

二冬汤和有氧运动对 2 型糖尿病大鼠糖代谢和脂代谢的影响*

袁新国¹, 谢梦洲², 杨英³, 饶英^{3△}(1. 长江大学体育学院, 湖北荆州 434023; 2. 湖南中医药大学中医诊断研究所, 长沙 410208;
3. 深圳职业技术学院体育部, 深圳 518550)

【摘要】 目的 探讨二冬汤和有氧运动对 2 型糖尿病(T2DM)大鼠糖代谢和脂代谢作用的影响。方法 采用小剂量腹腔内注射链脲佐菌素(STZ, 30 mg/kg)加高糖高热量饲料喂养的方法诱发并建立 2 型糖尿病大鼠模型。将 2 型糖尿病模型组动物分为模型组(DM)、有氧运动组(CE)、二冬汤组(ED)、有氧运动+二冬汤组(CE+ED),另设正常对照组(NC)。有氧运动和药物干预 6 周后,观察并检测各组动物空腹血糖(FBG)、糖化血红蛋白(HbA1c)、血清胰岛素(Ins)、总胆固醇(TC)、三酰甘油(TG)、高密度脂蛋白(HDL-C)、低密度脂蛋白(LDL-C)、超氧化物歧化酶(SOD)、丙二醛(MDA)表达水平。**结果** 与 NC 组比较,DM 组在持续喂养 4 周高糖高热量饲料,体质量增加明显,差异有统计学意义($P < 0.05$),大鼠 FBG 水平明显升高,差异有统计学意义($P < 0.01$);与 DM 组相比较,CE+ED 组大鼠 TC、TG、LDL-C、Ins、GSH 水平和 SOD 活性显著升高($P < 0.05$);大鼠 FBG、HbA1c、HDL-C 和 MDA 水平显著降低($P < 0.01$)。与 CE、ED 组分别比较,CE+ED 组对大鼠血糖和血脂水平变化差异有统计学意义($P < 0.01$)。**结论** 有氧运动与二冬汤结合可明显降低 T2DM 模型大鼠血糖和血脂水平,促进胰岛素的分泌,增强体内抗氧化酶活性,从而纠正和改善 T2DM 模型大鼠糖代谢和脂代谢紊乱。

【关键词】 糖尿病, 2 型; 二冬汤; 运动; 糖代谢; 脂代谢**【中图分类号】** R965.1**【文献标识码】** A**【文章编号】** 1671-8348(2018)28-3610-04

Effect of ErDong decoction and aerobic exercise on glucose metabolism and lipid metabolism in type 2 diabetes rats*

YUAN Xinguo¹, XIE Mengzhou², YANG Ying³, RAO Ying^{3△}(1. School of Physical Education, Yangtze University, Jingzhou, Hubei 434023, China; 2. Institute of traditional Chinese Medicine Diagnosis, Hunan University of Chinese Medicine, Hunan, Changsha 410208, China;
3. College of Physical Education, ShenZhen Polytechnic, Shenzhen, Guangdong 518550, China)

【Abstract】 Objective To explore the effect of ErDong decoction and aerobic exercise on glucose metabolism and lipid metabolism in type 2 diabetes mellitus (T2DM) rats. **Methods** The rats of T2DM models were induced by low-dose intraperitoneal injection of streptozotocin (STZ, 30 mg/kg) plus high-sugar and high-calorie diet feeding. The T2DM model group were randomly divided into Model group (DM), Aerobic exercise group (CE), ErDong decoction group (ED) and Aerobic exercise+ErDong decoction(CE+ED). Meanwhile, normal control group (NC) was set up. Rats in ED group and CE+ED group were given 2 g/kg Erdong decoction, and the rats in CE group and CE+ED group were subjected to a weight-free swimming exercise for 60 min, 5 times a week. After 6 weeks of aerobic exercise and drug intervention, fasting blood glucose(FBG), glycosylated hemoglobin (HbA1c), serum insulin (Ins), total cholesterol (TC), triglyceride (TG), high density lipoprotein protein (HDL-C), low density lipoprotein protein (LDL-C), superoxide dismutase (SOD), malondialdehyde (MDA) were observed and tested. **Results** Compared with NC group, the DM group maintained a high-sugar and high-calorie diet for 4 weeks, the body weight gained obversly ($P < 0.05$). The level of FPG in rats was significantly higher ($P < 0.01$). Compared with DM group, the levels of TC, TG, LDL-C, Ins, GSH and SOD in CE+ED group were significantly increased ($P < 0.01$); FBG, HbA1c and MDA levels were significantly reduced ($P < 0.01$). Compared with CE and ED respectively, and CE+ED group had a more significant regulation effect on blood glucose and blood lipid ($P < 0.01$). **Conclusion** The combination of aerobic exercise

* 基金项目:湖南省科技厅重点基金项目资助(2016SK2034)。 作者简介:袁新国(1972-),副教授,主要从事研究民族传统体育和健康管理研究。 △ 通信作者, E-mail:75315791@qq.com。

and Erdong decoction can significantly reduce the blood glucose and blood lipid levels of T2DM model rats, promote the secretion of blood insulin and enhance the activity of antioxidant enzymes, thus correcting and improving the glucose metabolism and lipid metabolism disorder in T2DM model rats.

[Key words] diabetes mellitus, type 2; ErDong decoction; exercise; glucose metabolism; lipid metabolism

糖尿病是由于胰岛素分泌缺陷或当胰腺功能出现障碍时,所表现出来的机体糖、蛋白质、脂肪调节功能受损,且以高血糖为特征的一种常见代谢性疾病^[1]。纵观整个糖尿病发病过程,2型糖尿病(type 2 diabetes mellitus, T2DM)发病率最高,约占 95%。在糖尿病的预防和治疗过程中,科学合理的有氧运动一直备受人们青睐。已有大量研究证实,参加有氧运动对改善 T2DM 患者血液流变性,降低血液高黏滞状态,调节糖脂代谢平衡效果显著^[2-4]。

T2DM 的西医治疗方法为调节机体代谢紊乱,降低血糖、血脂而改善或消除症状。患者多服用促进磺脲类、 α -糖苷酶抑制剂、二肽基酶-IV (VDPP-IV) 抑制剂等药物^[5-6]。但这些药物多具有毒副作用,机体长期服用会产生耐受性,不利于更好地控制病情及并发症。二冬汤作为中医传统方剂,是古代医家智慧的结晶,最早见于《医学心悟》,以天冬、麦冬、天花粉等多味药材配伍联合使用,具有养阴润肺,生津止渴,平喘的功效。为充分发挥中医药治疗疾病的优势,挖掘其对 T2DM 治疗的潜在价值,本研究基于古今文献,结合临床用药经验,探究二冬汤和有氧运动对 T2DM 大鼠糖代谢和脂代谢的影响。

1 材料与方法

1.1 实验动物及药物 健康清洁级 SD 雄性大鼠 60 只,8 周龄,体质量 180~200 g,饲养于长江大学动物科学学院。饲养条件:大鼠分笼喂养,自由饮水进食,保持室内温度 20~24℃,相对湿度 40%~50%,试验前将大鼠在动物房中适应性饲养 7 d。二冬汤方剂组方出自《医学心悟》^[7]:天冬 12 g,麦冬 18 g,天花粉 12 g,黄芩 9 g,知母 12 g,甘草 24 g,人参 6 g,生黄芪 24 g,按照药材和水比例 1:10(g/mL)室温下浸泡 2 h 后,以小火煮沸 30 min,倾出药液,药渣加 3 倍体积水继续煎煮 30 min,待煎煮液放凉后,过滤,合并两次煎煮液,浓缩成黄棕色半流体清膏(1 g 清膏相当于 2 g 二冬汤生药)。置于冰箱 4℃ 保存备用。

1.2 试剂与仪器 链脲佐菌素 (Streptozotocin, STZ) 购自美国 Sigma 公司,糖化血红蛋白 (HbA1c)、三酰甘油 (TG)、血总胆固醇 (TC)、低密度脂蛋白胆固醇 (LDL-C)、高密度脂蛋白胆固醇 (HDL-C)、超氧化物歧化酶 (SOD)、丙二醛 (MDA) 及血清胰岛素 (Ins) 放射免疫分析试剂盒均购自南京建成生物工程研究所;GF-800 型半自动生化分析仪 (武汉市天安医疗器械有限公司)、HGM-111 血糖仪 (日本 Omrom)、FA-1004 型电子分析天平 (上海光学仪器一场)、GL-16G-II 型高速冷冻离心机 (上海安亭科学仪器厂)、JOAN-

LAB 数显恒温磁力加热搅拌器 (美国 Joan 公司)、自制泳池 (1 200 cm×80 cm×60 cm 长方体,水深 50 cm)。

1.3 方法

1.3.1 T2DM 大鼠模型的建立与分组 选取 50 只 SD 大鼠适应性喂养 7 d,选取 10 只大鼠作为正常对照组 (NC),NC 组采用普通饲料喂养,同时腹腔注射相同体积柠檬酸钠缓冲溶液。剩余 40 只大鼠作为 T2DM 造模动物,造模过程主要参考文献 [8-9]。将 T2DM 模型大鼠 (40 只) 分为 T2DM 模型 (DM) 组,有氧运动 (CE) 组、二冬汤组 (ED) 和 CE+ED 组 4 组,每组 10 只。ED 组和 CE+ED 组给予大鼠灌胃 2 g/kg 二冬汤 1 次/d,连续 6 周,CE 组和 CE+ED 组大鼠进行 60 min 无负重游泳运动,每周 5 次。

1.3.2 运动方式的选取 将大鼠放入自制泳池,控制水温在 (32±2)℃ 条件下进行游泳实验,每周 6 d,持续训练 6 周。第 1 周进行 30 min/次的适应性训练,第 2 周前 3 d 45 min/次,后 3 d 60 min/次,第 3~6 周 60 min/次。

1.3.3 试验动物给药及检测指标 前期预实验结果显示,当二冬汤给药剂量在 2 g/kg 的时候,二冬汤能够显著降低 DM 组大鼠空腹血糖、血胆固醇和低密度脂蛋白,抑制血清游离脂肪酸,因此二冬汤给药剂量定为 2 g/kg。大鼠在试验干预 6 周后,于末次运动训练结束,禁食 12 h。采用腹腔注射 2.5% 戊巴比妥钠 30 mg/kg 对大鼠进行麻醉,腹主动脉取血,分别检测大鼠 FBG、HbA1c、Ins、TG、TC、LDL-C、HDL-C、MDA、SOD 水平,具体操作步骤按照相关指标试剂盒操作方法测定。

1.3.4 统计学处理 采用 SPSS16.0 软件进行分析,计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,组间比较采用 *t* 检验进行判定,各组进行双因素方差分析,以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 T2DM 大鼠模型的建立结果 (1) 动物体质量、饮食、饮水和尿量变化:DM 及 NC 组大鼠在处理前体质量差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。DM 组在持续喂养 4 周高糖高热量饲料,体质量增加明显,与 NC 组比较,差异有统计学意义 ($P < 0.05$)。同时通过观察发现,NC 组大鼠生长状态良好,体质量持续增加,而 DM 组大鼠出现多饮、多食和多尿等糖尿病症状。(2) DM 及 NC 组大鼠空腹血糖水平:DM 组在注射 STZ 后,大鼠表现出明显的多饮、多尿和多食,且体质量明显较给药前下降等糖尿病症状,见图 1、表 2。DM

组注射 STZ 前与 NC 组比较 FBG 水平差异无统计学意义($P>0.05$),注射后与 NC 组相比较,FBG 明显升高($P<0.01$)。试验过程中实验动物图片见图 1。

表 1 NC 组大鼠与 DM 组大鼠体质量变化($\bar{x}\pm s$,g)

组别	给食前	给食 4 周后	增长量
NC 组	183.61±6.72	260.35±5.46	76.74±9.21
DM 组	183.56±6.12	300.50±5.62 ^a	116.94±7.35 ^b

^a: $P<0.05$,^b: $P<0.01$,与对照相比较

表 2 注射 STZ 对大鼠体质量变化、血糖水平的影响($\bar{x}\pm s$)

组别	时间	FBG(mmol/L)	体质量(g)
NC 组		4.59±0.52	260.35±5.46
DM 组	注射前	8.28±0.71	300.50±5.62
	注射后	17.25±4.32	230.32±7.85

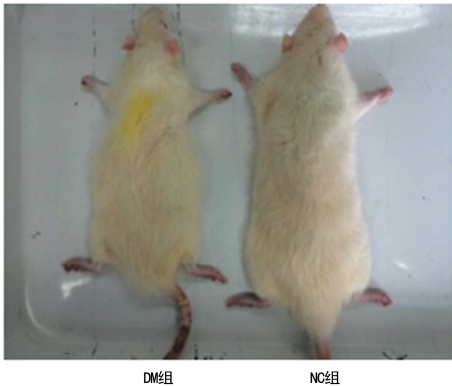


图 1 二型糖尿病大鼠与正常大鼠对比图

2.2 二冬汤与有氧运动对大鼠 FBG、血浆 HbA1c 及血清 Ins 的影响 FBG 实验结果:与 NC 组比较,DM、CE、ED、CE+ED 组大鼠 FBG 水平显著升高($P<0.01$),与 DM 组比较,CE 组、ED 及 CE+ED 组大鼠 FBG 水平显著降低($P<0.01$),CE+ED 组较 CE、ED 组降低更明显。血浆 HbA1c 实验结果:与 NC 组比较,DM 组大鼠 HbA1c 水平显著升高($P<0.01$);与 DM 组比较,CE 组 HbA1c 水平差异无统计学意义($P>0.05$),ED 组及 CE+ED 组大鼠 HbA1c 水平显著降低($P<0.01$),CE+ED 组较 ED 组降低更明显($P<0.01$);血清 Ins 实验结果:与 NC 组比较,DM 组大鼠 Ins 水平显著降低($P<0.01$);与 DM 组比较,CE、ED 及 CE+ED 组大鼠 Ins 水平显著升高($P<0.05$, $P<0.01$),CE+ED 组较 CE、ED 组升高更明显($P<0.01$)。双因素分析结果表明,CE 组与 ED 组相比,大鼠 FBG、Ins 水平差异无统计学意义($P>0.05$),大鼠血浆 HbA1c 差异有统计学意义($P<0.01$),见表 3。

2.3 二冬汤与有氧运动对大鼠血脂水平的影响 与 NC 组比较,DM 组大鼠 TC、TG 和 LDL-C 水平显著升高($P<0.01$),HDL-C 水平显著降低($P<0.01$);与 DM 组比较,CE、ED 和 CE+ED 组大鼠 TC、TG

和 LDL-C 水平显著降低($P<0.05$, $P<0.01$),HDL-C 水平显著升高($P<0.05$, $P<0.01$);与 CE 组比较,ED 组 TC、TG、HDL-C 水平差异无统计学意义($P>0.05$),LDL-C 水平差异有统计学意义($P<0.05$);与 CE、ED 组比较,CE+ED 组 TC、TG、LDL-C、HDL-C 差异有统计学意义($P<0.01$),见表 4。

表 3 二冬汤与有氧运动对大鼠 FBG、HbA1c、Ins 的影响($\bar{x}\pm s$, $n=10$)

组别	FBG(mmol/L)	HbA1c(mmol/L)	Ins(mU/L)
NC 组	5.98±1.03	4.32±1.05	20.35±1.27
DM 组	21.86±1.25 ^a	11.28±1.72 ^a	12.92±1.67 ^a
CE 组	17.25±1.21 ^{ac}	11.35±1.56	16.00±1.52 ^b
ED 组	16.58±1.69 ^{ac}	8.29±0.86 ^{cd}	16.98±0.68 ^c
CE+ED 组	11.82±1.01 ^{acde}	7.28±0.30 ^{ede}	21.36±1.56 ^{ede}

^a: $P<0.01$,与 NC 组比较;^b: $P<0.05$,^c: $P<0.01$,与 DM 组比较;^d: $P<0.01$,与 CE 组比较;^e: $P<0.01$,与 ED 组比较

表 4 二冬汤与有氧运动对大鼠血脂水平的影响($\bar{x}\pm s$, $n=10$,mmol/L)

组别	TC	TG	HDL-C	LDL-C
NC 组	1.68±0.42	1.02±0.31	1.81±0.11	0.51±0.06
DM 组	5.08±0.40 ^a	1.86±0.51 ^a	0.71±0.22 ^a	1.52±0.24 ^a
CE 组	4.75±0.51 ^b	1.65±0.62 ^b	0.91±0.12 ^c	1.36±0.35 ^b
ED 组	4.53±0.37 ^c	1.62±0.48 ^b	0.85±0.10 ^b	0.92±0.17 ^{cd}
CE+ED 组	2.07±0.63 ^{cef}	1.48±0.77 ^{cef}	1.32±0.25 ^{cef}	0.85±0.11 ^{cef}

^a: $P<0.01$,与 NC 组比较;^b: $P<0.05$,^c: $P<0.01$,与 DM 组比较;^d: $P<0.05$,^e: $P<0.01$,与 CE 组比较;^f: $P<0.01$,与 ED 组比较

2.4 二冬汤与有氧运动对大鼠 MDA、GSH、SOD 水平的影响 与 NC 组相比,DM 组大鼠 MDA 水平显著升高,GSH 水平、SOD 活性显著降低($P<0.01$);与 DM 组比较,CE、ED 和 CE+ED 组大鼠 MDA 水平显著降低($P<0.01$),GSH 水平和 SOD 活性显著升高($P<0.05$);与 CE 组相比,ED 组 GSH 水平差异无统计学意义($P>0.05$),而 MDA 水平、SOD 活性比较差异有统计学意义($P<0.01$)。与 ED、CE 组比较差异有统计学意义,CE+ED 组大鼠 MDA 水平显著降低($P<0.01$),GSH 水平和 SOD 活性显著升高($P<0.01$),见表 5。

表 5 二冬汤与有氧运动对大鼠 MDA、GSH、SOD 的影响($\bar{x}\pm s$, $n=10$)

组别	MDA(nmol/mg)	GSH(nmol/L)	SOD(U/mL)
NC 组	7.65±1.21	1.17±0.21	87.53±3.10
DM 组	14.32±2.10 ^a	0.53±0.12 ^a	68.52±3.24 ^a
CE 组	12.21±1.35 ^c	0.86±0.18 ^b	79.23±3.15 ^b
ED 组	9.36±1.21 ^{cd}	0.85±0.11 ^b	72.86±2.89 ^{cd}
CE+ED 组	8.75±1.11 ^{cde}	1.09±0.20 ^{cde}	83.65±3.12 ^{cde}

^a: $P<0.01$,与 NC 组比较;^b: $P<0.05$,^c: $P<0.01$,与 DM 组比较;^d: $P<0.01$,与 CE 组比较;^e: $P<0.01$,与 ED 组比较

3 讨 论

随着人们生活方式的改变,生活节奏的加快及人口老龄化程度的加深,使得 T2DM 在全球范围内呈现逐年升高的趋势。以往研究表明,有氧运动可增强机体抗氧化酶 SOD 和谷胱甘肽过氧化物酶(GPX)的活性,提高血液胆固醇中 HDL-C 水平,调节机体代谢平衡,改善糖尿病大鼠氧化应激状态,增强免疫力,降低胰岛素抵抗水平^[10-11]。且有氧运动对肥胖或与肥胖密切相关疾病有显著的预防和改善作用^[12]。本研究结果显示,与 NC 组比较,DM 组大鼠 FBG、Ins、HbA1c 等水平差异有统计学意义($P < 0.01$),表明 T2DM 大鼠建模成功。与 DM 组大鼠比较,CE 组大鼠 FBG、MDA、TC、TG 和 LDL-C 水平呈下降趋势,GSH、HDL-C 显著升高($P < 0.05$),同时 SOD 活性明显提升($P < 0.05$)。表明有氧运动对改善和调节 T2DM 大鼠血糖、血脂功能作用显著。

从中草药中寻找安全、有效、不良反应小、多靶点作用药品,已成为目前研究的热点^[13]。二冬汤原方为医治“上消”病症所设,方中以药性微寒、药味甘苦天冬、麦冬作为君药,具有养阴润燥、益胃生津、清心除烦之功效。辅以寒性中药天花粉,有强化清热生津、清肺润燥之功。知母、黄芩清肺热共奏养阴润肺、清热化痰之效。现代临床研究表明,二冬汤能显著改善 T2DM 大鼠糖代谢和脂代谢紊乱,增加体内抗氧化酶活性,抑制氧化应激反应,从而对 T2DM 大鼠胰岛细胞产生保护作用。崔红霞等^[14]研究二冬颗粒对 T2DM 大鼠糖脂代谢影响,结果表明,二冬颗粒高、中剂量组能显著降低 T2DM 大鼠 FBG,降低血胆固醇和 LDL-C、MDA 水平,提高 SOD 活性。田锦鹰等^[17]以 56 例糖尿病前期人群作为观察对象,研究二冬汤对糖尿病前期胰岛素敏感性的作用机制。患者给予二冬汤 1 剂/d,连续口服 2 个月后,与治疗前相比,治疗组治疗后胰岛素敏感指数明显升高($P < 0.01$)。本研究结果显示,与 DM 组比较,二冬汤都能显著降低 FBG、Ins、HbA1c 水平($P < 0.01$);ED 组大鼠血清 TC、TG 和 LDL-C 水平也显著降低($P < 0.05$, $P < 0.01$),HDL-C 水平显著升高($P < 0.05$);ED 组大鼠 MDA 水平显著降低,GSH 水平和 SOD 活力显著升高($P < 0.05$),这与已有研究结果基本保持一致。

而对于有氧运动+二冬汤对 T2DM 模型大鼠糖代谢和脂代谢的研究方面,与 CE、ED 组比较,有氧运动+二冬汤组能显著降低 T2DM 大鼠 FBG、HbA1c 水平,提高 Ins 水平。与 DM 组比较,CE+ED 组大鼠血清 TC、TG 和 LDL-C 水平显著降低($P < 0.01$),HDL-C 水平显著升高($P < 0.01$),且与 CE 组、ED 组比较,CE+ED 组以上指标差异也有统计学意义($P < 0.01$)。综合此实验结果显示:长期进行适量的有氧运动配合服用二冬汤能改善 T2DM 大鼠血糖、血脂水

平,更好地预防 T2DM 并发症发生。本研究结果还显示,与 DM 组比较,CE+ED 组大鼠 MDA 水平显著降低,GSH 水平、SOD 活性显著升高,且与 CE、DE 组比较,CE+ED 组以上指标差异仍有统计学意义($P < 0.01$)。表明长期进行适量的有氧运动配合服用二冬汤能明显地提升机体 SOD 活力,提高 GSH 水平,降低 MDA 水平。

参考文献

- [1] 李俊. 有氧运动对 2 型糖尿病大鼠血管炎症及 SIRT1/NF- κ B 信号通路的影响[J]. 北京体育大学学报, 2018, 41(5): 57-63.
- [2] 梁廷方, 单承湘. 有氧运动联合膳食控制对 2 型糖尿病大鼠血液流变学的影响及其机制[J]. 广州体育学院学报, 2014, 34(3): 107-111.
- [3] 孙一, 朱荣, 李学恒, 等. 长期有氧运动改善中年原发性高血压患者功能性抗交感活性[J]. 西安体育学院学报, 2018, 35(1): 96-103.
- [4] 程静, 吴涛, 向明南, 等. 南苜蓿总皂苷对 2 型糖尿病大鼠血液流变学及胰岛素抵抗作用的研究[J]. 辽宁中医杂志, 2017, 44(2): 389-392.
- [5] 张斌, 郭刚, 汪蓓蕾, 等. 老年 2 型糖尿病患者糖化血红蛋白水平与血糖及胰岛素敏感性的关系[J]. 中国老年学, 2017, 37(6): 1378-1380.
- [6] 路童, 蔡夏夏, 王焕英, 等. 城乡结合社区 2 型糖尿病患者生活方式及血糖控制情况调查[J]. 首都医科大学学报, 2018, 39(1): 103-111.
- [7] 张艳丽, 裴瑞霞. 加味二冬汤联合西药治疗肺肾气阴亏虚型 2 型糖尿病随机平行对照研究[J]. 实用中医内科学杂志, 2012, 26(8): 48-49.
- [8] 赵宏宇, 王玉, 刘新宇, 等. 虎杖提取物对 2 型糖尿病大鼠血糖及血脂的影响[J]. 中药材, 2016, 39(7): 1647-1650.
- [9] 赵涛, 乐静, 李传静, 等. 绞股蓝总皂苷对 2 型糖尿病大鼠游离脂肪酸代谢的影响及改善胰岛素抵抗相关机制研究[J]. 安徽医学, 2017, 21(1): 42-45.
- [10] MEIGS J B, HU F B, RIFAI N, et al. Biomarkers of endothelial dys function and risk of tyPe 2 diabeter mellitus [J]. JAMA, 2004, 291(16): 1978.
- [11] 崔健昆, 房佳乐, 张怡清. 二冬汤加减方治疗青年人特发性室性期前收缩的临床观察[J]. 中医学报, 2017, 45(4): 123-125.
- [12] 赵益, 张启云, 李冰涛, 等. 二冬汤对大鼠尿液代谢产物的影响[J]. 中药新药与药理临床, 2013, 24(2): 173-176.
- [13] 程静, 宋红萍, 黄徐英, 等. 南苜蓿总皂苷改善 2 型糖尿病大鼠糖代谢的作用机制[J]. 重庆医学, 2017, 46(29): 4033-4039.
- [14] 崔红霞, 温宪春, 宋娟, 等. 二冬颗粒对 2 型糖尿病模型大鼠糖代谢和脂代谢的影响[J]. 中国药房, 2010, 21(19): 1738-1739.