

# 诱发电位在功能性肠病研究中的价值

张琼, 倪敏, 周惠芬, 丁曙晴, 樊志敏

## ■背景资料

近年来随着神经胃肠学的发展, “脑-肠轴”、“脑肠互动”相继被提出, 脑-肠轴在功能性肠病诊治中的作用有待进一步证实和深入。

张琼, 南京中医药大学第一临床医学院 江苏省南京市 210029

倪敏, 周惠芬, 丁曙晴, 樊志敏, 南京中医药大学第三附属医院肛肠科 江苏省南京市 210001

张琼, 在读研究生, 主要从事肛肠疾病方面的学习和研究。

2012江苏省自然科学基金资助项目, No. 2012省-153

2011南京市医学科技发展基金资助项目, No. QYK11134

作者贡献分布: 文献查阅、分析及论文写作由张琼、倪敏、周惠芬及丁曙晴完成; 樊志敏审校。

通讯作者: 樊志敏, 主任中医师, 硕士生导师, 210001, 江苏省南京市秦淮区金陵路1号, 南京中医药大学第三附属医院肛肠科。fanzm711@163.com

电话: 025-52276501

收稿日期: 2013-10-23 修回日期: 2013-11-14

接受日期: 2013-11-27 在线出版日期: 2014-01-18

## Value of evoked potential in study of functional bowel disorders

Qiong Zhang, Min Ni, Hui-Fen Zhou, Shu-Qing Ding, Zhi-Min Fan

Qiong Zhang, Department of TCM Surgery, the First School of Clinical Medicine, Nanjing University of Chinese Medicine, Nanjing 210029, Jiangsu Province, China

Min Ni, Hui-Fen Zhou, Shu-Qing Ding, Zhi-Min Fan, National Medical Center for Colorectal Disease, the Third Affiliated Hospital of Nanjing University of Chinese Medicine, Nanjing 210001, Jiangsu Province, China

Supported by: the Natural Science Foundation of Jiangsu Province, No. 2012-153; and the Nanjing Medical Science and Technology Development Foundation, No. QYK11134

Correspondence to: Zhi-Min Fan, Chief TCM Physician, Department of Anorectal Surgery, Nanjing Hospital of Traditional Chinese Medicine, 1 Jinling Road, Qinhuai District, Nanjing 210001, Jiangsu Province, China. fanzm711@163.com

Received: 2013-10-23 Revised: 2013-11-14

Accepted: 2013-11-27 Published online: 2014-01-18

## Abstract

In recent years, the development of neurogastroenterology and the application of neurophysiologic examinations have gradually revealed the association of gastrointestinal activity with cortical activity through the efferent and afferent pathways. The state of nerve conduction pathway between the brain and gastrointestinal tract is closely related with specific functions of the anus and rectum. Scholars have put forward the "brain gut axis" and "brain gut interaction" theories to explain the bidirectional interaction

between the gastrointestinal tract and central nervous system. Evoked potentials have an important role in the diagnosis and research of electrophysiological changes in various parts of the neural system, which provides practical information for the study of the brain-gut pathway, promotes the diagnosis and understanding of diseases related to the brain-gut axis abnormalities, and provides the basis for developing new treatment methods. In this paper, we summarize the roles of various evoked potential techniques in the study of functional bowel disorders.

© 2014 Baishideng Publishing Group Co., Limited. All rights reserved.

Key Words: Functional bowel disease; Evoked potential; Brain gut axis

Zhang Q, Ni M, Zhou HF, Ding SQ, Fan ZM. Value of evoked potential in study of functional bowel disorders. *Shijie Huaren Xiaohua Zazhi* 2014; 22(2): 184-189 URL: <http://www.wjgnet.com/1009-3079/22/184.asp> DOI: <http://dx.doi.org/10.11569/wcjd.v22.i2.184>

## 摘要

近年来, 随着神经胃肠病学的发展及神经生理学检查的应用, 逐步揭示了胃肠道活动通过各处的传出和传入通路与大脑皮质活动相关联。大脑中枢和胃肠道之间传出及传入神经通路状态与肛门直肠的具体功能密切联系, 学者们提出“脑肠轴”、“脑肠互动”解释消化系统与中枢神经系统之间的双向作用。诱发电位在诊断及研究神经系统各部位电生理变化方面有重要作用, 并为研究脑-肠传导通路提供了具体信息, 促进了对脑-肠轴异常相关疾病的诊断和理解, 为探索新的治疗方法提供依据。本文在文献研究的基础上, 对各种诱发电位技术在功能性肠病研究中的作用作一综述。

© 2014年版权归百世登出版集团有限公司所有。

关键词: 功能性肠病; 诱发电位; 脑肠轴

核心提示: 神经胃肠学发现: 大脑和胃肠道之

## ■同行评议者

齐清会, 教授, 大连医科大学附属第一医院

间的传出和传入神经通路与支配肛门和直肠功能的感知觉和反射作用密切相关, 因此“脑肠轴”、“脑肠互动”被提出用以说明消化系与中枢神经系统之间具有双向作用. 诱发电位为研究脑-肠传出通路提供了具体信息, 促进了对脑-肠轴异常相关疾病的诊断和理解.

张琼, 倪敏, 周惠芬, 丁曙晴, 樊志敏. 诱发电位在功能性肠病研究中的价值. 世界华人消化杂志 2014; 22(2): 184-189 URL: <http://www.wjgnet.com/1009-3079/22/184.asp> DOI: <http://dx.doi.org/10.11569/wjcd.v22.i2.184>

## 0 引言

功能性肠病(functional bowel disorders, FBDs)是一组表现为肠道运动与分泌功能失调而无器质性改变的综合征, 临床表现为腹痛、腹部不适、排便习惯及大便性状异常持续存在或间歇发作的非器质性、非感染性肠道病. 在罗马III标准中被分为肠易激综合征(irritable bowel syndrome, IBS)、功能性腹胀、功能性便秘、功能性腹泻和非特异性功能性肠病5类<sup>[1-3]</sup>. 由于功能性肠病病因的多样性及症状存在的长期性, 使其严重影响着人们的身心健康以及生活质量, 因此对其临床诊治的研究也越来越受到国内外学者们的重视. 有研究发现, 胃肠道总是在与大脑进行着比其他内脏器官更加密切、复杂的“互动”, 随着神经影像学发展和电生理技术的应用, 逐步揭示了胃肠道活动通过各处的传出和传入通路与大脑皮质活动相关并且受到调节, 即“脑肠互动”. “脑-肠轴”、“脑肠互动”在功能性肠病诊治中的作用越来越受到重视. 本文在文献研究的基础上, 对各种诱发电位技术在功能性肠病研究中的作用作一综述.

## 1 体感诱发电位

体感诱发电位(cerebral evoked potentials, CEP)系指对神经系统某一特定部位给予适宜刺激后, 在该系统和脑的相应部位产生的可检出的与刺激有相对固定时间间隔和特定位相的生物电反应. 这种刺激特异性的CEP在每个刺激后的固定时间内产生, 而其他的脑电活动无此特点. 因此, 通过将记录到的皮层电活动进行叠加后平均可以把这些刺激特异性的CEP从大脑的背景电活动中分离出来. 直肠刺激CEP是刺激直肠的肠壁感受器, 通过特定的感觉传导通路记录到的脑诱发电位, 可用于判断直肠接受刺激后感觉传导通路的情况. 目前国内外研究应用较多的两

种刺激方法-机械扩张刺激和电刺激, 他们产生的CEP形态相似, 峰间潜伏期无差异, 提示两种刺激激活了相同的皮层神经网络<sup>[4]</sup>. 电刺激为电脉冲刺激, 与机械扩张刺激相比, 直肠受电刺激后产生的收缩可以影响刺激电极和肠壁的接触, 所以电刺激后记录的CEP变异度较小. 故电刺激优点明确: 刺激操作简便; 刺激部位准确, 易于定量控制及测量; 刺激得到的诱发电位波幅较高, 潜伏期明确, 可重复性好, 图像清晰<sup>[5-7]</sup>. Chan等<sup>[8]</sup>与Hobday等<sup>[9]</sup>通过对IBS患者和健康志愿者直肠刺激后CEP的比较, 发现IBS患者CEP潜伏期缩短, 振幅增加, 而且IBS患者餐后CEP出现早期峰值(潜伏期100 ms左右)的概率较高, 并且餐前餐后都有类似的短小波型. 这些发现为IBS内脏传入敏感机制提供了依据. IBS主要表现为腹部不适或腹痛伴排便习惯改变, Rössel等<sup>[10,11]</sup>通过肠道刺激在相关的内部或外部的牵涉痛区记录到相应的短潜伏期体感诱发电位, 通过对照, 发现IBS患者的中枢应答发生了改变; Drewes等<sup>[12]</sup>对伴有内脏痛的肠易激综合征患者给予乙状结肠电刺激后通过脑诱发电位记录到大脑皮质发生变化并涉及到前部扣带回, 这些都说明脑肠相互作用对疼痛的IBS等胃肠道疾病相关机制的理解具有重要作用. Loening-Baucke等<sup>[13]</sup>研究便秘和肛门失禁儿童的肛门直肠CEP应答, 发现早期诱发电位的潜伏期延长了. 此外, 最新的研究发现成年盆底失迟缓便秘患者的肛门和直肠感觉诱发电位比正常人群的潜伏期有所延长, 但振幅有所降低<sup>[14]</sup>. 这表明盆底失迟缓便秘患者的胃肠道和大脑之间的感觉传入通路可能受损. 动物实验显示电刺激运动神经皮层(邻近大脑镰)的内层表面可以直接引出肛门括约肌收缩反应, 但是以人为研究对象的关于会阴部等区域的肛门直肠肌肉对大脑皮质层刺激的反应应答研究则很少.

目前关于传入神经通路的研究除了CEP, 还有功能性脑成像包括正电子发射断层扫描(positron emission tomography, PET)和功能性磁共振成像(functional magnetic resonance imaging, fMRI). PET和fMRI的共同特征是通过观察局部脑血流或血氧水平依赖性信号变化来显示参与人体活动调节的中枢部位<sup>[7,10]</sup>. 而CEP记录的则是脑干或大脑皮质对刺激的应答, 是通过非侵入性头皮电极直接实时检测脑电活动而获得, 这种方法客观、定量的评估了感觉传入通路状态, 涉及整个传入通路(包括脊髓和大脑皮层)<sup>[15]</sup>.

## ■研发前沿

诱发电位是一种新颖的检测脑-肠轴神经传导通路的方法, 促进了对脑-肠轴异常相关疾病的诊断和理解, 为探索新的治疗方法提供理论依据. 其技术检测方法需要进一步的完善, 相关参数和标准有待进一步规范.

## ■相关报道

目前诱发电位在疾病的诊疗中应用较多的是脑部及中枢神经系统方面的疾病, 对于在功能性肠病中的应用相关报道较少, 且偏于实验研究方面.

## ■创新盘点

在文献研究的基础上总结盆地诱发电位及相关的脑诱发电位在功能性肠病中的应用,未涉及实验研究,展示了一种新颖的检测脑-肠轴神经传导通路的方法,为从脑论治功能性肠病提供了依据。

故CEP的优势是实时显示脑电活动,并且是非侵入和完全无害的。当然这项检查目前主要是在实验室开展,临床推广还需要一段时间。

## 2 运动诱发电位

运动诱发电位(motor evoked potential, MEP)系指用电或磁刺激大脑皮层,使锥体细胞轴突产生一个去极化的动作电位,在锥体束或骨骼肌上进行记录的一项检查运动神经系统功能的神经电生理学方法。运动诱发电位MEP是检测运动系统传导功能状态的神经电生理技术,能够检测运动神经通路不同部位的传导功能状态<sup>[16-18]</sup>,其波幅反映放电神经元的数量、潜伏期的长短反映神经传导速度<sup>[19,20]</sup>。MEP根据刺激方式不同,分为电或磁刺激MEP;根据刺激部位的不同,又分为经颅刺激MEP、经腰刺激MEP和术中直接刺激MEP。经颅磁刺激运动诱发电位可反映皮层至肛门直肠的运动通路,经腰磁刺激运动诱发电位反映的是腰脊神经根至肛门直肠的运动通路。Barker等<sup>[21]</sup>首次报道了这个技术,是一种新的无创的不适感极小的皮质层磁刺激技术。MacDonald等<sup>[22]</sup>详细阐述了电刺激的安全问题,认为经颅刺激时大多数电流没有穿透颅骨,每一阶段的刺激在脑内的电流水平比用于脑定位的直接电刺激的电流水平要低,故MEP是一种安全可行神经通路检测技术。

经颅磁刺激运动诱发电位(transcranial magnetic stimulation-motor evoked potential, TMS-MEP)是指经颅的磁刺激激活了皮层运动神经元通路,使得兴奋下行至脊髓运动神经元,激活其支配的效应器-肌肉,并产生复合肌肉动作电位<sup>[21,23]</sup>。TMS是无创性评估神经系统传导通路功能、运动皮质兴奋性的重要手段,有完善的应用在神经和精神疾病的神经科学基础,具有广阔的应用前景<sup>[24-28]</sup>。Ertekin和Hamdy等学者先后报道了TMS-MEP对正常人肛门括约肌的研究<sup>[29-32]</sup>,但国内对正常人群的研究目前还没有报道。目前,TMS-MEP已经被广泛地运用于评定中枢运动通路功能,被认为是检测和诊断中枢运动功能障碍的唯一直接而灵敏的方法<sup>[33]</sup>。与健康对照组比较,功能性便秘(functional constipation, FC)患者组MEP的波形分化良,变异性大,重复性差,证明FC患者皮质-肛门直肠运动神经通路存在异常,提示功能性便秘的发生可能与脑-肠轴传出通路异常有关<sup>[34]</sup>。肛门括约肌对维持肛门功能,控制排便有着重要作用,其受到大脑皮

质及皮质下通路的控制。目前皮质定位图说明直肠和肛门应答的高级运动中枢在第四脑室区<sup>[35]</sup>,通过磁刺激皮质层第四脑室区,记录肛门外括约肌MEP,故而评估大脑中枢皮质至肛门直肠整个运动通路的状态。另外磁刺激腰骶运动神经根和阴部神经可以评估脊髓到肛门的运动通路状态<sup>[36,37]</sup>。Rao等<sup>[38]</sup>与Remes-Troche等<sup>[39]</sup>研究采用磁刺激腰脊神经根并在肛门括约肌处记录磁刺激,评估外周神经的传导功能。倪敏等<sup>[34]</sup>研究发现,FC患者磁刺激腰骶脊神经根运动诱发电位(MS-LMEP)与健康志愿者比较,潜伏期延长,波幅降低,提示脊髓到肛门的周围神经运动通路可能受损。近年来,还有学者尝试联合应用脑功能成像技术与电刺激MEP技术,提高脑功能定位的阳性率<sup>[40-42]</sup>。TMS-CMEP研究了大脑皮质-肛门直肠整个传出通路状态,为脑-肠轴传出通路提供了信息,促进了对脑-肠轴异常相关疾病的诊断和理解,并且为探索新的治疗方法提供理论依据。

## 3 事件相关电位

3.1 事件相关电位 事件相关电位(event-related potentials, ERP)是一种特殊的脑诱发电位,是人对某客观事物进行认知加工(如注意、记忆、思维)时,通过平均叠加从头颅表面记录到的大脑电位,一般在某刺激的出现对被试者来说具有重要意义时出现。研究认为,该电位与“认知过程”密切相关,是“窥视”心理活动的一个“窗口”。ERP包括P300、N400、阴性相减波、失匹配阴性波、运动相关电位及伴随负反应等,与识别、期待、比较、判断、记忆和决断过程有关。目前应用较多的主要是P300,他能反映人心理过程的电位变化。

3.2 ERP在功能性肠病中的应用 脑-肠轴的提出,为进一步认识精神心理因素对胃肠道病理生理的影响提供了理论依据。有关文献<sup>[43]</sup>表明精神心理异常可影响消化系激素分泌和对胃肠运动的调节。心理障碍尤其是焦虑可增加盆底肌群的紧张度,从而引起排便时肛门直肠矛盾运动,导致便秘。精神心理因素是引起胃肠道功能紊乱的重要因素,部分学者认为功能性肠病亦是一种典型的心身疾病,是心理障碍的躯体化表现<sup>[44]</sup>。张晓敏等<sup>[45]</sup>采用Zung焦虑自评量表和抑郁自评量表调查发现功能性肠病患者多伴有焦虑、抑郁倾向。Neal等<sup>[46]</sup>通过研究结肠炎后IBS,发现有焦虑和抑郁心理的IBS患者症状难以恢



复, 心理变化是IBS的基础. 严重焦虑的IBS患者表现出前脑部事件相关电位明显增强<sup>[47]</sup>. 还有学者认为各种精神心理因素, 特别是长期处于高紧张状态, 可以造成脑肠轴的紊乱, 引起内脏感觉过敏, 进而造成胃肠道功能紊乱<sup>[16]</sup>. 近年来众多研究显示, 心理社会因素与IBS, 尤其是与非便秘型IBS的发生、发展和预后密切相关. 普通IBS患者中有40%-90%存在不同程度的焦虑、抑郁等精神心理障碍, 其中难治性IBS患者焦虑障碍高达83.3%, 抑郁障碍高达76.7%, 与健康人群相比, IBS患者中心理障碍的发病率更高<sup>[48]</sup>. Dykes等<sup>[49]</sup>对28例女性难治性特发性便秘患者进行便秘与心理因素的研究, 采用标准化诊断量表评价患者的既往和近期精神心理状态, 结果表明61%的患者有近期精神心理障碍, 64%患者有精神心理疾病. Chattat等<sup>[50]</sup>研究了45例正常传输型及29例慢传输型便秘患者的疾病行为及情感状态. 并与正常人群相比较, 发现便秘患者比正常人群表现出更多的心理压抑, 便秘患者中正常传输型患者的疾病行为指数显著增高. 如何客观有效地研究功能性肠病患者心理和精神异常表现, 以及心理异常如何参与排便功能异常的形成一直困扰着广大学者及临床医生. 使用传统的心理学方法, 如行为观察、各类问卷、量表等只是根据言语反应及个体外部行为的表现或结果去推断或解释心理活动, 得到的结论有很大的局限性.

令人振奋的是, 1965年Satton开创的事件相关电位ERP为解决此难题提供了一个客观又可行的手段. 其与复杂的多层次心理因素(认知过程)有关, 是感觉、知觉、记忆、理解、学习及判断等心理过程的电位变化反映, 是人对客观事物的反应过程, 因而, 现已作为判断大脑高级功能的一个客观指标, 应用于精神及心理研究, 为高级中枢参与功能性肠病患者排便功能异常的形成提供了客观依据.

#### 4 结论

机体可以通过脑肠轴之间的神经内分泌网络的双向环路进行胃肠功能的调节, 为从脑论治功能性肠病提供了依据. 而盆底诱发电位通过记录神经刺激和反应之间的潜伏期和波幅, 来检测相应的神经传导通路是否存在异常, 确定神经损伤在哪一环节, 进一步证明了脑肠轴在功能性肠病诊治中的重要作用.

目前诱发电位关于功能性肠病电生理方面

的研究还有待进一步的完善, 对于脑肠轴在功能性肠病中的作用机制通过诱发电位的研究有望得到进一步的明确. 尽管目前这些诱发电位的研究主要用于盆底中心实验室, 但以后这些检查将得到更广泛的临床应用, 为肛门直肠疾病的诊断提供帮助. 随着国内外学者对功能性肠病研究的不断深入, 相信在不久的将来, 诱发电位技术将日趋完善, 并广泛应用于临床, 为功能性肠病患者摆脱疾病的困扰.

#### 5 参考文献

- 1 秦环龙, 杨俊. 功能性肠病的多学科治疗. 中国实用外科杂志 2011; 31: 50-51
- 2 秦德刚. 功能性肠病的中医辨证治疗. 中国现代药物应用 2013; 7: 91-92
- 3 张学君, 陈采益. 基于脑肠轴学说探讨针灸治疗功能性肠病的思路. 福建中医药大学学报 2011; 21: 55-58
- 4 Hobday DI, Hobson A, Furlong PL, Thompson DG, Aziz Q. Comparison of cortical potentials evoked by mechanical and electrical stimulation of the rectum. *Neurogastroenterol Motil* 2000; 12: 547-554 [PMID: 11123710 DOI: 10.1046/j.1365-2982.2000.00231.x]
- 5 Keszthelyi D, Troost FJ, Masclee AA. Irritable bowel syndrome: methods, mechanisms, and pathophysiology. Methods to assess visceral hypersensitivity in irritable bowel syndrome. *Am J Physiol Gastrointest Liver Physiol* 2012; 303: G141-G154 [PMID: 22595988 DOI: 10.1152/ajpgi.00060.2012]
- 6 Drewes AM, Dimcevski G, Sami SA, Funch-Jensen P, Huynh KD, Le Pera D, Arendt-Nielsen L, Valeriani M. The "human visceral homunculus" to pain evoked in the oesophagus, stomach, duodenum and sigmoid colon. *Exp Brain Res* 2006; 174: 443-452 [PMID: 16676165 DOI: 10.1007/s00221-006-0480-0]
- 7 Sinhamahapatra P, Saha SP, Chowdhury A, Chakrabarti SK, Ghosh A, Maiti B. Visceral afferent hypersensitivity in irritable bowel syndrome-evaluation by cerebral evoked potential after rectal stimulation. *Am J Gastroenterol* 2001; 96: 2150-2157 [PMID: 11467647]
- 8 Chan YK, Herkes GK, Badcock C, Evans PR, Bennett E, Kellow JE. Alterations in cerebral potentials evoked by rectal distension in irritable bowel syndrome. *Am J Gastroenterol* 2001; 96: 2413-2417 [PMID: 11513183 DOI: 10.1111/j.1572-0241.2001.04088.x]
- 9 Hobday DI, Hobson AR, Sarkar S, Furlong PL, Thompson DG, Aziz Q. Cortical processing of human gut sensation: an evoked potential study. *Am J Physiol Gastrointest Liver Physiol* 2002; 283: G335-G339 [PMID: 12121880]
- 10 Rössel P, Arendt-Nielsen L, Niddam D, Chen AC, Drewes AM. Short latency cerebral response evoked by painful electrical stimulation applied to the human sigmoid colon and to the convergent referred somatic pain area. *Exp Brain Res* 2003; 151: 115-122 [PMID: 12712308 DOI: 10.1007/s00221-003-1484-7]
- 11 Rössel P, Pedersen P, Niddam D, Arendt-Nielsen L, Chen AC, Drewes AM. Cerebral response to electric stimulation of the colon and abdominal skin in healthy subjects and patients with irritable bowel syndrome. *Scand J Gastroenterol* 2001; 36: 1259-1266 [PMID: 11761014 DOI: 10.1080/003

#### ■应用要点

经颅磁刺激运动诱发电位可反映皮层至肛门直肠的运动通路, 经腰磁刺激运动诱发电位反映的是腰脊神经根至肛门直肠的运动通路. 通过诱发电位可记录神经刺激和反应之间的潜伏期和波幅, 来检测相应的神经传导通路是否存在异常, 确定神经损伤在哪一环节, 可进一步证明了脑肠轴在功能性肠病诊治中的重要作用.

## ■名词解释

功能性肠病: 表现为肠道运动与分泌功能失调而无器质性改变的综合征, 临床表现为腹痛、腹部不适、排便习惯及大便秘结异常持续存在或间歇发作的非器质性、非感染性肠道病。在罗马Ⅲ标准中被分为肠易激综合征、功能性腹胀、功能性便秘、功能性腹泻和非特异性功能性肠病5类;

脑肠轴: 将认知和情感中枢与神经内分泌、肠神经系统、免疫系统相联系的双向交通通路, 他是人体一个巨大的神经内分泌免疫网络系统, 并且是双向通路, 一方面刺激和将内在信息通过肠神经链与高级神经中枢相连接影响胃肠感觉、动力和分泌等; 另一方面内脏作用又反过来作用于中枢的痛感、情绪和行为。

- 655201317097092]
- 12 Drewes AM, Rössel P, Le Pera D, Arendt-Nielsen L, Valeriani M. Cortical neuroplastic changes to painful colon stimulation in patients with irritable bowel syndrome. *Neurosci Lett* 2005; 375: 157-161 [PMID: 15694251 DOI: 10.1016/j.neulet.2004.11.011]
- 13 Loening-Baucke V, Yamada T. Is the afferent pathway from the rectum impaired in children with chronic constipation and encopresis? *Gastroenterology* 1995; 109: 397-403 [PMID: 7615188 DOI: 10.1016/0016-5085(95)90326-7]
- 14 林峰. 功能性胃肠病研究新进展. 中国医药指南 2013; 11: 76-79
- 15 Remes-Troche JM, Tantiphlachiva K, Attaluri A, Valestin J, Yamada T, Hamdy S, Rao SS. A bi-directional assessment of the human brain-anorectal axis. *Neurogastroenterol Motil* 2011; 23: 240-248, e117-e118 [PMID: 20964791 DOI: 10.1111/j.1365-2982.2010.01619.x]
- 16 Yang JH, Suh SW, Modi HN, Ramani ET, Hong JY, Hwang JH, Jung WY. Effects of vertebral column distraction on transcranial electrical stimulation-motor evoked potential and histology of the spinal cord in a porcine model. *J Bone Joint Surg Am* 2013; 95: 835-842, S1-2 [PMID: 23636191 DOI: 10.2106/JBJS.K.00575]
- 17 Lim KB, Kim JA. Activity of daily living and motor evoked potentials in the subacute stroke patients. *Ann Rehabil Med* 2013; 37: 82-87 [PMID: 23525518 DOI: 10.5535/arm.2013.37.1.82]
- 18 Akgün H, Yücel M, Öz O, Demirkaya Ş. Usefulness of somatosensory and motor evoked potentials for lesion localization. *Clin Neurol Neurosurg* 2013; 115: 1917-1918 [PMID: 23481898 DOI: 10.1016/j.clineuro.2013.02.011]
- 19 孙申, 黄绍强, 梁伟民. 电刺激运动诱发电位(MEP)临床研究进展. 复旦学报(医学版) 2013; 40: 112-115
- 20 伍芳, 龚标, 李学智, 黄思琴, 王力, 方毅, 李凤, 吕凯. 电针对局灶性脑梗死大鼠Nogo-A及其受体NgR和运动诱发电位的影响. 第三军医大学学报 2013; 35: 228-232
- 21 Barker AT, Jalinous R, Freeston IL. Non-invasive magnetic stimulation of human motor cortex. *Lancet* 1985; 1: 1106-1107 [PMID: 2860322 DOI: 10.1016/S0140-6736(85)92413-4]
- 22 MacDonald DB. Safety of intraoperative transcranial electrical stimulation motor evoked potential monitoring. *J Clin Neurophysiol* 2002; 19: 416-429 [PMID: 12477987 DOI: 10.1097/00004691-200210000-00005]
- 23 Turnbull GK, Hamdy S, Aziz Q, Singh KD, Thompson DG. The cortical topography of human anorectal musculature. *Gastroenterology* 1999; 117: 32-39 [PMID: 10381907 DOI: 10.1016/S0016-5085(99)70547-0]
- 24 Di Lazzaro V, Oliviero A, Tonali PA, Marra C, Daniele A, Profice P, Saturno E, Pilato F, Masullo C, Rothwell JC. Noninvasive in vivo assessment of cholinergic cortical circuits in AD using transcranial magnetic stimulation. *Neurology* 2002; 59: 392-397 [PMID: 12177373 DOI: 10.1212/WNL.59.3.392]
- 25 Pennisi G, Ferri R, Lanza G, Cantone M, Pennisi M, Puglisi V, Malaguarnera G, Bella R. Transcranial magnetic stimulation in Alzheimer's disease: a neurophysiological marker of cortical hyperexcitability. *J Neural Transm* 2011; 118: 587-598 [PMID: 21207079 DOI: 10.1007/s00702-010-0554-9]
- 26 Salinas FS, Narayana S, Zhang W, Fox PT, Szabó C. Repetitive transcranial magnetic stimulation elicits rate-dependent brain network responses in non-human primates. *Brain Stimul* 2013; 6: 777-787 [PMID: 23540281 DOI: 10.1016/j.brs.2013.03.002]
- 27 Salinas FS, Szabó C, Zhang W, Jones L, Leland MM, Wey HY, Duong TQ, Fox PT, Narayana S. Functional neuroimaging of the baboon during concurrent image-guided transcranial magnetic stimulation. *Neuroimage* 2011; 57: 1393-1401 [PMID: 21664276 DOI: 10.1016/j.neuroimage.2011.05.065]
- 28 Tassinari CA, Cincotta M, Zaccara G, Michelucci R. Transcranial magnetic stimulation and epilepsy. *Clin Neurophysiol* 2003; 114: 777-798 [PMID: 12738425]
- 29 Mönnikes H, Tebbe JJ, Hildebrandt M, Arck P, Osmanoglou E, Rose M, Klapp B, Wiedenmann B, Heymann-Mönnikes I. Role of stress in functional gastrointestinal disorders. Evidence for stress-induced alterations in gastrointestinal motility and sensitivity. *Dig Dis* 2001; 19: 201-211 [PMID: 11752838 DOI: 10.1159/000050681]
- 30 Infantino A, Melega E, Negrin P, Masin A, Carnio S, Lise M. Striated anal sphincter electromyography in idiopathic fecal incontinence. *Dis Colon Rectum* 1995; 38: 27-31 [PMID: 7813340 DOI: 10.1007/BF02053853]
- 31 Tetzschner T, Sørensen M, Lose G, Christiansen J. Anal and urinary incontinence in women with obstetric anal sphincter rupture. *Br J Obstet Gynaecol* 1996; 103: 1034-1040 [PMID: 8863705 DOI: 10.1111/j.1471-0528.1996.tb09557.x]
- 32 Bakas P, Liapis A, Karandreas A, Creatsas G. Pudendal nerve terminal motor latency in women with genuine stress incontinence and prolapse. *Gynecol Obstet Invest* 2001; 51: 187-190 [PMID: 11306907 DOI: 10.1159/000052922]
- 33 Agrawal G, Iyer S, All AH. A comparative study of recording procedures for motor evoked potential signals. *Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc* 2009; 2009: 2086-2089 [PMID: 19964577 DOI: 10.1109/IEMBS.2009.5333953]
- 34 倪敏, 丁义江, 丁曙晴, 金洵, 王静. 功能性便秘患者经颅磁刺激运动诱发电位的研究. 南京医科大学学报(自然科学版) 2011; 31: 1674-1678
- 35 Herdmann J, Bielefeldt K, Enck P. Quantification of motor pathways to the pelvic floor in humans. *Am J Physiol* 1991; 260: G720-G723 [PMID: 2035641]
- 36 Pelliccioni G, Scarpino O, Piloni V. Motor evoked potentials recorded from external anal sphincter by cortical and lumbo-sacral magnetic stimulation: normative data. *J Neurol Sci* 1997; 149: 69-72 [PMID: 9168168 DOI: 10.1016/S0022-510X(97)05388-4]
- 37 Hamdy S, Enck P, Aziz Q, Rothwell JC, Uengoergil S, Hobson A, Thompson DG. Spinal and pudendal nerve modulation of human corticoanal motor pathways. *Am J Physiol* 1998; 274: G419-G423 [PMID: 9486198]
- 38 Rao SS. Advances in diagnostic assessment of fecal incontinence and dyssynergic defecation. *Clin Gastroenterol Hepatol* 2010; 8: 910-919 [PMID: 20601142 DOI: 10.1016/j.cgh.2010.06.004]
- 39 Remes-Troche JM, Rao SS. Neurophysiological testing in anorectal disorders. *Expert Rev Gastroenterol Hepatol* 2008; 2: 323-335 [PMID: 19072383 DOI: 10.1586/17474124.2.3.323]
- 40 Mikuni N, Okada T, Enatsu R, Miki Y, Hanakawa T, Urayama S, Kikuta K, Takahashi JA, Nozaki K,

- Fukuyama H, Hashimoto N. Clinical impact of integrated functional neuronavigation and subcortical electrical stimulation to preserve motor function during resection of brain tumors. *J Neurosurg* 2007; 106: 593-598 [PMID: 17432708 DOI: 10.3171/jns.2007.106.4.593]
- 41 Kamada K, Todo T, Masutani Y, Aoki S, Ino K, Takano T, Kirino T, Kawahara N, Morita A. Combined use of tractography-integrated functional neuronavigation and direct fiber stimulation. *J Neurosurg* 2005; 102: 664-672 [PMID: 15871509 DOI: 10.3171/jns.2005.102.4.0664]
- 42 Bello L, Gambini A, Castellano A, Carrabba G, Acerbi F, Fava E, Giussani C, Cadioli M, Blasi V, Casarotti A, Papagno C, Gupta AK, Gaini S, Scotti G, Falini A. Motor and language DTI Fiber Tracking combined with intraoperative subcortical mapping for surgical removal of gliomas. *Neuroimage* 2008; 39: 369-382 [PMID: 17911032 DOI: 10.1016/j.neuroimage.2007.08.031]
- 43 尉国勤. 针刺穴位配合心理暗示治疗肠易激综合征25例. *光明中医* 2007; 22: 40-41
- 44 段建华, 赵洪川. 功能性便秘发病机制的研究现状. *国外医学·消化系疾病分册* 2005; 25: 310-313
- 45 张晓敏, 林志辉. 功能性肠病患者的心理评价. *福建医药杂志* 2006; 28: 10-12
- 46 Neal KR, Barker L, Spiller RC. Prognosis in post-infective irritable bowel syndrome: a six year follow up study. *Gut* 2002; 51: 410-413 [PMID: 12171965 DOI: 10.1136/gut.51.3.410]
- 47 杨帅. 电针对IBS模型大鼠内脏敏感性 with 情绪心理调节的机制研究. 北京中医药大学, 2013
- 48 颜君, 朱高莉, 周国华. 肠易激综合征发病机制的研究进展. *医学综述* 2013 19: 1272-1274
- 49 Dykes S, Smilgin-Humphreys S, Bass C. Chronic idiopathic constipation: a psychological enquiry. *Eur J Gastroenterol Hepatol* 2001; 13: 39-44 [PMID: 11204807 DOI: 10.1097/00042737-200101000-00007]
- 50 Chattat R, Bazzocchi G, Balloni M, Conti E, Ercolani M, Zaccaroni S, Grilli T, Trombini G. Illness behavior, affective disturbance and intestinal transit time in idiopathic constipation. *J Psychosom Res* 1997; 42: 95-100 [PMID: 9055217 DOI: 10.1016/S0022-3999(96)00217-6]

#### ■同行评价

目前诱发电位的研究主要用于盆底实验室, 但以后这些检查将得到更广泛的临床应用, 为功能性肠病患者诊断提供帮助. 随着国内外学者对功能性肠病研究的不断深入, 诱发电位技术将日趋完善, 并广泛应用于临床. 该文章有一定的学术价值.

编辑 郭鹏 电编 闫晋利



ISSN 1009-3079 (print) ISSN 2219-2859 (online) DOI: 10.11569 2014年版权归百世登出版集团有限公司所有

#### • 消息 •

### 《世界华人消化杂志》被评为中国精品科技期刊

本刊讯 2011-12-02, 中国科学技术信息研究所在北京发布2010年中国科技论文统计结果, 经过中国精品科技期刊遴选指标体系综合评价, 《世界华人消化杂志》被评为2011年度中国精品科技期刊. 中国精品科技期刊以其整体的高质量示范作用, 带动我国科技期刊学术水平的提高. 精品科技期刊的遴选周期为三年. (《世界华人消化杂志》编辑部)



Published by **Baishideng Publishing Group Co., Limited**

Flat C, 23/F., Lucky Plaza,

315-321 Lockhart Road, Wan Chai, Hong Kong, China

Fax: +852-3177-9906

Telephone: +852-6555-7188

E-mail: [bpgoffice@wjgnet.com](mailto:bpgoffice@wjgnet.com)

<http://www.wjgnet.com>



ISSN 1009-3079

