

论著

DOI: 10.16369/j.oh.er.issn.1007-1326.2023.03.007

· 调查研究 ·

2020—2021年沈阳市386名放射诊疗医务人员健康状况调查

付丽丽, 那向杰, 段潇潇, 王丽东

辽宁省疾病预防控制中心职业病防治与职业卫生预防控制所, 辽宁 沈阳 110005

摘要:目的 探讨低剂量电离辐射对放射诊疗医务人员健康的影响。方法 选取2020—2021年在辽宁省疾病预防控制中心进行职业健康检查的放射诊疗医务人员386人为接触组,以近期参加了放射岗位上岗前和待转岗健康检查的174名人员为对照组,检测两组人群血细胞计数、外周血淋巴细胞染色体畸变及微核细胞率(简称“微核率”),对数据进行统计分析。结果 接触组淋巴细胞(LY)计数低于对照组,染色体畸变率及检出率、微核率及检出率均高于对照组($P < 0.01$)。多元线性回归分析结果显示:分别相比隔室操作组的放射诊疗医务人员和男性放射诊疗医务人员,近台同室操作的介入组放射诊疗医务人员和女性放射诊疗医务人员的LY计数均降低($\beta = -0.182, -0.159, P < 0.05$);随着工龄增加,放射诊疗医务人员LY计数也降低($\beta = -0.008, P < 0.05$)。泊松回归分析结果显示:相比隔室操作组的放射诊疗医务人员,介入组放射诊疗医务人员的染色体畸变率及微核率均升高($RR = 4.078, 1.359, P < 0.05$);随着工龄增加,放射诊疗医务人员的染色体畸变率及微核率也均升高($RR = 1.050, 1.024, P < 0.05$)。结论 长期低剂量电离辐射对放射诊疗医务人员LY计数、外周血淋巴细胞染色体畸变及微核有不同程度的影响,应进一步加强针对介入放射诊疗医务人员的职业健康监护,减少辐射损伤。

关键词:放射诊疗;医务人员;介入治疗;电离辐射;血细胞计数;淋巴细胞;染色体畸变;微核细胞

中图分类号: R135; R146 文献标志码: A 文章编号: 1007-1326(2023)03-0291-05

引用:付丽丽,那向杰,段潇潇,等. 2020—2021年沈阳市386名放射诊疗医务人员健康状况调查[J]. 职业卫生与应急救援, 2023, 41(3): 291-295.

Investigation on the health status of 386 radiation workers in Shenyang from 2020 to 2021

FU Lili, NA Xiangjie, DUAN Xiaoxiao, WANG Lidong (Institute of Occupational Disease Prevention and Control and Occupational Health Prevention and Control, Liaoning Provincial Center for Disease Control and Prevention, Shenyang, Liaoning 110005, China)

Abstract: Objective To investigate the effects of low-dose ionizing radiation on the health of radiological medical staff. **Methods** A total of 386 radiological medical staff who underwent occupational health examinations at the Liaoning Provincial Center for Disease Control and Prevention from 2020 to 2021 were studied, and 174 staff who recently participated in the pre- and post-transfer health examinations for radiological posts were selected as the reference group. The blood cell counts, peripheral blood lymphocyte chromosome aberrations, and micronucleus rates of the two groups were analyzed. **Results** The lymphocyte count of the radiation workers was lower than that of the reference group, and the chromosome aberration rate and abnormality rate, micronucleus rate, and abnormality rate were higher than those of the reference group ($P < 0.01$). The results of multiple linear regression analysis showed that compared with the radiological medical staff who operated in separate rooms or male radiological medical staff, the lymphocyte count of the interventional therapists who operated in the same room near the table and female radiological medical staff was reduced ($\beta = -0.182, -0.159, P < 0.05$); with the increase in working time, the lymphocyte count of radiological medical staff also decreased ($\beta = -0.008, P < 0.05$). The results of Poisson regression analysis showed that compared with the radiological medical staff who operated in separate rooms, the chromosome aberration rate and micronucleus rate of the interventional therapists increased ($RR = 4.078, 1.359, P < 0.05$); with the increase of working years, the chromosome aberration rate and micronucleus rate of the radiological medical staff also increased ($RR = 1.050, 1.024, P < 0.05$). **Conclusions** Long-term low-dose ionizing radiation had varying degrees of impact on lymphocyte count, peripheral blood lymphocyte chromosome aberration, and the micronucleus of radiological medical

作者简介:付丽丽(1983—),女,大学本科,副主任技师

通信作者:王丽东,副主任技师, E-mail: 89659228@qq.com

staff. Further occupational health monitoring should be strengthened for radiological medical staff engaged in interventional therapy to reduce radiation damage.

Keywords: radiology; medical staff; interventional therapy; ionizing radiation; blood cell count; lymphocyte; chromosome aberration; micronucleus cell

随着医学科技的飞速发展,从事放射诊疗的医务人员在逐年增加。由于工作中长期暴露于低剂量电离辐射,放射诊疗医务人员的健康影响也应受到重视。为了探讨低剂量电离辐射对放射诊疗医务人员健康的影响,我们分析了386名放射诊疗医务人员的职业健康检查结果,以期为进一步加强该人群的职业健康监护提供指导依据。

1 对象与方法

1.1 对象

选取2020—2021年来辽宁省疾病预防控制中心进行职业健康检查的386名岗中放射诊疗医务人员为研究对象。纳入标准:调查对象所在工作场所符合GB 18871—2002《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》^[1]的规定,无超剂量照射。排除标准:有血液系统疾病、恶性肿瘤疾病及传染性疾病等;近期有细菌、病毒感染史,其他物理化学因素接触史,影响血液指标的药物服用史以及近期有医疗照射史;饮酒量>500 mL/d,吸烟>20支/d。以近期参加了放射岗位上岗前和待转岗健康检查的174名工作者为对照组,对照组人员之前均未从事过放射岗位的正式工作,入选人员排除标准与接触组相同。

接触组人员在本次研究期间均无换岗行为。介入工作岗位包括数字减影血管造影(digital subtraction angiography, DSA)、C型臂等近台同室操作岗位。本研究经辽宁省疾病预防控制中心医学伦理委员会审核批准,研究对象均知情同意。

1.2 方法

1.2.1 信息收集

体检时由体检医师对体检者进行问诊,内容包括年龄、性别、工种、工龄、职业病危害因素等,并录入调查表格,征得体检者同意后,方可开始检查。2年均参加体检的人员仅记录2021年的信息和体检资料。

1.2.2 体检指标和方法

(1)血细胞检测:用乙二胺四乙酸二钾(EDTA-2K)抗凝管采集接触组和对照组两组人群清晨空腹肘静脉血2 mL,使用美国贝克曼库尔特LH750全血细胞分析仪和原厂配套试剂进行检测,项目参数包括白细胞(white blood cell, WBC)、淋巴细胞

(lymphocyte, LY)、中性粒细胞(neutrophil, NEUT)、红细胞(red blood cell, RBC)、血红蛋白(hemoglobin, HB)和血小板(platelet, PLT)。依据GBZ 98—2020《放射工作人员健康要求及监护规范》^[2],指标正常参考值如下:白细胞为 $(4.0 \sim 9.5) \times 10^9/L$,淋巴细胞为 $(1.1 \sim 3.2) \times 10^9/L$,中性粒细胞为 $(1.8 \sim 6.3) \times 10^9/L$;成年男性红细胞为 $(4.0 \sim 5.8) \times 10^{12}/L$,成年女性为 $(3.5 \sim 5.1) \times 10^{12}/L$;成年男性血红蛋白为 $(120 \sim 175)g/L$,成年女性为 $(110 \sim 150)g/L$;血小板为 $(100 \sim 350) \times 10^9/L$ 。

(2)外周血淋巴细胞染色体培养、制备及分析:用肝素抗凝管采集肘静脉血2 mL,使用外周血淋巴细胞1640培养基(山东康华生物医疗)培养标本。在无菌条件下,将35 μ L的质量浓度为5 mg/L的秋水仙素接种于培养基中,再加入0.5 mL静脉抗凝血,塞上瓶盖轻轻摇匀,放置于 $(37.0 \pm 0.5)^\circ C$ 温箱中培养48~52 h。取出上清液,用氯化钾进行低渗处理再用新鲜配制的固定液[V(甲醇):V(冰醋酸)=3:1]进行预固定和固定,最后制成细胞悬液。用干净载玻片滴片,吉姆萨染液染色。使用全自动染色体扫描仪(卡尔·蔡司Axio Imager Z2)进行阅片,全片低倍镜扫描,再选择>100个中期分裂相好、染色体清晰可辨的细胞进行高倍镜拍摄。发现畸变细胞,记下坐标,两人镜下二次复核。依照GBZ/T 248—2014《放射工作人员职业健康检测外周血淋巴细胞染色体畸变检测与评价》^[3],染色体畸变率:双着丝粒体、着丝粒环畸变率<1%,同时无着丝粒体畸变率 $\leq 3\%$ 为正常。

(3)外周血淋巴细胞微核培养、制备和分析:在无菌条件下,取0.5 mL静脉肝素抗凝血接种于1640培养基中,塞盖混匀,放置于 $(37.0 \pm 0.5)^\circ C$ 温箱中,72 h后弃上清液,取出细胞后低渗处理,进行预固定、固定,最后制片、染色。在油镜下计数1 000个着色好、带胞浆的淋巴细胞,核应完全离开主核且游离于胞质中,呈圆形椭圆形,大小应<主核的1/3,着色、化学反应性质与主核一致,方可记录微核细胞率(简称“微核率”)。参照WS/T 187—1999《淋巴细胞微核估算受照剂量方法》^[4],微核率 $\leq 8\%$ 为正常。

1.2.3 统计学分析

采用 SPSS 17.0 统计学软件进行统计学分析。符合正态分布的计量资料采用均数 \pm 标准差 ($\bar{x} \pm s$) 表示,两组间差异比较采用独立样本 t 检验,三组及以上组间差异采用单因素方差分析,对其影响因素的分析采用多元线性回归分析;不符合正态分布的,采用中位数和第 25、75 百分位数 [$M(P_{25}, P_{75})$] 表示,两组间差异采用 Wilcoxon 秩和检验,多组数据间比较采用 Kruskal-Wallis 秩和检验。组间差异有统计学意义的,进一步进行两两比较。对符合泊松分布的计数资料的影响因素的分析,采用泊松回归分析。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 基本情况

接触组 386 人,其中:男性 226 人,占 58.5%,女性 160 人,占 41.5%;年龄 25 ~ 66 岁,平均年龄 (40.47 ± 9.17) 岁;放射工龄为 1 ~ 46 年,平均工龄为 (12.51 ± 9.33) 年。对照组中:男性 100 人,占 57.5%,女性 74 人,占 42.5%;年龄 24 ~ 65 岁,平均年龄 (39.92 ± 9.90) 岁。两组人群性别、年龄分别比较,差异均无统计学意义 ($\chi^2_{\text{性别}} = 0.057, t_{\text{年龄}} = 0.637, P$ 均 > 0.05)。

2.2 两组人群各项指标检查结果

接触组 LY 计数低于对照组,差异有统计学意义 ($P < 0.01$);接触组血细胞其他各项目参数与对照组比较,差异均无统计学意义 ($P > 0.05$)。接触组染色体畸变率及检出率(检出率指检出人数和总人数之比)、微核率及检出率均高于对照组,差异有统计学意义 ($P < 0.01$)。染色体畸变率总体范围:接触组 (0 ~ 2%),对照组 (0 ~ 1%);微核率总体范围:接触组 (0 ~ 4‰),对照组 (0 ~ 3‰)。见表 1。

2.3 不同工龄接触组人员各项目指标检查结果

不同工龄放射诊疗医务人员的 LY 计数、染色体畸变率、微核率、染色体畸变检出率、微核检出率差异均有统计学意义 ($P < 0.05$)。进一步两两比较,

表 1 两组血细胞计数、外周血淋巴细胞染色体畸变及微核检查结果

指标	接触组 ($n = 386$)	对照组 ($n = 174$)	t 或 Z 值	P 值
WBC 计数/ ($\times 10^9/L$) ^①	6.38 \pm 1.34	6.58 \pm 1.36	- 1.568	> 0.05
LY 计数/ ($\times 10^9/L$) ^①	2.07 \pm 0.53	2.24 \pm 0.49	- 3.588	< 0.01
NEUT 计数/ ($\times 10^9/L$) ^①	3.72 \pm 1.06	3.83 \pm 1.16	- 1.151	> 0.05
RBC 计数/ ($\times 10^{12}/L$) ^①	4.78 \pm 0.47	4.80 \pm 0.44	- 0.479	> 0.05
Hb/(g/L) ^①	142.45 \pm 14.19	144.64 \pm 13.77	- 1.710	> 0.05
PLT/($\times 10^9/L$) ^①	231.73 \pm 54.67	238.17 \pm 52.31	- 1.309	> 0.05
染色体畸变率/% ^②	0(0,0)	0(0,0)	- 3.516	< 0.01
微核细胞率/‰ ^②	1.00(0,1.00)	0(0,1.00)	- 4.493	< 0.01
WBC 计数 ^③	15(3.9)	3(1.7)	1.802	> 0.05
LY 计数 ^③	16(4.1)	6(3.4)	0.154	> 0.05
NEUT 计数 ^③	10(2.6)	5(2.9)	0.001 ^④	> 0.05
RBC 计数 ^③	5(1.3)	1(0.6)	0.104 ^④	> 0.05
Hb ^③	5(1.3)	3(1.7)	0.001 ^④	> 0.05
PLT 计数 ^③	13(3.4)	4(2.3)	0.466	> 0.05
染色体畸变 ^③	30(7.8)	1(0.6)	11.881	< 0.01
微核 ^③	233(60.4)	70(40.2)	19.578	< 0.01

注:①以 $\bar{x} \pm s$ 表示;②以 $M(P_{25}, P_{75})$ 表示;③以异常例数(异常率/%)表示,其中微核为检出率,%;④连续校正法得出。

工龄 ≥ 20 年组 LY 计数低于工龄 < 10 年组,染色体畸变率及检出率高于工龄 < 10 年组,差异均有统计学意义 ($P < 0.05$);工龄 $10 \sim < 20$ 年组、 ≥ 20 年组微核率及检出率均高于工龄 < 10 年组,差异有统计学意义 ($P < 0.01$)。见表 2。

2.4 不同岗位接触组人员各项指标检查结果

不同岗位放射诊疗医务人员的 LY 计数、染色体畸变率、微核细胞率、染色体畸变和微核检出率差异均有统计学意义 ($P < 0.05$)。进一步两两比较,介入组 LY 计数低于放疗组和放射诊疗组 ($P < 0.05$);介入组染色体畸变率及检出率、微核率及检出率与放疗组和放射诊疗组比较均升高 ($P < 0.01$)。见表 3。

表 2 不同工龄组接触组人员血细胞计数、外周血淋巴细胞染色体畸变及微核检查结果

工龄/年	例数	LY 计数/ ($\times 10^9/L$) ^①	染色体 畸变率/% ^②	微核 细胞率/‰ ^②	LY 计数异常例数 (异常率/%)	染色体畸变例数 (检出率/%)	微核例数 (检出率/%)
< 10	180	2.14 \pm 0.55	0(0,0)	1.00(0,1.00)	9(5.0)	8(4.4)	91(50.6)
$10 \sim < 20$	118	2.06 \pm 0.54	0(0,0)	1.00(0,2.00)	4(3.4)	10(8.5)	78(66.1)
≥ 20	88	1.97 \pm 0.45	0(0,0)	1.00(0,2.00)	3(3.4)	12(13.6)	64(72.7)
F, H 或 χ^2 值		3.092	7.380	20.307		7.084	14.483
P 值		< 0.05	< 0.05	< 0.01	> 0.05 ^③	< 0.05	< 0.01

注:①以 $\bar{x} \pm s$ 表示;②以 $M(P_{25}, P_{75})$ 表示;③为 Fisher 确切概率法所得。

表 3 不同岗位间血细胞计数、外周血淋巴细胞染色体畸变及微核检查结果

岗位	例数	LY 计数/ ($\times 10^9/L$) ^①	染色体 畸变率/% ^②	微核 细胞率/% ^②	LY 计数异常例数 (异常率/%)	染色体畸变例数 (检出率/%)	微核例数 (检出率/%)
介入组	146	1.97 ± 0.50	0(0,0)	1.00(0,2.00)	6(4.1)	21(14.4)	104(71.2)
放疗组	102	2.13 ± 0.51	0(0,0)	1.00(0,1.00)	3(2.9)	3(2.9)	56(54.9)
放射诊疗组	138	2.14 ± 0.55	0(0,0)	1.00(0,1.00)	7(5.1)	6(4.3)	73(52.9)
F、H 或 χ^2 值		4.682	13.017	11.443	0.671	14.482	11.695
P 值		< 0.05	< 0.01	< 0.01	> 0.05	< 0.01	< 0.01

注:①以 $\bar{x} \pm s$ 表示;②以 $M(P_{25}, P_{75})$ 表示。

2.5 接触组工龄、岗位及性别对 LY 计数的影响

以工龄、岗位、年龄、性别为预测变量,以 LY 为响应变量进行多元线性回归分析。回归分析结果显示:回归模型有意义 ($R = 0.254, R^2 = 0.065, F = 6.570, P < 0.01$); 分别相比隔室操作的放射诊疗医务人员(医务人员在操作室对放射诊疗设备进行操作)和男性放射诊疗医务人员,介入组放射诊疗医务人员工作者(介入组工作包括 DSA、C 型臂等近台同室操作)和女性放射诊疗医务人员的 LY 计数均降低 ($\beta = -0.182, -0.159, P < 0.05$); 随着工龄增加,放射诊疗医务人员 LY 计数也降低 ($\beta = -0.008, P < 0.05$)。见表 4。

表 4 LY 计数影响因素的线性回归分析

影响因素	β 值	标准 误差	标准回 归系数	t 值	P 值	95%置信区间
工龄/年(连续变量)	-0.008	0.003	-0.148	-2.532	< 0.05	-0.015 ~ -0.002
介入组(以隔室操作组为对照)	-0.182	0.055	-0.167	-3.326	< 0.01	-0.290 ~ -0.074
女性(以男性为对照)	-0.159	0.054	-0.148	-2.934	< 0.01	-0.265 ~ -0.052

2.6 接触组的工龄、岗位及性别对染色体畸变和微核率的影响

以工龄、岗位、年龄、性别为预测变量,以染色体畸变率和微核率为响应变量分别进行泊松回归分析。结果显示:相比隔室操作的放射诊疗医务人员,介入组放射诊疗医务人员的染色体畸变率及微核率均升高 ($RR = 4.078, 1.359, P < 0.05$); 随着工龄增加,放射诊疗医务人员的染色体畸变率及微核率也均升高 ($RR = 1.050, 1.024, P < 0.05$)。见表 5。

表 5 各项目参数影响因素的泊松回归分析

预测变量	影响因素	β 值	标准误	Wald χ^2 值	P 值	RR 值
染色体畸变率	工龄/年(连续变量)	0.049	0.022	4.848	< 0.05	1.050
	介入组(以隔室操作组为对照)	1.405	0.381	13.553	< 0.01	4.078
接触组微核率	工龄/年(连续变量)	0.024	0.006	13.385	< 0.01	1.024
	介入组(以隔室操作组为对照)	0.307	0.109	7.833	< 0.01	1.359

3 讨论

长期低剂量电离辐射可造成从业人群的慢性损伤,以造血系统的改变最为显著;亦有实验研究^[5]表明,小鼠的淋巴组织在大剂量射线的照射下,可出现淋巴细胞的大量凋亡,说明淋巴细胞是机体中对射线相对敏感的细胞之一^[6]。本次调查结果显示,接触组淋巴细胞计数低于对照组,这与温薇等^[7]报道一致,说明长期低剂量电离辐射可使淋巴细胞数量减少。淋巴细胞参与机体的免疫调节,其数量减少表明人体免疫功能受损,进而有影响机体健康的风险。放射工龄 ≥ 20 年组的淋巴细胞计数低于工龄 < 10 年组,表明淋巴细胞计数有随着放射工龄的增长而降低的趋势,多元线性回归分析结果也显示工龄是淋巴细胞计数减少的直接影响因素。因此,须加强放射诊疗医务人员的辐射防护,注重对血细胞计数的连续监测。

外周血淋巴细胞染色体畸变是细胞核内的 DNA 在电离辐射的作用下发生单、双链断裂或重接引起的,可以用来评估受照辐射损伤的程度,是职业照射辐射损伤的特异指标^[8]。外周血淋巴细胞微核是细胞在电离辐射的作用下染色体发生断裂,断片在下次有丝分裂时不能进入到子核,而游离在胞浆中形成。微核的数量能直接反映染色体的受损伤程度,也可以间接反映机体的损伤情况,可作为估算受照剂量的指标^[9]。乌丽亚等^[10]和汪卫兵等^[11]研究发现放射诊疗医务人员染色体畸变率及微核率高于对照组,与本次调查结果一致,说明长期低剂量电离辐射可对机体的遗传物质造成损伤。单因素分析和泊松回归分析结果均显示工龄增加是染色体畸变及微核出现的危险因素,这是因为工龄越长,累计照射剂量越高,辐射损伤越大,导致染色体畸变率、微核率越高,符合累积-效应关系。

介入放射学是将影像诊断与临床诊断、治疗相融合,利用导管导丝等器材对疾病进行诊疗的一门新技术,由于其创伤小、可重复性强、定位精准、并发症少等特点,现已越来越多地应用于人体多系统疾病的诊断和治疗。然而介入放射工作需要影像设备的引导下进行,在设备机房内同室操作,而且

操作距离不能过远,同时因为身穿辐射防护装备进行操作影响了操作者的灵活度,延长了诊断和诊疗时间,使医务人员受照时间加长,故介入放射诊疗医务人员所接受的辐射剂量远超过隔室操作的放射诊疗医务人员^[12]。本次调查发现,介入组淋巴细胞计数低于放疗组和放射诊疗组,多元线性回归和泊松回归分析也显示介入组人员相比隔室操作(放疗、放射诊疗)的医务人员,淋巴细胞计数降低,染色体畸变率及微核率升高,说明介入组造血系统和细胞遗传学系统所辐射的影响更大。

综上所述,长期低剂量电离辐射对放射诊疗医务人员的健康有不同程度的影响,可对造血系统和细胞遗传学系统造成一定的职业危害,应引起重视。用人单位除定期对放射诊疗医务人员进行职业健康检查外,还应对其进行相关辐射防护知识的培训,特别是介入放射诊疗医务人员应严格遵守操作规程,提高个人防护意识,缩短接触射线的时间,尽可能地将辐射损伤降到最低。

作者声明 本文无实际或潜在的利益冲突

参考文献

- [1] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局. 电离辐射防护与辐射源安全基本标准:GB 18871—2002[S]. 北京:中国标准出版社,2002.
- [2] 中华人民共和国国家卫生健康委员会. 放射工作人员健康要求及监护规范:GBZ 98—2020 [S]. 北京:中国标准出版社,2020.
- [3] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会. 放射工作人员职业健康检查外周血淋巴细胞染色体畸变检测与评价:GBZ/T 248—2014[S]. 北京:中国标准出版社,2014:2-4.
- [4] 中华人民共和国卫生部. 淋巴细胞微核估算受照剂量方法:WS/T 187—1999[S]. 北京:中国标准出版社,2000:316-323.
- [5] 崔玉芳,丁彦青,徐茵,等. 大剂量 γ 线照射对小鼠免疫功能近期、远期的影响[J]. 细胞与分子免疫学杂志,2004,20(6):675-677.
- [6] 何凤生. 中华职业医学[M]. 北京:人民卫生出版社,1999.
- [7] 温薇,苏世标,肖斌,等. 介入放射工作人员血细胞指标的分析[J]. 中国辐射卫生,2016,25(4):434-437.
- [8] 周齐红,俞慧娟,付风云,等. 放射工作人员外周血淋巴细胞染色体畸变和微核率分析 [J]. 中华劳动卫生职业病杂志,2016,34(4):275-277.
- [9] 许培,金武,毛一扬,等. 扬州市放射工作人员外周血淋巴细胞微核细胞率分析 [J]. 职业卫生与应急救援,2020,38(1):44-46.
- [10] 乌丽亚,哈尼亚孜. 2006—2010年新疆放射工作人员染色体畸变率分析[J]. 中国辐射卫生,2013,22(2):178-179.
- [11] 汪卫兵,樊树明. 1 320名放射工作人员健康状况分析[J]. 中国辐射卫生,2005,14(3):211-212.
- [12] 李明芳,张素芬,贾育新,等. 2003—2012年广东省放射治疗和核医学工作人员受照剂量水平分析 [J]. 中国职业医学,2014,41(5):527-529;534.
- [13] LIU N, GUAN Y, XUE L, et al. Assessment of DNA/Chromosome damage in the peripheral blood lymphocytes of workers exposed to indium compounds[J]. Toxicol Sci, 2017, 157(1):41-49.
- [14] 杨绍玲,李玉雯,罗伊丽,等. 钢中毒一例[J]. 中华内分泌代谢杂志,2017,33(7):605-607.
- [15] YIG, JEONG J, BAE Y, et al. Workers' exposure to indium compounds at the electronics industry in republic of Korea [J]. Saf Health Work, 2020, 12(2):238-243.
- [16] CUMMINGS K J, VIRJI M A, PARK J Y, et al. Respirable indium exposures, plasma indium, and respiratory health among indium-tin oxide (ITO) workers [J]. Am J Ind Med, 2016, 59(7):522-531.
- [17] 谢春姣,李燕茹,朱蕊泉,等. 某汽车制造企业男性工人脂肪肝检出情况及影响因素分析 [J]. 职业卫生与应急救援, 2020, 38(6):599-602.
- [18] 王卉,薄亚莉,张倩,等. 某石化企业作业工人脂肪肝危险因素研究[J]. 工业卫生与职业病,2014,40(4):270-274.

收稿日期:2023-02-23

收稿日期:2022-12-02

(上接第290页)

- [12] 李艳慧,何卫红,谭建,等. 硬质合金生产企业粉尘对作业工人肺功能的影响 [J]. 环境与职业医学,2017,34(3):255-258.
- [13] LIU N, GUAN Y, XUE L, et al. Assessment of DNA/Chromosome damage in the peripheral blood lymphocytes of workers exposed to indium compounds[J]. Toxicol Sci, 2017, 157(1):41-49.
- [14] 杨绍玲,李玉雯,罗伊丽,等. 钢中毒一例[J]. 中华内分泌代谢杂志,2017,33(7):605-607.
- [15] YIG, JEONG J, BAE Y, et al. Workers' exposure to indium compounds at the electronics industry in republic of Korea [J]. Saf Health Work, 2020, 12(2):238-243.

- [16] CUMMINGS K J, VIRJI M A, PARK J Y, et al. Respirable indium exposures, plasma indium, and respiratory health among indium-tin oxide (ITO) workers [J]. Am J Ind Med, 2016, 59(7):522-531.
- [17] 谢春姣,李燕茹,朱蕊泉,等. 某汽车制造企业男性工人脂肪肝检出情况及影响因素分析 [J]. 职业卫生与应急救援, 2020, 38(6):599-602.
- [18] 王卉,薄亚莉,张倩,等. 某石化企业作业工人脂肪肝危险因素研究[J]. 工业卫生与职业病,2014,40(4):270-274.