

白藜芦醇改善 γ 射线诱导的 T-淋巴细胞损伤大鼠的免疫功能

卓微伟

(江苏医药职业学院药学院, 江苏盐城 224005)

摘要: 本文研究了白藜芦醇改善 γ 射线诱导的 T-淋巴细胞损伤大鼠的免疫功能。选取 SPF 级 50 只 SD 健康大鼠, 随机分为空白组、模型组、低剂量组 (20 $\mu\text{mol/L}$)、中剂量组 (40 $\mu\text{mol/L}$) 和高剂量组 (80 $\mu\text{mol/L}$), 建立 γ 射线诱导的 T 淋巴细胞损伤模型大鼠。建模成功后, 对大鼠进行白藜芦醇灌胃处理, 按实验设计对大鼠细胞 T 细胞增殖率、T 淋巴细胞核因子- $k\text{B}$ (Nuclear factor $k\text{B}$, NF- $k\text{B}$) 表达、T 淋巴细胞 (CD3、CD4、CD8)、干扰素- γ (Interferon- γ , IF- γ)、白介素-12 (Interleukin-12, IL-12)、白介素-4 (Interleukin-4, IL-4)、白介素-3 (Interleukin-3, IL-3) 水平进行检测。结果表明, 中剂量组 (40 $\mu\text{mol/L}$) 白藜芦醇的 T 细胞增殖率、CD3、CD4、CD8、CD4/CD8 分别为 2.15%、54.15%、35.11%、21.45%、2.11。白藜芦醇对 T 细胞分泌的 IF- γ 、IL-12、IL-4、IL-3 的水平分别为 21546.15 pg/mL、212.15 pg/mL、645.56 pg/mL、221.15 pg/mL, 与其他实验组均呈显著差异 ($p < 0.05$), 说明白藜芦醇能够明显抑制调节 T 细胞, 改善大鼠的免疫功能。

关键词: 白藜芦醇; γ 射线诱导; T 淋巴细胞

文章编号: 1673-9078(2020)11-49-53

DOI: 10.13982/j.mfst.1673-9078.2020.11.0492

Resveratrol Improved the Immune Function of Rats Exposed to T-lymphocyte Injury Induced by Samray

ZHUO Wei-wei

(Department of Pharmacy, Jiangsu Vocational College of Medicine, Yancheng 224005, China)

Abstract: To study the effect of resveratrol on immune function of rats exposed to t-lymphocyte injury induced by tpa, 50 SPF-level SD healthy rats were randomly divided into blank group, model group, low-dose group (20 $\mu\text{mol/L}$), medium-dose group (40 $\mu\text{mol/L}$) and high-dose group (80 $\mu\text{mol/L}$), to establish the tlymphocyte injury model rats induced by γ -ray. After successful modeling, rats were given resveratrol by gavage. According to the experimental design, the proliferation rate of T cells, nuclear factor $k\text{B}$ of T lymphocytes (NF- $k\text{B}$) expression, level of T lymphocytes (CD3, CD4, CD8), interferon- γ (IF- γ), interleukin-12 (IL-12), interleukin-4 (IL-4), and interleukin-3 (IL-3) were detected. The results showed that the proliferation rate, CD3, CD4, CD8 and CD4/CD8 of resveratrol group (40 $\mu\text{mol/L}$) were 2.15%, 54.15%, 35.11%, 21.45% and 2.11, respectively. The levels of IF- γ , IL-12, IL-4 and IL-3 secreted by T cells were 21546.15 pg/mL, 212.15 pg/mL, 645.56 pg/mL and 221.15 pg/mL, respectively, which were significantly different from those of other experimental groups ($p < 0.05$). It is understood that resveratrol can significantly inhibit and regulate T cells and improve the immune function of rats.

Key words: resveratrol; induced by beta ray; T lymphocyte damage

引文格式:

卓微伟.白藜芦醇改善 γ 射线诱导的 T-淋巴细胞损伤大鼠的免疫功能[J].现代食品科技,2020,36(11):49-53

ZHUO Wei-wei. Resveratrol improved the immune function of rats exposed to T-lymphocyte injury induced by samray [J]. Modern Food Science and Technology, 2020, 36(11): 49-53

白藜芦醇在食品加工、保健行业中都得到了广泛的应用。在保健方面,其具有抗衰老的作用,被誉为“世界上功能性最强的饮料”,在医药方面,未见较多报道,

收稿日期: 2020-05-25

基金项目: 江苏高校品牌专业建设工程资金项目 (PPZY2015A097)

作者简介: 卓微伟 (1987-), 女, 讲师, 研究方向: 生物医学、生物制药

但国外的专利药品具有代表性。白藜芦醇作为药物的开发具有强大的潜力^[1,2]。有实验结果表明^[3], 白藜芦醇具有抗氧化、抗炎、抗癌等作用, 还能够起到保护心血管的作用。白藜芦醇能够有效改善大鼠心肌梗死大鼠保护作用, 但机制尚不明确。其还属于一种非黄酮类多酚化合物, 并且多存在于植物中, 如花生、葡

萄^[4]。其较易于吸收,代谢后通常以粪便的形式排出。

白藜芦醇能够对乳腺癌、结肠癌、胃癌等多种肿瘤细胞中均有显著的抑制作用,有学者通过实验证明了白藜芦醇对黑色素瘤细胞具有明显的抑制作用^[5]。根据法国人日常摄入大量脂肪,但其心血管疾病发病率与死亡率均低于欧洲其他国家,其可能与日常大量的饮用葡萄酒有关,而白藜芦醇是其主要的活性保护因子。有研究表明^[6],白藜芦醇能够通过与人体的雌性激素相结合进而调节血液中的胆固醇水平,能够抑制血小板形成血块粘附血管壁,进而抑制心血管疾病的发生及发展,大大减轻人体患心血管病的风险。氧化损伤是损害人体损伤的主要因素之一,自由基的过多会攻击人体细胞组织引起的连锁反应,导致疾病的产生,造成免疫系统的紊乱。而免疫是人类赖以生存的条件,能够监视外来物质的侵害,维护自身系统的稳定^[7,8]。氧化和提高免疫力是预防疾病、强身健体的必需途径。陈昌喆等^[9]研究表明,白藜芦醇(Resveratrol)可抑制氧化应激环境中人脐静脉内皮细胞(Human Umbilical Vein Endothelial Cells, HUVECs)细胞的衰老及凋亡、促进细胞增殖,对HUVECs细胞具有保护作用,其机制与RSV改变相关蛋白表达有关。因此研究白藜芦醇对 γ 射线诱导的T淋巴细胞损伤模型大鼠的影响,讨论其保护作用,为 γ 射线诱导的T淋巴细胞损伤的预防及治疗提供了实验依据。

1 材料与方法

1.1 材料

研究动物:选取无特定病原体动物(Specific Pathogen Free, SPF)级50只SD健康大鼠,由常州卡文斯实验动物有限公司提供,动物许可证号(SCXK(苏)2011-0003),鼠龄(3.8±0.5)个月,体重(226.7±10.5)g。所有大鼠均养殖在干净笼子里,室温在(22.1±1.8)℃,相对湿度35%~40%,每天光照12h,喂饮纯净水,饲养时间一周。

1.2 主要试剂

白藜芦醇, Sigma公司; TGF- β 试剂盒, 上海晶抗生物工程有限公司; IFN- γ 试剂盒, 武汉益普生物科技有限公司, 其他检测试剂盒, 南京赛博生物。

1.3 方法

1.3.1 白藜芦醇提取制备

采用溶剂法提取白藜芦醇,称取60目虎杖粉末1g,放置于100mL瓶中,按照一定的料液比例,添加

60%的乙醇溶液,调节后的样品溶液pH后密封,对其称重。放到一定温度的水中进行水浴到一定的时间,放置后将其冷却、补重、过滤稀释后,以提取溶剂为参比,在紫外分光光度计上测定滤液波长331nm、333nm吸光度,计算提取得率。

1.3.2 建模及分组

随机选取50只大鼠中10只作为空白组,其余大鼠参照王辉等^[10]研究实验中 γ 射线诱导的T淋巴细胞损伤模型的建立方法建立诱导的T淋巴细胞损伤大鼠模型,给予各组大鼠进行腹部Cs伽马射线进行照射,吸收剂量为6.0Gy,源靶距为40cm,吸收剂量为0.73Gy/min。阳性对照组加入1mL左旋咪唑溶液(浓度为:20 μ g/mL);白藜芦醇使用0.5%的羧甲基纤维素溶液配合制成悬浊液,照射前7d~28d后灌胃处理,分为低剂量组、中剂量组、高剂量组,剂量分别为20 μ mol/L、40 μ mol/L、80 μ mol/L。

1.3.3 样本采集

抽取五组大鼠颈总动脉血3mL,将抽取的动脉血在抗凝管中保存,之后进行离心处理,离心机使用3000r/min的转速离心机离心,离心处理时间大约为10min左右,之后离心后的静脉血放入洁净的EP试管中,将上层血清分离出,在温度为-80℃环境中保存,待用。

1.3.4 T细胞增殖率

将提取的细胞浓度调脂呈 2×10^6 cfu/mL。每孔100 μ L加入到96孔培养板中,经 γ 射线照射诱导的模型组,添加20 μ mol/L、40 μ mol/L、80 μ mol/L剂量的白藜芦醇为20 μ mol/L低剂量组、40 μ mol/L中剂量组、80 μ mol/L高剂量组,每组做6次重复,将培养板放置在37℃、5%CO₂中进行培养72h。细胞增殖率(%)=(实验组OD-对照组OD)/对照组OD \times 100%。

1.3.5 T淋巴细胞NF- κ B表达检测

采用链霉亲和素-生物素复合物(strept avidin-biotin complex, SABC)免疫组化染色测定,实验磷酸缓冲盐溶液(phosphate buffer saline, PBS)代替一抗做为阴性对照,预实验确定NF- κ B一抗的最佳工作浓度为:1:100。

1.3.6 CD3、CD4、CD8 T淋巴细胞检测

采用流式细胞术对CD3、CD4、CD8、CD4/CD8水平进行检测。T淋巴细胞转化值=[实验组平均OD值-对照组平均OD值]/对照组平均OD值 \times 100%

1.3.7 IF- γ 、IL-12、IL-4、IL-3水平检测

按照酶联免疫吸附测定法(Enzyme-Linked ImmunoSorbent Assay, ELISA)试剂盒说明对IF- γ 、IL-12、IL-4、IL-3水平进行检测,使用酶标仪在570nm

处检测待测孔 OD 值, 根据标准品 OD 值绘制标准曲线, 通过曲线计算 IF- γ 、IL-12、IL-4、IL-3 浓度。

1.4 统计学处理

采用 SPSS 151469.0 统计软件包进行统计分析处理。计量资料采用均数 \pm 标准差 ($\bar{x} \pm s$) 描述, 多组间比较采用 F 值检验, 两组间比较采用独立样本 t 检验, $p < 0.05$ 具有统计学意义。

2 结果与讨论

2.1 不同浓度白藜芦醇对 T 细胞增殖率比较

表 1 不同浓度白藜芦醇对 T 细胞增殖率比较

Table 1 Comparison of T cell proliferation rate with different concentrations of resveratrol

组别	T 细胞增殖率/%
正常组	2.01 \pm 0.15 ^a
模型组	4.01 \pm 0.11 ^b
阳性对照组	3.89 \pm 0.12 ^c
低剂量组	3.56 \pm 0.25 ^d
中剂量组	2.15 \pm 0.33 ^e
高剂量组	2.14 \pm 0.35 ^e

注: 同列字母不同表示差异性显著, $p < 0.05$ 。下表同。

γ 射线会对淋巴细胞产生一定的刺激作用, 导致其体积增大, 代谢旺盛, 加速转化并刺激 T 细胞的增殖, 根据淋巴细胞的高低能够促进有丝分裂激活 T 细胞增殖反应程度^[10]。能够反映出机体的细胞免疫水平并作为推测人 T 细胞的识别特异性抗原增殖反应能力^[11]。在本文研究中显示, 浓度为 40 $\mu\text{mol/L}$ T 细胞增殖率为 (2.15%) 明显低于 20 $\mu\text{mol/L}$ (3.56%), 具有统计学差异 ($p < 0.05$), 高剂量组 T 细胞增殖率为 (2.14%) 低于中剂量组, 但无差异, 因此 40 $\mu\text{mol/L}$ 可作为最佳剂量。白藜芦醇能够有效预防心血管疾病及癌症是一种天然的抗氧化剂, 能够抑制血小板凝结和血管舒张, 能够保持血液畅通^[12]。因此常用来抗动脉粥样硬化和冠心病及高血脂的防治。其还能够预防癌症的发生及发展, 其含有抑制肿瘤的雌激素样作用, 对乳腺癌、子宫肌瘤等肿瘤疾病, 均有较好的疗效。白藜芦醇在保健品中也有相当多的应用, 其能够降低心血管疾病的发生, 同时还能够降低胆固醇, 在日本, 白藜芦醇作为食品添加剂使用, 能够减少人血清脂质, 加速肝脏代谢活动。其还能够作为抗氧化剂扩张血管, 能够有效的抑制血管细胞中组织因子和细胞的异常表达, 进而能够防止心血管疾病的发生。

2.2 不同浓度白藜芦醇对 T 淋巴细胞 NF- κ B

表达的影响

NF- κ B 是一种重要的核转录因子, 其能够参与免疫及炎症反应等多种反应物质金银表达调控, NF- κ B 在细胞的增殖、凋亡中也发挥着关键作用, NF- κ B 是调节同种移植免疫排斥反应相关基因表达的关键转录因子。移植物排斥反应与 NF- κ B 非正常激活有关, 并且与急性排斥反应、移植物长期存活及慢性排斥反应存在直接关系^[13]。在本文研究中显示, 中剂量组 T 淋巴细胞 NF- κ B 表达为 (29.88 $\mu\text{g/mL}$) 较低剂量组 (21.25 $\mu\text{g/mL}$) 明显升高, 具有统计学差异 ($p < 0.05$), 高剂量组 T 淋巴细胞 NF- κ B 表达 (29.90 $\mu\text{g/mL}$) 高于中剂量组, 但无差异 ($p > 0.05$)。王辉等研究结果表明^[14], 白藜芦醇可以抑制调节 T 细胞, 改善受照小鼠的免疫功能。

表 2 不同浓度白藜芦醇对 T 淋巴细胞 NF- κ B 表达的影响

Table 2 Effects of resveratrol at different concentrations on the expression of NF- κ B in T lymphocytes ($\bar{x} \pm s$)

组别	T 淋巴细胞 NF- κ B 表达/ $\mu\text{g/mL}$
正常组	31.45 \pm 2.89 ^a
模型组	13.15 \pm 1.25 ^b
阳性对照组	18.46 \pm 2.11 ^c
低剂量组	21.25 \pm 3.15 ^d
中剂量组	29.88 \pm 2.11 ^a
高剂量组	29.90 \pm 2.15 ^a

2.3 不同浓度白藜芦醇对 CD3、CD4、CD8T

淋巴细胞比较

在肿瘤发生及发展中, 调节 T 细胞诱导免疫抑制起到重要作用, 在肿瘤化疗中, 调节 T 细胞也能够对预后起到重要作用。相关研究表明^[15], 电辐射可诱导调节 T 细胞比例增高, 并且可能抑制细胞免疫和体液免疫, 但无有效防护措施。在本文研究中显示, 对小鼠进行 γ 射线进行全身性照射, 可以导致长期调节 T 细胞比例增高, 而白藜芦醇连续干预能够有效干预降低小鼠的 T 细胞比例, 其中中剂量组 CD3、CD4、CD8 T 淋巴细胞分别为 54.15%、35.11%、21.45%) 较低剂量组 56.45%、41.25%、15.26%显著降低 ($p < 0.05$), 高剂量组 CD3、CD4、CD8 T 淋巴细胞分别为 54.02%、34.55%、21.48%与中剂量组相比降低, 但无差异 ($p > 0.05$), 因此可表明, 40 $\mu\text{mol/L}$ 白藜芦醇即能够

改善受照小鼠由调节 T 细胞诱导的免疫抑制。马作红等^[16]研究表明,白藜芦醇用于胰腺癌大鼠中能缩小肿瘤体积及肿瘤重量,提高 T 细胞免疫水平,促进

肿瘤细胞凋亡。由此可说明白藜芦醇在一定程度上能够有效改善大鼠的免疫水平,效果显著。与本文研究结论基本一致。

表 3 不同浓度白藜芦醇对 CD3、CD4、CD8 T 淋巴细胞比较

Table 3 Comparison of CD3, CD4 and CD8 T lymphocytes with different concentrations of resveratrol ($\bar{x} \pm s$)

组别	CD3/%	CD4/%	CD8/%	CD4/CD8 比值
正常组	52.15±9.15 ^a	31.52±6.11 ^a	21.56±5.15 ^a	1.62±0.45 ^a
模型组	61.46±10.15 ^b	45.46±6.89 ^b	14.75±3.46 ^b	3.26±0.15 ^b
阳性对照组	58.65±8.98 ^c	43.88±5.99 ^c	15.11±3.65 ^c	2.99±0.21 ^c
低剂量组	56.45±9.89 ^d	41.25±6.11 ^d	15.26±3.56 ^d	2.89±0.22 ^d
中剂量组	54.15±8.15 ^a	35.11±5.46 ^e	21.45±3.15 ^a	2.11±0.12 ^e
高剂量组	54.02±8.25 ^a	34.55±5.26 ^{ef}	21.48±3.12 ^a	2.03±0.13 ^e

表 4 不同浓度白藜芦醇对 T 淋巴细胞分泌 IF- γ 、IL-12、IL-4、IL-3 水平比较

Table 4 Comparison of levels of IF- γ , IL-12, IL-4 and IL-3 secreted by T lymphocytes with different concentrations of resveratrol ($\bar{x} \pm s$, pg/mL)

组别	IF- γ	IL-12	IL-4	IL-3
正常组	11589.58±1562.36 ^a	121.45±18.56 ^a	395.45±42.15 ^a	123.45±8.99 ^a
模型组	33562.56±1856.45 ^b	326.45±33.15 ^b	1056.89±121.25 ^b	398.45±21.56 ^b
阳性对照组	30125.44±1789.25 ^c	289.45±12.56 ^c	998.45±85.66 ^c	359.46±22.55 ^c
低剂量组	28956.15±1523.25 ^d	254.15±15.66 ^d	825.56±78.55 ^d	302.15±23.11 ^d
中剂量组	21546.15±1325.15 ^e	212.15±14.52 ^e	645.56±52.11 ^e	221.15±19.89 ^e
高剂量组	20563.45±1689.22 ^e	211.45±15.23 ^e	635.15±54.56 ^e	219.15±20.12 ^e

2.4 不同浓度白藜芦醇对 T 淋巴细胞分泌

IF- γ 、IL-12、IL-4、IL-3 水平比较

白藜芦醇具有抗肿瘤、抑制癌细胞生长的作用,其能够在肿瘤启动、促进及发展阶段显示抗肿瘤的功效^[17]。能够通过抑制细胞色素酶、诱导解毒酶、抑制环氧合酶,改变自分泌生长调节因子,诱导肿瘤细胞分化和促细胞凋亡等来实现抑制癌细胞生长的作用。刘兰等^[18]研究表明,Res 能够抑制肝癌 HepG2 细胞的增殖,对细胞周期具有阻滞效应且有浓度依赖性,其机制可能与其上调抗增殖基因 BTG2 表达相关细胞因子是调节机体免疫应答的重要蛋白分子,其主要由活化的免疫细胞分泌。细胞因子分泌多少能够直接反映出机体免疫情况。CD4T 细胞分为 Th1 型和 Th2 型细胞,IF- γ 、IL-12 主要由 Th1 型细胞分泌,IL-4、IL-3 主要由 Th2 型细胞分泌^[19]。IL-3 是由活化的 T 细胞产生,属于机体产生抗炎性反应的细胞因子,IL-4 是受体 α 链共同的 γ 链之一的组合的异质二聚体,是一种重要的抗炎性因子,具有重要的免疫调节作用^[20]。IL-12 主要由免疫活性细胞分泌,具有调控细胞免疫功能,增强免疫效应细胞的细胞活性等作用^[21]。IF- γ 又称为 II 型干扰素或免疫干扰素,主要由 T 细胞、自

然杀伤细胞等淋巴细胞分泌产生,能够诱导 Th1 型细胞的免疫应答,具有调节作用^[22]。在本文研究中显示,白藜芦醇能够有效减轻各炎症因子水平,其中中剂量组 IF- γ 、IL-12、IL-4、IL-3 水平分别为 21546.15 pg/mL、212.15 pg/mL、645.56 pg/mL、221.15 pg/mL 较低剂量组 28956.15 pg/mL、254.15 pg/mL、825.56 pg/mL、302.15 pg/mL 显著降低 ($p < 0.05$)。

3 结论

- 3.1 白藜芦醇能够起到降血脂、动脉硬化和高血脂的作用。
- 3.2 白藜芦醇能够抑制调节 T 细胞,改善各大鼠的免疫功能。
- 3.3 白藜芦醇是源于植物的雌性激素,对激素依赖性肿瘤有明显的预防作用,如:卵巢癌、乳腺癌、子宫内膜癌等,还可以弥补绝经前后妇女体内雌激素分泌不足,减少患者骨质疏松的风险。

参考文献

[1] 杨艳,刘青青,李永儒,等.原花青素白藜芦醇浆对大鼠酒精性脑损伤的预防性保护作用研究[J].食品研究与开发,2019,40(8):80-84.
YANG Yan, LIU Qing-qing, LI Yong-ru, et al. The protective

- effect of proanthocyanidins and resveratrol on alcohol-induced brain injury in rats [J]. Food Research and Development, 2019, 40 (8): 80-84
- [2] 陈尚岳,纪亚明,李玉环,等.虎杖白藜芦醇、槲皮素异构体联用抗生素对耐药金黄色葡萄球菌的抑制作用[J].食品工业科技,2019,40(16):97-101.
CHEN Shang-yue, JI Ya-ming, LI Yu huan, et al. Inhibitory effect of resveratrol and quercetin isomers of Polygonum cuspidatum on resistant *Staphylococcus aureus* [J]. Food Industry Technology, 2019, 40 (16): 97-101
- [3] Bird JK, Raederstorff D, Weber P, et al. Cardiovascular and antiobesity effects of resveratrol mediated through the gut microbiota [J]. Adv Nutr, 2017, 8(6): 839-849
- [4] 陈春,黎家妍,黄泽鹏,等.氧化白藜芦醇对鲜切苹果及果汁褐变的影响[J].食品工业科技,2019,40(20):285-289,295
CHEN Chun, LI Jia-yan, HUANG ze-peng, et al. Effect of resveratrol oxidation on browning of fresh cut apple and juice [J]. Food Industry Technology, 2019, 40 (20): 285-289, 295
- [5] 钱善军,杨冬梅,阚晶,等.白藜芦醇调控细胞自噬对大鼠心肌缺血再灌注无回流的改善作用研究[J].中国临床药理学杂志,2019,35(24):3204-3207
QIAN Shan-jun, YANG Dong-mei, KAN Jing, et al. Study on the effect of resveratrol regulating autophagy on myocardial ischemia-reperfusion in rats [J]. Chinese Journal of Clinical Pharmacology, 2019, 35 (24): 3204-3207
- [6] Kulashekar M, Stom SM, Peuler JD. Resveratrol's potential in the adjunctive management of cardiovascular disease, obesity, diabetes, alzheimer disease, and cancer [J]. J Am Osteopath Assoc, 2018, 118(9): 596-605
- [7] Ata N, Kulhan NG, Kulhan M, et al. The effect of resveratrol on oxidative ovary-damage induced by methotrexate in rats (Resveratrol oxidative ovary-damage) [J]. Gen Physiol Biophys, 2019, 38(6): 519-524
- [8] LIU Sheng-xian, SUN Yu-qin, LI Zhao-min. Resveratrol protects Leydig cells from nicotine-induced oxidative damage through enhanced autophagy [J]. Clin Exp Pharmacol Physiol, 2018, 45(6): 573-580
- [9] 陈昌喆,宋晨曦,李彬,等.白藜芦醇对氧化应激环境中HUVECs 细胞衰老、增殖、凋亡的影响及机制[J].中国老年学杂志,2019,39(16):4027-4031
CHEN Chang-ze, SONG Chen-xi, LI Bin, et al. Effects of resveratrol on aging, proliferation and apoptosis of HUVECs cells in oxidative stress [J]. Chinese Journal of Gerontology, 2019, 39 (16): 4027-4031
- [10] 何颖,张俊玲,沈先荣,等.西咪替丁对低剂量⁶⁰Co γ 射线照射小鼠肠道免疫组织的保护作用[J].解放军医学杂志,2018,43(8):662-667
HE Ying, ZHANG Jun-ling, SHEN Xian-rong, et al. Protective effect of cimetidine on intestinal immune tissues of low-dose mice [J]. People's Liberation Army Medical Journal, 2008, 43 (8): 662-667
- [11] 蔡伟波,赵雨杰,苏燎原. γ 射线对淋巴细胞膜及细胞转化的效应[J].免疫学杂志,2015,31(7):641-644
CAI Wei-bo, ZHAO Yu-jie, SU Liao-yuan. Effect of γ - ray on lymphocyte membrane and cell transformation [J]. Journal of Immunology, 2015, 31 (7): 641-644
- [12] Lin KL, Lin KJ, WANG Pei-wen, et al. Resveratrol provides neuroprotective effects through modulation of mitochondrial dynamics and ERK1/2 regulated autophagy [J]. Free Radic Res, 2018, 52(11-12): 1371-1386
- [13] ZHANG Qian, Lenardo MJ, Baltimore D. 30 years of NF- κ B: a blossoming of relevance to human pathobiology [J]. Cell, 2017, 168(1-2): 37-57
- [14] 王辉.白藜芦醇对辐射诱导调节T细胞紊乱的调节作用[J].国际医学放射学杂志,2016,39(6):603-606
WANG Hui. Regulation of resveratrol on radiation-induced regulatory T cell disorder [J]. International Journal of Medical Radiology, 2016, 39 (6): 603-606
- [15] 邓冰,全旂,董亮,等. γ 射线吸收剂量及受照人性别对外周血淋巴细胞诱导基因表达变化的影响[J].职业与健康,2017,33(20):2786-2791
DENG Bing, QUAN Yi, DONG Liang, et al. Effects of X-ray absorption dose and gender on peripheral blood lymphocytic gene expression [J]. Occupational Health, 2017, 33 (20): 2786-2791
- [16] 马作红,华向东,刘也夫,等.白藜芦醇在胰腺癌大鼠中的应用效果及对T细胞免疫增强效应的影响研究[J].临床和实验医学杂志,2019,18(9):905-908
MA Zuo-hong, HUA Xiang-dong, LIU Ye-fu, et al. Effect of resveratrol on T cell immune enhancement in pancreatic cancer rats [J]. Journal of Clinical and Experimental Medicine, 2019, 18 (9): 905-908

(下转第 304 页)