

生物电阻抗胃动力检测与评价

任超世, 李章勇, 赵舒

任超世, 李章勇, 重庆邮电大学生物信息学院 重庆市 400065
赵舒, 中国医学科学院、北京协和医学院生物医学工程研究所 天津市 300192

任超世, 重庆邮电大学特聘教授, 中国医学科学院生物医学工程研究所研究员, 北京协和医学院博士生导师, 主要从事生物医学工程、生物信息检测与处理及医学成像等研究工作。

国家自然科学基金资助项目, No. 60471041, No. 60901045
作者贡献分布: 任超世为本文的主要撰写者; 李章勇承担阻抗胃动力检测方法与测量应用部分的撰写; 赵舒负责相关文献的检索与收集整理。

通讯作者: 任超世, 教授, 400065, 重庆市南岸区崇文路2号, 重庆邮电大学生物信息学院. renbme@163.com

电话: 023-62471782

收稿日期: 2009-10-22 修回日期: 2009-11-30

接受日期: 2009-12-07 在线出版日期: 2010-01-08

Use of electrical bioimpedance for gastric motility measurement and evaluation

Chao-Shi Ren, Zhang-Yong Li, Shu Zhao

Chao-Shi Ren, Zhang-Yong Li, College of Bioinformation, Chongqing University of Posts and Telecommunications, Chongqing 400065, China

Shu Zhao, Institute of Biomedical Engineering, Chinese Academy of Medical Sciences & Peking Union Medical College, Tianjin 300192, China

Supported by: National Natural Science Foundation of China, Nos. 60471041 and 60901045

Correspondence to: Professor Chao-Shi Ren, College of Bioinformation, Chongqing University of Posts and Telecommunications, 2 Chongwen Road, Nanan District, Chongqing 400065, China. renbme@163.com

Received: 2009-10-22 Revised: 2009-11-30

Accepted: 2009-12-07 Published online: 2010-01-08

Abstract

Electrical bioimpedance technology is a measurement method to extract biomedical information associated with the physiological and pathological states of human body according to the electrical properties of tissue and organs. It has many outstanding advantages such as noninvasiveness, cheapness, convenience and rich function information. According to the electrical properties of the stomach tissue or the food in the stomach and the characteristics of food digestion, electrical bioimpedance methods permit to extract physiological and pathological information associated with gastric motility, investigate gas-

tric contraction, peristalsis, transmission and emptying, and measure and evaluate gastric motility function noninvasively. In this article, we review the development history of electrical bioimpedance technology and the characteristics of gastric motility impedance signal, and introduce the bioimpedance methods for measurement of gastric motility based on the concept of electrical-mechanical coupling. Besides, we also summarize the application of bioimpedance methods in the basic research of gastric motility, in the measurement of gastric motility in patients with functional dyspepsia, in the evaluation of gastric motility in patients with erosive gastritis, and in the detection and screening of gastric cancer. Moreover, we put forward some suggestions on the future development directions of bioimpedance methods for measurement of gastric motility.

Key Words: Gastric motility; Electrical bioimpedance; Noninvasive measurement; Electrical-mechanical coupling; Clinical application

Ren CS, Li ZY, Zhao S. Use of electrical bioimpedance for gastric motility measurement and evaluation. *Shijie Huaren Xiaohua Zazhi* 2010; 18(1): 1-8

摘要

生物电阻抗技术是一种利用组织与器官的电特性及其变化规律提取与人体生理、病理状况相联系的生物医学信息的检测技术, 具有无创、廉价、方便和功能信息丰富等特点。采用生物阻抗方法, 依据胃组织和胃内食物的电特性及其在消化过程中的变化规律, 可提取与胃动力学状况相对应的生理、病理信息, 研究胃的收缩、蠕动、传导及排空过程, 实现胃动力功能的无创检测与胃运动状况的评价。本文回顾了生物电阻抗胃动力检测方法的发展, 总结了阻抗胃动力信号的特征, 从胃动力电-机复合机制的认识高度介绍了阻抗胃动力检测方法, 综述了阻抗胃动力方法在胃动力基础实验、功能性消化不良患者胃动力检测、胃炎患者的胃动力评价, 以及胃癌检测与普查等方面的应用研究, 提出了阻抗胃动力方法今后的发展方向。

背景资料

胃肠动力学是一门正在迅速发展、多学科交叉的新兴学科。生物电阻抗技术是一种利用组织与器官的电特性及其变化规律提取与人体生理、病理状况相联系的生物医学信息的检测技术, 具有无创、廉价、方便和功能信息丰富等特点。采用生物阻抗方法, 依据消化过程中胃组织的电特性及其变化规律, 可无创提取与胃动力学状况相对应的生理、病理信息, 检测胃的运动状况, 获取胃的收缩、蠕动、传导及排空过程信息, 实现胃动力功能的检测与评价。

同行评议者

张军, 教授, 西安交通大学医学院第二附属医院消化内科

研究前沿
阻抗胃动力测量方法是一种发展中的技术,是胃动力学测量方法的研究前沿。阻抗胃动力测量方法的深入研究要注意提取发生在器质性病变前或疾病早期的功能性变化信息;研究阻抗胃动力信号幅值提取或标定方法,综合应用阻抗胃动力信号的节律与幅值信息;发展多导阻抗胃动力测量技术,提取食物消化过程中沿胃体、胃窦到幽门的运动传播信息;采用EIT技术,以图像方式给出胃动力功能检测与评价结果。

关键词: 胃动力; 生物电阻抗; 无创检测; 电-机复合机制; 临床应用

任超世, 李章勇, 赵舒. 生物电阻抗胃动力检测与评价. 世界华人消化杂志 2010; 18(1): 1-8

<http://www.wjgnet.com/1009-3079/18/1.asp>

0 引言

胃肠动力学是一门正在迅速发展、多学科交叉的新兴学科。长期以来,人们对胃动力功能的研究落后于对胃的内、外分泌功能及胃的形态学的研究,其中一个很重要的原因就是缺乏方便、有效的胃动力学检查手段^[1]。虽然近20年来,人们对胃肠动力生理及胃肠功能紊乱所引起的胃肠动力障碍性疾病的认识有了显著的进步^[2],但是胃动力学检查目前仍缺乏可完整了解胃运动和排空情况的方法以作为诊断常规^[3]。生物电阻抗技术是一种利用组织与器官的电特性及其变化规律提取与人体生理、病理状况相联系的生物医学信息的检测技术,具有无创、廉价、方便和功能信息丰富等特点^[4,5]。依据胃组织的电特性及其在消化过程中的变化规律,可采用生物阻抗技术提取与胃动力学状况相对应的生理、病理信息,无创、连续地检测胃的运动状况,完整获取胃的收缩、蠕动、传导及排空过程信息,实现胃动力功能的检测与评价^[6,7]。

1 生物电阻抗方法回顾

Sutton等^[8]于1985年报道了采用阻抗方法提取胃运动信号的研究工作,获得了反映胃排空过程的曲线,并从中提取到与胃收缩节律相一致的,每分2-4次的胃蠕动信息。随后还将阻抗法测得的胃排空时间与通过染料稀释法得到的结果进行了比较,认为上腹阻抗法能反映胃内容物变化及排空过程。他们还对食物电导率和胃酸变化所导致的影响进行了实验,并观察到在服用胃复安后,阻抗法记录的平均半排空时间显著降低。

Familoni等^[9]于1987年将阻抗方法和胃电图(electrogastrogram, EGG)测量结合以获得胃电活动(gastric electrical activity, GEA)和胃收缩的信息,他们采用了有限圆柱近似模型,并进行了三维功率谱计算和相关性分析。结果表明,只要合理放置电极就可以通过阻抗方法无创伤检测胃电和胃收缩活动信息,而且可以通过EGG波形的分析获得胃内电活动的运动方向。

Kothapalli^[10]在1992年建立了一个腹部三维

模型以研究胃部阻抗信号变化相关因素的贡献,分析了当电流激励电极和电压检测电极位于不同位置时,胃阻抗信号与食物容量、试餐电阻率和胃收缩运动的关系。对于高电阻率(100 k Ω)试餐,阻抗信号幅值随胃容量增加而增加;对低电阻率(100 Ω)试餐,则随胃容量增加而减小。电极安放位置对于胃阻抗信号的检测至关重要,当测量电极接近激励电极时,胃阻抗信号与胃容量间的线性关系较好,如果测量电极远离激励电极,则这种线性关系变差。但是对于一个相当范围的电极位置,胃阻抗信号的变化与胃容量成良好的线性关系。

较早的阻抗法胃动力研究多集中在胃排空及其影响因素上。1997年, Murphy等^[11]进行了电阻抗法胃排空药物影响实验,比较了镇痛药盐酸曲马朵和吗啡对人体胃排空的影响。Sutton等^[12]将电阻抗法用于胃肠道平滑肌解痉药物奥替溴铵(otilonium bromide)的临床病理学研究。1999年 Nakae等^[13]采用阻抗法研究了老人及胃的脂解作用对液体餐中脂肪的排空情况,表明脂类食物增加老年人的胃排空延迟,以及服用脂肪酶会加速脂类食物排空的结果。2001年 Chaw等^[14]研究了胃内pH值变化对液体排空的影响。2003年 Giouvanoudi等报道了不同导电性试餐以及胃酸分泌对阻抗法胃排空的影响^[15]。2004年 Zentilin等对食管内阻抗方法测定食管反流进行了综述^[16]。2006年 Soulsby等进行了连续鼻饲条件下的阻抗法胃排空与闪烁扫描法的对照实验^[17]。2006年 Garay等以老鼠为实验对象,采用阻抗方法测量了近端胃的扩张状态^[18]。2007年 Beltrán等采用阻抗谱方法监测由于灌注不足和缺血引起的胃黏膜损伤^[19]。2008年 Giouvanoudi等进行阻抗法定量测定胃酸的研究^[20]。2009年 Chen等采用阻抗方法研究食管的运动功能,测量了食管远、近端的运动差异^[21]。

虽然 Sutton等在1985年就报道了采用阻抗法可提取每分钟2-4次的胃蠕动信息。但是直到1991年才有了采用阻抗方法获取胃运动波形的报道, Chen等^[22,23]给出了反映胃运动的阻抗信号,此后还出现了一些在此基础上研发的检测仪器。但是限于简单滤波方法,所获得的胃运动信号基本上都是较好的正弦波,难于与正常和非正常临床病例对应。赵瑞珍等^[24]2000年采用小波变换的方法对胃电信号进行低通或带通滤波,可分辨出胃运动的三相特征。张锋等^[25]2001年采用等波动

法设计的线性相位有限冲击响应(FIR)数字滤波器提取胃阻抗信号. Li等^[26]于2007年经小波多分辨分析(multi-resolution analysis, MRA)从体表胃阻抗混合信号中分离出反映胃运动的信号, 并报道了采用阻抗胃动力方法检测功能性消化不良患者和某些药物对胃动力影响的研究工作^[27]. 2009年Franco等将快速傅里叶变换(fast fourier transform, FFT)用于胃运动的评价^[28], 报道了11例健康人空腹和餐后的测量结果.

2 阻抗胃动力信号特征

采用生物电阻抗方法从人体上腹体表采集到的阻抗胃动力信号往往是多信号的混合, 胃动力信号的正确分离与处理难度较大. 胃动力信号具有每分钟3次的频率特征^[29]. 鉴于呼吸节律约为每分钟12次, 与胃的运动较为接近, 同属于超低频范围, 且其幅度还可能远大于胃运动信号, 呼吸干扰的排除一直是阻抗胃动力信息提取的关键技术之一. 通常的低通滤波电路可较好地排除混合信号中排除高频噪声和心动影响等, 但要采用低通或窄的带通滤波等简单方法有效分离呼吸干扰, 效果较差, 一些高阶有源低通滤波电路通常也难以获得满意的结果^[30].

胃动力阻抗信号是采用无损伤生物电阻抗方法从人体上腹体表采集的, 他反映了腹内胃的运动, 但不是胃运动的直接定量测量. 阻抗胃动力信号的幅值反映腹内胃运动的相对变化, 不具有绝对、定量测量结果的意义. 相比之下, 阻抗胃动力信号节律性特征及其变化规律的分析 and 研究更具有重要的意义^[31].

阻抗胃动力信号表征胃的运动状况, 其节律性特征与反映胃电活动的EGG相近. 一些用于EGG处理的有效方法可被借鉴, 用于胃运动阻抗信号的处理^[6]. 如频谱与能谱分析, 动态或运行谱测量, 时域和频域的变异性参数等^[32,33].

3 胃动力电-机复合机制

胃的收缩是发生在平滑肌细胞膜表面的肌电活动的机械性表现, 他由胃平滑肌的电活动开始, 引发胃体、胃窦收缩并向远端的幽门传播^[1], 是一个从电活动开始, 到胃的机械收缩、蠕动, 传导的复杂过程. 他遵从电活动的节律, 也取决于传导性收缩的幅度、收缩时限、方向以及传导距离等因素的影响^[2]. 胃动力是一个复杂的电-机复合过程, 必须从电-机复合机制的高度认识和研究胃动力检测和评价方法.

在胃的蠕动性收缩中, 肌电电流流经所累及的肌肉. 这些电流能触发胃的收缩, 但并不一定伴随收缩. 已观察到两种胃的肌电活动: 慢波和锋电位. 锋电位直接与窦部收缩有关. 当慢波伴发锋电位, 胃窦就发生收缩. 因为锋电位只能发生在慢波时相上, 所以胃收缩的节律由胃慢波的频率决定^[2]. 体表记录的胃电信号和EGG, 反映了胃部不同区域肌电活动的总和. EGG可精确地测量胃慢波, 可用于胃收缩节律性的研究, 但是他不直接对应于胃的运动, 他与胃收缩或运动状态的关联性不强.

胃是比较容易提取阻抗信号的人体器官之一. 当食物摄入后, 胃容积逐渐增加、变大. 在食物消化期间, 胃的收缩和胃体运动, 以及胃内食物状态的变化等都将导致胃组织电特性的明显改变. 采用生物电阻抗技术, 依据消化过程中胃阻抗特性及其变化, 可有效地提取反映胃容积(胃排空)和胃动力(胃的收缩和胃体运动)状况的信息^[6,7]. 消化过程中胃组织的电特性及其变化与胃的运动规律直接对应, 可用于胃动力功能检测与评价.

EGG反映胃电活动的节律性, 胃阻抗信号直接与胃的运动状态相关, 将EGG和阻抗胃动力检测有机地结合, 依据胃电活动与机械收缩的耦联, 进行多信号相关分析, 就可以实现胃动力电-机复合过程研究, 建立有效的胃动力功能无损伤检测和评价新方法.

4 阻抗胃动力检测方法

阻抗胃动力检测包括胃排空和胃运动的检测. 图1为Li等^[26,27]2007年报道的阻抗胃动力检测装置方框图. 检测系统由正弦信号发生器、恒流源、电极(I_1 , I_2 , V_1 , V_2)、前置放大器、解调滤波电路、数据采集单元和上位PC机构成. 恒流源提供的50 kHz, 2 mA交流测量电流经激励电极 I_1 , I_2 进入人体; 由测量电极 V_1 , V_2 获取的阻抗信号经前置放大, 解调滤波后与同步检测的EGG信号一起送入数据采集系统进行A/D转换及数字化处理; 然后进入上位机, 由专用软件完成胃动力和EGG信息提取、分析, 计算, 胃排空与阻抗胃动力谱测量等^[34].

为同时获取胃排空和胃运动信息, 该检测方法采用了24位A/D变换构成的高精度, 全通路直流耦合的全数据采集模式, 以保证完整、可靠的信号采集. 由人体体表采集的阻抗信号是一种多信号的混合^[35], 不仅有反映胃收缩、排空的

创新盘点
胃动力是一个从电活动开始, 到机械收缩、胃体蠕动、传导的过程. 胃动力学的发展应从电-机复合机制的高度认识和研究胃动力检测和评价方法. 将阻抗胃动力检测与同步EGG信号结合, 考虑胃电活动与机械收缩的耦联, 向多通道测量、多信号相关分析发展, 将建立全新的胃动力学检测和评价方法.

应用要点

阻抗胃动力测量方法是一种无损伤技术,能较好地反映胃的运动和胃内食物状态的变化,显示了很好的应用和发展前景。作为一种发展中的技术,目前的一些临床应用研究还是初步的,进一步扩展和继续深化临床实验研究十分重要。通过多病种、大样本的临床实验和数据积累才能建立合理的诊断判据,提高应用效果,改进和完善检测方法。

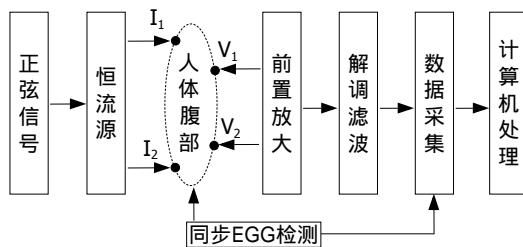


图1 阻抗胃动力检测装置框图。

胃动力信息,还同时包含了阻抗血流和呼吸等成分以及其他干扰。这一混合信号可直接用于胃排空测量^[36]。为获取胃运动信息,他们借助小波变换,从混合阻抗信号中分离出生理节律约为每分钟3次的胃运动信号(图2),再经时域和频域分析手段进一步处理后,进行胃动力谱检测与评价。

小波变换是一种有效的时域-频域分析方法。李章勇等^[37]的研究工作表明,采用Daubechies小波变换序列从包含呼吸和血流的阻抗混合信号中分离胃运动信号是可行和成功的。

5 阻抗胃动力测量应用研究

阻抗胃动力检测方法是一种发展中的方法。目前见到的一些临床应用研究虽然还只是初步的,但却已经显示了其良好的发展和临床应用前景。图3为典型的健康人阻抗胃动力信号与谱分析结果^[37]。该结果的胃动力信号动态谱显示受试者的胃动力信号主频集中在2-4 cpm附近。

5.1 胃动力基础验证实验

5.1.1 液体胃排空检测:完整的胃排空时间较长,而且排空时间的终点往往难以确定,临床上通常以半排空时间(GET/2)进行胃排空功能的量度。李章勇等报道了采用阻抗法对健康学生进行液体胃排空检测的基础验证实验^[35]。试验餐为纯净水400 mL,电导率 $\sigma \leq 0.2 \text{ mScm}^{-1}$,水温 37°C 。24例健康学生纯净水的半排空时间均值为8.78 min,方差1.76。为了研究不同电导率试餐液对液体胃排空的影响,还进行了以葡萄糖和不同浓度生理盐水为试餐的排空实验研究。并依据实验结果建议在采用阻抗法研究液体胃排空时应该选用电导率相对较低、刺激小、无营养的液体作为试餐^[36]。

5.1.2 餐前后胃动力对照实验:图4为28例健康学生和教师进行的餐前、餐后胃动力对照实验结果^[37]。试餐为200 mL牛奶加100 g面包。餐前先采集空腹信号约15 min,然后进餐,采集餐后胃动力信号40-60 min。结果表明,空腹时胃运动的节

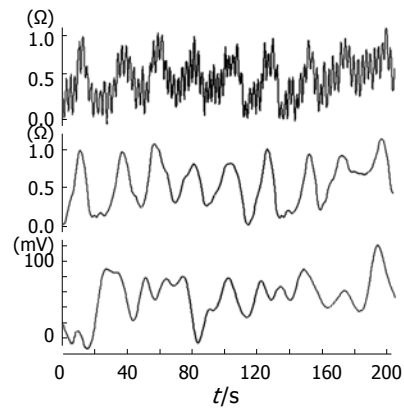


图2 胃运动信号。阻抗混合信号(上);分离出的胃运动(中)及同步EGG信号(下)。

律性不强,进食后节律性明显增加,表明了餐后胃动力增强的状态变化。

5.1.3 不同时段胃动力对照实验:为观察不同消化时段的胃动力变化情况,李章勇等对同一受试者于9:00空腹和15:00,分别进行了阻抗法胃动力检测对照实验^[37]。研究结果显示,2-4 cpm收缩节律比和2-4 cpm功率比,在下午时段比在上午明显增加。主频变异系数则在下午时段比上午降低,表明了餐后的下午时段比空腹时的胃动力更活跃。但这两个时刻的主频功率输出,即主频下功率变异系数并没有发现显著性改变($P>0.5$)。

5.1.4 药物对胃动力影响实验:为评价阻抗胃动力检测方法用于药物影响实验的效果,李章勇等选择临床药效明确的威地美-铝碳酸镁片(中和胃酸)和吗丁啉(促进胃动力)以观察其对胃动力各相关参数的影响^[28]。检测结果如图5所示。在威地美-铝碳酸镁片实验中(图5A),表征胃酸水平的基础阻抗值在服药后明显升高(5.15-5.36 Ω),而表征胃动力状况的阻抗胃动力频谱在服药前后并没有发生规律性变化。提示威地美-铝碳酸镁片的作用在于中和胃酸,他仅影响胃内酸碱环境,对胃动力没有影响。相比之下,服用吗丁啉后(图5B),胃动力的基础阻抗值变化不大(5.40-5.30 Ω),而表征胃动力的频谱则明显趋于规律化。这一结果与吗丁啉促进胃动力的功效相吻合。

5.2 功能性消化不良患者胃动力检测 刘纯伦等^[38],李章勇等^[39],方晓杰等^[40]分别报道了采用阻抗方法进行功能性消化不良(functional dyspepsia, FD)患者胃动力检测的初步结果。他们分别对健康志愿者和FD患者在治疗前、后的胃动力状况进行了对比实验。研究结果显示,FD

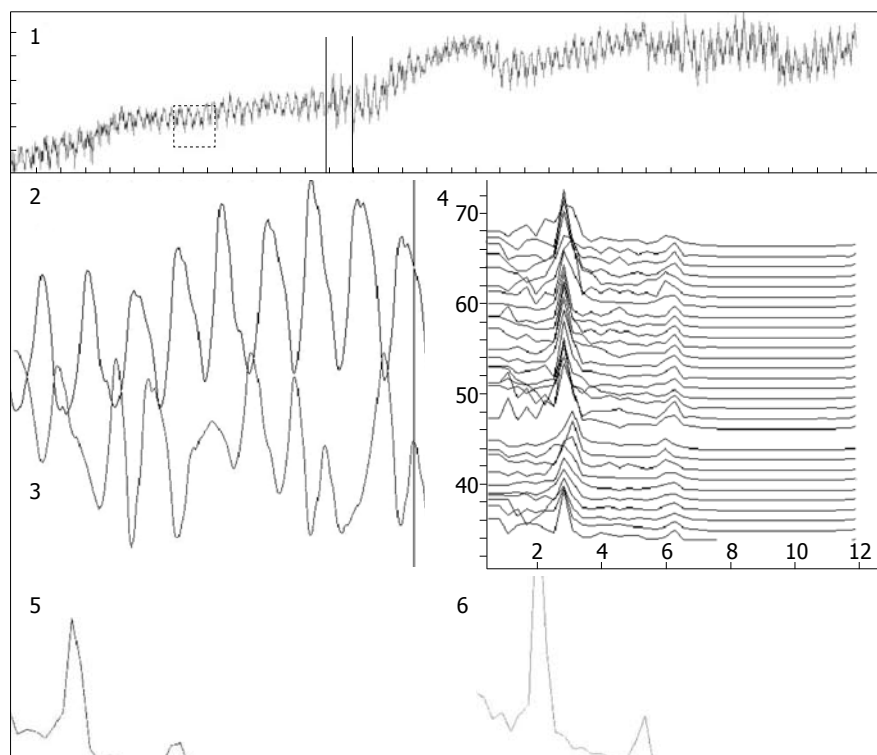


图 3 典型的健康人阻抗胃动力信号与谱分析结果. 1: 原始混合信号; 2: 提取的胃动力信号; 3: 同步EGG; 4: 胃动力信号动态谱; 5-6: 餐前、后阻抗胃动力总功率谱.

名词解释
电阻抗断层成像技术(EIT): 一种以人体组织电特性(阻抗)及其变化为目标的新兴医学成像技术, 具有功能成像, 无损伤和实现医学图像监护三大突出优势. EIT通过配置于人体体表的电极阵列, 外加激励电流, 测量其产生的边界电压值, 经图像重建算法给出位于电极位置平面的人体组织与器官的电特性分布图像. EIT依据人体组织与器官的电特性, 可望提取在细胞层次上发生的、与人体生理、病理状态相联系的前瞻性或早期病变信息, 具有诱人的应用前景.

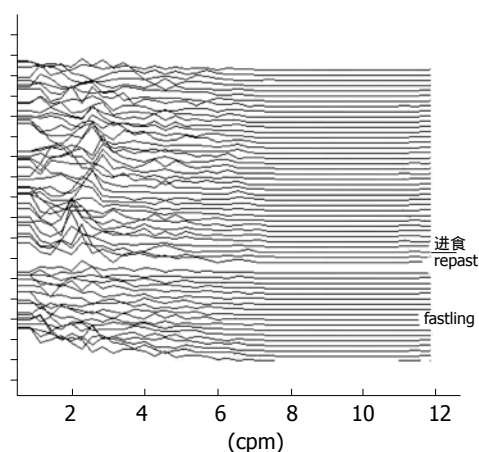


图 4 餐前、餐后阻抗胃动力频谱变化.

患者的胃运动正常节律百分比明显小于健康志愿者, 节律变异系数则大于健康志愿者. 两组的正常胃运动功率百分比和功率变异系数也存在相似的明显差别. 提示FD患者胃动力节律性差, 能量不足. 这一结果与消化生理和病理学的解释相符合. 图6, 图7分别为FD患者治疗前和经1 wk治疗后的EGG和阻抗胃动力动态谱, 每条谱线时间间隔为1 min. 图6显示患者的EGG在经1 wk治疗后, 其EGG信号的节律性已处于3-4 cpm, 表明该患者的胃电活动回归到正常. 相比之下, 经1 wk治疗后, 患者的阻抗胃动力信号变化不大(图7), 但在继续经2 wk治疗后已出现好转. 提示胃运动节律的恢复滞后于EGG.

5.3 胃炎患者的胃动力评价 阳家长等^[41], 刘圣蓉等^[42]采用生物阻抗方法和同步胃电测量相结合进行了胃炎患者与正常人群的胃动力评价. 研究表明, 与正常人群相比, 糜烂性胃炎患者的胃动力参数具有显著性差异, 其中正常运动节律显著性降低, 表明胃运动能力减弱; 变异系数明显增大, 表明糜烂性胃炎患者的胃蠕动更加紊乱. 经1 wk治疗后, 糜烂性胃炎患者的EGG正常频段(2-4 cpm)功率增加, 非正常频段(0-2 cpm, 和>4 cpm)功率下降. 虽然这一结果还不具有统计显著性, 但是其功率和频率变异系数的降低却具有统计显著性, 明显地表现出治疗后患者EGG趋于规律性和稳定, 患者EGG电节律得到改善. 相比之下, 阻抗胃动力参数结果显示, 治疗前、后患者各频段的胃动力信号功率比值还没有变化, 变异系数虽表现出减小的趋势, 但不具有统计显著性. 这一实验结果提示, EGG受到神经体液调控更加敏感, 用药1 wk后虽可见其节律性的恢复, 但此时胃电活动的恢复机制可能还没有耦合到机械收缩过程, 因而反映胃运动信息的阻抗胃动力参数还没有表现出有意义的统计性变化. 另一方面, 经1 wk治疗后, 患者主观感受虽有所缓解, 但其主要症状并没有全面解除, 这也从另一角度表明患者的胃动力没有明显改善, 还需要继续治疗.

5.4 胃癌患者胃动力检测 为探讨阻抗胃动力检

同行评价
生物电阻抗技术在食管和胃功能研究方面近几年发展较快, 本文选题较好, 语言流畅, 参考文献引用恰当, 具有可读性。

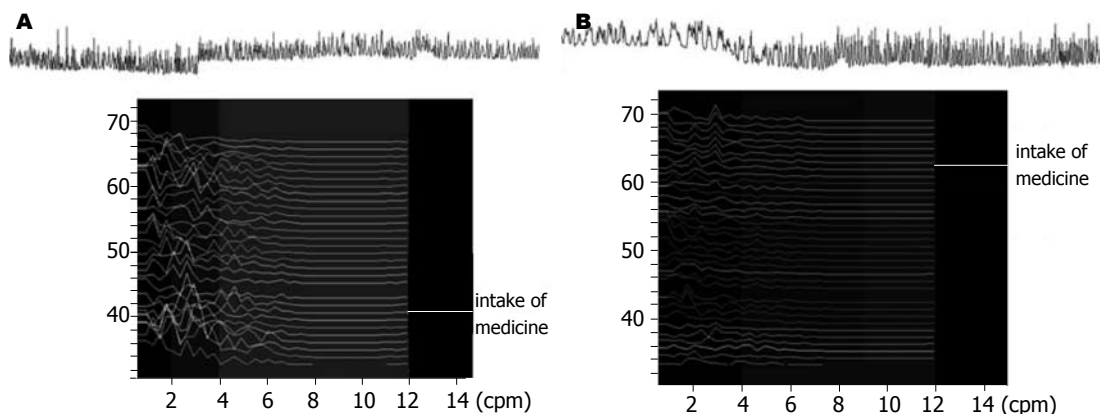


图 5 药物对胃动力影响. A: 威地美片; B: 吗丁啉.

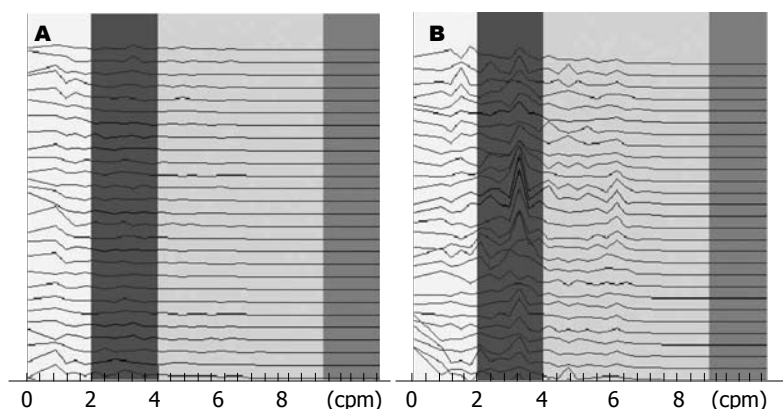


图 6 EGG动态谱. A: 治疗前; B: 经1 wk治疗.

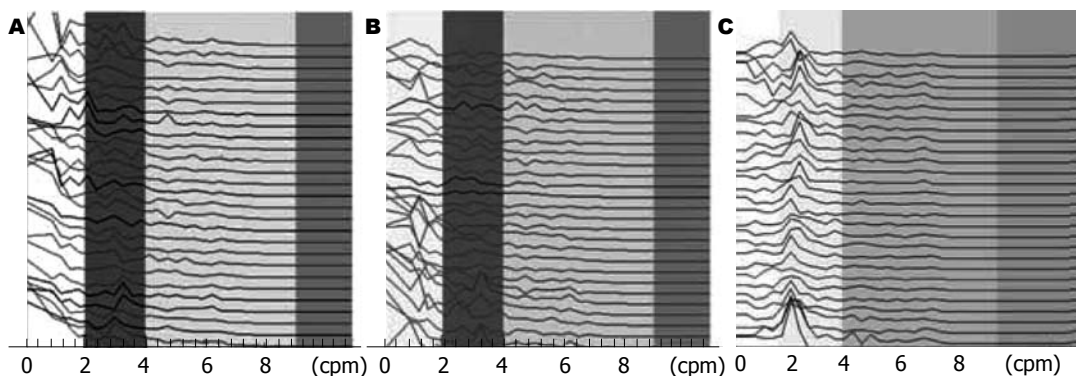


图 7 阻抗胃动力信号动态谱. A: 治疗前; B: 经1 wk治疗; C: 经2 wk治疗.

测方法用于胃癌患者胃动力辅助诊断和在胃癌普查中的价值. 罗伟生等^[43]进行了胃癌, 胃溃疡, 胃炎患者和健康人的阻抗胃动力检测研究. 其统计结果显示, 胃癌患者胃动力信号的单峰轨迹(即胃动力频谱图轨迹中只出现一个明显的“主峰”, 其他皆未能超过主峰高度的2/5)出现率显著高于胃溃疡组、胃炎组和健康组 ($P < 0.01$). 表明胃癌, 胃溃疡及慢性胃炎患者均存在明显的胃动力低下. 他们还以胃癌患者阻抗胃动力检测的特异性参数为依据, 试验性地诊断了28例胃癌患者^[44], 经电子胃镜检查及病

理活检后, 证实其中胃癌13例, 其他为十二指肠球部溃疡9例, 胃溃疡5例, 慢性胃炎1例. 该研究认为采用阻抗方法用于开展胃癌胃动力学研究的意义不仅在于补充有关胃癌的病理变化及表现的认识, 更重要的是找出胃癌胃动力学的特异性表现, 以期能辅助诊断胃癌, 尤其是早期胃癌.

鉴于目前胃癌的确诊仍主要靠电子胃镜及活检等病理学检查, 缺乏简便易行, 可用于大面积筛查和早期发现的检测手段. 阻抗胃动力检测作为一种无创伤、费用低廉的方法, 可从电

-机耦合的高度提取胃动力功能信息, 研究胃动力机制. 如果深入其方法学研究, 注意提取发生在胃癌器质性病变前或早期的功能性变化信息, 将具有广阔的临床应用发展前景.

6 结论

阻抗胃动力检测方法可提取直接反映胃运动状况的信息, 用于检测食物随消化过程中胃的收缩、蠕动和排空变化, 评价不同生理与病理条件下的胃动力状态, 是一种无损伤、方便、有效的方法. 其与EGG检测相结合, 可从电-机耦合的高度深入研究胃动力机制. 已经显示了很好的临床应用和发展前景. 阻抗胃动力检测方法的进一步深化和发展应深入研究体表测量的信号幅值与腹内胃运动的定量关系, 应用阻抗胃动力信号的节律与幅值信息. 应发展多导阻抗测量技术, 提取食物消化过程中沿胃体, 胃窦到幽门的运动传播信息, 研究其时相关系, 提高胃动力检测和评价水平. 电阻抗断层成像(electrical impedance tomography, EIT)是继形态、结构成像之后, 于近30年发展起来的新一代医学成像技术, 具有功能成像, 无损伤和医学图像监护三大突出优势. 胃的收缩和蠕动节律约为每分钟3次, 对EIT系统的实时性要求不高, 有利于EIT测量系统的构建^[45]. 在胃的活动期, 特别在食物消化期, 由于胃的收缩和运动, 其形态、体积及内容物组成情况改变较大, 相应的电特性变化非常明显. 采用EIT技术将以图像方式提取与胃动力学状况相对应的电特性及其变化信息, 显示胃的收缩、蠕动及排空过程, 给出胃动力功能检测与评价结果^[46]. 将为胃动力学基础研究与临床应用提供一种全新的无损伤图像检测手段.

7 参考文献

- 周吕, 柯美云. 神经胃肠病学与动力基础与临床. 第1版. 北京: 科学出版社, 2005: 10
- 周吕, 柯美云. 肠胃动力学: 基础与临床. 第1版. 北京: 科学出版社, 1999: 279-476
- 马文 M 舒斯特. 舒斯特胃肠动力学. 第1版. 上海: 上海科学技术文献出版社, 2003: 130-196
- 任超世. 生物电阻抗测量技术. 中国医疗器械信息 2004; 10: 21-25
- 任超世. 医学电阻抗技术与临床. 世界医疗器械 2003; 9: 50-53
- 赵舒, 任超世. 无创检测与评价胃动力功能-生物电阻抗方法. 世界华人消化杂志 2006; 14: 465-469
- 赵舒, 任超世. 生物电阻抗法检测胃动力功能. 国际生物医学工程杂志 2005; 29: 92-95
- Sutton JA, Thompson S, Sobnack R. Measurement of gastric emptying rates by radioactive isotope scanning and epigastric impedance. *Lancet* 1985; 1: 898-900
- Familoni BO, Kingma YJ, Bowes KL. Noninvasive assessment of human gastric motor function. *IEEE Trans Biomed Eng* 1987; 34: 30-36
- Kothapalli B. Origin of changes in the epigastric impedance signal as determined by a three-dimensional model. *IEEE Trans Biomed Eng* 1992; 39: 1005-1010
- Murphy DB, Sutton A, Prescott LF, Murphy MB. A comparison of the effects of tramadol and morphine on gastric emptying in man. *Anaesthesia* 1997; 52: 1224-1229
- Sutton JA, Kilminster SG, Mould GP. The clinical pharmacology of single doses of otilonium bromide in healthy volunteers. *Eur J Clin Pharmacol* 1997; 52: 365-369
- Nakae Y, Onouchi H, Kagaya M, Kondo T. Effects of aging and gastric lipolysis on gastric emptying of lipid in liquid meal. *J Gastroenterol* 1999; 34: 445-449
- Chaw CS, Yazaki E, Evans DF. The effect of pH change on the gastric emptying of liquids measured by electrical impedance tomography and pH-sensitive radiotelemetry capsule. *Int J Pharm* 2001; 227: 167-175
- Giouvanoudi A, Amaee WB, Sutton JA, Horton P, Morton R, Hall W, Morgan L, Freedman MR, Spyrou NM. Physiological interpretation of electrical impedance epigastrogaphy measurements. *Physiol Meas* 2003; 24: 45-55
- Zentilin P, Dulbecco P, Savarino E, Giannini E, Savarino V. Combined multichannel intraluminal impedance and pH-metry: a novel technique to improve detection of gastro-oesophageal reflux literature review. *Dig Liver Dis* 2004; 36: 565-569
- Soulsby CT, Khela M, Yazaki E, Evans DF, Hennessy E, Powell-Tuck J. Measurements of gastric emptying during continuous nasogastric infusion of liquid feed: electric impedance tomography versus gamma scintigraphy. *Clin Nutr* 2006; 25: 671-680
- Garay L, Ramos EG, Cardiel E, Muñoz R, Hernández PR. In vivo and in situ measurement of electrical impedance for determination of distention in proximal stomach of rats. *Med Eng Phys* 2006; 28: 648-655
- Beltrán NE, de Folter JJ, Godínez MM, Díaz U, Sacristán E. Algorithm for characteristic parameter estimation of gastric impedance spectra in humans. *Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc* 2007; 2007: 4131-4134
- Giouvanoudi AC, Spyrou NM. Epigastric electrical impedance for the quantitative determination of the gastric acidity. *Physiol Meas* 2008; 29: 1305-1317
- Chen CL, Cook IJ. Proximal versus distal oesophageal motility as assessed by combined impedance and manometry. *Dig Liver Dis* 2009; 41: 104-109
- Chen RX, Wan DR. Further investigation of reliability on impedance gastrograph for continuous measurement of human gastric contractile activity. *Proceedings of the 8th international conference on electrical bio-impedance*, Kupio, Finland, 1992: 151-152
- Chen RX, Wan DR. Abnormal impedance gastrogram and upper gastrointestinal symptom. *Medical & Biological Engineering & computing* 1991; 29(suppl): 14-15
- 赵瑞珍, 郑建勇, 宋国乡. 小波变换方法检测胃动力.

- 第四军医大学学报 2001; 22: 1700-1703
- 25 张锋, 蒋大宗. 以阻抗法实现胃运动功能的测量. 中国医疗器械杂志 2001; 25: 209-212
- 26 Li ZY, Sha H, Wang Y, Zhao , Wang W, Ren CS. A new approach of gastric motility measurement and evaluation by bioimpedance, Proceedings of 13th International Conference on Electrical Bioimpedance and the 8th Conference on Electrical Impedance Tomography ICEBI 2007, August 29th - September 2nd 2007, Graz, Austria: 691-694
- 27 Li Z, Ren C. Gastric motility measurement and evaluation of functional dyspepsia by a bio-impedance method. *Physiol Meas* 2008; 29: S373-S382
- 28 Huerta-Franco R, Vargas-Luna M, Hernandez E, Capaccione K, Cordova T. Use of short-term bio-impedance for gastric motility assessment. *Med Eng Phys* 2009; 31: 770-774
- 29 姚泰. 生理学. 第6版. 北京: 人民卫生出版社, 2003: 20-30
- 30 Li Z, Ren C, Sha H. Wavelet transform to extract bio-impedance gastric motility information. Proceedings of the 2nd international conference on complex systems and applications—modeling, control and simulations, Hanlin, Jinan, China, June 8-10, 2007: 1237-1241
- 31 王伟, 李章勇, 任超世. 小波变换和阻抗技术在胃动力研究中的应用. 中国组织工程研究与临床康复 2007; 11: 2434-2436
- 32 王伟, 李章勇. 基于阻抗法的胃动力信息检测系统设计. 中国医学物理学杂志 2006; 23: 437-439
- 33 贺中华, 李章勇, 王伟. 基于AduC834的胃运动阻抗信号采集系统的设计. 重庆邮电大学学报(自然科学版) 2007; 19: 185-187
- 34 李章勇, 任超世, 沙洪, 王伟. 基于AduC834的生物阻抗胃动力信号采集方法. 自动化与仪表 2007; 22: 13-16
- 35 李章勇, 沙洪, 赵舒, 王妍, 任超世. 采用电阻抗方法测量液体胃排空. 中国医疗器械杂志 2008; 32: 253-256
- 36 李章勇, 沙洪, 赵舒, 王妍, 任超世. 生物电阻抗方法测量液体胃排空研究. 中国组织工程研究与临床康复 2008; 12: 2477-2480
- 37 李章勇, 赵舒, 王妍, 沙洪, 任超世. 电阻抗胃动力信息检测与处理方法研究. 中国组织工程研究与临床康复 2008; 12: 647-650
- 38 刘纯伦, 李章勇, 方晓杰, 王伟, 任超世, 潘敏. 功能性消化不良患者胃动力检测初步探讨. 中国医学物理学杂志 2008; 25: 657-659
- 39 李章勇, 任超世. 阻抗胃动力检测方法与功能性消化不良评价. 中国生物医学工程学报 2009; 28: 372-376
- 40 方晓杰, 刘纯伦, 李章勇, 周旭春, 王丕龙, 任超世. 生物阻抗技术评价多潘立酮对功能性消化不良胃动力的影响. 中国实用内科杂志 2009; 29: 333-335
- 41 阳家长, 李章勇, 刘纯伦, 方晓杰. 生物阻抗方法评价糜烂性胃炎患者胃动力. 重庆医学 2009; 38: 1356-1358
- 42 刘圣蓉, 李章勇, 任超世, 刘纯伦, 方晓杰. 胃炎患者的胃动力功能评价. 中国医学物理学杂志 2009; 26: 1224-1227
- 43 罗伟生, 唐梅文, 黄勇华, 李桂贤, 陈国忠, 何振华, 梁雪, 姚春. 阻抗式胃动力检查在胃癌普查中的应用价值. 浙江中西医结合杂志 2005; 15: 277-279
- 44 罗伟生, 唐梅文, 黄勇华, 李桂贤, 陈国忠. 胃癌患者阻抗式胃动力特点. 中国中西医结合消化杂志 2005; 13: 161-163
- 45 任超世, 赵舒, 王妍. 生物电阻抗断层成像与胃排空和胃动力检测. 世界华人消化杂志 2008; 16: 799-805
- 46 Holder DS. Electrical impedance tomography: methods, history and applications. London: IOP Publishing Ltd, 2005: 135-155

编辑 李军亮 电编 吴鹏朕

ISSN 1009-3079 CN 14-1260/R 2010年版权归世界华人消化杂志

• 消息 •

《2009年版中国科技期刊引证报告》(核心版)发布 《世界华人消化杂志》2008年影响因子 0.547

本刊讯 中国科学技术信息研究所发布2008年《世界华人消化杂志》的总被引频次为2 480, 位居1 868种中国科技论文统计源期刊的第100位, 41种内科学类期刊的第6位. 2008年《世界华人消化杂志》的影响因子为0.547, 41种内科学类期刊的第17位. 大家最为关注的是《2009年版中国科技期刊引证报告》(核心版)中新增加一个综合评价指标, 即综合评价总分, 该指标根据科学计量学原理, 系统性地综合考虑被评价期刊的各影响力指标(总被引频次、影响因子、他引率、基金论文比、引文率等)在其所在学科中的相对位置, 并按照一定的权重系数将这些指标进行综合集成, 对期刊进行综合评价. 《世界华人消化杂志》总分为49.5, 在41种内科学类期刊中排名第8位, 在1 868种中国科技期刊排名第341位. (编辑部主任: 李军亮 2010-01-08)