

引用:苏虹霞,段玉红,张艳,等.益气固本汤联合运动干预对糖尿病模型大鼠血糖的调节[J].陕西中医药大学学报,2024,47(5):24-29.

## 益气固本汤联合运动干预对糖尿病模型 大鼠血糖的调节\*

苏虹霞\*\* 段玉红\*\*\* 张艳 高岩 白先 陈耀 雷霆

(陕西中医药大学附属医院,陕西 咸阳 712000)

**摘要:**目的 探究益气固本汤对糖尿病模型大鼠的血糖调节作用,并进一步研究其对血糖调节激素水平的影响。方法 使用高脂饲料及链脲霉素建立糖尿病大鼠模型,实验设置运动组、益气固本汤组及益气固本汤+运动组,观察运动组、益气固本汤+运动组对糖尿病大鼠一般情况、空腹血糖(FBG)、空腹胰岛素水平、胰高血糖素水平、皮质醇及肝糖原水平的影响。结果 与模型组比较,运动组、益气固本汤组及益气固本汤+运动组大鼠 FBG,血清胰高血糖素、皮质醇水平降低显著,差异具有统计学意义( $P<0.01$ , $P<0.05$ );空腹胰岛素及肝糖原水平升高,差异具有统计学意义( $P<0.01$ , $P<0.05$ ),益气固本汤+运动组对大鼠 FBG,空腹胰岛素水平、胰高血糖素水平、皮质醇及肝糖原水平改变有协同作用( $P<0.05$ )。结论 益气固本汤联合运动干预可有效改善糖尿病大鼠其一般状态,降低糖尿病大鼠血糖并维持其血糖稳态,对糖尿病大鼠胰岛功能具有恢复作用。这可能与益气固本汤增加胰岛素分泌、降低及调节血清胰高血糖素和皮质醇分泌、增加肝糖原含量有关。

**关键词:**糖尿病;运动干预;血糖稳态;益气固本汤;益气养阴法

中图分类号:R285.5

文献标识码:A

文章编号:2096-1340(2024)05-0024-06

DOI:10.13424/j.cnki.jsctcm.2024.05.004

## Effect of Yiqi Guben Decoction Combined with Exercise Intervention on the Regulation of Blood Glucose in diabetes Model Rats

SU Hongxia DUAN Yuhong ZHANG Yan GAO Yan BAI Xian CHEN Yao LEI Ting

(Affiliated Hospital of Shaanxi University of Chinese Medicine, Shaanxi Xianyang 712000, China)

**Abstract: Objective** To explore the effect of Yiqi Guben Decoction on blood glucose regulation in diabetes model rats, and further study its effect on the level of blood glucose regulating hormone. **Methods** The model of diabetes rats was established with high-fat diet and streptozotocin. The experiment was set up with exercise group, Yiqi Guben decoction group and Yiqi Guben decoction+exercise group. The effects of exercise group, Yiqi Guben decoction+exercise group on the general situation, fasting blood glucose (FBG), fasting insulin level, glucagon level, cortisol and liver glycogen level of diabetes rats were observed. **Results** Compared with the model group, the exercise group, Yiqi Guben decoction group, and Yiqi Guben decoction+exercise group showed significant reductions in serum levels of glucagon and cortisol in FBG, with statistical significance ( $P<0.01$ ,  $P<0.05$ ). Fasting insulin and liver glycogen levels increased, with statistical significance ( $P<0.01$ ,  $P<0.05$ ). The Yiqi Guben decoction+exercise group had a synergistic effect on changes in FBG, fasting insulin levels, glucagon levels, cortisol and liver glycogen levels in rats ( $P<0.05$ ). **Conclusion** Yiqi Guben decoction combined with exercise intervention can effectively improve the general state of diabetes rats, reduce the blood sugar of diabetes rats and maintain their blood sugar homeostasis, and have a recovery effect on the function of pancreatic islets of diabetes rats; This may be related to the fact that Yiqi Guben decoction increases insulin secretion, reduces and regulates serum glucagon and cortisol

\* 基金项目:咸阳市科技局科研计划项目(2019k02-95)

\*\* 作者简介:苏虹霞,副主任医师,研究方向:糖尿病及其并发症的中西医诊治。E-mail:190756459@qq.com

\*\*\* 通讯作者:段玉红,主任医师。E-mail:56782039@qq.com

secretion, and increases liver glycogen content.

**Key words:** Diabetes; Exercise intervention; Blood glucose homeostasis; Yiqi Guben decoction; Qi tonifying and Yin nourishing method

益气固本汤为笔者临床常用治疗糖尿病及其并发症的基本方及经验方,以益气养阴之法立方,全方由黄芪、山药、炒白术、茯苓、丹参、川芎、鸡内金、桑椹、枸杞、五味子、黄精、甘草组成,具有益气养阴、补肾活血的功效。前期临床应用提示本方可降低糖尿病患者血糖水平,有效减轻其临床症状及体征。有研究证实,有氧运动有助于降低血糖,提高胰岛素敏感性,降低糖化血红蛋白及血脂,而且其简单易行,可操作性强,因而被糖尿病病人广泛接受<sup>[1]</sup>。然而,关于有氧运动和抗阻运动在不同糖代谢人群糖脂代谢干预效果研究较少。基于此,本研究拟比较有氧运动及有氧运动联合益气固本汤对糖尿病模型大鼠影响差异,以期对不同糖代谢人群制定药物干预与运动联合治疗的方案,为提高糖尿病人群的健康干预提供一定参考依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 实验材料

**1.1.1 实验动物** 健康雄性 Wistar 大鼠 60 只,体重(200±20)g,购自西安交通大学动物实验中心,生产许可证号:SCXK(陕)2018-001。大鼠饲养于陕西中医药大学协同创业中心动物 SPF 级实验室中。饲料购自西安交通大学动物实验中心

**1.1.2 实验试剂** 链脲佐菌素(streptozocin, STZ)(Sigma 公司,批号:S17049);胰岛素 ELISA 试剂盒(Mercodia 公司,批号:10-1247-01);大鼠胰高血糖素(Glucagon)检测试剂盒(上海西唐生物科技有限公司,批号:F00922);大鼠糖原(Glycogen)监测试剂盒(上海西唐生物科技有限公司,批号:G0280);血糖试纸(拜耳);胰岛素注射液(江苏万邦生化医药集团有限责任公司,批号:22204207)。

### 1.2 实验方法

**1.2.1 益气固本汤制备** 方中益气固本汤组成(成人 1 d 剂量):黄芪 30 g,黄精 10 g,山药 30 g,炒白术 12 g,茯苓 20 g,丹参 10 g,川芎 10 g,鸡内金 15 g,桑椹 10 g,枸杞 10 g,五味子 15 g,甘草 3 g,共 12 味药,计 175 g。陕西中医药大学附属医院药剂科生产为浸膏,1 g 浸膏相当于原生药 10 g。

**1.2.2 糖尿病大鼠模型制备及分组** 将 60 只大鼠

于实验室适应性基础喂养 3 d 后,随机选取 12 只作为对照组,使用普通饲料进行喂养,其余大鼠给予高脂饲料(普通饲料 68.1%,猪油 10%,蔗糖 20%,胆固醇 1.5%,胆酸盐 0.4%)饲养。喂养 4 w 后,全部大鼠禁食不禁水 12 h 后尾尖采血测血糖。高脂饲料饲养的大鼠以 55 mg·kg<sup>-1</sup> STZ 溶液 1 次性腹腔注射,空白对照组大鼠腹腔注射相同量的柠檬酸-柠檬酸钠缓冲液。72 h 后,禁食不禁水 12 h 后尾尖采血测血糖,以血糖值≥16.7 mmol·L<sup>-1</sup>为达到造模标准<sup>[2]</sup>。将造模成功的实验大鼠分为模型组、运动组、中药组、中药+运动组,每组 12 只。

**1.2.3 运动与给药** 给予正常组、模型组、运动组生理盐水 10 mL·(kg·d)<sup>-1</sup>灌胃,中药组、中药+运动组给予益气固本汤 1.82 g·(kg·d)<sup>-1</sup>灌胃(相当于成人剂量 6.25 倍,成人按 60 kg 体重计),给药量按人与大鼠药物剂量的折算系数计算<sup>[3]</sup>。本课题研究预实验结果发现益气固本汤中高低剂量组的中剂量组治疗效果更显著,故本次实验选用益气固本汤中剂量 1.82 g·(kg·d)<sup>-1</sup>进行药物干预,共给药 4 w。

正常组、模型组、中药组大鼠自由活动;对运动组及中药+运动组采用游泳运动训练,具体方式参照 Ploug T 等<sup>[4]</sup>改进的 Ploug 方法:在水深 50 cm,水温保持在 29~31℃,对大鼠进行每周 5 d 的无负重强迫有氧游泳训练。第 1 w 前 3 d 为适应性训练,时间依次为 20、30 和 45 min 逐渐递增;自第 4 d 开始正式性训练,时间为 60 min·(次·d)<sup>-1</sup>,共计训练 4 w。

**1.2.4 实验指标** ①于给药第 0、7、14、21、28 d 测定各组大鼠 FBG,并于给药第 14 d 及第 28 d 测量运动组及中药+运动组的运动前、运动中第 30 min、运动后 0 min、30 min、1 h 血糖值;②末次训练及给药结束后,禁食但不禁水 12 h,将所有大鼠注射胰岛素诱发低血糖,并在注射前 0 min、注射后 1.5 h、2 h,分 3 批以 1%戊巴比妥钠 40 mg·kg<sup>-1</sup>腹腔麻醉后处死。取大鼠股动脉血分离血清,按试剂盒说明采用放射免疫法(ELISA 法)检测胰岛素注射前各组胰岛素水平(空腹)胰岛素、胰高血糖素水平及皮质醇

水平;③取大鼠肝脏组织,使用蒽酮法检测肝糖原。

**1.3 统计学方法** 采用 SPSS 21.0 统计学软件进行统计学分析,计量资料采用均数±标准差表示,两组间比较用 t 检验,多组间比较用单因素方差分析及 q 检验,以  $P<0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 大鼠试验结果

**2.1.1 一般状态** 注射 STZ 溶液后造模成功的大鼠整体行动缓慢,精神不佳,毛发干枯、粗糙、灰暗,多饮、多食、多尿,易激易燥,反应迟钝。模型组大鼠 1 只干预第 5 d 自然死亡。运动组大鼠游泳后少动,多呈疲惫状态,易激怒;中药组在药物干预后精神逐渐改善,活动增多,摄食较成功时表现减少,尿量、饮水量稍有减少,性情较之前变温和。中药+运动组开始 4~9 d 运动后表现疲乏状态,后逐渐好转,运动后疲乏少动状态减轻,性情无明显急躁状态。

**2.1.2 益气固本汤及运动干预对糖尿病大鼠血糖值的影响** 相较于正常组,模型组大鼠各时间段 FBG 值显著升高,差异具有统计学意义( $P<0.01$ )。与模型组比较,运动组、中药组及中药+运动组大鼠 FBG 值降低显著,差异具有统计学意义( $P<0.01$ ,  $P<0.05$ )。给药 21 d 后,对比中药组,中药组及中药+运动组 FBG 值可见下降,其差异具有统计学意义( $P<0.01$ ,  $P<0.05$ )。给药 28 d 后可见中药+运动组大鼠 FBG 值较中药组显著降低,差异具有统计学意义( $P<0.01$ )。结果见表 1。

给药第 14 d 时,运动中 30 min、运动后 0 min、30 min,运动组与中药+运动组相比有显著差异( $P<0.01$ );给药 28 d 时,运动组的血糖整体呈上升较缓,迅速下降的态势,在运动中 30 min、运动后 30 min、60 min,运动组与中药+运动组有显著差异( $P<0.01$ )。见图 1 及表 2。

表 1 大鼠不同时间点 FBG 值( $\bar{x}\pm s$ , mmol·L<sup>-1</sup>)

组别	n	7 d 血糖	14 d 血糖	21 d 血糖	28 d 血糖
正常组	12	5.06±0.49	4.98±0.50	5.26±0.54	5.32±0.48
模型组	11	24.08±3.74 **	25.70±3.75 **	27.50±3.61 **	29.91±3.47 **
运动组	12	22.72±2.96	23.10±2.64 #	22.23±2.43 ##	19.89±2.03 ##
中药组	12	21.92±3.63	20.51±3.27 ##	19.08±2.84 ##@@	16.83±2.47 ##@@
中药+运动组	12	21.03±2.97 #	18.91±2.22 ##	15.67±2.38 ##@@	12.63±2.49 ##@@ &&

注:与正常组比,\*\* $P<0.01$ ,\* $P<0.05$ ;与模型组比,## $P<0.01$ ,# $P<0.05$ ;与运动组比,@ $P<0.01$ ,@ $P<0.05$ ;与中药组比,&& $P<0.01$

表 2 运动中及运动后血糖较基础血糖变化( $\bar{x}\pm s$ , mmol·L<sup>-1</sup>)

组别	n	14 d 运动中 30 min	14 d 运动后 0 min	14 d 运动后 30 min	14 d 运动后 60 min	28 d 运动中 30 min	28 d 运动后 0 min	28 d 运动后 30 min	28 d 运动后 60 min
运动组	12	-2.72±1.30	-4.28±1.35	2.05±1.75	6.80±1.51	-3.12±2.24	0.24±2.40	5.67±2.36	8.88±1.53
中药运动组	12	-1.27±0.88 <sup>00</sup>	-1.83±1.66 <sup>00</sup>	4.32±0.84 <sup>00</sup>	5.88±0.98	-0.98±1.14 <sup>00</sup>	-2.01±1.85 <sup>0</sup>	2.13±1.47 <sup>00</sup>	4.73±1.31 <sup>00</sup>

注:中药运动组与运动组相比,<sup>00</sup> $P<0.01$ ,<sup>0</sup> $P<0.05$

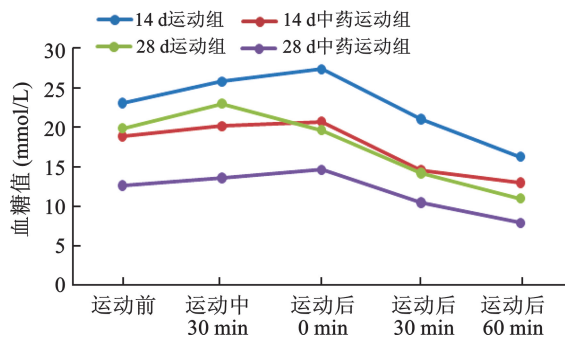
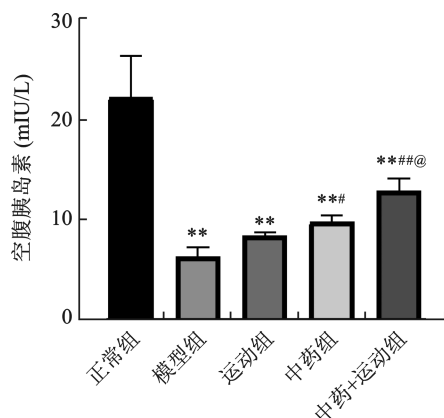


图 1 运动血糖值

**2.1.3 益气固本汤及运动干预对大鼠空腹胰岛素水平的影响** 结果见图 2。相较于正常组,模型组大鼠空腹胰岛素显著降低,差异具有统计学意义( $P<0.01$ )。对比模型组,运动组空腹胰岛素水平未见明显升高,但中药组及中药+运动组空腹胰岛素水平升高明显,其差异具有统计学意义( $P<0.01$ ,  $P<0.05$ )。

**2.1.4 益气固本汤及运动干预对大鼠胰高血糖素水平的影响** 结果见表 4。模型组大鼠胰高血糖素水平较正常组明显升高,差异具有统计学意义

( $P<0.01$ )。注射后 1.5 h 胰高血糖素较各组空腹水平升高明显,正常组胰高血糖素在 1.5 h 达到顶峰;注射后 1.5 h,3 个治疗组比正常组胰高血糖素显著升高( $P<0.01$ );注射后 2 h 模型组及 3 个治疗组比正常组胰高血糖素显著高( $P<0.01$ )。中药组及中药+运动组胰高血糖素峰值较模型组明显。



注:与正常组比,\*\* $P<0.01$ ;与模型组比,## $P<0.01$ ,<sup>#</sup> $P<0.05$ ;与运动组相比,@ $P<0.05$

图2 各组大鼠空腹胰岛素水平

**2.1.5 益气固本汤及运动干预对大鼠空腹皮质醇水平的影响** 结果见图3。对比正常组,模型组空腹皮质醇水平显著升高( $P<0.01$ ),3 个治疗组空腹皮质醇水平与正常组无明显差异性( $P>0.05$ )。相较于模型组,治疗组大鼠空腹皮质醇水平显著降低,差异具有统计学意义( $P<0.01$ , $P<0.05$ )。

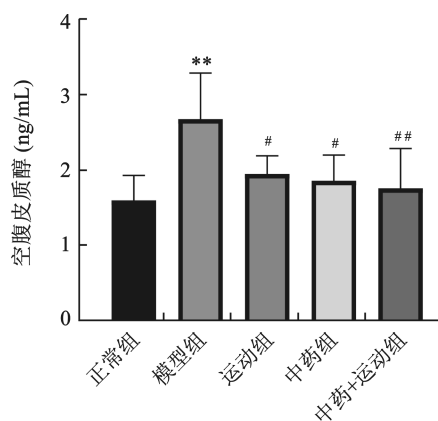
表3 注射胰岛素前后大鼠血糖水平( $\bar{x}\pm s$ ,mmol·L<sup>-1</sup>)

组别	n	空腹血糖	1.5 h 血糖	2 h 血糖
正常组	12	5.32±0.48	1.9±0.3	2.3±0.4
模型组	11	29.9±3.47	1.7±0.25	2.2±0.49
运动组	12	19.89±2.03	2.0±0.2	2.5±0.3
中药组	12	16.83±2.47	1.8±0.1	2.2±0.5
中药+运动组	12	12.63±2.49	1.76±0.2	2.4±0.6

表4 注射胰岛素前后大鼠胰高血糖素水平( $\bar{x}\pm s$ ,ng·L<sup>-1</sup>)

组别	n	空腹胰高血糖素	1.5 h 胰高血糖素	2 h 胰高血糖素
正常组	12	22.47±4.08	45.00±10.23	43.01±8.72
模型组	11	63.00±10.82 **	65.50±8.87 *	70.99±8.01 **
运动组	12	53.10±2.54 **#	69.70±10.94 **	65.02±7.82 **#
中药组	12	52.65±2.46 **#	71.250±10.49 **	64.21±8.02 **#
中药+运动组	12	44.49±7.69 **##	72.50±13.53 **#	65.80±11.91 **#

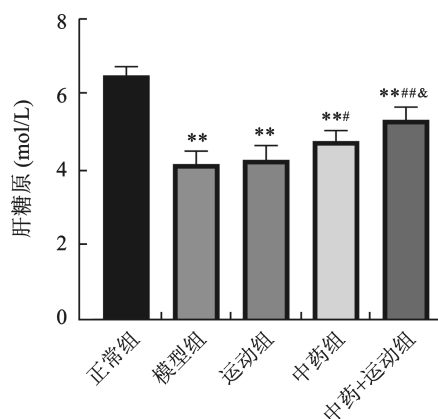
注:与正常组比,\*\* $P<0.01$ ,\* $P<0.05$ ;与模型组比,## $P<0.01$ ,<sup>#</sup> $P<0.05$



注:与正常组比,\*\* $P<0.01$ ;与模型组比,## $P<0.01$ ,<sup>#</sup> $P<0.05$

图3 各组大鼠空腹皮质醇水平

**2.1.6 益气固本汤及运动干预对大鼠肝糖原的影响** 结果见图4。模型组、运动组、中药组、中药+运动组与正常组比,肝糖原水平显著减少,差异具有统计学意义( $P<0.01$ )。相较于模型组,中药组、中药+运动组肝糖原水平显著升高,差异具有统计学意义( $P<0.01$ )。对比中药组,中药+运动组肝糖原水平升高明显,差异具有统计学意义( $P<0.05$ )。



注:与正常组比,\*\* $P<0.01$ ;与模型组比,## $P<0.01$ ,<sup>#</sup> $P<0.05$ ;与中药组对比,<sup>&</sup> $P<0.05$

图4 各组大鼠肝糖原水平

### 3 讨论

糖尿病及其并发症已成为目前世界上常见的慢性病之一,严重影响糖尿病患者的健康及生活质量。本病发病的根本原因是胰岛素的相对或绝对缺乏,基础临床特征为血糖持续升高,葡萄糖在机体内主要以糖原形式储存,而糖原的合成与分解则有赖于胰岛素及相关血糖调节激素的影响<sup>[5-6]</sup>。机体持续处于高糖状态可致胰高血糖素分泌紊乱<sup>[7]</sup>,汤宏策

等<sup>[8-11]</sup>所进行的动物实验发现亦证明糖尿病大鼠存在胰高血糖素对低糖血症的反向调节障碍;此外,糖尿病患者对多种激素应激性增强,可引起皮质醇的分泌增多,而这一激素分泌升高又会促进糖异生,增加胰岛素抵抗,进一步促进糖尿病的发生、发展<sup>[12-13]</sup>。被共认为糖尿病防治“三架马车”之一的运动疗法,从传统医学角度亦早有论述,认为其可调和气血阴阳,补益肝脾肾之气,此与运动疗法对糖尿病的防治作用的现代研究结果不谋而合<sup>[14-15]</sup>。

目前认为糖尿病临床诊治中应注重综合管理,此观点与传统医学的“整体观念”不谋而合,把药物和运动相结合应用防治糖尿病。糖尿病以“三多一少”为典型临床特征,属于中医“消渴”之症,又称为“消瘴”“膈消”“消中”等。消渴的发生与先天不足、饮食不节、情志失调、年老体虚等因素相关,《灵枢·五变》指出:“五脏皆柔弱,善病消瘴。”提示“五脏虚”是消渴发生的重要病机,涉及肺、脾、肾三脏,其中尤与“脾、肾”密切相关,脾为先天之本,隶属中焦,涉及水谷津液代谢上通下达,肾为后天之本,隶属下焦,内蕴元阴元阳,调控津液蒸腾气化。消渴病以阴虚为本,燥热为标,病日久,可进一步导致气血阴阳亏虚,痰浊、瘀血、寒凝内生,此为消渴及其并发症重要病机<sup>[16-17]</sup>。《诊治要诀》曰:“三消得之气之实血之虚也,久久不治,气极虚……诸消不宜用燥烈峻补之剂,惟当滋养。”故临床选方用药过程中重视补脾益肾,同时根据痰浊、瘀血、寒凝等病理产物不同,采用祛痰、化瘀、散寒等治法。现代药理学提示中药通过多种途径能够调整糖尿病模型大鼠糖脂代谢<sup>[18-20]</sup>,修复受损的肝细胞<sup>[21-25]</sup>,改善胰岛素抵抗<sup>[26-30]</sup>等作用。益气固本汤为四川省名中医元鲁光教授的经验方,该方重用黄芪补虚,益气健脾,黄精补气养阴,两者共为君药;炒白术、炒山药、鸡内金、茯苓健脾消食、涩精止遗,使补中有泄,避免滋腻,桑椹、枸杞、五味子补肾养阴,共为臣药;丹参、川芎活血化瘀,舒筋通络,为佐药;炙甘草,调和诸药,为使药。诸药共用,标本兼顾,起到了补益脾肾、活血通络的作用。《诸病源候论》提出,消渴病人应“先行一百二十步,多者千步,然后食”。《外台秘要》强调“食毕即行走,稍畅而坐”,说明适当运动是防治糖尿病重要的措施之一。本研究探讨益气固本

汤与运动结合对糖尿病的影响。本研究将糖尿病大鼠分为5组,并对3个治疗组分别进行了为期4w的运动干预、中药干预以及中药联合运动干预,研究结果显示益气固本汤可明显改善糖尿病大鼠一般状态及血糖水平,减轻糖尿病大鼠运动后血糖波动;增加肝糖原含量,且联合运动干预,作用更佳;此外亦可提高大鼠血清胰岛素水平,调节皮质醇分泌,使之趋于正常,同时可使胰高血糖素水平在低血糖后反应迅速。

由此可见,糖尿病治疗综合管理中将药物治疗与运动相结合可降低糖尿病血糖并维持其血糖稳态,并对胰岛功能具有恢复作用。同时提示对于没有运动禁忌证的不同糖代谢人群,应推荐在药物治疗同时联合有氧运动,以有效改善健康状况。

#### 参考文献

- [1]李晶.有氧运动对胰岛素抵抗与Visfatin的影响及心血管高危因素相关作用的研究[D].天津:天津医科大学,2012.
- [2]TUITOEK PJ,ZIARI S,TSIN AT,et al.Streptozotocin-induced diabetes in rats is associated with impaired metabolic availability of vitamin A (retinol)[J].The British Journal of Nutrition,1996,75(4):615-622.
- [3]黄继汉,黄晓晖,陈志扬,等.药理试验中动物间和动物与人体间的等效剂量换算[J].中国临床药理学与治疗学,2004,9(9):1069-1072.
- [4]PLOUG T,STALLKNECHT BM,PEDERSEN O,et al.Effect of endurance training on glucose transport capacity and glucose transporter expression in rat skeletal muscle[J].The American Journal of Physiology,1990,259(6 Pt 1):E778-E786.
- [5]任蓁,代培方,刘悦,等.益气养阴方对2型糖尿病大鼠脂代谢的影响[J].中国实验方剂学杂志,2021,27(7):57-65.
- [6]李小英.2型糖尿病的肝源机制[J].中华糖尿病杂志,2023,15(2):97-99.
- [7]冷鸣鸿,郑瑞茂.糖尿病高血糖导致胰高血糖素分泌异常[J].生理科学进展,2019,50(2):116.
- [8]汤洪策,阎胜利,孙纯,等.两种实验性糖尿病大鼠低糖血症时胰高血糖素的变化[J].青岛大学医学院学报,2012,48(4):337-340.
- [9]刘世强,张勇,完建永,等.运动对肥胖大鼠胰岛素抵抗的影响[J].中国应用生理学杂志,2018,34(2):142-144.
- [10]李颖,林文波,翁锡全.不同运动强度干预2型糖尿病模型大鼠的内脂素及糖代谢变化[J].中国组织工程研究,2020,24(26):4196-4200.
- [11]周毅,方彩华,李良鸣.低氧运动改善实验性糖尿病大鼠糖脂代谢[J].中国老年学杂志,2022,42(16):4035-4038.

- [12] 李想,李若男,夏良锋,等.慢性刺激对链脲佐菌素诱导糖尿病大鼠的影响[J].中国老年学杂志,2016,36(2):278-280.
- [13] 郭明飞,高家荣,方朝晖,等.肝脏胰岛素信号通路对改善胰岛素抵抗的影响[J].中医药临床杂志,2017,29(8):1175-1179.
- [14] 李吉武,唐爱华,陈文辉,等.《内经》“微动四极”理论及对糖尿病运动治疗的启示[J].时珍国医国药,2020,31(3):666-667.
- [15] 杨璐瑶,胡琼英.中药治疗2型糖尿病的研究进展[J].中国中西医结合杂志,2020,40(8):1007-1011.
- [16] 李肇琳.2型糖尿病合并动脉粥样硬化的中医证候规律研究[D].南京:南京中医药大学,2014.
- [17] 丁曦,姚定国.2型糖尿病肥胖患者血糖胰岛素指标及中医辨证特征[J].中华中医药学刊,2010,28(9):1963-1964.
- [18] 蒋美云.津力达对2型糖尿病患者胰岛素抵抗的影响[J].中国医药指南,2013,11(8):272-273.
- [19] 王凌,刘海英,刘芳洁.黄芪葛根汤治疗老年糖尿病疗效观察及对胰岛素抵抗的影响[J].新中医,2019,51(9):118-121.
- [20] 严谨,王芙蓉,史海龙.基于网络药理学探讨“葛根-黄芩”药对治疗糖尿病作用机制分析[J].陕西中医药大学学报,2018,41(5):173-177.
- [21] 吴沁璇.六味地黄汤水提醇溶部位对2型糖尿病模型大鼠肝脏PI3K/Akt信号通路的影响[D].长沙:湖南中医药大学,2015.
- [22] 徐源.黄芪甲苷对糖尿病大鼠肝损伤保护作用及机制研究[D].合肥:安徽医科大学,2017.
- [23] 戴冰,邢瑞,周方亮,等.六味地黄丸及其水提醇沉物对2型糖尿病大鼠胰岛素抵抗的影响[J].中成药,2014,36(3):608-610.
- [24] 季天娇.黄芪甲苷调节PI3K/Akt通路来改善2型糖尿病大鼠肝糖代谢异常的分子机制[D].合肥:安徽医科大学,2020.
- [25] 柯婷,祁海燕,李婷,等.米氏运脾化浊方治疗糖尿病合并脂肪肝实验研究[J].陕西中医药大学学报,2022,45(6):99-103.
- [26] 张晓天,陈禹,于春江,等.芪蛭降糖胶囊对糖尿病大鼠胰岛素抵抗的作用及其机制[J].吉林大学学报(医学版),2014,40(4):805-811.
- [27] 张碧激,田春雨,李继安,等.中药复方及有效成分对骨骼肌胰岛素抵抗PI3K/AKT通路的影响[J].天津中医药,2017,34(1):69-72.
- [28] 闫浩,刘潇潇,于春雪,等.基于网络药理和分子对接探究黄芪葛根汤治疗糖尿病的作用机制[J].陕西中医药大学学报,2022,45(4):126-132.
- [29] 杨霞,梁永林,王志刚,等.基于“方药量-效关系”研究大黄黄连泻心汤治疗糖尿病[J].陕西中医药大学学报,2023,46(1):40-43.
- [30] 韩思荣,杨景锋,屈杰,等.中医药基于PI3K/AKT通路改善2型糖尿病肝脏胰岛素抵抗的研究进展[J].陕西中医药大学学报,2023,46(1):32-35.

(修回日期:2023-10-17 编辑:巩振东)