

燃煤型氟中毒对雌鼠血细胞的影响*

王世君^{1,2}, 谢婷婷^{1,2}, 夏曙华^{1,2△}, 周进³, 余司文⁴, 徐静峰⁵, 崔淼淼⁶

- (1. 贵阳医学院附属医院临床检验科, 贵阳 550004; 2. 贵阳医学院检验学院临床检验教研室, 贵阳 550004;
3. 贵阳医学院附属医院乌当医院检验科, 贵阳 550004; 4. 上海市闸北区中心医院检验科 200070;
5. 贵州省贵阳市第二人民医院外科 550000; 6. 贵州省贵阳市第二人民医院检验科 550000)

摘要:目的 探讨不同染氟剂量在不同时间对雌鼠血细胞的影响。方法 选用 SD 雌性大鼠按体重分为对照组(饲以非病区玉米饲料, 含氟量为 5.2 mg/kg)、中氟组、高氟组(饲以掺入燃煤型氟中毒病区玉米饲料, 含氟量分别为 47.8、96 mg/kg), 中氟组、高氟组合称染氟组。于染氟 60、120、180 d 进行血常规检测。结果 染氟 60、120 d 高氟组白细胞(WBC)较中氟组明显减少($P < 0.05$)。第 60、120 天和 180 天时染氟组红细胞(RBC)较对照组显著减少($P < 0.05$), 染氟组第 120 天时 RBC 较第 60、180 天减少($P < 0.05$)。染氟 60、120 d 时染氟组血红蛋白(Hb)、红细胞压积(HCT)、平均红细胞体积(MCV)较对照组减低($P < 0.05$), 第 180 天时染氟组 MCV 反而有增高趋势($P < 0.05$); 染氟组内 Hb、HCT 染氟 120 d 均比 60、180 d 低($P < 0.05$); 中氟组 MCV 随时间推移逐渐降低, 180 d 时显著低于 60 d ($P < 0.05$), 高氟组染氟 120 d MCV 均比 60、180 d 低($P < 0.05$)。中氟组内染氟 120 d 平均血红蛋白含量(MCH)比 60、180 d 高($P < 0.05$), 高氟组内染氟 180 d 时 MCH 比 60 d 高($P < 0.05$)。结论 氟中毒对 SD 雌鼠的血细胞有不同程度的影响, 尤其对红细胞系统的影响最大。染氟早期、中期 RBC 表现为小 RBC 高色素性。染氟晚期表现为大细胞高色素性。

关键词:血细胞; 燃煤型氟中毒; SD 雌鼠

中图分类号: R599

文献标识码: A

文章编号: 1671-8348(2015)05-0590-03

Effects of coal-buring caused fluorosis on blood cells of female SD rats*

Wang Shijun^{1,2}, Xie Tingting^{1,2}, Xia Shuhua^{1,2△}, Zhou Jin³, Yu Siwen⁴, Xu Jingfeng⁵, Cui Miaomiao⁶

- (1. Department of Clinical Laboratory, the Affiliated Hospital of Guiyang Medical College, Guiyang, Guizhou 550004, China;
2. Clinical Teaching and Research Section, Institute of Inspection, Guiyang Medical College, Guiyang, Guizhou 550004, China;
3. Department of Clinical Laboratory, The Affiliated Wudang Hospital of Guiyang Medical College, Guiyang, Guizhou 550004, China; 4. Department of Clinical Laboratory, Shanghai Zhabei Centrl Hospital, Shanghai 200070, China;
5. Department of Surgery, Guiyang Second People's Hospital, Guiyang, Guizhou 550000, China;
6. Department of Clinical Laboratory, Guiyang Second People's Hospital, Guiyang, Guizhou 550000, China)

Abstract: **Objective** To study the relationship between the complete blood count (CBC) and coal-buring caused fluorosis of female rats. **Methods** Female SD rats were randomly divided into three groups: control group, medium-fluorine group and high-fluorine group. Rats in each exposed group were fed with fodder containing different proportions of corn dried by burning coal from fluorosis endemic areas to establish coal-buring fluorosis model (fluoride of fodder were 47.8 mg/kg and 96 mg/kg). The corn of control group's fodder was collected from non endemic areas (fluoride was 5.2 mg/kg). At 60 days, 120 days and 180 days, the tail vein bloods were analyzed with automated analyzer. **Results** Compared with medium-fluorine group, the WBC of high-fluorine group decreased at 60 d and 120 d ($P < 0.05$). Compared with control group, the RBC of fluoride treated groups decreased at each time point ($P < 0.05$), especially at 120 d. At 60 d and 120 d, the Hb, HCT and MCV decreased ($P < 0.05$). At 180 d, only the MCV of high-fluorine group increased obviously ($P < 0.05$). At 120 d, the Hb, HCT of fluoride treated groups were less than those at 60 d and 180 d ($P < 0.05$). The MCV of high-fluorine group was same as above ($P < 0.05$). At 180 d, the MCV of medium-fluorine group decreased less than that at 60 d ($P < 0.05$). The MCH of fluoride treated groups increased at each time point ($P < 0.05$). At 120 d, the MCH of medium-fluorine group increased more than its at 60 d and 180 d ($P < 0.05$). At 180 d, the MCH of higher-fluorine group increased than those at 60 d ($P < 0.05$). **Conclusion** Fluorosis has varied influence on blood cell of SD rats, especially on red blood cell system. In the early and mid stages, the coal-buring caused fluorosis showed the small RBC high pigment anemia. In the late stage, the coal-buring caused fluorosis showed the big RBC high pigment anemia.

Key words: blood cell; coal type fluorosis; female SD rats

长期过量摄入氟会使机体发生氟中毒,这是一种全身性毒物,可累及机体各组织器官,不仅表现在对骨骼和牙齿的损害, 对非骨骼组织也具有广泛的毒性作用。有关氟中毒对红细胞(RBC)的报道较多,但对不同染氟剂量和时间对 RBC 系统和

表 1 3 组 SD 雌鼠骨氟、尿氟含量变化情况 ($\bar{x} \pm s, n=10, \text{mg/kg}$)

时间	对照组		中氟组		高氟组	
	骨氟	尿氟	骨氟	尿氟	骨氟	尿氟
60 d	13.76±2.14	0.66±0.10	76.90±17.76	2.96±0.68	112.66±13.49	10.24±1.23
120 d	21.00±3.55	0.72±0.12	110.34±26.53	5.25±1.26	143.80±14.63	13.07±1.79
180 d	27.06±9.75	3.01±1.08	158.67±29.37	16.24±2.30	243.33±47.53	21.79±12.88

其他血液细胞的研究较少。所以本文以贵州省织金县氟中毒病区玉米为基础,建立雌鼠燃煤型氟中毒模型,检测其血常规结果,研究雌鼠血细胞随不同染氟剂量、时间的变化情况。

1 材料与方 法

1.1 仪器与试剂 量筒、电子秤、PXJ-1B 型氟离子电极(江苏汇分电分析仪器有限公司)、Sysmex K4500 型全血细胞分析仪(日本希森美康医用电子株式会社)。EDTA-K₂。

1.2 方法

1.2.1 动物模型的建立 选用贵阳医学院动物实验中心提供的 90 只断乳 2 周,体质量 60~80 g 的纯系 SD 雌鼠为研究对象。适应性喂养 1 周后,按体质量分为对照组、中氟组、高氟组,每组 30 只。自由饮水,对照组自由食用非病区玉米饲料,含氟量为 5.2 mg/kg;中、高氟组饲以掺入不同比例燃煤型氟中毒病区玉米饲料,含氟量分别为 47.8、96.0 mg/kg。每天动态观察雌鼠日常情况(毛色、饮水、食用饲料量等),每周观察雌鼠牙齿的变化。

1.2.2 尿氟检测 分别于染氟 60、120、180 d 3 个时段收集处死前 24 h 尿液,根据中华人民共和国卫生行业标准(WS/T 89-1996 标准编号),采用氟离子选择电极法测定尿氟含量。

1.2.3 骨氟检测 大鼠处死后取右侧长骨采用高温灰化-氟离子选择电极法测定骨氟。

1.2.4 氟斑牙的观察 根据大鼠氟斑牙分度标准^[1],观察雌鼠氟斑牙发生情况。

1.2.5 血常规检测 染氟 60、120、180 d 处死前每组选择 10 只雌鼠尾静脉采血,EDTA-K₂ 抗凝,进行血常规检测。使用配套质控品对全血细胞分析仪进行质控。

1.3 统计学处理 采用 SPSS17.0 软件进行数据分析,计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,组间比较单因素方差分析,如果方差齐进一步多重比较采用 LSD-*t* 检验,以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结 果

2.1 动物模型复制结果

2.1.1 氟斑牙发生情况 染氟 60、120、180 d 对照组氟斑牙均为 0 只;中氟组分别为 6、8、10 只;高氟组分别为 9、10、10 只。

2.1.2 骨氟、尿氟含量变化 见表 1。结果表明已成功建立燃煤型氟中毒雌鼠模型。

2.2 血常规检测结果

2.2.1 雌鼠白细胞(WBC)的变化 染氟 60、120 d,高氟组 WBC 明显低于中氟组($P < 0.05$);其余各组间及组内 3 个时间比较,差异均无统计学意义($P > 0.05$)。雌鼠 WBC 变化,见表 2。

2.2.2 雌鼠 RBC 的变化 染氟 60、120、180 d,染氟组 RBC 显著减少($P < 0.05$),随染氟剂量增加,RBC 有逐渐下降趋势($P > 0.05$);各染氟组内 RBC 在 120 d 低于同组内 60、180 d ($P < 0.05$)。雌鼠 RBC 变化,见表 3。

表 2 染氟 60、120、180 d 雌鼠 WBC 水平 ($\bar{x} \pm s, \times 10^9/L, n=10$)

组别	60 d	120 d	180 d
对照组	14.70±2.21	13.83±2.35	11.90±5.74
中氟组	15.71±1.71 ^a	15.01±2.88 ^a	12.42±2.48
高氟组	11.90±5.74	15.59±3.44	13.86±3.16

^a: $P < 0.05$,与高氟组比较。

表 3 染氟 60、120、180 d 雌鼠 RBC 水平 ($\bar{x} \pm s, \times 10^{12}/L, n=10$)

组别	60 d	120 d	180 d
对照组	6.07±0.67	5.51±0.47	6.33±0.71
中氟组	5.93±0.38 ^{ab}	5.22±0.45 ^a	6.03±0.83 ^{ab}
高氟组	5.79±0.43 ^{ab}	4.81±1.12 ^a	5.99±0.34 ^{ab}

^a: $P < 0.05$,与对照组同一时间比较;^b: $P < 0.05$,与同组内 120 d 比较。

2.2.3 雌鼠血红蛋白(Hb)的变化 染氟 60、120 d,染氟组 Hb 与对照组比较明显减低($P < 0.05$),180 d 染氟组 Hb 均有增高趋势($P > 0.05$);各染氟组内 Hb 在 120 d 均低于 60、180 d ($P < 0.05$)。雌鼠 Hb 变化,见表 4。

表 4 染氟 60、120、180 d 雌鼠 Hb 水平 ($\bar{x} \pm s, \text{g/L}, n=10$)

组别	60 d	120 d	180 d
对照组	130.10±12.44	126.30±11.16	130.60±7.53
中氟组	126.56±5.94 ^{ab}	118.44±6.04 ^a	131.00±8.91 ^b
高氟组	126.22±11.76 ^{ab}	105.90±25.36 ^a	134.80±9.36 ^b

^a: $P < 0.05$,与对照组同一时间比较;^b: $P < 0.05$,与同组内 120 d 比较。

2.2.4 雌鼠红细胞压积(HCT)的变化 染氟 60、120 d 染氟组与对照组比较 HCT 明显减低($P < 0.05$);180 d 染氟组 HCT 均有增高趋势($P > 0.05$);各染氟组内 HCT 在 120 d 均低于 60、180 d ($P < 0.05$)。雌鼠 HCT 变化,见表 5。

表 5 染氟 60、120、180 d 雌鼠 HCT 水平 ($\bar{x} \pm s, \%, n=10$)

组别	60 d	120 d	180 d
对照组	0.37±0.037	0.33±0.035	0.36±0.032
中氟组	0.36±0.018 ^{ab}	0.31±0.020 ^a	0.35±0.039 ^{ab}
高氟组	0.35±0.026 ^{ab}	0.28±0.065 ^a	0.36±0.023 ^b

^a: $P < 0.05$,与对照组同一时间比较;^b: $P < 0.05$,与同组内 120 d 比较。

2.2.5 雌鼠平均红细胞体积(MCV)、平均血红蛋白含量(MCH)、平均血红蛋白浓度(MCHC)的变化 染氟 60、120 d

染氟组 MCV 低于对照组 ($P < 0.05$), 染氟 180 d 染氟组 MCV 高于同时期对照组, 且高氟组还高于中氟组 ($P < 0.05$); 中氟组 MCV 随时间逐渐降低, 染氟 180 d MCV 低于 60 d ($P < 0.05$), 高氟组染氟 120 d MCV 均低于同组内 60、180 d ($P < 0.05$)。染氟 60、120、180 d 各染毒组 MCH 较对照组显著增加 ($P < 0.05$); 中氟组 120 d MCH 均高于 60、180 d ($P < 0.05$), 高氟组在染氟 180 d MCH 高于同组内 60 d ($P < 0.05$)。MCHC 在染氟 60、120、180 d 染氟组均有增高趋势 ($P > 0.05$)。雌鼠 MCV、MCH、MCHC 的变化, 见表 6。

表 6 染氟 60、120、180 d 雌鼠 MCV、MCH、MCHC 水平 ($\bar{x} \pm s, n=10$)

时间	对照组	中氟组	高氟组
60 d			
MCV (fL)	60.96 ± 0.88	60.91 ± 2.53 ^{ad}	60.64 ± 1.53 ^{ab}
MCH (pg)	21.09 ± 0.37	21.40 ± 0.98 ^{ab}	21.61 ± 1.05 ^{ad}
MCHC (g/L)	345.00 ± 7.01	350.70 ± 6.36	345.78 ± 23.05
120 d			
MCV (fL)	60.02 ± 2.41	58.92 ± 2.02 ^a	58.15 ± 1.17 ^a
MCH (pg)	22.36 ± 0.63	22.67 ± 1.11 ^a	22.83 ± 0.82 ^a
MCHC (g/L)	374.44 ± 9.31	384.70 ± 13.38	378.80 ± 10.97
180 d			
MCV (fL)	57.53 ± 2.12	58.16 ± 2.18 ^c	60.37 ± 0.77 ^{ab}
MCH (pg)	20.78 ± 1.45	21.26 ± 1.71 ^{ab}	22.48 ± 0.77 ^a
MCHC (g/L)	360.60 ± 14.20	365.00 ± 19.20	376.22 ± 5.10

^a: $P < 0.05$, 与对照组同一时间比较; ^b: $P < 0.05$, 与同组内 120 d 比较; ^c: $P < 0.05$, 与高氟组同一时间比较; ^d: $P < 0.05$, 与同组内 180 d 比较。

2.2.6 雌鼠 PLT 的变化 染氟 60、120、180 d, 3 组间和组内 PLT 均无统计学差异 ($P > 0.05$), 见表 7。

表 7 染氟 60、120、180 d 雌鼠 PLT 水平 ($\bar{x} \pm s, \times 10^9/L, n=10$)

组别	60 d	120 d	180 d
对照组	842.20 ± 93.45	600.10 ± 141.18	786.50 ± 139.67
中氟组	801.10 ± 151.30	684.50 ± 126.43	690.56 ± 76.06
高氟组	677.00 ± 126.67	607.40 ± 192.04	761.90 ± 75.39

3 讨 论

3.1 氟中毒对 WBC 的影响 不同染氟剂量在不同染氟时间 WBC 无明显变化。在不同时间段中等染氟剂量可致 WBC 有增高趋势, 而高剂量氟中毒时 WBC 却有降低趋势, 该变化趋势无明显的染氟剂量效应, 且趋势不随染氟时间变化而变化。这与王平等^[2]认为氟中毒后, 大鼠的 WBC 并无规律性变化的结论一致。同时, 中等剂量氟中毒时, 可能引起 WBC 的应激性增高, 机制有待于进一步研究。高剂量氟中毒时 WBC 有降低趋势, 在染氟早、中期时 WBC 明显低于中等剂量氟中毒。这可能由于高氟抑制机体的免疫功能, 让细胞免疫和体液免疫均受到伤害^[3], 而 WBC 可能发挥防卫功能破坏增加而导致计数减少。另外与采国敬等^[4]研究獭兔氟中毒后, WBC 的数目明显减少的结论不完全吻合, 可能与实验对象、染氟方式、染氟

时间等不同有关。

3.2 氟中毒对 RBC 的影响 染氟组不同时间段 RBC 出现一致降低的趋势, 这与李兴霞等^[5]首次报道了鸡氟中毒时 RBC 的数量会减少相吻合。不同剂量染氟后各时间段 RBC 均有减少趋势, 显示 RBC 的数量变化与染氟剂量呈正相关。另外, 不同剂量染氟组内中期 RBC 明显低于早、后期, 显示氟导致幼年雌鼠 RBC 减少的毒性作用随其生长发育, 机体的各种调节机能不断完善, 可代偿性引起 RBC 增高; 然而在染氟后期 RBC 仍未能达到正常水平。

3.3 氟中毒对 Hb 的影响 不同剂量染氟早、中期可致 Hb 明显减低, 随染毒剂量的增加, 低 Hb 现象有进一步加重趋势, 这与莫非等^[6]研究发现高氟能引起大鼠 Hb 不同程度的降低相吻合。同时 Hb 与 RBC 的变化趋势相同, 显示氟中毒早、中期可致雌鼠发生贫血。不同染氟剂量在中期时 Hb 均低于早、后期, 而后期 Hb 均明显上升, 显示氟中毒对雌鼠 Hb 与 RBC 的毒性作用变化相似, 均在氟中毒早期随染氟时间延长而逐渐降低, 中期达最低值, 然后随生长发育成熟而逐渐增高, 但 Hb 早于 RBC 恢复正常。

3.4 氟中毒对 HCT 的影响 染氟早、中期不同染氟剂量均使 HCT 明显减低, 并随染氟剂量的增加呈减低的趋势, 这与氟中毒后獭兔 HCT 的数目明显减少^[4]、鸡 HCT 各试验组皆不同程度低于对照组^[7]、紫兰兔 HCT 与试验前比较也有明显降低^[8]的结果相似。不同染氟剂量在中期 HCT 均低于早、后期, 而后期时 HCT 有增高趋势, 显示雌鼠 HCT 的变化与 Hb、RBC 变化相同, 但后期 HCT 与 Hb 均早于 RBC 恢复正常, 其机制有待进一步研究。

3.5 氟中毒对 MCV、MCH、MCHC 的影响 染氟早、中期 MCV 明显减低, MCH 显著增加, 均随染毒剂量的增加而有加重趋势, MCHC 有增高趋势, 显示染氟早期 RBC 表现为体积缩小而平均每个 RBC 内的 Hb 含量增加, 呈小 RBC 高色素性改变。染氟后期 MCH 在不同剂量染氟时增高, MCV 仅在高剂量染氟时增高, MCHC 有增高趋势, 显示染氟晚期 RBC 表现为体积增大而平均每个 RBC 内的 Hb 含量增加, 呈大 RBC 高色素性改变。随染毒时间的延长, 中等剂量染氟使 MCV 逐渐降低, MCH 早中期逐渐增高, 但后期反而降低, 显示中氟组的小 RBC 改变与染毒时间呈正相关, 而平均每个 RBC 内的 Hb 含量的变化与染毒时间呈先高后低的变化。高剂量染氟使 MCV 中期明显低于早、后期, MCV 呈先低后高的变化。由此可见不同剂量染氟组间 MCV、MCH 随染氟时间的变化无明显相关性。文献报道燃煤型地方性氟中毒病区儿童发铁低于非病区, 高氟区晶体铁明显低于对照组说明氟中毒患者有缺铁性贫血现象^[9]。缺铁性贫血的 RBC 呈小 RBC 低色素性形态改变, 与本研究中雌鼠染氟早、中期 RBC 减少, Hb、HCT、MCV 降低, MCH 增高, RBC 表现为小 RBC 高色素的形态改变不吻合, 这可能与过量的氟可抑制铁代谢, 使铁生成不足铁含量降低^[10], Hb 不同程度的降低^[6]而致呈小 RBC 形态改变; 小 RBC 高色素的形态改变可能是过量的氟导致大鼠 RBC 变形, RBC 出现数目不等棘状突起, 有的 RBC 甚至变成棘状球, 这是氟抑制了 RBC 膜上的 Na^+ , K^+ -ATP 酶活性, 使 RBC 内的 ATP 含量减少, 导致膜的钠泵、钙泵运输障碍, 膜内离子浓度改变, 使原来散在于膜内的血影素和肌动蛋白分子互相连接成网, 细胞膜遂突起成棘状有关^[11]。雌鼠染(下转第 596 页)

- genes with high-altitude pulmonary edema[J]. *Chest*, 2005,128(3):1611-1619.
- [2] Meyer S,Z'graggen BR,Blumenthal S,et al. Hypoxia attenuates effector-target cell interaction in the airway and pulmonary vascular compartment[J]. *Clin Exp Immunol*, 2007,150(2):358-367.
- [3] Qi Y,Niu W,Zhou W,et al. Correlation between angiotensinogen gene polymorphisms and essential hypertension in Chinese population[J]. *J Hum Hypertens*, 2008, 22(2):147-150.
- [4] Manuguerra M,Matullo G,Veglia F,et al. Multi-factor dimensionality reduction applied to a large prospective investigation on gene-gene and gene-environment interactions[J]. *Carcinogenesis*, 2007,28(2):414-422.
- [5] Munro S,Pelham HR. An Hsp70-like protein in the ER: identity with the 78 kd glucose-regulated protein and immunoglobulin heavy chain binding protein[J]. *Cell*, 1986, 46(2):291-300.
- [6] Qi Y,Niu WQ,Zhu TC,et al. Genetic interaction of Hsp70 family genes polymorphisms with high-altitude pulmonary edema among Chinese railway constructors at altitudes exceeding 4000 meters[J]. *Clin Chim Acta*, 2009, 405(1/2):17-22.
- [7] 郭广宏,田亚平. 生物蛋白芯片技术在细胞因子检测上的应用[J]. *军医进修学院学报*, 2005,26(5):338-339.
- [8] 邱烈,管勤,袁英. HSP70 对组织细胞的保护[J]. *重庆医学*, 2009,38(15):1977-1980.
- [9] 李霞绯. 细胞外热休克蛋白 70 的释放、受体及功能[J]. *重庆医学*, 2011,40(14):1448-1450.
- [10] 孙运良,徐灿,苏长青,等. 重组腺病毒介导 Hsp70 基因表达对胰腺癌荷瘤小鼠的免疫功能影响[J]. *重庆医学*, 2012,41(32):3353-3355,3359.
- [11] Wu YR,Wang CK,Chen CM,et al. Analysis of heat-shock protein 70 gene polymorphisms and the risk of Parkinson's disease[J]. *Hum Genet*, 2004,114(3):236-241.
- [12] Li JX,Tang BP,Sun HP,et al. Interacting contribution of the five polymorphisms in three genes of Hsp70 family to essential hypertension in Uygur ethnicity[J]. *Cell Stress Chaperones*, 2009,14(4):355-362.
- [13] Asea A,Kraeft SK,Kurt-Jones EA,et al. HSP70 stimulates cytokine production through a CD14-dependant pathway,demonstrating its dual role as a chaperone and cytokine[J]. *Nat Med*, 2000,6(4):435-442.
- [14] Asea A,Rehli M,Kabingu E,et al. Novel signal transduction pathway utilized by extracellular HSP70:role of toll-like receptor(TLR) 2 and TLR4[J]. *J Biol Chem*, 2002, 277(17):15028-15034.
- [15] Lorenzo VF,Yang Y,Simonson TS,et al. Genetic adaptation to extreme hypoxia:study of high-altitude pulmonary edema in a three-generation Han Chinese family[J]. *Blood Cells Mol Dis*, 2009,43(3):221-225.

(收稿日期:2014-09-13 修回日期:2014-10-10)

(上接第 592 页)

氟后期 RBC 仍减少,Hb、HCT、MCV、MCH 却均增高,MCHC 正常,显示染氟后期的氟中毒表现为大 RBC 高色素性形态改变,这与巨幼细胞性贫血的 RBC 形态分类特点很相似,提示氟中毒晚期可能影响叶酸、VitB₁₂ 吸收,使其造血原料不足,RBC DNA 合成减慢,细胞核分裂迟缓,造成细胞分裂障碍而引起大 RBC 高色素性贫血,这未见文献报道,还需要研究进一步证实。

3.6 氟中毒对 PLT 的影响 氟中毒对雌鼠 PLT 无明显毒性作用,这与采国敬等^[4]用 NaCl 溶液连续灌胃 5 d,观察獭兔氟中毒后 PLT 数目明显减少的报道不相吻合,这可能与研究对象、造模方式、染氟时间不同有关。

综上所述,氟中毒对 SD 雌鼠的血细胞有不同程度的影响,尤其对 RBC 系统的影响最大,染氟早、中期氟中毒表现为小 RBC 高色素性贫血的改变。染氟晚期氟中毒表现为大 RBC 高色素性贫血的改变。

参考文献:

- [1] 陈学敏. 环境卫生学[M]. 北京:人民卫生出版社,2004: 34-35.
- [2] 王平贵,王俊玲,刚亚栋,等. 氟和铝对大鼠血常规和血生化指标的影响[J]. *中国地方病学杂志*, 2010,29(1):42-45.
- [3] 吴岩,吴德清. 氟对机体的免疫毒性作用[J]. *中国地方病学杂志*, 1995,14(5):298-300.
- [4] 采国敬,何玉琴,许然. 氟中毒对獭兔血液生理指标的影响[J]. *安徽农业科学*, 2009,37(26):1254-1255.
- [5] 李兴霞,黎晓敏. 氟中毒鸡微核率的研究[J]. *四川畜牧兽医*, 2004,25(1):117-119.
- [6] 莫非,渠巍,夏曙华,等. 大豆、硒和螺旋藻对氟铝联合中毒大鼠血红蛋白的影响[J]. *中国地方病学杂志*, 2010,29(4):384-386.
- [7] 王述柏,锁守丽,吕永艳,等. 高氟饲料对鸡血液某些生理生化指标的影响[J]. *中国畜牧杂志*, 2001,37(4):23-25.
- [8] 余永新,纪素玲,边索,等. 家兔氟中毒的血液学及病理学变化观察[J]. *中国兽医杂志*, 2003,39(5):25-26.
- [9] 莫志亚,郭英杰,李晓惠. 氟中毒人群及大鼠体内微量元素测定分析[J]. *中国地方病防治杂志*, 2006,21(1):44-45.
- [10] 魏赞道,周琳业,张华,等. 近年来国外氟研究进展[J]. *中国地方病防治杂志*, 1990,5(1):49-51.
- [11] 肖开棋,于燕妮,李若庭,等. 慢性氟中毒患者及大鼠红细胞扫描电镜研究[J]. *地方病通报*, 1988,3(2):1-3.

(收稿日期:2014-09-08 修回日期:2014-10-10)