

· 药理 ·

## 地木耳菌粉对2型糖尿病大鼠血糖的影响

马雅鸽, 赵声兰, 阮苑, 莆琪森, 杨灿娟, 顾晓颖, 王硕, 胡小斌  
(云南中医学院, 昆明 650500)

**[摘要]** 目的:研究云南野生地木耳粉对2型糖尿病大鼠血糖的影响。方法:采用高脂饲料饲养SD大鼠4周,按 $35\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ 腹腔注射给予链脲佐菌素(STZ)诱导2型糖尿病模型。糖尿病模型大鼠随机分为6组,地木耳粉低( $25\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ )、中( $50\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ )、高( $100\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ )剂量组,阳性组(盐酸二甲双胍 $200\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ),模型组(等量生理盐水)和一直用普通饲料喂养的正常组,连续给药6周,检测各组大鼠体重、摄水量、排尿便量及空腹血糖。结果:给药6周后,与模型组比较,高、中、低剂量组大鼠的体质量明显增加,血糖、饮水量及排尿便量明显降低;3个剂量组的体重、摄水量、排尿便量及血糖有显著差异。与阳性组比较,3个剂量组的体重、摄水量、排尿便量及血糖无显著差异。结论:地木耳能缓解STZ致2型糖尿病大鼠症状,具有降低血糖的作用,且效果与地木耳浓度呈正相关。

**[关键词]** 地木耳; 2型糖尿病; 降血糖; 高脂饲料; 链脲佐菌素

**[中图分类号]** R285.5;R945 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1005-9903(2015)02-0110-05

**[doi]** 10.13422/j.cnki.syfjx.2015020110

**Therapeutic Effects of *Nostoc commune* Powder on Type 2 Diabetic Rats** MA Ya-ge, ZHAO Sheng-lan, RUAN Yuan, PU Qi-sen, YANG Can-juan, GU Xiao-ying, WANG Shuo, HU Xiao-bin (Yunnan University of Traditional Chinese Medicine, Kunming 650500, China)

**[Abstract]** **Objective:** To investigate therapeutic effects of *Nostoc commune* powder on blood glucose of type 2 diabetic rats. **Method:** Type 2 diabetic rats model was established by intraperitoneal injection of streptozotocin (STZ,  $35\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ) on SD rats after rats were fed with high sugar and high fat for 4 weeks. These rats were divided into 6 models, included low dose group (*N. commune* powder  $25\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ), middle dose group (*N. commune* powder  $50\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ), high dose group (*N. commune* powder  $100\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ), positive group (metformin hydrochloride  $200\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ), model group (physiological saline  $200\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ) and normal group. After 6 weeks of administration, indexes of body weight, fasting blood glucose, total quality of micturition and defecation and water intake were measured. **Result:** After 6 weeks of administration, compared with the model group, body weight of diabetic rats were significantly increased in low, middle and high dose group, blood glucose and total quality of micturition and defecation, water intake levels of three dose groups of diabetic rats were significantly decreased; these indexes had significant differences among these three dose groups. Effects between positive control groups and three *N. commune* powder groups were statistically nonsignificant on these four indexes. **Conclusion:** *N. commune* powder can reduce blood glucose levels of experimental rats with type 2 diabetes mellitus by intraperitoneal injection of STZ, and effect of hypoglycemic is positively correlated by *N. commune* powder concentrations.

**[Key words]** *Nostoc commune*; type 2 diabetes mellitus; hypoglycemic activity; high sugar and high fat fodder; streptozotocin

糖尿病是一种严重的新陈代谢紊乱性疾病,并伴有微观和宏观结构上的并发症,并发症会导致严

**[收稿日期]** 20140517(008)

**[基金项目]** 国家教育部大学生创新训练项目(30270101819);云南中医学院重点学科项目(XK201324)

**[第一作者]** 马雅鸽, 硕士, 讲师, 从事功能食品研究, Tel:13888761703, E-mail:pigeonma@163.com

重的病变甚至死亡。目前关于寻找最佳降糖药的研究聚焦在天然药用植物开发上,部分原因是从植物中获得的天然产物在疗效上要优于目前正在应用的化学合成药物,但以药食两用的微生物为原料进行降糖药的研究尚未见报道<sup>[1]</sup>。

链脲佐菌素(streptozocin, STZ)常被用来诱导建立糖尿病动物模型,该模型会造成生殖系统活性氧化性的破坏,糖尿病及动物模型表现出的高氧化应激是由于长期高血糖引起,高血糖症耗尽了抗氧化防御系统的活力,促使了新自由基的产生,具有抗氧化活性和自由基清除能力的化合物有助于 $\beta$ 细胞的再生,还可保护胰岛抵抗 STZ 的细胞毒素作用<sup>[2]</sup>。

在生理条件下,广泛的抗氧化防御系统抵抗了自由基产物在活体内的不利作用,在糖尿病病人中,糖蛋白质和葡萄糖抗氧化或许会产生自由基,这些自由基又会催化脂质的过氧化反应。报道显示,糖尿病病人抗氧化防御系统的紊乱是由于氧化酶的改变、维生素水平的降低及血浆铜蓝蛋白的减少而引起的。降低脂质过氧化反应及提高抗氧化剂稳定性是通过食疗来预防糖尿病的一条机制<sup>[3]</sup>。

地木耳为念珠藻中的群体型,藻丝由 50~170 个营养细胞和异形胞组成<sup>[4]</sup>,可药食两用<sup>[5]</sup>。作为传统食品已有上千年历史。近年研究发现地木耳粗提物中胶质、多糖、多酚、黄酮、三萜类生物活性成分的含量较高,其提取液对蛋白酶活性和真菌均有抑制作用,同时还具有抗氧化、固氮及防护紫外线的功能<sup>[6]</sup>。说明地木耳具有很强的酶破坏能力和抗氧化作用,很多天然抗氧化剂作用于糖尿病患者就是源于其能够预防氧化反应产生的高氧压对糖尿病病人的破坏。故本实验以高脂饲料结合 STZ 诱导的 2 型糖尿病大鼠为模型,考察地木耳对模型大鼠血糖、体重、饮水量、排便量的影响,明确地木耳的降血糖效果,为高效、无副作用降糖药和降糖保健食品的研发提供参考,并为地木耳的产业化推广提供思路。

## 1 材料

稳豪倍易型血糖仪(美国强生公司),HK 型中药粉碎机(广州金本机械设备有限公司),JML 型立式胶体磨(上海良益泵业制造有限公司),BS224S 型 1/1 万电子分析天平(北京赛多利斯仪器系列有限公司)。地木耳采自云南省昆明市松花坝水源保护区,经云南中医学院赵荣华教授鉴定为地木耳 *Nostoc commune*;盐酸二甲双胍片(深圳中联制药有限公司,批号 20130109),链脲佐菌素(STZ,美国

Sigma 公司,批号 20130224),水为蒸馏水或双蒸水,其他试剂均为分析纯市售。

SD 大鼠,SPF 级,雄性,体重(255.07 ± 21.40) g,购自昆明医学院动物房,合格证号 SCXK(滇)2011-0004。饲养于云南中医学院实验动物平台,温度 22~25 °C,湿度 60%~65%,室内 12 h 明暗自动切换,动物自由摄食,饮水。

## 2 方法

### 2.1 试剂配置<sup>[7-9]</sup>

**2.1.1 柠檬酸缓冲液** 称取柠檬酸(相对分子质量 192.14)2.1 g,溶于 100 mL 水中,配成 0.1 mol·L<sup>-1</sup>柠檬酸溶液 A;称取柠檬酸钠(相对分子质量 294.10)2.94 g,溶于 100 mL 水中,配成 0.1 mol·L<sup>-1</sup>柠檬酸钠溶液 B;临用时取 A 液 28 mL 和 B 液 22 mL,置于同一量瓶中,加水稀释至 100 mL,配成 0.1 mol·L<sup>-1</sup>柠檬酸钠缓冲液,pH 4.2~4.5,4 °C 冷藏备用。

**2.1.2 STZ 溶液** 用 0.1 mol·L<sup>-1</sup>柠檬酸钠缓冲液溶解 STZ,配成 2% STZ 溶液,随用随配,4 °C 配置和保存,尽量在 30 min 内注射完毕,操作均在冰浴中进行。

**2.1.3 高脂饲料配方** 基础饲料 67.5%,食盐 1%,蔗糖 10%,猪油 10%,蛋黄 2.5%,胆固醇 3%,猪胆盐 0.5%,香油 1%。

**2.1.4 盐酸二甲双胍药液** 取盐酸二甲双胍片 5 片(0.25 g/片),研碎成粉末(过 80 目筛),置于 100 mL 量瓶中,加水溶解并稀释至刻度,4 °C 冷藏备用。以 10 倍成人剂量(60 kg 成人每日给药量 0.75 g)灌胃给药,即大鼠给药量 125 mg·kg<sup>-1</sup>。

**2.2 糖尿病大鼠模型的制备及试验分组<sup>[10-13]</sup>** 大鼠用基础饲料饲喂,经 1 周适应后,随机分为 2 组(糖尿病模型组和正常组)。糖尿病模型组给予高糖、高脂饲料喂养 4 周后,按 35 mg·kg<sup>-1</sup>尾静脉注射 STZ。1 周后,测定大鼠空腹血糖浓度,空腹血糖浓度 < 16.0 mmol·L<sup>-1</sup>的大鼠按 35 mg·kg<sup>-1</sup>再次注射 STZ。1 周后测定空腹血糖浓度,筛选空腹血糖浓度 > 16.0 mmol·L<sup>-1</sup>的大鼠为糖尿病模型。糖尿病模型大鼠随机分为 5 组[地木耳粉低(25 mg·kg<sup>-1</sup>)、中(50 mg·kg<sup>-1</sup>)、高(100 mg·kg<sup>-1</sup>)剂量组,阳性组(盐酸二甲双胍 200 mg·kg<sup>-1</sup>)和模型组(等量生理盐水)],每组 8 只。另设正常组(8 只大鼠)给予普通饲料喂养 4 周后,以等体积生理盐水进行腹腔注射,给药期间给予等量生理盐水。所有试验大鼠每天进行灌胃给药,连续给药 6 周。

**2.3 口服葡萄糖耐量试验<sup>[14-15]</sup>** 各组大鼠禁食不禁水 12 h,正常组及阳性组灌胃生理盐水。地木耳

粉高、中、低剂量组分别按 100, 50, 25 mg·kg<sup>-1</sup>·d 灌胃给予地木耳浆液。各组大鼠按 2 g·kg<sup>-1</sup> 给予 25% 葡萄糖溶液, 灌胃后 0.5, 1, 2, 4, 6 h 尾静脉取血测定血糖。

**2.4 地木耳粉制备** 地木耳洗净, 晾干, 粉碎过 80 目筛, 加 20 倍水胶体磨打浆。

**2.5 糖代谢指标** 给药 4 周后大鼠空腹 12 h 尾静脉取血, 采用血糖仪测定血糖值。

**2.6 统计学处理**<sup>[16]</sup> 应用 SPSS 19.0 软件对数据进行统计学分析, 计量资料以  $\bar{x} \pm s$  表示, 组间比较采用单因素方差分析, 两两比较时, 组间方差齐采用 LSD 法, 方差不齐采用 Dunnett's T<sub>3</sub> 法。

### 3 结果

**3.1 模型制备** 在口服葡萄糖耐量试验中, 模型组大鼠在 0, 0.5, 1, 2 h 的血糖水平均显著高于正常组, 且在 2 h 时的血糖水平 > 11.1 mmol·L<sup>-1</sup> 且 < 32.0 mmol·L<sup>-1</sup>; 糖耐量异常, 表明模型制备成功。

表 2 造模 2 周后正常组和给药组大鼠在葡萄糖耐量试验中血糖水平比较 ( $\bar{x} \pm s, n = 8$ )

Table 2 Comparison of blood glucose levels among normal group and medication administration group of rats in 2 weeks after injecting STZ ( $\bar{x} \pm s, n = 8$ )

组别	剂量 /mg·kg <sup>-1</sup>	空腹血糖/mmol·L <sup>-1</sup>					
		给予葡萄糖前	给予葡萄糖后 0.5 h	给予葡萄糖后 1 h	给予葡萄糖后 2 h	给予葡萄糖后 4 h	给予葡萄糖后 6 h
正常	-	5.15 ± 0.61	4.94 ± 0.59	4.68 ± 0.63	4.11 ± 0.29	3.78 ± 0.24	3.39 ± 0.29
地木耳	100	18.71 ± 2.81 <sup>2)</sup>	17.85 ± 3.16 <sup>2)</sup>	16.15 ± 1.66 <sup>2)</sup>	14.56 ± 1.87 <sup>2)</sup>	11.68 ± 3.19 <sup>2)</sup>	9.41 ± 3.58 <sup>2)</sup>
	50	19.40 ± 3.97 <sup>2)</sup>	17.91 ± 4.67 <sup>2)</sup>	15.90 ± 3.74 <sup>2)</sup>	14.13 ± 3.69 <sup>2)</sup>	11.88 ± 3.04 <sup>2)</sup>	9.80 ± 3.73 <sup>2)</sup>
	25	18.73 ± 2.45 <sup>2)</sup>	17.55 ± 3.66 <sup>2)</sup>	15.55 ± 3.15 <sup>2)</sup>	13.46 ± 3.65 <sup>2)</sup>	10.23 ± 3.39 <sup>2)</sup>	9.14 ± 3.81 <sup>2)</sup>

表 3 地木耳对 2 型糖尿病大鼠体重的影响 ( $\bar{x} \pm s, n = 8$ )

Table 3 Effects of *Nostoc commune* on body weight of rats with type 2 diabetes ( $\bar{x} \pm s, n = 8$ )

组别	剂量 /mg·kg <sup>-1</sup>	体重/g					
		给药 1 周	给药 2 周	给药 3 周	给药 4 周	给药 5 周	给药 6 周
正常	-	266.48 ± 14.20	309.85 ± 11.89	319.575 ± 11.89	326.98 ± 15.88	350.24 ± 19.10	360.96 ± 118.43
模型	-	306.66 ± 33.00	295.36 ± 34.27	290.39 ± 34.46	286.60 ± 34.35	281.08 ± 30.81	254.94 ± 30.60
阳性	100	288.24 ± 24.20 <sup>2)</sup>	282.46 ± 20.83 <sup>1)</sup>	278.03 ± 16.67 <sup>2)</sup>	286.56 ± 13.73 <sup>2)</sup>	287.63 ± 14.00 <sup>2)</sup>	296.59 ± 14.73 <sup>2,4)</sup>
地木耳	100	297.68 ± 29.58 <sup>1)</sup>	263.44 ± 27.26 <sup>2,3)</sup>	271.25 ± 25.32 <sup>2)</sup>	271.78 ± 26.01 <sup>2)</sup>	290.56 ± 30.03 <sup>2)</sup>	290.56 ± 30.03 <sup>2,4)</sup>
	50	280.61 ± 14.61 <sup>1,4)</sup>	278.68 ± 14.13 <sup>2,3)</sup>	276.39 ± 14.90 <sup>2,3)</sup>	275.69 ± 14.90 <sup>2)</sup>	276.31 ± 15.09 <sup>2)</sup>	287.74 ± 16.58 <sup>2,4)</sup>
	25	307.78 ± 21.96 <sup>2)</sup>	283.23 ± 18.40 <sup>2)</sup>	271.09 ± 20.10 <sup>2,3)</sup>	260.56 ± 20.00 <sup>2,3)</sup>	255.28 ± 16.80 <sup>2,3)</sup>	256.94 ± 17.44 <sup>2)</sup>

注: 与模型组比较<sup>3)</sup> P < 0.05, <sup>4)</sup> P < 0.01 (表 4 ~ 6 同)。

**3.3 大鼠空腹血糖水平考察** 正常组大鼠空腹血糖水平较稳定, 其他各组大鼠的空腹血糖水平有所波动。给药 4 周后, 高、中剂量组和阳性组大鼠空腹血糖水平均显著低于模型组, 但仍显著高于正常组; 给药 6 周后, 低剂量组大鼠空腹血糖水平才显著低

2 周后各组大鼠的空腹血糖和体重水平见表 1, 2。

表 1 造模 2 周后正常组和其他组大鼠空腹血糖、体重水平比较 ( $\bar{x} \pm s$ )

Table 1 Comparison of fasting blood glucose and body weight levels among normal group and other groups of rats in 2 weeks after injecting STZ ( $\bar{x} \pm s$ )

组别	n	空腹血糖/mmol·L <sup>-1</sup>	体重/g
正常	8	3.73 ± 0.62	250.09 ± 15.02
其他	40	19.04 ± 2.90 <sup>2)</sup>	295.31 ± 27.10 <sup>2)</sup>

注: 与正常组比较<sup>1)</sup> P < 0.05, <sup>2)</sup> P < 0.01 (表 2 ~ 6 同)。

**3.2 大鼠体重考察** 正常组大鼠较为活泼, 毛色光泽, 体重平稳增加; 其他各组大鼠体毛发黄、蓬乱、无光泽, 精神萎靡, 饮水量大, 尿量较多。给药前 3 周, 各组大鼠体重一直缓慢下降; 给药 3 周后, 模型组大鼠体重仍在下降, 而高、中、低剂量组和阳性组均增加, 但与正常组比较仍有极显著差异; 低剂量组增加程度明显低于其他组。结果见表 3。

于模型组, 高、中、低剂量组间血糖水平则存在明显差异, 提示地木耳具有较好的降血糖作用, 而且降糖效果与地木耳浓度有关, 浓度越高效果越明显。结果见表 4。

**3.4 大鼠饮水量考察** 正常组大鼠空腹饮水量较

表 4 地木耳对 2 型糖尿病大鼠空腹血糖水平的影响 ( $\bar{x} \pm s, n = 8$ )

Table 4 Effects of *Nostoc commune* on fasting blood glucose in rats with type 2 diabetes ( $\bar{x} \pm s, n = 8$ )

组别	剂量 /mg·kg <sup>-1</sup>	空腹血糖/mmol·L <sup>-1</sup>					
		给药 1 周	给药 2 周	给药 3 周	给药 4 周	给药 5 周	给药 6 周
正常	-	3.29 ± 0.34	3.61 ± 0.38	3.78 ± 0.78	3.78 ± 0.46	3.38 ± 0.35	3.70 ± 0.39
模型	-	20.81 ± 4.89	23.03 ± 4.87	28.70 ± 5.03	27.30 ± 4.07	24.80 ± 3.58	22.71 ± 3.48
阳性	100	18.76 ± 3.33 <sup>2)</sup>	20.14 ± 3.38 <sup>2,3)</sup>	26.49 ± 3.90 <sup>2)</sup>	17.55 ± 2.85 <sup>2,4)</sup>	16.40 ± 1.96 <sup>2,4)</sup>	10.65 ± 2.31 <sup>2,4)</sup>
地木耳	100	20.21 ± 4.32 <sup>2)</sup>	25.16 ± 4.88 <sup>2)</sup>	26.16 ± 3.90 <sup>2)</sup>	19.03 ± 2.49 <sup>2,4)</sup>	14.59 ± 3.18 <sup>2,4)</sup>	9.15 ± 2.92 <sup>2,4)</sup>
	50	18.93 ± 3.13 <sup>2)</sup>	22.50 ± 5.13 <sup>2)</sup>	25.22 ± 3.73 <sup>2,3)</sup>	18.10 ± 2.99 <sup>2,4)</sup>	14.28 ± 4.30 <sup>2,4)</sup>	10.63 ± 2.30 <sup>2,4)</sup>
	25	20.03 ± 4.67 <sup>2)</sup>	19.03 ± 2.47 <sup>2,4)</sup>	26.48 ± 4.26 <sup>2)</sup>	27.98 ± 3.57 <sup>2)</sup>	28.03 ± 4.29 <sup>2)</sup>	27.79 ± 4.43 <sup>2,3)</sup>

稳定,模型组大鼠饮水量一直在增加,其他各组大鼠饮水量持续在下降。给药 1 周后,高、中剂量组和阳性组大鼠饮水量平均显著低于模型组,但仍显著高于正常组,给药 3 周后,低剂量组大鼠饮水量平均显著低于模型组,但仍显著高于正常组,3 个给药组间饮水量有明显差异,提示地木耳能改善糖尿病大鼠多饮的状态,但仍无法使其达到正常,而且改善程度与地木耳粉浓度有关,浓度越高改善程度越大。结果见表 5。

### 3.5 大鼠排尿便总量考察 正常组大鼠排尿便量

较稳定且略有增加,模型组大鼠排尿便量急剧增加,其他各组大鼠的大鼠排尿便量有所增加。给药 1 周后,高、中剂量组和阳性组大鼠排尿便量显著低于模型组,但仍显著高于正常组,给药 2 周后,低剂量组大鼠排尿便量平均显著低于模型组,但仍显著高于正常组,3 个给药组间排尿便量有明显差异,提示地木耳能改善糖尿病大鼠多尿的状态,但仍无法使其达到正常,而且改善程度与地木耳粉浓度有关,浓度越高改善程度越大。结果见表 6。

表 5 地木耳对 2 型糖尿病大鼠饮水量的影响 ( $\bar{x} \pm s, n = 8$ )

Table 5 Effects of *Nostoc commune* on water intake of rats with type 2 diabetes ( $\bar{x} \pm s, n = 8$ )

组别	剂量 /mg·kg <sup>-1</sup>	饮水量/mL					
		给药 1 周	给药 2 周	给药 3 周	给药 4 周	给药 5 周	给药 6 周
正常	-	12.55 ± 3.78	13.75 ± 5.82	13.99 ± 4.64	15.00 ± 4.63	15.63 ± 4.96	16.62 ± 6.63
模型	-	259.44 ± 18.28	269.88 ± 21.36	276.38 ± 14.74	289.38 ± 11.76	299.41 ± 13.79	300.45 ± 14.21
阳性	100	124.75 ± 25.84 <sup>2,4)</sup>	74.25 ± 4.17 <sup>2,4)</sup>	73.5 ± 7.52 <sup>2,4)</sup>	71.25 ± 6.40 <sup>2,4)</sup>	71.88 ± 5.94 <sup>2,4)</sup>	69.5 ± 8.90 <sup>2,4)</sup>
地木耳	100	191.50 ± 9.97 <sup>2,4)</sup>	151.13 ± 10.16 <sup>2,4)</sup>	157.38 ± 26.48 <sup>2,4)</sup>	161.19 ± 10.76 <sup>2,4)</sup>	137.5 ± 4.28 <sup>2,4)</sup>	112.00 ± 9.27 <sup>2,4)</sup>
	50	221.25 ± 8.38 <sup>2,4)</sup>	230.63 ± 16.13 <sup>2,4)</sup>	212.75 ± 13.31 <sup>2,4)</sup>	200.13 ± 11.29 <sup>2,4)</sup>	183.5 ± 13.43 <sup>2,4)</sup>	177.75 ± 8.26 <sup>2,4)</sup>
	25	257.06 ± 24.47 <sup>2)</sup>	252.75 ± 33.55 <sup>2)</sup>	228.31 ± 15.53 <sup>2,4)</sup>	227.75 ± 20.91 <sup>2,4)</sup>	230.50 ± 15.62 <sup>2,4)</sup>	228.63 ± 22.44 <sup>2,4)</sup>

表 6 地木耳对 2 型糖尿病大鼠排尿便总量的影响 ( $\bar{x} \pm s, n = 8$ )

Table 6 Effects of *Nostoc commune* on micturition and defecation quality of rats with type 2 diabetes ( $\bar{x} \pm s, n = 8$ )

组别	剂量 /mg·kg <sup>-1</sup>	排尿便总量/g					
		给药 1 周	给药 2 周	给药 3 周	给药 4 周	给药 5 周	给药 6 周
正常	-	18.40 ± 3.30	18.64 ± 4.50	19.79 ± 1.29	21.19 ± 2.02	23.36 ± 4.78	26.79 ± 7.28
模型	-	253.26 ± 10.01	262.50 ± 11.66	278.38 ± 7.13	291.25 ± 6.18	306.25 ± 7.85	312.25 ± 7.40
阳性	100	129.44 ± 19.18 <sup>2,4)</sup>	105.68 ± 33.08 <sup>2,4)</sup>	88.51 ± 9.58 <sup>2,4)</sup>	93.88 ± 10.98 <sup>2,4)</sup>	81.85 ± 13.41 <sup>2,4)</sup>	83.14 ± 9.29 <sup>2,4)</sup>
地木耳	100	158.89 ± 19.31 <sup>2,4)</sup>	142.23 ± 23.88 <sup>2,4)</sup>	154.56 ± 24.15 <sup>2,4)</sup>	138.64 ± 21.41 <sup>2,4)</sup>	96.58 ± 15.58 <sup>2,4)</sup>	85.03 ± 23.72 <sup>2,4)</sup>
	50	169.58 ± 36.45 <sup>2,4)</sup>	204.75 ± 37.09 <sup>2,4)</sup>	157.23 ± 15.29 <sup>2,4)</sup>	153.05 ± 5.17 <sup>2,4)</sup>	131.28 ± 12.33 <sup>2,4)</sup>	116.99 ± 16.78 <sup>2,4)</sup>
	25	239.78 ± 18.74 <sup>2)</sup>	223.79 ± 45.35 <sup>2,3)</sup>	234.56 ± 23.75 <sup>2,4)</sup>	214.78 ± 30.14 <sup>2,4)</sup>	211.24 ± 19.10 <sup>2,4)</sup>	249.81 ± 16.53 <sup>2,4)</sup>

## 4 讨论

STZ 诱导的糖尿病大鼠表现出明显的多饮、多

食、多尿和体重明显降低的症状,主要是由于组织蛋白被极度破坏造成的<sup>[1-2]</sup>。究其本质,糖尿病大鼠

体重的降低可能是由于脂肪和蛋白质代谢的杂化作用及脱水造成的,杂化反应的增加会导致肌肉消耗,可能也是糖尿病大鼠体重降低的根本原因。地木耳作用于糖尿病大鼠能够明显改善多饮、多食、多尿的症状,体重亦有所增加,而且随着地木耳用量的增加改善效果越明显。可能是由于地木耳中多酚黄酮或者多糖等有效成分抑制脂肪和蛋白质代谢的杂化作用,控制了糖尿病大鼠过高的血糖,因为降低血糖水平可提高 STZ 诱导的糖尿病大鼠体重。

氧化应激被认为是引起糖尿病并发症的潜在因素,增加的自由基产物或降低的抗氧化剂防御反应都是由糖尿病病人氧化应激的增加而引发的,氧化应激的结果是细胞损伤,破坏蛋白质、脂质及 DNA,打破细胞自我平衡,从而引发一系列的并发症及严重后果。STZ 作用于大鼠可增加其血糖,长期的高血糖会形成氧化应激,产生高氧压诱发一系列并发症。地木耳作用于 STZ 诱导的糖尿病大鼠可明显地降低血糖,因为地木耳中含有清除自由能力很强的多种活性物质,可通过清除自由基来抑制脂质的过氧化并预防 STZ 诱导而产生的氧化应激和保护  $\beta$  细胞,最终降低血糖水平,也有可能是地木耳中活性物质促进了胰岛素的分泌或提高了胰岛素的活性,从而降低了血糖值。

[参考文献]

[ 1 ] Kamalakkannan N, Prince P S M. Antihyperglycaemic and antioxidant effect of rutin, a polyphenolic flavonoid, in streptozotocin-induced diabetic wistar rats [ J ]. Basic Clin Pharmacol, 2006, 98 ( 1 ) : 97-103.  
[ 2 ] Saha S K, Haque M E, Islam D, et al. Comparative study between the effect of *Momordica charantia* ( wild and hybrid variety ) on hypoglycemic and hypolipidemic activity of alloxan induced type 2 diabetic long-evans rats [ J ]. JDM, 2012, 2 ( 1 ) : 131-137.

[ 3 ] Li N, Chen Z, Mao X, et al. Effects of lipid regulation using raw and processed Radix Polygoni Multiflori in rats fed a high-fat diet [ J ]. Evid Based Complement Alternat Med, 2012, 2 ( 1 ) : 1-10.  
[ 4 ] 韦国麟,余小雁,邓义卫. 苦瓜桑椹复合饮料对 2 型糖尿病大鼠胰岛素抵抗的影响 [ J ]. 黑龙江医药, 2013, 26 ( 6 ) : 53-57.  
[ 5 ] 刘继强,梅洵,梁永红,等. 斜生褐孔菌菌质对链脲佐菌素诱导的 2 型糖尿病大鼠的影响 [ J ]. 中草药, 2013, 44 ( 7 ) : 869-874.  
[ 6 ] 李颖萌,范雪梅,王义明,等. 葛根苓连汤对 2 型糖尿病大鼠的治疗作用及其机制探讨 [ J ]. 药学学报, 2013, 48 ( 9 ) : 1415-1421.  
[ 7 ] 张威. 地木耳天然活性物质的筛选及活性研究 [ D ]. 兰州:兰州大学, 2007.  
[ 8 ] 高大威. 齐墩果酸抗糖尿病作用及其机理研究 [ D ]. 秦皇岛:燕山大学, 2006.  
[ 9 ] 张唐伟,杨乐,柳青海,等. 地木耳多糖的抗氧化性与抑菌作用 [ J ]. 食品与生物技术学, 2011, 30 ( 6 ) : 868-873.  
[ 10 ] 高虹. GLP-1 对脂肪细胞糖代谢的影响及其机制研究 [ D ]. 上海:上海交通大学, 2007.  
[ 11 ] 周书川.  $\alpha$ -硫辛酸对氧化损伤大鼠肝细胞糖代谢关键酶的影响及其机制的研究 [ D ]. 天津:天津医科大学, 2010.  
[ 12 ] 张红芝. 翻白草降糖作用及对肝细胞糖代谢影响的研究 [ D ]. 北京:中国农业大学, 2005.  
[ 13 ] 赵惠玲,王青,李砧. 地木耳分子生物学特性初步探究 [ J ]. 农产品加工·学刊, 2010 ( 9 ) : 16-19.  
[ 14 ] 蔡双连. 深黄被孢霉提取物降血脂和血糖作用的研究 [ D ]. 福州:福建师范大学, 2004.  
[ 15 ] 陈金龙. 二苯乙烯类化合物 E2 的降糖作用及其机制研究 [ D ]. 北京:中国人民解放军军事医学科学院, 2007.  
[ 16 ] 张唐伟,柳青海,李天才. 地木耳多糖的提取及纯化研究 [ J ]. 中国野生植物资源, 2011, 30 ( 3 ) : 34-37.

[责任编辑 刘德文]