

麦冬提取物对实验性2型糖尿病大鼠的保护作用*

李晶, 苏薇薇, 王永刚, 彭维, 吴忠, 李沛波
(中山大学生命科学学院, 广东 广州 510275)

摘要: 为探讨麦冬对实验性2型糖尿病大鼠的保护作用, 该研究采用高脂饲料喂养联合低剂量链脲佐菌素(STZ)诱导的实验性2型糖尿病大鼠模型, 观察麦冬提取物对大鼠血糖、口服葡萄糖耐受、胰岛素抵抗、肌糖原、肝糖原、尿蛋白、肾脏指数及胰腺病理损伤的影响。结果显示, 麦冬提取物能显著降低2型糖尿病的血糖、减少口服葡萄糖耐量实验的曲线下面积; 能显著提高大鼠对外源胰岛素的敏感性及肝糖原含量、骨骼肌糖原含量; 能显著降低肾指数及尿蛋白排泄率; 并抑制胰腺的组织病理损伤。综上所述, 麦冬提取物对实验性2型糖尿病大鼠具有显著保护作用。

关键词: 麦冬; 2型糖尿病; 保护作用

中图分类号: R965 文献标志码: A 文章编号: 0529-6579(2017)03-0119-06

Protective effects of *Ophiopogonis japonicas* extract on experimental type 2 diabetic rats

LI Jing, SU Weiwei, WANG Yonggang, PENG Wei, WU Zhong, LI Peibo
(School of Life Sciences, Sun Yat-sen University, Guangzhou 510275, China)

Abstract: The aim of the present study is to investigate the protective effects of *Ophiopogonis japonicus* extract on experimental type 2 diabetic rats. The high-fat diet and low-dose streptozotocin (STZ) -induced type 2 diabetic model in rats was used to observe the effect of *Ophiopogonis japonicus* extract on blood glucose level, oral glucose tolerance, insulin sensitivity, glycogen content in liver and skeletal muscle, urinary protein excretion and histopathological changes of pancreas. Results showed that *Ophiopogonis japonicus* extract could significantly lower the blood glucose levels and the AUCs during oral glucose tolerance test, improve insulin sensitivity, increase glycogen contents in liver and skeletal muscle, reduce urinary protein excretion, lower the kidney weight/body weight ratio and alleviate histopathological changes of pancreas occurred in diabetic rats by comparison with untreated diabetic rats. In conclusion, *Ophiopogonis japonicus* extract exerts remarkable protective effects in experimental type 2 diabetes mellitus, thus justifying its traditional usage.

Key words: *Ophiopogonis japonicus*; type 2 diabetes mellitus; protective effect

麦冬为百合科植物麦冬 *Ophiopogon japonicus* (L. f) Ker-Gawl. 的干燥块根, 味甘、微苦, 性微寒, 有养阴生津、润肺清心之功, 主要用于肺燥

干咳、阴虚癆嗽、喉痹咽痛、津伤口渴、内热消渴、心烦失眠和肠燥便秘等^[1]。根据现有的文献报道总结^[2,3], 麦冬的有效成分类型有皂苷、黄

* 收稿日期: 2016-09-13

基金项目: 广东省重大科技专项项目(2013A022100022); 广州市科技计划项目(201704020119)

作者简介: 李晶(1983年生), 女; 研究方向: 药物分析学; E-mail: 2193339468@qq.com

通信作者: 李沛波(1973年生), 男; 研究方向: 中药药理学; E-mail: lipb73@126.com

酮、氨基酸和多糖等,具有抗心肌缺血、抗血栓形成、抗炎、降血糖、抗肿瘤、抗氧化、增强免疫、改善肝肺损伤及镇咳等广泛的药理作用。笔者考察了麦冬提取物对高脂饲料喂养联合低剂量链脲佐菌素 (STZ) 复制实验性 2 型糖尿病大鼠的保护作用,现报告如下。

1 材料与方 法

1.1 药 物 及 试 剂

麦冬提取物,由中山大学广州现代中药质量研究中心提供。其制备方法为:取麦冬药材适量,分别以相当于麦冬药材 10 倍体积和 6 倍体积的水于 100 ℃ 水浴提取 2 次,每次 2 h,然后选用 0.1 μm 孔径无机陶瓷膜,在室温、运行压力为 0.15 MPa 的条件下对麦冬水提液进行微滤,微滤液经浓缩、醇沉、干燥后得到麦冬提取物。实验前,将麦冬提取物配成相应浓度的溶液供各剂量组大鼠灌胃使用,低、中、高剂量组的给药剂量分别为 106.5、213、426 mg/kg;无水葡萄糖:汕头市光华化学厂;链脲佐菌素 (STZ):美国 Sigma 公司;格列齐特:天津津华制药厂,国药准字 H10910053;乐康全 3 型血糖试纸:罗氏诊断公司;肝/肌糖原试剂盒:南京建成生物有限公司。

1.2 动 物

Wistar 大鼠,SPF 级,合格证号:粤检字第 2004A068 号,由南方医科大学动物实验中心提供。

1.3 实 验 方 法

1.3.1 造模与分组 大鼠随机分为正常对照组和造模组,造模组按如下方法造模:大鼠每天早晚按每 100 g 体质量 1 mL 的剂量灌胃给予自制脂肪乳 (取猪油 100 g,甲基硫氧嘧啶 5 g,胆固醇 25 g,谷氨酸钠 5 g,蔗糖 25 g,果糖 25 g,吐温 80 100 mL,丙二醇 150 mL,加水定容至 500 mL,配成脂肪乳),连续灌胃 2 周后,动物禁食不禁水 24 h,各鼠均按 30 mg/kg 的剂量尾静脉注射 STZ 溶液 (临用前配制);给药 48 h 后,动物禁食不禁水 12 h,然后每隔 3 h 于眼球后静脉丛取血,按照血糖测定试剂盒操作测定空腹血糖值,连续测定 3 次,空腹血糖值 ≥ 16.7 mmol/L 的为造模成功大鼠。将造模成功的大鼠又随机分为模型对照组、麦冬提取物低、中、高剂量组和格列齐特组。各给药组按剂量连续给药 7 d,正常对照组和模型对照组大鼠每天灌胃等体积蒸馏水。

1.3.2 指标检测 连续给药 6 d 后,动物禁食 4 h,

将大鼠固定于鼠笼中,于眼球后静脉丛取血测定血糖值,然后各鼠按 0.5 U/kg 体质量的剂量腹腔注射胰岛素,注射后每 3 min 用血糖仪测定血糖值,共测 6 次,以时间为横坐标,血糖值的自然对数为纵坐标,直线回归所得的回归系数 r 代表斜率, r 乘以 100 即为 K_{ITT} 值, K_{ITT} 值越小,说明机体对胰岛素越不敏感^[4];此外,用代谢笼收集并记录 12 h 尿液尿量,量取 5 mL 尿液,3 000 r/min 离心 10 min,吸取上清液按试剂盒说明书测尿蛋白含量。末次给药后,动物禁食不禁水 12 h,于眼球后静脉丛取血,按照试剂盒的方法测定空腹血糖值,然后各组均按 2.0 g/kg 体质量的剂量灌胃给予葡萄糖,并分别于给予葡萄糖后 0.5、1、2 h,按试剂盒说明书测定血糖值。最后,将大鼠脱颈处死,取后肢肌肉和肝脏,用生理盐水漂洗,按试剂盒说明书测定肝糖原和肌糖原;取肾脏用生理盐水漂洗,以滤纸吸干后称量,计算肾质量/体质量比值;取胰腺用 $\varphi = 10\%$ 甲醛溶液固定,常规包埋,进行 HE 染色,在光镜下观察胰岛细胞形态。

1.4 统 计 学 处 理

实验数据以“均数 \pm 标准差”表示,采用 SPSS 统计软件进行统计学处理。

2 结 果

2.1 麦冬提取物对实验性 2 型糖尿病大鼠血糖的影响

由表 1 可见,注射 STZ 后,大鼠血糖上升,空腹血糖值 ≥ 16.7 mmol/L,说明糖尿病模型成功。给药后,格列奇特组、麦冬提取物中、高剂量组的血糖值与模型对照组比较,差异具有统计学意义 ($P < 0.01$)。此外,格列奇特组、麦冬提取物中、高剂量组的给药后血糖值与给药前血糖值比较,差异具有统计学意义 ($P < 0.05$ 或 $P < 0.01$),说明麦冬提取物能显著降低实验性 2 型糖尿病大鼠的血糖。

2.2 麦冬提取物对实验性 2 型糖尿病大鼠口服糖耐量的影响

由表 2 可见,模型对照组大鼠的糖耐量曲线下面积明显大于正常对照组,说明高脂饲料喂养联合低剂量链脲佐菌素注射可以导致大鼠的口服糖耐量异常。与模型对照组比较,格列奇特组和麦冬提取物高剂量组的曲线下面积均显著减小 ($P < 0.05$),说明麦冬提取物能够改善实验性 2 型糖尿病大鼠的糖耐量异常。

2.3 麦冬提取物对实验性 2 型糖尿病大鼠胰岛素敏感性的影响

毛细血管法测胰岛素敏感性的实验结果见表 3。由表 3 可见，模型对照组的 K_{ITT} 值明显小于正常对照组大鼠 ($P < 0.01$)，说明模型对照组大鼠

对外源胰岛素的敏感性低于正常大鼠，即产生了胰岛素抵抗。麦冬提取物各剂量组的 K_{ITT} 值与模型对照组比较，均有显著性差异 ($P < 0.05$ 或 $P < 0.01$)。说明麦冬提取物能够提高实验性 2 型糖尿病大鼠对外源胰岛素的敏感性。

表 1 麦冬提取物对血糖的影响¹⁾ ($\bar{x} \pm s$)

Table 1 Effect of *Ophiopogonis japonicus* extract on fasting blood glucose levels ($\bar{x} \pm s$)

组别	动物数/只	给药剂量/ ($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$)	给药前血糖值/ ($\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$)	给药后血糖值/ ($\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$)
正常对照组	10		5.28 ± 0.21	5.27 ± 0.44
模型对照组	9		30.85 ± 2.66 ^{##}	31.29 ± 5.11 ^{##}
格列奇特组	9	35.5	31.56 ± 2.54	17.73 ± 2.33 ^{**△△}
麦冬提取物低剂量组	8	106.5	31.91 ± 2.66	22.73 ± 3.23
麦冬提取物中剂量组	10	213	32.98 ± 2.20	18.10 ± 3.30 ^{**△}
麦冬提取物高剂量组	9	426	35.61 ± 3.05	19.31 ± 3.17 ^{**△△}

1) 与正常对照组比较, [#] $P < 0.05$, ^{##} $P < 0.01$; 与模型对照组比较, ^{*} $P < 0.05$, ^{**} $P < 0.01$; 与给药前相比, [△] $P < 0.05$, ^{△△} $P < 0.01$

表 2 麦冬提取物对口服糖耐量的影响¹⁾ ($\bar{x} \pm s$)

Table 2 Effect of *Ophiopogonis japonicus* extract on oral glucose tolerance ($\bar{x} \pm s$)

组别	动物数/ 只	给药剂量/ ($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$)	曲线下面积
正常对照组	10		12.08 ± 0.73
模型对照组	9		50.09 ± 2.47 ^{##}
格列奇特组	9	35.5	41.37 ± 2.62 [*]
麦冬提取物低剂量组	8	106.5	50.78 ± 3.18
麦冬提取物中剂量组	10	213	42.86 ± 2.19
麦冬提取物高剂量组	9	426	40.86 ± 2.64 [*]

1) 与正常对照组比较, [#] $P < 0.05$, ^{##} $P < 0.01$; 与模型对照组比较, ^{*} $P < 0.05$, ^{**} $P < 0.01$

表 3 麦冬提取物对胰岛素敏感性的影响¹⁾ ($\bar{x} \pm s$)

Table 3 Effect of *Ophiopogonis japonicus* extract on insulin sensitivity ($\bar{x} \pm s$)

组别	动物数/ 只	给药剂量/ ($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$)	K_{ITT}
正常对照组	10		78.07 ± 7.52
模型对照组	8		44.59 ± 6.97 ^{##}
格列奇特组	8	35.5	55.09 ± 8.81
麦冬提取物低剂量组	8	106.5	68.60 ± 7.32 [*]
麦冬提取物中剂量组	9	213	71.60 ± 8.64 [*]
麦冬提取物高剂量组	9	426	77.71 ± 6.99 ^{**}

1) 与正常对照组比较, [#] $P < 0.05$, ^{##} $P < 0.01$; 与模型对照组比较, ^{*} $P < 0.05$, ^{**} $P < 0.01$

2.4 麦冬提取物对实验性 2 型糖尿病大鼠肝糖原和肌糖原的影响

由表 4 可见，模型对照组大鼠的肝糖原和肌糖原含量与正常对照组相比，均有显著降低 ($P < 0.01$)，说明模型对照组大鼠肝脏储存糖原的能力降低，机体对葡萄糖的利用能力下降。与模型对照组比较，麦冬提取物高剂量组的肝糖原含量显著提高 ($P < 0.05$)，肌糖原含量有非常显著性差异 ($P < 0.01$)，说明高剂量麦冬提取物能改善机体储存和利用葡萄糖的能力。

2.5 麦冬提取物对实验性 2 型糖尿病大鼠尿蛋白、肾脏指数的影响

由表 5 可见，与正常对照组比较，模型对照组大鼠的尿蛋白和肾脏指数显著增加，说明模型对照组大鼠的肾功能受损。与模型对照组比较，麦冬提取物低、中、高剂量组的尿蛋白显著减少 ($P < 0.05$ 或 $P < 0.01$)；而麦冬提取物中、高剂量组的肾脏指数显著减少 ($P < 0.05$)，说明麦冬提取物能够显著降低实验性 2 型糖尿病大鼠的肾损害程度。

2.6 麦冬提取物对实验性 2 型糖尿病大鼠胰腺组织病理变化的影响

由图 1 可见，正常对照组大鼠的胰岛细胞形态饱满，界限清楚，胰岛细胞排列整齐。模型对照组大鼠的胰岛明显萎缩，轮廓不饱满，胰岛中细胞密度降低，胰岛细胞空泡变性。与模型对照组比较，

麦冬提取物组大鼠的胰岛萎缩的情况均有所改善, 胰岛面积增加, 胰岛中细胞密度增大, 且呈剂量依

赖关系, 说明麦冬提取物对实验性 2 型糖尿病大鼠胰腺的胰岛细胞具有一定的保护作用。

表 4 麦冬提取物对肝糖原和肌糖原的影响¹⁾ ($\bar{x} \pm s$)

Table 4 Effect of *Ophiopogonis japonicus* extract on glycogen contents in skeletal muscle and liver ($\bar{x} \pm s$)

组别	动物数/只	给药剂量/ ($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$)	肝糖原/ ($\text{mg} \cdot \text{mL}^{-1}$)	肌糖原/ ($\text{mg} \cdot \text{mL}^{-1}$)
正常对照组	10		11.45 ± 2.91	1.27 ± 0.21
模型对照组	8		5.78 ± 0.62 ^{##}	0.57 ± 0.12 ^{##}
格列奇特组	8	35.5	7.68 ± 1.57	1.09 ± 0.28 [*]
麦冬提取物低剂量组	8	106.5	8.78 ± 1.01	0.97 ± 0.07
麦冬提取物中剂量组	9	213	7.95 ± 0.78	0.98 ± 0.13
麦冬提取物高剂量组	9	426	10.25 ± 1.26 [*]	1.21 ± 0.10 ^{**}

1) 与正常对照组比较, [#] $P < 0.05$, ^{##} $P < 0.01$; 与模型对照组比较, ^{*} $P < 0.05$, ^{**} $P < 0.01$

表 5 麦冬提取物对大鼠尿蛋白、肾脏指数的影响¹⁾ ($\bar{x} \pm s$)

Table 5 Effect of *Ophiopogonis japonicus* extract on urinary protein level and kidney weight/body weight ratio ($\bar{x} \pm s$)

组别	动物数/只	给药剂量/ ($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$)	24 h 尿蛋白/ μg	肾脏指数/ 10^{-3}
正常对照组	10		65.0 ± 9.4	6.1 ± 0.3
模型对照组	8		244.0 ± 79.3 ^{##}	10.1 ± 0.4 ^{##}
格列奇特组	8	35.5	93.5 ± 17.1 ^{**}	9.6 ± 0.2
麦冬提取物低剂量组	8	106.5	120.7 ± 16.2 [*]	9.6 ± 0.3
麦冬提取物中剂量组	9	213	110.2 ± 34.0 ^{**}	8.7 ± 0.2 [*]
麦冬提取物高剂量组	9	426	92.0 ± 11.6 ^{**}	9.0 ± 0.3 [*]

1) 与正常对照组比较, [#] $P < 0.05$, ^{##} $P < 0.01$; 与模型对照组比较, ^{*} $P < 0.05$, ^{**} $P < 0.01$

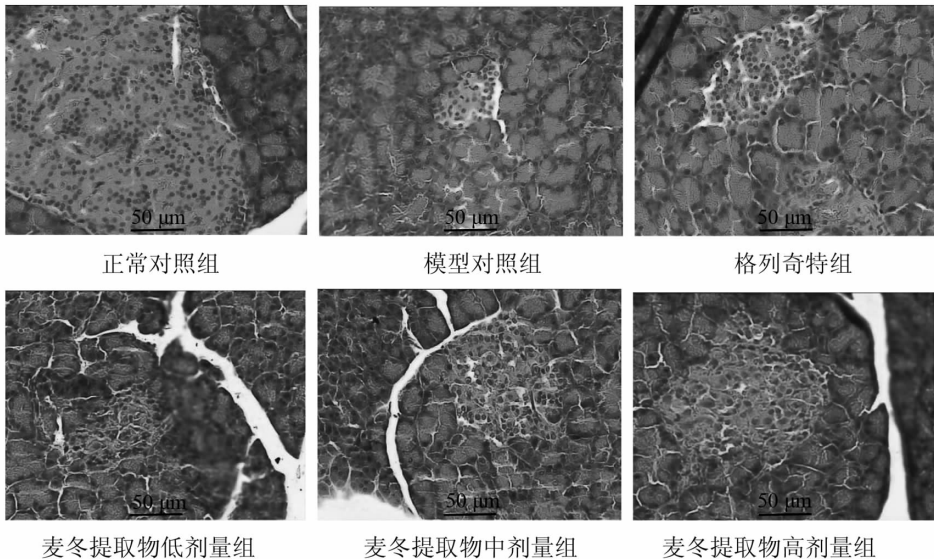


图 1 大鼠胰腺组织病理切片

Fig. 1 Effect of *Ophiopogonis japonicus* extract on histomorphological changes of the pancreas in rats

3 讨论

糖尿病是由于体内胰岛素分泌绝对或相对不

足, 以及机体靶组织或靶器官对胰岛素敏感性降低引起的以血糖水平升高的代谢性疾病^[5]。糖尿病是当前威胁全球人类健康的最重要的非传染性疾病

之一, 根据国际糖尿病联盟 (IDF) 统计, 2011年全球糖尿病患者人数已达3.7亿, 估计到2030年全球将有近5.5亿糖尿病患者^[6]。近30年来随着经济发展和人们生活方式的变化, 糖尿病患病率在我国迅猛增长。按照世界卫生组织目前的诊断标准, 2010年我国18岁及以上成人糖尿病患病率为9.7%, 据此估计有糖尿病患者9700万, 我国已成为世界上糖尿病患者数量最多的国家^[7-8]。在我国患病人群中, 以2型糖尿病为主, 占90%以上^[6]。

糖尿病常被归属于传统中医“脾瘕”、“消渴”等范畴。气阴两虚、津液耗伤是糖尿病发生的根本^[9]。2型糖尿病患者的主要体质类型为阴虚质^[10]。麦冬具有养阴生津之功, 能针对糖尿病气阴两虚、津液耗伤的根本, 对2型糖尿病具有一定的治疗作用^[11]。《本草正义》记载^[12]: “凡消谷能食, 无非胃火极旺, 必以甘寒大剂清胃解渴, 麦冬固在必需之列者也”、“麦冬寒润, 补阴解渴, 皆为必要之药”。有研究表明麦冬对四氧嘧啶^[13]、链脲佐菌素^[14-15]诱导的高血糖动物和自发性糖尿病大鼠^[16]具有显著的降血糖作用。但高脂饮食加小剂量链脲佐菌素诱导的糖尿病模型具有许多与临床2型糖尿病类似的生化代谢及临床特点, 是研究2型糖尿病的较为理想和常用的造模方式^[17-18]。故本研究采用高脂饮食加小剂量链脲佐菌素诱导的2型糖尿病模型, 研究麦冬提取物对2型糖尿病的保护作用, 结果表明, 麦冬提取物能显著降低2型糖尿病的血糖、减少口服葡萄糖耐量实验的曲线下面积、显著提高大鼠对外源胰岛素的敏感性及肝糖原含量、骨骼肌糖原含量; 降低肾指数、尿蛋白排泄率及胰腺的组织病理损伤。提示麦冬提取物对2型糖尿病具有显著保护作用。

参考文献:

- [1] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典一部[M]. 北京: 中国医药科技出版社, 2015: 155-156.
Chinese Pharmacopoeia Commission. Pharmacopoeia of the People's Republic of China [M]. Beijing: China Medical Science Press, 2015: 155-156.
- [2] 袁春丽, 孙立, 袁胜涛, 等. 麦冬有效成分的药理活性及作用机制研究进展[J]. 中国新药杂志, 2013, 22(21): 2496-2502.
YUAN C L, SUN L, YUAN S T, et al. Pharmacological activities and possible mechanism of effective components in *Ophiopogonis radix* [J]. Chinese Journal of New Drugs, 2013, 22(21): 2496-2502.
- [3] 黄宝美, 姚程炜, 莫金垣, 等. 高效毛细管电泳安培法

测定麦冬中薯蓣皂甙元的含量[J]. 中山大学学报(自然科学版), 2010, 49(2): 65-71.

- HUANG B M, YAO C W, MO J Y, et al. Determination of diosgeninin radix *Ophiopogonis* with amperometric detection by capillary electrophoresis [J]. Acta Scientiarum Naturalium Universitatis Sunyatseni, 2010, 49(2): 65-71.
- [4] 艾静, 王宁, 杜杰, 等. Wistar大鼠2型糖尿病动物模型的建立[J]. 中国药理学通报, 2004, 20(11): 1309-1312.
AI J, WANG N, DU J, et al. Establishment of type 2 diabetic animal model in Wistar rats [J]. Chinese Pharmacological Bulletin, 2004, 20(11): 1309-1312.
- [5] 中华中医药学会糖尿病分会. 糖尿病中医诊疗标准[J]. 世界中西医结合杂志, 2011, 6(6): 540-547.
Diabetes Society of China association of Chinese medicine. The traditional Chinese medicine (TCM) diagnosis and treatment standard of diabetes [J]. World Journal of Integrated Traditional and Western Medicine, 2011, 6(6): 540-547.
- [6] 中华医学会糖尿病学分会. 中国2型糖尿病防治指南(2013年版)[J]. 中国医学前沿杂志(电子版), 2015, 7(3): 26-89.
Chinese Diabetes Society of Chinese Medical Association. 2013 China guideline for type 2 diabetes [J]. Chinese Journal of The Frontiers of Medical Science (Electronic Version), 2015, 7(3): 26-89.
- [7] 中国疾病预防控制中心, 中国疾病预防控制中心慢性非传染性疾病预防控制中心. 中国慢性病及其危险因素监测报告(2010)[M]. 北京: 军事医学科学出版社, 2012: 50-65.
Chinese Center For Disease Control And Prevention, National Center for Chronic and Non-communicable Disease, Chinese Center for Disease Control and Prevention. Report on chronic disease risk factor surveillance in China (2010) [M]. Beijing: Military Medical Science Press, 2012: 50-65.
- [8] YANG W Y, LU J M, WENG J P, et al. Prevalence of diabetes among men and women in China [J]. N Eng J Med, 2010, 362(12): 1090-1101.
- [9] 赵红霞, 贾海骅, 赵凯维, 等. 糖尿病(消渴)的中医证候病机研究[J]. 中国医药导刊, 2012, 14(3): 456-457.
ZHAN H X, JIA H H, ZHAO K W, et al. Probing into the pathogenesis and syndrome of the diabetes in TCM [J]. Chinese Journal of Medicinal Guide, 2012, 14(3): 456-457.
- [10] 吴小秋, 罗玉韵, 徐进华, 等. 2型糖尿病中医体质特点及与胰岛素抵抗、分泌的关系[J]. 广州中医药大

- 学学报,2013,30(3):312-315.
- WU X Q, LUO Y Y, XU J H, et al. Investigation of traditional Chinese medical constitution of type 2 diabetes mellitus patients and its relationship with insulin resistance and insulin secretion[J]. Journal of Guangzhou University of Traditional Chinese Medicine, 2013, 30(3): 312-315.
- [11] 黄琦, 许家鸾. 麦冬多糖对 2 型糖尿病血糖及胰岛素抵抗的影响[J]. 浙江中西医结合杂志, 2002, 12(2): 81-82.
- HUANG Q, XU J L. Effect of ophiopogon japonicus polysaccharides on blood glucose and insulin resistance in type 2 diabetes mellitus[J]. Zhejiang Journal of Integrated Traditional Chinese and Western Medicine, 2002, 12(2): 81-82.
- [12] 张山雷. 本草正义[M]. 福州: 福建科学技术出版社, 2006: 118.
- ZHANG S L. Orthodox interpretation of the Materia Medica[M]. Fuzhou: Fujian Science and Technology Press, 2006: 118.
- [13] 毛讯. 麦冬多糖对糖尿病小鼠的作用研究[J]. 中医临床研究, 2013, 5(17): 4-6.
- MAO X. Study on the effect of diabetic mice with polysaccharide in *Ophiopogon japonicus*[J]. Clinical Journal of Chinese Medicine, 2013, 5(17): 4-6.
- [14] 陆小元. 麦冬多糖对 2 型糖尿病大鼠肾脏的保护作用[J]. 实用临床医药杂志, 2012, 16(24): 11-14.
- LU X Y. Effect of ophiopogon-polysaccharide on protection of the kidney in type 2 diabetic rats[J]. Journal of Clinical Medicine in Practice, 2012, 16(24): 11-14.
- [15] 何陵湘. 麦冬多糖降血糖作用的药效学观察[J]. 中国实用医药, 2007, 2(16): 48-50.
- HE L X. Hypoglycemic pharmacodynamics of *Ophiopogon japonicus* [J]. China Practical Medicine, 2007, 2(16): 48-50.
- [16] 沙建平, 马红英, 陈晓文, 等. 麦冬对糖尿病大鼠胰岛 β 细胞的保护作用[J]. 成都中医药大学学报, 2014, 37(3): 23-24.
- SHA J P, MA H Y, CHEN X W, et al. Influence of ophiopogonis radix on β cell in pancreatic islet of diabetic rats[J]. Journal of Chengdu University of Traditional Chinese Medicine, 2014, 37(3): 23-24.
- [17] 邵俊伟, 蔡逊. 高脂饮食联合链脲佐菌素建立 2 型糖尿病大鼠模型的研究进展[J]. 中国实验动物学报, 2014, 22(4): 90-93.
- SHAO J W, CAI X. Research progress of rat models of type 2 diabetes induced by high calorie diet combined with streptozotocin[J]. Acta Laboratorium Animalis Scientia Sinica, 2014, 22(4): 90-93.
- [18] 吴晏, 韩静, 黄黎明, 等. 高脂喂养合并小剂量链脲佐菌素建立 2 型糖尿病大鼠模型[J]. 中国实验动物学报, 2012, 20(2): 11-15.
- WU Y, HAN J, HUANG L M. Establishment of a rat model of type 2 diabetes mellitus induced by high fat diet and low-dose streptozotocin injection[J]. Acta Laboratorium Animalis Scientia Sinica, 2012, 20(2): 11-15.