

电焊工尘肺 CT 表现分析

庄晓婷, 吴天琼, 张勇良, 叶更新, 陈淮

【摘要】 目的:分析电焊工尘肺 CT 表现,提高对电焊工尘肺的诊断水平。**方法:**回顾性分析 2015 年 1 月—2020 年 12 月按职业病诊断标准诊断为 I 期及 II 期的电焊工尘肺患者共 103 例。对其临床资料及影像特征进行总结分析。**结果:**本组电焊工尘肺 CT 表现为小叶中心磨玻璃密度微小结节影 44 例,小叶分支线状影 63 例,其中小叶分支线状影合并小叶中心磨玻璃密度微小结节影共 20 例;腺泡磨玻璃结节影 7 例,弥漫性磨玻璃改变 10 例,致密微小结节影 6 例,伴有肺间质纤维化 6 例、纤维灶 10 例、肺结核 6 例、肺气肿 15 例、肺大泡 14 例、支气管扩张 1 例、淋巴结肿大 9 例、胸膜增厚 19 例。**结论:**电焊工尘肺的 CT 具有特征性的影像表现,小叶中心磨玻璃密度微小结节影及小叶分支线状影为其特征的 CT 表现,结合职业病史,可做出明确诊断。

【关键词】 尘肺; 电焊工; CT

【中图分类号】 R **【文献标志码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2023)06-0715-05

DOI:10.13609/j.cnki.1000-0313.2023.06.008

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



CT manifestations of pneumoconiosis in welders ZHUANG Xiao-ting, WU Tian-qiong, ZHANG Yong-liang, et al. Department of Radiology, Guangzhou Twelfth People's Hospital, Guangzhou 510620, China

【Abstract】 Objective: To analyze the CT manifestations of welders' pneumoconiosis and improve the diagnosis level of welders' pneumoconiosis in daily work. **Methods:** A total of 103 welders' pneumoconiosis patients diagnosed as stage I and stage II according to the diagnostic criteria of menstrual occupational diseases from January 2015 to December 2020 were retrospectively analyzed. The clinical data and image characteristics were summarized and analyzed. **Results:** The CT findings of welders' pneumoconiosis in this group showed 44 cases of central lobular ground glass micronodules and 63 cases of centrilobular branching linear structure. Among them, 20 cases of centrilobular branching linear structure combined with central lobular ground glass micronodules; There are 7 cases of ground glass nodules in acinar, 10 cases of diffuse pulmonary ground-glass changes, 6 cases of pulmonary dense micronodules, 6 cases of pulmonary interstitial fibrosis, 10 cases of fibrous foci, 6 cases of pulmonary tuberculosis, 15 cases of emphysema, 14 cases of pulmonary bullae, 1 case of bronchiectasis, 9 cases of lymph node enlargement, and 19 cases of pleural thickening. **Conclusion:** The CT features of welders' pneumoconiosis were characteristic. The most characteristic CT findings were the central lobular ground glass micronodules and the centrilobular branching linear structure. Combined with the occupational history, a definite diagnosis can be made.

【Key words】 Pneumoconiosis; Electric welder; CT

电焊工尘肺是指在焊接作业时,电焊条和金属器材在电弧高温下(3000~6000℃)形成的冶金反应,产生大量以氧化铁为主的多种元素金属氧化物粉尘,以气溶胶的状态散发到空气中并迅速冷凝而形成电焊烟尘,由于电焊烟尘直径较小,容易沉积在下呼吸道、肺

部,长期过量吸入而引起的慢性肺部损害^[1]。现阶段职业性尘肺诊断是依据生产性矿物性粉尘接触史、工作场所职业卫生学调查、尘肺流行病学调查及 X 射线后前位胸片,其中胸片表现是诊断的主要依据^[2]。然而早期尘肺的诊断特别是电焊工尘肺,胸片存在一定的局限性,而螺旋 CT 薄层扫描能够清晰直观地观察肺部结构,对肺内结节及肺部的间质性病变等显示率高^[3],有助于提高诊断准确性。以往对电焊工尘肺的 CT 诊断文献报道较少,多数是小样本分析。本文通过对 103 例确诊为电焊工尘肺患者的 CT 图像进行总

作者单位:510620 广州市第十二人民医院放射科(庄晓婷、吴天琼、张勇良、叶更新);510260 广州医科大学附属第二医院放射科(陈淮)

作者简介:庄晓婷(1991—),女,广东惠来县人,硕士研究生,主治医师,主要从事胸部影像诊断工作。

通讯作者:陈淮, E-mail:chenhuai1977@163.com

结分析,以提高临床及影像医师对该病的诊断水平。

材料与方 法

1. 基本资料

回顾性分析 2015 年 1 月—2020 年 12 月期间在广州市第十二人民医院尘肺诊断小组依据 GBZ 70—2009《尘肺病诊断标准》或 GBZ 70—2015《职业性尘肺病的诊断标准》诊断为电焊工尘肺患者 103 例,男 102 例,女 1 例。其中 75 例来自船厂工作的工作人员。CT 扫描均在明确诊断的 1 周内进行,其中电焊工尘肺 I 期 100 例,II 期 3 例。

2. CT 扫描仪器

东芝 AQUILIONSX-101A 16 排螺旋 CT 机,嘱咐被检者深吸气末行 CT 扫描:范围从肺尖到肺底;参数:电压 120 kV,自动管电流,螺距 1.0,采集矩阵为 256×256,扫描采集层厚 1 mm,肺窗重建层厚 1 mm;扫描体位:仰卧位,双手上举;肺窗图像窗宽 1600 HU,窗位 -550 HU,纵隔窗图像窗宽 300 HU,窗位 50 HU。

3. 影像分析统计

由 2 名从事影像诊断的医师对 CT 影像分析记录并达成共识。据年龄、工龄进行分段统计。

4. 统计学分析

对年龄、工龄等计量资料以($\bar{x} \pm s$)表示及百分比(%)描述,采用 SPSS 21.0 软件对患者影像资料差异进行分析,采用卡方检验,必要时采用 Fisher 双侧精确检验, $P < 0.05$ 有统计学意义。

结 果

1. 工龄及年龄

2015 年 1 月—2020 年 12 月共诊断电焊工尘肺 103 例,其中年龄 27~55 岁,平均年龄(44 ± 5.6)岁,发病年龄段集中在 40~49 岁,占总数 68.0%;工龄最短 5 年,最长 25 年,平均工龄(12 ± 4.4)年,接尘工龄段集中在 10~15 年,占总数 41.7%(表 1)。

表 1 103 例电焊工尘肺患者的发病年龄及工龄

变量	总数 (N=103)	I 期 (N=100)	II 期 (N=3)
年龄			
20~29 岁	3	3	0
30~39 岁	17	16	1
40~49 岁	70	68	2
50~59 岁	13	13	0
工龄			
5~10 年	36	34	2
10~15 年	43	42	1
15~20 年	16	16	0
20~25 年	8	8	0

2. CT 影像表现

小叶中心磨玻璃密度微小结节影:44 例表现为小叶中心磨玻璃密度微小结节,直径均小于 3 mm,边缘模糊,密度较淡,CT 值约 -550~-680 HU,其中 24 例呈双肺弥漫分布,上肺多于下肺,20 例呈少量分布并以上肺分布为主(图 1)。

小叶分支线状影:小叶核影的增粗、增多,呈 X 或 Y 形分布,共有 63 例,其中有 20 例伴有散在或弥漫分布小叶中心磨玻璃密度微小结节而呈树芽征状改变(图 2、3)。

腺泡磨玻璃结节影:也是小叶中心的结节,但其大小、形态及密度较上述的小叶中心磨玻璃密度微小结节有所区别。腺泡内团片状磨玻璃影,形态呈类圆形或不规则形,边缘模糊,密度较小叶中心磨玻璃密度微小结节更低,CT 值约 -760~-780 HU,直径约 4~8 mm,7 例出现此征象;其中有 3 例合并磨玻璃改变(图 4、5)。

弥漫性磨玻璃改变:双肺透光度减低,呈磨玻璃样改变,范围较广,甚至整肺,常合并小叶中心型肺气肿表现。本组数据中共有 10 例呈弥漫磨玻璃改变,其中有 5 例合并小叶中心型肺气肿(图 6、7)。

致密微小结节影:6 例病例双肺见弥漫分布致密微小结节影,直径约 1~2 mm,边界清晰,密度均高于前述结节影,呈小叶中心及间质分布并以小叶中心分布为主(图 8、9)。

其他伴发的肺部征象:6 例出现轻度肺间质病变,大多表现于胸膜下区轻度的小叶间隔增厚,小叶间隔形态无异常改变(图 7);19 例出现纤维灶;6 例出现肺结核,其中 2 例为活动性肺结核,4 例为陈旧性肺结核;15 例出现肺气肿,表现为双肺上叶小叶中心型肺气肿及肺尖少量间隔旁肺气肿;14 例出现肺大泡;1 例出现支气管扩张;7 例出现纵隔淋巴结增大;19 例出现胸膜增厚。

3. 工龄、年龄与 CT 影像表现

统计学分析:本组 103 例电焊工尘肺 CT 影像中出现小叶中心磨玻璃密度微小结节影($\chi^2 = 7.995$, $P = 0.046$)、小叶分支线状影($\chi^2 = 15.600$, $P = 0.001$)在不同的工龄段具有统计学意义($P < 0.05$),而腺泡磨玻璃结节、弥漫性磨玻璃改变与致密微小结节影在不同工龄段的分布无统计学意义($P > 0.05$,表 2)。各影像表现在不同年龄段的分布无显著差异($P > 0.05$),说明年龄的大小并与上述影像表现的发生无统计学意义(表 3)。

讨 论

1. 电焊工尘肺的发病及临床特点

电焊工尘肺于 2002 年正式列入我国职业病目录。

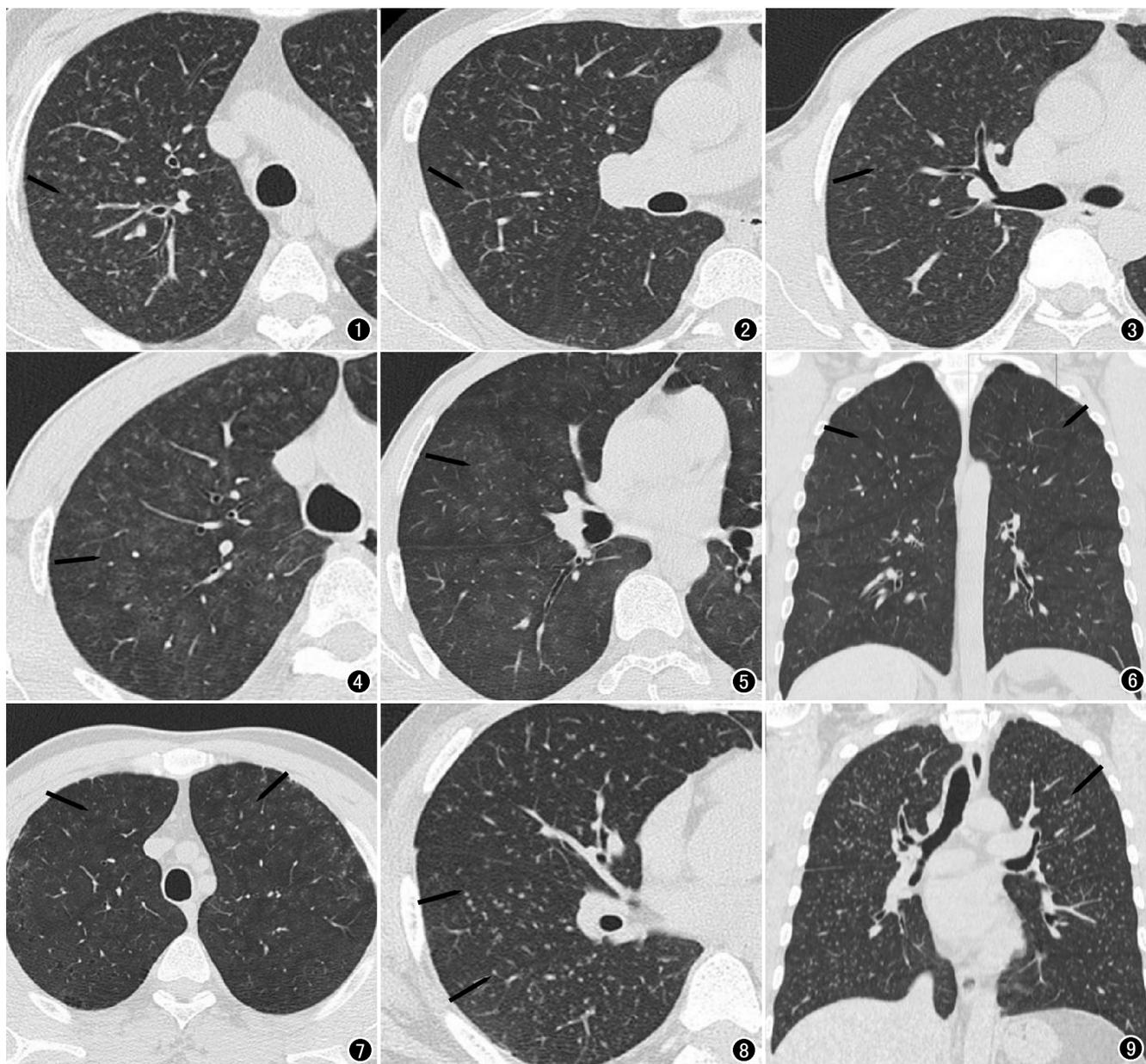


图 1 小叶中心磨玻璃密度微小结节影(箭):两肺弥漫分布小叶中心磨玻璃密度微小结节影,沿小叶中心分布,直径约 2mm,边缘模糊,密度较淡,胸膜下肺野清晰。图 2 小叶分支线状影(箭):小叶核影的增粗、增多,边缘模糊,远端呈分叉状 Y 形改变。图 3 小叶分支线状影并伴有小叶中心磨玻璃密度微小结节影而呈树芽征状改变。图 4 腺泡磨玻璃结节影(箭):双肺见腺泡内团片状磨玻璃影、边缘模糊,形态呈类圆形或不规则形,密度较淡,直径约 4~8mm。图 5 腺泡磨玻璃结节影(箭):双肺见腺泡内类圆形磨玻璃密度影、边缘模糊,密度较淡。图 6 弥漫性磨玻璃密度改变(箭):双肺见腺泡内团片状磨玻璃影,范围较广并呈磨玻璃样改变,双肺上叶见少量散在小叶中心型肺气肿。图 7 弥漫性磨玻璃密度改变(箭):双肺见磨玻璃密度结节及磨玻璃样改变并外周区域合并轻度的间质病变。图 8 致密微小结节(箭):双肺见弥漫分布致密微小结节影,直径约 3mm,边界清,呈小叶中心及间质分布,并以小叶中心分布为主。图 9 致密微小结节(箭):冠状面重建直观地观察小结节的分布范围及密集情况。

电焊是船舶与汽车制造业的主要生产工艺之一,近 20 年多地区诊断电焊工尘肺的数量明显增多,特别是沿海地区,其诊断率仅次于矽肺^[4]。刘慧婷、郭静宜等^[5]通过对广州市尘肺发病情况的分析,从 2010 年后电焊工尘肺的发病例数呈明显上升趋势。这与本院近 10

年的电焊工尘肺发病特点相符,已成为尘肺诊断数量第二高。这与沿海地区造船业的发展及现代汽车需求量显著增高相关,广州市船舶制造业发展尤其迅速;再者也与工厂的职业病防治意识加强有关,本院每年相关工人的体检率也逐年升高。电焊工尘肺患者临床症

表2 103例电焊工尘肺各年龄段主要影像表现

工龄 (年)	小叶中心 磨玻璃密 度微小 结节影 (≤3mm)	小叶内分 支状线影	腺泡磨玻 璃结节影	弥漫性磨 玻璃改变	致密微小 结节影
5~10	22	14	3	3	2
10~15	14	28	3	7	4
15~20	6	13	1	0	0
20~25	2	8	0	0	0
总数	44	63	7	10	6

表3 103例电焊工尘肺各年龄段主要影像表现

年龄 (岁)	小叶中心 磨玻璃密 度微小 结节影 (≤3mm)	小叶内分 支状线影	腺泡磨玻 璃结节影	弥漫性磨 玻璃改变	致密微小 结节影
20~29	2	0	1	0	0
30~39	8	9	0	1	3
40~49	25	47	5	7	2
50~59	9	7	1	2	1
总数	44	63	7	10	6

状较轻,早期无症状或症状轻微,主要表现为咳痰、咳痰,偶咳灰色痰液,伴或不伴有活动后胸闷、气促。本组103例电焊工尘肺工人中29例具有临床症状,其余患者并未有自觉症状,均为职业体检时发现。

2. 电焊工尘肺影像表现及基本病理改变

本组数据显示小叶中心磨玻璃密度微小结节影及小叶分支线状影为电焊工尘肺的特征表现,这与赵殿辉等^[6]分析的电焊工尘肺高分辨CT的影像表现相一致。电焊工尘肺的病理特点是肺内末梢气道的电焊烟尘沉着,形成粉尘性病灶肺间质的尘性纤维化,但不出现典型的矽肺结节、煤矽结节或石棉肺的弥漫性间质纤维化的病理改变^[7-8]。研究证明电焊工尘肺内存在大量的由粉尘和纤维组织聚集形成的纤维化结节^[9]。但焊尘结节密度一般较矽肺结节密度低,大部分为磨玻璃密度结节,且边缘模糊,均不会融合成大阴影。赵殿辉等^[6]通过支气管纤维镜活检电焊工尘肺病变肺区证实了尘斑是小叶中心磨玻璃密度微小结节影及小叶分支线状影的主要病理学基础。另外,本组数据中除了上述特征表现外,还出现腺泡磨玻璃结节及弥漫性磨玻璃改变,其病理基础为细支气管周围的气腔实变,这可能与短时间吸入大量高浓度电焊烟尘而引起的反应性肺炎有关。动物实验证明粉尘进入肺泡数小时后肺泡内会出现炎性渗出,3d后就会形成巨噬细胞肺炎^[10]。其范围扩大可造成磨玻璃样改变,可能是由于病变累及整个肺小叶所致^[6],而且出现磨玻璃改变的同时多伴有小叶中心肺气肿。本组数据中焊尘结节多数先出现在上肺野,可逐渐弥漫分布到全肺野,但一般与胸膜有一定距离,这可能与上肺通气量较下肺大,电焊烟尘更易进入上肺所致。本组数据中有6例电焊工尘肺内出现小叶中心及间质分布的致密微小阴影,一方面说明电焊烟尘应该具有一定的致纤维作用,最终可形成胶原纤维组成的纤维性结节;另一方面可能

与工作场所内存在其他粉尘相关,现代焊接材料及技术与以往相比更为复杂。实验研究和文献报道的案例表明长时间地暴露于焊接烟雾可能导致气道、肺泡和间质中的巨噬细胞增殖,而引起间质、支气管周围的纤维化^[11]。有学者通过对肺组织病理分析发现大多数电焊工尘肺表现中度及以上粉尘沉积,但却只表现为轻度纤维化或无纤维化^[12],这代表电焊烟尘致纤维化能力较弱。本组病例中多数为电焊工尘肺Ⅰ期,仅3例为Ⅱ期,无电焊工尘肺Ⅲ期。这代表大部分电焊工尘肺均处于早期,因此早期发现、早期干预更具有临床意义。

本组电焊工尘肺少数出现的其他肺部征象如肺结核、纤维灶、支气管扩张及纵隔淋巴结增大及胸膜增厚,上述征象多处于同一个病例内,说明纤维灶、支气管扩张、纵隔淋巴结增大及胸膜增厚并非电焊烟尘所致,多数为其他病变例如肺结核导致的继发改变。电焊工尘肺一般不出现纵隔及肺门淋巴结的肿大及钙化,而其他尘肺如矽肺、煤工尘肺多伴有肺门和/或纵隔淋巴结的肿大、钙化。

3. 电焊工尘肺影像表现与工龄、年龄的相关性

本组数据电焊工尘肺CT影像中出现小叶中心磨玻璃密度微小结节影、小叶分支线状影在不同的工龄段具有统计学意义,结合各工龄段出现磨玻璃密度微小结节、小叶分支线状影的百分比,进而说明工龄越短,出现小叶中心磨玻璃密度微小结节影的概率越高,工龄越长,出现小叶分支线状影的概率越高。而腺泡磨玻璃结节、弥漫性磨玻璃改变与致密微小结节影在不同工龄段的分布无统计学意义。各影像表现在不同年龄段的分布无显著差异,说明年龄的大小与上述影像表现的发生无统计学意义。电焊工大多就职于不同的工作单位,其焊接环境、种类、方法、粉尘浓度、作业时间及有效防护用品的差异性较大,加上电焊工的作业过程的流动性,因此难以对电焊工整体的工作环境进行标准的评估,对于电焊工接尘的总浓度及成分占比亦难以评判。本组病例大部分焊工在工作中均佩戴口罩,但作业时间较长,为8~10小时/天,6~7天/周,作业环境相对密闭,在工作场所中均检测到电焊烟尘,多数焊工均不止就业于一家单位,并无法十分确切地评估其接尘总浓度。

相比研究^[13]表明电焊工尘肺的发病平均工龄为(25.2±5.9),平均年龄为(53.3±5.7),本组数据的发病平均工龄(12±4.4)及平均年龄(44±5.6)均较小,可能与本组电焊工大多数来自船厂有关。船舶制造业是典型的劳动密集型行业^[14],大多数电焊作业的船舱比较窄小且大多处于半封闭状态,造成了作业空间内职业有害因素浓度较高且接尘的成分较为复杂,而

且大多低年龄作业人员往往承担着负荷较重的作业。因此船厂电焊工尘肺的确诊年龄小、工龄短。

4. 电焊工尘肺导致的相关呼吸系统疾病

电焊烟尘的成分多样,可导致多种呼吸系统疾病,除了电焊工尘肺,长期接触也可能会导致慢性阻塞性肺疾病(chronic obstructive pulmonary disease, COPD)、职业哮喘等甚至增加肺癌的发病率^[15-16]。部分学者认为暴露于焊接烟尘是 COPD 的危险因素之一,但其致病机制尚在研究阶段^[17]。吸烟作为 COPD 一个最常遇到且重要的危险因素,和电焊烟尘对肺功能的减退有协同作用^[18]。本文 103 组焊工中明确吸烟史的共有 14 人,均出现了相应的肺部临床症状,其中 5 例出现双肺上叶散在的小叶中心肺气肿的表现,7 例出现肺尖少量间隔旁型肺气肿。但临床上并未达到 COPD 的诊断。

综上所述,电焊工尘肺的 CT 影像征象具有一定的特征性,利用 CT 的高分辨率可清晰显示电焊工尘肺肺内病变的大小、形态、密度、病变分布及周围结构变化情况,相对于胸片,CT 能提供有效且客观的信息,不仅能有效地进行早期诊断从而有助于焊工及时脱离烟尘环境,减轻肺部损伤或阻止损伤加重,也能对后续的随访复查提供更为敏感、细致的观察指标且也有助于电焊工尘肺合并其他肺部疾病的诊断。

参考文献:

- [1] 李鸿德.尘肺病[M].北京:化学工业出版社,2010:168.
- [2] 中华人民共和国国家职业卫生标准.职业性尘肺病的诊断 GBZ 70 [S]-2015[S].中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会发布,2015年12月15日.
- [3] 张春谦,刘白鹭.间质性肺疾病的影像学研究进展[J].放射学实践,2012,27(2):218-220.
- [4] 屠鹃.2006—2019年无锡市尘肺病流行病学分析[J].公共卫生与预防医学,2021,32(3):72-74.
- [5] 郭静宜,刘慧婷,廖阳,等.广州市2010至2020年职业病发病情况分析[J].中华劳动卫生职业病杂志,2022,40(4):292-295.
- [6] 赵殿辉,陈达民,万卫平,等.壹期电焊工尘肺肺部 HRCT 表现及病理学对照[J].医学影像学杂志,2012,22(5):747-749,753.
- [7] 苏敏,邹昌洪.尘肺病理诊断图谱[Z].北京:人民卫生出版社,2019.
- [8] 谢武桃,金盛辉,刘聪,等.能谱 CT 定量分析煤工尘肺纤维化中 SiO₂/H₂O、SiO₂/HYP 及 SiO₂/HYL 含量[J].放射学实践,2022,37(9):1114-1119.
- [9] 朱美芳,易祥华,钟慈声,等.十例电焊工尘肺的超微结构观察[J].电子显微学报,2004,23(1):60-64.
- [10] 朱华,张兴国,邵华.电焊作业致肺部损伤机理的研究进展[J].预防医学论坛,2015,21(2):134-136.
- [11] Cosgrove MP. Pulmonary fibrosis and exposure to steel welding fume[J]. Occupational Medicine, 2015, 65(9):706-712.
- [12] 施瑾,毛翎,陈子丹,等.电焊工尘肺与矽肺发病特点的比较及随访研究[J].中华劳动卫生职业病杂志,2015,33(11):826-829.
- [13] 王瑞芝.电焊工尘肺病的发病特征[J].中华劳动卫生职业病杂志,2011,29(7):525.
- [14] 孙彦.船舶制造业焊接烟尘治理实践[J].劳动保护,2019,67(10):82-84.
- [15] Ithnin A, Zubir A, Awang N, et al. Respiratory health status of workers that exposed to welding fumes at lumut shipyard[J]. Pakistan J Biological, 2019, 22(3):143-147.
- [16] La Vecchia GM, Maestrelli P. New welding processes and health effects of welding[J]. Giornale Italiano Dimeicina del Lavoro ed Ergonomia, 2011, 33(3):252-256.
- [17] 赵雪,顾清,曾强.电焊烟尘接触对肺脏影响的研究进展[J].中华劳动卫生职业病杂志,2020,38(10):790-794.
- [18] Roach LL. The relationship of welding fume exposure, smoking, and pulmonary function in Welders [J]. Workplace Health & Safety, 2018, 66(1):34-40.

(收稿日期:2022-04-12 修回日期:2022-12-10)