

海昆桑提取物对 2 型糖尿病大鼠的降血糖作用研究

李 宁^{1,2,3}, 郭传龙^{1,2,3}, 王立军^{1,2}, 李晓伟^{1,2,3}, 刘 华^{1,2,3}, 徐 琦^{1,2,3},
史大永^{1,2,3}

(1. 中国科学院 实验海洋生物学重点实验室 中国科学院 海洋研究所, 山东 青岛 266071; 2. 海洋药物与生物制品功能实验室, 青岛海洋科学与技术国家实验室, 山东 青岛 266235; 3. 中国科学院大学, 北京 100049)

摘要: 为合理利用海洋资源、探究海昆桑(昆布-桑叶-山药-枸杞-肉桂复合)提取物的降血糖作用, 通过腹腔注射链脲佐菌素 STZ 构建 2 型糖尿病大鼠模型, 随机分为模型组、阳性对照组、海昆桑乙醇提取物低、中、高剂量组以及水提取物高剂量组, 分别以 0.5% CMC-Na 液、二甲双胍 0.08 g/(kg·d)、海昆桑乙醇提取物 0.2 g/(kg·d)、0.4 g/(kg·d)、0.8 g/(kg·d)、海昆桑水提取物 0.8 g/(kg·d)灌胃, 另随机取 10 只正常大鼠作为正常对照组(0.5% CMC-Na 液), 持续给药 4 周。给药后每周对各组大鼠的一般情况变化进行分析, 并利用其模型对海昆桑提取物进行空腹血糖试验以及糖耐量试验。结果显示, 海昆桑提取物可以改善 2 型糖尿病高血糖症状, 且以乙醇提取物高剂量组降血糖作用为最佳($P<0.01$)。实验结果说明, 海昆桑提取物具有降低血糖的作用, 为降糖药物的研发或海洋保健食品的研制提供了新途径。

关键词: 海洋资源; 海昆桑; 提取物; 降血糖; 2 型糖尿病

中图分类号: X55 文献标识码: A 文章编号: 1000-3096(2018)03-0101-05

DOI: 10.11759/hyxx20171115001

21 世纪是海洋的世纪, 随着陆地资源紧缺、环境恶化等一系列严峻问题的出现, 海洋资源的开发和海洋科技的进步在社会经济的发展中居于日益重要的战略地位^[1]。目前糖尿病患者人数快速增长, 国际糖尿病联盟的最新资料显示, 截至 2015 年, 世界上约有 4.15 亿成年糖尿病患者, 据预测, 至 2040 年, 这个数字将增长至 6.42 亿。丰富的海洋资源丰富大量的海洋中药, 为降糖药的开发或海洋保健食品的研制提供了新方向^[2]。本课题将海洋来源中药昆布和其他四味药食同源中药(桑叶、山药、枸杞、肉桂)进行科学组方为海昆桑, 利用链脲佐菌素 2 型糖尿病大鼠模型, 探讨海昆桑提取物的降血糖作用。昆布又名海带、纶布、裙带菜等, 是海带科植物海带 *Laminaria japonica* Aresch. 或翅藻科植物昆布 *Ecklonia kurome* Okam. 的干燥叶状体, 具有抗凝血、降血压、降血糖、免疫调节等多种生理活性^[3]。桑叶为桑科植物桑 *Morus alba* L. 的干燥叶; 山药为薯蓣科植物薯蓣 *Dioscorea opposita* Thunb. 的干燥根茎; 枸杞为茄科类枸杞属植物枸杞 *Lycium barbarum* L. 的干燥成熟果实; 肉桂是樟科植物肉桂 *Cinnamomum cassia* Presl 的干燥树皮, 此五种中药皆具有降血糖、降血脂、增强免疫力等作用^[3-8]。此

研究的开展将为开发海洋降糖药物与制品提供科学理论依据。

1 材料

1.1 仪器

电子天平(LT5028, 常熟市天量仪器有限责任公司); 血糖仪(美国强生稳豪型)及其配套的血糖试纸(稳豪型); DFY-300 型高速万能粉碎机(上海新诺仪器设备有限公司)。

1.2 药品和试剂

链脲佐菌素(Solarbio, S8050); 二甲双胍(Sigma, BCBT7573); 葡萄糖(青岛海智达生物科技有限公司); 羧甲基纤维素钠 CMC-Na(青岛秀佰锐生物器材有限

收稿日期: 2017-11-15; 修回日期: 2018-01-26

基金项目: 山东省重点研发计划(2016GSF115009)

[Foundation: Key Research and Development Project of Shandong Province, No. 2016GSF115009]

作者简介: 李宁(1992-), 女, 山东菏泽人, 硕士研究生, 主要从事海洋药物化学与海洋天然药物化学研究, 电话: 0532-82898741, E-mail: ln92710@163.com; 郭传龙(1988-), 共同作者, 男, 山东泰安人, 博士研究生, 主要从事海洋天然产物研究, 电话: 0532-82898741, E-mail: gcl_cpu@126.com; 史大永, 通信作者, 研究员, 电话: 0532-82898719, E-mail: shidayong@qdio.ac.cn

公司); 胆固醇(青岛至理生物技术有限公司); 柠檬酸及柠檬酸三钠(国产分析纯试剂); 红霉素软膏(青岛至理生物技术有限公司)。

昆布药材购自青岛医保城药品连锁有限公司, 经生药学鉴定是海带科植物海带 *Laminaria japonica* Aresch. 或翅藻科植物昆布 *Ecklonia kurome* Okam. 的干燥叶状体; 桑叶药材购自青岛医保城药品连锁有限公司, 经生药学鉴定是桑科植物桑 *Morus alba* L. 的干燥叶; 山药药材购自青岛医保城药品连锁有限公司, 经生药学鉴定是薯蓣科植物薯蓣 *Dioscorea opposita* Thunb. 的干燥根茎; 枸杞药材购自青岛医保城药品连锁有限公司, 经生药学鉴定是茄科类枸杞属植物枸杞 *Lycium barbarum* L. 的干燥成熟果实; 肉桂药材购自青岛医保城药品连锁有限公司, 经生药学鉴定是樟科植物肉桂 *Cinnamomum cassia* Presl 的干燥树皮。

1.3 动物

清洁级实验动物 Wistar 大鼠 80 只(为防止大鼠意外死亡, 故多准备实验大鼠), 体质量 250~300 g, 雄性, 山东鲁抗医药股份有限公司提供, 许可证号: SCXK(鲁)2013-0001, 在青岛大学医学院实验中心饲养。

2 方法

2.1 供试品的制备过程

依据文献^[9-14]以及实验室前期在提取分离方面积累的经验, 称取昆布 120 g 并用剪刀剪成 1 cm² 左右的小块, 放入粉碎机中进行粉碎, 过 20 目筛。称取山药 240 g、桑叶 120 g、枸杞 60 g、肉桂 30 g 并粉碎, 过 20 目筛, 与过筛后的昆布混合。将固体混合物水提 3 次, 每次加 10 倍量体积分数水, 在 80℃ 下提取 4 h, 每次提取结束后用 400 目滤布过滤, 合并滤液, 减压真空干燥得到海昆桑水提取物粉末, 备用。

称取昆布 120 g 用剪刀剪成 1 cm² 左右的小块, 放入粉碎机中进行粉碎, 过 20 目筛。称取山药 240 g、桑叶 120 g、枸杞 60 g、肉桂 30 g 并粉碎, 过 20 目筛, 与过筛后的昆布混合。将固体混合物用 95% 乙醇加热回流提取 3 次, 每次加 10 倍量体积分数的 95% 乙醇, 在 70℃ 下提取 4 h, 合并 3 次所得滤液, 干燥得到海昆桑乙醇提取物粉末, 备用。

2.2 糖尿病大鼠模型的制备

取健康的成年雄性 Wistar 大鼠 80 只, 饲养观察 1 周后, 随机取 10 只大鼠, 喂养基础饲料, 作为正常

对照组。其他 70 只用添加有胆固醇的高脂饲料喂养, 通过腹腔注射链脲佐菌素 STZ(40 mg/kg) 建 2 型糖尿病大鼠模型, 注射 STZ 1 星期后禁食不禁水 12 h, 进行断尾取血, 即剪去大鼠尾巴尖上一段, 利用血糖仪测大鼠空腹血糖, 空腹血糖 ≥ 16.7 mmol/L 的可判断为 2 型糖尿病大鼠模型^[15-16]。正常对照组大鼠同步注射等体积比的柠檬酸钠缓冲液。

2.3 糖尿病大鼠分组及降血糖试验

从造模的 70 只大鼠中(造模所测空腹血糖 ≥ 16.7 mmol/L)随机选取 60 只作为 2 型糖尿病大鼠模型, 并随机分为 6 组: 模型组、阳性对照组(二甲双胍)、海昆桑水提取物高剂量治疗组、海昆桑乙醇提取物低、中、高剂量治疗组, 本实验连同正常对照组一共 7 组。正常组为空白对照, 不做任何治疗; 模型组给予 0.5% CMC-Na 溶液; 阳性对照组给予对应的阳性药物, 即二甲双胍, 剂量为 0.08 mg/kg; 海昆桑水提取物高剂量治疗组灌胃剂量为 0.8 g/kg, 海昆桑乙醇提取物高、中、低三组分别以 0.8、0.4、0.2 g/kg 的剂量灌胃。连续灌胃 4 周后, 每组大鼠皆禁食不禁水, 测定空腹血糖。

2.4 葡萄糖耐量试验

在饲养第 4 周末, 各组大鼠禁食 12 h 后, 断尾测血糖, 此时血糖定为 0 h 血糖; 单次给大鼠灌胃给药, 正常组(空白对照组)灌胃给予 0.5% CMC-Na 溶液。给药 20 min 后, 每组大鼠注射葡萄糖溶液 2.5 g/kg, 断尾取血测试并记录给予葡萄糖溶液 0.5、1、2 h 后各组大鼠的血糖。

2.5 统计学方法

实验中所测数据通过 spss 19.0 进行统计, 经过双样本 *t* 检验和单因素方差分析, 数据用 $\bar{x} \pm s$ 表示。 $P < 0.05$ 表示有统计学意义。

3 结果

3.1 给药后(链脲佐菌素)大鼠的一般变化情况

正常对照组: 正常大鼠饮水量、进食量均表现正常, 毛色光亮毛发柔顺, 精神状态较好, 动作反应快且灵敏;

模型对照组: 显示出“三多一少”的糖尿病临床症状, 即大鼠毛色失去光泽, 部分出皮毛粘连情况, 身体明显瘦弱, 精神状态不佳, 表现为精神倦

怠、活动量减少,饮水量相较于正常对照组均明显增加,糖尿病模型组大鼠摄食量和正常组相比也明显增加(表 1),根据垫料情况可知尿量也显著增加。正常组大鼠体重随时间推移明显增加;与正常组相比,

模型对照组大鼠体重明显降低;与模型组相比,在给药第 3 周、第 4 周末,海昆桑乙醇提取物高、中、低以及海昆桑水提物高剂量组大鼠体重明显增加,精神状态有所恢复(表 2)。造模成功率为 88%。

表 1 海昆桑提取物对糖尿病大鼠摄食量的影响($\bar{x} \pm s, n=10$)

Tab. 1 Effect of Haikunsang extracts on food intake of diabetic rats ($\bar{x} \pm s, n=10$)

组别	剂量/(g/kg)	24 h 摄食量/g	
		第 2 周末	第 4 周末
正常组	-	27.82±3.25 [△]	31.88±5.32 [△]
模型组	-	50.82±8.56 [*]	56.73±6.34 [*]
二甲双胍	0.08	31.32±10.21 [△]	37.69±11.18 [△]
海昆桑醇提(低)	0.2	41.75±10.82 [*]	41.65±8.65 [*]
海昆桑醇提(中)	0.4	37.37±7.94 [△]	35.66±9.32 [△]
海昆桑醇提(高)	0.8	33.28±12.10 [△]	31.83±10.28 [△]
海昆桑水提(高)	0.8	40.66±11.15 [△]	40.03±12.06 [△]

注:与正常组比较,*差异显著($P<0.05$),**差异极为显著($P<0.01$);与模型组比较:△差异显著($P<0.05$),△△差异极为显著($P<0.01$)。下同

表 2 山药-昆布-桑叶-枸杞-肉桂提取物对糖尿病大鼠体重的影响(m/g, $\bar{x} \pm s, n=10$)

Tab. 2 Effect of Haikunsang extracts on body weight of diabetic rats(m/g, $\bar{x} \pm s, n=10$)

组别	体重/g				
	给药前	第 1 周末	第 2 周末	第 3 周末	第 4 周末
正常组	284.18±34	299.81±34	315.16±45	341.87±36	381.94±55
模型组	275.32±35	267.06±32	256.05±36	249.25±30	245.03±30
二甲双胍	273.85±32	261.88±35	255.77±33	266.32±41	270.70±42
海昆桑醇提(低)	273.25±42	259.04±38	253.38±45	257.13±40	263.69±32
海昆桑醇提(中)	273.44±37	260.31±36	252.45±39	259.77±35	268.25±34
海昆桑醇提(高)	275.60±38	263.75±40	260.58±35	268.71±34	273.56±36
海昆桑水提(高)	274.65±37	260.92±32	255.09±29	260.37±35	269.16±35

3.2 海昆桑提取物对糖尿病大鼠血糖的影响

和正常组相比,造模成功的各组大鼠空腹血糖含量明显升高,有极为显著差异;与模型组相比,连续给药两周后,海昆桑乙醇提取物中剂量组、水提物高剂量组空腹血糖含量明显下降,有显著差异($P<0.05$),而海昆桑乙醇提取物高剂量组空腹血糖含量降低,表现出极为显著差异($P<0.01$)。结果表明,海昆桑提取物具有降低血糖的作用,且乙醇提取物高剂量组降血糖作用为最佳(表 3)。

3.3 海昆桑提取物对正常大鼠糖耐量的影响

与模型组相比,海昆桑乙醇提取物中、高剂量组以及海昆桑水提物高剂量组在 0.5、1、2 h 的血糖值均低于模型对照组(表 4)。

4 讨论

本研究通过建立 2 型糖尿病大鼠模型,灌胃给

予海昆桑醇提物、水提物,观察大鼠的一般情况(毛色、体质量、饮水量、摄食量、排尿量、精神状态、活动量等),试验发现海昆桑提取物具有改善 2 型糖尿病大鼠一般状况的作用。

在本次利用 2 型糖尿病大鼠模型,探讨通过灌胃给药,给予海昆桑乙醇提取物、水提物对糖尿病大鼠空腹血糖的影响的实验中,结果显示,海昆桑乙醇提取物中、高剂量组以及水提物高剂量组对由链脲佐菌素构建的糖尿病大鼠模型有不同程度的降血糖作用,其中海昆桑乙醇提取物高剂量组降低空腹血糖效果较好。

对葡萄糖耐量结果进行分析,海昆桑乙醇提取物中、高剂量以及水提物高剂量组和模型组相比,在 0.5 h 就达到了血糖峰值,并在 0.5 h 后海昆桑乙醇提取物中、高剂量以及水提物高剂量组都降低了糖负荷后的血糖值,试验表明海昆桑提取物具有改善 2 型糖尿病大鼠糖耐量异常的作用。

表 3 海昆桑提取物对糖尿病大鼠空腹血糖的影响($\bar{x} \pm s, n=10$)

Tab. 3 Effect of Haikunsang extracts on blood glucose of diabetic rats ($\bar{x} \pm s, n=10$)

组别	血糖(mmol/L)				
	给药前	第 1 周末	第 2 周末	第 3 周末	第 4 周末
正常组	4.45±0.71	4.53±0.42	5.43±0.45	4.65±0.35	4.68±0.56
模型组	19.05±1.00	19.86±1.30**	22.25±1.36**	25.32±1.20**	28.23±1.32**
二甲双胍	19.21±2.16	21.63±1.35**△△	20.33±1.33**△△	18.92±1.41**△△	17.60±1.42**△△
海昆桑醇提(低)	19.08±2.03	24.80±1.34**△	26.88±1.35**△	26.31±1.24**△	23.98±1.52**
海昆桑醇提(中)	19.05±1.05	22.74±1.16**△	21.25±1.09*△	20.99±1.05**△	18.79±1.24**△
海昆桑醇提(高)	19.09±3.24	21.28±1.42**△△	19.45±1.35**△△	18.19±1.04**△△	16.66±1.36**△△
海昆桑水提(高)	19.03±1.15	23.78±1.32**△	23.40±1.29**△	22.45±1.05**△	18.87±1.15**△

表 4 海昆桑提取物对正常大鼠糖耐量的影响 ($\bar{x} \pm s, n=10$)

Tab. 4 Effect of Haikunsang extracts on oral glucose tolerance test of diabetic rats($\bar{x} \pm s, n=10$)

	血糖/(mmol/L)			
	0 h	0.5 h	1 h	2 h
正常组	6.51±0.56	9.24±0.46△△	8.87±0.53△△	7.03±0.36△△
模型组	28.23±1.32	>33.3	>33.3	>33.3
二甲双胍	17.60±1.23	26.435±1.16	25.47±1.08	24.36±1.12
海昆桑醇提(低)	23.98±1.52	>33.3	>33.3	>33.3
海昆桑醇提(中)	18.79±1.24	30.12±1.18	27.43±1.22	23.97±1.16
海昆桑醇提(高)	16.66±1.36	24.40±1.25	23.94±1.14	20.62±1.30
海昆桑水提(高)	18.87±1.15	30.38±1.26	28.68±1.34	24.72±1.28

海洋生物资源是海洋药物研发或海洋保健食品研制的重要来源,具有廉价的提取成本、无毒、对环境污染小等优势,是研发降糖药物或海洋保健食品的理想材料。本次对于海昆桑提取物降血糖作用的研究,为进一步研发海洋来源治疗糖尿病的新型药物或保健品开辟了新途径,提供了实验依据。

参考文献:

- [1] 赵金丽, 张落成, 顾云娟. 江苏省海洋经济与区域经济耦合协调性研究[J]. 海洋科学, 2016, 40(2): 102-109.
Zhang Jinli, Zhang Luocheng, Gu Yunjuan. Research on coupling coordination between marine and regional economies in Jiangsu province[J]. Marine Sciences, 2016, 40(2): 102-109.
- [2] 张金鼎. 海洋药物与效方[M]. 北京: 中医古籍出版社, 1998.
Zhang Jinding. Marine drugs and efficacious prescriptions[M]. Beijing: Traditional Chinese Medicine Classics Press, 1998.
- [3] 崔翠菊, 李言, 刘延岭, 等. 运用分子标记辅助构建海带核心种质资源[J]. 海洋科学, 2016, 40(1): 18-24.
Cui Cuiju, Li Yan, Liu Yanling, et al. Establishment of core collection for Saccharina japonica using molecular markers[J]. Marine Sciences, 2016, 40(1): 18-24.
- [4] 陈雨微, 徐茂义, 赵丰权, 等. 桑叶黄酮类化合物提取工艺及其降血糖作用研究进展[J]. 中华中医药学刊, 2012, 30(9): 2084-2088.
Chen Yuwei, Xu Maoyi, Zhao Fengquan, et al. Advances in studies on flavonoides extraction process and mechanism of hypoglycemic effect of Mulberry flavonoids[J]. Chinese Archives of Traditional Chinese Medicine, 2012, 30(9): 2084-2088.
- [5] 张欧, 谭志平, 李颜屏. 中药桑叶的药理作用及其临床应用分析[J]. 中国医药指南, 2013, 11(6): 265-266.
Zhang Ou, Tan Zhiping, Li Yanping. Pharmacological action of mulberry leaf and its clinical application[J]. Guide of China Medicine, 2013, 11(6): 265-266.
- [6] 杨秀虾. 山药化学成分及药理活性研究进展[J]. 亚太传统医药, 2013, 9(5): 65-66.
Yang Xiuxia. Advances in studies on chemical constituents and pharmacological activities of *Dioscorea opposita* Thunb[J]. Asia-Pacific Traditional Medicine, 2013, 9(5): 65-66.
- [7] 胡献国, 胡爱萍. 枸杞子[M]. 北京: 人民军医出版社, 2009: 1-156.
Hu Xianguo, Hu Aiping. Chinese wolfberry[M]. Beijing: People's Military Medical Publisher. 2009: 1-156.
- [8] 国家药典委员会, 中国药典(一部)[S]. 北京: 化学工业出版社, 2005: 91-92.
Chinese Pharmacopoeia Commission, Chinese Pharmacopoeia (part 1)[S]. Beijing: Chemical Industry Press, 2005: 91-92.
- [9] 刘咏, 行春丽, 成战胜, 等. 从桑叶中提取多酚、黄酮和多糖的优化试验[J]. 林产化工通讯, 2005, 39(1):

- 10-13.
Liu Yong, Xing Chunli, Cheng Zhansheng, et al. Optimization of extraction technology of medicinal components from *Morus alba* L. Leaves[J]. Journal of Chemical Industry of Forest Products, 2005, 39(1): 10-13.
- [10] 许朋, 沙伟桥, 吕志慧, 等. 复方山药-苦瓜醇提取物对 2 型糖尿病大鼠糖脂代谢的影响[J]. 基因组学与应用生物学, 2014, 33(6): 1222-1227.
Xu Peng, Sha Weiqiao, Lü Zhihui, et al. Effects of alcohol extract compound from Yam and Bitter Gourd on glucolipid metabolism of type 2 diabetes mellitus rats[J]. Genomics and Applied Biology, 2014, 33(6): 1222-1227.
- [11] Kim S H, Hyun S H, Choung S Y. Anti-diabetic effect of cinnamon extract on blood glucose in db/db mice[J]. Journal of Ethnopharmacology, 2006, 104(2): 119-123.
- [12] Dvir I, Chayoth R, Sod-Moriah U, et al. Soluble polysaccharide and biomass of red microalga *Porphyridium* sp alter intestinal morphology and reduce serum cholesterol in rats[J]. British Journal of Nutrition, 2000, 84(4): 469-476.
- [13] 孙伟, 王慧铭. 昆布多糖对高脂血症大鼠降胆固醇作用及其机理的研究[J]. 中国中药杂志, 2004, 29(10): 1015-1016.
- Sun Wei, Wang Huiming. The study on the effect of *Thallus caminariæ* polysaccharides on the cholesterol-lowering effect on hyperlipidemia rats and its mechanism[J]. China Journal of Chinese Materia Medica, 2004, 29(10): 1015-1016.
- [14] 孟庆海, 殷秋忆, 郭静, 等. 4 种不同桑叶提取物降血糖作用的筛选[J]. 中成药, 2014, 36(6): 1288-1291.
Meng Qinghai, Yin Qiuyi, Guo Jing, et al. Screening of hypoglycemic effects of 4 different mulberry leaves extracts[J]. Chinese Traditional Patent Medicine, 2014, 36(6): 1288-1291.
- [15] 农慧, 盛庆寿, 梁健, 等. STZ 诱导糖尿病大鼠模型的研究[J]. 广西医科大学学报, 2010, 27(1): 69-72.
Nong Hui, Sheng Qingshou, Liang Jian, et al. Studies on diabetic rats induced by Streptozotocin[J]. Journal of Guangxi Medical University, 2010, 27(1): 69-72.
- [16] Srinivasan K, Viswanad B, Asrat L, et al. Combination of high-fat diet-fed and low-dose streptozotocin-treated rat: A model for type 2 diabetes and pharmacological screening[J]. Pharmacological Research, 2005, 52(4): 313-320.

Hypoglycemic activity of Haikunsang mixture on rats with type 2 diabetes mellitus

LI Ning^{1, 2, 3}, GUO Chuan-long^{1, 2, 3}, WANG Li-jun^{1, 2}, LI Xiao-wei^{1, 2, 3}, LIU Hua^{1, 2, 3}, XU Qi^{1, 2, 3}, SHI Da-yong^{1, 2, 3}

(1. Key Laboratory of Experimental Marine Biology, Institute of Oceanology, Chinese Academy of Sciences, Qingdao 266071, China; 2. Laboratory for Marine Drugs and Bioproducts of Qingdao National Laboratory for Marine Science and Technology, Qingdao 266235, China; 3. University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China)

Received: Nov. 15, 2017

Key words: marine resource; Haikunsang; extracts; hypoglycemia activity; type 2 diabetes mellitus

Abstract: To investigate the potential for utilizing a marine resource, we investigated the hypoglycemia activity of extracts derived from a mixture of Haikunsang in rats with type 2 diabetes mellitus. We divided the streptozotocin (STZ)-induced rats into a model group, positive control group, and low, medium, and high dose groups of alcoholic extracts of Haikunsang, as well as a high dose group of aqueous extracts of Haikunsang. These groups were fed by gavage with 0.5% CMC-Na, 0.08 g·kg⁻¹·d⁻¹ metformin, 0.2, 0.4, 0.8 g·kg⁻¹·d⁻¹ alcoholic extracts of Haikunsang, and 0.8 g·kg⁻¹·d⁻¹ aqueous extracts of Haikunsang. As a normal control group, we randomly selected another 10 healthy rats, which were fed by gavage with 0.5% CMC-Na. We consecutively treated both the diabetic and healthy rats for 4 weeks, and individually recorded their body weights, food intakes, psychiatric status, and other changes. We found the diabetic rats to exhibit typical symptoms. After Haikunsang extract administration for 4 weeks, we recorded their blood glucose concentrations via an oral glucose tolerance test (OGTT). We found the blood glucose concentrations of most rats had significantly decreased in the high dose groups that had received alcoholic extracts of Haikunsang (0.8 g·kg⁻¹·d⁻¹, $P < 0.01$). These results suggest that extracts derived from a mixture of Haikunsang play a regulatory role in the blood glucose levels of diabetic rats, thereby providing a new approach to the development of hypoglycemic drugs and marine health foods.

(本文编辑: 康亦兼)