

引用:黄国华,李湘海,陈小青.内关、太冲穴位埋线对自发性高血压前期大鼠心肌损伤和能量代谢的影响[J].中医药导报,2024,30(6):34-38.

内关、太冲穴位埋线对自发性高血压前期大鼠心肌损伤和能量代谢的影响*

黄国华,李湘海,陈小青

(贵州医科大学,贵州 贵阳 550025)

[摘要] 目的:探讨内关、太冲穴位埋线对自发性高血压(SHR)前期大鼠心肌损伤和能量代谢的影响。方法:选择16只4周龄自发性高血压大鼠,随机分为埋线组与模型组($n=8$),另取8只同龄的京都种Wistar(WKY)大鼠为对照组。埋线组大鼠定位内关、太冲并进行穴位埋线干预,模型组及对照组仅予以抓取固定干预,实验周期为2周。在干预前1 h及干预2、7、14 d后,测定各组大鼠收缩压(SBP)、舒张压(DBP)、平均动脉压(MAP)及心率(HR);并取心肌组织,采用HE染色比较各组大鼠左心室前壁心肌组织病理改变,电镜观察左心室前壁心肌组织线粒体的结构差异,酶联免疫吸附试验(ELISA)试剂盒测定心肌组织血管紧张素II(Ang II)水平,三磷酸腺苷(ATP)检测试剂盒测定心肌组织中ATP水平。结果:干预2、7和14 d后,与模型组比较,埋线组大鼠DBP和MBP显著降低($P<0.01$);干预7 d和14 d后,与模型组比较,埋线组大鼠SBP明显降低($P<0.01$)。3组大鼠HR比较,差异无统计学意义($P>0.05$)。模型组心肌细胞排列紊乱,心肌细胞横径和细胞间隙明显增大;与模型组比较,埋线组心肌细胞排列规则,心肌细胞横径明显减小($P<0.05$),细胞间隙基本正常。在高倍透射电镜下,模型组线粒体排列紊乱,形状不规则,线粒体密度减小,埋线组较模型组有所改善。与模型组比较,埋线组左心室心肌组织中ATP水平升高,Ang II水平降低($P<0.05$)。结论:内关、太冲穴位埋线可调节自发性高血压前期大鼠心肌能量代谢,对改善心肌损伤和降低血压水平有积极作用。

[关键词] 自发性高血压;高血压前期;内关穴;太冲穴;穴位埋线;心肌损伤;心肌能量代谢;大鼠

[中图分类号] R285.5 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1672-951X(2024)06-0034-05

DOI: 10.13862/j.cn43-1446/r.2024.06.006

Effect of Acupoint Catgut Embedding at Neiguan (PC 6) and Taichong (LR 3) on Myocardial Injury and Energy Metabolism in Spontaneous Prehypertension Rats

HUANG Guohua, LI Xianghai, CHEN Xiaoqing

(Guizhou Medical University, Guiyang Guizhou 550025, China)

[Abstract] Objective: To explore the effect of acupoint catgut embedding at Neiguan (PC 6) and Taichong (LR 3) on myocardial injury and energy metabolism in spontaneously prehypertensive rats. Methods: Totally 16 4-week-old spontaneously hypertensive (SHR) rats were randomly divided into model group and acupoint catgut embedding group, and 8 Kyoto Wistar (WKY) rats of the same age were selected as the control group. The rats in acupoint catgut embedding group were located at the Neiguan (PC 6) and Taichong (LR 3) acupoints and were underwent acupoint catgut embedding intervention. The rats were treated with grasping fixation intervention in model group and control group. The trial period was 2 weeks. The systolic blood pressure (SBP), diastolic blood pressure (DBP), mean arterial pressure (MAP) and heart rate (HR) were measured, one hour before the intervention and 2, 7, and 14 days after the intervention. HE staining was used to observe the

*基金项目:贵州省中医药管理局中医药、民族医药科学技术研究课题(QZYY-2020-053)

通信作者:李湘海,女,主任医师,研究方向为中医药防治心血管疾病

pathological changes of myocardial tissue in the anterior wall of the left ventricle of all groups. The structural differences of mitochondria in myocardial tissue of the left ventricular anterior wall of rats were observed under electron microscope. The myocardial levels of angiotensin II (Ang II) were determined by ELISA kits, and the myocardial level of ATP was measured with an ATP kits. Results: Compared with model group, the DBP and MBP were significantly reduced in acupoint catgut embedding group, 2, 7 and 14 days after the intervention ($P<0.01$), and the SBP decreased in acupoint catgut embedding group, 7 and 14 days after the acupoint embedding ($P<0.01$). There was no statistically significant difference in HR among 3 groups ($P>0.05$). In terms of histopathological staining, myocardial cells in model group were in disorder, and the cell volume and gap were significantly increased with inflammatory cell infiltration. Compared with model group, the arrangement of myocardial cells was regular and the transverse diameter of myocardial cells was significantly reduced in acupoint catgut embedding group ($P<0.05$), with basically normal intercellular space. In high magnification transmission electron microscopy, the model group displayed disordered mitochondrial arrangement, irregular shapes, and reduced mitochondrial density. The acupoint catgut embedding group showed improvements over the model group. Compared with model group, the level of ATP were increased while the level of Ang II were decreased in the left ventricular myocardial tissue in acupoint catgut embedding group ($P<0.05$). Conclusion: Catgut embedding at Neiguan (PC 6) and Taichong (LR 3) could regulate myocardial energy metabolism in spontaneous prehypertensive rats, with a positive effect on improving myocardial injury and reducing blood pressure.

[Keywords] spontaneous prehypertensive; prehypertensive stage; Neiguan (PC 6); Taichong (LR 3); acupoint embedding; myocardial injury; myocardial energy metabolism; rat

高血压前期是指成年人在无高血压病史及未使用降血压药物的情况下,收缩压测量值达到120~139 mm Hg(1 mm Hg=0.133 kPa)和/或舒张压测量值达到80~89 mm Hg。流行病学数据显示,与血压正常的人相比,高血压前期患者罹患高血压的风险增加2~3倍,脑血管疾病、冠心病及心肌梗死等其他心脑血管病的发生风险也有明显增加^[1]。研究^[2]表明,由于高血压前期同样能够造成血管内皮损伤,心肌组织已经出现一定程度的供血不足与能量代谢障碍,这是导致心肌损害的重要原因。穴位埋线即将可吸收性外科缝线置入穴位内,利用埋线持续刺激穴位以达到防治疾病的目的,具有简便、微创、经济、作用持久等优点。既往研究已经证实穴位埋线对难治性高血压病具有较好的治疗效果^[3],在穴位选择方面,“内关”联合“太冲”是两个常用穴^[4]。太冲穴为足厥阴之原穴,具有宽胸理气、平肝息风、活血化瘀的功效^[5];内关穴为手厥阴心包经络穴,是与五脏之心相关联的腧穴,可用于治疗各种心系疾病^[6]。本研究借助大鼠模型观察和分析了内关、太冲穴位埋线对自发性高血压前期大鼠心肌损伤和能量代谢的影响,现报告如下。

1 材料和方法

1.1 实验动物 16只3周龄雄性SPF级自发性高血压(SHR)大鼠和8只3周龄SPF级Wistar大鼠,体质量50~55 g,均购自北京维通利华实验动物技术有限公司,实验动物生产许可证号:SCXK(京)2021-0006,动物质量合格证号:11001123 0104748634 (SHR),110011230104748724(WKY),饲养在贵州医科大学实验动物中心SPF级环境中,饲养环境控制温度在(22±1)℃,湿度在45%~55%,所有大鼠在12:12 h的明暗周期中饲养。本研究的所有大鼠由与本研究无关的专业饲养员按照饲养标准

饲养,所有大鼠均能自由获得食物和水。适应性喂养1周后开展实验。实验结束后通过诱导大鼠吸入3%异氟烷深度麻醉后处死。本研究均按照贵州医科大学的实验动物使用和护理原则进行,已通过贵州医科大学医学实验动物管理委员会批准(批准号:2201635)。

1.2 药物与试剂 可吸收性外科缝线3-0(山东博达医疗用品股份有限公司,批号:BD220801);7号一次性使用无菌注射针(江西格兰斯医疗器械有限公司,批号:20220816);0.35 mm×50.00 mm针灸针(苏州医疗用品厂有限公司,批号:227238)、II型血管紧张素(angiotensin II, Ang-II)检测试剂盒(武汉菲恩生物有限公司,批号:ER0177);三磷酸腺苷(adenosinetriphosphate, ATP)检测试剂盒(中国碧云天生物技术有限公司,批号:S0026);改良苏木素-伊红(hematoxylin eosin, HE)染色试剂盒(北京索莱宝生物科技有限公司,批号:G1121);异氟烷(河北金达福药业有限公司,批号:20220503)。

1.3 主要仪器 鼠尾动脉无创血压仪(上海奥尔科特生物技术有限公司,型号:ALC-NIBP);小动物麻醉仪(深圳市瑞沃德生命科技有限公司,型号:R510-46);透射电镜(日本Hitachi,型号:H-7650)。

1.4 造模与分组 将SHR大鼠随机分为模型组、埋线组,每组8只。另取8只同龄的WKY大鼠为对照组。埋线组大鼠依据全国针灸学会实验针灸研究会编制的《实验动物针灸穴位图谱》^[7]定位双侧内关、太冲穴,并采用自制组合埋线针具对埋线组大鼠进行太冲、内关穴位埋线。埋线步骤:对穴区皮肤予以医用碘伏棉球消毒后,取3 mm的3-0号可吸收性外科缝线,放入7号一次性使用无菌注射针的前端,后接预先剪去针尖的毫针(0.35 mm×50.00 mm)作为针芯,用一手拇指和示指固定

拟进针穴位,另一只手持针与皮肤呈90°角快速向下进针3~4 mm 刺入穴位,施以适当的提插捻转手法,边推针芯,边退针管,将可吸收性外科缝线埋入穴位中,拔针后用无菌干棉球按压针孔止血,以胶布固定。太冲穴位埋线以同样针具于太冲及行间连线中点处与皮肤呈30°角朝太冲穴方向刺入,其余操作与内关穴位埋线相同。模型组及对照组仅予以相应的抓取及固定刺激。本次实验周期为2周。

1.5 观察指标

1.5.1 各组大鼠尾动脉血压及HR 采用尾套法无创测量清醒状态下大鼠尾动脉收缩压(systolic blood pressure,SBP)、舒张压(diastolic blood pressure,DBP),并计算中心动脉压(mean arterial pressure,MAP), $MAP=(SBP+2 \times DBP)/3$ 。(共3组,共4个时间点)。将大鼠尾巴穿过尾套后,将尾套连接换能器,37℃ 预热15 min,待大鼠尾动脉完全扩张后给尾套加压,待脉搏信号完全消失后缓慢放气至脉搏信号恢复正常,连续测定5次,控制血压波动在 ± 10 mm Hg,取平均值。于干预前1 h,干预2、7、14 d后分别测量尾动脉血压及HR(测定时间为14:00:00—18:00:00)。

1.5.2 HE染色实验观察各组大鼠心肌病理损伤情况 血压测定结束后,各组大鼠通过吸入3%的异氟烷诱导麻醉,深度麻醉中迅速分离心脏处死,用生理盐水冲洗干净血液,手术剪和手术钳去除周围包膜,滤纸吸干,沿房室沟剪掉两心房、肺动脉、主动脉,紧贴室间隔右侧将右心室壁游离,剩余组织即为左心室,保留室间隔和游离壁。取前壁心肌组织0.5 cm×0.5 cm 制备病理切片,用于HE染色。制备常规石蜡包埋块,切为厚度5~7 μm的病理切片,置于切片架中,烘箱60℃ 烘烤30 min,然后二甲苯脱蜡,梯度酒精水化后,甩净残液进行染色。苏木素中浸泡5 min,蒸馏水清洗并且甩干,1%盐酸酒精分化,蒸馏水清洗并且甩干,浸泡于伊红染液当中染色3 min。梯度酒精脱水,二甲苯透明,中性树胶封片。采用显微图像采集系统在400倍视野下随机选择3个左心室前壁心肌细胞视野,随机测量30个有核心肌细胞横切面最小直径并取平均值,即为该大鼠左心室前壁心肌细胞横径。

1.5.3 高倍投射电镜染色观察各组大鼠心肌组织线粒体超微结构 取前壁心肌组织0.5 cm×0.5 cm制备病理切片后,在2.5%戊二醛-磷酸缓冲液中浸泡固定2 h,0.1 mol/L的磷酸漂洗液漂洗3次,15 min/次。1%锇酸固定液固定3 h,再次0.1 mol/L的磷酸漂洗液漂洗,15 min/次。烘箱固化后,采用超薄切片机制为厚度70 nm的超薄病理切片。3%醋酸铀-枸橼酸铅染色后,在高倍投射电镜下观察线粒体超微结构。

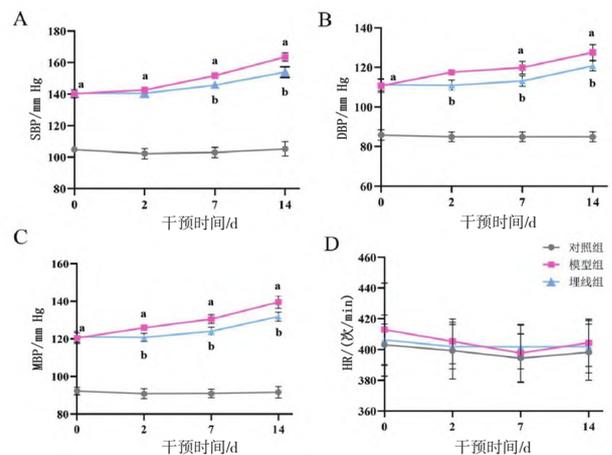
1.5.4 各组大鼠左室心肌组织Ang II水平及心肌组织中ATP水平 大鼠处死后取得的部分新鲜左心室组织置于-80℃ 超低温冰箱中保存,用于及ATP等指标的检测。采用ELISA试剂盒测定各组大鼠左室心肌组织Ang II水平,采用ATP试剂盒测定心肌组织中ATP水平,操作步骤严格按照说明书推荐步骤执行。

1.6 统计学方法 采用GraphPad Prism 9.5.1进行统计分析,计量资料采用“均数±标准差”($\bar{x} \pm s$)表示。对于符合正态分

布且满足方差齐的计量资料,采用单因素方差分析(One-way ANOVA),两两比较采用Tukey多重比较检验。不符合正态分布的数据采用非参数检验进行统计学分析。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 内关、太冲穴位埋线对自发性高血压前期大鼠血压及HR的影响 穴位埋线前,与对照组比较,模型组大鼠SBP、DBP和MBP均显著升高($P < 0.01$)。穴位埋线2、7、14 d后,与对照组比较,模型组大鼠SBP、DBP和MBP均显著升高($P < 0.01$);与模型组比较,埋线组大鼠DBP和MBP显著降低($P < 0.01$)。穴位埋线7、14 d后,与模型组比较,埋线组大鼠SBP显著降低($P < 0.01$)。穴位埋线14 d后,埋线组大鼠SBP维持在150 mmHg左右,DBP维持在120 mmHg左右。穴位埋线前后,对照组、模型组和埋线组大鼠心率之间两两比较,差异均无统计学意义($P > 0.05$)。由此可知,穴位埋线2 d具有明显降低舒张压和平均动脉压的作用,穴位埋线7 d和14 d能够明显降低收缩压、舒张压和平均动脉压。此外,穴位埋线对自发性高血压前期大鼠HR无显著影响。(见图1)



注:A.收缩压;B.舒张压;C.平均动脉压;D.心率。与对照组比较,^a $P < 0.01$;与模型组比较,^b $P < 0.01$ 。

图1 穴位埋线对SHR大鼠舒张压、收缩压、平均动脉压、心率的影响 ($\bar{x} \pm s, n=8$)

2.2 内关、太冲穴位埋线对自发性高血压前期大鼠心肌损伤的影响 对3组大鼠的左心室前壁心肌组织进行HE染色,结果显示,对照组心肌细胞排列整齐,间隙适中,细胞核染色正常,未见心肌细胞肥大。与对照组比较,模型组心肌细胞排列紊乱,心肌细胞横径($P < 0.05$)和细胞间隙明显增大;与模型组比较,埋线组心肌细胞排列规则,细胞核染色明亮清晰,心肌细胞横径明显减小($P < 0.05$),细胞间隙基本正常。以上结果提示,穴位埋线可以显著改善心肌细胞肥大。(见图2、表1)

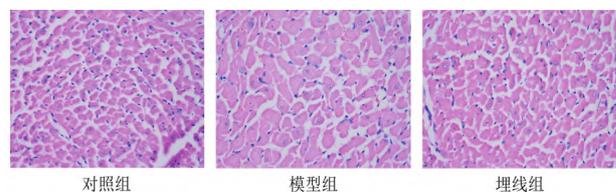


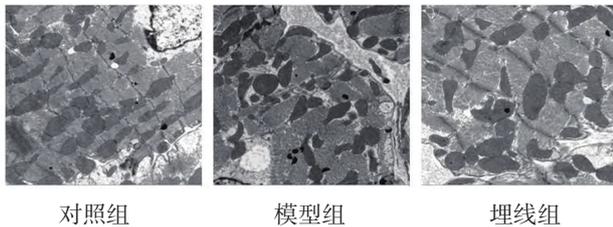
图2 各组大鼠左心室前壁心肌组织病理变化 (HE,×400)

表1 穴位埋线对自发性高血压前期大鼠心肌细胞横径的影响 ($\bar{x}\pm s$)

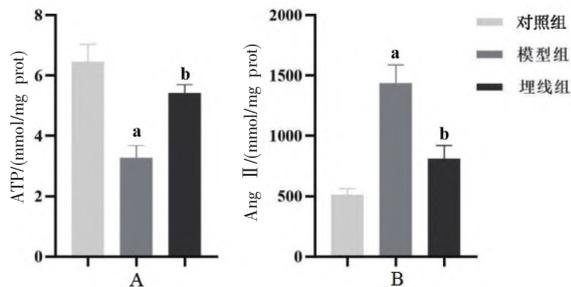
组别	n	心肌细胞横径/ μm
对照组	8	15.64 \pm 0.98
模型组	8	28.65 \pm 3.71 ^a
埋线组	8	20.32 \pm 1.13 ^b
F		40.707
P		0.000

注:与对照组比较,^a $P<0.05$;与模型组比较,^b $P<0.05$ 。

2.3 内关、太冲穴位埋线对自发性高血压前期大鼠心肌组织线粒体超微结构的影响 通过透射电镜分析3组大鼠左心室前壁心肌组织线粒体超微结构的差异。对照组心肌组织线粒体形状规整,多为球状或杆状,线粒体嵴完整,线粒体膜保存完好;模型组线粒体排列紊乱,形状不规则,线粒体密度减小;埋线组较模型组有所改善,线粒体排列较为规整,形状多为棒状或线状。以上结果提示,穴位埋线可以显著减轻心肌组织线粒体损伤。(见图3)

图3 穴位埋线对自发性高血压前期大鼠心肌组织线粒体超微结构的影响 ($\times 10\ 000$)

2.4 内关、太冲穴位埋线对自发性高血压前期大鼠心肌组织Ang II、ATP水平的影响 与对照组比较,模型组左心室前壁心肌组织中ATP水平降低($P<0.05$);与模型组比较,埋线组左心室心肌组织中ATP水平升高($P<0.05$),说明自发性高血压大鼠左心室心肌组织中ATP水平降低,穴位埋线能够提高大鼠左心室心肌组织中ATP的水平($P<0.05$)。与对照组相比,模型组左心室心肌组织中Ang II水平升高($P<0.05$);与模型组比较,埋线组大鼠左心室心肌组织中Ang II水平降低($P<0.05$),说明自发性高血压大鼠左心室心肌组织中Ang II水平升高,穴位埋线能够降低左心室心肌组织中Ang II的水平($P<0.05$)。(见图4)



注:与对照组比较,^a $P<0.05$;与模型组比较,^b $P<0.05$ 。

图4 内关、太冲穴位埋线对自发性高血压前期大鼠左心室心肌组织Ang II、ATP的影响 ($\bar{x}\pm s, n=8$)

3 讨论

高血压前期是介于正常血压和高血压之间的一种轻度

血压异常状态,可伴随有心、脑、肾等靶器官损害。心脏是耗能最多的组织之一,高血压患者的心脏是最常受损的器官。当血压升高时,心脏需保持足够的收缩力以维持心脏的正常工作并维持全身足够的血流量,因此常引起代偿性的心肌肥厚、心室重构,最终导致心力衰竭^[8-9]。有研究^[10]指出,高血压前期阶段就出现了血管、心脏等靶器官的损害,以及相应基因和蛋白表达的改变,且靶器官损伤与高血压前期互为影响,形成恶性循环最终导致心血管疾病的发生。另有研究^[11]指出,高血压前期引起的病理变化不仅包括心肌实质细胞结构和功能的改变,还包括能量代谢异常^[10]。近年,越来越多的学者^[12-13]指出,心肌能量代谢异常是高血压前期心脏受损程度的重要指标,通过改善心肌能量代谢,减轻高血压对血管内皮及心脏的损伤是十分必要的。

中医学认为高血压前期属于“眩晕”“头痛”的范畴。《素问·至真要大论篇》云“诸风掉眩,皆属于肝”^[14]。太冲穴为肝经原穴,具平肝潜阳、清肝泻火的功效。内关穴别走手少阳三焦经,通于心、胸,可疏经通脉、益气养心、宁心镇痛^[15]。穴位配伍可产生协同效应,同名经配穴是在同名经“同气相求”的理论指导下,以手足同名经腧穴配伍的方法,故同名经配穴能沟通上下经气,调整脏腑经脉气血^[16]。太冲与内关配伍属同名经配穴。心包经与肝经两经经气在胸部相通,可相互感传,沟通上下经气,故太冲、内关相配,可发挥协同降压效应。本研究通过比较埋线组与模型组大鼠SBP、DBP、MAP水平,发现内关、太冲穴位埋线可显著降低大鼠的SBP、DBP、MAP水平,且这种降压作用至少可持续2周。另外,本研究比较了3组大鼠左心室心肌组织Ang II、ATP水平的差异,结果提示,埋线组左心室心肌组织中ATP水平升高,Ang II水平降低。这些观察结果表明通过太冲、内关穴位埋线干预可降低心脏的功能负荷。接下来,本研究通过一系列病理结果发现模型组心肌细胞肥大,排列紊乱,可见明显炎症细胞浸润,穴位埋线干预后心肌细胞肥大程度减少,炎症细胞浸润减轻,这说明内关、太冲穴位埋线对自发性高血压前期大鼠心肌肥大有明显抑制作用。

综上所述,内关、太冲穴位埋线可调节自发性高血压前期大鼠心肌能量代谢,抑制心肌肥大。其缓解高血压前期心肌损伤有关机制仍需深入研究。

参考文献

- HERNÁNDEZ-VÁSQUEZ A, VARGAS-FERNÁNDEZ R. Prevalence of prehypertension and associated cardiovascular risk profiles among adults in Peru: Findings from a nationwide population-based study [J]. Int J Environ Res Public Health, 2022, 19(13): 7867.
- TOEPFER C N, GARFINKEL A C, VENTURINI G, et al. Myosin sequestration regulates sarcomere function, cardiomyocyte energetics, and metabolism, informing the pathogenesis of hypertrophic cardiomyopathy [J]. Circulation, 2020, 141(10): 828-842.
- 王新义,张婷婷,张玉飞,等.穴位埋线法治疗青年肥胖性

- 难治性高血压病48例[J].中医研究,2021,34(11):21-23.
- [4] 马凌慧,马良宵,于文颜,等.基于复杂网络探析针灸治疗高血压合并失眠的临床规律[J].中医导报,2022,28(11):147-152.
- [5] 才源.浅析太冲穴临床治验[J].光明中医,2017,32(7):1046-1047.
- [6] 杨琪琪,刘珍珍,张小蕾,等.针灸内关穴预处理改善心肌缺血再灌注损伤机制的研究进展[J].针灸临床杂志,2022,38(2):92-97.
- [7] 无实验动物常用穴位名称与定位第2部分:大鼠[J].针刺研究,2021,46(4):351-352.
- [8] 李依朔,刘宁,杨明,等.心肌纤维化在高血压心脏病中的研究进展[J].心血管病学进展,2023,44(7):627-630,639.
- [9] 秦梦云,杨威,吕媛媛,等.非杓型高血压与心肌、血管重构的相关性研究[J].疑难病杂志,2022,21(6):599-603.
- [10] DANTAS D, PEREIRA A G, FUJIMORI A S S, et al. Doxycycline attenuates doxorubicin-induced cardiotoxicity by improving myocardial energy metabolism in rats[J]. J Cardiovasc Dev Dis,2022,9(8):254.
- [11] HUANG L S, CHEN Z, CHEN R Y, et al. Increased fatty acid metabolism attenuates cardiac resistance to β -adrenoceptor activation via mitochondrial reactive oxygen species: A potential mechanism of hypoglycemia-induced myocardial injury in diabetes[J]. Redox Biol, 2022,52:102320.
- [12] SONG F, MAO Y J, HU Y, et al. Acacetin attenuates diabetes-induced cardiomyopathy by inhibiting oxidative stress and energy metabolism via PPAR- α /AMPK pathway[J]. Eur J Pharmacol,2022,922:174916.
- [13] ZHANG F F, LIU L T, XIE Y T, et al. Cardiac contractility modulation ameliorates myocardial metabolic remodeling in a rabbit model of chronic heart failure through activation of AMPK and PPAR- α pathway [J]. Open Med, 2022,17(1):365-374.
- [14] 李孔正,林秋意,张为,等.穴位埋线对肝阳上亢证高血压患者CGRP、NPY的影响[J].中国医学创新,2023,20(30):75-78.
- [15] 余豹,周红光.太冲穴临床应用规律探析[J].中医药临床杂志,2022,34(12):2260-2263.
- [16] 沈攀攀,陈月婷,肖双凯,等.“太冲”配“内关”针刺对自发性高血压大鼠血压及延髓头端腹外侧区天冬氨酸及谷氨酸水平的影响[J].针刺研究,2017,42(2):102-106.
- (收稿日期:2023-12-07 编辑:李海洋)

(上接第23页)2017,17(5):255-262.

- [24] AHMAD N S, ABDUL AZIZ A, KONG K W, et al. Dose-response effect of tualang honey on postprandial antioxidant activity and oxidative stress in female athletes: A pilot study[J]. J Altern Complementary Med, 2017,23(12):989-995.
- [25] REN Q, GUO F, TAO S B, et al. Flavonoid fisetin alleviates kidney inflammation and apoptosis via inhibiting Src-mediated NF- κ B p65 and MAPK signaling pathways in septic AKI mice[J]. Biomed Pharmacother, 2020,122:109772.
- [26] DUAN J L, WANG J W, GUAN Y, et al. Safflower yellow A protects neonatal rat cardiomyocytes against anoxia/reoxygenation injury in vitro [J]. Acta Pharmacol Sin, 2013,34(4):487-495.
- [27] 陈慧婷,刘云,刘灵.人工牛黄对抗急性肺损伤大鼠氧化应激失衡的作用研究[J].山西中医,2016,32(3):51-53.
- [28] 李喜平,张程亮,刘东.牛黄的现代研究(四):药理作用[J].医药导报,2017,36(4):355-360.
- [29] ALHARBI K S, FULORIA N K, FULORIA S, et al. Nuclear factor- κ B and its role in inflammatory lung disease[J]. Chem Biol Interact,2021,345:109568.
- [30] ZHANG Z, COSTA M. p62 functions as a signal hub in metal carcinogenesis[J]. Semin Cancer Biol,2021,76:267-278.
- [31] PAN Y O, ZENG X C, WEN S Y, et al. Characterization of the cap 'n' collar isoform C gene in Spodopterafrugiperda and its association with superoxide dismutase[J]. Insects, 2020,11(4):221.
- [32] ZHAO C, CAO Y W, ZHANG Z, et al. Cinnamon and Eucalyptus oils suppress the inflammation induced by lipopolysaccharide in vivo[J]. Molecules,2021,26(23):7410.
- (收稿日期:2023-09-20 编辑:蒋凯彪)