

DOI: 10.13652/j.issn.1003-5788.2021.02.005

甘草油食用安全性评价

Assessment of the edible safety of licorice oil

豆康宁¹ 董彬²DOU Kang-ning¹ DONG Bin²

(1. 漯河医学高等专科学校河南省休闲食品工程技术研究中心, 河南 漯河 462002;

2. 河南科凝生物科技有限公司, 河南 郑州 450000)

(1. Henan Engineering Research Center of Leisure Food, Luohe Medical College, Luohe, Henan 462002, China; 2. Henan Kening Biological Technology Co., Ltd., Zhengzhou, Henan 450000, China)

摘要:通过小白鼠急性毒性试验、小白鼠精子畸形遗传毒性试验和亚急性毒性试验对甘草油的毒理学进行研究, 并对其作出安全性评价。试验结果表明, 甘草油对小白鼠的急性经口半数致死剂量 $LD_{50} > 15.0 \text{ g/kg} \cdot \text{BW}$, 判属无毒类。小白鼠精子畸形遗传毒性试验为阴性, 表明该受试物甘草油无致突变作用。在大白鼠 30 d 喂养试验中未见动物健康状况、生化、血液学指标和器官组织形态的异常变化, 据此初步估计甘草油的最大无作用剂量 $> 5.0 \text{ g/kg} \cdot \text{BW}$, 为人体推荐摄入量的 150 倍。说明甘草油无急性毒性、亚急性毒性和遗传毒性, 具有较高的食用安全性。

关键词:甘草油; 毒理学; 急性毒性; 亚急性毒性; 遗传毒性

Abstract: The toxicology of licorice oil was researched through the acute toxicity test of mice, genotoxicity test of mouse sperm deformity and subacute toxicity test, and made a safety evaluation on it. The experimental results showed that the acute oral LD_{50} of licorice oil on mice was greater than $15.0 \text{ g/kg} \cdot \text{BW}$, which was classified as non-toxic. The mouse sperm deformity genetic toxicity test was negative, indicating that the test substance had no mutagenic effect. No abnormal changes in animal health status, biochemistry, hematology indexes and organ tissue morphology were observed in the 30-day feeding experiment. Based on this, it was estimated that the maximum non-effective dose of the product was greater than $5.0 \text{ g/kg} \cdot \text{BW}$, which was 150 times as high as the recommended human intake. Therefore, licorice oil had no acute toxicity, subacute toxicity

基金项目:河南省科技攻关项目(编号:182102110012);漯河医学高等专科学校创新创业发展能力提升工程科研类项目(编号:2020-LYZKYZD015)

作者简介:豆康宁(1981—),男,漯河医学高等专科学校副教授,硕士。E-mail:779627630@qq.com

收稿日期:2020-08-12

and genotoxicity, and licorice oil was excellent edible oil with higher safety.

Keywords: licorice oil; toxicology; acute toxicity; subacute toxicity; genotoxicity

甘草为多年生草本植物,属豆科,是一种药食两用的食品资源^[1]。在 GB 2760—2014《食品安全国家标准 食品添加剂使用卫生标准》中,甘草提取物(粉)、甘草酸铵、甘草酸一钾及三钾均为功能甜味剂,能在饼干、蜜饯凉果、调味品、糖果、肉罐头类等食品中,按生产需要使用。

甘草富含粗脂肪、粗蛋白、氨基酸和矿物质,甘草的根茎和籽粒中均含有油脂。甘草油具有很高的营养价值,据报道^[2],甘草油脂肪酸组成中主要含有 4 种脂肪酸,分别是棕榈酸、油酸、亚油酸、亚麻酸,其中必需脂肪酸亚油酸含量约 60%、亚麻酸含量约 12%。甘草油具有医疗保健作用,对湿疹、皮炎、溃疡等皮肤病具有一定的保健和治疗作用^[3-4]。白雪^[5]研究表明,甘草油对失禁相关性皮炎具有良好的疗效。解昱等^[6]研究表明,甘草油对糜烂型扁平苔藓具有良好的疗效。张小桐^[7]研究表明,甘草油可有效维护患者口腔健康,降低口腔感染、异味发生率,改善患者牙周健康状况。因此,甘草油不仅含有丰富的必需脂肪酸,营养价值较高,而且具有很高的保健价值。

目前,甘草油的成分已有较多研究,但其毒理学研究鲜有报道,这为甘草油在食品中的应用带来一定不确定性。试验拟依照 GB 15193.1—2014《食品安全国家标准 食品安全性毒理学评价程序》,研究甘草油的毒理学作用,探讨甘草油的食用安全性,为甘草油在食品工业中的应用提供安全性参考。

1 材料与方法

1.1 材料与试剂

甘草:乌拉尔甘草,水分含量 7.3%,产地宁夏盐池;

正己烷:分析纯,天津市科密欧化学试剂有限公司;
小白鼠(BALB/C)、大白鼠(SD):SPF级,在25℃的恒温动物房中饲养,湖南斯莱克景达实验动物有限公司;
环磷酰胺:分析纯,苏瑞医药化工有限公司;
食用油:大豆色拉油,益海嘉里集团。

1.2 仪器与设备

全自动生化分析仪:BT3000-plus型,意大利Biotechnica Instruments公司;

全自动血液分析仪:KX-21型,日本Sysmex东亚公司;

旋转蒸发器:RE-52 A型,上海亚荣生化仪器厂。

1.3 试验方法

1.3.1 甘草油提取 根据文献[2]修改如下:将甘草粉碎成30目的粉末,称量10.0g甘草粉放入索氏抽提器中,加入200mL正己烷,恒温水浴锅加热温度为70℃,提取时间为5h。将提取液冷却后转移到旋转蒸发器中,负压蒸馏回收正己烷溶剂,加热温度为60℃,压强为0.08MPa,蒸发浓缩提取液后得到甘草油脂。

按式(1)计算甘草油脂提取率。

$$Y = \frac{M_1}{M_0 \times (1 - W)} \times 100\%, \quad (1)$$

式中:

Y——甘草油脂提取率,%;

M_1 ——甘草油脂质量,g;

M_0 ——甘草粉质量,g;

W——水分质量分数,%。

1.3.2 小白鼠急性毒性试验 根据文献[8]修改如下:选体重18~20g健康小白鼠40只,雌雄各半,其中雌雄各分为2组,共4组。小白鼠禁食16h后,按15.0g/kg·BW的剂量经口1次给甘草油,以食用油为对照组。观察2周,记录小白鼠中毒、死亡等情况。

1.3.3 小白鼠的精子畸形试验 根据文献[9]修改如下:选雄性性成熟小白鼠30只,体重18~20g,按体重随机分为5组,设低、中、高3个甘草油剂量组,剂量值顺次为1.25,2.50,5.00g/kg·BW,阴性对照组食用油为5.00g/kg·BW,阳性对照组环磷酰胺为0.04g/kg·BW。每天经口灌胃甘草油2次,连续灌胃5d,再继续喂养2周,然后处死动物。取小白鼠两侧附睾制备精子标本。再用伊红染色小白鼠的精子标本,最后在高倍镜下检查小白鼠的精子标本。检查小白鼠精子标本数量为1000个,同时记录小白鼠精子突变数量及类型。

1.3.4 大白鼠30d喂养试验 根据文献[10]修改如下:选体重180~200g健康大白鼠40只,雌雄各半,分为8组,即雌雄各4组。设低、中、高3个甘草油剂量组,剂量值顺次为1.25,2.50,5.00g/(kg·BW·d),阴性对照组食用油为5.00g/(kg·BW·d)。大白鼠经连续30d

口灌胃甘草油,再测定血液学指标、血清生化学指标、脏器质量和脏体比。

1.3.5 统计学分析 数据分析采用SPSS软件统计分析处理。采用t检验分析试验组与对照组的差异显著性。

2 结果与分析

2.1 甘草油提取率

用正己烷溶剂提取甘草油脂,在提取条件为温度70℃、液料比($V_{\text{正己烷}} : m_{\text{甘草}}$)20:1(mL/g)、提取时间5h下,甘草油脂提取率达4.49%。而甘草中粗脂肪含量为5.38%^[2],以甘草中粗脂肪含量作为参照,则甘草油脂有效提取率达到83.5%。

2.2 小白鼠急性毒性试验

试验按照一次最大限量法经灌胃15.0g/kg·BW的甘草油,其结果见表1。

表1 甘草油对小白鼠的经口急性毒性试验结果

Table 1 The oral acute toxicity experimental results of licorice oil on mice

组别	性别	受试小白鼠数	存活小白鼠数	死亡率/%
对照组	雌	10	10	0
	雄	10	10	0
试验组	雌	10	10	0
	雄	10	10	0

由表1可知,在2周观察期内,对照组和试验组全部活动正常,包括活动、进食、行为等未见异常,小白鼠死亡率为0%。说明甘草油对小白鼠没有造成毒性影响。按急性毒性分级标准,判定该受试物甘草油为实际无毒物,甘草油的半数致死剂量 $LD_{50} > 15.0 \text{ g/kg} \cdot \text{BW}$ ^[11]。

2.3 小白鼠精子畸形试验

由表2可知,甘草油各剂量组的小白鼠精子畸形率随剂量的升高略微上升,而且高于阴性对照组(食用油)。但统计分析结果显示,阴性对照组(食用油)与各甘草油剂量组之间均无显著差异($P > 0.1$)。经各剂量甘草油灌胃处理后,小白鼠的精子畸形率数值均在正常范围(0.8%~3.4%)^[12]内,即小白鼠精子的畸形率与甘草油的剂量无相关性,说明甘草油在所设剂量范围内不引起小白鼠精子畸形率增高。

2.4 大白鼠30d喂养试验

2.4.1 大白鼠体重变化 在30d喂养期间,大白鼠毛色保持正常,无异常行为且未发生死亡。由表3可知,与阴性对照组大白鼠的体重增加量相比,甘草油各剂量组雌、雄大白鼠体重的增加量有一定大小变化,但与甘草油剂量变化相关性不显著($P > 0.05$),与阴性对照组差异也不显著($P > 0.05$)。甘草油各剂量组雌、雄大白鼠体重的增

表 2 甘草油对小白鼠精子的畸形率影响[†]

Table 2 The influence of licorice oil on the sperm deformity rate of mice

组别	剂量/(g·kg ⁻¹ ·BW)	小白鼠数量	检查精子数	精子畸形数	精子畸形率/%
低剂量组	1.25	6	5 000	53	1.06
中剂量组	2.50	6	5 000	56	1.12
高剂量组	5.00	6	5 000	58	1.16
阴性对照组(食用油)	5.00	6	5 000	52	1.04
阳性对照组(环磷酸胺)	0.04	6	5 000	248	4.96**

† **表示极显著(P<0.01)。

表 3 甘草油对大白鼠体重的影响

Table 3 The influence of licorice oil on the weight of rats g

组别	体重				体重增加量
	0 d	10 d	20 d	30 d	
阴性对照组(雌)	186.0±13.6	215.4±13.4	236.1±14.2	248.3±14.8	62.3±14.2
低剂量组(雌)	181.7±12.1	210.9±11.9	229.2±12.6	237.0±13.1	55.3±13.6
中剂量组(雌)	183.6±12.7	213.8±12.4	232.4±13.2	246.4±13.7	62.8±13.4
高剂量组(雌)	185.4±13.1	217.7±13.2	239.1±13.6	253.8±14.1	68.4±13.6
阴性对照组(雄)	192.8±13.3	225.6±13.1	246.1±13.9	258.5±14.7	65.7±14.5
低剂量组(雄)	196.4±13.7	224.6±13.6	243.5±14.7	253.4±15.6	57.9±15.3
中剂量组(雄)	194.6±13.5	229.8±13.7	249.8±14.6	257.7±14.2	63.1±14.3
高剂量组(雄)	198.7±14.2	232.5±14.6	256.5±15.8	268.8±15.7	70.1±15.4

加量随剂量递增而增加。说明甘草油营养丰富,能够满足大白鼠机体正常的生长需要。

2.4.2 血液学检查 由表 4 可知,甘草油各剂量组雌雄大白鼠的血红蛋白、红细胞、白细胞的指标含量,与食用油阴性对照组差异均不显著(P>0.05),而且,甘草油各剂量组大白鼠的常规血液学指标,与甘草油的剂量变化无显著相关性(P>0.05)。说明大白鼠经 30 d 口服甘草油,对其常规血液学指标无显著影响。

2.4.3 血液生化学检查 由表 5 可知,不同剂量甘草油

喂养雌雄大白鼠 30 d 后,甘草油各剂量组雌雄大白鼠的血清白蛋白、总蛋白、谷草转氨酶、谷丙转氨酶、肌酐、血尿素氮、总胆固醇、甘油三酯、血糖的生化指标含量,与食用油阴性对照组差异均不显著(P>0.05),而且,甘草油各剂量组血液生化指标与甘草油的剂量变化无显著相关性(P>0.05)。说明大白鼠经 30 d 口服甘草油,对其血液生化学指标无显著的影响。

2.4.4 对脏器质量以及脏器比的影响 由表 6 可知,各甘草油剂量组的心质量、肾质量、肝质量、肺质量、脾质量、心体质量比、肾体质量比、肝体质量比、肺体质量比、脾体质量比,与食用油阴性对照组比较差异均不显著(P>0.05),且甘草油各剂量组间的脏器质量及脏器比差异不显著(P>0.05)。说明大白鼠经 30 d 口服甘草油,对脏器质量和脏器比无显著的影响。

在大白鼠 30 d 喂养试验中未见动物健康状况、生化、血液学指标和器官组织形态的异常变化,据此可以初步估计该产品的最大无作用剂量>5.0 g/kg·BW。

3 结论

经过甘草油毒理学试验研究表明,甘草油的半数致死剂量 LD₅₀>15.0 g/kg·BW,判属甘草油为无毒类物质。甘草油的最大无作用剂量>5.0 g/kg·BW,为人体推荐摄入量的 150 倍,因此,甘草油无急性毒性、亚急性毒性和遗传毒性,具有较高的食用安全性。

表 4 甘草油对大白鼠血液学指标的影响

Table 4 The influence of licorice oil on hematological indexes in rats

组别	血红蛋白/ (g·L ⁻¹)	红细胞/ (×10 ¹² L ⁻¹)	白细胞/ (×10 ⁹ L ⁻¹)
阴性对照组(雌)	143.87±6.12	6.34±0.08	5.20±0.56
低剂量组(雌)	139.26±5.08	6.02±0.07	5.65±0.41
中剂量组(雌)	141.83±6.35	6.25±0.09	5.83±0.46
高剂量组(雌)	145.06±6.31	6.29±0.12	5.68±0.35
阴性对照组(雄)	139.97±5.02	6.43±0.08	6.61±0.51
低剂量组(雄)	144.31±6.37	6.18±0.08	7.01±0.41
中剂量组(雄)	141.86±4.81	6.47±0.13	6.78±0.28
高剂量组(雄)	146.57±5.08	6.58±0.15	6.97±0.31

表 5 甘草油对大白鼠血液生化指标的影响

Table 5 The influence of licorice oil on blood biochemical indexes in rats

组别	血清白蛋白/ (g · L ⁻¹)	总蛋白/ (g · L ⁻¹)	谷草转氨酶/ (U · L ⁻¹)	谷丙转氨酶/ (U · L ⁻¹)	肌酐/ (mmol · L ⁻¹)
阴性对照组(雌)	35.76±1.72	71.36±3.56	169.12±15.74	58.16±15.26	76.28±11.35
低剂量组(雌)	35.12±1.41	72.08±4.01	170.52±18.95	64.58±17.96	72.15±10.09
中剂量组(雌)	35.62±1.53	71.56±3.95	178.23±19.27	56.71±16.24	73.25±10.87
高剂量组(雌)	35.69±1.47	70.23±2.98	185.65±20.81	68.17±18.16	71.69±9.56
阴性对照组(雄)	34.98±1.08	71.28±3.02	191.52±21.36	61.25±14.71	75.13±12.01
低剂量组(雄)	35.86±1.35	71.25±3.26	196.75±20.15	57.19±14.20	74.69±11.89
中剂量组(雄)	35.46±1.24	71.01±3.56	189.86±19.56	56.29±12.38	78.26±12.09
高剂量组(雄)	35.67±1.42	70.58±3.15	198.16±21.12	60.14±13.85	77.58±11.36

组别	血清尿素氮/ (mmol · L ⁻¹)	总胆固醇/ (mmol · L ⁻¹)	甘油三酯/ (mmol · L ⁻¹)	血糖/ (mmol · L ⁻¹)
阴性对照组(雌)	9.12±1.02	1.68±0.15	0.65±0.21	6.31±0.41
低剂量组(雌)	8.95±0.86	1.89±0.21	0.57±0.14	6.27±0.32
中剂量组(雌)	9.17±0.96	1.79±0.16	0.62±0.13	5.89±0.31
高剂量组(雌)	9.36±1.21	1.74±0.13	0.68±0.15	6.17±0.26
阴性对照组(雄)	9.56±1.36	1.59±0.25	0.62±0.18	5.97±0.14
低剂量组(雄)	9.78±1.02	1.68±0.15	0.58±0.13	6.25±0.31
中剂量组(雄)	8.99±0.95	1.78±0.14	0.64±0.18	6.19±0.28
高剂量组(雄)	9.06±1.08	1.87±0.17	0.69±0.23	5.87±0.17

表 6 甘草油对大白鼠脏器质量和脏器比的影响

Table 6 The influence of licorice oil on the quality and organ ratio of rat organs

组别	心质 量/g	心体质 量比/%	肾质 量/g	肾体质 量比/g	肝质 量/g	肝体质 量比/g	肺质 量/g	肺体质 量比/g	脾质 量/g	脾体质 量比/g
阴性对照组(雌)	0.87±0.12	0.38±0.04	1.66±0.12	0.76±0.04	8.61±0.87	3.83±0.11	2.07±0.21	1.07±0.11	1.02±0.04	0.45±0.05
低剂量组(雌)	0.86±0.13	0.36±0.02	1.55±0.14	0.72±0.07	8.48±0.72	3.62±0.14	2.08±0.31	1.08±0.13	0.97±0.09	0.43±0.04
中剂量组(雌)	0.89±0.12	0.38±0.01	1.61±0.11	0.73±0.03	8.34±0.71	3.61±0.11	1.97±0.35	0.98±0.09	0.98±0.05	0.42±0.03
高剂量组(雌)	0.87±0.14	0.37±0.05	1.53±0.13	0.69±0.02	8.51±0.69	3.68±0.13	1.99±0.25	1.05±0.08	0.96±0.07	0.41±0.03
阴性对照组(雄)	0.91±0.15	0.38±0.06	1.74±0.15	0.79±0.05	8.29±0.78	3.55±0.12	2.13±0.36	1.07±0.07	1.07±0.07	0.45±0.02
低剂量组(雄)	0.89±0.13	0.39±0.04	1.71±0.12	0.74±0.03	8.43±0.57	3.63±0.14	2.09±0.28	1.09±0.10	1.03±0.05	0.48±0.03
中剂量组(雄)	0.90±0.14	0.40±0.02	1.82±0.15	0.81±0.04	8.64±0.64	3.89±0.13	2.17±0.31	1.12±0.12	1.08±0.06	0.49±0.04
高剂量组(雄)	0.93±0.15	0.42±0.03	1.69±0.14	0.75±0.03	8.37±0.73	3.59±0.17	2.19±0.43	1.13±0.13	1.06±0.03	0.47±0.03

甘草油中的脂肪酸主要是棕榈酸、油酸、亚油酸、亚麻酸,其中必需脂肪亚油酸含量高居首位^[2],因此,对甘草油与低油酸油脂进行合理调配,开发高营养价值的调和油,具有广阔的应用前景。

参考文献

[1] 王海宽, 赵新淮, 姜岩. 甘草有效成分分离及其对自由基的清除能力[J]. 食品与机械, 2000, 16(4): 23-24.
 [2] 豆康宁, 白春启. 甘草油脂提取工艺优化与脂肪酸成分分析[J]. 中国粮油学报, 2018, 33(1): 102-106.
 [3] SCHIRALDI M, RAUCCI A, MUNOZ L M, et al. HMGB1

promotes recruitment of inflammatory cells to damaged tissues by forming a complex with CXCL12 and signaling via CXCR4 [J]. Journal of Experimental Medicine, 2012, 209 (3): 551-563.

[4] GWAK G Y, MOON T G, LEE D H, et al. Glycyrrhizin attenuates HMGB1-induced hepatocyte apoptosis by inhibiting the 38-dependent mitochondrial pathway [J]. World Journal of Gastroenterology, 2012, 18(7): 679-684.
 [5] 白雪. 甘草油治疗失禁相关性肺炎的临床疗效观察[J]. 临床医药文献杂志, 2017, 4(57): 11 271.

(下转第 232 页)

持喝牛奶的习惯,无法及时补充每天所需的蛋白质摄入量。其次表现在食物营养摄入的单一化。在物质产品极为丰富的当代社会,学生对食物有更广的选择范围。当代大学生由于对自身身体健康状况的忽视及较差的自制力,往往会选择高糖、高油等具有极强味蕾冲击力的诱惑食物,且经常按照自己的口味长期选择一种食物,而对水果、蔬菜、豆制品这些具有丰富营养物质的食物摄入不足,从而导致在日常膳食结构中的维生素、微量元素及膳食纤维等人体必需能量的缺乏,无法满足人体日常需求,久而久之则会对自身的健康造成不利影响。

(3) 缺乏专业膳食营养学知识。专业的营养学知识对体育生来说必不可少,是帮助体育专业学生转变膳食营养获取态度和改善自身不良饮食行为习惯的前提。但有关调查数据显示,在体育专业学生中,仅有少于 1/3 的学生有专业营养学相关的学习经历,大多数学生对于营养学相关知识知之甚少,这就会导致学生对自身营养摄入不重视的情况,最终影响学生的健康成长。而《运动营养学》一书则从实际出发,紧密结合人类日常生活所需元素,制定科学合理的膳食结构营养配备,是指导高校体育生实践膳食平衡、做到科学合理营养摄入的指导性书籍,对帮助体育专业大学生系统把握营养结构配比问题、提高膳食营养知识储备具有重要作用。

2 改善体育专业大学生膳食结构策略

科学合理的饮食习惯、平衡的膳食营养结构对提高体育专业学生的身心健康、加强学生运动技能的掌握、充分发挥学生的竞技水平具有重要影响,同时还能够以学生自身的力量影响到更广泛的人群,提高社会对膳食营养结构合理摄入的重视程度。针对上述问题,《运动营养学》一书给出了充分的指导建议。

(1) 提高体育专业教师、学生的膳食营养知识水平,通过理念教育帮助体育专业大学生养成合理的膳食摄入习惯。当前,中国体育专业学生大多存在膳食营养摄入不合理的情况,从本质上来讲,仍然在于学生和教师对营养膳食平衡摄入相关知识理念的缺乏及学生对自身身体健康成长的不重视。针对这一问题,高校可开设相关课程,以《运动营养学》为教材,为学生提供专业的膳食营养知识理论指导,在学习过程中转变学生观念,从根源解决当前体育专业学生营养摄入不合理的现象。此外,教师也应具备相关的专业知识,给学生提出科学合理的营养摄入建议,帮助学生进一步提高自身的专业运动能力。同时,高校也可通过多媒体、互联网、讲座等多种途径为学生普及营养配备知识,在潜移默化中引导学生养成合理的膳食观,加深学生对膳食平衡的认知,帮助学生认识到膳食平衡及合理饮食的重要性。

(2) 高校食堂也应在综合学生消费能力的基础上,为学生提供营养丰富、膳食平衡的餐食。《运动营养学》一书

中明确指出,正处于身体成长中的大学生,其合理的膳食摄入要以谷类为主,多吃蔬果、奶类、大豆等维生素、微量元素含量高的食物。因此,高校食堂作为学生营养摄入的主要阵地,食堂工作人员作为学生合理膳食营养摄入的主要参与者,也应加强自身的营养合理配备知识水平。对此,高校应对食堂员工进行定期培训,提高高校食堂人员专业素养,在给予食堂工作人员系统理论指导的基础上树立正确的膳食营养配备观念,进一步提高为学生制定一日三餐的质量水平,充分保障大学生日常学习生活所需的蛋白质及热量供给,为学生健康成长解决后顾之忧。

(3) 针对体育专业的学生,高校要具体问题具体分析。体育专业学生作为特殊的学生群体,大量的活动使得其对营养的摄入需求高于其他专业的学生。因此,高校应肩负起学生合理膳食营养摄入的责任,针对体育专业学生制定与其日常活动相符合的膳食营养标准。以足球专业学生运动为例,这是一项以有氧供能为基础、无氧供能辅助的间歇式运动项目,此专业的学生在日常营养摄入中需要以一定量的肌酸及铁元素来提供能量,这就需要高校食堂针对不同专业的学生提供不同的食物营养结构配比。此外,高校还应定时监测体育专业学生的营养状况,及时发现学生成长过程中的问题并有效提供解决方案,促进高校学生综合素质全面发展。

体育专业学生作为高校特殊群体,日常学习生活中需要大量的营养物质以确保身体的健康发育,合理平衡的膳食结构不仅能够有效增强学生的运动能力并提高身体免疫力,还可提高学生的学习效率及增强记忆力,对学生日后的成长发展大有裨益。《运动营养学》一书是基于实践的科学营养配备指南,对促进学生健康成长、全面提高中国国民身体素质具有重要指导意义。

(作者:张志刚,男,焦作师范高等专科学校讲师,硕士)

(上接第 27 页)

- [6] 解昱, 罗冬青. 甘草油治疗糜烂型扁平苔藓的临床疗效观察[J]. 中国医药指南, 2010, 8(32): 243-244.
- [7] 张小桐. 甘草油口腔干预防理预防危重患者口腔感染的效果观察[J]. 医学信, 2019, 32(6): 185-186.
- [8] 马中春. 葡萄籽原花青素的安全性毒理学评价及抗突变作用[D]. 长春: 吉林大学, 2005: 14.
- [9] 李建科. 食品毒理学[M]. 北京: 中国计量出版社, 2007: 122-196.
- [10] 黄凤洪, 谢笔钧, 钮琰星. 芥蓝油食品安全性毒理学试验研究[J]. 中国粮油学报, 2006, 21(5): 102-108.
- [11] 孙敬方. 动物实验方法学[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2001: 359-363.
- [12] 朱文学, 李欣, 刘少阳, 等. 牡丹籽油的毒理学研究[J]. 食品科学, 2010, 31(11): 248-251.