频脉冲电刺激在功能性消化不良中的应用提供了初步临床依据,但仍需进一步规范 and 深化。

4.2 在肠易激综合征中的应用进展

肠易激综合征以腹痛和排便习惯改变为主要特征,其病理机制涉及肠-脑轴和内脏高敏感。低频脉冲电刺激在该疾病中的研究,主要集中于缓解腹痛和改善生活质量。部分研究认为,电刺激干预后患者症状评分有所改善,但疗效持续性和适用人群仍存在争议,由于肠易激综合征亚型复杂,不同患者对电刺激的反应可能存在明显差异。因此,当前研究更强调对不同亚型和个体特征的分析,总体而言,低频脉冲电刺激在肠易激综合征中的应用尚处于探索阶段,需要更多高质量研究加以验证。

4.3 在慢性便秘及其他功能性胃肠病中的应用进展

在慢性便秘及其他功能性胃肠病中,低频脉冲电刺激主要被用于改善肠道推进功能和排便障碍。相关研究多关注排便频率、排便困难程度及患者主观感受的变化。部分结果显示,电刺激干预可能对部分患者的排便功能产生积极影响。低频脉冲电刺激还被尝试用于缓解功能性腹胀、功能性腹痛等症状,但研究数量相对有限,证据基础尚不充分^[7]。总体来看,该领域研究为低频脉冲电刺激在多种功能性胃肠病中的潜在应用提供了参考,但仍需系统总结和规范研究。

4.4 疗效评价与安全性分析

低频脉冲电刺激治疗功能性胃肠病的疗效评价主要依赖症状评分量表、生活质量评估及部分客观功能指标。主观评价在反映患者真实感受方面具有重要价值,但也容易受到安慰效应等因素影响。因此,结合多种评价指标进行综合分析,有助于提高研究结果的可靠性^[8]。在安全性方面,现有研究普遍认为低频脉冲电刺激具有较好的耐受性,不良反应多为轻度和可逆性不适。与长期药物治疗相比,其系统性不良反应风险相对较低。然而,关于长期使用安全性和最佳应用方案,仍缺乏充分证据,需要进一步随访研究加以明确。

5 结语

功能性胃肠病是一类以反复或持续胃肠道症状为主要

表现、但缺乏明确器质性病变证据的功能性疾病,其发生发展与胃肠动力异常、内脏感觉高敏感、肠-脑轴功能紊乱以及心理社会因素等多种机制密切相关,病理基础呈现出明显的多因素和多层次特征,这也决定了单一治疗手段在临床应用中往往难以获得稳定而持久的疗效。随着对功能性胃肠病发病机制认识的不断深入,非药物神经调控手段逐渐受到关注,其中低频脉冲电刺激因其创伤性小、可重复实施及患者耐受性较好等特点,被逐步引入相关研究并显示出一定的应用潜力。现有研究表明,低频脉冲电刺激可能通过调节胃肠动力功能、影响肠-脑轴的双向信息传递、降低内脏感觉敏感性,并在一定程度上参与炎症反应和神经可塑性的调控,从而对功能性胃肠病的症状改善产生作用,在功能性消化不良、肠易激综合征及慢性便秘等疾病中的临床研究亦提示其对部分患者具有积极意义,同时整体安全性和耐受性较为理想。需要注意的是,目前相关研究在刺激参数设置、刺激方式选择、干预周期及疗效评价方法等方面尚缺乏统一标准,不同研究结果之间存在一定异质性,加之样本量偏小和长期随访资料不足,使其临床证据强度仍有待进一步提升。

综上所述,低频脉冲电刺激为功能性胃肠病的综合治疗提供了一种具有理论依据的辅助干预思路,但其临床定位和应用模式仍需在更高质量研究的支持下逐步明确,未来应结合功能性胃肠病复杂的病理生理特征,开展多中心、大样本的规范化研究,进一步探索个体化刺激方案及与药物、心理干预等治疗方式的协同应用,以期功能性胃肠病的长期管理提供更加科学和可行的策略支持。

参考文献:

- [1] 钟卓丹, 张伟兰, 莫灿辉等. 子午流注开穴法联合低频脉冲电刺激对肠息肉摘除术后胃肠功能恢复的效果及机制研究[J]. 新中医, 2025,57(24):89-95.
- [2] 李菁菁, 李琴, 牛佳等. 经皮穴位电刺激在腹腔镜结直肠癌术后镇痛随机对照研究[J]. 中国疼痛医学杂志, 2024,30(11):869-872.
- [3] 林豪男. 清热利胆汤及电针对迷走神经干切断兔oddi括约肌内肠神经元及NO--cGMP--PKG信号通路的影响[D]. 辽宁: 大连医科大学, 2024.
- [4] 王玉, 李峰琴, 何建芳. 低频脉冲电刺激对腹腔镜下子宫肌瘤手术患者胃肠功能恢复及术后并发症的影响[J]. 中国妇幼保健, 2023,38(11):1951-1954.
- [5] 贾婧, 陆雅蓉, 张青等. 胃肠动力仪体表肠电生理起搏治疗功能性便秘的临床效果[J]. 临床与病理杂志, 2023,43(7):1378-1383.

[6] 王领会, 张艳, 吴献华等. 低频脉冲治疗用于胸腔镜患者术后防治不良反应的临床效果研究[J]. 中国医学装备, 2023,20(4):110-113.

[7] 侯梦倩, 王芳, 范怡冰等. 神经肌肉刺激治疗仪在妇科术后患者康复中对胃肠道功能恢复和缓解腹胀的影响

[J]. 实用临床护理学电子杂志, 2022,7(32):5-7.

[8] 陈亚梅, 林燕惠. 低频脉冲治疗仪联合综合护理对老年胃肠术患者术后胃肠功能恢复的影响[J]. 医疗装备, 2023,36(20):154-156+161.