

## 骆驼奶对 2 型糖尿病防治作用试验研究

汪建红<sup>1\*</sup>, 周克夫<sup>2</sup>

(1. 新疆师范大学生命科学学院, 乌鲁木齐 830054; 2. 厦门大学环境与生态学院, 福建厦门 361102)

**摘要:** 探讨骆驼奶对 2 型糖尿病预防和治疗作用。采用预防性灌胃骆驼奶后在造模和先造模再治疗性灌胃骆驼奶两种方法, 分别与对照组、糖尿病模型组、牛奶组、盐酸二甲双胍组和骆驼奶与盐酸二甲双胍混合组比较, 研究骆驼奶对由高脂饮食联合链脲佐菌素(Streptozotocin, STZ) 诱发 2 型糖尿病模型小鼠的预防和治疗作用, 并测定其空腹血糖(glucose) 含量、血清超氧化物歧化酶(superoxide dismutase, SOD) 活性、谷胱甘肽过氧化物酶(glutathione peroxidase, GSH-Px) 活性、丙二醛(malon dialdehyde, MDA) 含量及甘油三酯(triglyceride, TG)、总胆固醇(total cholesterol, TC)、高密度脂蛋白胆固醇(high density lipoprotein cholesterol, HDL-C)、低密度脂蛋白胆固醇(low density lipoprotein, LDL-C) 的含量。结果表明: 骆驼奶能显著降低 2 型糖尿病小鼠空腹血糖, 增加其血清 SOD、GSH-Px 活性和 HDL-C 含量, 降低血清 MDA、TG、TC、LDL-C 含量。因此, 骆驼奶有较好的预防和治疗 2 型糖尿病的作用。

**关键词:** 骆驼奶; 小鼠; 2 型糖尿病; 防治作用

中图分类号: R589; Q95-33 文献标志码: A 文章编号: 1000-7083(2013)06-0830-05

## Preventive and Therapeutic Effects of Camel Milk on Type 2 Diabetes Mellitus

WANG Jianhong<sup>1\*</sup>, ZHOU Kefu<sup>2</sup>

(1. School of Life Sciences, Xinjiang Normal University, Urumuqi 830054, China;

2. College of Environment and Ecology, Xiamen University, Xiamen, Fujian Province 361102, China)

**Abstract:** In this study, two ways were used to investigate and explain the preventive and therapeutic effects of camel milk on type 2 diabetes mellitus. One way was to feed the C57BL/6 mice with camel milk and high fat diet for 35 days, then the mice were intraperitoneally injected with Streptozotocin; and in another way, C57BL/6 mice were given high fat diet for 35 days, followed by intraperitoneally injection with streptozotocin to establish type 2 diabetes mellitus models, and then the mice were fed with camel milk. Finally the SOD and GSH-Px activity, blood glucose level, and malon dialdehyde (MDA), triglyceride (TG), total cholesterol (TC), HDL-C, LDL-C were determined in the control group, diabetes mellitus model group, milk group, metformin hydrochloride group and camel milk and metformin hydrochloride mixed group. The results showed that camel milk can significantly reduce the glucose level, MDA, TG, TC and LDL-C contents in blood, and enhance the SOD and GSH-Px activity, and HDL-C content of diabetes mellitus mice. Therefore, camel milk has preventive and therapeutic effects on hyperglycemia and hyperlipidemia, and can effectively enhance the anti-oxidation ability of type 2 diabetes mellitus mice.

**Key words:** camel milk; mice; type 2 diabetes mellitus; preventive and therapeutic effects

糖尿病(Diabetes mellitus, DM) 是一种因体内胰岛素绝对或者相对分泌不足而引起的糖、脂肪和蛋白质代谢紊乱的慢性全身性疾病, 与遗传因素以及多种环境因素相关(World Health Organisation, 1999)。近 20 年来, 糖尿病的发病率迅速上升, 尤其是 2 型糖尿病, 逐渐成为全球流行性慢性非传染性疾病。糖尿病已成为人类第 5 位死亡主因, 并且还

可能引发多种并发症(McCarty & Zimmet, 2006)。因此, 众多的中外学者对其发病机理和治疗方法进行了积极的研究。骆驼是荒漠、半荒漠地区的主要畜种。据研究报告, 100 mL 骆驼奶与等量牛奶的维生素 C 含量分别为 3.8 mg、1.0 mg; 1 mL 骆驼奶含 52 个微单位的胰岛素, 而等量牛奶的胰岛素含量仅为 16 个微单位(Zagorski *et al.*, 1998)。此外, 骆驼

收稿日期: 2013-05-13 接受日期: 2013-08-14

基金项目: 新疆维吾尔自治区科技支疆项目(201191163); “新疆特殊环境物种多样性应用与控制”重点实验室资助

作者简介: 汪建红(1960~), 女, 学士, 教授, 主要从事动物生理学研究, E-mail: wjhj@sohu.com

\* 通讯作者 Corresponding author

奶的蛋白质含量与钙含量均高于牛奶,脂肪含量则低于牛奶;铁元素含量也是牛奶的 10 倍。大量的科学证据表明,定期饮用驼乳是糖尿病治疗的最适宜方法。1 型糖尿病临床试验已经证明,患者每天饮用 0.5 L 驼乳,将使胰岛素治疗用量平均减少 30% (Agrawal *et al.*, 2005)。而在以色列和德国进行比较生理学研究表明,驼乳具有明显的抗糖尿病特性 (Konuspayeva *et al.*, 2007)。另外,驼乳中含有一种不会被胃酸分解破坏的降糖活性物质——类胰岛素蛋白则被认为可能是驼乳发挥治疗作用的功效因子之一 (Beg *et al.*, 1986)。本文通过高糖高脂高胆固醇饮食联合链脲佐菌素 (Streptozotocin, STZ) 诱导 2 型糖尿病小鼠模型,研究骆驼奶对糖尿病的影响。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料与试剂

C57BL/6 小鼠,雄性,4 周龄,体重 14~16 g (生产批号: SCXK2011-0001) 及基础饲料均购于新疆乌鲁木齐市动物研究所;骆驼奶(新疆旺源乳业有限公司);牛奶(新疆西域春乳业有限公司);美国强生血糖仪及其试纸;超氧化物歧化酶 (SOD)、谷胱甘肽过氧化物酶 (GSH-Px)、丙二醛 (MDA)、甘油三酯 (TG)、总胆固醇 (TC)、高密度脂蛋白胆固醇 (HDL-C)、低密度脂蛋白胆固醇 (LDL-C) 试剂盒(南京建成生物工程研究所);链脲佐菌素(美国 Sigma 公司);其他试剂为国产分析纯。

## 2 实验方法

### 2.1 骆驼奶对高脂饮食联合 STZ 诱发 2 型糖尿病小鼠的预防实验

将实验用小鼠适应喂养 1 周后,随机将小鼠分为 4 组:空白对照组、模型组、牛奶组、驼奶组,每组 10 只,标号,称重,换算灌胃剂量。空白对照组和模型组每天一次性灌胃 0.1 mL/10 g 生理盐水,牛奶组每天一次性灌胃 0.1 mL/10 g 牛奶,驼奶组每天一次性灌胃 0.1 mL/10 g 驼奶。每天定时灌胃小鼠,观察小鼠状况,并且每 3 d 称体重确定继续灌胃量。灌胃期间,空白对照组喂以基础饲料,其他 3 组喂以高脂高糖高胆固醇饲料(3% 胆固醇、10% 猪油、0.2% 丙硫氧嘧啶、86.8% 基础饲料),自由取水和饮食。连续灌胃 35 d 后禁食 12 h (不禁水),糖尿病模型组、牛奶组、驼奶组一次性腹腔注射 100 mg/kg 用 0.1 mol/L 柠檬酸钠缓冲液 (pH4.5) 配制的 0.45%

STZ 溶液,造模 3 d 后,禁食 12 h (不禁水),检测各项指标。

### 2.2 骆驼奶对高脂饮食联合 STZ 诱发 2 型糖尿病小鼠的治疗实验

**2.2.1 糖尿病动物模型的建立** 将实验用小鼠适应喂养 1 周后,随机抽取 10 只小鼠作为空白对照组,其他作为造模小鼠。即空白对照组喂以基础饲料,其他喂以高脂高糖高胆固醇饲料(3% 胆固醇、10% 猪油、0.2% 丙硫氧嘧啶、86.8% 基础饲料),自由饮水。5 周后禁食 12 h (不禁水),按 60 mg/kg 腹腔注射用 0.1 mol/L 枸橼酸钠缓冲液 (pH4.5) 配制的 0.45% STZ 溶液,每天 1 次,连续 5 d。造模 3 d 后禁食 12 h (不禁水),尾尖采血测定小鼠空腹血糖,选择连续 3 d 血糖  $\geq 16$  mmol/L 且已产生胰岛素敏感性显著降低的小鼠作为糖尿病模型鼠 [胰岛素-葡萄糖耐量试验:小鼠禁食 12 h (不禁水),按 2 g/kg 剂量 50% 葡萄糖溶液灌胃小鼠,于 0 h、0.5 h、1 h、2 h 取尾静脉血测血糖,胰岛素敏感性以血糖下降速度来衡量,用拟合曲线的平均斜率 K 值表示 (K 值越小,胰岛素敏感性越低)]。

**2.2.2 分组与处理** 取糖尿病模型小鼠随机分为 5 组:糖尿病模型组、牛奶组、驼奶组、驼奶 + 盐酸二甲双胍组、盐酸二甲双胍组,每组 10 只,标号,称重,换算灌胃剂量。空白对照组与模型组每天一次性灌胃 0.1 mL/10 g 生理盐水,牛奶组每天一次性灌胃 0.1 mL/10 g 牛奶,驼奶组每天一次性灌胃 0.1 mL/10 g 驼奶,驼奶 + 盐酸二甲双胍组每天一次性灌胃由驼奶配制的 125 mg/kg 盐酸二甲双胍溶液 0.1 mL/10 g,盐酸二甲双胍组每天一次性灌胃由生理盐水配制的 125 mg/kg 盐酸二甲双胍溶液 0.1 mL/10 g。每天定时灌胃小鼠,观察小鼠状况,并且每 3 d 称体重确定继续灌胃量。灌胃期间,喂以高脂高糖高胆固醇饲料(3% 胆固醇、10% 猪油、0.2% 丙硫氧嘧啶、86.8% 基础饲料),自由取水和饮食。连续灌胃 35 d 后禁食 12 h (不禁水),采血检测各项指标。

### 2.3 检测指标

断尾取血测定小鼠空腹血糖;摘眼球取血测定小鼠血清 SOD、GSH-Px、MDA、TG、TC、HDL-C、LDL-C 等指标。

### 2.4 统计学处理

试验结果以  $\bar{x} \pm s$  表示,组间均数差异性比较采用单因素方差分析进行统计学处理,  $P < 0.05$  表示差异显著,  $P < 0.01$  表示差异极显著。

### 3 结果与分析

#### 3.1 骆驼奶对高脂饮食联合 STZ 诱发 2 型糖尿病小鼠的预防作用

3.1.1 骆驼奶对 2 型糖尿病小鼠空腹血糖的影响  
 从表 1 数据可知,糖尿病模型组小鼠与对照组相比血糖升高了 205.87%,差异极显著 ( $P < 0.01$ ),并通

过胰岛素-葡萄糖耐量试验 K 值  $< 50$ (产生了胰岛素抵抗),说明小鼠高脂饮食联合 STZ 诱发产生了 2 型糖尿病。牛奶组、驼奶组与糖尿病模型组比较分别降低了 17.96%、21.00%,牛奶组、驼奶组血糖值显著降低 ( $P < 0.05$ )。表明牛奶和驼奶均有明显预防高脂饮食联合 STZ 诱发产生 2 型糖尿病小鼠血糖升高的作用,驼奶的作用更为明显。

表 1 骆驼奶对 2 型糖尿病小鼠空腹血糖的影响 ( $\bar{x} \pm s$ )  
 Table 1 Effect of camel milk on the blood glucose level (BGL) of type 2 diabetes mellitus mice ( $\bar{x} \pm s$ )

组别	对照组	模型组	牛奶组	驼奶组
血糖值 (mmol/L)	6.99 ± 0.96	21.38 ± 4.36 <sup>aa</sup>	17.54 ± 1.11 <sup>b</sup>	16.89 ± 1.34 <sup>b</sup>

注:与对照组比较<sup>a</sup> $P < 0.05$ ,<sup>aa</sup> $P < 0.01$ ;与模型组比较<sup>b</sup> $P < 0.05$ ,<sup>bb</sup> $P < 0.01$ ;下同  
 Note: Compare with control,<sup>a</sup> $P < 0.05$ ,<sup>aa</sup> $P < 0.01$ ; Compare with model,<sup>b</sup> $P < 0.05$ ,<sup>bb</sup> $P < 0.01$ ; the same below

3.1.2 骆驼奶对 2 型糖尿病小鼠血清抗氧化作用的影响  
 由表 2 可知,糖尿病模型组小鼠与对照组相比血清 SOD 活性降低了 35.66%,差异显著 ( $P < 0.05$ ),牛奶组、驼奶组与糖尿病模型组相比 SOD 活性分别升高了 21.33%、61.78%,其中驼奶组有显著差异 ( $P < 0.05$ );糖尿病模型组小鼠与对照组相比 GSH-Px 活性降低 68.10%,差异显著 ( $P < 0.05$ ),牛

奶组、驼奶组与糖尿病模型组相比分别升高了 12.14%、37.72%,其中驼奶极显著升高 ( $P < 0.01$ );糖尿病模型组小鼠与对照组相比 MDA 值升高 59.20%,差异显著 ( $P < 0.05$ ),牛奶组、驼奶组与糖尿病模型组相比分别降低了 20.24%、38.96%,其中驼奶组显著降低 ( $P < 0.05$ )。

表 2 骆驼奶对 2 型糖尿病小鼠血清抗氧化作用的影响 ( $\bar{x} \pm s$ )  
 Table 2 Effect of camel milk on the blood antioxidant activities of type 2 diabetes mellitus mice ( $\bar{x} \pm s$ )

组别	对照组	模型组	牛奶组	驼奶组
血清 SOD (U/mL)	152.01 ± 21.75	97.80 ± 15.43 <sup>a</sup>	118.66 ± 18.73	158.22 ± 24.93 <sup>b</sup>
血清 GSH-Px (U/mL)	65.33 ± 3.44	20.84 ± 0.09 <sup>a</sup>	57.40 ± 2.14	89.97 ± 1.37 <sup>bb</sup>
血清 MDA (U/mL)	10.27 ± 1.60	16.35 ± 1.55 <sup>a</sup>	13.04 ± 0.62	9.98 ± 1.68 <sup>b</sup>

3.1.3 骆驼奶对 2 型糖尿病小鼠血脂含量的影响  
 由表 3 数据可见,糖尿病模型组小鼠与对照组相比甘油三酯含量升高 49.43%,差异显著 ( $P < 0.05$ ),牛奶组、驼奶组与糖尿病模型组相比甘油三酯分别降低了 16.15%、45.38%,其中驼奶组差异显著 ( $P < 0.05$ );糖尿病模型组小鼠与对照组相比总胆固醇含量升高 37.29%,差异显著 ( $P < 0.01$ ),牛奶组、驼奶组与糖尿病模型组相比总胆固醇含量分别降低了 21.12%、37.50%,其中驼奶组差异显著 ( $P <$

0.05);糖尿病模型组小鼠与对照组相比低密度脂蛋白含量升高 68.66%,差异极显著 ( $P < 0.05$ ),牛奶组、驼奶组与糖尿病模型组相比低密度脂蛋白分别降低了 33.63%、43.36%,均有显著差异 ( $P < 0.05$ );糖尿病模型组小鼠与对照组相比高密度脂蛋白含量降低了 58.28%,差异极显著 ( $P < 0.01$ ),牛奶组、驼奶组与糖尿病模型组相比高密度脂蛋白分别升高了 42.86%、87.30%,其中牛奶组差异显著 ( $P < 0.05$ ),驼奶组差异极显著 ( $P < 0.01$ )。

表 3 骆驼奶对 2 型糖尿病小鼠血脂含量的影响 ( $\bar{x} \pm s$ )  
 Table 3 Effect of camel milk on the blood lipids of type 2 diabetes mellitus mice ( $\bar{x} \pm s$ )

组别	对照组	模型组	牛奶组	驼奶组
甘油三酯 (TG) (mmol/L)	0.87 ± 0.10	1.30 ± 0.53 <sup>a</sup>	1.09 ± 0.18	0.71 ± 0.08 <sup>b</sup>
总胆固醇 (TC) (mmol/L)	1.69 ± 0.23	2.32 ± 0.35 <sup>a</sup>	1.83 ± 0.49	1.45 ± 0.17 <sup>b</sup>
低密度脂蛋白 (LDL) (mmol/L)	0.67 ± 0.05	1.13 ± 0.87 <sup>aa</sup>	0.75 ± 0.56 <sup>b</sup>	0.64 ± 0.28 <sup>b</sup>
高密度脂蛋白 (HDL) (mmol/L)	1.51 ± 0.79	0.63 ± 0.14 <sup>aa</sup>	0.90 ± 0.02 <sup>b</sup>	1.18 ± 0.85 <sup>bb</sup>

#### 3.2 骆驼奶对高脂饮食联合 STZ 诱发 2 型糖尿病小鼠的治疗作用

##### 3.2.1 骆驼奶 2 型糖尿病小鼠空腹血糖的影响

表 4 数据表明,驼奶组与糖尿病模型组比较血糖含量降低了 15.22%,降血糖作用显著 ( $P < 0.05$ );驼奶和盐酸二甲双胍混合组与糖尿病模型组比较血糖

表 4 骆驼奶对 2 型糖尿病小鼠空腹血糖的影响( $\bar{x} \pm s$ )  
Table 4 Effect of camel milk on the blood glucose level (BGL) of type 2 diabetes mellitus mice ( $\bar{x} \pm s$ )

组别	对照组	模型组	盐酸二甲双胍组	牛奶组	驼奶组	盐酸二甲双胍与驼奶组
血糖值( mmol/L)	7.42 ± 2.69	24.97 ± 1.53 <sup>aa</sup>	17.37 ± 4.36 <sup>bb</sup>	23.86 ± 1.71	21.17 ± 2.33 <sup>b</sup>	16.14 ± 3.25 <sup>bb</sup>

含量降低了 35.36% 降血糖作用极显著( $P < 0.01$ ); 牛奶组虽有一定的降糖作用,但无统计学意义。

3.2.2 骆驼奶对 2 型糖尿病小鼠血清抗氧化作用的影响 由表 5 数据可知,牛奶组、驼奶组、盐酸二甲双胍与驼奶混合组与糖尿病模型组相比血清 SOD 活性分别升高了 49.06%、52.06%、55.78% 均有显著性差异( $P < 0.05$ ) 而盐酸二甲双胍组 SOD 活性虽有一定程度升高,但无统计学意义;牛奶组、驼奶

组、盐酸二甲双胍组及盐酸二甲双胍与驼奶混合组与糖尿病模型组相比谷胱甘肽过氧化物酶(GSH-Px) 活性分别升高了 17.71%、18.15%、11.74% 和 14.76% 均有显著性差异( $P < 0.05$ );牛奶组、驼奶组、盐酸二甲双胍组及盐酸二甲双胍与驼奶混合组与糖尿病模型组相比血清 MDA 含量分别降低了 30.72%、33.83%、22.95% 和 26.77% 均有显著性差异( $P < 0.05$ )。

表 5 骆驼奶对 2 型糖尿病小鼠血清抗氧化作用的影响( $\bar{x} \pm s$ )  
Table 5 Effect of camel milk on the blood antioxidant activities of type 2 diabetes mellitus mice ( $\bar{x} \pm s$ )

组别	对照组	模型组	盐酸二甲双胍组	牛奶组	驼奶组	盐酸二甲双胍与驼奶组
血清 SOD( U/mL)	253 ± 91.54	179.21 ± 39.41 <sup>a</sup>	203.10 ± 45.26	267.13 ± 103.15 <sup>b</sup>	272.51 ± 132.53 <sup>b</sup>	279.16 ± 68.57
血清 GSH-Px( U/mL)	65.17 ± 11.27	53.93 ± 4.41 <sup>a</sup>	60.29 ± 8.09 <sup>b</sup>	63.48 ± 5.17 <sup>b</sup>	63.72 ± 7.55 <sup>a</sup>	61.89 ± 6.34 <sup>b</sup>
血清 MDA( nmol · mL <sup>-1</sup> )	10.75 ± 15.70	14.16 ± 2.65 <sup>a</sup>	10.91 ± 1.91 <sup>b</sup>	9.81 ± 0.28 <sup>b</sup>	9.37 ± 1.10 <sup>a</sup>	10.37 ± 13.10 <sup>b</sup>

3.2.3 骆驼奶对 2 型糖尿病小鼠血脂含量的影响 由表 6 数据可知,盐酸二甲双胍组、牛奶组、驼奶组、盐酸二甲双胍与驼奶混合组和糖尿病模型组相比血清甘油三酯分别降低了 20.44%、11.64.06%、14.47% 和 24.84% 均有显著性差异( $P < 0.05$ );盐酸二甲双胍组、盐酸二甲双胍与驼奶混合组与糖尿病模型组相比血清总胆固醇分别降低了 15.51%、19.94% 差异显著( $P < 0.05$ ) 牛奶组、驼奶组虽有一定程度降低,但无统计学意义;盐酸二甲双胍组、

盐酸二甲双胍与驼奶混合组与糖尿病模型组相比低密度脂蛋白含量分别降低了 27.57%、33.51% 差异显著( $P < 0.05$ ) 牛奶组、驼奶组虽有一定程度降低,但无统计学意义;盐酸二甲双胍组、驼奶组、盐酸二甲双胍与驼奶混合组与糖尿病模型组相比高密度脂蛋白分别升高了 58.82%、82.35% 和 90.20% 差异显著( $P < 0.05$ ) 牛奶组虽有一定程度降低,但无统计学意义。

表 6 骆驼奶对 2 型糖尿病小鼠血脂含量的影响( $\bar{x} \pm s$ )  
Table 6 Effect of camel milk on the blood lipids of type 2 diabetes mellitus mice ( $\bar{x} \pm s$ )

组别	对照组	模型组	盐酸二甲双胍组	牛奶组	驼奶组	盐酸二甲双胍与驼奶组
甘油三酯( TG) ( mmol/L)	2.58 ± 0.13	3.18 ± 0.43 <sup>a</sup>	2.53 ± 0.52 <sup>b</sup>	2.81 ± 0.18 <sup>b</sup>	2.72 ± 0.49 <sup>b</sup>	2.39 ± 0.13 <sup>b</sup>
总胆固醇( TC) ( mmol/L)	2.95 ± 0.72	3.61 ± 0.07 <sup>a</sup>	3.05 ± 0.67 <sup>b</sup>	3.45 ± 0.31	3.21 ± 0.23	2.89 ± 0.16 <sup>b</sup>
低密度脂蛋白( LDL) ( mmol/L)	1.47 ± 0.15	1.85 ± 0.19 <sup>a</sup>	1.34 ± 0.12 <sup>b</sup>	1.63 ± 0.22	1.55 ± 0.10	1.23 ± 0.13 <sup>b</sup>
高密度脂蛋白( HDL) ( mmol/L)	0.88 ± 0.34	0.51 ± 0.09 <sup>a</sup>	0.81 ± 0.11 <sup>b</sup>	0.65 ± 0.20	0.93 ± 0.25 <sup>b</sup>	0.97 ± 0.18 <sup>b</sup>

#### 4 讨论

糖尿病是一种多病因的代谢疾病,特点是慢性高血糖伴随胰岛素分泌及作用缺陷引起的糖、脂和蛋白质代谢紊乱。脂质代谢异常引起高脂血症,具体表现为,低密度脂蛋白胆固醇水平增加,高密度脂蛋白胆固醇水平降低;高脂血症会加重 2 型糖尿病胰岛素抵抗(周锋等 2010)。甘油三酯含量升高是高脂血症重要表现之一。近年来研究表明,糖尿病胰腺 β 细胞受损的主要原因是氧化应激(oxidative stress)所造成的。糖尿病患者体内的高血糖环境引

起过度的葡萄糖有氧氧化,促使蛋白质的非酶糖基化作用加强及脂代谢异常使糖尿病患者体内活性氧化物质(ROS)产生增加,同时一些抗氧化酶的活性明显减低(Sharma *et al.*, 2000),打破了机体内的自由基产生和清除的动态平衡机制,糖尿病患者体内的氧化应激反应增强。持续高血糖引发自由基介导的脂质过氧化作用可导致机体抗氧化防御能力下降,体内多种脏器氧化损伤,其中对胰岛 β 细胞的损伤是引发 DM 的一个重要因素(雷康福等 2005)。SOD 是机体细胞内清除氧自由基的多种酶之一。能催化氧自由基转化为氧和过氧化氢,从而保护组织

细胞免受氧自由基的损伤。有研究表明 STZ 通过自由基反应损伤胰岛  $\beta$  细胞膜及有关细胞器的膜结构,使膜脂质过氧化,进而损伤  $\beta$  细胞(张成秋等, 2006)。

本研究通过高脂饮食联合 STZ 诱导 2 型糖尿病小鼠模型,研究了骆驼奶对糖尿病小鼠的预防和治疗作用。结果表明,在预防实验中,与糖尿病模型组相比驼奶组血糖值显著降低( $P < 0.05$ ) (表 1),表明驼奶有明显预防高脂饮食联合 STZ 诱发产生 2 型糖尿病小鼠空腹血糖的升高;驼奶组与糖尿病模型组相比血清 SOD 活性显著升高( $P < 0.05$ ),驼奶组与糖尿病模型组相比血清 GSH-Px 极显著升高( $P < 0.01$ ),驼奶组与糖尿病模型组相比 MDA 显著降低( $P < 0.05$ ) (表 2),表明骆驼奶能有效预防 2 型糖尿病小鼠过度的氧化应激,增强其抗氧化能力;驼奶组与糖尿病模型组相比甘油三酯显著降低( $P < 0.05$ );驼奶组与糖尿病模型组相比总胆固醇含量降低了 37.50%,差异显著( $P < 0.05$ );驼奶组与糖尿病模型组相比低密度脂蛋白降低了 43.36%,差异显著( $P < 0.05$ );驼奶组与糖尿病模型组相比高密度脂蛋白升高了 87.30%,差异极显著( $P < 0.01$ ) (表 3),表明骆驼奶能一定程度的抑制高脂饮食联合 STZ 诱发产生 2 型糖尿病小鼠的脂肪代谢紊乱。在治疗实验中,驼奶组与糖尿病模型组比较空腹血糖降低了 15.22%,降血糖作用显著( $P < 0.05$ );驼奶和盐酸二甲双胍混合组与糖尿病模型组比较空腹血糖降低了 35.36%,降血糖作用极显著( $P < 0.01$ ) (表 4);驼奶组与糖尿病模型组相比血清 SOD 活性升高了 52.06%,升高显著( $P < 0.05$ ),驼奶组、盐酸二甲双胍与驼奶混合组与糖尿病模型组相比 GSH-Px 活性分别升高了 18.15% 和 14.76%,差异显著( $P < 0.05$ ),驼奶组、盐酸二甲双胍与驼奶混合组与糖尿病模型组相比血清 MDA 含量分别降低了 33.83% 和 26.77%,均有显著性差异( $P < 0.05$ ) (表 5);驼奶组、盐酸二甲双胍与驼奶混合组和糖尿病模型组相比血清甘油三酯分别降低了 14.47% 和 24.84%,均有显著性差异( $P < 0.05$ );盐酸二甲双胍组、盐酸二甲双胍与驼奶混合组与糖尿病模型组

相比血清总胆固醇分别降低了 15.51%、19.94%,差异显著( $P < 0.05$ ),盐酸二甲双胍组、盐酸二甲双胍与驼奶混合组与糖尿病模型组相比低密度脂蛋白含量分别降低了 27.57%、33.51%,盐酸二甲双胍组、驼奶组、盐酸二甲双胍与驼奶混合组与糖尿病模型组相比高密度脂蛋白分别升高了 58.82%、82.35% 和 90.20%,差异显著( $P < 0.05$ )。这些结果表明,骆驼奶能一定程度抵抗高脂饮食联合 STZ 诱发产生 2 型糖尿病小鼠的过度氧化应激反应,增强其抗氧化能力;同时,能一定程度的抑制由高脂饮食联合 STZ 诱发产生 2 型糖尿病小鼠的脂肪代谢紊乱,有效降低空腹血糖。

## 5 参考文献

- 雷康福,陈秀芳,董敏,等. 2005. 精氨酸对糖尿病大鼠肾脏、大脑、睾丸氧自由基和抗氧化水平的影响[J]. 中国老年学杂志, 25(8): 935-936.
- 周锋,董志,李晶. 2010. 桑白皮总黄酮抗糖尿病作用的初步研究[J]. 激光杂志, 31(5): 93-94.
- 张成秋,杨纯珍,葛志明,等. 2006. 糖尿病心血管病变与一氧化氮及一氧化氮合酶的关系[J]. 中国老年学杂志, 26(3): 262-268.
- Agrawal RP, Beniwal R, Sharma S, et al. 2005. Effect of raw camel milk in type 1 diabetic patients: One Year randomize study[J]. Journal of Camel Practice and Research, 12(1): 27-35.
- Beg OU, von Bahr-Lindstrom H, Zaidi ZH, et al. 1986. A camel milk whey protein rich in half-cystine: Primary structure, assessment of variations, internal repeat patterns and relation ship with neurophysin and other active polypeptides[J]. Eur J Biochem, 159(1): 195-201.
- Konuspayeva G, Faye B, Loiseau G, et al. 2007. Lactoferrin and Immunoglobulin Contents in Camel's Milk (*Camelus bactrianus*, *Camelus dromedarius* and Hybrids) from Kazakhstan [J]. J Dairy Sci, 90: 8-46.
- McCatty D, Zimmet P. 2006. Global estimates and projections[J]. Diabetes, 32: 1-46.
- Sharma A, Kharb S, Chugh SN, et al. 2000. Evaluation of oxidative stress before and after control of glycemia and after vitamin E supplementation in diabetic patients[J]. Metabolism, 49: 160-162.
- World Health Organisation. 1999. Definition, Diagnosis and classification of Diatesbes Mellitus and its Complications[J]. Geneva: World Health Organisation.
- Zagorski O, Maman A, Yaffe A, et al. 1998. Insulin in milk a comparative study[J]. International Journal of Animal Science, 13: 241-244.