

论著 DOI: 10.16369/j.oh.er.issn.1007-1326.2023.03.006

· 调查研究 ·

某液晶显示器生产企业接触氧化铟锡靶材岗位 职业病危害调查

Investigation of occupational hazards of indium tin oxide in a LCD display manufacturer

吴传栋¹, 方四新², 张家祥¹, 朱启星^{1,3,4}WU Chuandong¹, FANG Sixing², ZHANG Jiexiang¹, ZHU Qixing^{1,3,4}

1. 安徽医科大学公共卫生学院职业卫生与环境工程系, 安徽 合肥 230032; 2. 安徽现代职业安全卫生与环境科学研究
所, 安徽 合肥 230088 3. 安徽医科大学皮肤病学教育部重点实验室, 安徽 合肥 230032;
4. 安徽医科大学第一附属医院皮肤病研究所, 安徽 合肥 230032

摘要:目的 了解液晶显示器生产企业接触氧化铟锡(indium tin oxide, ITO)靶材岗位职业病危害现状及相关从业人员的健康状况,以控制或消除职业病危害,保护劳动者健康。方法 对安徽某液晶显示器生产企业进行现场调查,回顾性分析该企业2020年的职业病危害因素检测资料、职业病防护设施等情况;选取2019年接触ITO靶材的123人作为接触组,选取上岗前体检的238名不曾接触任何职业病危害因素的员工作为对照组,比较两组人员体检结果。结果 该公司生产过程中,接触ITO靶材岗位为阵列工序的溅射岗、干刻岗,彩膜工序的溅射岗,3个岗位生产运行中可能存在噪声、铟及其化合物粉尘以及金属粉尘等多种有害因素。经现场检测,职业病危害因素检测结果均未超过国家职业接触限值;2019年相关岗位未发现疑似职业病,发现职业禁忌证1名;与对照组相比,接触ITO靶材岗位从业人员肺功能、转氨酶、舒张压、血糖、尿酸、腹部彩超、脂肪肝、肝内钙化、胆结石、前列腺钙化等异常检出率更高($P < 0.05$)。结论 该液晶显示器生产企业职业卫生工作总体较好,但接触ITO靶材岗位工人仍表现出较高的体检异常结果。接触ITO靶材岗位工人应做好针对噪声和粉尘的防护;企业应做好工人健康教育工作。

关键词:液晶显示器;职业病危害因素;职业健康监测;氧化铟锡靶材;ITO;铟及其化合物

中图分类号: R135 **文献标志码:** A **文章编号:** 1007-1326(2023)03-0287-05

引用:吴传栋,方四新,张家祥,等. 某液晶显示器生产企业接触氧化铟锡靶材岗位职业病危害调查[J]. 职业卫生与应急救援, 2023, 41(3): 287-290; 295.

氧化铟锡(indium tin oxide, ITO)靶材为铟锡合金(In_2O_3 和 SnO_2),因其卓越的导电性、光学透明度和高稳定性而被广泛应用于电子信息工业领域。ITO导电膜作为液晶显示面板的导电层之一,其制作是液晶显示器生产过程中的重要工序。液晶显示器企业生产工艺自动化程度高,多为密闭作业,但清理和打磨ITO靶材作业时须进入设备腔体作业,直接暴露于职业病危害因素环境中,打磨时产生的噪声、ITO粉尘(铟及其化合物)、金属粉尘等危害因素对该岗位工作人员身体健康产生影响,是职业病危害重点控制岗位。目前有关接触ITO靶材中铟及

其化合物对人体肺部的影响已有较多报道,但是接触ITO靶材对工人身体其他器官和系统的慢性影响却鲜有报道。为进一步了解液晶显示器生产企业生产过程中接触ITO靶材岗位的职业病危害因素分布及相关岗位从业人员的身体健康状况,有效控制或消除职业病危害,保护劳动者健康,本研究对安徽某液晶显示器生产企业进行现场调查,并回顾性分析2020年的职业病危害因素检测资料及2019年职业健康检查资料,探讨接触ITO靶材岗位工人的身体健康状况及影响因素。

1 对象与方法

1.1 对象

安徽某液晶显示器生产企业有3个生产主厂房,包括4个生产车间。该企业员工总人数6 722

基金项目:安徽医科大学“早期接触科研”训练计划项目(2018-ZQKY-39)

作者简介:吴传栋(1992—),男,硕士研究生在读

通信作者:朱启星,教授, E-mail: zqxing@yeah.net

人,其中接触职业病危害人数 1 034 人。该企业 2019 年全年参加职业健康体检的员工共 1 451 人次(包括上岗前、在岗期间、离岗时体检),从中选取 361 人作为研究对象。其中接触组 123 人,分别来自阵列工序溅射岗、干刻岗(ITO 刻蚀)、彩膜工序 ITO 岗,年龄范围 21 ~ 39 岁,平均年龄(26.46 ± 3.87)岁;从该企业 2019 年上岗前体检的工人中,选取 238 名不曾接触任何职业病危害因素的员工作为对照组,年龄范围 21 ~ 50 岁,平均年龄(25.72 ± 3.98)岁。两组人员年龄及性别之间比较,差异均无统计学意义($t_{\text{年龄}} = 1.706, \chi^2_{\text{性别}} = 0.409, P$ 均 > 0.05)。研究对象纳入标准:(1) 接触组为接触 ITO 靶材的一线工人,完成所有体检及健康检查项目;(2) 对照组均未接触任何职业病危害因素,完成所有体检及健康检查项目。剔除标准:(1) 信息不全者;(2) 未完成所有体检项目、未参加复查者;(3) < 21 岁者(为满足组间年龄均衡而舍弃)。

1.2 方法

1.2.1 职业病危害因素调查及检测

对该液晶显示器生产企业使用 ITO 靶材的工艺流程、仪器设备、原辅材料、职业卫生防护等情况进行调查,依照 GBZ 159—2004《工作场所空气中有毒物质监测的采样规范》^[1]、GBZ/T 300—2017《工作场所空气有毒物质测定》^[2]、GBZ 192.1—2007《工作场所空气中粉尘测定 第 1 部分:总粉尘浓度》^[3]、GBZ/T 189.8—2007《工作场所物理因素测量 第 8 部分:噪声》^[4]、GBZ 2.1—2019《工作场所有害因素职业接触限值 第 1 部分:化学有害因素》^[5]、GBZ 2.2—2007《工作场所有害因素职业接触限值 第 2 部分:物理因素》^[6]等国家有关法律、法规、标准,对该企业职业病危害因素进行调查及检测。

1.2.2 职业健康检查项目及结果评价

根据 GBZ 188—2014《职业健康监护技术规范》^[7]规定对该公司相关岗位作业工人进行职业健康检查,体检项目设置及结果判定均严格按照规定执行。体检项目主要有内外科、五官科、视力、辨色力等一般检查,血常规、尿常规、肝功能、肾功能、血糖等实验室检查项目,心电图、肝胆脾彩色 B 超、DR 胸片;对于接触噪声岗位加做纯音电测听测试,粉尘作业加做肺功能检查。根据《职业健康监护技术规范》^[7]规定对该公司相关岗位作业工人职业健康检查的结果进行判定,确定异常指标和项目,明确目标疾病(职业病和职业禁忌证)。

1.2.3 统计学分析

对该企业接触 ITO 靶材岗位职业病危害因素

职工和对照组的体检资料用 Excel 2010 软件建立数据库。采用 SPSS 25.0 软件对数据进行分析,满足正态分布的计量资料用均数 \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;计数资料采用率表示,使用 χ^2 检验或 Fisher 确切概率法进行组间比较。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 现场调查与作业场所职业病危害因素检测

2.1.1 现场职业病危害因素调查

该企业生产过程主要包括:阵列、彩膜、成盒、模块 4 个工序。在阵列工序的溅射、干刻(ITO 刻蚀)工艺,彩膜工序的溅射工艺等 3 个生产环节中会使用 ITO 靶材。通过溅射镀膜的方法形成 ITO 金属膜,通过刻蚀形成 ITO 电极。3 个接触 ITO 靶材的岗位,日常作业内容主要包括:监视设备运行情况、设备清洁,清理打磨靶材上残留的颗粒、对靶材进行打磨清洁。清理人员在进行溅射和刻蚀设备维护时,需进入设备腔体内进行清理和打磨作业。打磨作业方式为:机械打磨设备结合手工作业。打磨时会产生噪声,同时产生钢及其化合物(ITO 粉尘)和金属粉尘;另外车间夹层布置了多种泵机,运行时也会产生噪声。作业方式:(1) 阵列溅射岗的 1 台溅射镀膜机使用 ITO 靶材(主要成分为氧化钢、氧化镓、氧化锌),该设备每 10 d 打磨清理 1 次,每次打磨清理需要 2 h 完成;另外 4 台溅射镀膜机使用 ITO 靶材(钢锡合金),每周打磨清理 1 次,每次 30 min,打磨清理 5 次左右更换靶材;(2) 阵列干刻岗有干法刻蚀设备 9 台,该设备每 9 d 打磨清理 1 次,每次 5 h;(3) 彩膜溅射岗有 ITO 镀膜机 2 台,该设备每 2 ~ 3 个月打磨清理 1 次,每次需要 2 h。

2.1.2 职业病危害因素检测结果

2020 年对 3 个接触 ITO 靶材岗位的工作环境中,主要的职业病危害因素噪声、钢及其化合物、金属粉尘进行检测,计算相应的时间加权平均接触浓度(C_{TWA})和短时间接触浓度(C_{STEL})。经检测,打磨过程产生的金属粉尘游离二氧化硅含量为 4.23%,属于其他粉尘。结果显示:3 个工作岗位噪声、钢及其化合物、金属粉尘均未超过职业接触限值。见表 1、表 2、表 3。

2.2 职业健康体检概况

123 名接触 ITO 靶材的工人体检结果显示:无疑职业病人和职业病病人;目前未见异常 31 人;其他疾病或异常 91 人,检出率 74%(91/123);经复查检出限制性通气功能障碍 1 人,为职业禁忌证,检出率 0.01%(1/123)。

表1 个体噪声检测结果 [dB(A)]

岗位	职业病危害因素	岗位数量	检测值	40 h等效声级	判定
阵列溅射岗	噪声	1	83.3	78.5	合格
阵列干刻岗	噪声	1	80.4	72.1	合格
彩膜溅射岗	噪声	1	73.9	65.7	合格

注:工作场所噪声职业接触限值为85 dB(A)。

表2 其他粉尘(总粉尘)检测结果 (mg/m³)

岗位	职业病危害因素	样品数量	检测值范围	C _{TWA}	峰接触浓度(C _{PE})	判定
阵列溅射岗	其他粉尘	6	0.53~0.93	0.54~0.75	0.84~0.93	合格
阵列干刻岗	其他粉尘	6	0.62~0.84	0.08~0.09	0.80~0.84	合格
彩膜溅射岗	其他粉尘	3	0.6	0.41	0.6	合格

注:工作场所中粉尘时间加权平均容许浓度(PC-TWA)为8 mg/m³。

表3 钢及其化合物检测结果 (mg/m³)

岗位	职业病危害因素	样品数量	检测值范围	检测浓度		判定
				C _{TWA}	C _{STEL}	
阵列溅射岗	钢及其化合物	4	<0.053	<0.053	<0.053	合格
阵列干刻岗	钢及其化合物	6	<0.053	<0.053	<0.053	合格
彩膜溅射岗	钢及其化合物	4	<0.053	<0.053	<0.053	合格

注:工作场所空气中钢及其化合物(按In计)的时间加权平均容许浓度(PC-TWA)为0.10 mg/m³;短时间接触容许浓度(PC-STEL)为0.30 mg/m³。

2.3 两组工人职业健康体检项目异常情况

与岗前体检工人相比,接触ITO靶材工人健康体检指标:肺功能、转氨酶、舒张压、血糖、尿酸、腹部彩超、脂肪肝、肝内钙化、胆结石、前列腺钙化等异常检出率更高,差异有统计学意义($P < 0.05$);而收缩压、电测听、心电图、白细胞、中性粒细胞、红细胞、血小板、血红蛋白、胆红素、尿常规、胸片、肾结石等异常检出率差异无统计学意义($P > 0.05$)。见表4。

2.4 职业病防护设施及个人防护用品调查

该企业生产主厂房作业场所采用全面通风,包括以上接触ITO靶材的3个岗位在内,该企业已针对主厂房生产过程中产生的化学毒物设置了碱性废气、酸性废气、有毒废气、有机废气及一般废气共五类局部排风系统,通过气体处理装置处理。同时该企业为噪声工作岗位工人提供了耳塞、耳罩等个人防护用品;针对产生粉尘的岗位,为工人提供了相应的防护口罩,并落实防尘、防毒、防噪等综合性的职业病防护措施。

表4 两组工人健康体检异常情况对比

[检出人数(检出率/%)]

体检项目	接触组(n=123)	对照组(n=238)	χ ² 值	P值
收缩压	7(5.7)	4(1.7)	3.162	0.075
舒张压	8(6.5)	3(1.3)	5.877	0.015
电测听	6(4.9)	6(2.5)	0.764	0.382
心电图	17(13.8)	32(13.4)	0.010	0.921
肺功能	4(3.3)	0(0)	5.140	0.023
白细胞	2(1.6)	13(5.5)	2.997	0.083
中性粒细胞	2(1.6)	6(2.5)	0.029	0.865
红细胞	0(0)	2(0.8)		0.549 ^①
血红蛋白	2(1.6)	1(0.4)	0.342	0.559
血小板	3(2.4)	5(2.1)	0.000	1.000
尿酸	32(26.0)	4(1.7)	53.492	0.000
尿常规	4(3.3)	12(5.0)	0.613	0.434
转氨酶	24(19.5)	17(7.1)	12.324	0.000
胆红素	2(1.6)	6(2.5)	0.029	0.865
血糖	6(4.9)	0(0)	9.010	0.003
胸片	0(0)	5(2.1)	1.308	0.253
腹部彩超	45(36.6)	12(5.0)	60.682	0.000
脂肪肝	34(27.6)	6(2.5)	51.941	0.000
肝内钙化	5(4.1)	0(0)	7.061	0.008
肾结石	5(4.1)	3(1.3)	1.791	0.181
胆结石	4(3.3)	0(0)	5.140	0.023
前列腺钙化	4(3.3)	0(0)	5.140	0.023

注:①为Fisher确切概率法计算所得。

3 讨论

随着我国经济社会的快速发展,产业升级带来产业结构的调整,高端制造业比例越来越高,液晶显示器生产等电子设备制造业蓬勃发展。液晶显示器生产企业自动化密闭化程度高,工人大多采取巡检作业的方式,接触职业病危害因素机会较少,但是在进行ITO靶材清理打磨的过程中,清理作业要打开密闭的设备进行清理和打磨作业,从而产生噪声、粉尘、钢及其化合物等职业病危害因素。本次研究显示,该企业3个接触ITO靶材的岗位噪声、粉尘、钢及其化合物等职业病危害因素检测结果均符合国家有关职业接触限值要求,说明该企业职业病危害因素控制较好。阵列溅射和阵列干刻岗位个体噪声检测瞬时值大于80 dB(A),属于噪声环境作业,相关岗位工人工作时,会接触到夹层泵机和打磨机产生的噪声,对于这些岗位,工人若长时间在岗位工作,应严格落实个人防护,减少噪声对听力的影响。有研究^[8-9]报道,液晶显示器生产企业中钢及其化合物的检测结果多有超标现象存在,本次调查有所不同,可能原因为该企业工人进行靶材打磨

时使用的打磨机自带抽风功能,能将部分ITO 粉尘吸走,降低了钢及其化合物的浓度。

本次研究显示,与对照组工人相比,接触 ITO 靶材的工人其职业健康检查肺功能异常率较高($P < 0.05$)。现场调查提示,接触 ITO 靶材的岗位打磨作业时会产生金属粉尘和 ITO(氧化钢锡)粉尘。以往与接触 ITO 靶材有关的研究提示,ITO 中含有的钢及其化合物会对工人身体健康产生影响,特别是对肺部的损害,会导致肺功能的下降^[10-11];另有研究^[12-13]表明,接尘作业会导致工人患尘肺病,同时引起肺功能的下降,且肺功能的下降一般早于肺部其他有关病变的发生。因此,可能是接尘作业和接触钢及其化合物共同导致了工人肺功能的下降。

本次调查初步观察到,接触 ITO 靶材组工人与对照组的工人比较,血糖、转氨酶异常率较高($P < 0.05$),提示接触 ITO 靶材的工人身体相关器官和系统可能受到了钢及其化合物的影响。这与有关报道^[14-16]一致,钢及其化合物对人体多个系统、器官脏器产生影响,也有相关的细胞及动物实验结果。血糖异常的原因可能是钢及其化合物进入人体后,影响人体的内分泌功能,引起糖皮质激素分泌的异常进而导致血糖代谢的异常,初步考虑为钢及其化合物引起的特殊类型的糖尿病。同时,转氨酶异常可能是钢及其化合物对肝细胞造成了损伤,导致肝功能紊乱;当然,接触组工人脂肪肝的异常率高于对照组($P < 0.05$),因此脂肪肝等肝部的疾病也可能是导致肝功能异常的原因之一。

本次研究中,舒张压、血尿酸、脂肪肝、肝脏钙化、胆结石、前列腺钙化等指标高于对照组($P < 0.05$)。以上 6 个检查指标的异常涉及多种慢性疾病,且与多种影响因素相关,其成因复杂。有关研究^[17-18]提示,工人以上指标的变化主要是接触职业病危害因素,不良作息习惯、不良工作和生活方式、饮食结构不合理、高体质量指数、高血压等原因引起。该企业相关岗位工人作业方式为四班三运转,须上夜班,生活作息的紊乱对工人身体健康会造成不良影响。同时,健康工人效应的存在,导致岗前体检工人身体健康状况较好,也可能是以上差异的原因之一。以上指标的异常与接触 ITO 是否有关尚待进一步研究分析。

本次研究结果表明,该企业接触 ITO 靶材的岗位,作业场所职业卫生状况较好,但接触 ITO 靶材的作业仍会引起工人部分身体指标的变化。在工作中,按要求规范佩戴个人防护用品,对保护工人健康、预防职业病的发生至关重要。但是在实际工作

过程中,个人防护用品佩戴时间过久也会产生不舒服的感觉,工人依从性下降,会出现劳保用品使用不规范的问题。接触 ITO 靶材岗位职业病危害因素较多,建议液晶显示器生产企业要重点关注接触 ITO 靶材岗位工人的职业健康状况,尽量使用自动化的仪器设备,操作时严格落实个人防护,选择合适的防噪耳塞,并佩戴 KN95 级别口罩,这样才能有效防止 ITO 靶材相关的职业病危害;同时应加强员工的职业健康教育工作,指导工人养成良好的工作和生活方式,降低慢性病的发生率。本研究为横断面研究,缺乏时间维度的资料,且所选取的对照组仅匹配了年龄、性别因素,可能还存在其他的混杂因素;同时本次研究仅选取了 1 家企业,接害工人样本量较少,后续拟扩大研究企业的数量及时间范围,并对相关指标异常的情况进行多因素的研究,以全面揭示接触 ITO 靶材岗位工人的健康状况及其影响因素作用的大小。

作者声明 本文无实际或潜在的利益冲突

参考文献

- [1] 中华人民共和国卫生部. 工作场所空气中有害物质监测的采样规范:GBZ 159—2004[S]. 北京:人民卫生出版社,2004.
- [2] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会. 工作场所空气有毒物质测定:GBZ/T 300—2017 [S]. 北京:人民卫生出版社,2017.
- [3] 中华人民共和国卫生部. 工作场所空气中粉尘测定 第 1 部分:总粉尘浓度:GBZ 192.1—2007[S]. 北京:人民卫生出版社,2007.
- [4] 中华人民共和国卫生部. 工作场所物理因素测量 第 8 部分:噪声:GBZ/T 189.8—2007[S]. 北京:人民卫生出版社,2007.
- [5] 中华人民共和国国家卫生健康委员会. 工作场所有害因素职业接触限值 第 1 部分:化学有害因素:GBZ 2.1—2019[S]. 北京:人民卫生出版社,2019.
- [6] 中华人民共和国卫生部. 工作场所有害因素职业接触限值 第 2 部分:物理因素:GBZ 2.2—2007[S]. 北京:人民卫生出版社,2007.
- [7] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会. 职业健康监护技术规范:GBZ 188—2014[S]. 北京:人民卫生出版社,2014.
- [8] 丘海丽,周伟,李智民,等. 液晶显示面板制造业钢及其化合物的职业危害风险分析与评价 [J]. 中华劳动卫生职业病杂志,2015,33(8):573-575.
- [9] 饶展宏,彭巨成,冯晶,等. 某液晶显示面板生产项目钢职业病危害调查[J]. 中国职业医学,2015,42(6):703-705.
- [10] WON Y L,CHOI S,KIM E A . Risk of indium lung disease in display panel manufacturing workers[J]. Am J Ind Med,2017,3(60):312-313.
- [11] CHOI S,WON Y L,KIM D,et al. Subclinical interstitial lung damage in workers exposed to indium compounds[J]. Ann Occup Environ Med,2013,25(1):24.

(下转第 295 页)

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.