

• 论 著 •

2016—2020 年四川省医用放射工作人员血液常规检查结果分析

朱 征,何秋蓉,李 慧,马 宇

四川大学华西公共卫生学院/四川大学华西第四医院,四川成都 610041

摘 要:目的 探讨长期低剂量医用电离辐射对医疗机构医用放射工作人员外周血细胞的影响。方法 选取 2016—2020 年在该院进行在岗期间放射作业职业病健康体检的四川省各级医疗机构医用放射工作人员为医用放射组(642 例),同时选取 2016—2020 年在该院进行职业健康体检的非放射作业人员为对照组(636 例);对两组 5 年间血常规检查结果进行比较。结果 医用放射组白细胞计数(WBC)、中性粒细胞计数(Neu)、淋巴细胞计数(Lym)、红细胞计数(RBC)、血红蛋白(Hb)、血细胞比容(Hct)、血小板计数(PLT)和平均血小板体积(MPV)的年度间差异有统计学意义($P<0.05$)。对照组 RBC、Hb、Hct、MPV 的年度间差异有统计学意义($P<0.05$);WBC、Neu、Lym、PLT 的年度间差异无统计学意义($P>0.05$)。医用放射组和对照组比较,2016、2017 年 WBC 差异有统计学意义($P<0.05$);2018 年 WBC、PLT 差异有统计学意义($P<0.05$);2019、2020 年,WBC、RBC、Hb、PLT 差异均有统计学意义($P<0.05$)。医用放射组各年度间 WBC、RBC、Hb、PLT 异常率差异有统计学意义($P<0.05$),呈逐年上升趋势;对照组各年度间 WBC、RBC、Hb、PLT 异常率差异无统计学意义($P>0.05$)。结论 长期低剂量医用电离辐射会对医疗机构医用放射工作人员的外周血细胞产生影响,且不同类型血细胞及其相关参数的变化规律不同。

关键词:低剂量; 医用电离辐射; 放射工作人员; 血常规

DOI:10.3969/j.issn.1673-4130.2022.04.024

中图法分类号:R446.11+1

文章编号:1673-4130(2022)04-0497-05

文献标志码:A

Analysis of blood routine examination results of medical radiation workers in Sichuan Province during 2016—2020

ZHU Zheng, HE Qiurong, LI Hui, MA Yu

West China School of Public Health/West China Fourth Hospital, Sichuan University, Chengdu, Sichuan 610041, China

Abstract:Objective To investigate the effect of long-term low-dose medical ionizing radiation on peripheral blood cells of radiation workers in medical institutions. **Methods** The radiation workers of medical institutions at all levels in Sichuan Province undergoing the occupational health examination during the post in this hospital during 2016—2020 were selected as the medical radiation group (642 cases). At the same time, the non-radiation workers undergoing the occupational health examination in this hospital during 2016—2020 were selected as the control group (636 cases). The blood routine examination results during these 5 years were compared between the two groups. **Results** In the medical radiation group, the annual differences of WBC, Neu, Lym, RBC, Hb, Hct, PLT and MPV were statistically significant ($P<0.05$). In the control group, the annual differences of RBC, Hb, Hct and PLT were statistically significant ($P<0.05$), the annual differences of WBC, Neu, Lym, and PLT were not statistically significant ($P>0.05$). The comparison between the medical radiation group and the control group showed statistically significant differences in WBC in 2016 and 2017 ($P<0.05$); there were statistically significant differences in WBC and PLT during 2018 ($P<0.05$); WBC, RBC, Hb and PLT had statistically significant differences in 2019 and 2020 ($P<0.05$). The annual abnormal rates of WBC, RBC, Hb and PLT in the medical radiation group had statistically significant differences ($P<0.05$) and showed the increasing trend year by year. The annual abnormal rates of WBC, RBC, Hb and PLT in

作者简介:朱征,男,主管技师,主要从事临床基础检验研究。

本文引用格式:朱征,何秋蓉,李慧,等.2016—2020 年四川省医用放射工作人员血液常规检查结果分析[J].国际检验医学杂志,2022,43(4):

the control group had no statistically significant difference ($P>0.05$). **Conclusion** Long term low-dose medical ionizing radiation will affect the peripheral blood cells of radiation workers in medical institutions, moreover the change rules of different types of blood cells and related parameters are different.

Key words: low dose; medical ionizing radiation; radiation workers; blood routine

随着医学科学技术的进步,各级医疗机构放射诊断、治疗设备逐渐增多,从事医用放射工作的医务人员也日益增多,医用放射工作人员成为各级医疗机构最大的职业受照群体。随着放射防护技术的不断完善,我国医用放射工作人员人均年受照剂量逐年下降,已处于较低水平^[1]。人体不同细胞对电离辐射的敏感性不同,其中以造血细胞最为敏感^[2]。医用放射工作人员在正常工作条件下,长期低剂量电离辐射可能导致骨髓造血系统损伤。本院作为四川省医疗机构医用放射工作人员职业病体检定点单位,为掌握四川省医用放射工作人员职业健康现状,探讨低剂量电离辐射对医用放射工作人员健康的影响,随机选取四川省 2016—2020 年在本院进行放射作业职业病健康体检的 642 例各级医疗机构医用放射工作人员作为研究对象,对其血常规检查结果进行统计分析,现报道如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料 随机选取四川省 2016—2020 年在本院进行放射作业职业病健康体检的 642 例医疗机构医用放射工作人员作为医用放射组,其中女 324 例、年龄(36.1±9.6)岁,男 318 例、年龄(40.2±9.5)岁,该组人群年龄 23~56 岁。随机选取 2016—2020 年在本院进行职业健康体检的 636 例非放射作业人员作为对照组,其中女 316 例、年龄(35.8±8.4)岁,男 320 例、年龄(39.6±8.9)岁,该组人群年龄 24~54 岁。医用放射组与对照组年龄、性别比较,差异均无统计学意义($P<0.05$),具有可比性。纳入标准:(1)身体健康,体检前 2 周内无感冒、发烧等炎症性疾病;(2)无影响造血功能的基础性疾病、无血液系统疾病;(3)未服用影响造血功能的药物、无有机溶剂接触史;(4)对照组无放射性辐射职业史及接触史^[3]。

1.2 方法 按照全国临床检验操作规程(第 4 版)要求,空腹 8 h,使用含 EDTA-K₂ 抗凝剂的紫头真空采

血管采集静脉血 2 mL,来回颠倒采血管数次将标本和抗凝剂混匀后立即送检。血量不够 1 mL,血液凝固、溶血、严重脂血标本需重新采血。使用迈瑞 CAL8000(2.0)血细胞分析流水线进行测定。检验人员均接受正规培训,严格按照标准操作程序文件进行操作。

1.3 指标异常判断标准 以 GBZ98-2017《放射工作人员健康要求》^[4]为标准,放射工作人员血细胞分析参考区间如下,(1)血红蛋白(Hb):男 120~175 g/L,女 110~150 g/L;(2)红细胞计数(RBC):男(4.0~5.8)×10¹²/L,女(3.5~5.1)×10¹²/L;(3)白细胞计数(WBC):男、女(4.0~9.5)×10⁹/L;(4)血小板计数(PLT):男、女(100~350)×10⁹/L。其余指标,本院参考区间:(1)中性粒细胞计数(Neu),男、女(1.8~6.3)×10⁹/L;(2)淋巴细胞计数(Lym),男、女(1.1~3.2)×10⁹/L;(3)血细胞比容(Hct),男 40%~50%,女 35%~45%;(4)平均血小板体积(MPV),男、女 6.5~12.0 fL。超过参考区间范围则为异常。

1.4 统计学处理 使用 WPS 表格进行数据整理,使用 SPSS20.0 统计软件对数据进行统计分析。符合正态分布的计量资料采用 $\bar{x} \pm s$ 表示,两组间比较采用 t 检验,多组间比较采用方差分析;计数资料采用百分率或例数表示,组间比较采用 χ^2 检验。以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 不同年度医用放射组血常规检测指标比较 由表 1 可见:2016—2020 年医用放射组 WBC、Neu、Lym、RBC、Hb、Hct、PLT 和 MPV 的年度间差异有统计学意义($P<0.05$)。

2.2 不同年度对照组血常规检测指标比较 由表 2 可见:2016—2020 年对照组 RBC、Hct、Hb、MPV 的年度间差异有统计学意义($P<0.05$),WBC、Neu、Lym、PLT 的年度间差异无统计学意义($P>0.05$)。

表 1 不同年度医用放射组血常规检测指标比较($\bar{x} \pm s$)

年份(年)	<i>n</i>	WBC (×10 ⁹ /L)	Neu (×10 ⁹ /L)	Lym (×10 ⁹ /L)	RBC (×10 ¹² /L)	Hb (g/L)	Hct (%)	PLT (×10 ⁹ /L)	MPV (fL)
2016	642	6.43±1.64	3.69±1.43	2.06±0.48	4.90±0.48	140.0±16.9	42.40±4.48	214.0±58.8	10.80±1.27
2017	642	6.24±1.54*	3.67±1.32	1.93±0.52*	4.87±0.45	139.0±19.3	41.90±4.23	206.0±55.9*	11.00±0.85*
2018	642	6.03±1.04*	3.42±0.89*	1.92±0.50*	4.85±0.42	137.0±17.8*	42.80±3.21	196.0±47.9*	11.10±1.31*

续表 1 不同年度医用放射组血常规检测指标比较($\bar{x}\pm s$)

年份(年)	<i>n</i>	WBC ($\times 10^9$ /L)	Neu ($\times 10^9$ /L)	Lym ($\times 10^9$ /L)	RBC ($\times 10^{12}$ /L)	Hb (g/L)	Hct (%)	PLT ($\times 10^9$ /L)	MPV (fL)
2019	642	5.93±1.20 [*]	3.37±0.93 [*]	1.90±0.47 [*]	4.79±0.46 [*]	133.0±16.8 [*]	41.90±3.91	194.0±53.4 [*]	11.20±1.42 [*]
2020	642	5.84±1.16 [*]	3.27±0.77 [*]	1.88±0.50 [*]	4.75±0.51 [*]	131.0±17.0 [*]	40.70±4.53 [*]	188.0±54.6 [*]	11.40±1.45 [*]
<i>F</i>		20.70	18.60	13.20	11.10	31.10	23.80	23.30	19.60
<i>P</i>		<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

注:与 2016 年比较,^{*} *P*<0.05。

2.3 不同年度医用放射组与对照组血常规主要检测指标比较

由表 3 可见:医用放射组和对照组比较,2016、2017 年 WBC 差异有统计学意义(*P*<0.05);2018 年 WBC、PLT 差异有统计学意义(*P*<0.05);2019、2020 年,WBC、RBC、Hb、PLT 差异均有统计学意义(*P*<0.05)。

表 2 不同年度对照组血常规检测指标比较($\bar{x}\pm s$)

年份(年)	<i>n</i>	WBC ($\times 10^9$ /L)	Neu ($\times 10^9$ /L)	Lym ($\times 10^9$ /L)	RBC ($\times 10^{12}$ /L)	Hb (g/L)	Hct (%)	PLT ($\times 10^9$ /L)	MPV (fL)
2016	636	6.60±1.31	4.08±1.11	2.06±0.45	4.95±0.49	141.0±15.4	44.30±4.35	209.0±48.3	10.70±0.94
2017	636	6.63±1.64	4.01±1.14	2.08±0.41	4.90±0.47	140.0±18.6	44.00±3.72	207.0±44.6	10.90±1.01
2018	636	6.57±1.22	3.95±0.71	2.04±0.40	4.89±0.41	138.0±17.9	44.10±3.59	211.0±46.2	10.70±0.98
2019	636	6.50±1.33	3.99±0.95	2.04±0.43	4.91±0.44	140.0±15.3	43.80±3.85	213.0±43.2	10.60±0.92
2020	636	6.53±1.06	4.04±1.07	2.05±0.39	4.85±0.43 [*]	137.0±15.8 [*]	43.50±4.38 [*]	208.0±43.1	10.80±1.08 [*]
<i>F</i>		0.99	1.52	1.03	4.10	6.19	3.71	1.81	8.48
<i>P</i>		0.410	0.190	0.390	<0.001	<0.001	0.010	0.120	<0.001

注:与 2016 年比较,^{*} *P*<0.05。

表 3 两组不同年度血常规主要检测指标比较($\bar{x}\pm s$)

组别	年份(年)	<i>n</i>	WBC($\times 10^9$ /L)	RBC($\times 10^{12}$ /L)	Hb(g/L)	PLT($\times 10^9$ /L)
对照组	2016	636	6.60±1.31	4.95±0.49	141.0±15.4	209.0±48.3
	2017	636	6.63±1.64	4.90±0.47	140.0±18.6	207.0±44.6
	2018	636	6.57±1.22	4.89±0.41	138.0±17.9	211.0±46.2
	2019	636	6.50±1.33	4.91±0.44	140.0±15.3	213.0±43.2
	2020	636	6.53±1.06	4.85±0.43	137.0±15.8	208.0±43.1
医用放射组	2016	642	6.43±1.64 [*]	4.90±0.48	140.0±16.9	214.0±58.8
	2017	642	6.24±1.54 [*]	4.87±0.45	139.0±19.3	206.0±55.9
	2018	642	6.03±1.04 [*]	4.85±0.42	137.0±17.8	196.0±47.9 [*]
	2019	642	5.93±1.20 [*]	4.79±0.46 [*]	133.0±16.8 [*]	194.0±53.4 [*]
	2020	642	5.84±1.16 [*]	4.75±0.51 [*]	131.0±17.0 [*]	188.0±54.6 [*]

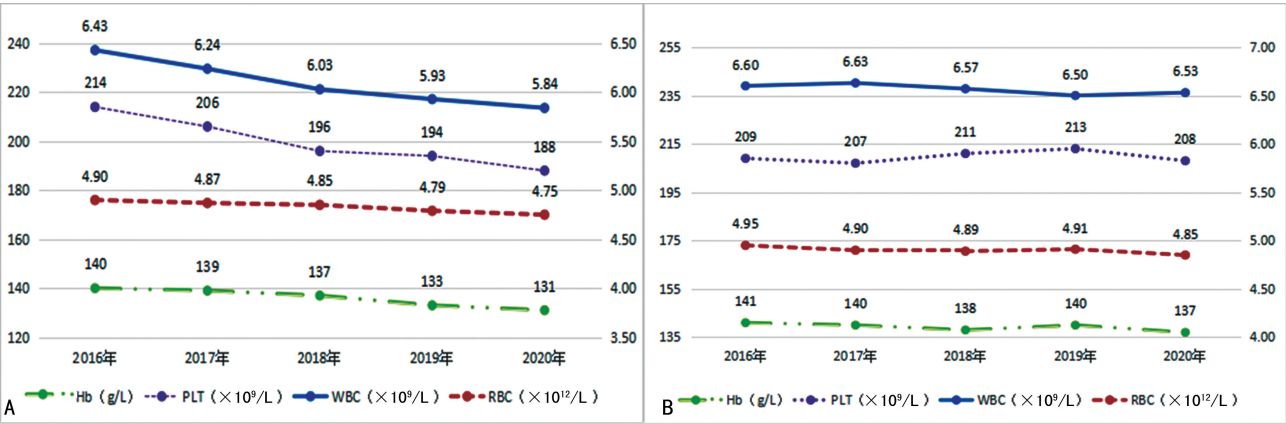
注:与对照组比较,^{*} *P*<0.05。

2.4 不同年度医用放射组与对照组血常规主要检测指标的变化趋势比较

由图 1 可见:2016—2020 年医用放射组 WBC、RBC、Hb、PLT 检测结果呈逐年下降趋势,其中 WBC、PLT 下降趋势最明显;对照组 WBC、RBC、Hb、PLT 检测结果未观察到规律性变化,RBC、Hb 检测结果总体呈下降趋势,但下降趋势不明显。

2.5 不同年度医用放射组与对照组血常规异常率比较

由表 4 可见,2016—2020 年医用放射组各年度间 WBC、RBC、Hb、PLT 异常率差异均有统计学意义(*P*<0.05),异常率呈逐年上升趋势;对照组各年度间 WBC、RBC、Hb、PLT 异常率差异无统计学意义(*P*>0.05)。



注:A 为医用放射组;B 为对照组。

图 1 不同年度两组间血常规主要检测指标的变化趋势比较

表 4 不同年度两组间血常规主要检测指标异常率比较[n(%)]

年份(年)	WBC		RBC		Hb		PLT	
	医用放射组	对照组	医用放射组	对照组	医用放射组	对照组	医用放射组	对照组
	(n=642)	(n=636)	(n=642)	(n=636)	(n=642)	(n=636)	(n=642)	(n=636)
2016	6(0.93)	3(0.47)	3(0.47)	2(0.31)	4(0.62)	2(0.31)	4(0.62)	2(0.31)
2017	9(1.40)	5(0.79)	5(0.78)	3(0.47)	6(0.93)	3(0.47)	7(1.09)	2(0.31)
2018	13(2.02)	4(0.63)	8(1.25)	5(0.79)	7(1.09)	5(0.79)	11(1.71)	4(0.63)
2019	20(3.12)	5(0.79)	11(1.71)	4(0.63)	12(1.87)	5(0.79)	15(2.34)	3(0.47)
2020	24(3.74)	6(0.94)	15(2.34)	6(0.94)	15(2.34)	6(0.94)	20(3.12)	5(0.79)
χ ²	15.90	1.14	11.00	2.52	9.54	2.59	14.40	2.14
P	<0.001	0.890	0.030	0.640	0.040	0.630	<0.001	0.710

3 讨 论

随着辐射防护知识的普及,防护水平的提高,辐射工作规范化管理的提升,放射工作人员年平均暴露剂量已基本控制在国家规定的个人剂量限值以下,但长期低剂量暴露对放射工作者健康损伤的风险仍值得关注^[5]。低剂量电离辐射可通过直接或间接作用,导致机体造血系统受到抑制和破坏,造成外周血细胞发生改变^[6]。本研究以各级医疗机构医用放射工作人员为研究对象,探讨工作中长期低剂量电离辐射对其血细胞指标的影响,为制订医用放射卫生防护相关政策法规、保护医用放射工作人员职业健康提供依据。

通过对 2016—2020 年四川省医用放射工作人员和健康体检人员血液常规检查结果分析,本研究发 现,医用放射工作人员 WBC、Neu、Lym、RBC、Hb、Hct、PLT 和 MPV 的年度间差异有统计学意义($P<0.05$),随着工作年限的增长,MPV 呈逐年上升趋势,WBC、Neu、Lym、RBC、Hb、PLT 呈逐年下降趋势;各年度间 WBC、RBC、Hb、PLT 异常率呈逐年上升趋势,且 WBC 异常率高于 PLT 异常率,PLT 异常率高于 RBC、Hb 异常率。而健康体检人员 WBC、Neu、

Lym、PLT 的年度间差异无统计学意义($P>0.05$),RBC、Hb、Hct、MPV 的年度间差异有统计学意义($P<0.05$),随着工作年限的增长,RBC、Hct、Hb 呈总体下降趋势,但下降趋势不明显,MPV 未观察到规律性变化,2016—2020 年对照组各年度间 WBC、RBC、Hb、PLT 异常率差异无统计学意义($P>0.05$)。这表明长期低剂量电离辐射会对医用放射工作人员的血细胞指标测定结果产生影响,使 WBC、Neu、Lym、RBC、Hb、Hct、PLT 降低,MPV 升高,血常规检查异常率升高,且 WBC 异常率升高最为明显。

本研究还发现,医用放射组和对照组比较,2016、2017 年 WBC 差异有统计学意义($P<0.05$);2018 年 WBC、PLT 差异有统计学意义($P<0.05$);2019、2020 年,WBC、RBC、Hb、PLT 差异均有统计学意义($P<0.05$)。这表明长期低剂量电离辐射所致机体损伤最早表现为 WBC 异常,其次为 PLT 异常,最后为 RBC、Hb 异常,与文献^[7]报道结果一致。出现这种现象可能与血细胞的生存时间有关。由于白细胞生存时间很短,为 6~8 h,因此电离辐射对血液系统影响最先表现为 WBC 下降,血小板平均生存时间为 7~14 d,其下降出现比较晚,下降程度较小,而红细胞平均生

存时间期为 12 d,受低剂量电离辐射影响较小,下降通常不明显^[8]。

综上所述,长期低剂量电离辐射可能导致医用放射工作人员骨髓造血系统损伤,血液指标的变化特点是 WBC、RBC 和 PLT 减少以及 Hb 下降^[9]。WBC 的异常出现较早,PLT 的异常次之、RBC、Hb 的异常出现较晚。由此可见,长期低剂量电离辐射对医用放射工作人员的健康有一定的不利影响,且与工作年限有明显的关系。虽然随着放射防护的不断完善,我国医用放射工作人员人均年受照剂量逐年下降,已处于较低水平^[10],但长期低剂量射线照射仍有可能对从业人员健康造成影响^[5]。因此,各医疗机构仍需加强个人防护,做好个人剂量监测与健康监护工作,定期对 workplaces 射线装置进行检查和检测,同时做好医用放射工作人员的安全防护知识培训^[11]。对年龄大、工龄长的医用放射工作人员要加强医学观察、复查、甚至换岗,以达到真正保护其健康和生命安全的目的^[9]。

参考文献

- [1] 王芳,周学文,周月泉,等.湖北省 2010—2014 年放射工作人员外照射剂量分析[J].中国辐射卫生,2017,26(4):414-417.
- [2] HEYDARHEYDARI S, HAGHPARAST A, EIVAZI M T. A novel biological dosimetry method for monitoring occupational radiation exposure in diagnostic and therapeutic wards: from radiation dosimetry to biological effects[J]. J Biomed Phys Eng, 2016, 6(1): 21-26.
- [3] 汤丽霞,郭庆华.某市放射工作人员职业健康状况调查分析[J].职业卫生与应急救援,2020,38(2):169-170.
- [4] 中华人民共和国国家卫生与计划生育委员会.放射工作人员健康要求:GBZ98-2017[S].北京:中国标准出版社,2017.
- [5] 刘秋英,张爱华,李其锋,等.广东省放射工作人员外周血细胞资料分析[J].中国工业医学杂志,2016,29(6):447-448.
- [6] 苏艺伟,王建宇,张燕,等.低剂量电离辐射对核电工业放射工作人员外周血细胞的影响[J].中华劳动卫生职业病杂志,2020,38(8):633-635.
- [7] 刘东仁,张琳,刘玉龙,等.山东省放射工作人员五年外周血细胞计数与细胞遗传指标比较分析[J].中国辐射卫生,2018,27(4):322-326.
- [8] 顾晨曦,张恒东.淮安市 825 名医学放射工作人员血常规分析[J].江苏卫生事业管理,2019,30(9):1212-1215.
- [9] 龚力,孙爱娟,何谦,等.低剂量电离辐射效应及其对我国放射作业人员血液指标影响研究进展[J].中国职业医学,2018,45(1):115-118.
- [10] 许潇,刘祥,张杰,等.2015—2019 年内蒙古地区部分医学应用放射工作人员职业性外照射个人剂量监测结果与分析[J].中华放射医学与防护杂志,2021,41(2):104-109.
- [11] 张品华,苏垠平,李小亮,等.2020 年全国医疗机构放射工作人员个人剂量监测异常数据分析[J].中华放射医学与防护杂志,2021,41(9):695-699.

(收稿日期:2021-04-11 修回日期:2021-10-22)

(上接第 496)

- [14] WUILLEMIN N, ADAM J, FONTANA S, et al. HLA haplotype determines hapten or p-i t cell reactivity to flucloxacillin[J]. J Immunol, 2013, 190(10): 4956-4964.
- [15] AMSTUTZ U, SHEAR N H, RIEDER M J, et al. Recommendations for HLA-B * 15:02 and HLA-A * 31:01 genetic testing to reduce the risk of carbamazepine-induced hypersensitivity reactions [J]. Epilepsia, 2014, 55(4): 496-506.
- [16] NICOLETTI P, WERKA N, SAWLE A, et al. HLA-DRB1 * 16:01-DQB1 * 05:02 is a novel genetic risk factor for flupirtine-induced liver injury[J]. Pharmacogenet Genomics, 2016, 26(5): 218-224.
- [17] LENORMAND C, BAUSINGER H, GROSS F, et al. HLA-DQA2 and HLA-DQB2 genes are specifically expressed in human langerhans cells and encode a new hla class ii molecule [J]. J Immunol, 2012, 188(8): 3903-3911.
- [18] AHMED A, ADIGA V, NAYAK S, et al. Circulating HLA-DR + CD4⁺ effector memory T cells resistant to CCR1 and PD-L1 mediated suppression compromise reg-

- ulatory T cell function in tuberculosis[J]. PLoS Pathog, 2018, 14(9): e1007289.
- [19] ALESSIO G, AMBRA N, FABRIZIO A, et al. Immune-mediated drug-induced liver injury: immunogenetics and experimental models [J]. Int J Mol Sci, 2021, 22(9): 4557.
- [20] SARAAY I, PANDEY K, SHARMA M, et al. Predicting promiscuous antigenic T cell epitopes of Mycobacterium tuberculosis mymA operon proteins binding to MHC class I and class II molecules infection[J]. Infect Genet Evol, 2016, 44: 182-189.
- [21] KIM S H, LEE S K, KIM S H, et al. Antituberculosis drug-induced hypersensitivity syndrome and its association with human leukocyte antigen [J]. Elsevier, 2013, 93(2): 270-274.
- [22] DENG X M, LUYUNDYK J P, GANEY P E, et al. Inflammatory stress and idiosyncratic hepatotoxicity: hints from animal models [J]. Pharmacol Rev, 2009, 61(3): 262-282.

(收稿日期:2021-03-28 修回日期:2021-09-11)