

·针灸推拿·

## 电针对糖尿病胃轻瘫大鼠胃排空率及胃电图的影响

陈海交<sup>1</sup>,林亚平<sup>2</sup>,杨建文<sup>1</sup>,张程程<sup>1</sup>,刘薇薇<sup>1</sup>,刘丽<sup>1</sup>,刘密<sup>2</sup>,彭艳<sup>2\*</sup>

(湖南中医药大学 1.研究生院,2.针灸推拿学院,湖南长沙 410208)

**〔摘要〕**目的 观察电针对糖尿病胃轻瘫(diabetic gastroparesis,DGP)大鼠胃排空率及胃电图的影响。方法 将实验大鼠随机分为空白组、模型组、电针穴位组、电针非穴位组、胃复安组,每组10只。DGP模型制备采用单次腹腔注射2%链脲佐菌素溶液和高糖高脂饮食喂养8周的方法。电针穴位组取大鼠“足三里”“梁门”“三阴交”穴,电针非穴位组取穴位对照点,胃复安组予1.7%胃复安药液(1 mL/100 g)灌胃。用血糖仪测血糖;以酚红为标记物,检测大鼠胃排空率及小肠推进率;BL-420F生物机能系统记录大鼠胃电图。结果 与空白组比较,模型组、电针穴位组、电针非穴位组和胃复安组大鼠症状积分、血糖均显著升高( $P<0.01$ ),模型组胃排空率显著降低( $P<0.01$ ),模型组、电针穴位组、电针非穴位组和胃复安组小肠推进率显著降低( $P<0.01$ ),模型组、电针非穴位组胃电图平均振幅显著降低( $P<0.01$ );与模型组比较,电针穴位组症状积分、血糖显著下降( $P<0.01$ , $P<0.05$ ),胃排空率、小肠推进率明显增加( $P<0.05$ , $P<0.01$ ),胃电图平均振幅明显增高( $P<0.05$ );与电针非穴位组比较,电针穴位组症状积分明显下降( $P<0.05$ );与胃复安组比较,电针穴位组症状积分显著下降( $P<0.01$ )。结论 电针可改善DGP模型大鼠一般状况,控制血糖水平,促进胃排空,改善胃运动障碍,调节胃电图平均振幅。

**〔关键词〕** 糖尿病胃轻瘫;电针;胃排空率;小肠推进率;胃电图

**〔中图分类号〕**R245.9\*7

**〔文献标识码〕**A

**〔文章编号〕**doi:10.3969/j.issn.1674-070X.2016.12.017

### Effects of Electroacupuncture on Gastric Emptying and Gastric Electrical in Rats with Diabetic Gastroparesis

CHEN Haijiao<sup>1</sup>, LIN Yaping<sup>2</sup>, YANG Jianwen<sup>1</sup>, ZHANG Chengcheng<sup>1</sup>, LIU Weiwei<sup>1</sup>, LIU Li<sup>1</sup>, LIU Mi<sup>2</sup>, PENG Yan<sup>2\*</sup>

(1. Graduate School, 2. College of Acupuncture and Moxibustion and Tuina, Hunan University of Chinese Medicine, Changsha, Hunan 410208, China)

**〔Abstract〕 Objective** To observe the effects of electroacupuncture (EA) on gastric emptying and gastric electrical in diabetic gastroparesis (DGP) rats. **Methods** Rats were randomly divided into the blank group, model group, EA acupoint group, EA non-acupoint, metoclopramide group, ten rats in each group. The DGP model was established by a single-dose intraperitoneal injected of 2% streptozotocin and raised by high-sugar and high-fat fodder irregularly for 8 weeks. EA group was applied to "Zusanli", "Liangmen" and "Sanyinjiao", and EA non-acupoints group was given control point. Those rats of the medication group were given with 1.7% metoclopramide (1 mL/100 g). The blood sugar level was measured by glucometer, the effects on gastric emptying were measured after intragastric application of phenol red. Electrogastrogram (EGG) was recorded with BL-420F biological function system. **Results** Compared with the blank group, symptoms integral and blood sugar level of rats in the model group, EA acupoint group, EA non-acupoint group and metoclopramide group were significantly higher than those in normal control group ( $P<0.01$ ). The gastric emptying in the model group were significantly decreased ( $P<0.01$ ). The small intestinal propulsion rates in the model group, EA acupoint group, EA non-acupoint group and metoclopramide group were significantly higher than those in normal control group ( $P<0.01$ ). The average amplitude of gastric electricity in the model group and EA non-acupoint group were significantly decreased ( $P<0.01$ ). Compared with the model group, symptoms integral and blood sugar level of rats in the EA acupoint group were significantly lower than those in model group ( $P<0.01$ ,  $P<0.05$ ). The gastric emptying rates and small intestinal propulsion rates in the EA acupoint group

**〔收稿日期〕**2016-07-03

**〔基金项目〕**国家自然科学基金项目(81403487);湖南省教育厅青年基金项目(14B128)。

**〔作者简介〕**陈海交,男,在读硕士研究生,研究方向:主要从事针灸治病机制的研究。

**〔通讯作者〕**\*彭艳,女,博士,副教授,E-mail:penyatcm@126.com。

were significantly increased ( $P<0.05$ ,  $P<0.01$ ). The average amplitude of electrogastragram in the EA acupoint group were significantly increased ( $P<0.05$ ). Compared with the EA non-acupoint group, symptoms integral of rats in the EA acupoint group were significantly lower than those in EA non-acupoint group ( $P<0.05$ ). Compared with the metoclopramide group, symptoms integral of rats in the EA acupoint group were significantly lower than those in metoclopramide group ( $P<0.01$ ). **Conclusion** EA can improve the general situation of DGP rats, regulate blood sugar levels, promote gastric emptying, improve gastric movement disorders and regulate the average amplitude of gastric electricity.

[**Keywords**] diabetic gastroparesis; electroacupuncture; gastric emptying; propulsion rate of small intestine; electrogastragram

糖尿病胃轻瘫(diabetic gastroparesis,DGP)指在无机性梗阻存在时的胃排空延迟,主要症状有早饱或餐后饱胀、恶心、呕吐、腹胀或腹痛<sup>[1]</sup>。胃电图是应用腹部体表电极或浆膜或黏膜记录的胃肌电活动,能反映胃电活动正常和异常的模式,为临床研究和诊断胃动力是否正常提供了有价值的依据<sup>[2]</sup>。临床及实验研究均证实针灸对DGP胃运动具有良性的调整作用<sup>[3-4]</sup>,但电针对DGP大鼠胃电的影响及其机制却报道较少,本实验就此进行研究,期望从胃电研究为电针治疗DGP提供实验依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 实验动物及分组

SPF级成年SD大鼠50只,体质量200~220g,雌雄各半,由湖南中医药大学实验动物中心提供,合格证号:SYXK(湘)2013-0005。饲养温度20~24℃,相对湿度50%~70%,自然光暗周期。实验过程中对动物的操作和处置遵守2006年国家科学技术部颁发的《关于善待实验动物的指导性意见》的有关规定。根据随机数字表,按二次随机法将大鼠分为:空白组、DGP模型组(模型组)、DGP模型加电针穴位组(电针穴位组)、DGP模型加电针非穴位组(电针非穴位组)、DGP模型加胃复安组(胃复安组),每组10只。

### 1.2 主要试剂与仪器

链脲佐菌素(STZ,美国Sigma公司),胃复安(山西云鹏制药有限公司),水合氯醛(国药集团化学试剂有限公司),柠檬酸(天津市恒兴化学试剂制造有限公司),柠檬酸钠(国药集团化学试剂有限公司),酚红(天津市光复精细化工研究所),氢氧化钠(国药集团化学试剂有限公司),三氯乙酸(国药集团化学试剂有限公司),血糖仪及血糖试纸(美国强生公司,稳豪倍易型),电针仪(华佗牌SDZ-V型),针灸针(0.30mm×13mm,苏州医疗用品厂有限公司生产),台式高速离心机(长沙湘仪贝克仪器仪表公司),紫外分光光度计(日本岛津UV1800),BL-420F

生物机能实验系统(成都泰盟科技有限公司)。

### 1.3 DGP造模方法及评估

造模方法参考文献[5],大鼠禁食12h,禁水2h,链脲佐菌素临用前用0.1mol/L(pH4.2,4℃)柠檬酸-柠檬酸钠缓冲液配制成2%浓度,DGP模型组大鼠按55mg/kg单次左下腹腔注射2%链脲佐菌素溶液;空白组大鼠腹腔注射等容量柠檬酸-柠檬酸钠缓冲液(pH4.2,4℃)。72h后剪尾采血检测大鼠血糖,即刻血糖 $\geq 16.7$ mmol/L作为糖尿病大鼠。空白组予普通饲料规则喂养,DGP模型组予高糖高脂饲料(普通饲料、熟猪油、蔗糖、奶粉、鸡蛋之比为58:15:20:5:2)不规则喂养,采取单日上午、双日下午进食的办法。喂养8周,期间检测血糖 $< 16.7$ mmol/L剔除实验。

造模成功标志:模型大鼠血糖 $\geq 16.7$ mmol/L,一般状况及大便性状与空白组有明显差别,胃排空率与空白组有显著差异者。

### 1.4 穴位定位

参照《实验针灸学》<sup>[6]</sup>“动物针灸穴位图谱”,“足三里”:膝关节后外侧,腓骨小头下约5mm处;“梁门”:以胸骨柄上缘至耻骨联合线的上3/4与下1/4交界处为肚脐,胸剑联合到肚脐连线中点水平线与锁骨中线相交处;“三阴交”:后肢内踝尖直上10mm。穴位对照点:“足三里”对照点:平“足三里”穴外侧5mm;“三阴交”对照点:平“三阴交”穴后侧5mm;“梁门”对照点:平“梁门”穴外侧5mm。

### 1.5 电针方法

造模后用0.30mm×13mm针灸针直刺大鼠同侧足三里、梁门、三阴交穴,针刺深度3mm,再循经分别于足三里、梁门、三阴交穴直下2mm取一点作为电针连接点(附点),针刺深度2mm,针刺后,接华佗牌SDZ-V型电针仪,穴位接负极,附点接正极,采用疏密波(疏波10Hz,密波50Hz);强度以穴位下肢轻微抖动为度,两侧穴位交替使用,每次20min,每日1次,连续15d。

### 1.6 实验步骤

所有大鼠适应性喂养 7 d 后,经血糖仪检测,血糖值正常者纳入实验。按 DGP 造模方法建立模型,每周测定各组大鼠血糖 1 次,并观测其精神状态、皮毛色泽、行为活动、粪便性状等一般状况。给予高糖高脂饲料不规则喂养 8 周,检测血糖 $<16.7$  mmol/L 者剔除实验。空白组捆绑处理 20 min、生理盐水灌胃(1 mL/100 g);模型组处理同空白组;电针穴位组捆绑电针 20 min、生理盐水灌胃;电针非穴位组捆绑电针 20 min、生理盐水灌胃;胃复安组捆绑处理 20 min、1.7%胃复安药液灌胃(1 mL/100 g),每日 1 次,连续 15 d,实验后予普通饲料喂养。

### 1.7 指标观察与检测

1.7.1 一般状况观察 按大鼠一般状况评分标准(表 1)<sup>[9]</sup>,观察并记录大鼠精神状态、行为活动、皮毛色泽、粪便性状,计算大鼠症状积分。

表 1 大鼠一般状况评分标准

一般状况	0 分	1 分	2 分	3 分
精神状态	精神状态佳	精神状态良好	精神不振	精神萎靡
	目光有神	目光乏神	目光无神	倦怠嗜睡
行为活动	活动正常	活动正常	活动减少	反应迟钝
	反应灵活	反应迟缓	反应迟钝	群体扎堆
皮毛色泽	毛色乳白	毛色乳白	毛色淡黄	毛色枯黄无光
	有光泽	光泽欠佳	无光泽	泽、有感染灶
大便性状	正常	大便质软	大便质稀	大便稀溏
			次数增多	干稀不定

1.7.2 血糖的检测 大鼠剪尾采血,均用强生稳豪倍易型血糖仪和血糖试纸检测血糖值。

1.7.3 胃排空率检测<sup>[7-8]</sup> 实验前大鼠禁食 24 h,禁水 2 h。予 2 mL 酚红溶液(50 mg/dL)灌胃,20 min 后处死,剖腹,结扎贲门和幽门,取出整个胃,沿胃大弯剪开,用生理盐水冲洗胃内容物,定容至 20 mL。再加入 20 mL 氢氧化钠溶液(0.5 mol/L)搅拌均匀,静置 1 h 后取 5 mL 上清液,再加入 0.5 mL 三氯乙酸溶液(20%)去蛋白,按 3 500 r/min 离心 10 min,取上清液用紫外分光光度计在 560 nm 波长下测定吸光度值(OD)。另取 2 mL 酚红溶液,依次加入 18 mL 蒸馏水、20 mL 氢氧化钠溶液、4 mL 三氯乙酸溶液搅拌均匀,测定 OD,为标准酚红 OD。胃排空率=(1-实测酚红 OD/标准酚红 OD) $\times$ 100%。

1.7.4 小肠推进率的检测<sup>[7-8]</sup> 将小肠分离后直铺于冰面上,先肉眼观察被酚红溶液染成红色的小肠末端,然后在末端剪一小口,在该口上滴少量氢氧化钠溶液(0.5 mol/L),若变紫色则为酚红到达的部

位,之后在紫色区前后各滴少量氢氧化钠溶液以确定酚红到达的实际部位。小肠推进率=(幽门至酚红染成红色末端的距离/幽门至回盲瓣的距离) $\times$ 100%。

1.7.5 胃电图检测 实验前禁食 24 h,禁水 2 h。用 10%水合氯醛(0.35 mL/100 g)腹腔麻醉大鼠,仰卧位固定于鼠板上,除去上腹部鼠毛,75%酒精脱脂。沿上腹正中中线剖开,分别将 3 根 Ag/AgCl 电极在胃的浆膜层平刺约 1 cm,胃窦胃体交界处接正极,向左旁开约 0.5 cm 胃体接负极,向右旁开约 1 cm 处接相关电极。用 BL-420F 生物机能系统记录大鼠胃电。实验参数:增益(G)1 mv,时间常数(T)1 s,滤波(F)1 Hz,记录速度:5 s/div,记录时间 30 min。选择胃电信号稳定的 10 min,观测其连续 5 个波的振幅和频率,取其平均值进行分析。

### 1.8 统计学处理

采用 SPSS 17.0 软件进行统计分析。全部计量资料用“ $\bar{x}\pm s$ ”表示,进行正态性及方差齐性检验,满足正态性者,多组计量资料采用单因素方差分析,方差齐者选用 LSD 法,方差不齐者用 Tamhane's T2 检验,不满足正态性时用秩和检验。以  $P<0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 各组大鼠症状积分和血糖的比较

造模后,大鼠精神萎靡、反应迟钝、皮毛枯黄无光泽、大便稀溏,血糖持续升高。与空白组比较,模型组、电针穴位组、电针非穴位组和胃复安组大鼠症状积分、血糖均显著升高( $P<0.01$ ),与模型组比较,电针穴位组症状积分、血糖显著降低( $P<0.01$ , $P<0.05$ )。与电针非穴位组比较,电针穴位组症状积分明显降低( $P<0.05$ ),与胃复安组比较,电针穴位组症状积分显著降低( $P<0.01$ )。说明电针穴位可改善大鼠 DGP 症状,降低血糖值,调节血糖水平。结果见表 2。

表 2 各组大鼠症状积分、血糖的比较 ( $\bar{x}\pm s$ )

组别	n	症状积分(分)	血糖(mmol/L)
空白组	10	0.00 $\pm$ 0.00	5.61 $\pm$ 1.24
模型组	10	10.10 $\pm$ 0.99 <sup>●●</sup>	25.72 $\pm$ 3.33 <sup>●●</sup>
电针穴位组	10	7.70 $\pm$ 1.16 <sup>●●▲▲◆◆</sup>	22.62 $\pm$ 4.09 <sup>●●▲▲</sup>
电针非穴位组	10	8.80 $\pm$ 1.14 <sup>●●</sup>	24.37 $\pm$ 3.55 <sup>●●</sup>
胃复安组	10	9.10 $\pm$ 1.20 <sup>●●</sup>	23.21 $\pm$ 3.16 <sup>●●</sup>

注:与空白组比较●● $P<0.01$ ;与模型组比较▲▲ $P<0.01$ ,▲ $P<0.05$ ;与电针非穴位组比较★ $P<0.05$ ;与胃复安组比较◆◆ $P<0.01$ 。



### 2.2 各组大鼠胃排空率、小肠推进率的比较

与空白组比较,模型组大鼠胃排空率、小肠推进率显著降低( $P<0.01$ ),表明造模组大鼠胃排空延迟、小肠推进减慢,胃运动障碍,结合症状积分、血糖的显著升高说明 DGP 造模成功;与模型组比较,电针穴位组胃排空率、小肠推进率明显升高( $P<0.05, P<0.01$ )。说明电针穴位能改善胃排空延迟,促进小肠推进,增强大鼠胃运动。结果见表 3。

表 3 各组大鼠治疗后胃排空率、小肠推进率的比较 ( $\bar{x}\pm s, \%$ )

组别	n	胃排空率	小肠推进率
空白组	10	70.14±15.50	66.71±12.38
模型组	10	47.10±14.46●●	37.53±7.25●●
电针穴位组	10	64.63±18.28▲	52.65±9.84●●▲▲
电针非穴位组	10	58.65±15.64	48.84±6.41●●
胃复安组	10	63.00±12.15	52.41±11.09●●

注:与空白组比较●● $P<0.01$ ;与模型组比较▲▲ $P<0.01, \blacktriangle P<0.05$ 。

### 2.3 各组大鼠胃电图频率与振幅的比较

与模型组比较,各组间胃电平均频率无显著差异( $P>0.05$ )。与空白组比较,模型组、电针非穴位组平均振幅显著降低( $P<0.01$ ),说明模型组胃平滑肌收缩减弱,而致胃动力不足,排空延迟;与模型组比较,电针穴位组平均振幅明显增加( $P<0.05$ ),提示电针穴位组,可以增加胃电振幅,增强胃平滑肌收缩。结果见表 4,图 1-5。

表 4 各组大鼠治疗后胃电图频率与振幅的比较 ( $\bar{x}\pm s$ )

组别	n	平均频率(cpm)	平均振幅(mv)
空白组	10	4.78±1.26	0.648±0.15
模型组	10	4.49±1.03	0.368±0.05●●
电针穴位组	10	4.67±0.76	0.537±0.13▲
电针非穴位组	10	5.24±0.79	0.392±0.06●●
胃复安组	10	5.01±0.97	0.508±0.14

注:与空白组比较●● $P<0.01$ ;与模型组比较▲ $P<0.05$ 。

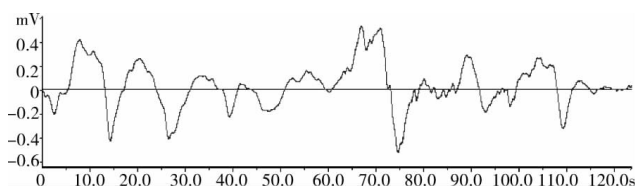


图 1 空白组胃电图

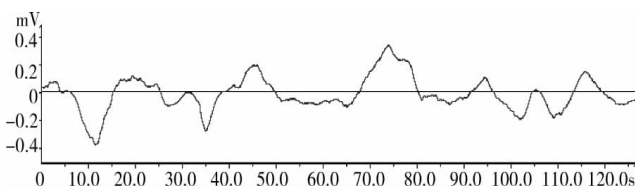


图 2 模型组胃电图

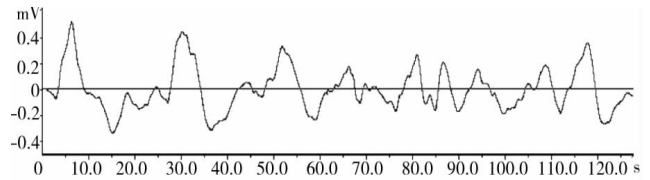


图 3 电针穴位组胃电图

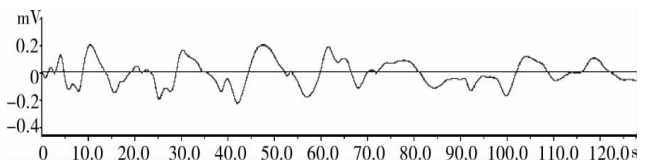


图 4 电针非穴位组胃电图

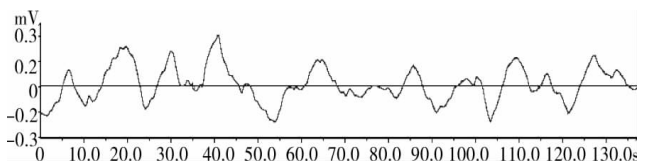


图 5 胃复安组胃电图

## 3 讨论

根据国际糖尿病联盟(IDF)统计,在 2000 年全球糖尿病患病率约为 2.8%,至 2014 年则达到了 8.3%,我国约有 9 240 万到 1.139 亿成人糖尿病患者,大约占中国总人口数的 9.7%~11.6%,位居全球第一<sup>[9]</sup>。DGP 是糖尿病最常见的慢性并发症之一,其特性表现为胃排空延迟,研究资料显示,约 50%~76%糖尿病患者合并有胃轻瘫<sup>[10]</sup>。该并发症严重影响糖尿病患者的生活质量,而且还能造成口服降糖药的吸收、代谢和排空障碍,导致糖尿病患者血糖水平呈现无规律的波动,从而影响患者的基本状况和临床治疗效果。DGP 的发病机制尚未完全阐明,已有的研究认为可能与自主神经病变、高血糖、胃肠激素紊乱、胃肠微血管病变、Cajal 间质细胞病变、幽门螺杆菌感染等有关。

胃是一个复杂的电化学器官,胃的运动是由各部分的平滑肌周期性的产生电活动和机械活动并相互协调来实现的,主要包括自主神经、Cajal 间质细胞和平滑肌细胞 3 个关键环节,并受体液和神经的调节。正常的胃排空是指食物从胃进入十二指肠的过程,只有胃内压超过十二指肠内压时才发生排空,该过程还受到幽门阻力的影响。在胃内压低下、幽门阻力升高、十二指肠压力升高时,便会出现排空延迟。研究表明,DGP 可引起胃肠道移行性复合运动(MMC)周期的延长,MMC 时相的紊乱,以及 MMC III 相的缺失<sup>[10]</sup>。由于 DGP 缺少 MMC III 相,餐后胃窦运动功能低下以及幽门痉挛,胃窦、幽门及十二指肠收缩不协调,胃排空延迟。

胃肠道内在的电活动可以决定胃肠平滑肌的运动形式,胃肌电活动包括两种,一种为慢波或基础电节律,另一种为快波或峰电位。慢波电位是胃运动的基础,是胃平滑肌的起步电位<sup>[1]</sup>。慢波虽本身不能直接引起胃平滑肌收缩,但其存在可使平滑肌在动作电位发生后产生肌肉收缩,一旦慢波电位消失,动作电位和胃平滑肌的收缩即不能发生。研究表明,胃运动障碍与胃电节律紊乱密切相关,当胃电慢波节律紊乱时不能产生有效的机械收缩,可导致胃窦的动力指数明显下降,胃窦的收缩力减弱,胃排空延迟,甚至出现胃运动消失<sup>[2]</sup>。胃电图是通过体表电极、浆膜或黏膜记录到的胃的慢波电活动,这种电活动与胃的运动密切相关,它可作为胃排空的间接指标。当胃电图明显异常时,可以预测胃排空延迟,但当胃电图正常时,胃排空可能正常也可能延迟。胃电图正常而胃排空延迟时可能存在胃电和机械收缩失偶联或胃窦幽门十二指肠活动不协调。有研究表明,胃电图对诊断胃排空延迟的准确率为 85%,灵敏度为 82%,特异性为 89%<sup>[3]</sup>。胃电图的振幅和频率反映了胃平滑肌收缩强度和蠕动的节律,通过观察胃电慢波的频率和平均振幅可测出胃运动的基本状态,胃电振幅的降低可造成排空的延迟<sup>[4]</sup>。研究表明 DGP 患者胃电节律紊乱与进餐时症状密切相关<sup>[5]</sup>,应用药物治疗后,随着胃节律紊乱条件改善,胃轻瘫的症状得到缓解。越来越多的证据显示由胃电图记录到的胃电活动的异常与胃运动障碍相关,胃电紊乱可导致胃运动和排空异常。本实验结果显示:DGP 模型大鼠精神萎靡、反应迟钝、毛色枯黄无光泽、大便稀溏,症状积分、血糖值显著升高,胃排空率、小肠推进率显著下降,胃电图振幅明显降低,与文献报道一致<sup>[6-7]</sup>。经过治疗后,电针穴位组胃电图振幅明显升高,胃排空率及小肠推进率明显增加,症状积分和血糖值明显下降。

由此可见,一个正常的胃排空需要有正常的胃电慢波活动、胃肌电和机械收缩偶联以及正常的胃窦幽门十二指肠协调运动。若胃电慢波节律紊乱则不能产生有效的机械收缩,就会引起胃动力减弱、胃排空减慢。当胃电图明显异常时,可以预测胃排空延缓,但当胃电图正常时,胃排空可能正常也可能延缓。胃电图正常而胃排空延缓时可能存在胃电和机械收缩失偶联或胃窦幽门十二指肠活动不协调。结果表明:电针穴位能改善 DGP 症状,控制血糖水平,

促进胃排空,改善胃运动障碍,其作用机制可能与胃电图振幅增加有关,但其机制是通过何种通路达到效应,则有待更进一步的研究。

#### 参考文献:

- [1] Shin AS, Camilleri M. Diagnostic assessment of diabetic gastroparesis[J]. *Diabetes*, 2013,62(8): 2667-2673.
- [2] 丁 良,王振华,梁 婧,等.胃电图的中西医临床应用研究进展[J]. *湖南中医杂志*,2015,31(2):166-169.
- [3] 李 莉. 温针灸治疗糖尿病胃轻瘫疗效评价 [J]. *糖尿病新世界*, 2015(10):76-77.
- [4] Yin J, Chen J, Chen JD. Ameliorating effects and mechanisms of electroacupuncture on gastric dysrhythmia, delayed emptying, and impaired accommodation in diabetic rats [J]. *Am J Physiol Gastrointest Liver Physiol*, 2010, 298:563-570.
- [5] 万全荃,贺凤娥,林亚平.糖尿病胃轻瘫大鼠模型衍变过程相关指标的观察[J].*湖南中医药大学学报*,2014,34(10):6-10.
- [6] 李忠仁.实验针灸学[M].北京:中国中医药出版社,2007:327-329.
- [7] 林亚平,贺凤娥,彭艳,等.电针对糖尿病胃轻瘫模型大鼠胃肠激素的影响[J].*北京中医药大学学报*,2015,38(12):847-851.
- [8] 贺凤娥,万全荃,林亚平,等.电针对糖尿病性胃轻瘫模型大鼠 INS 水平和 CCK 含量的影响[J].*上海针灸杂志*,2016,35(1):81-84.
- [9] Stoian A, Banescu C, Balasa RI, et al. Influence of GSTM1, GSTT1, and GSTP1 Polymorphisms on Type 2 Diabetes Mellitus and Diabetic Sensorimotor Peripheral Neuropathy Risk [J]. *Dis Markers*, 2015: 638693.
- [10] 许曼英,陆广华,陈名道.糖尿病学[M].上海:上海科学技术出版社, 2010:490-494.
- [11] 姜熙君.体表胃电图的检测、处理及胃电慢波传导的研究[D].扬州:扬州大学,2007.
- [12] 李宇航,王庆国,陈 萌,等.半夏泻心汤及其拆方对胃电节律失常大鼠胃电慢波频率变异系数的影响[J].*中国中西医结合杂志*, 2006(S1):53-55.
- [13] Yin J, Chen JD. Electrogastrography: methodology, validation and applications[J]. *J Neurogastroenterol Motil*, 2013, 19(1): 5-17.
- [14] Chen JD, Lin Z, McCallum RW. Noninvasive feature-based detection of delayed gastric emptying in humans using neural networks [J]. *IEEE Transactions on Biomedical Engineering*, 2000, 47(3): 409-412.
- [15] 黄建中,汪相武.多潘立酮联合胃复春治疗糖尿病性胃轻瘫 25 例[J].*中国中西医结合消化杂志*,2013,21(2):103-104.
- [16] 林亚平,万全荃,彭 艳,等.电针对糖尿病胃轻瘫大鼠胃窦促生长素 mRNA、生长激素促分泌素受体 mRNA 表达的影响[J].*针刺研究*,2015,40(4):290-295.
- [17] 梅志刚,张定棋,程军平,等.针药联合对糖尿病胃轻瘫小鼠胃肠动力及胃肌电活动的影响[J].*时珍国医国药*,2015,26(11):2786-2789.

(本文编辑 匡静之)