

富硒青钱柳-黄精复方茶饮对小鼠的免疫调节作用

第12卷第9期
2021年5月

食品安全质量检测学报
Journal of Food Safety and Quality

Vol.12 No.9
May, 2021

富硒青钱柳-黄精复方茶饮对小鼠的免疫调节作用

陈丹¹, 罗丹¹, 白曦晨², 向极轩³, 樊建元⁴, 刘卫^{2,5*}

(1. 武汉百思凯瑞生物科技有限公司, 武汉 430075; 2. 华中科技大学大学生命科学与技术学院, 武汉 430074;
3. 湖北省恩施州农业科学院, 恩施 445099; 4. 恩施慧慧益臣生态农业发展有限公司, 恩施 445099;
5. 华中科技大学国家纳米药物工程技术研究中心, 武汉 430075)

摘要: **目的** 研究富硒青钱柳-黄精复方茶饮对正常小鼠免疫功能的影响。**方法** C57BL/6 正常小鼠随机分为对照组、阳性组、富硒青钱柳复方茶饮低、中、高剂量组, 灌胃给药 30 d 后, 分别测定小鼠平均个体质量、胸腺和脾脏指数、淋巴细胞增殖转化能力、腹腔巨噬细胞吞噬鸡红细胞能力、自然杀伤(natural killer, NK)细胞活性及血清溶血素生成水平(half hemolytic value, HC₅₀)等免疫学指标。**结果** 富硒青钱柳-黄精复方茶饮对小鼠平均个体质量没有明显影响, 高、中、低剂量均可提高淋巴细胞增殖刺激指数、腹腔巨噬细胞吞噬百分率及吞噬指数($P < 0.05$ 或 $P < 0.01$), 中剂量可显著提高胸腺指数及 NK 细胞活性($P < 0.01$), 低剂量可显著提高 HC₅₀($P < 0.01$)。**结论** 富硒青钱柳-黄精复方茶饮可显著增强正常小鼠的免疫功能。

关键词: 富硒青钱柳; 黄精; 细胞免疫; 体液免疫

Immunoregulatory function of selenium-enriched *Cyclocarya paliurus* and *Polygonatum sibiricum* compound tea on mice

CHEN Dan¹, LUO Dan¹, BAI Xi-Chen², XIANG Ji-Qian³, FAN Jian-Yuan⁴, LIU Wei^{2,5*}

(1. Wuhan Bestcarrier Biotechnology Co., Ltd., Wuhan 430075, China; 2. College of Life Science and Technology, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430074, China; 3. Enshi Academy of Agricultural Sciences, Enshi 445099, China; 4. Enshi Savant Ecological Agriculture Development Co., Ltd., Enshi 445099, China; 5. National Engineering Research Center for Nanomedicine, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430075, China)

ABSTRACT: **Objective** To evaluate the immunoregulatory function of selenium-enriched *Cyclocarya paliurus* and *Polygonatum sibiricum* compound tea on normal mice. **Methods** C57BL/6 normal mice were divided into 5 groups, included control group, positive drug group, selenium-enriched *Cyclocarya paliurus* and *Polygonatum sibiricum* compound tea low, medium and high dose groups, and all doses were given by gavage for 30 d. Average individual weight, indexes of thymus and spleen, the transforming ability of lymphocyte proliferation, the capability of rat's peritoneal macrophage englobing chicken red blood cell, natural killer (NK) cell activity and half hemolytic value (HC₅₀) in mice were measured. **Results** The selenium-enriched *Cyclocarya paliurus* and *Polygonatum sibiricum* compound tea had no significant effect on the average individual quality of mice. High, medium and low doses could increase the lymphocyte proliferation stimulation index, the phagocytic percentage of peritoneal macrophages and the phagocytic index ($P < 0.05$ or $P < 0.01$). The middle dose could significantly increased the thymus

基金项目: 湖北省科技支撑计划项目(2013BEC048)

Fund: Supported by Science and Technology Support Program of Hubei Province (2013BEC048)

*通信作者: 刘卫, 博士, 教授, 主要研究方向为生物制药。E-mail: wliu@hust.edu.cn

*Corresponding author: LIU Wei, Ph.D, Professor, College of Life Science and Technology, Huazhong University of Science and Technology, 1037 Luoyu Road, Hongshan District, Wuhan 430074, China. E-mail: wliu@hust.edu.cn

富硒青钱柳-黄精复方茶饮对小鼠的免疫调节作用

陈丹¹, 罗丹¹, 白曦晨², 向极钎³, 樊建元⁴, 刘卫^{2,5*}

(1. 武汉百思凯瑞生物科技有限公司, 武汉 430075; 2. 华中科技大学生命科学与技术学院, 武汉 430074;
3. 湖北省恩施州农业科学院, 恩施 445099; 4. 恩施慧益生态农业发展有限公司, 恩施 445099;
5. 华中科技大学国家纳米药物工程技术研究中心, 武汉 430075)

摘要: 目的 研究富硒青钱柳-黄精复方茶饮对正常小鼠免疫功能的影响。方法 C57BL/6 正常小鼠随机分为对照组、阳性组、富硒青钱柳复方茶饮低、中、高剂量组, 灌胃给药 30 d 后, 分别测定小鼠平均个体质量、胸腺和脾脏指数、淋巴细胞增殖转化能力、腹腔巨噬细胞吞噬鸡红细胞能力、自然杀伤(natural killer, NK)细胞活性及血清溶血素生成水平(half hemolytic value, HC₅₀)等免疫学指标。结果 富硒青钱柳-黄精复方茶饮对小鼠平均个体质量没有明显影响, 高、中、低剂量均可提高淋巴细胞增殖刺激指数、腹腔巨噬细胞吞噬百分率及吞噬指数($P < 0.05$ 或 $P < 0.01$), 中剂量可显著提高胸腺指数及 NK 细胞活性($P < 0.01$), 低剂量可显著提高 HC₅₀($P < 0.01$)。结论 富硒青钱柳-黄精复方茶饮可显著增强正常小鼠的免疫功能。

关键词: 富硒青钱柳; 黄精; 细胞免疫; 体液免疫

Immunoregulatory function of selenium-enriched *Cyclocarya paliurus* and *Polygonatum sibiricum* compound tea on mice

CHEN Dan¹, LUO Dan¹, BAI Xi-Chen², XIANG Ji-Qian³, FAN Jian-Yuan⁴, LIU Wei^{2,5*}

(1. *Wuhan Bestcarrier Biotechnology Co., Ltd., Wuhan 430075, China*; 2. *College of Life Science and Technology, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430074, China*; 3. *Enshi Academy of Agricultural Sciences, Enshi 445099, China*; 4. *Enshi Savant Ecological Agriculture Development Co., Ltd., Enshi 445099, China*; 5. *National Engineering Research Center for Nanomedicine, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430075, China*)

ABSTRACT: Objective To evaluate the immunoregulatory function of selenium-enriched *Cyclocarya paliurus* and *Polygonatum sibiricum* compound tea on normal mice. **Methods** C57BL/6 normal mice were divided into 5 groups, included control group, positive drug group, selenium-enriched *Cyclocarya paliurus* and *Polygonatum sibiricum* compound tea low, medium and high dose groups, and all doses were given by gavage for 30 d. Average individual weight, indexes of thymus and spleen, the transforming ability of lymphocyte proliferation, the capability of rat's peritoneal macrophage englobing chicken red blood cell, natural killer (NK) cell activity and half hemolytic value (HC₅₀) in mice were measured. **Results** The selenium-enriched *Cyclocarya paliurus* and *Polygonatum sibiricum* compound tea had no significant effect on the average individual quality of mice. High, medium and low doses could increase the lymphocyte proliferation stimulation index, the phagocytic percentage of peritoneal macrophages and the phagocytic index ($P < 0.05$ or $P < 0.01$). The middle dose could significantly increased the thymus

基金项目: 湖北省科技支撑计划项目(2013BEC048)

Fund: Supported by Science and Technology Support Program of Hubei Province (2013BEC048)

*通信作者: 刘卫, 博士, 教授, 主要研究方向为生物制药。E-mail: wliu@hust.edu.cn

*Corresponding author: LIU Wei, Ph.D, Professor, College of Life Science and Technology, Huazhong University of Science and Technology, 1037 Luoyu Road, Hongshan District, Wuhan 430074, China. E-mail: wliu@hust.edu.cn

index and NK cell activity ($P<0.01$), and the low dose could significantly increase the HC_{50} ($P<0.01$). **Conclusion** Elenium-enriched *Cyclocarya paliurus* and *Polygonatum sibiricum* compound tea can enhance the immune function of mice.

KEY WORDS: selenium-enriched *Cyclocarya paliurus*; *Polygonatum sibiricum*; cellular immunity; humoral immunity

0 引言

青钱柳(*Cyclocarya paliurus*)系胡桃科青钱柳属植物特有单种属,又名摇钱树(湖北、湖南、四川)、甜树茶(贵州)、一串钱(湖北)等,为我国特有的濒危树种^[1-2]。现代药理活性研究表明,青钱柳具有降糖、降压、降脂、抗肿瘤、抗氧化、抗菌和增强免疫等多种功效^[3]。硒是人体必需的重要营养元素,对维持免疫细胞正常形态有极为重要的影响^[4]。实验室前期采用叶面喷施有机硒肥的方式,通过生物转化得到富硒青钱柳多糖,研究发现富硒青钱柳多糖对小鼠免疫力的增强作用,较青钱柳多糖、青钱柳多糖与亚硝酸钠复配物效果更好^[5-7]。黄精(*Polygonatum sibiricum*)为百合科植物黄精、多花黄精或滇黄精的干燥根茎,黄精含有黄精皂苷、烟酸、糖类、甾类、氨基酸及微量元素,具有激发免疫、增强免疫、抗病毒、抗氧化、延缓衰老等作用^[8]。

本研究以中医药理论为指导,遵循配伍理论与原则,将富硒青钱柳叶提取物和传统补中益气、药食两用的黄精提取物进行复配制成富硒青钱柳-黄精复方,得到药食同源的保健茶饮。为进一步阐明富硒青钱柳-黄精复方营养与保健功能的作用机制,采用原国家食品药品监督管理局《增强免疫力功能评价方法(征求意见稿)》中规定的正常小鼠免疫功能评价实验方案^[9],从细胞免疫、体液免疫、单核-巨噬细胞功能、自然杀伤(natural killer, NK)细胞活性4个方面研究了富硒青钱柳-黄精复方茶饮对小鼠免疫功能的影响,以期富硒青钱柳-黄精复方健康产品的研究和开发提供理论及实验依据。

1 材料与方法

1.1 材料与仪器

1.1.1 动物与细胞

SPF级 C57BL/6 雄性小鼠,体重(16±2)g,许可证号:SCXK(鄂)2015-0018,实验动物、普通维持饲料由湖北省疾病预防控制中心提供。YAC-1 细胞(中国科学院昆明细胞库);羊血、鸡血(浙江联硕生物科技有限公司)。

1.1.2 药品与试剂

富硒青钱柳提取物(1g 提取物相当于生药 4.26 g,湖北省恩施州农业科学院);黄精提取物(1g 提取物相当于生

药 10 g,湖北恩施恩慧生物科技有限公司);贞芪扶正颗粒(修正药业集团股份有限公司);RPMI Medium 1640 培养基、胎牛血清(美国 Gibco 公司);噻唑蓝(thiazolyl blue tetrazolium bromide, MTT)、刀豆蛋白 A(concanavalin A, ConA)(美国 Sigma 公司);CytoTox 96®非放射性细胞毒性检测试剂盒(用于NK活性检测,美国 Promega 公司);其他试剂均为分析纯,国药集团化学试剂有限公司。

1.1.3 仪器

BS 124S 分析天平(德国 Sartorius 公司);Victor 多标记酶标仪(美国 Perkin Elmer 公司);SW-CJ-2FD 型超净工作台(苏州净化设备有限公司);HERACELL 150 型 CO₂ 培养箱(美国 Thermo 公司);CKX31 倒置生物显微镜(日本 Olympus 公司)。

1.2 方法

1.2.1 富硒青钱柳-黄精复方的制备

富硒青钱柳-黄精复方是以富硒青钱柳叶、黄精为主要原料,复配桑叶、甘草,经提取、配制等主要工序精制而成的茶粉,人体推荐剂量为每人每日 3g^[10]。

1.2.2 小鼠分组与给药

取 C57BL/6 雄性小鼠 50 只,随机分为 5 组:正常对照组,阳性药组,富硒青钱柳-黄精复方高、中、低剂量组,每组 10 只。正常对照组灌胃蒸馏水,阳性药采用贞芪扶正颗粒,给药剂量为 1.29 g/kg(成药量),富硒青钱柳-黄精复方低、中、高剂量组给药剂量为 0.39、0.77、1.55 g/kg(成药量)。供试品灌胃体积为 0.1 mL/10 g,每天给药 1 次,连续 30 d。

1.2.3 免疫器官指数测定

灌胃给药 30 d,给药 24 h 后,小鼠称重,眼眶取血,断颈处死,75%酒精消毒,无菌解剖,取胸腺、脾脏、肝脏,除去残留在脏器上的血液,称重计算脏器指数。

$$\text{脏器指数}(\text{mg/g}) = \frac{\text{脏器质量}}{\text{体质量}}$$

1.2.4 细胞免疫功能测定

采用 Con A 诱导小鼠脾淋巴细胞转化实验测定细胞免疫功能^[11]。无菌取脾,制成单个细胞悬液,将脾细胞重悬于 RPMI-1640 完全培养基中,调整细胞密度为 5×10^6 个/mL。将每一份脾细胞悬液分两孔加入 48 孔培养板中,每孔 300 μL ;一孔加 300 μL Con A 液(终浓度 2 $\mu\text{g/mL}$)作为实验组,另一孔加 300 μL 培养基作为对照组,置 37 $^{\circ}\text{C}$ 、5% CO₂ 孵箱中培养 72 h。培养结束前 4 h,每孔加入 MTT (5 mg/mL)30 μL ,继续培养 4 h。培养结束后,每孔小心吸

取 240 μL 上清液弃去, 然后加入 240 μL 细胞裂解液, 置 37 $^{\circ}\text{C}$ 、5% CO_2 孵箱中过夜。用酶标仪, 以 570 nm 波长测定光密度值(optical density, OD), 计算刺激指数。

$$\text{刺激指数(SI)} = \frac{\text{实验孔OD}}{\text{对照孔OD}}$$

1.2.5 体液免疫功能测定

采用血清溶血素(half hemolytic value, HC_{50})实验测定小鼠体液免疫功能^[2]。取血清用生理盐水稀释 200 倍。将稀释后的血清 100 μL 置 1.5 mL 离心管中, 依次加入 10% (V/V) 绵羊红细胞(sheep red blood cell, SRBC) 50 μL , 补体 100 μL (用生理盐水按体积稀释 1:8, V/V)。置 37 $^{\circ}\text{C}$ 恒温水浴中保温 30 min 后, 冰浴终止反应, 2000 r/min 离心 10 min。取上清液 50 μL 加入到平底 96 孔板中, 加都氏液 150 μL ; SRBC 半数溶血值测定组加 10% (V/V) SRBC 12.5 μL , 都氏液 187.5 μL ; 上述各项均设 3 个平行孔, 振荡混匀 10 min, 540 nm 测定光密度值(OD)。

$$HC_{50} = \frac{\text{样品OD值}}{\text{SRBC半数溶血时OD值}} \times \text{血清稀释倍数}$$

1.2.6 单核-巨噬细胞功能测定

采用小鼠巨噬细胞吞噬鸡红细胞实验测定单核-巨噬细胞功能^[3]。于给药第 7 d 每只动物腹腔注射 2% (V/V) 绵羊红细胞悬液 0.2 mL, 免疫 4 d, 末次给药 24 h 脱颈椎处死, 于无菌条件下, 每只小鼠腹腔注射加入含 5% FBS 的 Hank's 液 2 mL, 用吸管吸取腹腔洗液至试管内。将 0.3 mL 腹腔洗液与 0.3 mL 1% 的鸡红细胞悬液中混匀, 滴于载玻片上并推平, 37 $^{\circ}\text{C}$ 培养箱中孵育 30 min。孵育结束后生理盐水冲去附着的细胞, 用甲醇固定 1 min, Giemsa 液染色 12 min, 用双蒸水冲洗, 晾干。油镜下观察小鼠腹腔巨噬细胞的吞噬情况, 计数 100 个巨噬细胞中吞噬鸡红细胞的巨噬细胞数和鸡红细胞个数, 计算吞噬百分率和吞噬指数。

$$\text{吞噬百分率(\%)} = \frac{\text{吞噬鸡红细胞的巨噬细胞数}}{\text{计数的巨噬细胞数}} \times 100$$

$$\text{吞噬指数(\%)} = \frac{\text{被吞噬鸡红细胞总数}}{\text{计数的巨噬细胞数}} \times 100$$

1.2.7 NK 细胞活性测定

NK 细胞活性测定按照 CytoTox 96[®] 非放射性细胞毒性检测试剂盒说明操作^[4]。无菌取脾, 制成单细胞悬液。裂解红细胞后, 加入适量含 10% 小牛血清的 RPMI-1640 完全培养液调整细胞密度为 2×10^7 个/mL; 实验前 24 h 将 YAC-1 细胞进行传代培养, 用 RPMI-1640 完全培养液调整细胞密度为 4×10^5 个/mL。反应孔取效应细胞和靶细胞各 50 μL (效靶比 50:1), 加入到 U 型 96 孔板, 靶细胞自然释放孔加靶细胞和培养液各 50 μL , 靶细胞最大释放孔加靶细胞和裂解液各 50 μL , 上述各项设 3 个平行孔; 于 37 $^{\circ}\text{C}$ 、5% CO_2 培养箱中培养 4 h, 将 96 孔培养板 1500 r/min 离心 5 min, 每孔吸取上清 50 μL 置平底 96 孔板中, 同时加入底物混合物 50 μL , 振荡混匀后避光室温孵育 30 min 后, 每孔加入 50 μL 终止液,

在酶标仪 490 nm 处测定光密度值(OD)。

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

1.2.8 统计学方法

采用 SPSS 20.0 软件对实验数据进行统计学分析, 对实验数据进行分析, 结果以 $\bar{x} \pm s$ 表示。先进行方差齐性检验, 方差齐则进行单因素方差分析, 差异显著后采用最小显著性差异(least significant difference, LSD)法进行组间多重比较, $P < 0.05$ 差异显著, $P < 0.01$ 表示差异极显著。

2 结果与分析

2.1 富硒青钱柳-黄精复方对小鼠平均个体质量的影响

实验中, 小鼠平均个体质量的变化见表 1。各给药组小鼠各期平均个体质量及增重与对照组比较, 差异均无显著性($P > 0.05$), 说明富硒青钱柳-黄精复方茶饮对小鼠平均个体质量无明显影响。

表 1 小鼠平均个体质量给药前后变化($\bar{x} \pm s$, $n=8$)
Table 1 Effect on body weight in mice before and after administration($\bar{x} \pm s$, $n=8$)

组别	剂量/(mg/kg)	给药前/g	给药后/g	增重/g
对照组	0	17.62 \pm 0.64	23.81 \pm 1.49	6.19 \pm 1.28
阳药组	1.29	17.50 \pm 0.86	22.30 \pm 1.45	4.80 \pm 1.64
低剂量组	0.39	17.58 \pm 0.89	22.41 \pm 1.21	4.84 \pm 1.56
中剂量组	0.77	17.31 \pm 1.16	22.96 \pm 1.00	5.65 \pm 1.39
高剂量组	1.55	17.50 \pm 0.82	23.15 \pm 1.08	5.56 \pm 1.64

2.2 对小鼠免疫器官脏器指数的影响

胸腺和脾脏是淋巴细胞定居、分化和成熟的场所, 免疫器官脏器指数可间接体现机体的免疫水平^[11]。由表 2 可知, 与对照组相比, 富硒青钱柳-黄精复方茶饮中剂量组脾脏指数的增加具有显著意义($P < 0.01$)。各组实验小鼠的胸腺指数没有显著差异。

表 2 小鼠免疫器官脏器指数的测定结果($\bar{x} \pm s$, $n=8$)
Table 2 Test results of the organ index of immune organs in mice($\bar{x} \pm s$, $n=8$)

组别	剂量/(mg/kg)	脾脏指数/(mg/g)	胸腺指数/(mg/g)
对照组	0	3.1825 \pm 0.3093	1.3710 \pm 0.0486
阳药组	1.29	3.6056 \pm 0.3019	1.3761 \pm 0.0596
低剂量组	0.39	3.2730 \pm 0.5483	1.3585 \pm 0.0340
中剂量组	0.77	3.7526 \pm 0.2735**	1.3247 \pm 0.1199
高剂量组	1.55	3.6716 \pm 0.6057	1.3796 \pm 0.0716

注: 与对照组相比, ** $P < 0.01$ 。

2.3 对小鼠细胞免疫功能的影响

淋巴细胞主要分布于外周免疫器官及血液中,当其受到外来抗原刺激时会发生增殖现象^[14]。Con A可刺激淋巴细胞发生增殖和分化,与体内淋巴细胞的活化过程相似,因此Con A诱导的淋巴细胞转化常被用来作为评价细胞免疫功能的指标。由表3可知,阳性药可提高小鼠脾淋巴细胞增殖的刺激指数($P < 0.05$),富硒青钱柳-黄精复方茶饮低、中、高剂量组的小鼠脾淋巴细胞的刺激指数较对照组增高,且有统计学意义($P < 0.01$ 或 $P < 0.05$)。结果表明,富硒青钱柳-黄精复方茶饮可提高机体的细胞免疫功能。

表3 小鼠细胞免疫功能的测定结果($x \pm s, n=8$)
Table 3 Test results of mouse cellular immune function ($x \pm s, n=8$)

组别	剂量/(mg/kg)	脾淋巴细胞刺激指数
对照组	0	1.0474 ± 0.0514
阳性组	1.29	1.1368 ± 0.0878*
低剂量组	0.39	1.4693 ± 0.3847**
中剂量组	0.77	1.3635 ± 0.2991*
高剂量组	1.55	1.2658 ± 0.1212*

注:与对照组相比,* $P < 0.05$,** $P < 0.01$ 。

2.4 对小鼠体液免疫功能的影响

当给小鼠注射SRBC,会刺激B淋巴细胞分泌溶血素,血清中溶血素水平可以用来评价机体的体液免疫状态^[15]。由表4可知,富硒青钱柳-黄精复方茶饮能增强小鼠血清 HC_{50} 水平,与对照组比较,富硒青钱柳-黄精复方茶饮低剂量组差异具有显著性($P < 0.01$)。结果表明,富硒青钱柳-黄精复方茶饮可提高机体的体液免疫功能。

表4 小鼠体液免疫功能的测定结果($x \pm s, n=8$)
Table 4 Test results of mouse humoral immune function ($x \pm s, n=8$)

组别	剂量/(mg/kg)	HC_{50}
对照组	0	63.24 ± 21.02
阳性组	1.29	83.40 ± 24.48
低剂量组	0.39	100.36 ± 19.30**
中剂量组	0.77	85.81 ± 23.55
高剂量组	1.55	79.75 ± 16.66

注:与对照组相比,** $P < 0.01$ 。

2.5 对小鼠单核-巨噬细胞功能的影响

巨噬细胞被激活后,吞噬能力强,可有效防御由内源性或外源性病原体侵害^[16]。由表5可知,富硒青钱柳-黄精

复方茶饮低、中、高剂量组均能提高小鼠巨噬细胞吞噬鸡红细胞吞噬百分率和吞噬指数,与对照组比较,差异具有显著性($P < 0.01$ 或 $P < 0.05$)。结果表明,富硒青钱柳-黄精复方茶饮可提高的单核-巨噬细胞功能。

表5 小鼠单核-巨噬细胞功能的测定结果($x \pm s, n=8$)
Table 5 Test results of the mononuclear macrophage function in mice ($x \pm s, n=8$)

组别	剂量/(mg/kg)	吞噬百分率/%	吞噬指数
对照组	0	15.00 ± 3.55	0.1888 ± 0.0564
阳性组	1.29	19.38 ± 3.58*	0.2475 ± 0.0413*
低剂量组	0.39	19.88 ± 2.59**	0.2688 ± 0.0203**
中剂量组	0.77	18.75 ± 2.12*	0.2538 ± 0.0385*
高剂量组	1.55	20.13 ± 2.85**	0.2688 ± 0.0482**

注:与对照组相比,* $P < 0.05$,** $P < 0.01$ 。

2.6 对小鼠NK细胞活性的影响

NK细胞是介导非特异性免疫的主要效应细胞,无MHC限制性,无抗体特异性,直接杀伤或通过分泌细胞毒性因子清除抗原^[17]。由表6可知,在本研究中,与对照组相比,富硒青钱柳-黄精复方茶饮可提高NK细胞活性,其中中剂量组有统计学意义($P < 0.01$)。结果表明,富硒青钱柳-黄精复方茶饮可提高NK细胞的活性。

表6 小鼠NK细胞活性的测定结果($x \pm s, n=8$)
Table 6 Test results of NK cell activity in mice ($x \pm s, n=8$)

组别	剂量/(mg/kg)	NK细胞活性/%
对照组	0	41.84 ± 10.41
阳性组	1.29	44.73 ± 14.70
低剂量组	0.39	50.99 ± 7.61
中剂量组	0.77	56.79 ± 6.48**
高剂量组	1.55	51.83 ± 10.19

注:与对照组相比,** $P < 0.01$ 。

3 结论与讨论

随着生活方式的转变,人口老龄化、疾病谱的变化,21世纪的医疗模式将从单纯的治疗型向预防保健型方向转化^[18]。机体的免疫系统及其免疫应答对机体的健康成长及各种生理功能的提高有着极其重要的作用^[19]。中药复方保健食品以中医药养生理论为指导,中医体质辨识为基础,结合现代科学技术手段,复方保健食品中各味中药通过优势互补,达到提高机体免疫力的目的^[20]。

本研究以正常C57BL/6雄性小鼠为研究对象,初步

探讨富硒青钱柳-黄精复方茶饮的增强免疫功能的作用。结果表明,富硒青钱柳-黄精复方茶饮能提高小鼠巨噬细胞的吞噬能力和提高脾 T 淋巴细胞免疫功能,对小鼠的体液免疫功能和 NK 细胞的活性有一定的提高。由此可见,富硒青钱柳-黄精复方茶饮可从多个途径提高小鼠的免疫功能。本研究中,富硒青钱柳-黄精复方茶饮低剂量组对脾淋巴细胞转化刺激指数和 HC_{50} 影响最显著,而高剂量和低剂量分别对单核-巨噬细胞功能和 NK 细胞功能影响最显著。中药保健品在提高机体免疫功能方面的作用是“多元化的”,不同中药对免疫的各个方面表现出来的侧重点不同,复方中药保健品对细胞免疫、体液免疫、单核-巨噬细胞功能、NK 细胞活性等功能的影响也可能存在差异^[20]。

本研究是用现代药理学方法从免疫器官指数、细胞免疫功能、体液免疫功能、单核-巨噬细胞功能、NK 细胞活性等方面研究了富硒青钱柳-黄精复方茶饮对小鼠免疫功能的影响,研究结果表明富硒青钱柳-黄精复方茶饮可显著增强正常小鼠的免疫功能,为富硒青钱柳-黄精复方健康产品的研究和开发提供理论及实验依据。

参考文献

- [1] 何春年,彭勇,肖伟,等.青钱柳神茶的应用历史与研究现状[J].中国现代中药,2012,14(5):62-68.
HE CN, PENG Y, XIAO W, et al. The application history and research status of *Cyclocarya paliurus* tea [J]. Chin Med, 2012, 14(5): 62-68.
- [2] XIE JH, DONG CJ, NIE SP, et al. Extraction, chemical composition and antioxidant activity of flavonoids from *Cyclocarya paliurus* (Batal.) Ijinskaja leaves [J]. Food Chem, 2015, 186: 97-105.
- [3] 邹荣娟,吴少雄,张妮,等.青钱柳的分布、化学成分及药理作用研究进展[J].中国药房,2017,28(11):1449-1451.
ZOU RC, WU SJ, ZHANG N, et al. Advances in the research on distribution, chemical constituents and pharmacological action of *Cyclocarya paliurus* [J]. China Pharm, 2017, 28(11): 1449-1451.
- [4] 王晶晶,孟繁磊,魏春雁.硒的生理作用及作用机制研究进展[J].沈阳药科大学学报,2018,35(12):1076-1083.
WANG JJ, MENG FL, WEI CY. Research progress on the pharmacological activities and their mechanism of selenium compounds [J]. J Shenyang Pharm Univ, 2018, 35(12): 1076-1083.
- [5] 吕菡,陈作涛,许琦,等.有机富硒肥对青钱柳叶中硒、微量元素及功效成分的影响[J].农学报,2016,6(5):39-42.
LV M, CHEN WH, XU Q, et al. Effects of organic selenium fertilizer on selenium, trace elements and active components in *Cyclocarya paliurus* [J]. J Agric, 2016, 6(5): 39-42.
- [6] 张浩,陈作涛,马方旭,等.富硒青钱柳多糖对糖尿病模型小鼠血糖、血脂和免疫力的影响[J].食品科学,2017,38(17):228-232.
ZHANG H, CHEN WH, MA FX, et al. Effect of selenium polysaccharide from *Cyclocarya paliurus* (Batal.) Ijinskaja on blood glucose, serum lipid and immunity in diabetic mice [J]. Food Sci, 2017, 38(17): 228-232.
- [7] 姜妮,罗丹,谭开祥,等.富硒青钱柳多糖对糖尿病模型小鼠降血糖研究[J].中医药导报,2018,24(17):66-69.
JIANG N, LUO D, TAN KX, et al. Study of selenium polysaccharide from *Cyclocarya paliurus* (Batal.) Ijinskaja in blood glucose of diabetic mice [J]. Guid J Tradit Chin Med Pharm, 2018, 24(17): 66-69.
- [8] 顾晓龙,罗明友.黄精对小鼠免疫调节作用的影响研究[J].四川畜牧兽医,2019,46(4):24-26.
GU XL, LUO MY. Study on the immunomodulation effect of *Polygonatum sibiricum* on mice [J]. Sichuan Anim Vet Sci, 2019, 46(4): 24-26.
- [9] 齐晓甜,赵春颖,张永祥,等.中药类保健食品增强免疫力功能评价现状和研究策略[J].中国中药杂志,2019,44(5):875-879.
QI XT, ZHAO CY, ZHANG YX, et al. Current evaluation situation and research strategies on enhanced immune function of health food containing Chinese materia medica [J]. Chin J Chin Mater Med, 2019, 44(5): 875-879.
- [10] 刘卫,向根钊,谭开祥,等.一种具有降血糖、降血脂功效的组合物、饮料及其应用[P].中国:CN10728006A,2017-10-24.
LIU W, XIANG JQ, TAN KX, et al. The invention relates to a composition with the functions of reducing blood sugar and blood fat and its application [P]. China:CN10728006A, 2017-10-24.
- [11] 陈丹,李立勇,霍小位,等.脚丫平对 S180 荷瘤小鼠抑瘤作用及免疫功能的影响[J].中国实验方剂学杂志,2014,20(4):141-145.
CHEN D, LI LY, HUO XW, et al. Antitumor and immunoregulation effects of Feiliping on mice of S180 cells-derived tumor [J]. Chin J Exp Tradit Med Form, 2014, 20(4): 141-145.
- [12] 王灿红,彭德乾,吴玉兰,等.通体结香技术产沉香醇提物增强免疫作用研究[J].时珍国医国药,2020,31(5):1073-1075.
WANG CH, PENG DQ, WU YL, et al. Study on enhancing immune function of agarwood alcohol extract produced via whole-tree agarwood-inducing technique of *Aquilaria sinensis* [J]. Lishizhen Med Mater Med Res, 2020, 31(5): 1073-1075.
- [13] 任立斌,刘磊,王鹤,等.灵芝沙棘雪莲并增强小鼠免疫力功能研究[J].现代中药研究与实践,2020,34(4):26-29.
REN LH, LIU L, WANG H, et al. Study on immune enhancement of *Ganoderma lucidum*-sea-buckthorn-saxaurea tablets in mice [J]. Res Pract Chin Med, 2020, 34(4): 26-29.
- [14] 赵宏宇,崔林虎,张伟云.蛹虫草对小鼠体液免疫功能和NK细胞活性的影响[J].园艺与种苗,2020,40(2):3-5,49.
ZHAO HY, CUI LH, ZHANG WY. Effect of *Cordyceps militaris* on humoral immunity and NK cell activity of mice [J]. Horti Seed, 2020, 40(2): 3-5, 49.
- [15] PUMPUANG A, DUNACHIE SJ, PHOKRAI P, et al. Comparison of O-polysaccharide and hemolysin co-regulated protein as target antigens for serodiagnosis of melioidosis [J]. PLoS Negl Trop Dis, 2017, 11(3): e0005499.
- [16] 索金玲,梁秋元,张彦.酵母山植茯苓组合物增强小鼠免疫力的研究[J].食品安全质量检测学报,2020,11(5):1548-1553.
SUO JL, LIANG QY, ZHANG Y. Research on enhancing immunity of mice with the composition of yeast, Hawthorn and *Poria cocos* [J]. J Food

SafQual, 2020, 11(5): 1548-1553.

- [17] DAHLBERG C I, SARHAN D, CHROBOK M, *et al.* Natural killer cell-based therapies targeting cancer: possible strategies to gain and sustain anti-tumor activity [J]. *Front Immunol*, 2015, 6: 605.
- [18] HONG YH, YI YS, HAN SY, *et al.* *Merinda citrifolia* Nani water extract enhances innate and adaptive immune responses in healthy mice, *ex vivo*, and *in vitro* [J]. *Phytother Res*, 2019, 33(3): 676-689.
- [19] HUANG SQ, LI JW, WANG Z, *et al.* Optimization of alkaline extraction of polysaccharides from *Ganoderma lucidum* and their effect on immune function in mice [J]. *Molecules*, 2010, 15(5): 3694-3708.
- [20] 韩飞, 彭珍, 周志瑜, 等. 功效性分类中药对提高机体免疫功能的研究进展[J]. *中草药*, 2016, 47(14): 2549-2555.
- HAN F, PENG Z, ZHOU ZY, *et al.* Research progress in functional classification of Chinese materia medica on improving organism immune function [J]. *Chin Tradit Herb Drug*, 2016, 47(14): 2549-2555.

(责任编辑: 韩晓红)

作者简介



陈丹, 硕士, 助理研究员, 主要研究方向为保健食品功效评价。
E-mail: yaoxuechendan@163.com



刘卫, 博士, 教授, 主要研究方向为生物制药。
E-mail: wliu@hust.edu.cn