

3例中度骨髓型急性放射病患者受照后17年的医学随访观察

何玲¹ 周琼芳¹ 高艺莹¹ 王捷² 刘强³

¹四川省疾病预防控制中心职业与辐射卫生所, 成都 610041; ²四川省肿瘤医院放射肿瘤学中心, 成都 610041; ³中国医学科学院北京协和医学院放射医学所, 天津市放射医学与核医学重点实验室 300192

通信作者: 刘强, Email: liuqiang@irm-cams.ac.cn

【摘要】目的 对3例⁶⁰Co源事故照射所致的中度骨髓型急性放射病患者进行17年的医学随访, 观察其辐射远期效应。**方法** 按照医学随访计划观察3例患者(分别称为“明”、“军”、“磊”)血液系统、免疫系统、神经系统、生殖系统、眼晶状体和细胞遗传学等随访项目的变化。**结果** 3例患者均有易感冒、性功能障碍和神经衰弱症状主诉。双眼慢性结膜炎, 视力下降, 眼晶状体点片状浑浊。血常规、肝肾功能和性激素正常。细胞免疫指标CD3、CD4、CD8和CD4/CD8下降。染色体畸变率(双着丝粒体和断片)和微核率随着时间的推移逐年降低。“明”和“军”有肌酸激酶同工酶增高和缺血性心电图改变。“明”受照后第12年患甲状腺癌, “磊”受照后第14年患甲状腺结节。**结论** 本次随访为急性放射病患者的远期效应规律积累了材料, 为患者的后期医疗干预提供了客观依据。

【关键词】 钴放射性同位素; 辐射损伤; 放射事故; 医学随访

基金项目: 中央级公益性科研院所基本科研业务费资助项目(2016RC310019)

DOI: [10.3760/cma.j.issn.1673-4114.2019.02.004](https://doi.org/10.3760/cma.j.issn.1673-4114.2019.02.004)

Medical follow up of three patients with moderate bone marrow form of acute radiation sickness seventeen years after the accident

He Ling¹, Zhou Qiongfang¹, Gao Yiyi¹, Wang Jie², Liu Qiang³

¹Institute of Occupational Health and Radiational Protection, Sichuan Center for Diseases Control and Prevention, Chengdu 610041, China; ²Department of Radiation Oncology Center, Sichuan Cancer Hospital, Chengdu 610041, China; ³Tianjin Key Laboratory of Radiation Medicine and Molecular Nuclear Medicine, Institute of Radiation Medicine, Chinese Academy of Medical Science and Peking Union Medical College, Tianjin 300192, China

Corresponding author: Liu Qiang, Email: liuqiang@irm-cams.ac.cn

【Abstract】Objective This study aimed to observe the late effects of ionizing radiation by medical follow-up(after 17 years) of the three patients('Ming','Jun','Lei') moderate bone marrow form of acute radiation sickness who accidentally were exposed to ⁶⁰Co. **Methods** Changes in hematology, immunology, neurology, reproduction, lens, and cytogenetics were measured according to the medical follow-up plan. **Results** All the three patients had chief complaints of being prone to cold, neurosis, and sexual dysfunction. They also had chronic conjunctivitis, decreased vision, as well as punctate and patchy opacity of ocular lens. The blood routine, liver function, renal function, and sex hormone were normal. The cellular immunity indexes CD3, CD4, CD8, and CD4/CD8 were decreased. The rate of chromosomal aberration(dicentric and fragment) and micronuclear decreased over time. 'Ming' and 'Jun' showed increased creatine kinase isoenzymes and myocardial ischemia, according to the electrocardiogram. 'Ming' had thyroid carcinoma 12 years after irradiation, and 'Lei' had thyroid

nodules 14 years after the accident. **Conclusion** The medical follow-up study collected data for long-term effects of acute radiation sickness patients and provided information for their late medical intervention.

【**Key words**】 Cobalt radioisotopes; Radiation injuries; Radiation accident; Medical follow up

Fund program: Fundamental Research Business Expenses of Central Public Welfare Research Institutions (2016RC310019)

DOI: 10.3760/cma.j.issn.1673-4114.2019.02.004

以辐射事故受照患者作为医学观察对象,是放射损伤远期效应研究的重点。为丰富这一研究内容,现将2000年成都某 ^{60}Co 辐照场发生的一起3人同时受到 γ 射线事故照射,造成3例中度骨髓型急性放射病患者受照后17年的医学随访情况报道如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料

患者3例,分别称为“明”(39岁)、“军”(26岁)、“磊”(31岁),均为男性搬运工,除“磊”查见左眼晶状体先天性核性条状浑浊外,岗前及岗中放射工作人员职业健康体检报告显示:3人均无任何不适主诉和高血压、糖尿病、心脏病等病史,体检结果正常。2000年2月27日,因辐射连锁警报装置失灵,3人误入放射源强度为 19.98×10^{14} Bq (5.4×10^4 Ci)的 ^{60}Co 辐照场,受到全身均匀照射,4家单位估算的事故受照剂量见表1。3人在解放军307医院住院时被确诊为中度骨髓型急性放射病,经全环境保护、加强营养、抗感染、抗出血、粒细胞集落刺激因子提升白细胞等措施治疗,于受照后54 d治愈出院,列为随访对象。

1.2 医学随访计划

1.2.1 随访周期

受照后前2年每半年随访1次;照后3~6年每年随访1次;6年后每2~3年随访1次。

1.2.2 随访项目

问诊、体格检查(内科、外科、皮肤科、眼科、耳鼻喉科、口腔科)、影像学检查(X射线、B超)、器械检查(心电图、裂隙灯)、血常规、常规生化检验(肝功、肾功、血糖、血脂、乙肝两对半、心肌酶)、免疫系统、细胞遗

传学、内分泌和肿瘤标志物检查。3人均不愿配合做生殖系统检查。

2 结果

2000年6月5日至2017年9月17日,患者均经过受照后第0.5年、1年、1.5年、2年、3年、4年、5年、6年、8年、10年、12年、14年、15年、17年共14次医学随访。

2.1 临床检查

2.1.1 一般情况

随访期间,3例患者一直有不同程度的易感冒、乏力、头晕、头痛、失眠、记忆力下降等神经衰弱症状和性功能障碍主诉,受照后第8年“明”和“军”有心悸主诉。

2.1.2 婚姻生育情况

“明”、“军”2例患者在事故前均已结婚生子;“磊”2001年10月结婚,采用人工避孕未生育。

2.1.3 体格检查

“军”和“磊”患有慢性咽炎,3例患者均未见其他阳性体征。

2.1.4 影像学检查

“磊”受照后第5年检出胆囊结石,受照后第8年行胆囊切除术,受照后第17年甲状腺彩超检出右侧甲状腺有2个边界清楚边缘规则的结节,分别为以囊性为主的混合回声结节($6.6 \text{ mm} \times 3.7 \text{ mm}$)和无回声结节(1.7 mm);“军”受照后第14年检出

表1 3例受到 γ 射线照射的急性放射病患者的受照剂量估算

Table 1 Dose estimation for γ ray accidental exposure in 3 patients

患者名	年龄(岁)	物理剂量(Gy)		生物剂量(Gy)	
		四川省劳动卫生职业病防治研究所	北京工业卫生研究所	中国军事医学科学院	解放军307医院
“明”	39	0.81	2.33(2.06~2.58)	2.10(1.80~2.30)	2.03(1.69~2.40)
“军”	26	0.96	2.30(2.03~2.56)	2.20(1.90~2.50)	2.15(1.80~2.54)
“磊”	31	0.42	1.79(1.51~2.04)	1.60(1.30~1.80)	1.54(1.26~1.85)

肛门外痣和左肾囊肿；“明”受照后第12年甲状腺B超检出右侧甲状腺有1个0.7 cm×0.9 cm稍弱回声结节，病理结果诊断为甲状腺乳头状癌，行右侧甲状腺癌切除术。

2.1.5 心电图检查

受照后第8年，“明”窦性心动过缓，心率58次/分；“军”Ⅱ、avF导联轴T波较低，Ⅲ导联轴T波倒置；“磊”正常。

2.1.6 眼科检查

3例患者双眼均患有轻度慢性结膜炎。“明”双眼视力在0.6~0.8波动，左眼晶状体为先天性核性条状浑浊，右眼晶状体点片状浑浊，从赤道部发展到前囊部。“军”双眼视力从1.5下降至0.8，受照后第2年，双眼晶状体赤道部呈点状浑浊，并逐年增多扩展到后囊部。“磊”双眼视力从0.6下降至0.2，受照后第2年，双眼晶状体赤道部和后囊部呈点状浑浊，并逐年增多。

2.2 实验室检查

2.2.1 血常规

3例患者外周血红蛋白含量、白细胞和血小板计数均在正常范围内，其中“明”的白细胞计数波动值为4.03~7.60(5.61±1.18)×10⁹/L，血小板计数波动值为108~226(139±32)×10⁹/L。“军”的白细胞计数波动值为4.25~8.8(5.71±1.39)×10⁹/L，血小板计数波动值为95~190(132±31)×10⁹/L。“磊”的白细胞计数波动值为3.5~6.0(4.63±0.74)×10⁹/L，血小板计数波动值为88~180(141±32)×10⁹/L。

2.2.2 常规生化

3例患者肾功能、血糖、肝功能、乙肝两对半均正常。“磊”血脂一直偏高。“明”在受照后第12年、14年随访中的血脂偏高。“军”在受照后第15年、17年随访中的总胆红素和间接胆红素偏高。

2.2.3 心肌酶谱

在受照后第8年、12年和14年共计3次的心肌酶谱随访检查中，“明”、“军”肌酸激酶同工酶偏高，“磊”正常；天门冬氨酸氨基转移酶、磷酸肌酸激酶、乳酸脱氢酶、羟丁酸脱氢酶均正常。

2.2.4 免疫学检查

3例患者受照后医学随访的免疫异常指标见表2。

2.2.5 细胞遗传学分析

4个实验室先后对3例患者完成了外周血淋巴细胞微核与染色体非稳定性畸变分析，具体结果见表3。

2.2.6 内分泌检查

“军”和“磊”的甲状腺激素指标均正常，“明”在甲状腺癌切除术前的受照后第8年、10年、12年的随访中，促甲状腺刺激激素水平增高，其他甲状腺激素水平正常。3例患者在受照后第10年、14年随访中的皮质醇、游离雌三醇、雌二醇和总睾酮水平均正常。

2.2.7 肿瘤标志物检查

“军”和“磊”的甲胎蛋白、癌胚抗原、血清铁蛋白、前列腺特异蛋白、糖类抗原(CA-50、CA-19-9)均正常。“明”在受照后第14年的癌胚抗原水平为5.21 μg/L，稍高于正常值(0.00~5.00 μg/L)。

3 讨论

3.1 临床表现

3例患者健康状态基本良好，其主诉的易感冒、乏力、头晕、头痛、失眠、记忆力下降等症状属于无力型神经衰弱症状，其表现与国内的相关报道一致，是间脑功能受影响造成神经功能紊乱的结果^[1-3]。易感冒被认为与射线损伤造成的免疫抑制有关^[4]。

3.2 外周血象变化

造血系统是辐射敏感器官，外周血象的变化可反映机体造血功能的情况，随访血象结果提示，3例患者出院后机体造血功能一直良好。这一结果不同于1990年上海“6.25”⁶⁰Co辐射事故患者第2.5年随访观察的血象结果，其患者受照后1.5年内的外周血白细胞数普遍偏低，受照后第2.5年白细胞和中性粒细胞绝对值逐步恢复正常，但淋巴细胞比值增高^[3-5]。分析原因：本研究的3例患者在急性放射病的诊治过程中使用了粒细胞的集落刺激因子，而后者未使用^[3,5-6]。结果提示，应用粒细胞的集落刺激因子不仅可以缩短急性放射病患者的粒细胞减少期，同时也有持续稳定粒细胞的远期效果。

3.3 眼部影响

眼晶状体辐射损伤的确定性效应是白内障。国家职业卫生标准《职业性放射性白内障的诊断》(GBZ 95-2014)规定，放射性白内障的剂量阈值为1.0 Gy，国内相关资料报道，浑浊部位以晶状体后囊下皮质较多，浑浊形态以点状、粉尘状居多^[7-8]。

随访结果显示,除“明”患有先天性左眼晶状体核性浑浊外,3例患者眼晶状体均有点片状浑浊,并有从赤道部发展到后囊和前囊下皮质的变化趋势,但对视力影响不大。3例患者均患有双眼慢性结膜炎,可能与辐射事故时的急性照射有关。

3.4 心脏影响

心脏不是辐射敏感器官,但辐射事故可以造成心脏的直接损伤和间接损伤^[9-10],ICRP118号出版物报告,辐射诱导的心脏损伤机制包括炎性过程,在受到较高剂量照射后,开放毛细血管的数量逐步减少,最终导致局部缺血、心肌细胞死亡和纤维化、重要血管动脉粥样硬化加速、心肌功能减退以及致病的充血性心力衰竭^[11]。“明”、“军”的心电图改变,心肌酶谱中的磷酸肌酸激酶同工酶增高,提示应重视辐射事故患者的心脏损伤效应的研究。

3.5 免疫功能影响

3例患者的免疫学指标异常,证实辐射事故时急性的大剂量照射可引起骨髓造血功能的严重破坏,造成免疫系统严重受损,表现为细胞免疫抑制、调控能力失常、体液免疫功能紊乱^[4-6],其中细胞免疫抑制是放射损伤的一个远期效应。

3.6 淋巴细胞微核和染色体畸变的变化

染色体是遗传物质的主要载体,在电离辐射作用下会发生畸变。染色体畸变分析是按照人类细胞遗传学国际法命名,分为非稳定性畸变和稳定性畸变,非稳定性畸变的类型有双着丝粒、着丝粒环和无着丝粒;稳定性畸变的类型有易位、倒位、插入和缺失。微核来源于辐射诱发的染色体畸变,大多数学者认为染色体断片与微核的形成有直接关系,微核和非稳定性畸变随着时间的推移和细胞的不断增殖

表2 3例受到γ射线照射的急性放射病患者的免疫指标异常结果

Table 2 Abnormal results of immune indices in 3 patients who irradiated by γ ray

患者名及年龄	照后时间	指标名称	检测结果	正常参考值	结果提示	
“明” (39岁)	第8年	免疫球蛋白G	15.70 g/L	(8.0~15.5) g/L	↑	
		免疫球蛋白E	291.59 IU/mL	(0.1~150.0) IU/mL	↑	
		补体C3	0.78 g/L	(0.79~1.52) g/L	↓	
		CD3细胞亚群	66.80%	(66.9~83.1)%	↓	
		CD4细胞亚群	30.80%	(33.19~47.85)%	↓	
	第10年	CD3+CD4+细胞占淋巴细胞比值	29.56%	(35.25±5.16)%	↓	
		CD3+CD8+细胞占淋巴细胞比值	36.55%	(25.08±4.34)%	↑	
		第12年	CD3+CD8+/CD3+	46.33%	(13~19)%	↑
			抗甲状腺过氧化物酶抗体	44.10	<30	↑
		“军” (26岁)	第8年	免疫球蛋白E	434.55 IU/mL	(0.1~150.0) IU/mL
CD3细胞亚群	42.00%			(66.9~83.1)%	↓	
CD4细胞亚群	27.10%			(33.19~47.85)%	↓	
CD8细胞亚群	12.80%			(20.4~34.7)%	↓	
第10年	CD3+T细胞占淋巴细胞比值		52.78%	(69.98±5.79)%	↓	
	CD3+CD8+细胞占淋巴细胞比值		18.08%	(25.08±4.34)%	↓	
第12年	CD3+CD4/CD3+		71.39%	(33~58)%	↑	
	CD3+CD4/CD3+CD8+		2.80%	(0.97~2.31)%	↑	
	总CD3+		53.60%	(56~58)%	↓	
	CD3-(CD16+CD56+)		26.60%	(5~26)%	↑	
第14年	补体C3	0.84 g/L	(0.9~1.8) g/L	↓		
	总T细胞	48.59%	(50~84)%	↓		
	抑制/细胞毒性T细胞	14.92%	(50~44)%	↓		
	抑制/细胞毒性T细胞	14.92%	(50~44)%	↓		
“磊” (31岁)	第8年	免疫球蛋白G	16.70 g/L	(8.0~15.5) g/L	↑	
		免疫球蛋白E	168.41 IU/mL	(0.1~150.0) IU/mL	↑	
		CD3细胞亚群	55.40%	(66.9~83.1)%	↓	
		CD4细胞亚群	22.00%	(33.19~47.85)%	↓	
	第12年	CD4/CD8比值	0.75%	(0.97~2.31)%	↓	
		CD3+CD8+/CD3+	43.42%	(13~19)%	↑	
	第14年	总CD3+	54.60%	(56~58)%	↓	
		CD3-(CD16+CD56+)	27.20%	(5~26)%	↑	
		免疫球蛋白E	241.6 kIU/L	(0.1~100) kIU/L	↑	
		补体C3	0.84 g/L	(0.9~1.8) g/L	↓	
		抗链球菌溶血素O	208.00 IU/mL	<200 IU/mL	↑	

而丢失,稳定性畸变可以长期存在^[12-13]。由于不同实验室检出微核和染色体畸变技术水平有差异,本文表3的结果与此结论不太吻合,但总的趋势显示,事故后3例患者的外周血淋巴细胞染色体畸变率和微核率随着时间的推移逐年降低,受照后第

表 3 3例受到 γ 射线照射的急性放射病患者的外周血淋巴细胞微核和染色体非稳定性畸变的分析结果

Table 3 Analysis of unstable chromosome aberration and micronucleus in lymphocyte of 3 patients who irradiated by γ ray

患者名	年龄(岁)	照后时间	双着丝粒体数(个)	无着丝粒畸变数(个)	染色体畸变率(%)	微核率(%)
“明”	39	第0.5年	2	3	5	6
		第1年	5	1	6	8
		第2年	1	2	3	3
		第3年	0	0	0	3
		第4年	1	2	3	2
		第5~8年	0	0	0	0~2
		第10年	0	1	1	-
		第12年	0	0	0	1
		第14年	1	0	1	10
		第15~17年	0	0	0	0
“军”	26	第0.5年	4	5	9	-
		第1年	1	2	3	3
		第2年	1	1	2	2
		第3年	0	0	0	3
		第4~8年	0	0	0	0~1
		第10年	0	1	0	-
		第12年	0	0	0	0
		第14年	1	3	4	0
		第15~17年	0	0	0	0
		“磊”	31	第0.5年	0	0
第1年	0			4	4	4
第2年	0			3	3	1
第3年	1			0	1	2
4~8年	0			0	0	1~0
第10年	0			2	0	-
第12年	0			0	0	1
第14年	0			2	2	2
第15~17年	0			0	0	0

注：表中，-：此项未检测。

14年，仍有染色体畸变和微核的检出，这与王优等^[1]、陈英等^[13]和侯祖洪等^[14]分别报道的辐射事故受照者随访12年和6年的染色体畸变结果一致，提示染色体非稳定性畸变分析在辐射事故的医学随访中有一定的临床参考意义。

3.7 甲状腺损伤

甲状腺是辐射敏感器官，辐射可引起腺体分泌功能改变和细胞畸变，从而导致下丘脑神经内分泌功能损伤和垂体-甲状腺轴的损伤和功能混乱^[15]，最终导致放射性甲状腺疾病，包括有阈值的确定性

放射损伤效应(如慢性放射性甲状腺炎、放射性甲状腺功能减退症、放射性甲状腺良性结节)和随机性放射损伤效应(如放射性甲状腺癌)^[16-17]。“明”受照8年后甲状腺功能降低，12年后患甲状腺癌，其放射性所致甲状腺癌的病因概率高于判定标准^[18]；“磊”受照17年后发现甲状腺结节，均证实甲状腺的放射性损伤效应。

本研究结果揭示，辐射事故的大剂量照射对机体的免疫系统、眼晶状体、性腺或甲状腺等组织器官将产生长期的影响，应重点关注辐射远期随机性效应，尤其是肿瘤疾病的发生。医学随访不仅可为辐射损伤远期效应规律的研究积累资料，同时也可早期发现疾病，为患者实施个体化的医学治疗和干预提供依据。辐射事故患者的终身医学随访意义重大，且非常必要。

利益冲突 本研究由署名作者按以下贡献声明独立开展，不涉及任何利益冲突。

作者贡献声明 何玲负责论文的命题、医学随访计划的制定和实施、资料总结和论文撰写；周琼芳负责医学随访中患者实验室项目的实施及资料的收集；高艺莹负责医学随访所有项目的资料收集、整理、分析和初步总结；王捷负责医学随访临床项目的设计和和实施，并指导相应项目的资料总结；刘强负责指导论文命题、项目资料收集、整理、分析和论文的撰写。

参 考 文 献

[1] 王优优, 刘玉龙, 赵风玲, 等. 四例骨髓型急性放射病患者受照后12年医学随访观察[J]. *中华放射医学与防护杂志*, 2013, 33(2): 174-179. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-5098.2013.02.016.
Wang YY, Liu YL, Zhao FL, et al. Medical follow-up of four cases with bone marrow form of acute radiation sickness twelve years after the accident[J]. *Chin J Radiol Med Prot*, 2013, 33(2): 174-179. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-5098.2013.02.016.

[2] 张照辉, 张淑兰, 贾廷珍, 等. 山西忻州事故中孕妇受照后第16年随访[J]. *中华放射医学与防护杂志*, 2010, 30(5): 516-519. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-5098.2010.05.005.
Zhang ZH, Zhang SL, Jia TZ, et al. Follow-up of pregnant woman 16 years after exposure in Xinzhou radiation accident[J]. *Chin J Radiol Med Prot*, 2010, 30(5): 516-519. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-5098.2010.05.005.

[3] 章卫平, 刘本傲. “6.25”⁶⁰Co源辐射事故病人照后2.5年远后效应随访观察[J]. *中华放射医学与防护杂志*, 1998, 18(1): 10-14.
Zhang WP, Liu BT. Follow-up study on delayed consequences in patients two and a half years after exposure to ⁶⁰Co radiation accident in Shanghai "6.25"[J]. *Chin J Radiol Med Prot*, 1998,

- 18(1): 10-14.
- [4] 姜恩海, 刘强, 江波, 等. 外照射慢性放射病患者免疫系统的随访观察[J]. 中国职业医学, 2001, 28(4): 24-25.
Jiang EH, Liu Q, Jiang B, et al. Follow-up study on immune system in patients suffering from chronic radiation sickness by external irradiation[J]. Chin Occup Med, 2001, 28(4): 24-25.
- [5] 叶根耀. 放射医学临床诊治的起始、发展与展望(二)[J]. 中华放射医学与防护杂志, 2009, 29(2): 238-242. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-5098.2009.02.045.
Ye GY. The Beginning, development and prospect of clinical diagnosis and treatment of radiology[J]. Chin J Radiol Med Prot, 2009, 29(2): 238-242. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-5098.2009.02.045.
- [6] 章卫平, 刘本俦, 金瑾珍, 等. "6.25" ^{60}Co 源辐射事故病人远后效应 6 年随访观察综合报告 [J]. 中华放射医学与防护杂志, 1998, 18(1): 15-20.
Zhang WP, Liu BT, Jin CZ, et al. Six years follow-up study of delayed consequences in five patients having survived from "6.25" ^{60}Co radiation accident[J]. Chin J Radiol Med Prot, 1998, 18(1): 15-20.
- [7] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会. GBZ 95-2014 职业性放射性白内障的诊断 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2014. National Health and Family Planning Commission of the People's Republic of China. GBZ 95-2014 Diagnostic criteria for occupational radiation cataract[S]. Beijing: Standards Press of China, 2014.
- [8] 赵凤玲, 陈玉浩, 刘金星, 等. 10 例 ^{60}Co 源辐射事故受照者眼晶状体的随访观察 [J]. 中华放射医学与防护杂志, 2015, 35(12): 936-940. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-5098.2015.12.012.
Zhao FL, Chen YH, Liu JX, et al. Follow-up observation of eye lens in ten victims accidentally exposed to ^{60}Co radiation source[J]. Chin J Radiol Med Prot, 2015, 35(12): 936-940. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-5098.2015.12.012.
- [9] 陈建魁, 宋世平, 尹秀云, 等. 山东济宁 ^{60}Co 辐射事故受照人员的心肌酶变化 [J]. 中华放射医学与防护杂志, 2007, 27(1): 30-31. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-5098.2007.01.010.
Chen JK, Song SP, Yin XY, et al. Changes of myocardial enzymes in cases after ^{60}Co radiation accident in Jining, Shangdong Province[J]. Chin J Radiol Med Prot, 2007, 27(1): 30-31. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-5098.2007.01.010.
- [10] 王桂林, 罗庆良, 陈虎, 等. 一例中度骨髓型急性放射病合并局部极重度放射性损伤病人的临床报告 [J]. 中华放射医学与防护杂志, 1997, 17(1): 12-18.
Wang GL, Luo QL, Chen H, et al. Clinical report of a moderate degree bone marrow form of acute radiation sickness associated with local extremely severe radiation damage[J]. Chin J Radiol Med Prot, 1997, 17(1): 12-18.
- [11] 国际辐射防护委员会. 关于组织反应的声明及正常组织器官的早期和晚期辐射效应——辐射防护中的组织反应阈剂量 [M]. 刘强, 李峰生, 高玲, 等译. 北京: 中国原子能出版社, 2014: 240-242.
International Commission on Radiological Protection. ICRP statement on tissue reactions/early and late effects of radiation in normal tissues and organs—threshold doses for tissue reactions in a radiation protection context[M]. Liu Q, Li FS, Gao L, et al. Trans. Beijing: China Atomic Energy Publishing House, 2014: 240-242.
- [12] 王继先. 放射生物剂量学 [M]. 北京: 原子能出版社, 1997: 65-67. Wang JX. Radiobiological dosimetry[M]. Beijing: Atomic Energy Publishing House, 1997: 65-67.
- [13] 陈英, 葛世丽, 骆亿生, 等. 上海“6.25”辐射事故受照射者 12 年后染色体畸变随访观察 [J]. 中华放射医学与防护杂志, 2004, 24(4): 350-352. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-5098.2004.04.023. Chen Y, Ge SL, Luo YS, et al. A follow-up study of chromosome aberrations 12 years after exposure to a radiation accident in Shanghai "6.25"[J]. Chin J Radiol Med Prot, 2004, 24(4): 350-352. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-5098.2004.04.023.
- [14] 侯祖洪, 李琼, 房晓光. 湖北“921113”辐射事故受照者照后 6 年细胞遗传学随访观察 [J]. 中华放射医学与防护杂志, 2000, 20(2): 119-120.
Hou ZH, Li Q, Fang XG. Cytogenetic follow-up of four cases with acute radiation sickness six years after the accident in Hubei "921113"[J]. Chin J Radiol Med Prot, 2000, 20(2): 119-120.
- [15] 江波, 姜丽平, 姜恩海, 等. 中、重度骨髓型急性放射病者内分泌功能改变的 3 年医学随访 [J]. 中国职业医学, 2003, 30(2): 36-38.
Jiang B, Jiang LP, Jiang EH, et al. A 3-year-long follow-up study on the functional changes of endocrine glands in 3 cases of bone marrow formed acute radiation sickness[J]. Chin Occup Med, 2003, 30(2): 36-38.
- [16] 李雨, 赵芳, 蔡建明. 切尔诺贝利核事故导致的人类甲状腺癌 [J]. 国外医学·放射医学核医学分册, 2004, 28(2): 86-89. Li Y, Zhao F, Cai JM. Thyroid carcinomas induced by Chernobyl nuclear accident[J]. Foreign Med Sci-Sec Radiat Med Nucl Med, 2004, 28(2): 86-89.
- [17] 中华人民共和国卫生部. GBZ 101-2011 放射性甲状腺疾病诊断标准 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2012. Ministry of Health of the People's Republic of China. GBZ 101-2011 Diagnostic criteria for radiation thyroid diseases[S]. Beijing: Standards Press of China, 2012.
- [18] 何玲, 王捷, 高艺莹. 中度骨髓型外照射急性放射病患者患甲状腺癌的病因概率分析 [J]. 中华放射医学与防护杂志, 2014, 34(8): 625-626. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-5098.2014.08.016. He L, Wang J, Gao YY. Analysis on probability of causation for thyroid carcinoma in patients with moderate bone marrow of acute radiation sickness by external irradiation[J]. Chin J Radiol Med Prot, 2014, 34(8): 625-626. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-5098.2014.08.016.

(收稿日期: 2019-02-22)