

DOI: 10.13288/j.11-2166/r.2021.08.014

艾灸“足三里”对功能性消化不良大鼠 Foxp3/ROR- γ t 失衡的影响

金恒¹, 凌家艳¹, 李雪松¹, 邹燃^{1✉}, 徐派的²

1. 湖北省武汉市第一医院, 湖北省武汉市硚口区中山大道 215 号, 430000; 2. 湖北中医药大学针灸骨伤学院

摘要 目的 探讨艾灸治疗功能性消化不良 (FD) 的可能作用机制。方法 43 只大鼠随机选取 10 只作为空白对照组, 剩余 33 只大鼠进行造模, 将造模成功的 30 只大鼠随机分为模型组、艾灸组、莫沙必利组, 每组 10 只。空白对照组不予任何处置, 余组均采用复合因素 (夹尾刺激 + 不规则饮食) 干预法造模 20 日。造模成功后, 艾灸组予以艾灸“足三里”, 每日 1 次, 每次 30 min; 莫沙必利组予以莫沙必利 0.45 mg/(kg · d) 灌胃, 两组均干预 14 天。干预结束后采用 ELISA 法检测各组大鼠血清白细胞介素 17 (IL-17) 水平, 采用 HE 染色观察各组大鼠十二指肠形态变化, 采用 Western blot 法检测各组大鼠十二指肠叉头状/翅状螺旋蛋白 3 (Foxp3)、维甲酸相关核孤儿受体- γ t (ROR- γ t) 蛋白表达。结果 与空白对照组比较, 模型组大鼠血清 IL-17 水平显著升高 ($P < 0.01$); 十二指肠黏膜结构较完整, 但绒毛部分脱落, 排列欠整齐, 有炎症细胞浸润; 十二指肠 Foxp3 蛋白表达显著降低 ($P < 0.01$), ROR- γ t 蛋白表达水平升高 ($P < 0.01$)。与模型组比较, 艾灸组及莫沙必利组大鼠血清 IL-17 水平均降低 ($P < 0.05$); 艾灸组及莫沙必利组大鼠十二指肠绒毛排列较模型组整齐, 炎症细胞浸润减少, 但莫沙必利组大鼠十二指肠绒毛部分绒毛存在破损, 脱落; 此二组 Foxp3 蛋白表达升高 ($P < 0.05$), ROR- γ t 蛋白表达降低 ($P < 0.05$)。与莫沙必利组比较, 艾灸组大鼠血清 IL-17 水平降低 ($P < 0.05$); 十二指肠 Foxp3 及 ROR- γ t 蛋白表达差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。结论 艾灸“足三里”能降低 FD 模型大鼠血清 IL-17 水平, 调节 Foxp3/ROR- γ t 平衡, 从而减轻肠道炎症, 可能是其治疗 FD 的作用机制之一。

关键词 功能性消化不良; 艾灸; 足三里; 叉头状/翅状螺旋蛋白 3; 维甲酸相关核孤儿受体- γ t; 白细胞介素 17

功能性消化不良 (functional dyspepsia, FD) 是一种起源于胃与十二指肠病变的慢性功能性胃肠病, FD 主要分为餐后不适综合征, 表现为餐后饱胀, 早饱; 上腹痛综合征, 表现为上腹痛或上腹灼烧。据统计, 高达 20% 的普通人群出现消化不良症状, 与反流症状重叠, 导致多达三分之一的患者出现更频繁和更严重的症状, 严重影响患者的工作及生活^[1-2]。有研究表明, 餐后不适综合征患者十二指肠黏膜嗜酸性粒细胞浸润和脱颗粒增加^[3], 提示十二指肠的免疫反应在 FD 中的重要作用。叉头状/翅状螺旋蛋白 3 (Foxp3)/维甲酸相关核孤儿受体 γ t (ROR- γ t) 是控制辅助性 T 细胞 17 (Th17)/调节性 T 细胞 (Treg) 分化的特异性转

录因子, 共同维持机体的免疫平衡^[4]。目前, FD 的主要治疗方案包括促胃肠动力剂、内脏敏感调节剂、抗幽门螺杆菌剂、抗焦虑及抑郁剂等, 但 FD 的症状复杂, 药物难以适应复杂的个体差异且副作用多^[5]。艾灸疗法治疗 FD 疗效较好^[6-7], 但其作用机制尚不明确。因此, 本研究采用艾灸足三里干预 FD 模型大鼠, 测定十二指肠 ROR- γ t、Foxp3 表达及相关因子白细胞介素 17 (IL-17), 镜下观察十二指肠形态变化, 探讨艾灸对 FD 的作用机制, 为临床 FD 的治疗提供依据。

1 材料与方法

1.1 动物

SPF 级雄性 SD 大鼠 43 只, 体质量 (200 ± 20) g, 购自湖北省医学科学研究院实验动物中心, 实验动物许可证号: SCXK 鄂 2011-0012。室

基金项目: 国家自然科学基金(81704178)

✉ 通讯作者: 344171734@qq.com

温 22℃, 相对湿度 50%, 每笼 ≤ 5 只。适应性喂养 5 日后进行实验。

1.2 主要试剂与仪器

鼠单抗 Foxp3 (美国 Santa Cruz 公司, 批号: Sc-53876); 兔多抗 ROR- γ t (北京博奥森生物技术有限公司, 批号: Bs-23110r); 兔多抗 GAPDH (杭州贤至生物有限公司, 批号: AB-P-R 001); BCA 蛋白浓度测定试剂盒 (批号: P0012S)、RIPA 裂解液 (批号: P0013C)、磷酸酶抑制剂 (批号: P1082), 上海碧云天生物技术有限公司; 大鼠 IL-17 ELISA 试剂盒 (武汉伊莱瑞特生物科技股份有限公司, 批号: E-EL-R0566c); 苏木素 (美国 Sigma 公司, 批号: H9627); 伊红 (批号: 71014544)、无水乙醇 (批号: 10009218)、二甲苯 (批号: 10023418)、包埋石蜡 (批号: 69019361), 上海国药集团公司; HCL (信阳市化学试剂厂, 批号: GB622-89); 吐温 (南京威尔化工有限公司, 批号: 9005656); Tris-Base (Biosharp 公司, 批号: T1378)。

艾灸条 (南阳汉医艾绒有限责任公司, 规格: 直径 0.4 cm, 长度 12 cm); FlexStation 3 多功能酶标仪 (美国 Molecular Devices 公司); H1650-W 离心机 (湖南湘仪实验室仪器开发有限公司); BX53 型生物显微镜 (奥林巴斯公司); RM 2016 轮转式病理切片机 (德国 Leica 公司); DYCZ-24DN 型垂直电泳槽、DYCZ-40 型电转仪, 北京六一仪器厂; 自制大鼠鼠衣及大鼠悬挂装置。

1.3 动物分组与造模方法

采用随机数字表法抽取 10 只大鼠作为空白对照组, 剩余 33 只大鼠造模并经模型评价, 筛选出造模成功的 30 只按照同样的随机方法分为模型组、艾灸组、莫沙必利组, 每组 10 只。实验过程中对大鼠的处理遵循《关于善待实验动物的指导性意见》^[8]。

采用复合因素 (夹尾刺激 + 不规则饮食) 法建立 FD 模型^[9-11]。将长柄止血钳的夹子用纱布包裹后钳住大鼠尾部后 1/3 区域 (以不破皮为度), 令笼中大鼠尖叫、暴怒并相互厮打。每日 2 次, 每次 30 min (保证每日刺激的时间点分别为 8:30、16:30)。与此同时, 给予造模大鼠隔日禁食处理, 饮水正常。造模 20 天后进行模型评价。大鼠出现皮毛干燥、枯黄, 活动量减低, 喜扎堆蜷缩, 饮水量下降, 精神状态由烦躁易怒变为迟钝低落; 随机解剖 3 只大鼠, 光学显微镜下观察见腹部脏器无溃疡、

出血等器质性病变, 表明造模成功^[11-13]。在造模期间空白对照组大鼠正常饮食, 不予任何处置。

1.4 干预方式

艾灸组大鼠予以艾灸干预。将大鼠固定于自制悬挂装置后, 用剃毛刀剃除大鼠双后肢前外侧鼠毛。参照《实验针灸学》^[13]取大鼠双侧“足三里”。将艾条固定于自制艾灸架后点燃, 置于距离双侧“足三里”穴约 2.5 cm 处。观察大鼠行为反应, 待大鼠安静后干预开始。每日 1 次 (9:00—11:00), 每次 30 min, 连续 14 天。

莫沙必利组大鼠予以莫沙必利 0.45 mg/(kg·d) 灌胃^[14], 每日 1 次 (9:00—11:00), 连续 14 天。

空白对照组、模型组和艾灸组大鼠自由饮水、进食, 均予以剃毛、固定和蒸馏水灌胃。

1.5 标本采集

干预结束后, 各组大鼠禁食 24 h 后取材。大鼠称重后腹腔注射 10% 水合氯醛 (0.5 ml/100 g) 麻醉。剖开胸腹腔, 心尖取血 3 ~ 5 ml, 静置 30 min 后离心 (4℃, 离心力 1370 g, 3500 r/min, 10 min), 取上清液。取大鼠十二指肠, 用生理盐水洗净饲料残渣后, 剪下一部分置于液氮后再转移入 -80℃ 冰箱, 另一部分置于 4% 多聚甲醛固定液中。

1.6 检测指标与方法

1.6.1 ELISA 法检测各组大鼠血清 IL-17 含量 用移液枪吸取上清液, 按照 ELISA 试剂盒的操作说明, 用酶标仪在 450 nm 波长测量各孔的光密度值, 检测血清 IL-17 含量。

1.6.2 HE 染色观察十二指肠组织形态 将 4% 多聚甲醛固定后的十二指肠组织经梯度脱水、浸蜡、包埋后切片 (4 μm)。用二甲苯溶液脱蜡后苏木素和伊红染色, 二甲苯透明后封片, 在显微镜下观察十二指肠组织的结构及形态。

1.6.3 Western blot 法检测各组大鼠十二指肠中 Foxp3、ROR- γ t 蛋白表达 取各组大鼠十二指肠组织, 于液氮中研磨成粉末状后提取总蛋白。采用 BCA 蛋白浓度测定试剂盒测定蛋白浓度。制备凝胶成功后上样, 进行聚丙烯酰胺凝胶 (SDS-PAGE) 电泳, 转膜后脱脂奶粉封闭, 分别加入一抗 (Foxp3 或 ROR- γ t 抗体) 孵育过夜、二抗室温孵育 2 h, 经 TBST 洗涤后显色曝光, 用 BandScan 5.0 图像分析软件 (美国 ChemPoint 公司) 分析胶片灰度值, 计算目的蛋白与内参蛋白的比值。

1.7 统计学方法

采用 SPSS 19.0 软件进行统计学分析, 计量资

料以 ($\bar{x} \pm s$) 表示,符合正态分布及方差齐性者采用单因素方差分析进行多组间比较分析,两两比较用 LSD 检验; 方差不齐则采用 Dunnett's T^3 检验。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 各组大鼠血清 IL-17 含量比较

表 1 示,与空白对照组比较,模型组大鼠血清 IL-17 水平显著升高 ($P < 0.01$); 与模型组比较,艾灸组及莫沙必利组大鼠血清 IL-17 水平均降低 ($P < 0.05$); 与莫沙必利组比较,艾灸组大鼠血清 IL-17 水平降低 ($P < 0.05$)。

表 1 各组大鼠血清 IL-17 水平比较 (pg/ml , $\bar{x} \pm s$)

组别	鼠数	IL-17
空白对照组	10	14.73 $\pm$ 1.51
模型组	10	44.11 $\pm$ 6.40 ^{a)}
艾灸组	10	26.50 $\pm$ 1.08 ^{b) c)}
莫沙必利组	10	35.53 $\pm$ 4.24 ^{b)}

注: IL-17, 白细胞介素 17。

a) 与空白对照组比较, $P < 0.01$; b) 与模型组比较, $P < 0.05$; c) 与莫沙必利组比较, $P < 0.05$ 。

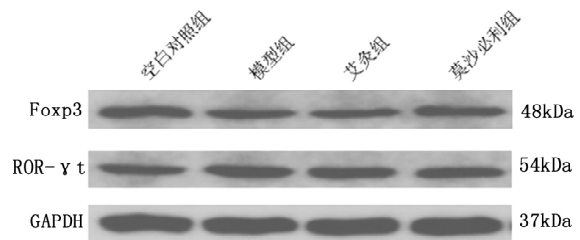
2.2 各组大鼠十二指肠组织形态学比较

HE 染色可见空白对照组大鼠肠黏膜各层结构完整,肠绒毛排列整齐,未见炎性细胞浸润。模型组大鼠肠黏膜结构较完整,但绒毛部分脱落,排列欠整齐,有炎性细胞浸润。艾灸组大鼠肠绒毛排列较模型组整齐,炎症细胞浸润明显减少。莫沙必利组大鼠十二指肠组织黏膜结构较完整,但绒毛排列欠整齐,部分绒毛破损,脱落,炎症细胞浸润较模型组减少。如图 1 所示。

2.3 各组大鼠十二指肠 Foxp3、ROR- γ t 蛋白表达影响

与空白对照组比较,模型组大鼠十二指肠 Foxp3 蛋白表达显著降低 ($P < 0.01$),而 ROR- γ t 蛋白表达水平升高 ($P < 0.01$)。与模型组比较,艾

灸组 Foxp3 蛋白表达升高 ($P < 0.05$), ROR- γ t 蛋白表达降低 ($P < 0.05$)。与莫沙必利组比较,艾灸组大鼠十二指肠中的两种蛋白表达无显著性差异 ($P > 0.05$)。如图 2、表 2 所示。



注: Foxp3, 叉头状/翅状螺旋蛋白 3; ROR- γ t, 维甲酸相关核孤儿受体- γ t。

图 2 各组大鼠 Foxp3、ROR- γ t 蛋白表达电泳图

表 2 各组大鼠十二指肠 Foxp3、ROR- γ t 蛋白相对表达量比较 ($/\text{GAPDH}$, $\bar{x} \pm s$)

组别	鼠数	Foxp3	ROR- γ t
空白对照组	10	0.46 $\pm$ 0.07	0.25 $\pm$ 0.10
模型组	10	0.19 $\pm$ 0.03 ^{a)}	0.55 $\pm$ 0.03 ^{a)}
艾灸组	10	0.35 $\pm$ 0.06 ^{b)}	0.42 $\pm$ 0.10 ^{b)}
莫沙必利组	10	0.33 $\pm$ 0.11 ^{b)}	0.42 $\pm$ 0.08 ^{b)}

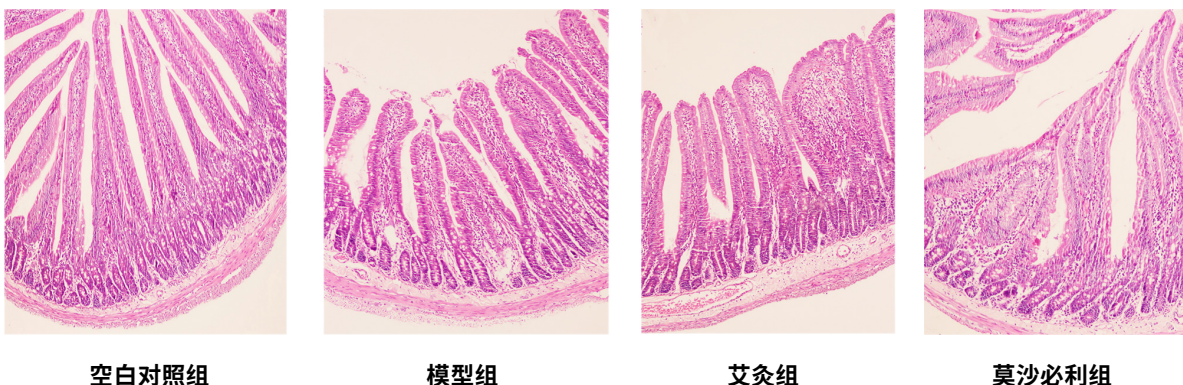
注: Foxp3, 叉头状/翅状螺旋蛋白 3; ROR- γ t, 维甲酸相关核孤儿受体- γ t。

a) 与空白对照组比较, $P < 0.01$; b) 与模型组比较, $P < 0.05$ 。

3 讨论

FD 可归于中医学“痞满”“胃脘痛”等范畴。若肝气郁滞,脾升胃降受阻,则胃脘部胀满不适。肝郁日久化火伤脾,导致脾运失常,此为基本病机。足三里穴是足阳明胃经合穴,又是胃的下合穴,“合治内腑”,具有调理中焦、健脾益胃、充养后天之功^[1],故足三里穴是治疗腹部胀满的要穴,亦是治疗胃肠疾病的主要穴位^[1]。

Foxp3 与 ROR- γ t 分别是调节 Treg 和 Th17 细胞



空白对照组

模型组

艾灸组

莫沙必利组

图 1 各组大鼠十二指肠组织形态学结果 (HE 染色, $\times 100$)

分化的特异性转录调控因子,这两种细胞在分化过程中可互相转化,共同维持机体免疫平衡^[17]。Th17 细胞能特异性地产生 IL-17,具有强大的促炎作用。当肠上皮细胞受到内毒素、致病菌侵袭时,ROR- γ t 表达增加,促进 Th17 细胞分化产生 IL-17,诱导肠道炎症发生^[18]。研究表明,Foxp3 过表达可诱导 Treg 细胞分化,从而抑制 ROR- γ t 表达^[19]。Treg 细胞可负调控 Th17 细胞分化,Th17/Treg 转化平衡是维持肠道免疫平衡的关键^[20]。可见,Foxp3/ROR- γ t 水平变化是评价 Treg/Th17 平衡的重要指标,反映肠道免疫炎症变化。

莫沙必利是第二代 5-HT₄ 受体激动剂,促进胆碱能神经元释放乙酰胆碱,提高胃肠动力,加快胃肠道蠕动^[21],这种作用与调节免疫细胞,修复黏膜损伤相关^[22-23]。莫沙必利常用于 FD 等消化疾病的治疗,具有较好的临床疗效^[24],但长期服用存在腹泻、腹痛、皮疹头晕等不良反应^[25]。

本研究结果显示,FD 模型大鼠十二指肠存在低度炎症及肠绒毛损伤,艾灸可改善 FD 模型大鼠十二指肠绒毛损伤,减轻炎性浸润。FD 模型大鼠存在 Foxp3/ROR- γ t 失衡,艾灸与莫沙必利均可下调 ROR- γ t 蛋白水平,上调 Foxp3 蛋白水平,促进 Foxp3/ROR- γ t 恢复平衡,且艾灸可达到与莫沙必利相似作用。另外,艾灸降低血清 IL-17 水平,其作用优于莫沙必利,提示艾灸的抗炎作用更强。既往研究^[26-27]表明,艾灸具有抗炎、修复黏膜、增强机体免疫等功能,与本研究结论一致。

研究表明,莫沙必利和艾灸均可减轻肠绒毛损伤,降低血清 IL-17 表达,调节 Foxp3/ROR- γ t 平衡,参与维持机体免疫平衡。由于莫沙必利存在一定的药物副作用,而艾灸疗法绿色、无明显不良反应,值得在临床推广。现阶段,艾灸调节 Foxp3/ROR- γ t 平衡的作用靶点尚不明确,且该平衡与修复肠黏膜损伤的联系是本项目下一步研究方向。

参考文献

- [1] PIESSEVAUX H, DE WINTER B, LOUIS E, et al. Dyspeptic symptoms in the general population: a factor and cluster analysis of symptom groupings [J]. Neurogastroenterol Motil, 2009, 21(4): 378-388.
- [2] BROOK RA, KLEINMAN NL, CHOUNG RS, et al. Functional dyspepsia impacts absenteeism and direct and indirect costs [J]. Clin Gastroenterol Hepatol, 2010, 8(6): 498-503.
- [3] TALLEY NJ, WALKER MM, ARO P, et al. Non-ulcer

dyspepsia and duodenal eosinophilia: an adult endoscopic population-based case-control study [J]. Clin Gastroenterol Hepatol, 2007, 5(10): 1175-1183.

- [4] 张岚琨,张志强. 氧化苦参碱靶向抑制 Th17 对肠道黏膜免疫屏障的作用 [J]. 沈阳药科大学学报, 2019, 36(12): 1100-1106.
- [5] TIMMONS S, LISTON R, MORIARTY KJ, et al. Functional dyspepsia: motor abnormalities, sensory dysfunction, and therapeutic options [J]. Am J Gastroenterol, 2004, 99(4): 739-749.
- [6] 韩永丽,陈松,康朝霞,等. 艾灸对功能性消化不良大鼠 Cajal 间质细胞 C-KIT 表达的影响 [J]. 湖北中医药大学学报, 2017, 19(6): 8-11.
- [7] 刘钺,胡卡明,郭耀光,等. 温和灸治疗功能性消化不良脾气虚证疗效评价 [J]. 四川中医, 2011, 29(11): 115-117.
- [8] 中华人民共和国科技部. 关于善待实验动物的指导性意见 [EB/OL]. (2006-09-30) [2020-05-20]. http://www.most.gov.cn/fggw/zfwj/zfwj2006/200609/t20060930_54389.htm.
- [9] 郭海军,林洁,李国成,等. 功能性消化不良的动物模型研究 [J]. 中国中西医结合消化杂志, 2001, 9(3): 141-142.
- [10] 王煜娇,凌江红,张钰琴,等. 复合病因造模法制备功能性消化不良大鼠模型 [J]. 世界华人消化杂志, 2014, 22(2): 210-214.
- [11] VANHEEL H, VANUYTSEL T, VAN OUDENHOVE L, et al. Postprandial symptoms originating from the stomach in functional dyspepsia [J]. Neurogastroenterol Motil, 2013, 25(11). doi: 10.1111/nmo.12227.
- [12] BLAIR PJ, RHEE PL, SANDERS KM, et al. The significance of interstitial cells in neuro-gastroenterology [J]. Neurogastroenterol Motil, 2014, 20(3): 294-317.
- [13] 李忠仁. 实验针灸学 [M]. 北京: 中国中医药出版社, 2003: 68-70.
- [14] 钟子劭,黄穗平,张望,等. 脾虚证功能性消化不良大鼠胃窦平滑肌 CNP-NPRB-cGMP 通路改变及四君子汤的干预作用 [J]. 中国实验方剂学杂志, 2017, 23(13): 133-137.
- [15] 潘小丽,王计雨,康朝霞,等. 电针“足三里”对功能性消化不良模型大鼠胃窦 Cajal 间质细胞自噬的影响 [J]. 中医杂志, 2019, 60(16): 1407-1411.
- [16] 韩永丽,陈松,康朝霞,等. 艾灸对功能性消化不良大鼠 SCF/Cx43 表达的影响 [J]. 时珍国医国药, 2018, 29(6): 1487-1489.
- [17] LEE GR. The Balance of Th17 versus Treg Cells in Autoimmunity [J]. Int J Mol Sci, 2018, 19(3): 730.
- [18] ZHU Q, ZHENG P, CHEN X, et al. Andrographolide presents therapeutic effect on ulcerative colitis through the

- inhibition of IL-23 /IL-7 axis [J]. Am J Transl Res, 2018, 10(2): 465 - 473.
- [9] TAKEUCHI H, NAKATSUMA AY, OHOKA Y, et al. Retinoid x receptor agonists modulate foxp3 regulatory T cell and Th17 cell differentiation with differential dependence on retinoic Acid receptor activation [J]. J Immunol, 2013, 191(7): 3725 - 3733.
- [20] 葛晓龙, 曹裕, 王婷婷. 肠道内 Th17 细胞的特征及其在炎症性肠病中的作用 [J]. 免疫学杂志, 2014, 30(12): 1113 - 1117.
- [21] GIGLIO MC, LUGLIO G, TARQUINI R, et al. Role of prucalopride in treatment of chronic constipation and recurrent functional obstruction in a patient with steinert myotonic dystrophy [J]. J Clin Gastroenterol, 2015, 49(1): 85 - 86.
- [22] MASAHIKO F, TAKAHISA M, MASATOSHI H, et al. The 5-HT4 receptor agonist mosapride attenuates NSAID-induced gastric mucosal damage [J]. J Gastroenterol, 2010, 45(2): 179 - 186.
- [23] 高欣, 张振玉, 吴海露, 等. 莫沙必利对阿司匹林致大鼠急性胃黏膜损伤的保护作用 [J]. 胃肠病学, 2012, 17(9): 550 - 554.
- [24] 李俊, 戎晓敏. 莫沙必利与多潘立酮对功能性消化不良患者的临床疗效比较 [J]. 抗感染药学, 2017, 14(1): 159 - 161.
- [25] 张健. 枸橼酸莫沙必利治疗反流性食管炎 120 例临床资料分析 [J]. 中国伤残医学, 2016, 24(1): 106 - 107.
- [26] 杨锦兰, 谢宇锋, 蔡润钊, 等. 艾灸“足三里”“梁门”对胃热证、胃寒证模型大鼠脑皮质代谢的影响 [J]. 中医杂志, 2020, 61(11): 984 - 991.
- [27] 吴静, 蔡圣朝. “热证可灸”理论的发展 [J]. 中医药临床杂志, 2017, 29(4): 455 - 458.

Effect of Moxibustion at “Zusanli” (ST 36) on Foxp3/ROR- γ t Balance in Functional Dyspepsia Model Rats

JIN Heng¹, LING Jiayan¹, LI Xuesong¹, ZOU Ran¹, Xu Paidi²

1. Wuhan No. 1 Hospital, Wuhan 430000; 2. College of Acupuncture and Orthopedics, Hubei University of Traditional Chinese Medicine

ABSTRACT Objective To explore the possible mechanism of moxibustion in the treatment of functional dyspepsia (FD) . **Methods** Ten out of 43 rats were randomly selected as blank group, while the other 33 rats were set as model group of which 30 rats were successfully modeled. The successfully modeled rats were randomly divided into model group, moxibustion group and mosapride group, with 10 rats in each group. Except for the blank group, multi-factor interventions including tail-clamping stimulation and irregular diet were given in all the groups to establish the model for 20 days. After successful modeling, moxibustion group was administered with moxibustion at “Zusanli” (ST 36) , 30 minutes per time, once daily; 0. 45 mg/(kg · d) mosapride was given by gavage in mosapride group; both groups were intervened for 14 days. After the intervention, the serum level of interleukin 17 (IL-17) was detected by ELISA; the morphological changes of duodenum were observed by HE staining; and the expressions of forkhead box protein 3 (Foxp3) and retinoic acid-related nuclear orphan receptor- γ t (ROR- γ t) in duodenum were detected by western blotting. **Results** Compared to those in the blank group, the serum level of IL-17 in the model group increased significantly ($P < 0. 01$) ; the structure of duodenal mucosa was relatively complete, but the villi were partly exfoliated, arranged in an irregular way, with inflammatory cell infiltration; Foxp3 protein expression in duodenum decreased significantly ($P < 0. 01$) , while the expression of ROR- γ t protein increased ($P < 0. 01$) . Compared to the model group, the moxibustion group and mosapride group had significantly lower serum level of IL-17 ($P < 0. 01$) ; the villi of duodenum were arranged in order, and the infiltration of inflammatory cells was reduced in both groups, while part of the duodenal villi in the mosapride group was damaged and fell off; the expression of Foxp3 protein increased in the moxibustion group and mosapride group ($P < 0. 05$) , and the expression of ROR- γ t protein decreased ($P < 0. 05$) . Compared to the level of serum IL-17 in the mosapride group, that in moxibustion group significantly decreased ($P < 0. 05$) ; there was no significant difference in the expression of Foxp3 and ROR- γ t in duodenum between mosapride group and moxibustion group ($P > 0. 05$) . **Conclusion** Moxibustion at Zusanli can reduce serum IL-17 level and adjust Foxp3/ ROR- γ t balance, thereby reducing intestinal inflammation in the FD model rats, which may explain the mechanism of moxibustion in the treatment of FD.

Keywords functional dyspepsia; moxibustion; Zusanli (ST 36) ; forkhead box protein 3; retinoic acid-related nuclear orphan receptor- γ t; interleukin 17

(收稿日期: 2020 - 06 - 02; 修回日期: 2020 - 07 - 28)

编辑: 焦爽