

动力源胶囊的安全性评价研究

蔡绮君, 罗雪婷, 赵 博, 陈伟民, 张晓文*

(广州市体育科学研究所运动营养室, 广州 510650)

摘 要: **目的** 对抗运动疲劳功能食品动力源胶囊进行安全性评价研究。**方法** 采用限量法测定急性毒性试验, 给予 KM 小鼠受试物最大剂量 10 g/kg·BW 后, 观察 14 天内有无动物死亡, 计算半数致死量(LD₅₀)。应用 30 d 喂养试验观察可能的亚慢性毒性, 分别设 2670 mg/kg·BW、1330 mg/kg·BW、670 mg/kg·BW 剂量组和蒸馏水空白对照组, 灌胃给予 SD 大鼠受试物 30 d, 观察和记录 SD 大鼠的生长发育情况、摄食量、食物利用率、血液学指标、血液生化指标和脏器病理检查。**结果** 急性毒性试验观察期内受试动物未出现任何异常表现及死亡, 表明样品无毒; 在 30 d 喂养试验中各组大鼠给予不同剂量的动力源胶囊 30 d 后, 其血液生化学检查、脏器称量结果表明, 各检验项目的实验组与对照组比较均差异不显著。病理组织学检查结果表明对照组和各剂量组雄、雌性大鼠的肝、脾、肾、胃、肠、睾丸(卵巢)均未见与实验因素有关的病理组织学变化, 表明 30 d 喂养试验未见其对受试动物有毒性损害作用。**结论** 动力源胶囊使用安全。

关键词: 动力源胶囊; 毒理学; 安全性评价

Safety evaluation on Dongliyuan capsule

CAI Qi-Jun, LUO Xue-Ting, ZHAO Bo, CHEN Wei-Min, ZHANG Xiao-Wen*

(Laboratory of Sports Nutrition, Guangzhou Institute of Sports Science, Guangzhou 510650, China)

ABSTRACT: Objective To evaluate the safety of anti fatigue functional food of Dongliyuan capsule by toxicology study. **Methods** The acute toxicity tests were determined by limit method, KM mice were given the maximum dose of 10 g/kg·BW and observed the death within 14 days, and the median lethal dose (LD₅₀) were calculated. SD rats 30 days feeding test: 2670 mg/kg·BW, 1330 mg/kg·BW, 670 mg/kg·BW dose group were administrated for 30 days by intragastric respectively and distilled water as control group, then the growth of SD rats and the perturbation of appetite, food utilization rate, blood serum, blood biochemical indexes and pathological examinations were observed and recorded. **Results** During the observation period of acute toxicity test, there was no abnormal expression and death of the tested animals, so the samples showed no toxicity. After 30 d feeding test, the blood chemical examination, body weighting results showed that the difference of each test item of experiment group and control group was not significant. Histopathological examination showed that the liver, spleen, kidney, stomach, intestine and testis (ovary) of the control group and the high dose group were not related to the pathological changes of the experimental factors, so 30 days feeding test showed no toxicity to the tested animals. **Conclusion** Dongliyuan capsule is safety for use by the safety evaluation study.

基金项目: 广州市科技和信息化局科技攻关项目(2011J4300076)

Fund: Supported by Science Project Foundation Supported by Science and Information Technology Bureau of Guangzhou (2011J4300076)

*通讯作者: 张晓文, 研究员, 主要研究方向为保健食品的功能学与安全检测。E-mail: gzstkskyzxw@163.com

*Corresponding author: ZHANG Xiao-Wen, Researcher, Guangzhou Institute of Sports Sciences, No 299, Tianhe Road, Tianhe District, Guangzhou 510650, China. E-mail: gzstkskyzxw@163.com

KEY WORDS: Dongliyuan capsule; toxicology; safety evaluation

1 引言

慢性疲劳是一种非病的亚健康状态, 一般以具有补肾功能的中药或结合现代功能食品进行干预。动力源胶囊是在中医补肾方的基础上, 结合现代超临界低温萃取分离技术, 将传统补肾壮阳中药材菟藜、淫羊藿、刺五加、人参叶提取物与牛磺酸、二十八烷醇等具有多种生物学作用的重要营养素科学配伍制成的中药药食同源制剂, 其通过淫羊藿快速补充肾精, 人参补元壮阳, 菟藜、刺五加补充肾气, 通过牛磺酸、二十八烷醇补益人体物质亏损、增强人体活动机能、消除自由基、对抗脂质过氧化、显著提高运动能力, 从而达到调节肾脏阴阳平衡、补肾强肾、缓解亚健康体力疲劳和改善运动性疲劳的功效^[1,2]。前期研究表明本品能有效促进机体分泌内源性睾酮, 同时刺激生长激素分泌, 提高疲劳耐受能力, 加快大强度运动后人体机能的恢复^[3-8]。本研究进行经口给予动力源胶囊的急性毒性试验和 30 d 喂养试验, 依据参照国家卫计委和 GB 15193-2003 及相关文献进行毒理安全性评价^[9-11], 为抗疲劳保健食品的开发研究提供科学依据。

2 材料与方

2.1 样品

动力源胶囊, 褐色粉末, 规格为 400 mg/粒, 阴凉干燥处保存, 由广州市赛健生物科技有限公司提供。其人体推荐剂量为 1600 mg/60 kg·BW/d, 每日 2 次, 每次 2 粒。

2.2 实验动物

SPF 级昆明种(KM)小鼠、SD 大鼠及饲料均由广东省医学实验动物中心提供, 许可证号: SCXK(粤)2013-0002, 实验设施为 SPF 级动物房, 许可证号: SYXK(粤)2015-0101。实验环境: 室温 20~26 °C, 相对湿度 40%~70%。

2.3 主要检测仪器与试剂

Triolgy 型动物全自动生化仪(美国 DREW(拜谱)公司); SYSMEX XS-1000i 全血细胞分析仪(日本希森美康公司); TP1020 全自动组织脱水机(德国徕卡公司); RM2126RT 切片仪(德国徕卡公司); TB-718E 型生物组织自动包埋机、TB-718L 生物组织冷台、TK-218 型恒温摊片烤片机(湖北泰维医疗科技有限责任公司); 生化指标测试试剂盒(美国 DREW 公司)。

2.4 剂量选择与检测指标

急性毒性试验: 选用体重 18~22 g、雌雄各 10 只 SPF

级 KM 小鼠, 试验前隔夜空腹(禁食 16 h, 不禁水), 采用经口灌胃方式一次性给予受试物, 灌胃体积为 0.2 mL/10 g·BW。连续观察 14 d 并记录实验动物的中毒表现和死亡情况。

30 d 喂养试验: 选用年龄 3~4 周龄、体重 70~100 g 的 SD 大鼠 80 只, 随机分为动力源胶囊高、中、低剂量组和蒸馏水空白对照组。

根据文献资料^[3-5], 通过对比表面积方法推算出等效于人体推荐剂量的受试物剂量, 分别设 2670 mg/kg·BW、1330 mg/kg·BW、670 mg/kg·BW (高、中、低剂量组, 分别相当于人体推荐量 100 倍、50 倍、25 倍)和蒸馏水空白对照组。所有大鼠分笼饲养, 自由饮水进食, 各组均按体重 1%和采用经口灌胃方式给予受试物, 每周称 1 次体重、记录 2 次食物摄入量, 计算每周总增重、总进食量及食物利用率(每摄入 100 g 饲料的体重增长克数), 每天观察记录动物的一般表现、行为、中毒表现和死亡情况, 30 d 试验结束时麻醉大鼠, 腹主动脉取血, 进行临床血液学、血液生化指标测定, 处死动物解剖后进行大体检查, 取病理学检查及脏器系数计算, 包括: (1)血液学指标: 测定血红蛋白、红细胞计数、白细胞计数、血小板及分类; (2)血液生化指标: 谷丙转氨酶(ALT)、谷草转氨酶(AST)、尿素氮(BUN)、肌酐(Cr)、血糖(Glu)、血清白蛋白(Alb)、总蛋白(TP)、总胆固醇(TCH)和甘油三脂(TG); (3)对肝、肾、脾、胃肠、睾丸及卵巢的组织学检查以及进行称重, 得出脏/体指标。

2.5 试验数据统计

实验数据以平均值±标准差($\bar{x} \pm s$)进行表示, 应用 SPSS17.0 数据统计软件对数据进行方差分析和 *t* 检验, 组间比较采用单因素方差进行显著性分析, 以 $P < 0.05$ 为显著性差异。

3 结果与分析

3.1 动力源胶囊急性毒性试验结果

观察期内小鼠的体重、进食、饮水及一般状态均正常, 未见受试动物出现任何异常表现, 亦无死亡。根据 GB 15193.3-2014《食品安全国家标准急性经口毒性试验》^[10], 该样品 $LD_{50} > 10000$ mg/kg·BW, 属实际无毒。

3.2 动力源胶囊 30 d 喂养试验结果

3.2.1 动力源胶囊 30 d 喂养试验对大鼠体重的影响

30 d 喂养试验期间, 各组动物生长发育良好, 无异常行为和中毒症状, 无死亡。各剂量组和空白对照组对比, 雌、雄性大鼠的体重在初始体重和各周观察时间点均未见显著性差异($P > 0.05$)。

3.2.2 动力源胶囊 30 d 喂养试验对大鼠周食物摄入量的影响

30 d 喂养期间, 在第 1 周各个剂量组和空白对照组大鼠周食物摄入量为(91.50±8.93)~(102.21±9.69) g, 之后逐渐增加, 至第 4 周为(136.00±13.33)~(169.88±7.23) g。经单因素方差分析, 各个剂量组和空白对照组对比, 动力源胶囊对雌、雄性大鼠摄食量影响没有显著性差异($P>0.05$)。

3.2.3 动力源胶囊 30 d 喂养试验对大鼠周食物利用率的影响

30 d 喂养期间, 在第 1 周各个剂量组和空白对照组大鼠周食物利用率为(39.05±12.21)%~(50.65±8.14)%, 之后逐渐减少, 经单因素方差分析, 各个剂量组和空白对照组对比, 动力源胶囊对雌、雄性大鼠食物利用率的影响没有显著性差异($P>0.05$)。

3.2.4 动力源胶囊 30 d 喂养试验对大鼠周体重增长的影响

30 d 喂养期间, 各个剂量组和空白对照组对比, 动力源胶囊对雌、雄性大鼠增长的影响没有显著性差异($P>0.05$)。

3.2.5 动力源胶囊 30 d 喂养试验大鼠体重增加、进食量、总食物利用率结果

30 d 喂养期间, 各个剂量组和空白对照组对比, 动力源胶囊对雌、雄性大鼠体重增加、进食量、总食物利用率没

有显著性差异($P>0.05$)。详见表 1。

3.3 血液学检查

3.3.1 动力源胶囊 30 d 喂养试验临床血液学检查结果

经 30 d 喂养期后, 各个剂量组和空白对照组对比, 雌、雄性大鼠血常规检查的血红蛋白、红细胞计数、白细胞计数与对照组比较差异无显著性。各剂量组大鼠白细胞分类的淋巴、中性、单核、嗜酸性与对照组比较差异也无显著性(均 $P>0.05$)。

3.3.2 动力源胶囊 30 d 喂养试验血液生化检测结果

从表 2、表 3 可知, 经 30 d 喂养期后, 各个剂量组和空白对照组对比, 雌、雄性大鼠血液生化指标谷丙转氨酶、谷草转氨酶、总蛋白、白蛋白、尿素氮、肌酐、总胆固醇、甘油三酯、血糖的影响没有显著性差异($P>0.05$)。

3.3.3 动力源胶囊 30 d 喂养试验脏器绝对重量

从表 4 可知, 30 d 喂养期间, 各个剂量组和空白对照组对比, 动力源胶囊对雌、雄性大鼠脏器绝对重量的影响没有显著性差异($P>0.05$)。

3.3.4 动力源胶囊 30 d 喂养试验对大鼠脏器比的影响

从表 5 可知, 30 d 喂养期间, 各个剂量组和空白对照组对比, 动力源胶囊对雌、雄性大鼠脏器比的影响没有显著性差异($P>0.05$)。

表 1 动力源胶囊 30 d 喂养试验大鼠体重增加、进食量、总食物利用率结果($\bar{x} \pm s$)

Table 1 Effect on body weight growth, food intake and total food utilization rate of Dongliyuan capsule in rats 30 d feeding test ($\bar{x} \pm s$)

性别	剂量组	动物(只)	体重增加(g)	进食量(g)	总食物利用率(%)	总食物利用率(F/H)	总食物利用率(P)
雄性	高剂量组	10	175.12±15.08	514.82±17.55	34.07±3.55	F=0.13	0.94
	中剂量组	10	181.89±12.50	524.12±19.48	34.72±2.29		
	低剂量组	10	179.65±15.36	523.67±14.43	34.31±2.81		
	对照组	10	182.58±10.14	526.23±12.80	34.70±1.98		
雌性	高剂量组	10	133.87±17.98	457.98±25.34	29.19±3.36	F=1.04	0.39
	中剂量组	10	137.89±9.31	448.79±28.57	30.84±2.83		
	低剂量组	10	142.85±11.50	455.69±31.19	31.47±3.24		
	对照组	10	137.37±12.26	460.68±22.85	29.88±3.06		

表 2 动力源胶囊 30 d 喂养试验血液生化检测结果($\bar{x} \pm s$)

Table 2 Effect on Blood biochemistry examination of Dongliyuan capsule in rats 30 d feeding test ($\bar{x} \pm s$)

性别	剂量	动物数(只)	谷丙转氨酶(U/L)	谷草转氨酶(U/L)	总蛋白(g/L)	白蛋白(g/L)
雄性	高剂量组	10	38.3±1.8	136.4±11.9	68.0±3.8	29.3±1.3
	中剂量组	10	41.5±2.5	141.7±18.7	69.4±2.9	26.4±5.5
	低剂量组	10	38.6±2.4	138.9±15.2	66.9±3.3	28.5±1.1
	对照组	10	38.7±2.4	136.0±12.6	68.0±3.8	29.4±1.4
雌性	高剂量组	10	35.7±1.6	131.7±11.2	70.6±3.8	30.8±1.9
	中剂量组	10	38.0±2.4	136.4±12.6	71.9±2.9	29.8±1.4
	低剂量组	10	37.9±10.6	135.7±15.3	69.7±3.4	30.3±1.5
	对照组	10	35.8±2.4	136.4±15.8	70.9±3.9	30.8±1.2

注: 各实验组与对照组比较, 无显著性差异 $P>0.05$ 。

表 3 动力源胶囊 30 d 喂养试验血液生化检测结果($\bar{x} \pm s$)
Table 3 Effect on Blood biochemistry examination of Dongliyuan capsule in rats 30 d feeding test ($\bar{x} \pm s$)

性别	剂量组	动物数(只)	尿素氮(mmol/L)	肌酐(μ mol/L)	总胆固醇(mmol/L)	甘油三酯(mmol/L)	血糖(mmol/L)
雄性	2	10	7.15±0.32	44.1±2.2	2.41±0.27	0.79±0.14	5.90±0.39
	1	10	7.19±0.48	43.9±3.0	2.37±0.36	0.86±0.17	6.03±0.30
	0.5	10	7.02±0.57	42.4±2.7	2.42±0.32	0.85±0.21	5.98±0.40
	对照组	10	7.09±0.46	44.1±3.5	2.21±0.34	0.92±0.22	5.85±0.30
雌性	高剂量组	10	6.96±0.32	42.6±2.3	2.29±0.26	0.72±0.14	5.70±0.29
	中剂量组	10	6.98±0.47	42.4±3.0	2.30±0.33	0.81±0.16	5.74±0.28
	低剂量组	10	6.81±0.56	40.6±2.5	2.33±0.31	0.79±0.19	5.70±0.38
	对照组	10	6.87±0.44	42.5±3.1	2.17±0.34	0.85±0.19	5.53±0.31

注: 各实验组与对照组比较, 无显著性差异 $P > 0.05$ 。

表 4 动力源胶囊 30 d 喂养试验对脏器绝对重量的影响($\bar{x} \pm s$)
Table 4 Effect on absolute organ weight of Dongliyuan capsule in rats 30 d feeding test ($\bar{x} \pm s$)

性别	剂量组	动物数(只)	肝脏(g)	脾脏(g)	肾脏(g)	睾丸(g)
雄性	高剂量组	10	8.056±0.93	0.826±0.09	2.040±0.21	2.640±0.28
	中剂量组	10	8.046±1.09	0.854±0.08	1.959±0.24	2.372±0.38
	低剂量组	10	8.173±0.85	0.843±0.09	1.990±0.20	2.430±0.38
	对照组	10	8.463±0.89	0.855±0.08	2.137±0.24	2.488±0.26
雌性	高剂量组	10	7.393±0.81	0.794±0.06	1.642±0.17	---
	中剂量组	10	7.583±0.91	0.772±0.06	1.684±0.14	---
	低剂量组	10	7.456±0.93	0.783±0.05	1.668±0.14	---
	对照组	10	7.675±0.98	0.782±0.06	1.644±0.12	---

注: 各试验组与对照组比较, 无显著性差异 $P > 0.05$ 。

表 5 动力源胶囊 30 d 喂养试验对大鼠脏体比的影响($\bar{x} \pm s$)
Table 5 Effect on absolute organ/weight ratio of Dongliyuan capsule in rats 30 d feeding test ($\bar{x} \pm s$)

性别	剂量组	动物(只)	末期体重(g)	肝/体(%)	脾/体(%)	肾/体(%)	睾丸/体(%)
雄性	高剂量组	10	239.05±15.37	3.38±0.41	0.35±0.05	0.86±0.11	1.11±0.13
	中剂量组	10	249.39±10.29	3.23±0.46	0.34±0.03	0.79±0.09	0.95±0.15
	低剂量组	10	241.61±16.01	3.40±0.45	0.35±0.04	0.83±0.08	1.01±0.14
	对照组	10	242.77±13.11	3.50±0.42	0.35±0.04	0.88±0.11	1.03±0.10
雌性	高剂量组	10	210.36±16.76	3.55±0.63	0.38±0.04	0.78±0.07	---
	中剂量组	10	214.40±10.93	3.54±0.42	0.36±0.04	0.79±0.09	---
	低剂量组	10	216.25±9.02	3.45±0.46	0.36±0.02	0.77±0.07	---
	对照组	10	214.84±12.16	3.57±0.40	0.37±0.04	0.77±0.06	---

注: 各试验组与对照组比较, 无显著性差异 $P > 0.05$ 。

3.4 组织病理学检查结果

3.4.1 大体检查

共检查实验大鼠 80 只,雌、雄各半。剖检后肉眼观察,心、肺、肝、脾、肾、胃、肠、脑等主要脏器的颜色、形状、大小等均未见明显异常。

3.4.2 镜下检查

共检查高剂量试验组与对照组大鼠各 20 只,雌、雄各半。每只动物检查肝、肾、脾、胃、肠、卵巢/睾丸主要脏器。肝脏:被膜完整,肝小叶结构清楚,肝细胞索排列整齐;肾脏:被膜完整,肾小球、肾小管结构正常,肾间质无异常;胃肠:胃肠壁各层结构清楚,粘膜上层完整,粘膜下各层未见充血、水肿、炎性细胞浸润;脾脏:被膜完整,脾小梁结构正常,红、白髓比例正常,无炎性细胞浸润及色素沉着;睾丸:曲精管内各级生精细胞发育良好,间质未见水肿、出血、炎性细胞浸润。检查结果表明高剂量组与对照组雄、雌性大鼠的肝、脾、肾、胃、肠、睾丸(卵巢)均未见与试验因素有关的病理组织学变化。

4 结论

本研究经口给予 KM 小鼠动力源胶囊,以动物最大受试量进行急性毒性试验,在观察期内未见受试动物出现任何异常表现或死亡,根据国标 GB 15193.3-2014《食品安全国家标准急性经口毒性试验》判定动力源胶囊 $LD_{50} > 10000 \text{ mg/kg} \cdot \text{BW}$,属实际无毒。大鼠 30 d 喂养试验结果表明,每组动物分别给予 2670 mg/kg·BW、1330 mg/kg·BW、670 mg/kg·BW 样品,临床血液生化学检查、脏器称量结果表明各检验项目的实验组与对照组比较差异不显著。病理组织学检查结果表明对照组和高剂量组雄、雌性大鼠的肝、脾、肾、胃、肠、睾丸(卵巢)均未见与实验因素有关的病理组织学变化。根据 GB 15193.13-2003 30 d 和 90 d 喂养试验判定,30 d 喂养试验未见其对受试动物有毒性损害作用。

根据文献报道对动力源胶囊所含成分的分析,二十八烷醇是自然界中存在的一种高级醇,它主要以天然脂肪酸酯的形式分布于多种蜡类和油脂中,是公认的抗疲劳物质^[12];牛磺酸是小分子含硫氨基酸,为常见食物成分之一,在功能食品领域的进一步利用较多,具有降低血清总胆固醇及动脉粥样硬化指数等作用^[13]。蒺藜、淫羊藿是常用的中草药补充剂,有增加睾酮水平,刺激感觉神经作用^[14],对人参叶口服液等含有以上成分制剂的安全性研究表明,均未出现不良反应,且小鼠骨髓嗜多染红细胞核微核试验、小鼠精子畸形试验结果均为阴性^[15,16]。因此,经综合研究和分析表明,动力源胶囊使用安全。

参考文献

- [1] Fukuda K, Straus SE, Hickie I, *et al.* The chronic fatigue syndrome: a comprehensive approach to its definition and study [J]. *Ann Intern Med*,

1994, 121: 953-959.

- [2] 李香兰, 赵广才, 徐勇灵, 等. 亚健康研究进展[J]. *中国康复理论与实践*, 2008, 14(10): 942-946.
Li XL, Zhao GC, Xu YL, *et al.* Advance in Research of Sub-health (review) [J]. *Chin J Rehabil Theory Pract*, 2008, 14(10): 942-946.
- [3] 刘慧燕, 赵广才. 抗疲劳功能成分在运动饮料中的作用[J]. *饮料工业*, 2006, 9(5): 8-10.
Liu HY, Zhao GC. Effects of anti-fatigue functional components in sports drinks [J]. *Beverage Ind*, 2006, 9(5): 8-10.
- [4] 于俊海. 牛磺酸的生物学效应与运动能力的研究进展[J]. *氨基酸和生物资源*, 2014, 36(3): 25-28.
YU JH. Research on biological effects and exercise ability of Taurine [J]. *Amino Acids Biotic Res*, 2014, 36(3): 25-28.
- [5] 朱廷廷, 李甫, 陈斌, 等. 人参叶的皂苷成分[J]. *应用与环境生物学报*, 2016, 22(1): 70-74.
Zhu TT, Li F, Chen B, *et al.* Studies on the saponins from the leaves of *Panax ginseng* [J]. *Chin J Appl Environ Biol*, 2016, 22(1): 70-74.
- [6] 白敏, 毛茜, 徐金娣, 等. 人参属药用植物地上部位皂苷类成分的化学和分析研究进展[J]. *中国中药杂志*, 2014, 39(3): 412-414.
Bai M, Mao Q, Xu JD, *et al.* Advance in saponins of aerial parts of *Panax ginseng* [J]. *China J Chin Mater Med*, 2014, 39(3): 412-414.
- [7] 马丽媛, 杨秀伟. 人参茎叶总皂苷酸水解产物化学成分研究[J]. *中草药*, 2015, 46(17): 2522-2533.
Ma LY, Yang XW. Chemical constituents in acid hydrolysates of total saponins from stems and leaves of *Panax ginseng* [J]. *Chin Herbal Med*, 2015, 46(17): 2522-2533.
- [8] 张华峰, 杨晓华. 淫羊藿在食品工业中的应用现状与展望[J]. *食品工业科技*, 2010, 31(5): 390-393.
Zhang HF, Yang XH. Application of *Herba Epimedii* in food industry: current status and prospect [J]. *Food Sci Technol*, 2010, 31(5): 390-393.
- [9] 卫生部. 保健食品检验与评价技术规范(2003)[M]. 北京: 卫生部, 2003: 87-93.
Ministry of Health. Health food inspection and evaluation technical specification [M]. Beijing: Ministry of Health, 2003: 87-93.
- [10] GB 15193.3-2014 食品安全国家标准 急性经口毒性试验[S].
GB 15193.3-2014 National Standardization of food safety-Acuteoral toxicity test [S].
- [11] GB 15193.13-2003 30天和90天喂养试验[S].
GB 15193.13-2003 30 days and 90 days feeding test [S].
- [12] 夏芝璐, 龚涛, 陈洪, 等. 二十八烷醇和牛磺酸的联合毒性和致突变性研究[J]. *中国卫生检验杂志*, 2005, 15(8): 987-989.
Xia ZL, Gong T, Chen H, *et al.* Study on the joint toxicity and mutagenicity of twenty-eight alkyl alcohols and taurine [J]. *Chin J Health Lab Technol*, 2005, 15(8): 987-989.
- [13] 张珊, 郭俊霞, 陈文. 牛磺酸影响胆固醇代谢的研究进展[J]. *食品安全质量检测学报* 2014, 5(7): 1985-1989.
Zhang S, Guo JX, Chen W. Research progress of effect of taurine on cholesterol metabolism [J]. *J Food Saf Qual*, 2014, 5(7): 1985-1989.
- [14] 谢敏豪, 冯炜权, 严翊. 运动内分泌学[M]. 北京: 北京体育大学出版社, 2008.

Xie MH, Feng W, Yan Y, *et al.* The endocrinology of sports [M]. Beijing: Beijing Sport University Press, 2008.

- [15] 郭迎春, 邱静, 胡松华, 等. 人参叶口服液对大鼠的亚慢性毒性试验[J]. 动物医学进展, 2011, 32(5): 59-63.

Guo YC, Di J; Hu SH, *et al.* Sub-chronic toxicity test of ginseng leaf oral liquid in rats [J]. Progress Vet Med, 2011, 32(5): 59-63.

- [16] 孙兰, 高峰, 吴晓刚, 等. 人参粉剂安全性及遗传毒性研究[J]. 职业与健康, 2011, 27(22): 2525-2527.

Sun L, Gao F, Wu XG, *et al.* Study for security and genetic toxicity of Ginseng powder [J]. Occup Health, 2011, 27 (22): 2525-2527.

(责任编辑: 白洪健)

作者简介



蔡绮君, 实验师, 主要研究方向为运动保健食品的功能学与安全性评价研究。
E-mail: gztkskycqj@163.com



张晓文, 研究员, 主要研究方向为保健食品的研究开发及其功能学与安全性检测研究。
E-mail: gztkskyzxw@163.com