

胃扩张模型大鼠迷走神经背核胃相关神经元对不同针刺穴位的反应

陈 姝, 雍春燕, 陈 恒, 初 晓, 张 超, 谭 程, 叶 兰, 李江山(湖南中医药大学针灸推拿学院, 湖南省长沙市 410007)

文章亮点:

1 实验创新性采用电生理学手段——微电极细胞外记录技术, 以下丘脑室旁核胃相关神经元为切入点, 多层次地探讨以大鼠迷走神经背核为核心的神经通路在不同穴位引发针刺效应中所发挥的作用, 是经脉脏腑相关研究的新领域和新思路, 将进一步推动经脉脏腑相关研究。

2 实验应用微电极细胞外记录技术记录迷走神经运动背核神经元的自发放电, 然后予以胃扩张刺激, 寻找迷走神经背核对胃扩张起反应的神经元, 并以此作为与胃功能相关的神经元。在此基础上, 观察针刺上述穴位及刺激下丘脑室旁核对该神经元的激活作用。需要说明的是, 迷走神经背核为运动核, 但实验显示其对胃扩张刺激能产生抑制作用。

3 由课题组前期的实验可知, 针刺信息和内脏的异常性刺激在孤束核内发生整合、汇聚后, 继续上传至更深层中枢, 再经下行传导通路到达胃, 从而对胃经行调控。而迷走神经背核在此过程中扮演了一个不可或缺的角色。为了验证推断的正确与否, 可以进行进一步实验, 如将参与调控胃运动的神经或脊髓切断, 观察下丘脑室旁核内神经元放电的情况, 以明确针刺信息的传导通路。

关键词:

实验动物; 组织构建; 迷走神经背核; 针刺; 穴位; 神经节段; 胃相关神经元; 国家自然科学基金

主题词:

模型, 动物; 针刺穴位; 胃扩张; 神经元; 迷走神经

基金资助:

国家自然科学基金面上项目课题(81273677)

摘要

背景: 课题组的前期工作主要围绕孤束核在接受胃伤害性刺激和针刺穴位反应中所扮演的角色展开研究, 而迷走神经背核与孤束核、最后区一起作为迷走神经复合体中不可或缺的组成部分, 在调节胃功能中发挥了重要的作用。

目的: 观察针刺“足三里”、“内关”、“脾俞”、“肾俞”等不同神经节段穴位对胃扩张模型大鼠迷走神经背核胃相关神经元的影响。

方法: 在成功构建大鼠胃扩张造模的基础上, 采用神经电生理学的方法, 运用细胞外记录技术, 找出迷走神经背核胃相关神经元, 予以手针刺激“足三里”、“内关”、“脾俞”、“肾俞”等不同神经节段穴位各 15 s, 记录来自体表的刺激对迷走神经背核胃相关神经元的影响。

结果与结论: 24 只大鼠共记录到 90 个神经元放电, 90 个下丘脑室旁核神经元中与胃扩张相关的神经元有 54 个, 54 个胃扩张相关神经元中, 对针刺足三里、内关、脾俞、肾俞有反应的神经元个数分别为 44, 39, 38, 27, 有反应的神经元出现比例分别为 82%, 72%, 70%, 50%。提示针刺不同神经节段穴位均能不同程度地激活迷走神经背核参与调节胃运动。

陈姝, 雍春燕, 陈恒, 初晓, 张超, 谭程, 叶兰, 李江山. 胃扩张模型大鼠迷走神经背核胃相关神经元对不同针刺穴位的反应[J]. 中国组织工程研究, 2014, 18(36):5842-5846.

Gastric distention-related neurons in dorsal nucleus of the vagus nerve of rats in response to different acupuncture acupoints

Chen Shu, Yong Chun-yan, Chen Heng, Chu Xiao, Zhang Chao, Tan Cheng, Ye Lan, Li Jiang-shan
(College of Acupuncture, Moxibustion and Tuina, Hunan University of Chinese Medicine, Changsha 410007, Hunan Province, China)

Abstract

BACKGROUND: Preliminary studies of our research group mainly focus on the role of nucleus of solitary tract in gastric noxious stimulation and acupuncture point, while dorsal nucleus of vagus nerve, nucleus of solitary tract and area postrema are the necessary component for vagus nerve complex, and dorsal nucleus of vagus nerve plays a crucial role in the regulation of gastric functions.

OBJECTIVE: To observe the effect of acupuncture at *Zusanli*, *Neiguan*, *Pishu* and *Shenshu* acupoints on the gastric-related neurons in dorsal motor nucleus of the vagus nerve.

METHODS: The gastric related neurons in dorsal motor nucleus of the vagus nerve of gastric distension rats were identified using extracellular recording technique, according to neuroelectrophysiology method. Acupuncture stimulation was given to *Zusanli*, *Neiguan*, *Pishu* and *Shenshu* for 15 seconds. The effect of body

陈姝, 女, 1988 年生, 湖南省耒阳市人, 湖南中医药大学在读硕士, 主要从事针灸推拿的治病机理研究。

通讯作者: 李江山, 博士, 教授, 硕士生导师, 湖南中医药大学针灸推拿学院, 湖南省长沙市 410007

doi:10.3969/j.issn.2095-4344.2014.36.018
[http://www.crter.org]

中图分类号:R318
文献标识码:B
文章编号:2095-4344
(2014)36-05842-05
稿件接受: 2014-06-04

Chen Shu, Studying for master's degree, College of Acupuncture, Moxibustion and Tuina, Hunan University of Chinese Medicine, Changsha 410007, Hunan Province, China

Corresponding author: Li Jiang-shan, Ph.D., Professor, Master's supervisor, College of Acupuncture, Moxibustion and Tuina, Hunan University of Chinese Medicine, Changsha 410007, Hunan Province, China

Accepted: 2014-06-04

stimulation on the gastric distension related neurons in dorsal motor nucleus of the vagus nerve of rats was recorded.

RESULTS AND CONCLUSION: Among the involved 24 rats, 90 neurons at paraventricular hypothalamic nucleus exhibited discharge. Among the discharged neurons, 54 neurons were related to gastric distension. After acupuncture stimulation at *Zusanli*, *Neiguan*, *Pishu* and *Shenshu*, there were 44, 39, 38, 27 neurons giving a response, the reaction rate was 82%, 72%, 70% and 50%, respectively. Acupuncture at different nerve segment acupoints can activate the dorsal motor nucleus of the vagus nerve to different degrees, which is involved in the regulation of gastric motility.

Subject headings: models, animal; acupuncture points; gastric dilatation; neurons; vagus nerve

Funding: the National Natural Science Foundation of China, No. 81273677

Chen S, Yong CY, Chen H, Chu X, Zhang C, Tan C, Ye L, Li JS. Gastric distention-related neurons in dorsal nucleus of the vagus nerve of rats in response to different acupuncture acupoints. *Zhongguo Zuzhi Gongcheng Yanjiu*. 2014;18(36): 5842-5846.

0 引言 Introduction

迷走神经作为支配胃的主要副交感神经之一, 主要起源于脑干的迷走神经背核^[1]。迷走神经背核呈长柱状, 嘴尾纵行, 纵贯延髓全长, 位于孤束核的腹内侧, 和孤束核、最后区一起构成了“迷走感觉运动中枢”, 也构成了调节胃运动的低位中枢^[2]。由此三者构成的“迷走复合体”是集感觉传入、整合、内脏传出于一体的内脏副交感神经的中枢, 包括了内脏运动核团(迷走神经背核)、内脏感觉核团(孤束核、迷走神经背核、最后区)和化学感受器(最后区), 其内含有多重递质和相应受体, 如乙酰胆碱、儿茶酚胺等, 同时存在神经-体液回路, 它们均参与了迷走神经背核对胃功能的调节^[3]。

Zhang等^[4]研究显示, 电刺激大鼠的迷走神经背核可促进胃酸的分泌。形态学研究显示, 支配胃的副交感神经除了少部分来自疑核外, 其大部分均来自于迷走神经背核, 也就是说, 迷走神经背核是调控胃功能的主要迷走副交感的初级中枢^[5]。迷走神经背核中有大、中、小型细胞, 这3型细胞分别支配胃的不同部位。其中大细胞主要支配胃体, 小细胞支配胃窦幽门部, 而其他部位则主要以中型细胞为主。来自中山医科大学生理学教研室的研究表明了迷走神经背核内存在着一个特定的胃代表区, 且胃的不同位置在该区可以找到不同的位置。例如胃窦幽门处归属其内侧部支配, 胃体则由其内侧中间部支配, 而负责支配前胃的则为该区的外侧部^[6]。近年来的研究显示迷走神经背核与外周及中枢具有着丰富的纤维联系^[7], 它既可直接接受迷走神经纤维的投射, 同时又与下丘脑外侧区、腹内侧区及室旁核保持着双向纤维投射。亦有研究表明中缝隐核、中缝苍白核内与调节胃运动有关的神经元有纤维投射至迷走神经背核^[8]。

课题组的前期工作主要围绕孤束核在接受胃伤害性刺激和针刺穴位反应中所扮演的角色展开研究, 而迷走神经背核与孤束核、最后区一起作为迷走神经复合体中不可或缺的组成部分, 在调节胃功能中发挥了重要的作用。因此, 开展对迷走神经背核在支配胃运动神经通路中角色的研究, 是对前期研究工作的延伸, 亦可为后期的工作做铺垫。文章从电生理学的角度探讨不同穴位对大鼠迷走神经背核胃相关神经元的作用, 以期临床选取穴位治疗胃肠疾病

提供指导。

1 材料和方法 Materials and methods

设计: 随机对照动物实验。

时间及地点: 于2013年3至9月在广东省肇庆市康达动物实验中心实验室完成。

材料:

动物: 健康成年SD大鼠24只, 体质量(300±20) g, 雌雄各半, 由广州中医药大学动物实验中心提供, 动物合格证号: 44005900000325。按随机数字表法分为足三里组、内关组、脾俞及胃俞组, 每组6只。实验过程中对动物的处置符合2009年《Ethical issues in animal experimentation》相关动物伦理学标准的条例。

针刺穴位对大鼠迷走神经背核胃相关神经元作用实验的主要仪器:

仪器	来源
台式电脑, 扬天M4600N	中国联想
大鼠脑立体定位仪, SR-6R型	美国
电动推进器, DM SYSTEM	日本Narishige
高速数据采集分析系统, MICRO3-1041型	英国CED
EX4-400型放大器、S-900型刺激器	日本DAGAN
隔离器, S-910型	日本CORNERSTONE
16道生理记录仪(MP-150主件、UIM模块、DA100C模块、TSD104压力换能器)	日本BIOPAC
电子分析天平	瑞士
多头磁力加热搅拌器, HJ-4型	中国金坛富华仪器
冰冻切片机, CM1900型	德国Leica

方法:

体表刺激点定位: 按照中国针灸学会实验针灸研究会1992年制订的《实验动物穴位定位标准》及拟人对照法。内关: 前肢下1/6折点处内侧, 桡、尺骨缝中; 足三里: 腓骨小头下约5 mm; 脾俞: T₁₁、₁₂棘突间旁开5 mm处; 肾俞: L₂棘突下旁开5 mm^[9-10]。

构建胃扩张模型大鼠^[11]: 大鼠于实验前禁食不禁水24 h, 称质量后予以20%乌拉坦以6 mL/kg的剂量, 腹腔注射麻醉大鼠, 将大鼠仰卧位束于鼠板上, 上腹部剔除毛

发,于剑突下沿腹白线纵向剪开皮肤、肌层和腹膜,充分暴露胃体,用小剪刀在距离幽门0.5 cm的十二指肠处避开血管,剪一“一”字形小口,将连接在聚乙烯软管上的气囊推进胃内,推至胃窦部后,将切口荷包缝合,接注射器针头的聚乙烯软管经三通管与压力换能器及充满蒸馏水的注射器连接,完全排空气囊、软管等处的气泡后,校对换能器,向气囊内注水5–8 mL,打开acqknowledge 4.1软件,记录胃内压 ≥ 5.32 kPa时所需的注水量。

操作步骤^[12]:大鼠行胃扩张造模后,将其俯卧位固定于脑立体定位仪上,沿两侧外耳道插入耳棒,门齿固定于牙托,头部制动,切开头部皮肤,用蘸有双氧水的棉签擦净骨膜,暴露前囟,用牙钻于前囟后13.8 mm、前正中线旁开0.5 mm出凿一直径约1 mm的小孔,手下有落空感即止。按照Paxinos-Watson大鼠脑立体定位图谱,迷走神经背核坐标位置为:AP: 13.8 mm, L: 0.5–1.5 mm; H: 7.2–8.2 mm。于显微镜下缓慢地将电极插推至脑表面,予石蜡油覆于脑表面以防止干燥及减少脑波动对电极位置的影响。在微电极推进器的操作下,以1 $\mu\text{m/s}$ 的速度推进金属电极,在7.2–8.2 mm深度遇到放电即刻停止,使电极尖端停留在放电神经元处,神经元放电信号经微电极放大器、生物物理放大器二级放大后,显示在示波器上,待放电基线平稳后,神经元放电稳定后,给予胃扩张15 s,待放电恢复至基线或接近基线水平后,予以体表刺激点针刺,施手针,均以捻转手法。足三里组大鼠针刺足三里15 s,同步记录,去除手针及胃扩张刺激,待其恢复至基线或接近基线水平后予以下一个穴位点刺激。按照针刺足三里的方法,其他3组大鼠依次针刺内关、脾俞及肾俞并同步记录迷走神经背核神经元放电。

标记位点鉴定:

灌流取材:每只大鼠记录完毕后,开胸,经左心室插管至升主动脉,先用150 mL生理盐水冲去血液,再以40 g/L甲醛溶液灌注固定,持续时间40–45 min。取迷走神经背核,于上述新鲜固定液中固定。1周后行冰冻冠状连续切片,切片厚度为30 μm ,贴于载玻片上,中性红染色,光学显微镜下进行标记位点鉴定。取记录位点及损毁位点(如图1所示,红色三角形区域为核团的位点,为迷走神经背核)正确的单位进行统计分析^[13],位置不符合者资料弃之不用。

主要观察指标:针刺前后迷走神经背核胃相关神经元放电数。

统计学分析:由第六、七作者采用Spike2神经信号分析软件(UK)进行数据的分析处理。神经元对刺激的反应主要有兴奋、抑制和无反应有3种情形,以刺激前后神经元放电频率变化超过30%作为标准。刺激前后频率变化增加30%为兴奋性神经元,刺激前后频率变化减少30%为抑制性神经元,刺激前后频率变化在30%内为无反应神经元。实验结束后进行组织学鉴别,电极记录部位不正确者,数据弃之不用。

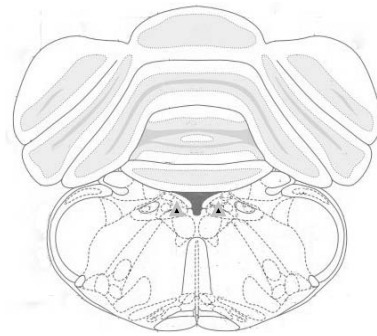


图1 大鼠迷走神经背核定位

Figure 1 The dorsal nucleus of rat vagus nerve

图注:图中三角形区域为核团的位点,为迷走神经背核。

2 结果 Results

2.1 实验动物数量分析 纳入24只大鼠,雌雄各半,按随机数字表法分为足三里组、内关组、脾俞及胃俞组,每组6只。全部进入结果分析,无脱失。

2.2 胃扩张相关神经元对针刺腧穴的反应及有反应神经元的出现率 24只大鼠共记录到90个下丘脑室旁核神经元放电。90个下丘脑室旁核神经元中与胃扩张相关的神经元有54个,54个胃扩张相关神经元对体表刺激的反应结果见表1, 2。

由表1, 2可知,54个胃扩张相关神经元中兴奋性神经元占41个,而抑制性神经元仅占13个,且41个胃扩张兴奋性神经元中对来自体表的刺激也以兴奋性神经元为主。54个胃扩张相关神经元中,对针刺足三里、内关、脾俞、肾俞有反应的神经元个数分别是44, 39, 38, 27,有反应的神经元出现的比例分别是82%, 72%, 70%, 50%。4个穴位的有反应神经元中,足三里、内关和脾俞分别与肾俞相比,差异有显著性意义($P < 0.05$)。

2.3 针刺前后迷走神经背核胃相关神经元放电频率的变化 由图2可明显看出,胃扩张兴奋性神经元在刺激时间段15 s之内的放电频率均高于刺激前。结果提示,针刺内关、足三里、脾俞及肾俞均能不同程度地激活迷走神经背核胃相关神经元。

3 讨论 Discussion

迷走神经背核位于延髓背内侧,形状呈长柱状,为延髓中的核心核团之一,与脑干众多核团保持了丰富的纤维联系,这就为其支配和调节胃运动提供了条件^[2]。迷走神经作为支配胃的主要副交感神经^[14],起源于延髓迷走神经背核,其含有丰富的传入纤维,接受来自表皮感受器的针刺信息,故迷走神经背核在调节胃运动中发挥着重要的作用。也就是说,迷走神经背核是调控胃功能的主要迷走副交感的初级中枢。早期来自中山医科大学生理学教研室的研究表明了迷走神经背核内存在着一个特定的胃代表区,且胃的不同位置在该区可以找到不同的位置。例如胃窦幽门处归属其内侧部支配,胃体则由其内侧中间部支配,

表 1 迷走神经背核胃扩张相关神经元 54 个对针刺膻穴的反应
Table 1 Reaction of 54 gastric distention-related neurons in the dorsal nucleus of vagus nerve after acupuncture

膻穴	胃扩张兴奋性神经元个数(41 个)		胃扩张抑制性神经元个数(13 个)	
	有反应神经元数 (兴奋/抑制)	无反应 神经元数	有反应神经元数 (兴奋/抑制)	无反应 神经元数
足三里	34(27/7)	7	10(8/2)	3
内关	31(24/7)	10	8(4/4)	5
脾俞	29(20/9)	12	9(5/4)	4
肾俞	20(12/8)	21	7(4/3)	6

表注: 54 个胃扩张相关神经元中兴奋性神经元占 41 个, 其中对来自体表的刺激也以兴奋性神经元为主。

表 2 迷走神经背核胃扩张相关神经元 54 个对针刺膻穴有反应的出现率比较

Table 2 Percentage of neurons among 54 neurons in the dorsal nucleus of vagus nerve responding to acupuncture (n)

穴位	有反应神经元数(个)	无反应神经元数(个)	有反应神经元出现率(%)
足三里	44 ^a	10	82
内关	39 ^a	15	72
脾俞	38 ^a	16	70
肾俞	27	27	50

表注: 与肾俞相比, ^a $P < 0.05$ 。4 个穴位的有反应神经元中, 足三里、内关和脾俞均大于肾俞($P < 0.05$)。

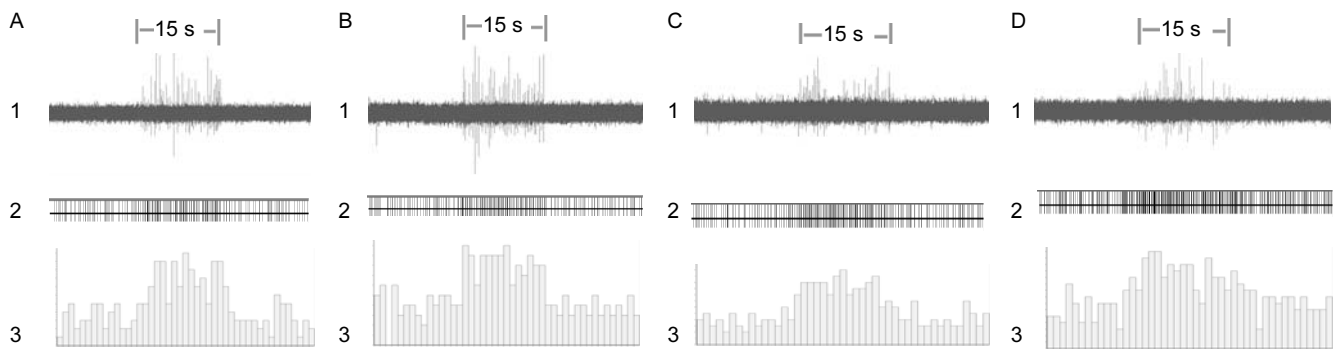


图 2 针刺前后迷走神经背核胃相关兴奋性神经元的放电频率变化

Figure 2 The discharge frequency changes of gastric distention related neurons before and after acupuncture

图注: 图中 A 为针刺足三里放电图, B 为针刺内关放电图, C 为针刺脾俞放电图, D 为针刺肾俞放电图。1 为原始放电图, 2 为放电频率图, 3 为放电直方图。观察结果显示, 针刺内关、足三里、脾俞及肾俞均能不同程度地激活迷走神经背核胃相关神经元。

而负责支配前胃的则为该区的外侧部。与此同时, 也有报道称, 迷走神经背核中不同类型的细胞也对胃的不同部位发挥着不同的作用。大细胞主要支配胃体, 小细胞支配胃窦幽门部, 而其他部位则主要以中型细胞为主。上述研究均可表明, 迷走神经背核是调控胃功能的一个重要的副交感节前中枢。1999 年 Hsieh 的研究阐明支配胃肠的副交感节前纤维主要位于迷走神经背核^[15]。叶蒙福^[16]用 HRP 技术发现支配胃的副交感神经元存在于迷走神经背核疑核嘴侧。

神经生物学理论研究显示, 穴位对内脏功能活动的调节是以节段性、阶段间及脊髓上的作用为基础来进行调节的^[17]。以往的研究显示“足三里”穴区的传入冲动投射到 T₆-S₃脊神经节^[18]，“内关”穴传入神经元主要位于 C₆-T₁^[19]，“脾俞”穴的传入神经元则在 T₆-L₁^[20]，“肾俞”穴的传入神经元位于 T₁₁-L₃^[21]，而胃的交感传入神经节段为 T₅₋₉，由此可见, 选取的 4 个穴位除了足三里与胃在下胸部及腰部有重叠外, 另 3 个均与胃不在同一神经节段, 因此针刺“足三里”“内关”“脾俞”“肾俞”等穴位在迷走神经背核参与胃功能调节的环节中表现出了不同程度的激活作用。

大量的形态学研究证明, 由迷走神经背核发出的迷走神经可直接支配胃运动, 且孤束核是感觉的初级传入中枢, 其与迷走神经背核之间存在着双向的纤维投射。课题组的

前期研究表明, 孤束核接受来自心胃等内脏的初级传入信息和来自体表的针刺感觉信息, 为两者信息传入的共同汇聚点^[22-24], 信息经孤束核整合后, 向高位中枢传递, 再经下行投射系统传出通路调节胃的功能状态。迷走神经背核虽为运动核, 但近年来众多研究表明其对胃扩张刺激能起到抑制作用^[25]。本实验运用胃扩张的造模方式, 细胞外记录的方法成功记录到迷走神经背核胃相关神经元, 表明其在针刺对迷走神经背核胃相关神经元影响的环节中发挥了重要作用。从生理学角度分析, 王静等^[26]采用胃电刺激的方法观察 c-Fos 蛋白的表达, 其结论显示胃电刺激后延髓孤束核和迷走神经运动背核神经元 c-Fos 蛋白表达阳性, 提示迷走神经广泛参与了该调控作用。裴文芬等^[27]观察到损毁迷走神经背核能消除电针对胃黏膜损伤的保护作用, 均充分说明了迷走神经背核在调节胃功能活动中的重要作用。

根据解剖学信息显示, 迷走神经背核凭借其有利的解剖位置, 与脑干中的众多调节内脏运动的核团保持着密切的联系^[28-29], 延髓上的中枢核团均通过迷走神经背核从不同方面参与对胃功能的调节, 这充分显示了迷走神经背核在调节内脏运动中的交通枢纽作用。作者前期的电生理实验研究表明, 孤束核和迷走神经背核之间存在着局部环路,

也就是说这两者之间存在着双向的纤维投射。乔卉等^[8]的实验结果显示,迷走神经背核除了与孤束核保持了密切的联系外,还接受来自中缝大核和蓝斑核的纤维传入。因此可以做出大胆猜想,来自于胃的牵拉及饱胀等感觉经迷走神经传入纤维向大脑核团发出信息,其到达迷走神经背核的途径可能有3条:一是由迷走神经传入纤维直接到达迷走神经背核;二是途经孤束核,由孤束核投射至迷走神经背核;三是由脑干其他核团如中缝大核,蓝斑核等接收信息后,与迷走神经背核之间形成突触联系。来自体表的针刺信息与胃运动信息到达迷走神经背核后,在其内部进行整合后,由迷走神经背核作为最后发出核团,将来自高级中枢的信息转化成反馈信息由传出神经送达胃,以达到调节胃酸分泌及调节胃运动的目的。

结论:实验旨在从神经电生理学的角度分析针刺不同神经节段穴位对迷走神经背核胃相关神经元的影响,结果显示针刺体表各穴位的针刺信息可经脊髓到达延髓的初级中枢,经初级中枢整合后上传至高位中枢,经高位中枢进一步整合后投射至迷走神经背核,再通过迷走-迷走反射影响胃的功能活动。

致谢:感谢导师李江山教授、广东省中医药大学刘健华教授的倾情指导,感谢广东省肇庆市康达动物实验中心全体实验室老师帮助。

作者贡献:实验设计由第一作者在通讯作者及刘健华老师的指导下完成;第一作者及第二、五作者负责实验实施;第三、第四作者协助实验实施;资料收集第一及通讯作者,资料统计第六、七作者;通讯作者及第一作者审校文章并对文章负责。

利益冲突:文章及内容不涉及相关利益冲突。

伦理要求:实验过程中对动物的处置符合2009年《Ethical issues in animal experimentation》相关动物伦理学标准的条例。

学术术语:迷走神经背核-呈长柱状,位于迷走神经三角深处,横亘延髓全长。迷走神经背核与孤束核、最后区一起构成“迷走神经复合体”,共同参与中枢调节胃肠、心血管及内分泌等功能。

作者声明:文章为原创作品,无抄袭剽窃,无泄密及署名和专利争议,内容及数据真实,文责自负。

4 参考文献 References

- [1] 周海洋,常叶恬,戴茹萍.大鼠迷走神经损伤对中枢核团神经元的影响[J].南方医科大学学报,2012,32(11):1576-1579.
- [2] 孙洪兆.迷走神经背核对胃机能调控的研究进展[J].生命科学,2012,24(6):588-592.
- [3] 吕丰香,魏良洲,田宇彬,等.迷走神经复合体注射GLP-1对糖尿病大鼠下丘脑GLP-1受体表达和胃排空的影响[J].胃肠病学和肝病杂志,2013,22(4):333-336.
- [4] Zhang XY, Ai HB, Cui XY. Effects of nucleus ambiguus and dorsal motor nuclei of vagus on gastric H(+) and HCO(3)(-) secretion in rats. World J Gastroenterol.2006;12(20):3271-3274.
- [5] Hayakawa T, Takanaga A, Tanaka K, et al. Cells of origin of vagal motor neurons projecting to different parts of the stomach in the rat:confocal laser scanning and electron microscopic study. Anat Embryol(Berl).2003;207(4-5):289-297.
- [6] 程世斌,卢光启.大鼠胃不同部位副交感节前神经元的中枢定位[J].解剖学报,1991,24(1):51-56.
- [7] Zhou SY, Lu YX, Yao HR, et al. Spatial organization of neurons in the dorsal motor nucleus of the vagus synapsing with intragastric cholinergic and nitric oxide/VIP neurons in the rat. Am J Physiol. 2008;294(5):1201-1209.
- [8] 乔卉,安书成,徐畅.蓝斑核、中缝大核和迷走神经背核在胃运动调节中的关系[J].中国应用生理学杂志,2011,27(1):124-128.
- [9] 杨志高.内关、足三里、四白穴共同调节胃功能在孤束核汇聚、整合的作用探讨[D].湖南中医药大学,2007.
- [10] 庞艳琴,郝晓波,张彩霞,等.大鼠脾俞肾俞的穴位定位探析[J].辽宁中医药大学学报,2008,10(2):12.
- [11] 李江山,严洁,何军峰,等.针刺对胃扩张模型大鼠孤束核神经元放电的影响[J].中国医药导报,2009,3(6):19-21.
- [12] 李江山,严洁,何军峰.针刺内关、足三里等穴对大鼠孤束核神经元放电的影响[J].针灸经络,2007,27(3):55-58.
- [13] Paxinos G, Watson C. The rat brain in stereotaxic coordinates (fifth edition). Burlington,MA,USA:Elsevier Academic Press, 2005.
- [14] Hsieh JH, Chen RF. Projections to the alimentary canal from the dopaminergic neurons in the dorsal motor nucleus of the vagus of the rat. J Auton Nerv Syst. 1998;70(1-2):3-14.
- [15] 刘劲松,乔娟,侯晓华.迷走神经及其出入纤维对大鼠胃肌电活动和胃排空的影响[J].华中科技大学学报,2004,33(6):717-723.
- [16] 叶蒙福.人体解剖学[M].福州:东南大学出版社,1994.
- [17] 王述菊.针刺不同穴位对胃运动异常大鼠双向调节效应研究[D].湖北中医学院,2008.
- [18] 张玉翠,于隽,李江山,等.电针不同神经节段穴位对大鼠胃运动异常模型胃内压的影响[J].湖南中医药大学学报,2011,31(11):65-68.
- [19] 易受乡,周国祥,林亚平,等.针刺内关穴对心缺血/再灌注损伤大鼠脊髓角和背根神经节内5-羟色胺表达的影响[J].中国中西医结合急救杂志,2009,16(4):195-198.
- [20] 任晓玲,赵慧英,逢国梁,等.家兔脾俞穴和肝俞穴的神经支配[J].动物医学进展,2003,24(2):76-77.
- [21] 赵慧英.家兔三焦穴与肾俞穴的神经支配与联系[J].西北农业大学学报,2000,28(1):66-69.
- [22] 李江山,常小荣,严洁,等.电针大鼠四白穴和胃扩张传入信息在孤束核的汇聚c-fos的表达的研究[J].针刺研究,2005,30(1):39-42.
- [23] 何军峰,刘健华,严洁,等.大鼠面部腭穴和胃扩张传入信息在孤束核的汇聚c-fos表达的研究[J].中国中医药信息杂志,2005,12(2):30-32.
- [24] 孟庆玲,李江山.孤束核与心胃之间的关系[J].湖南中医杂志,2012,28(3):157-158.
- [25] 荆浩,吕国枫,张键,等.尾状核、黑质、迷走神经背核内参与尾状核P物质抑制胃运动效应的递质[J].神经解剖学杂志,2001,17(1):71-74.
- [26] 王静,梁列新,杨斌,等.胃电刺激诱导大鼠延髓孤束核和迷走神经运动背核c-fos蛋白表达[J].胃肠病学,2006,11(4):226-228.
- [27] 裴文芬,许冠荪,孙勇,等.大鼠迷走神经背核在电针保护胃黏膜损伤中的作用[J].中国中西医结合脾胃杂志,1997,5(2):92-97.
- [28] 乔卉.脑干相关核团对胃运动的下行调控[D].陕西师范大学,2006.
- [29] 赵凤臣,郭华,高晓群.大鼠延髓巨细胞网状核与脑干内脏运动核间的纤维投射研究[J].现代医学,2007,35(4):261-264.