

胃电图在儿童消化系统疾病中的研究进展

张紫君^{1*}, 黎小秀^{2#}

¹广东医科大学第一临床医学院, 广东 湛江

²广东医科大学东莞市妇幼保健院, 广东 东莞

收稿日期: 2025年2月5日; 录用日期: 2025年2月28日; 发布日期: 2025年3月6日

摘要

胃电图(Electrogastrogram, EGG)是一种非侵入性的胃电生理检测手段, 主要用于间接评估胃肠道的动力状态, 消化系统疾病多存在胃电生理异常, 但其与EGG测量之间的临床相关性仍不明确, 尚需要更多的研究证据使其结果得到全面量化。本文笔者旨在总结近年来EGG在儿童消化疾病相关领域的研究进展。

关键词

胃电图, 消化系统疾病, 研究进展

Research Progress of Electrogastrography in Children's Digestive System Diseases

Zijun Zhang^{1*}, Xiaoxiu Li^{2#}

¹The First Clinical Medical College of Guangdong Medical University, Zhanjiang Guangdong

²Dongguan Maternal and Child Health Hospital of Guangdong Medical University, Dongguan Guangdong

Received: Feb. 5th, 2025; accepted: Feb. 28th, 2025; published: Mar. 6th, 2025

Abstract

Electrogastrogram (EGG) is a non-invasive electrophysiological test of the stomach, mainly used to indirectly assess the dynamic status of the gastrointestinal tract. Gastric electrophysiological abnormalities are common in digestive system diseases. However, the clinical correlation between EGG and EGG measurement is still unclear, and more research evidence is needed to fully quantify the results. In this paper, the authors aim to summarize the research progress of electrogastrography in the field of digestive system diseases in children in recent years.

*第一作者。

#通讯作者。

文章引用: 张紫君, 黎小秀. 胃电图在儿童消化系统疾病中的研究进展[J]. 临床医学进展, 2025, 15(3): 147-152.
DOI: 10.12677/acm.2025.153598

Keywords

Electrogastrogram, Digestive System Disorders, Research Progress

Copyright © 2025 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

胃电图(Electrogastrogram, EGG)作为一种先进的诊断手段,其工作原理是基于胃部肌肉的电生理特性,胃部肌肉收缩和松弛会产生微弱电流,这些电流能被放置在腹部表面的电极检测到。胃电图仪器将微弱电流放大,经过过滤和数字化处理后生成胃电信号。通过观察胃电信号的波形、频率、振幅和节律等参数,来评估胃部的生理状态,如检测胃肌电节律的变化,从而判断是否与胃部疾病相关。非干预性地利用体表电极监控肠胃平滑肌电活动,通过精准解析电活动与肠胃生理动作的关系,以其无侵袭、过程舒适及高度客观性的特点,正逐步赢得广泛关注与认可[1]。最早由 Alvarez 在 1922 年提出来,20 世纪 90 年代开始流行起来[2],与心电图类似,EGG 可准确测量胃慢波,因此,EGG 可反映胃的肌电活动[3]。此外,蔡洁等[4]在研究中发现小儿消化性疾病胃电图存在餐后胃慢波百分比(NSWP)的下降及节律过缓的上升,EGG 检查在诊断上有较高的符合率。结合恰当的分析 and 解释,可提供有临床、生理和病理生理学意义的信息。本综述对 EGG 在儿童消化系统疾病中的研究进展进行总结。

2. EGG 在消化系统疾病中的应用

2.1. 功能性消化不良(Functional Dyspepsia, FD)

功能性消化不良(FD)定义为上消化不良至少一个月,在上消化镜检查中没有发现器质性疾病的证据,占上消化不良的 70% [5]。FD 是一种常见但未被充分认识的综合征,包括反复性餐后饱腹感、早饱或上腹部疼痛、烧灼感,FD 是儿童时期常见病、多发病之一[6]。在 FD 患者中,餐前及餐后阶段常伴随胃电节律的异常表现,其特征性表现为胃动过缓,这明确指示了胃运动功能存在显著障碍。该发现揭示了 EGG 在揭示功能性消化不良病理生理学基础中的关键作用,为该疾病的临床诊断与治疗策略提供了重要的理论依据和实践指导[7]。邓爱芬等[8]的研究揭示了肠易激综合征患儿表现出胃电节律的异常现象,具体表现为胃电基本节律的减慢以及胃电功率的减弱,这说明了胃排空功能可能存在障碍。研究还揭示了幽门螺杆菌感染与 FD 患儿体表电活动之间的潜在关联。具体而言,研究发现阳性 HP 感染患者在症状加重时,其胃电主功率显著降低,这一现象与胃排空延迟密切相关,同时预示着胃电节律的显著紊乱,进一步表明胃排空功能可能受到影响。故提示根除 HP 治疗对改善 HP 感染的 FD 患儿餐后症状有很大益处[9]。此外,唐红卫等[10]的研究发现,FD 患儿存在胃电节律紊乱,且该现象与其胃排空情况有关,EGG 与胃排空检测也有较好的一致性。EGG 作为一种安全有效的检查方法,已经成为儿童 FD 首选诊断方法[11]。

2.2. 胃食管反流病(Gastroesophageal Reflux Disease, GERD)

胃食管反流病(GERD)是儿童常见的上消化道动力障碍性疾病,新生儿期即可发病[12]。儿童期的 GERD 有很大比例会持续到青春期甚至成年,也被认为是青少年和成年人胃食管反流的危险因素[13]。早期明确诊断,对于降低并发症和改善患儿的生活质量有重要意义[14]。Bhat 等[15]总结了相关研究,报道了 GERD 患者和健康组胃电图电活动异常的发生率。综合患病率为 46%和 10%的 GERD 患者健康对照

组,与健康对照组相比,GERD 患者的 EGG 异常患病率显著更高。因此,可以通过使用 EGG 进一步研究 GERD 病理生理的异常。

2.3. 胃轻瘫(Gastroparesis, GP)

胃轻瘫,一种以非机械梗阻性胃排空延迟为特征的胃肠动力障碍性疾病,可影响任何年龄段的个体,儿科病例多见于早产儿以及病毒感染后患者。在成人中,该病更倾向于影响女性群体。其主要临床表现包括早饱、进食后饱胀不适、恶心以及呕吐等症状[16]。EGG 相较于核素闪烁成像法,展现出在成本效益、操作便捷性方面的显著优势,同时在诊断胃排空功能时,相较于不透 X 线标志物和超声胃排空测定,提供了更为精确和高效的评估手段。促进胃排空的策略对于改善胃轻瘫患者的临床症状具有显著效果,有助于减轻其伴随的精神心理障碍,进而提升患者的整体生活质量[17]。此外,已有研究揭示,Cajal 间质细胞(ICC)在调控胃肠平滑肌运动的节律性、协调神经递质的释放与传导中扮演关键角色。ICC 的缺失或功能受损被认为是糖尿病胃轻瘫发生和发展的重要机制之一[18]。

2.4. 胆汁反流性胃炎(Bile Reflux Gastritis, BRG)

胆汁反流性胃炎(BRG)是临床常见的一种胃肠道疾病,以反流和炎症为特征,被认为与胃十二指肠运动障碍、胃十二指肠激素紊乱有关[19]。明确 BRG 的发病机制有助于临床对该病的正确认识。高静等[20]的研究结果显示,原发性胆汁反流性胃炎患儿的 EGG 呈现出显著异常,具体表现为胃电节律的紊乱以及胃运动功能的障碍。这一发现提示,胃电参数具有潜在的临床价值,可作为原发性胆汁反流性胃炎的诊疗过程中,评估病情严重程度和监测治疗效果的重要指标。

2.5. 消化性溃疡(Peptic Ulcer, PU)

幽门螺杆菌感染(HP)是儿童消化性溃疡的主要原因[21]。王志红等[22]也证实了年长儿童消化性溃疡与 HP 感染有一定关系。王伟等早前有研究表明,消化性溃疡患者胃电节律失常明显高于正常对照组的原因可能是消化性溃疡黏膜坏死缺损超过了黏膜肌层,Cajal 间质细胞和平滑肌细胞受到损伤导致节律异常[23]。蔡洁等[4]通过分析消化性溃疡患儿的脑电图(EEG)参数,研究揭示了在诊断浅表性胃炎时的高一致性,达到90.00%的符合率,胃溃疡的诊断符合率为60.71%,而胆汁反流性胃炎的诊断准确率为83.33%。这一发现强调了 EGG 作为新型、无创伤性检查手段在消化性溃疡诊断中的显著临床应用价值,为非侵入性评估胃部疾病提供了有力的支持。此外,郭丽梅等[24]的研究展示了胃癌患者及十二指肠球部溃疡的 EGG 检查具有高度特异性,这一发现对于疾病的辨识与治疗计划的拟定具有重大的参考意义。建议对已通过胃镜确诊患有消化性溃疡的患者进行 EGG 检查,以此全面分析是否存在胃动力障碍及其特有类型,进而在深入了解其健康状况的基础上,适时展开专门针对胃动力的医疗干预与药物治疗方案。作为一种在胃肠疾病检测领域展现显著成效的有效方法,EGG 系统显示其在临床上不可忽视的实用价值,这使得它的普及应用显得至关重要。

2.6. 肝硬化

肝硬化,作为各种进行性肝病的终末阶段,不仅是消化系统疾病领域内导致死亡的主要原因之一[25]。其病理特征和临床表现的复杂性使其在医学研究和临床实践中占据显著地位。儿童肝硬化的潜在病因与成人存在显著差异,这主要归因于儿童时期特有的疾病进程,如胆道闭锁、半乳糖血症以及新生儿肝炎等。尽管如此,儿童肝硬化的基础管理和成人肝硬化在临床实践中展现出高度的一致性[26]。有研究表明,肝硬化患者 EGG 节律性指标功率比明显低于正常人($P < 0.01$),提示肝硬化患者心电图节律性异常,此外肝硬化患者胃动力异常的可能因素是胃肠激素[27]。龚素[28]比较了 60 例符合标准的肝硬化患者与 20 例

健康对照者的胃电参数,发现肝硬化患者在餐前、餐后的主频、正常慢波比以及胃动过速比与对照组存在统计学差异。餐后与餐前功率比较,肝硬化组与正常组间存在统计学差异。肝硬化患者餐后胃动过缓的发生率与胃电紊乱的频率,与正常人群相比,显示出统计学上的显著差异。现有的临床证据表明,药物治疗肠道菌群紊乱可以减缓肝硬化的进展[29]。儿童肝硬化患者,由于其处于特定的生长发育阶段,其营养状态更易因慢性疾病的影响而发生营养不良[30]。通过 EGG 检测进一步改善肝硬化患儿消化功能问题对患儿预后有所帮助。

3. 小结

EGG 的临床应用不局限于上述,高建茹等[31]将胃癌术前术后 EGG 进行对比得出结论:胃癌患者与术后患者均表现出胃电节律的异常,术后患者的胃电紊乱现象更为普遍。EGG 检查作为一项无创手段,对于评估术后残胃功能具有重要价值。此外,溃疡性结肠炎患者在疾病缓解期的静息胃肌电活动发生了改变,也提示炎症性肠病患者的胃肌电功能障碍可能与临床症状有关[32]。在对牛奶过敏体质的婴儿中,牛奶可引起严重的胃节律失常和延迟胃排空,反过来又可加重胃排空并诱发反射性呕吐。EGG 和胃排空评估可用于评估婴儿呕吐、胃食管反流和牛奶过敏[33]。除消化系统外,EGG 还广泛应用于内分泌系统、神经系统、呼吸系统、泌尿系统等领域。

4. 前景与展望

EGG 仍有自身不足,EGG 受到呼吸、运动、心脏伪影和其他器官可能的肌电活动的严重污染[34],运动伪影仍然是动态 EGG 记录中的一个问题,并可能严重影响对 EGG 的分析。除尽量在检测时保持安静,移去可能造成影响的物品以外,近年来,兴起的多通道 EGG (M-EGG)可更有效规避伪影的影响[35],以及高分辨 EGG (HR-EGG)更加敏感,可以更准确地帮助人们应用于各种临床诊断,有良好的发展前景,例如, Somarajan 等[36]证实了 M-EGG 与定制 HR-EGG 结合使用可检测儿童功能性恶心的关键病理特征,为患者提供更个性化的诊断和治疗。EGG 应用十分广泛,但仍需要大量的研究数据和结果支持其在临床上应用。相信在未来,EGG 可以成为更重要的临床诊断依据。随着科学技术的不断发展和研究的持续深入,有望进一步提高胃电图检测的准确性和特异性,使其在儿童疾病诊疗领域发挥更为显著的作用。

参考文献

- [1] Yin, J. and Chen, J.D.Z. (2013) Electrogastrography: Methodology, Validation and Applications. *Journal of Neurogastroenterology and Motility*, **19**, 5-17. <https://doi.org/10.5056/jnm.2013.19.1.5>
- [2] Alvarez, W. (1922) The Electrogastrogram and What It Shows. *Journal of the American Medical Association*, **78**, 1116-1119. <https://doi.org/10.1001/jama.1922.02640680020008>
- [3] Sarna, S.K. (1975) Gastrointestinal Electrical Activity: Terminology. *Gastroenterology*, **68**, 1631-1635. [https://doi.org/10.1016/s0016-5085\(75\)80157-0](https://doi.org/10.1016/s0016-5085(75)80157-0)
- [4] 蔡洁, 袁丽萍, 桂明, 胡波, 周其莲. 小儿消化性疾病的胃电图变化及与临床特点和胃镜特征的关联性[J]. 现代生物医学进展, 2020, 20(9): 1695-1698.
- [5] Mounsey, A., Barzin, A. and Rietz, A. (2020) Functional Dyspepsia: Evaluation and Management. *American Family Physician*, **101**, 84-88.
- [6] Talley, N.J. (2017) Functional Dyspepsia: Advances in Diagnosis and Therapy. *Gut and Liver*, **11**, 349-357. <https://doi.org/10.5009/gnl16055>
- [7] 陈洪锁, 年媛媛, 孟宪梅, 王学勤. 功能性消化不良患者胃电图特点[J]. 中国现代医生, 2021, 59(30): 103-105, 110.
- [8] 邓爱芬, 肖满田, 钟婷婷. 儿童功能性消化不良胃动力与胃电图相关研究[J]. 中国妇幼保健, 2016, 31(24): 5372-5374.
- [9] 赵煜, 刘凤林, 甄丽娜, 等. 幽门螺杆菌感染对儿童功能性消化不良胃电参数的影响[J]. 天津医药, 2014, 42(1):

- 20-23.
- [10] 唐红卫, 刘莉, 黄裕新, 等. 功能性消化不良胃电图与胃排空检测的同步研究[J]. 第四军医大学学报, 2003, 24(19): 1783-1786.
 - [11] 刘谦民, 郭荣斌. 儿童功能性消化不良的胃电图改变[C]//中华医学会. 中华医学会 2001 年全国胃电图和胃肠动力研讨会论文摘要集. 北京: 中国医学科学院基础医学研究所, 2001: 55.
 - [12] Alcantara, J. and Anderson, R. (2008) Chiropractic Care of a Pediatric Patient with Symptoms Associated with Gastroesophageal Reflux Disease, Fuss-Cry-Irritability with Sleep Disorder Syndrome and Irritable Infant Syndrome of Musculo-Skeletal Origin. *The Journal of the Canadian Chiropractic Association*, **52**, 248-255.
 - [13] El-Serag, H.B., Richardson, P., Pilgrim, P. and Gilger, M.A. (2007) Determinants of Gastroesophageal Reflux Disease in Adults with a History of Childhood Gastroesophageal Reflux Disease. *Clinical Gastroenterology and Hepatology*, **5**, 696-701. <https://doi.org/10.1016/j.cgh.2007.02.033>
 - [14] 傅宏娜. 儿童胃食管反流病诊断治疗研究进展[J]. 国际儿科学杂志, 2011, 38(5): 458-461.
 - [15] Bhat, S., Varghese, C., Carson, D.A., Hayes, T.C.L., Gharibans, A.A., Andrews, C.N., *et al.* (2021) Gastric Dysrhythmia in Gastroesophageal Reflux Disease: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Esophagus*, **18**, 425-435. <https://doi.org/10.1007/s10388-021-00820-6>
 - [16] 董梅. 小儿胃轻瘫的诊断治疗进展[J]. 实用儿科临床杂志, 2008, 23(19): 1481-1483.
 - [17] 姜亚, 林琳. 胃轻瘫临床诊断和治疗的新进展[J]. 中国全科医学, 2021, 24(15): 1978-1983.
 - [18] 田晗, 吴汉妮. Cajal 间质细胞与糖尿病胃轻瘫[J]. 国外医学(内分泌学分册), 2005, 25(3): 200-202.
 - [19] Shi, X., Chen, Z., Yang, Y. and Yan, S. (2022) Bile Reflux Gastritis: Insights into Pathogenesis, Relevant Factors, Carcinomatous Risk, Diagnosis, and Management. *Gastroenterology Research and Practice*, **2022**, Article ID: 2642551. <https://doi.org/10.1155/2022/2642551>
 - [20] 高静, 季颖娜, 郑伟, 陈娜, 李雪梅, 高慧. 原发性胆汁反流性胃炎患儿胃电图变化及临床意义[J]. 临床军医杂志, 2021, 49(11): 1276-1278.
 - [21] Sawada, A. (2004) Peptic Ulcer in Children. *Japanese Journal of Clinical Medicine*, **62**, 546-550.
 - [22] 王志红, 赵丽菲, 余爱红. 儿童消化性溃疡的临床特征以及胃镜表现分析[J]. 临床消化病杂志, 2022, 34(2): 79-81.
 - [23] 王伟, 刘莉, 王景杰, 等. 胃溃疡与十二指肠溃疡胃电图变化的探讨[J]. 临床消化病杂志, 2007, 19(5): 292-293.
 - [24] 郭丽梅, 黄晓群, 吉兰芳. 胃癌与十二指肠球部溃疡胃电图变化的探讨与应用价值的研究[J]. 中国医药导报, 2011, 8(29): 185-187.
 - [25] Jiao, J., Watt, G.P., Lee, M., Rahbar, M.H., Vatcheva, K.P., Pan, J., *et al.* (2016) Cirrhosis and Advanced Fibrosis in Hispanics in Texas: The Dominant Contribution of Central Obesity. *PLOS ONE*, **11**, e0150978. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0150978>
 - [26] Cordova, J., Jericho, H. and Azzam, R.K. (2016) An Overview of Cirrhosis in Children. *Pediatric Annals*, **45**, e427-e432. <https://doi.org/10.3928/19382359-20161117-01>
 - [27] Usami, A. (1998) Abnormal Gastric Motility in Liver Cirrhosis Roles of Secretin. *Digestive Diseases and Sciences*, **43**, 2392-2397. <https://doi.org/10.1023/a:1026613711375>
 - [28] 龚慷. 肝硬化与胃动力障碍相关研究[D]: [硕士学位论文]. 张家界: 吉首大学, 2019.
 - [29] Fan, Y., Li, Y., Chu, Y., Liu, J., Cui, L. and Zhang, D. (2021) Toll-Like Receptors Recognize Intestinal Microbes in Liver Cirrhosis. *Frontiers in Immunology*, **12**, Article 608498. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2021.608498>
 - [30] 邹标, 刘圣烜, 何嘉怡, 等. 36 例儿童肝硬化病因及临床特征分析[J]. 中国实用儿科杂志, 2022, 37(7): 516-522.
 - [31] 高建茹, 李胜棉, 姚树坤, 等. 胃癌及胃癌术后患者胃电变化[J]. 中国现代医学杂志, 2009, 19(10): 1580-1584.
 - [32] Sharma, P., Makharia, G., Yadav, R., Dwivedi, S.N. and Deepak, K.K. (2015) Gastric Myoelectrical Activity in Patients with Inflammatory Bowel Disease. *Journal of Smooth Muscle Research*, **51**, 50-57. <https://doi.org/10.1540/jsmr.51.50>
 - [33] Somarajan, S., Muszynski, N.D., Olson, J.D., Comstock, A., Russell, A.C., Walker, L.S., *et al.* (2020) The Effect of Chronic Nausea on Gastric Slow Wave Spatiotemporal Dynamics in Children. *Neurogastroenterology & Motility*, **33**, e14035. <https://doi.org/10.1111/nmo.14035>
 - [34] Liang, H., Lin, Z. and McCallum, R.W. (2000) Artifact Reduction in Electrogastrogram Based on Empirical Mode Decomposition Method. *Medical & Biological Engineering & Computing*, **38**, 35-41. <https://doi.org/10.1007/bf02344686>
 - [35] Gharibans, A.A., Smarr, B.L., Kunkel, D.C., Kriegsfeld, L.J., Mousa, H.M. and Coleman, T.P. (2018) Artifact Rejection Methodology Enables Continuous, Noninvasive Measurement of Gastric Myoelectric Activity in Ambulatory Subjects. *Scientific Reports*, **8**, Article No. 5019. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-23302-9>

- [36] Somarajan, S., Muszynski, N.D., Olson, J.D., Russell, A.C., Walker, L.S., Acra, S.A., *et al.* (2022) Multichannel Magnetogastrogram: A Clinical Marker for Pediatric Chronic Nausea. *American Journal of Physiology-Gastrointestinal and Liver Physiology*, **323**, G562-G570. <https://doi.org/10.1152/ajpgi.00158.2022>