doi:10.3969/j.issn.1674-4616.2020.05.006

复方山药提取物制剂增强免疫力功能实验研究

陈 垚

日照市人民医院临床营养科,山东日照 276800

摘要 **目的** 观察复方山药提取物制剂对小鼠增强免疫力功能的影响。**方法** 将160只实验小鼠随机分为Ⅰ～Ⅳ组,每大组40只。每大组再细分溶媒对照组和复方山药提取物制剂低(200 mg/kg·bw)、中(400 mg/kg·bw)、高(1200 mg/kg·bw)三个剂量小组,每小组10只。小鼠连续经口灌胃30 d后,按《保健食品检验与评价技术规范》中增强免疫力功能的检验方法,测定其细胞免疫、体液免疫、单核-巨噬细胞吞噬功能指标及NK细胞活性。**结果** 高剂量组小鼠足跖肿胀度、抗体生成细胞数、NK细胞活性、吞噬鸡红细胞的吞噬指数均显著高于溶媒对照组($P<0.05$),中剂量组小鼠NK细胞活性、吞噬鸡红细胞的吞噬指数显著高于溶媒对照组($P<0.01$)。与溶媒对照组比较,各剂量组小鼠体重增长、胸腺/体重比值、脾脏/体重比值、血清溶血素水平、淋巴细胞增殖能力、单核-巨噬细胞碳廓清能力差异均无统计学意义($P>0.05$)。**结论** 复方山药提取物制剂能显著提高实验小鼠迟发型变态反应能力、抗体生成细胞数、巨噬细胞吞噬鸡红细胞的能力和NK细胞活性,具有增强免疫力功能。

关键词 复方山药提取物;增强免疫力功能;小鼠

中图分类号 R967 **文献标识码** A

Experimental Study on Enhancing Immune Function of Compound Common Yam Rhizome Extract Preparation

CHEN Yao

Department of Clinical Nutrition, the People's Hospital of Rizhao, Rizhao 276800, China

Abstract **Objective** To observe the effect of compound common yam rhizome extract preparation on enhancing immune function of mice. **Methods** A total of 160 experimental mice were randomly divided into groups Ⅰ～Ⅳ, with 40 mice in each part. Each experiment part was randomly divided into four groups, the solvent control group and the compound yam extract preparation groups: low-dose(200 mg/kg·bw), medium-dose(400 mg/kg·bw) and high-dose(1200 mg/kg·bw), with 10 mice in each group. The indexes of cellular immunity, humoral immunity, phagocytic function of monocyte-macrophage and NK cell activity were determined according to the assessment of enhancing immune function in *Technical Standards for Testing & Assessment of Health Food* after 30 days of continuous oral administration. **Results** The degree of toes and ankle swelling, antibody forming spleen cells, NK cell activity and the phagocytosis of abdominal macrophages in high-dose group were significantly higher than those in solvent control group($P<0.05$). NK cell activity and the phagocytosis of abdominal macrophages in middle-dose group were significantly higher than those in solvent control group($P<0.01$). Compared with the solvent control group, there were no significant differences in body weight growth, thymus/body weight ratio, spleen/body weight ratio, level of serum hemolysin, lymphocyte proliferation ability, monocyte-macrophage carbon clearance ability in each dose group($P>0.05$). **Conclusion** The compound yam extract can significantly improve the ability of delayed type hypersensitivity, the number of antibody-producing cells, the ability of macrophages to phagocytosis of chicken red blood cells and the activity of NK in the laboratory mice, which has the function of enhancing immunity.

Key words compound common yam rhizome extract; enhancing immune function; mice

免疫系统是人体十分重要的防线，其组成包括细胞免疫、体液免疫和非特异性免疫，它与很多疾病的发生发展直接相关。免疫系统可防御病原微生物的感染，清除体内凋亡细胞，抑制细胞癌变，对于维持机体稳态平衡具有重要意义。山药为薯蓣科植物的块茎，是我国传统的药食同源中药，其性甘温，归脾、胃、肺经，具有健脾养胃、补中益气、补肾涩精的功效。山药中含有多种维生素、氨基酸、蛋白质、矿物质、微量元素等营养成分及皂苷、多糖、多酚类物质，具有增强免疫力、调节肠道菌群、抗氧化、降血糖、降血脂等多种保健功能。此外，黄精、红景天和海参等中药亦具有增强免疫力的作用。本研究以山药提取物、黄精提取物、红景天提取物和海参冻干粉为原料，混合制成一种复方制剂，经产品分析检测，其含有粗多糖、红景天苷、蛋白质、维生素及微量元素等多种活性物质和营养成分。为进一步了解该复方制剂的保健功能并为其进入市场提供科学依据，本文对其进行了增强免疫力功能的实验研究。

1 材料和方法

1.1 样品

复方山药提取物制剂是由山药提取物、黄精提取物、红景天提取物和海参冻干粉四种物质混合制成的粉状物，其粗多糖含量为 11.3%，红景天苷含量为 0.2%、蛋白质含量为 16.2%。复方山药提取物制剂人体日用量为 40 mg/d/kg · bw，其中四种物质每日用量折合原食材（生药）日用量分别为：山药 8 g/d、黄精 5 g/d、红景天 1.8 g/d、鲜海参 25 g/d。

1.2 实验动物与分组方法

健康 SPF 级 ICR 雄性小鼠 160 只，体重 18～22 g，由济南朋悦实验动物繁育有限公司提供，生产许可证号为 SCXK（鲁）2014-0007。将小鼠随机分为实验Ⅰ～Ⅳ大组，每大组 40 只，各大组小鼠再设溶媒对照组和复方山药提取物制剂低、中、高剂量小组，每小组 10 只小鼠。按照《保健食品检验与评价技术规范》[1]规定的增强免疫力功能评价方法进行实验。实验Ⅰ组进行细胞免疫功能实验，包括迟发型变态反应实验和 ConA 诱导小鼠脾淋巴细胞转化实验；实验Ⅱ组进行脏器/体重比值测定和体液免疫实验，包括血清溶血素测定及抗体生成细胞检测；实验Ⅲ组进行单核-巨噬细胞碳廓清实验和 NK 细胞活性测定；实验Ⅳ组进行小鼠腹腔巨噬细胞吞噬鸡红细胞实验。实验环境为屏障环境，使用许可证号为 SYXK（鲁）2013-0008。室温 20℃～22℃，相对湿度 40%～70%。动物饲料由北京科澳协力饲料有限公司提供，生产许可证号为 SCXK（京）2014-0012。

1.3 样品剂量选择与给药方式

样品人体日用量为 40 mg/d/kg · bw，实验设低（200 mg/kg · bw）、中（400 mg/kg · bw）、高（1200 mg/kg · bw）三个剂量梯度，低、中、高三个小组的剂量分别相当于人体推荐摄入量的 5 倍、10 倍、30 倍。每只小鼠灌胃体积为 20 mL/kg · bw，则低、中、高剂量小组的样品浓度配制分别为 10 mg/mL、20 mg/mL、60 mg/mL。用 0.5%的羧甲基纤维素钠溶液配制样品，同时设立溶媒对照组，对照组给予同等体积的 0.5%羧甲基纤维素钠溶液灌胃，连续经口灌胃 30 d 后测定各项指标。

1.4 实验方法

1.4.1 脏器/体重比值测定

小鼠称重后颈椎脱臼处死，取其胸腺、脾脏，去其筋膜，用滤纸吸干脏器表面血污后分别称重。

1.4.2 ConA 诱导脾淋巴细胞转化实验（MTT 法）

小鼠处死后剪取脾脏磨碎后过滤离心，每 1 份脾细胞悬液分两孔加入 24 孔培养板中，一孔加入 ConA 液，另一孔作对照，置于 5% CO_2、37℃ 培养箱中培养 72 h。培养结束前 4 h，每孔吸取上清液，加入不含胎牛血清的 RPMI 1640 培养液，同时加入 MTT 溶液，继续培养 4 h 后，加入酸性异丙醇，使紫色结晶完全溶解，然后分装到 96 孔培养板中，每孔作 3 个平行孔，用酶标仪以 570 nm 波长测定光密度值（OD 值）。以加 ConA 孔的 OD 值减去不加 ConA 孔的 OD 值表示淋巴细胞的增殖能力。

1.4.3 迟发型变态反应实验（足跖增厚法）

小鼠腹腔注射 2%绵羊红细胞（SRBC），致敏后 4 d 测其左后足跖厚度，然后在测量部位皮下注射 20% SRBC 进行攻击，24 h 后测量左后足跖部厚度，同一部位测量三次，取平均值。以攻击前后足跖厚度的差值表示迟发型变态反应的程度。

1.4.4 抗体生成细胞检测（Jerne 改良玻片法）

小鼠腹腔注射 2%SRBC，致敏后 5 d 处死取脾脏置于 Hank's 液中磨碎制成细胞悬液，并过滤离心。将表层培养基（1%琼脂糖）加热溶解后与等量 Hank's 液混合，分装入小试管并向试管内加入 10%SRBC，将脾细胞悬液加入试管中迅速混匀，倾倒于已刷薄层琼脂糖的玻片上，放入 CO_2 培养箱中孵育 1.5 h。计数溶

血孔板数，用空斑数/全脾细胞来表示。

1.4.5 血清溶血素的测定（半数溶血值 HC_{50} 测定）

小鼠腹腔注射 2%SRBC，致敏后 5 d 摘除眼球取血离心收集血清。稀释后加入 SRBC 和补体，另设不加血清的对照管。离心取上清加入都氏试剂混匀，于 540 nm 波长以对照做空白测定吸光度。半数溶血值（HC_{50}）＝（样品光密度/SRBC 半数溶血时的光密度）×稀释倍数。

1.4.6 小鼠碳廓清实验

小鼠尾静脉注射墨汁，每鼠均于注射墨汁后 2 min 及 10 min 分别准时从内眦静脉丛取血，加入到 0.1%碳酸钠溶液中摇匀，用紫外分光光度计测定光密度值（OD）。小鼠处死后取肝脏、脾脏和胸腺称重，按公式计算脏器系数和吞噬指数。以吞噬指数表示小鼠碳廓清的能力。

1.4.7 腹腔巨噬细胞吞噬鸡红细胞实验（半体内法）

小鼠腹腔注射 20%鸡红细胞悬液后处死，仰位固定并剪开腹壁皮肤，腹腔注入生理盐水，吸出腹腔洗液滴在玻片上，于 37℃电热箱中温育 30 min 后用生理盐水漂洗，以除去未贴片细胞，晾干。以丙酮甲醇溶液固定，Giemsa-磷酸缓冲液染色后漂洗晾干。油镜下计数巨噬细胞，每只小鼠计数约 100 个，计算吞噬百分率和吞噬指数。吞噬百分率（%）＝吞噬鸡红细胞的巨噬细胞数/计数的巨噬细胞数×100%，吞噬指数＝被吞噬的鸡红细胞总数/计数的巨噬细胞数。

1.4.8 NK 细胞活性测定（乳酸脱氢酶测定法）

实验前 24 h 将 YAC-1 细胞（靶细胞）进行传代培养。小鼠处死取脾，磨碎后过滤离心，取底层细胞，加入灭菌注射用水和 Hank's 液后离心。取靶细胞和效应细胞，加入 96 孔培养板中。靶细胞自然释放孔加靶细胞和培养液，靶细胞最大释放孔加靶细胞和 2.5%Triton，上述各项均设三个平行孔，于培养箱中培养 4 h 后离心。每孔吸取上清液加入 LDH 基质液，每孔加入 HCL，用酶标仪在 490 nm 波长处测定光密度值。

$$\text{NK 细胞活性}=\frac{\text{反应孔 OD}-\text{自然释放孔 OD}}{\text{最大自然释放孔 OD}-\text{自然释放孔 OD}}\times 100\%$$

NK 细胞活性进行数据转换，转换值 $X=sin^{-1}\sqrt{p}$，p 为 NK 细胞活性。

1.5 结果判定标准

细胞免疫、体液免疫、单核-巨噬细胞功能和 NK 细胞活性四个方面中任两个方面结果阳性，则可判断该受试样品具有增强免疫力功能的作用。其中，细胞免疫/体液免疫功能测定项目中的两个实验结果均为阳性，或任一个实验的两个剂量组结果阳性，则可判定测定结果阳性。单核-巨噬细胞功能测定项目中的两个实验结果均为阳性，或任一个实验的两个剂量组结果阳性，则可判定单核-巨噬细胞功能结果阳性。NK 细胞活性测定实验的一个以上剂量组结果阳性，则可判定 NK 细胞活性结果阳性。

1.6 统计学处理

应用 SPSS 19.0 统计软件进行统计学分析。所有数据均用均数±标准差（$\bar{x}\pm s$）表示，各项指标组间比较采用单因素方差分析，小鼠腹腔巨噬细胞吞噬鸡红细胞实验和 NK 细胞活性测定先进行数据转换，然后进行方差分析。组间比较方差齐时采用 LSD-t 检验，方差不齐指标采用 Tamhane's T2 检验，以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 样品对各组小鼠体重的影响

经口给予小鼠不同剂量样品 30 d 后，各实验组小鼠体重增长值与溶媒对照组比较，差异均无统计学意义（$P>0.05$）。见表 1。

2.2 样品对小鼠细胞免疫功能的影响

经口给予小鼠不同剂量样品 30 d 后，实验Ⅰ组低、中剂量小组小鼠足跖肿胀度与溶媒对照组比较，差异无统计学意义（$P>0.05$），高剂量小组小鼠足跖肿胀度与溶媒对照组比较，差异有统计学意义（$P<0.05$）。各剂量组小鼠淋巴细胞增殖能力与溶媒对照组比较，差异无统计学意义（$P>0.05$）。见表 2。

2.3 样品对小鼠脏器/体重比值的影响

经口给予小鼠不同剂量样品 30 d 后，实验Ⅱ组各剂量小组小鼠脏器体重比值与溶媒对照组比较，差异无统计学意义（$P>0.05$）。见表 3。

2.4 样品对小鼠体液免疫功能的影响

经口给予小鼠不同剂量样品 30 d 后，实验Ⅱ组低、中剂量小组小鼠抗体生成细胞数与溶媒对照组比较，差异均无统计学意义（$P>0.05$），高剂量小组小鼠抗体生成细胞数显著高于溶媒对照组（$P<0.05$）。各剂量小组半数溶血值与溶媒对照组比较，差异无统计学意义（$P>0.05$）。见表 4。

表 1　不同组别样品对小鼠体重的影响($\bar{x}\pm s$)

组别	初始阶段		终止阶段		增长值(g)
	小鼠数(只)	体重(g)	小鼠数(只)	体重(g)	
Ⅰ组					
溶媒对照组	10	20.03±0.71	10	38.11±2.15	18.07±1.97
低剂量小组	10	19.80±0.74	10	37.74±1.68	17.94±2.27
中剂量小组	10	19.60±0.63	10	35.85±1.81	16.25±2.21
高剂量小组	10	19.89±0.68	10	36.33±3.16	16.44±3.08
Ⅱ组					
溶媒对照组	10	19.44±0.74	10	37.31±2.59	17.87±2.57
低剂量小组	10	20.05±0.68	10	35.86±1.85	15.81±2.06
中剂量小组	10	19.84±0.62	10	36.29±1.64	16.45±1.66
高剂量小组	10	19.58±0.79	10	35.89±1.93	16.32±2.06
Ⅲ组					
溶媒对照组	10	19.76±0.73	10	39.52±2.14	19.76±2.11
低剂量小组	10	19.27±0.66	10	37.97±3.30	18.70±3.21
中剂量小组	10	19.60±0.59	10	37.30±2.65	17.70±2.93
高剂量小组	10	19.61±0.52	10	38.48±2.19	18.87±1.87
Ⅳ组					
溶媒对照组	10	19.09±0.73	10	36.11±2.80	18.35±1.17
低剂量小组	10	19.39±0.68	10	36.13±3.31	18.68±1.23
中剂量小组	10	19.17±0.69	10	37.31±1.75	19.00±1.50
高剂量小组	10	19.66±0.76	10	36.21±2.97	18.58±1.37

表 2　样品对实验Ⅰ组小鼠足跖肿胀度和淋巴细胞增殖能力的影响($\bar{x}\pm s$)

实验Ⅰ组	动物数(只)	足跖肿胀度(mm)	淋巴细胞增殖能力(OD 差值)
溶媒对照组	10	0.295±0.161	0.318±0.055
低剂量小组	10	0.242±0.168	0.290±0.109
中剂量小组	10	0.377±0.183	0.337±0.095
高剂量小组	10	0.491±0.127*	0.371±0.122

与溶媒对照组比较 * $P<0.05$

表 3　样品对实验Ⅱ组小鼠脾脏/体重比值和胸腺/体重比值的影响($\bar{x}\pm s$)

实验Ⅱ组	动物数(只)	脾脏/体重比值(mg/g)	胸腺/体重比值(mg/g)
溶媒对照组	10	3.454±0.544	1.710±0.35
低剂量小组	10	3.217±0.113	1.794±0.47
中剂量小组	10	3.060±0.621	1.746±0.43
高剂量小组	10	3.412±0.807	1.601±0.48

表 4　样品对实验Ⅱ组小鼠抗体生成细胞数和血清溶血素水平的影响($\bar{x}\pm s$)

实验Ⅱ组	动物数(只)	溶血空斑数($\times 10^3$/全脾)	半数溶血值(HC_{50})
溶媒对照组	10	27.33±9.15	180.29±36.83
低剂量小组	10	27.86±10.50	203.47±38.10
中剂量小组	10	34.90±12.44	211.09±39.26
高剂量小组	10	41.12±14.99*	216.01±41.40

与溶媒对照组比较 * $P<0.05$

2.5 样品对小鼠单核-巨噬细胞碳廓清能力和 NK 细胞活性的影响

经口给予小鼠不同剂量样品 30 d 后，实验Ⅲ组各剂量小组单核-巨噬细胞碳廓清能力与溶媒对照组比较，差异均无统计学意义($P>0.05$)。见表 5。实验Ⅲ组低剂量小组 NK 细胞活性与溶媒对照组比较，差异无统计学意义($P>0.05$)，中、高剂量小组 NK 细胞活性与溶媒对照组比较，差异有统计学意义($P<0.01$)。见表 6。

2.6 样品对小鼠腹腔巨噬细胞吞噬鸡红细胞能力的影响

经口给予小鼠不同剂量样品 30 d 后，实验Ⅳ组低、中、高剂量小组腹腔巨噬细胞吞噬鸡红细胞的吞噬百分率和吞噬指数与溶媒对照组比较，差异均有统计学意义($P<0.05$ 及 $P<0.01$)。见表 7。

表 5 样品对实验Ⅲ组小鼠单核-巨噬细胞碳廓清能力的影响($\bar{x}\pm s$)

实验Ⅲ组	动物数(只)	碳廓清吞噬指数
溶媒对照组	10	6.42±0.59
低剂量小组	10	6.63±1.08
中剂量小组	10	6.80±0.89
高剂量小组	10	7.11±0.97

3 讨论

随着社会的快速发展，21 世纪的医疗模式正从单纯的疾病治疗转变为预防与保健相结合。由于人口老龄化、疾病谱的变化、现代生活方式的转变以及人们对使用化学药品的顾虑，越来越多人回归自然、崇尚药食同源。本研究的受试物由山药提取物、红景天提取物、黄精提取物和海参冻干粉配伍混制而成，相关研究显示其功效成分在保护肝脏、抗疲劳、抗氧化、抗肿瘤、增强免疫力等方面有着良好的作用[2-3]。本研究中，ConA 诱导小鼠脾淋巴细胞转化实验结果为阴性，迟发型变态反应实验中，仅高剂量小组小鼠足跖肿胀度显著增加，表明小鼠的细胞免疫功能测定结果为阴性。高剂量小组小鼠抗体生成细胞数显著增加，血清溶血素测定实验结果为阴性，表明小鼠的体液免疫功能测定结果为阴性。小鼠碳廓清实验结果为阴性。低、中、高剂量小组小鼠腹腔巨噬细胞吞噬百分率及吞噬指数均显著提高，表明小鼠的单核-巨噬细胞功能测定结果为阳性。中、高剂量小组小鼠 NK 细胞活性显著增加，表明小鼠的 NK 细胞活性测定结果为阳性。由此根据判定标准推测本研究受试物具有增强免疫力功能的作用。

文献[4]研究显示，山药中的主要有效成分山药多糖既能提高非特异性免疫功能又能提高特异性免疫功能。山药多糖在体内能显著提高淋巴细胞增殖能力和 NK 细胞活性，同时还能明显增强小鼠脾脏细胞产生白细胞介素-2 的能力以及腹腔巨噬细胞产生肿瘤坏死因子-α 的能力，还可以提高 γ-干扰素的分泌水平[5]。山药多糖还可增加小鼠脾脏指数，促进 T 细胞增殖，提高机体免疫功能，但本次实验细胞免疫功能测定与体液免疫功能测定结果均为阴性，这可能与受试物中山药多糖含量不足有关。此外不同的实验环境如温度等也会导致小鼠产生不同程度的应激，从而影响小鼠的新陈代谢，进而影响实验结果。山药多糖还可维持正常巨噬细胞的激活状态，增强其细胞活性和吞噬活性，提高细胞酸性磷酸酶活性并促进细胞因

表 6 样品对实验Ⅲ组小鼠 NK 细胞活性的影响($\bar{x}\pm s$)

实验Ⅲ组	动物数(只)	NK 细胞活性(%)	NK 细胞活性转换值
溶媒对照组	10	15.30±8.15	0.383±0.139
低剂量小组	10	19.46±5.58	0.454±0.068
中剂量小组	10	23.60±7.48**	0.503±0.090**
高剂量小组	10	23.19±6.27**	0.499±0.073**

与溶媒对照组比较 ** $P<0.01$

表 7 样品对实验Ⅳ组小鼠腹腔巨噬细胞吞噬鸡红细胞能力的影响($\bar{x}\pm s$)

实验Ⅳ组	动物数(只)	吞噬指数	吞噬率平方根反正弦转换值
溶媒对照组	10	0.142±0.058	0.381±0.079
低剂量小组	10	0.209±0.060*	0.470±0.073*
中剂量小组	10	0.224±0.064**	0.490±0.080**
高剂量小组	10	0.242±0.052**	0.513±0.060**

与溶媒对照组比较 * $P<0.05$，** $P<0.01$

子 NO(一氧化氮)的分泌,从而增强巨噬细胞的吞噬能力。山药中的多糖、多酚、薯蓣皂苷能降低小鼠的肝指数、血清谷丙转氨酶、谷草转氨酶活性及丙二醛含量,增加谷胱甘肽含量,并对卡介苗和脂多糖诱导的小鼠免疫性肝损伤有一定缓解和保护作用[5]。

黄精主要有效成分为黄精多糖,其具有调节淋巴细胞亚群和提高多种细胞因子表达的作用,文献研究[6]发现,黄精可提高超负荷游泳致阴虚内热模型大鼠血清免疫球蛋白 A、免疫球蛋白 G、免疫球蛋白 M 水平及白细胞介素-2 含量,提示黄精多糖对免疫抑制小鼠的免疫力有一定的增强作用。黄精多糖还可通过增加 T 淋巴细胞增殖能力及 $CD3^+$、$CD4^+$、$CD8^+$ 细胞数,提高机体的细胞免疫能力[7-8]。而本次实验结果未能得出受试物具有提高细胞免疫功能的结论,这可能是由于受试物中黄精多糖含量不足或不同功效成分存在拮抗作用。此外,小鼠的性别、实验环境及时间均能导致实验结果的差别。在非特异性免疫方面,有实验研究显示大鼠经大强度训练后巨噬细胞吞噬能力降低,而黄精多糖可显著提升其巨噬细胞吞噬能力[9],提示黄精多糖能提高大鼠的非特异性免疫功能,缓解大强度运动引起的机体免疫功能降低。

红景天主要功效成分为有红景天苷,研究[10]发现红景天苷具有丝裂原效应,能通过调节非特异性免疫功能增强腹腔巨噬细胞的杀瘤效应。红景天苷能促进脂多糖(LPS)和 γ-干扰素(IFN-γ)诱导的巨噬细胞增殖作用,对放线菌酮诱导的巨噬细胞凋亡有显著的抑制作用,对静息态和活化态的巨噬细胞吞噬功能均有增强作用,并能减少 LPS 和 IFN-γ 活化的巨噬细胞胞内活性氧的产生,从而提高巨噬细胞的吞噬能力。此外,红景天还具有较强的清除自由基能力,其能提高体内超氧化物歧化酶(SOD)、过氧化氢酶(CAT)和过氧化物酶(POD)活性,降低丙二醛含量,间接发挥提高机体免疫力的作用[11-12]。另有文献[13]指出,海参肽可以促进小鼠迟发型变态反应,显著提高溶血空斑数及小鼠巨噬细胞对鸡红细胞的吞噬率和吞噬指数,提示海参肽在一定程度上可增强细胞免疫和体液免疫功能,并提高单核-巨噬细胞的活性。

本实验中,各组小鼠体重、脾脏/体重比值、胸腺/体重比值均未见明显差异,表明受试物能有效保护小鼠胸腺和脾脏,防止胸腺组织萎缩,抑制脾脏增大,是一种具有良好开发前景的免疫调节剂。然而本研究未提示复方山药提取物制剂具有增强非特异免疫的功能,表明功效成分的简单配伍并不等于功能效果的叠加,不同成分的作用机制及量效关系、构效关系尚需明确。今后应继续开展不同剂量、不同配比情况下的实验研究及临床试验,以确定其提高免疫功能的效果及稳定性与安全性,以期研发出高效、安全的药食同源产品。

参 考 文 献

[1] 中华人民共和国卫生部. 保健食品检验与评价技术规范[S]. 北京:中华人民共和国卫生部,2003.

[2] 董庆海,吴福林,王涵,等. 山药的化学成分和药理作用及临床应用研究进展[J]. 特产研究,2018,40(4):98-103.

[3] 李志强,曹文富. 山药及其主要活性成分药理作用研究进展[J]. 中国老年学杂志,2013,33(8):1975-1976.

[4] 关倩倩,张文龙,杜方岭,等. 山药多糖生物活性及作用机理研究进展[J]. 中国食物与营养,2018,24(3):11-14.

[5] 龚凌霄,池静雯,王静,等. 山药中主要功能性成分及其作用机制研究进展[J]. 食品工业科技,2019,40(16):312-319.

[6] 赵文莉,赵晔,Yiider Tseng. 黄精药理作用研究进展[J]. 中草药,2018,49(18):4439-4445.

[7] 华岩,周碎平,梁金孟. 黄精多糖对大强度运动大鼠外周血肌酸激酶、尿素氮及部分免疫指标的影响[J]. 现代预防医学,2019,46(5):875-878.

[8] 叶绍凡. 黄精多糖对力竭运动小鼠胸腺胸腺指数、脾脏指数、T 淋巴细胞亚群、巨噬细胞吞噬功能的影响[J]. 基因组学与应用生物学,2015,34(1):60-65.

[9] 石娟,邓兴安,周玲,等. 黄精粗多糖对正常小鼠免疫功能的影响[J]. 中国现代应用药学,2011,28(1):18-21.

[10] 李凤林. 红景天苷药理作用的研究现状[J]. 现代食品科技,2013,29(4):916-920,893.

[11] 陈伟,马小琴,范文玺,等. 红景天主要成分对小鼠免疫细胞的促增殖转化作用[J]. 中国现代应用药学,2016,33(1):38-42.

[12] 张明发,沈雅琴. 红景天苷及其苷元酪醇的抗炎、抗肿瘤和免疫调节作用[J]. 药物评价研究,2013,36(3):228-234.

[13] 何丽霞,李勇. 海参肽生物学功能研究进展[J]. 食品科学,2015,36(9):215-218.

(收稿日期:2020-07-18)