

本文引用:曹惠敏,杨云霜,余雷,杜磊,李延晖,张蓉. 补肾解毒方对小鼠胸腺、脾脏及外周血白细胞、淋巴细胞的辐射防护作用[J]. 湖南中医药大学学报, 2020, 40(3): 280-285.

补肾解毒方对小鼠胸腺、脾脏及外周血白细胞、淋巴细胞的辐射防护作用

曹惠敏¹, 杨云霜², 余雷³, 杜磊³, 李延晖³, 张蓉^{3*}

(1.苏州大学, 215000; 2.北京市隆福医院, 北京 100010; 3.火箭军特色医学中心, 北京 100088)

【摘要】目的 探讨自拟中药补肾解毒方对小鼠胸腺、脾脏、白细胞及淋巴细胞的影响。**方法** 将90只清洁级小鼠随机分为空白对照组、辐射模型组、氨磷汀阳性对照组、补肾解毒方预防组、补肾解毒方防治结合组。造模前各组分别进行相应处理。除空白对照组外,其余4组小鼠均接受剂量为6 Gy的⁶⁰Co γ 射线的辐射;并于辐射后第1天、第7天、第14天分批处死小鼠,记录小鼠体质量及胸腺、脾脏质量,计算脾脏指数和胸腺指数;眼球采血并采用全自动生化仪测定外周血白细胞、淋巴细胞总数。**结果** (1)辐射后第1天,与空白对照组相比,各组小鼠胸腺指数、脾脏指数均明显下降($P<0.01$);辐射后第7天,补肾解毒方预防组和补肾解毒方防治结合组胸腺指数明显高于辐射模型组($P<0.05$ 或 $P<0.01$);辐射后第14天,补肾解毒方预防组、补肾解毒方防治结合组胸腺指数、脾脏指数高于氨磷汀阳性对照组和辐射模型组($P<0.01$ 或 $P<0.05$)。(2)辐射后第1天,与空白对照组相比,各组小鼠白细胞、淋巴细胞均明显下降($P<0.01$);辐射后第7天,补肾解毒方预防组和补肾解毒方防治结合组淋巴细胞数量明显高于氨磷汀阳性对照组($P<0.05$);辐射后第14天,补肾解毒方预防组、补肾解毒方防治结合组小鼠白细胞、淋巴细胞明显高于辐射模型组和氨磷汀阳性对照组($P<0.01$ 或 $P<0.05$)。**结论** 补肾解毒方能够促进辐射后胸腺和脾脏的恢复,提高外周血白细胞和淋巴细胞总数,具有良好的辐射防护作用。

【关键词】 补肾解毒方;辐射;免疫器官;免疫细胞

【中图分类号】R285.5

【文献标志码】A

【文章编号】doi:10.3969/j.issn.1674-070X.2020.03.007

Radiation Protection Effect of Bushen Jiedu Prescription on Mice Thymus, Spleen, White Blood Cells and Lymphocytes

CAO Huimin¹, YANG Yunshuang², YU Lei³, DU Lei³, LI Yanhui³, ZHANG Rong^{3*}

(1. Soochow University, Suzhou, Jiangsu 215000, China; 2. Beijing Longfu Hospital, Beijing 100010, China; 3. Rocket Army Special Medical Center, Beijing 100088, China)

【Abstract】Objective To explore the effect of self-made Chinese materia medica Bushen Jiedu Prescription on thymus, spleen, white blood cells, lymphocytes in mice. **Methods** A total of 90 clean-grade mice were randomly divided into a blank control group, a radiation model group, a amifostine-positive control group, a Bushen Jiedu Prescription prevention group, and a Bushen Jiedu Prescription prevention and treatment group. Each group was processed separately before modeling. Except for the blank control group, the other four groups received a dose of 6 Gy of ⁶⁰Co γ ray radiation. The mice were killed in batches on the 1st, 7th, and 14th day after radiation. The body weight, thymus and spleen mass were recorded and the spleen coefficient and thymus coefficient were calculated. Blood was taken from the eyeball and blood routine test was performed using an automatic biochemical

【收稿日期】2019-05-13

【基金项目】国家自然科学基金面上项目(81673873, 81703979)。

【作者简介】曹惠敏,女,在读硕士研究生,研究方向:中药抗辐射。

【通讯作者】*张蓉,女,博士,副主任医师,硕士研究生导师, E-mail: zhangrongyisheng@sina.com。

analyzer to count the total number of white blood cells and lymphocytes. **Results** (1) On the 1st day after radiation, compared with the blank control group, the thymus index and spleen index of the mice in each group decreased significantly ($P<0.01$). On the 7th day after radiation, the thymus index of the Bushen Jiedu Prescription prevention group and the Bushen Jiedu Prescription prevention and treatment group were significantly higher than the radiation model group ($P<0.05$ or $P<0.01$). On the 14th day after radiation, the thymus and spleen mass of Bushen Jiedu Prescription prevention group and Bushen Jiedu Prescription prevention and treatment group were higher than the amifostine positive control group and the radiation model group ($P<0.01$ or $P<0.05$). (2) On the 1st day after radiation, compared with the blank control group, the white blood cells and lymphocytes of each group were significantly decreased ($P<0.01$). On the 7th day after radiation, the number of lymphocytes in the Bushen Jiedu Prescription prevention and treatment group and Bushen Jiedu Prescription prevention group was significantly larger than that of the amifostine positive control group ($P<0.05$). On the 14th day after radiation, the white blood cells and lymphocytes of the mice in the Bushen Jiedu Prescription prevention and treatment group and Bushen Jiedu Prescription prevention group were significantly higher than those in the amifostine positive control group and the radiation model group ($P<0.01$ or $P<0.05$). **Conclusion** Bushen Jiedu Prescription can promote the recovery of thymus and spleen after radiation, increase the total number of peripheral blood leukocytes and lymphocytes, and has a good radiation protection effect.

[**Keywords**] Bushen Jiedu Prescription; radiation; immune organ; immune cell

辐射广泛应用于生活各个领域,与人类生活密切相关,但其造成机体多方面的损伤越来越常见^[1-2]。其中免疫系统急性损伤的治疗已成为现代医学抗辐射研究中的热点。中药具有资源丰富、毒副作用小、发展前景好等特点,在免疫器官的放射损伤治疗中表现出良好的保护作用,渐渐成为辐射损伤防护的热点研究方向^[3-4]。前期实验发现六味地黄丸可以显著降低辐射对胸腺和脾脏等免疫器官的损伤^[5],遂在其方剂基础上结合多年临床经验,酌情减量熟地黄,优化组合冬虫夏草、白花蛇舌草等扶正益气类中药,自拟形成补肾解毒方。在既往研究中发现,使用2 Gy、4 Gy ⁶⁰Co γ 射线对小鼠进行辐射,补肾解毒方能够升高辐射后外周血液中血小板等的数量,增加IL-12、 γ -IFN等细胞因子的含量,保护卵巢等重要生殖器官,提高机体免疫^[6-8]。为进一步探究在较大剂量辐射下补肾解毒方对免疫系统损伤的防护作用,拟选用6 Gy ⁶⁰Co γ 射线对小鼠进行实验,增设氨磷汀阳性对照组和补肾解毒方预防组,并从胸腺、脾脏、外周血白细胞和淋巴细胞等方面对其抗辐射作用进行研究。

1 材料与方法

1.1 实验动物

由南京大学生物医药研究院提供C57BL/10J的清洁级健康成年小鼠90只,体质量为(20±2)g,实验动物许可证号:SCXK(苏)2018-0008。自由进水摄食,普通颗粒饲料饲养。

1.2 药品

补肾解毒方方剂组成:泽泻、山药、牡丹皮、茯苓、熟地黄、白花蛇舌草各10g,山茱萸12g,冬虫夏草3g,由北京康仁堂药业有限公司配制,配方颗粒由无菌水加热煮沸。0.9%氯化钠注射液购于山东科伦药业有限公司,规格50 mL/袋。氨磷汀注射液购于大连美罗药业股份有限公司,规格0.4 g/只。

1.3 仪器

电子天平(上海梅特勒-托利多仪器有限公司)、迈瑞BC-5180全自动血细胞分析仪(深圳迈瑞生物医疗电子股份有限公司)、低温离心机5810R型(德国Eppendorf公司)、美菱医用冷冻冷藏冰箱(中国长虹美菱有限公司)、超净台(中国Airtech公司)等均由火箭军特色医疗中心检验科提供。

1.4 造模

将90只C57BL/10J清洁级小鼠随机分为空白对照组、氨磷汀阳性对照组(简称:氨磷汀组)、辐射模型组、补肾解毒方预防组(简称:中药预防组)、补肾解毒方防治结合组(简称:中药防治组),每组18只。小鼠补肾解毒方给药剂量参考《药理实验方法学》,按照折算指数法将人体给药剂量换算为小鼠等效剂量作为小鼠给药剂量为13.5 g/(kg·d)。

1.5 干预

适应性饲养2d后,于每天上午8:00对各组小鼠进行灌胃处理,中药预防组和中药防治组给予13.5 g/(kg·d)补肾解毒方剂,空白对照组、辐射模型组、氨磷汀组给予13.5 g/(kg·d)的0.9%氯化钠溶

液,5组均连续灌胃10 d;第11天早上于辐射前1小时对氨磷汀对照组小鼠腹腔注射氨磷汀注射液,并对空白对照组外的其他4组小鼠进行6 Gy的 ^{60}Co γ 射线辐射,鼠笼距离辐射源20 cm,吸收剂量率约为1 Gy/min,总时长约6 min。辐射后继续于每天上午8:00对各组小鼠进行灌胃处理,持续时间14 d,除中药防治组给予中药干预外,其他4组均予以生理盐水干预。

1.6 实验取材及指标检测

于辐射后第1天、第7天、第14天对各组小鼠进行取材,每次6只。电子天平称取小鼠体质量、脾脏及胸腺质量,计算胸腺指数、脾脏指数(胸腺指数=胸腺质量/小鼠体质量)。小鼠眼球采血,采用全自动生化仪测定外周血中白细胞和淋巴细胞总数。

脾脏指数=脾脏质量/小鼠体质量

1.7 统计学方法

采用SPSS 20.0软件进行 *One-way ANOVA* 和 *T Test* 分析,用“ $\bar{x}\pm s$ ”表示各组数据, $P<0.05$ 表示差异有统计学意义。

2 结果

2.1 各组小鼠生理情况

辐射前,各组小鼠健康状况和精神状态良好,饮食饮水正常;辐射后当日,空白对照组小鼠一切正常,其他4组出现食欲不振、惊恐不安、精神萎靡等现象;辐射模型组、氨磷汀组小鼠体质量明显下降,毛色黯淡,精神不振,部分小鼠出现片状脱毛,中药预防组和中药防治组体质量未出现明显下降,健康状况及精神状态均一般。辐射模型组自然死亡共2只,其余组无死亡。自然死亡小鼠体型消瘦,解剖可见小鼠胃肠道出现多处损伤及坏死,肝脏、脾脏充

血,其余脏器未见明显异常变化。

2.2 胸腺指数

辐射后第1天,与空白对照组相比,辐射模型组胸腺指数明显下降($P<0.01$);与辐射模型组相比,中药预防组辐射后胸腺指数明显较高($P<0.01$),同时中药预防组胸腺指数高于氨磷汀组($P<0.05$),其余各组间差异无统计学意义。辐射后第7天,辐射模型组仍低于空白对照组($P<0.01$);同时中药预防组和中药防治组与辐射模型组相比差异具有统计学意义($P<0.05$ 或 $P<0.01$);且中药预防组胸腺指数接近空白对照组水平,其余各组间差异无统计学意义。辐射后第14天,辐射模型组胸腺指数仍显著低于空白对照组($P<0.01$);同时中药预防组和中药防治组胸腺指数升高,接近空白对照组水平($P>0.05$),且明显高于氨磷汀组($P<0.05$)。中药预防组第14天胸腺指数高于同组第1天($P<0.05$);中药防治组第14天胸腺指数高于同组第1天($P<0.01$)。结果见表1。

2.3 脾脏指数

辐射后第1天,与空白对照组相比,辐射模型组脾脏指数明显下降($P<0.01$);与辐射模型组相比,中药预防组和中药防治组脾脏指数明显较高($P<0.05$);同时中药预防组和中药防治组高于氨磷汀组($P<0.05$)。辐射后第7天,各组脾脏指数仍低于空白对照组($P<0.01$);其余各组间差异无统计学意义($P>0.05$)。辐射后第14天,辐射模型组脾脏指数仍低于空白对照组($P<0.01$);中药预防组、中药防治组脾脏指数逐渐恢复正常,与空白对照组差异无统计学意义($P>0.05$),同时明显高于辐射模型组($P<0.01$),且中药预防组、中药防治组脾脏指数均明显高于氨磷汀组($P<0.05$);中药预防组、中药防治组第14天脾脏指数与同组第1天,第7天相比差异明显($P<0.01$)。

表1 辐射后各组小鼠胸腺指数变化比较($\bar{x}\pm s, n=6$)

组别	辐射后第1天	辐射后第7天	辐射后第14天	F值	P值
空白对照组	0.0030±0.00020	0.0030±0.00040	0.0030±0.00050	0.1550	0.8590
辐射模型组	0.0007±0.00008**	0.0011±0.00011**	0.0011±0.00031*	1.8160	0.2170
氨磷汀组	0.0007±0.00016**	0.0012±0.00012**	0.0011±0.00006*▲	4.5110	0.0440
中药预防组	0.0010±0.00006***#△	0.0020±0.00018###△△	0.0015±0.00012△▲	11.2670	0.0040
中药防治组	0.0007±0.00020**	0.0014±0.00010*#	0.0014±0.00010△▲▲	14.5520	0.0200
F值	41.4470	10.9620	4.2470		
P值	0.000	0.000	0.046		

注:与同时时间点空白对照组比较,** $P<0.01$,* $P<0.05$;与同时时间点模型组比较,### $P<0.01$,# $P<0.05$;与同时时间点氨磷汀组比较△ $P<0.01$,△ $P<0.05$;与同组第1天比较,▲ $P<0.01$,▲ $P<0.05$

结果见表2。

2.4 白细胞

辐射后第1天,与空白对照组比较,辐射模型组外周血白细胞数量明显下降($P<0.01$);与辐射模型组相比,中药预防组和氨磷汀组白细胞数量明显较高($P<0.05$);其余各组间差异无统计学意义($P>0.05$)。辐射后第7天,各组白细胞虽有缓慢上升趋势,但与空白对照组间差异依然明显存在($P<0.01$)。辐射后第14天,与空白对照组相比,辐射模型组仍处于较低水平($P<0.01$);与辐射模型组相比,中药防治组白细胞数量明显升高($P<0.01$);同时中药预防组和防治组白细胞数量多于氨磷汀组($P<0.01$ 或 $P<0.05$)。中药预防组和中药防治组第14天白细胞数量高于同组第1天,第7天($P<0.01$ 或 $P<0.05$)。结果见表3。

2.5 淋巴细胞

辐射后第1天,与空白对照组相比,辐射模型组外周血淋巴细胞数量明显下降($P<0.01$),与辐射组相比,中药防治组淋巴细胞数量在辐射后明显升高($P<0.05$);其余组间差异无统计学意义。辐射后第7天,与空白对照组相比,各组淋巴细胞有不同程度升高,但差异仍存在统计学意义($P<0.01$);中药预防组

和中药防治组淋巴细胞数量明显高于氨磷汀组($P<0.05$),其余组间差异无统计学意义($P>0.05$)。辐射后第14天,除中药预防组外,其余各组与空白组相比差异仍具有统计学意义($P<0.05$);与辐射模型组相比,中药预防组和中药防治组淋巴细胞数量明显升高($P<0.01$ 或 $P<0.05$);同时中药防治组与氨磷汀组差异具有显著性($P<0.05$)。辐射后中药预防组和防治组淋巴细胞总体呈缓慢上升趋势,且第14天高于同组第1天、第7天($P<0.01$ 或 $P<0.05$)。结果见表4。

3 讨论

中医学理论认为电离辐射暴戾猛烈,直中脏腑,聚于三焦,耗气伤精,导致气血阴液亏虚^[9]。辐射可引起乏力呕吐,产生急性放射病,导致器官衰竭,癌变几率增加甚至死亡^[1,10]。目前临床中暂无理想的抗辐射药物。前期实验^[5]已经表明六味地黄丸能够降低辐射损伤,但熟地用量较大有碍脾胃,易造成大鼠食欲明显下降,遂对该方进行改良并结合临床经验,优化熟地用量至10g,同时添加冬虫夏草3g、白花蛇舌草10g,形成补肾解毒方剂。该方具有清

表2 辐射后各组小鼠脾脏指数变化比较($\bar{x}\pm s, n=6$)

组别	辐射后第1天	辐射后第7天	辐射后第14天	F值	P值
空白对照组	0.0040±0.00020	0.0030±0.00030	0.0030±0.00030	0.6980	0.5230
辐射模型组	0.0020±0.00004**	0.0010±0.00008**	0.0020±0.00009**▲●	8.8510	0.0070
氨磷汀组	0.0010±0.00001**	0.0010±0.00012**	0.0020±0.00011▲▲●●	18.8900	0.0090
中药预防组	0.0020±0.00010**△	0.0020±0.00018	0.0030±0.00024###▲▲●●	21.0980	0.0010
中药防治组	0.0020±0.00010**#△	0.0020±0.00001**	0.0030±0.00007###▲▲●●	62.5220	0.0010
F值	26.1930	9.1280	13.8770		
P值	0.0001	0.0090	0.002		

注:与同时间点空白对照组比较,** $P<0.01$,* $P<0.05$;与同时间点模型组比较,### $P<0.01$,## $P<0.05$;与同时间点氨磷汀组比较,△△ $P<0.01$,△ $P<0.05$;与同组第1天比较,▲▲ $P<0.01$,▲ $P<0.05$;与同组第7天比较,●● $P<0.01$,● $P<0.05$

表3 辐射后各组小鼠外周血白细胞数量变化比较($\bar{x}\pm s, n=6, \times 10^9$ 个/L)

组别	辐射后第1天	辐射后第7天	辐射后第14天	F值	P值
空白对照组	7.118±0.530	7.755±0.218	7.082±1.055	0.298	0.749
辐射模型组	0.620±0.076**	0.710±0.180**	1.452±0.230**▲	6.876	0.015
氨磷汀组	0.867±0.037**#	1.090±0.201**	1.335±0.203**▲	1.981	0.194
中药预防组	0.895±0.045**#	1.060±0.270**	2.943±0.079*##△▲▲●●	47.726	0.001
中药防治组	0.738±0.059**	0.993±0.158**	2.215±0.273**#△▲▲●	18.185	0.001
F值	136.882	161.591	19.763		
P值	0.00	0.00	0.00		

注:与同时间点空白对照组比较,** $P<0.01$,* $P<0.05$;与同时间点模型组比较,### $P<0.01$,## $P<0.05$;与同时间点氨磷汀组比较,△△ $P<0.01$,△ $P<0.05$;与同组第1天比较,▲▲ $P<0.01$,▲ $P<0.05$;与同组第7天比较,●● $P<0.01$,● $P<0.05$

表4 辐射后各组小鼠外周血淋巴细胞数量变化比较($\bar{x} \pm s, n=6, \times 10^9$ 个/L)

组别	辐射后第1天	辐射后第7天	辐射后第14天	F值	P值
空白对照组	92.075±0.545	91.600±0.334	92.225±0.747	0.331	0.727
辐射模型组	12.475±1.852**	18.975±7.747**	29.575±5.624**	2.351	0.151
氨磷汀组	22.100±8.872**	14.400±1.437**	43.850±17.153**	1.866	0.210
中药预防组	17.725±4.444**	28.850±3.890**#△	64.750±21.736▲●	3.572	0.072
中药防治组	27.250±4.841**#	30.725±5.391**#△	60.625±6.283**#▲●	10.981	0.004
F值	402.340	595.312	29.007		
P值	0.001	0.00	0.001		

注:与同时时间点空白对照组比较,** $P<0.01$,* $P<0.05$;与同时时间点模型组比较,## $P<0.01$,# $P<0.05$;与同时时间点氨磷汀组比较,△ $P<0.05$;与同组第1天比较,▲ $P<0.05$;与同组第7天比较,● $P<0.05$

热滋阴、解腻益气的功效^[6]。六味地黄丸方剂中三补平衡五脏,三泻利湿排浊,二者协同增效,具滋阴补肾、渗湿利水之能,添精益髓、甘淡利窍之用^[11-12],其君药熟地黄富含地黄素、地黄苷等多种主要成分,可调节免疫、增强机体防御、保护心血管等^[13];文献报道冬虫夏草能够成功干预免疫抑制模型小鼠体质量,升高血液中白细胞、淋巴细胞,促进其免疫功能的恢复,是保肺补肾益精的良药^[14-15]。瞿俊勇等^[16-17]发现白花蛇舌草多糖可以显著升高胸腺指数、脾脏指数,对胸腺和脾脏的恢复有促进作用,同时白花蛇舌草总黄酮能刺激机体免疫系统,促进小鼠淋巴细胞的增殖,增加IL-2、IFN- γ 等细胞因子的含量。

氨磷汀是用于肿瘤放疗和化疗的广谱细胞保护剂^[18]。国外研究者也在相关实验中发现氨磷汀在辐射后可以保护正常人淋巴细胞,减轻DNA损伤并减少其凋亡^[19],在体内主要通过碱性磷酸酶途径脱磷酸,生成具有细胞保护作用的代谢产物,包括游离硫醇、半胱胺、亚磺酸、WR-33278,进而在放疗和化疗中选择性地保护正常组织^[20-21]。但在临床使用中氨磷汀存在较多不良反应且发生率较高,极大地限制了其的应用。

免疫系统是抗辐射研究中的关键靶点,胸腺和脾脏作为免疫系统的核心脏器,是机体抵御外邪侵入的重要防线,也是白细胞和淋巴细胞等免疫细胞分化、增殖的主要场所。本实验结果显示,小鼠胸腺和脾脏,辐射后第1天,补肾解毒方预防组和结合组胸腺指数和脾脏指数明显高于辐射组和氨磷汀组;辐射后第7天,机体自身免疫系统处于调控状态,各组胸腺指数和脾脏指数有不同程度升高,补肾解毒方预防组和结合组小鼠胸腺指数高于辐射模型组;辐射后第14天,补肾解毒方预防组和结合组胸腺指

数和脾脏指数接近正常组水平,与辐射组和氨磷汀组存在明显差异,提示补肾解毒方可以抵抗较大剂量辐射对胸腺和脾脏造成的急性损伤,减轻辐射初期机体免疫系统的损伤程度,亦可以促进辐射后期免疫器官的恢复。

小鼠外周血白细胞和淋巴细胞,辐射后第1天,除空白组外的4组小鼠外周血中白细胞和淋巴细胞数量剧烈下降,各组差异无明显区别。辐射后第7天,各组小鼠白细胞和淋巴细胞均有小幅度上升,其中补肾解毒方预防组升高较为明显,辐射后第14天,补肾解毒方预防组和结合组的白细胞和淋巴细胞数量明显高于辐射组和氨磷汀组,提示补肾解毒方在能够提高辐射小鼠外周血白细胞和淋巴细胞的总数。

实验中观察到氨磷汀组在辐射初期有较明显的细胞保护作用,但辐射后期其小鼠白细胞总数、脾脏指数、胸腺指数与辐照组无明显区别;补肾解毒方预防组和结合组小鼠辐射后第1天各检测指标有所下降,但高于辐射组和氨磷汀组;辐射后第7天,由于中药的干预作用和免疫系统的自我调节作用,补肾解毒预防组和结合组各项指标均有回升,辐射后第14天补肾解毒方预防组和结合组小鼠脾脏指数接近正常组,防护效果较为稳定。综上提示补肾解毒方具有较好的抗辐射作用。

值得考虑的是:此次试验中补肾解毒方结合组辐射防护效果并未明显优于预防组,其原因可能是由于小鼠遭受高剂量电离辐射,胃肠组织损伤严重,消化吸收功能受到影响,从而影响该药的防护效应。且在取材中发现小鼠胃肠道多处损伤及坏死,盲肠段膨大等,佐证了这一猜想。如何解决药物对辐射损伤胃肠功能的保护作用,有待进一步研究。

参考文献

- [1] 周平坤.核辐射对人体的生物学危害及医学防护基本原则[J].首都医科大学学报,2011,32(2):171-176.
- [2] 王磊,石中玉,王安,等.4 Gy $^{60}\text{Co}\gamma$ 射线对 Balb/c 小鼠睾丸辐射损伤效应的研究[J].湖南中医药大学学报,2019,39(4):470-474.
- [3] 周则卫.核辐射相关药物的研究概况[J].中国医药科学,2011,1(23):9-11.
- [4] 陈秋莹,詹剑华.中药免疫调节作用及其研究进展[J].江西医药,2019,54(2):181-184.
- [5] 杨云霜,张蓉,李延晖,等.中药对免疫器官抗核辐射损伤的实验研究[J].湖北中医药大学学报,2013,15(2):21-23.
- [6] 张箫月,杨云霜,杜磊,等.补肾解毒方对辐射所致造血系统损伤的防护作用研究[J].中国中西医结合杂志,2017,37(2):0220-224.
- [7] 瞿彬,张蓉,杨云霜,等.中药对辐射抗氧化能力的干预作用[J].世界中医药,2018,13(2):433-435.
- [8] 匡振坤,杨云霜,赵雪,等.补肾解毒方对核辐射致雌鼠生殖系统损伤的防护作用[J].中华中医药杂志,2018,33(7):2816-2819.
- [9] 张蓉,骆斌,李峰,等.从毒邪致病论电离辐射损伤的中医病机[J].北京中医药大学学报,2007,30(9):595-596.
- [10] 王家富.医学中电离辐射对人体的危害[J].吉林医学,2010,31(12):1687-1687.
- [11] 崔连有,刘有娥.六味地黄丸利水功效初探[J].时珍国医国药,2000,11(3):245-245.
- [12] 陈谦.六味地黄丸的药理作用与临床应用探讨[J].中国医药指南,2012,10(21):251-252.
- [13] 李乃谦.熟地黄活性成分药理作用的研究进展[J].中国处方药,2017,15(1):14-15.
- [14] 王林萍,余意,冯成强.冬虫夏草活性成分及药理作用研究进展[J].中国中医药信息杂志,2014,21(7):132-136.
- [15] 李如意,林也,魏艳霞,等.冬虫夏草对免疫抑制模型小鼠免疫功能调节作用的研究[J].湖南中医药大学学报,2017,37(12):1316-1319.
- [16] 瞿俊勇,田梦,贺建华,等.白花蛇舌草多糖对免疫抑制小鼠的免疫调节作用研究[J].中药材,2015,38(9):1942-1945.
- [17] 王宇翎,张艳,方明,等.白花蛇舌草总黄酮的免疫调节作用[J].中国药理学通报,2005,21(4):444-447.
- [18] 易湛苗,张明辉,翟所迪,等.辐射防护与辐射治疗剂临床应用及进展[J].中国药物应用与监测,2009,6(4):239-242.
- [19] MAJSTEREK I, GLOC E, BLASIAK J, et al. A comparison of the action of amifostine and melatonin on DNA-damaging effects and apoptosis induced by idarubicin in normal and cancer cells[J]. Journal of Pineal Research, 2005, 38(4):254-263.
- [20] 卢学春,朱宏丽,迟小华.氨磷汀作用的研究进展[J].中国药物应用与监测,2008,5(1):48-51.
- [21] 东星月,李晓冰,杜红光,等.新型细胞保护剂——氨磷汀[J].中华肿瘤防治杂志,2004,11(8):888-890.

(本文编辑 杨 瑛)