

·论著·

数字化 X 线摄影图像后处理参数调整在建立尘肺病诊断参考片中的作用

陈钧强 蒋兆强 周斌 诸强 刘斌 张幸

【摘要】 目的 探讨图像后处理参数在数字化 X 线摄影(digital radiography, DR)胸片用于尘肺病诊断中的作用。**方法** 随机选择 83 例某煤矿接尘工人,同时拍摄高千伏 X 线胸片和 DR 胸片。在 Philips Essenta DR 机上对密度和对比度等图像后处理参数进行设置,研究合适的图像后处理参数。比较高千伏 X 线胸片和 DR 胸片的质量。**结果** 通过调节图像后处理参数,DR 胸片在上中肺野最高密度、膈下和直接曝光区的光密度分别为 1.58 ± 0.10 、 0.23 ± 0.02 和 2.80 ± 0.21 ,胸片质量符合尘肺病诊断标准的要求。83 例 DR 胸片的优良片率(79 例,95.18%)明显高于高千伏 X 线胸片(67 例,80.72%),差异有统计学意义($P < 0.01$)。**结论** 合适的图像后处理参数可以使 DR 胸片达到尘肺病诊断的胸片质量要求。

【关键词】 尘肺;放射摄影术,数字;光密度测定法,X 线;图像处理,计算机辅助

Effects of image post-processing parameters on digital radiography chest radiograph for the diagnosis of pneumoconiosis CHEN Jun-qiang*, JIANG Zhao-qiang, ZHOU Bin, ZHU Qiang, LIU Bin, ZHANG Xing. *Zhejiang Academy of Medical Sciences, Hangzhou 310013, China
Corresponding author: ZHANG Xing (E-mail: xingtyou@mail.hz.zj.cn)

【Abstract】 Objective To explore the effects of image post-processing parameters on DR chest radiograph for the diagnosis of pneumoconiosis. **Methods** Eighty three coal miners were examined with high-kV and DR chest radiographs at the same time. Image post-processing parameters (density, contrast and so on) were designed in a Philips Essenta DR machine were designed, then differences of image quality between high-kV and DR chest radiographs were compared. **Results** After regulating image and proceeding the parameters, the OD (optical density) values of high density areas in the upper-middle lung fields, subphrenic and direct exposure areas were 1.58 ± 0.10 , 0.23 ± 0.02 and 2.80 ± 0.21 , respectively. The quality of chest films met the requirements of diagnostic criteria of pneumoconiosis. The rate of excellent chest films for DR chest radiograph was 95.18%, which was significantly higher than that (80.72%) for high-kV chest radiograph ($P < 0.01$). **Conclusion** Appropriate parameters of image post-processing can make DR chest radiograph to meet the requirements of chest radiograph quality for the diagnosis of pneumoconiosis.

【Key words】 Pneumoconiosis; Radiography, digital; Densitometry, X-ray; Image processing, computer-assisted

随着 X 射线检查设备和技术的不断进步,数字化 X 线摄影(digital radiography, DR)已被广泛应用。后前位 X 线胸片表现是诊断尘肺病的主要依据。日本厚生劳动省已于 2007 年 11 月批准,符合一定摄片条件的采用平板探测器(flat panel detector, FPD)技术的 DR 胸片用于尘肺病诊断^[1]。目前,国内也在研究 DR 技术用于尘肺病诊断的可行性,但鉴于 DR 的可修饰性,尚无成熟的可用于尘肺病诊断的 DR

摄片技术规范。我们的研究通过对高千伏 X 线胸片和 DR 胸片的质量比较分析,探索建立合格尘肺病诊断参考片的 DR 图像后处理参数。

对象与方法

1. 对象:在浙江省某煤矿随机选择 83 名接尘工人为受检者,根据健康档案,其中无尘肺 43 例,Ⅰ期 22 例,Ⅱ期 17 例,Ⅲ期 1 例。所有对象均在同一天拍摄高千伏 X 线胸片和 DR 胸片,所有受检者均知情同意。

2. 高千伏 X 线胸片摄片条件:X 线摄影机为西安蓝港数字医疗科技股份有限公司产品,型号为 NHC-450TP,摄片条件为 120~130 kV、100 mA、4~8 ms,焦片距 1.8 m,12:1 固定滤线栅。胶片为 FUJIFILM

DOI: 10.3760/cma.j.issn.1001-9391.2012.01.002

基金项目:浙江省重大科技专项(优先主题)社会发展项目(2008 C13029-2);浙江省医学支撑学科劳动卫生学(11-ZC02)

作者单位:310013 杭州,浙江省医学科学院卫生学研究所(陈钧强、蒋兆强、张幸);安吉县疾病预防控制中心门诊部(周斌、刘斌);安吉县中医院放射科(诸强)

通讯作者:张幸, E-mail: xingtyou@mail.hz.zj.cn

Corporation 的医疗用 X 线胶片, 型号为 Super RX, 蓝色片基, 尺寸为 35 cm×35 cm, 自动洗片。

3. DR 胸片摄片条件: DR 机(荷兰飞利浦医疗器材集团, 型号为 Essenta DR), 摄片选择 Chest 模式, 条件为 125 kV、1.08 mAs、2.6 ms, 焦片距 1.8 m, 12:1 振动滤线栅。出片采用爱克发医疗系统设备(上海)有限公司的湿式胶片打印机, 型号为 SCOPIX LR 5200, 胶片为 FUJIFILM Corporation 的医用摄影胶片, 型号为 LI-HM, 蓝色片基, 尺寸为 35 cm×43 cm。

4. 图像后处理参数: DR 摄片简单流程如图 1 所示, 本次研究主要针对图像后处理过程中的参数进行研究分析。图像后处理采用 Eleva workspot 工作站的 UNIQUE 图像处理系统, Ranging mode 选择 Semi, 对专家设置(expert settings)中的参数进行调整, 主要有: 密度(density, D)、对比度(gamma, G)、结构增强(structure boost, SB)、结构优先(structure preference, SP)、噪声补偿(noise compensation, NC)、细节对比度(detail contrast, DC)、对比度平衡(contrast balance, CB)、曲线图(curve)。在图像后处理参数中, D 和 G 与灰度表现有关, 对胸片的光密度影响最大, 采用光密度测定的方法进行研究。SB、SP、NC、DC 和 CB 等参数与图像增强有关, 主要对肺纹理的细节表现有影响, 由专业医师集体阅片评价。根据光密度检测和胸片质量评定, 当灰度参数 D=2.0 和 G=3.0 时, 各区的光密度值基本符合胸片质量要求; 当图像增强参数(SB、SP、NC、DC 和 CB)设置为 0 或默认值时, 两侧肺野的肺纹理均能清晰显示, 并且边缘锐利, 胸片质量优于高仟伏胸片。本次研究所采用的图像后处理参数见表 1。

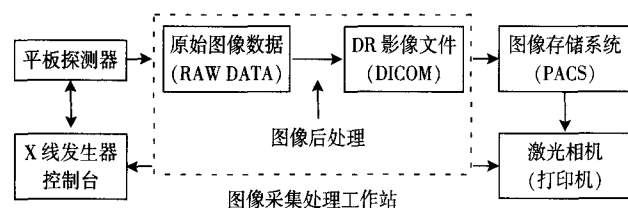


图 1 DR 摄片流程图

5. 光密度的测定: 采用咸阳前景计算机科技工程公司的便携透射式密度仪(型号: PRO-341)。根据 GBZ 70-2009《尘肺病诊断标准》的胸片质量质量评定, 对 83 例研究对象的高仟伏 X 线胸片和 DR 胸片的上中肺野最高密度区、膈下和直接曝光区进行光密度测定。

6. 胸片质量判定: 由 3 名具有尘肺病诊断资格

的执业医师对高仟伏 X 线胸片和 DR 胸片的质量进行集体阅片和评价。评价指标参考 GBZ 70-2009《尘肺病诊断标准》的胸片质量与质量评定, 主要为 9 个方面: (1) 伪影出现: 指胸片出现伪影、漏光、污染、划痕、水渍及体外物影像等情况; (2) 体位不正: 指胸片未包括两侧肺尖和肋膈角、胸锁关节不对称、肩胛骨阴影与肺野重叠; (3) 吸气不足: 指吸气不足, 右侧膈顶不到第 10 后肋水平; (4) 肺纹理清晰: 两侧肺纹理清晰, 边缘锐利, 并延伸到肺野外带; (5) 胸椎显示: 气管、隆突及两侧主支气管轮廓可见, 并可显示胸椎轮廓; (6) 胸壁显示: 两侧胸壁从肺尖至肋膈角显示良好; (7) 心缘横膈面显示: 心缘及横膈面成像锐利; (8) 心后区显示: 心后区肺纹理可以显示; (9) 光密度: 光密度评判根据仪器测量结果。

表 1 Essenta DR 图像后处理参数的建议值

参数	建议值
灰度参数	
密度(D)	2.0
对比度(G)	3.0
图像增强参数	
结构增强(SB)	0
结构优先(SP)	0
噪声补偿(NC)	0
细节对比度(DC)	3.0
对比度平衡(CB)	1
曲线图	胸片模式(Film like Chest, FC)

注: 本表未出现的参数均采用默认值, D 和 G 参考值可根据拍摄对象的胸厚情况适当上下浮动 0.2 以内

7. 统计学方法: 用 SAS 9.2 统计软件包进行分析。高仟伏胸片和 DR 胸片的光密度平均值比较用配对 *t* 检验。以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

1. 灰度参数对 DR 胸片的影响: 随机选择 5 例研究对象的 DR 胸片图像进行灰度参数的调节, 并作光密度值的测定。图 2A 为高仟伏胸片, 上中肺野最高密度区的光密度为 1.56, 膈下为 0.22, 直接曝光区为 2.58, 光密度符合胸片质量要求。当 D=2.0、G=4.5 时, 上中肺野最高密度区的光密度为 1.96 ± 0.12 , 膈下为 0.21 ± 0.01 , 直接曝光区为 2.81 ± 0.11 , 肺野偏黑, 两侧肺野外带的纹理消失, 脊柱和心后区肺纹理不可见(图 2B); 当 D=2.5、G=3.0 时, 上中肺

野最高密度区的光密度为 1.85 ± 0.14 , 膈下为 0.25 ± 0.01 , 直接曝光区为 2.781 ± 0.09 , 整个胸片偏黑, 肺纹理不清晰(图 2C); 当 $D=2.0$ 、 $G=3.0$ 时, 上中肺野

最高密度区的光密度值为 1.56 ± 0.12 , 膈下为 0.22 ± 0.01 , 直接曝光区为 2.77 ± 0.08 , 肺纹理清晰, 并延伸到外侧带, 脊柱和心后区肺纹理隐约可见(图 2D)。

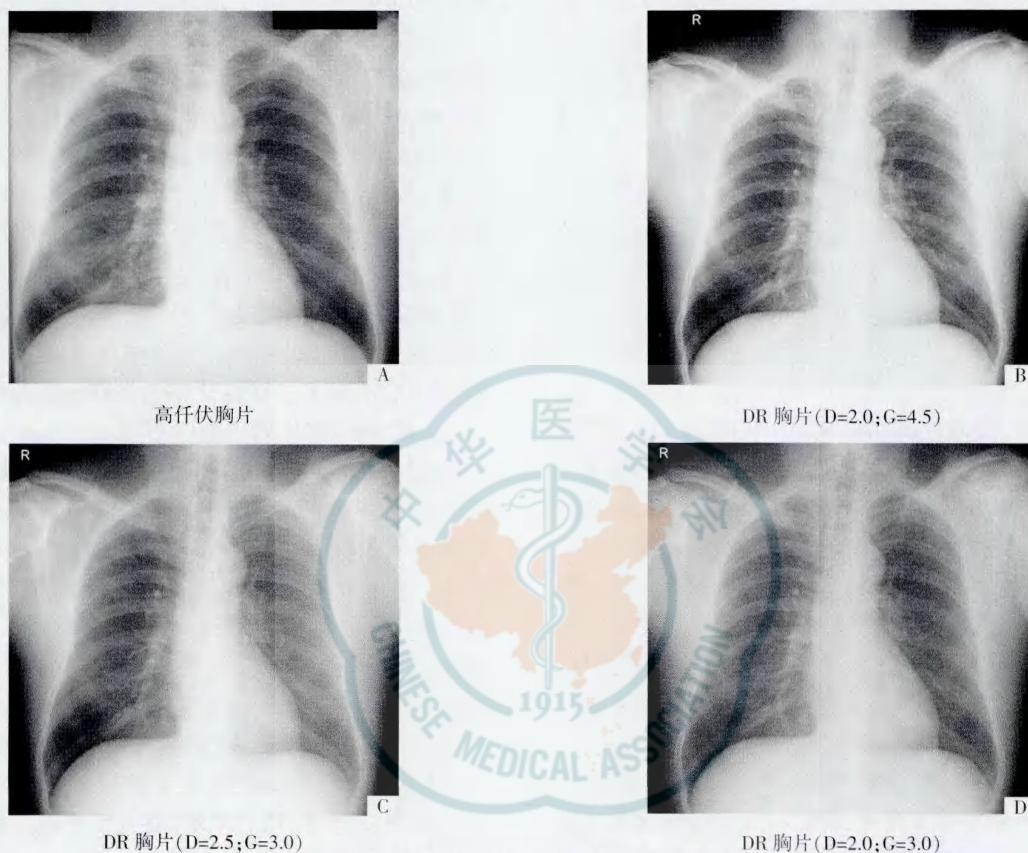


图 2 高千伏胸片的扫描图像和不同参数的 DR 胸片图像

2. 高千伏 X 线胸片和 DR 胸片的光密度值比较: 83 例研究对象高千伏 X 线胸片在上中肺野最高密度区、膈下和直接曝光区分别有 80、83 和 81 例符合胸片质量要求, DR 胸片分别为 80、83 和 83 例, 见表 2。83 例高千伏 X 线胸片和 DR 胸片的上中肺野最高密度和膈下的光密度值比较, 差异无统计学意义 ($P>0.05$); 直接曝光区的光密度值比较, 差异有统计学意义 ($P<0.01$), 见表 3。

3. 高千伏 X 线胸片和 DR 胸片的质量比较: 两种胸片在肺纹理清晰显示以及其他各种解剖标志显示(胸椎、胸壁、心缘横膈面和心后区)上都符合胸片质量要求, 但是在体位不正(主要是肩胛骨未拉开)方面, 高千伏 X 线胸片 13 例(15.66%)明显高于 DR 胸片(5 例, 6.02%), 这主要与操作流程有关, DR 机拍片可以通过显示器马上判断是否有体位不正等情况, 并及时重拍。3 名诊断医师结合光密度检测结果, 分别对高千伏 X 线胸片和 DR 胸片的质量

进行分级, DR 胸片的优良片率(79 例, 95.18%)明显高于高千伏 X 线胸片(67 例, 80.72%), 差异有统计学意义 ($P<0.01$), 见表 4。

表 2 高千伏胸片和 DR 胸片各区的光密度值分布

测量区	光密度值	高千伏胸片		DR 胸片	
		例数	(%)	例数	(%)
上中肺野	1.45~1.75(正常)	79	95.18	77	92.77
最高密度区	1.40~1.45 或 1.75~1.85 ^a	1	1.20	3	3.61
	1.85~1.90(偏黑)	2	2.41	0	0
	1.30~1.40(偏白)	1	1.20	3	3.61
	<0.28(正常)	82	98.80	81	97.59
膈下	0.28~0.40 ^a	1	1.20	2	2.41
	>0.40	0	0	0	0
	>2.50(正常)	75	90.36	68	81.93
直接曝光区	2.30~2.50 ^a	6	7.23	15	18.07
	<2.30	2	2.41	0	0

注: ^a 为该密度值时基本符合胸片质量要求

表 3 高仟伏胸片和 DR 胸片不同肺区的光密度值($\bar{x} \pm s$)

胸片种类	例数	上中肺野最高密度区	膈下	直接曝光区
高仟伏胸片	83	1.56±0.08	0.23±0.01	2.55±0.09
DR 胸片	83	1.58±0.10	0.23±0.02	2.80±0.21
t 值		-1.25	0.61	-9.24
P 值		0.22	0.55	<0.01

表 4 高仟伏胸片和 DR 胸片的质量

胸片种类	例数	一级片	二级片	三级片
高仟伏胸片	83	47(56.63)	20(24.10)	16(19.28)
DR 胸片	83	66(79.52)	13(15.66)	4(4.82)

注:括号内数据为百分率(%)

讨 论

目前,国内外都在研究 DR 技术用于尘肺病诊断的可行性^[1-4]。但是,大多数的对比研究都侧重于胸片的诊断结果,即诊断医师对小阴影形态、密集度及分布范围的判断^[2-4],对于胸片的质量问题研究较少。根据 GBZ 70-2009《尘肺病诊断标准》,符合尘肺病诊断的胸片,有以下几点:(1)体位正确;(2)充分吸气;(3)纹理清晰;(4)对比合适;(5)光密度佳。体位正确和充分吸气与人为因素有关,其他几项与机器设置有关。

图像处理对数字胸片的图像质量和诊断有重要影响^[5]。对于 DR 胸片,对比合适和光密度佳主要与灰度参数有关,纹理清晰与灰度和图像增强参数均有关。灰度调整是图像处理的第一步^[6]。Essenta DR 与灰度相关的参数是 D 和 G,增加 D 值会使整个图像颜色变浓,增加 G 值会使对比度增强,选择合适的 D 值和 G 值可以使 DR 胸片光密度达到尘肺病诊断标准中对光密度的要求。本次研究中的 DR 胸片(图 2B、图 2C)的上中肺野最高光密度值均超过了 1.85,胸片整体感觉偏黑,肺纹理不能清晰显示,无法达到尘肺病诊断的要求;当灰度参数 D=2.0 和 G=3.0 时,肺纹理清晰,并延伸到外侧带,脊柱和心后区肺纹理隐约可见(图 2D),各肺区的光密度值基本符合胸片质量要求。因此,对于 Essenta DR,在 D=2.0 和 G=3.0 时,图像光密度可以完全达标。当然,根据拍摄对象的胸厚情况,这两个参数可作±0.2 以内的浮动。其他品牌的 DR 机器也可以通过灰度参数的调整来使胸片的光密度符合尘肺病诊断的要求。

日本的 DR 技术研究认为空间频率处理(spatial frequency processing)、多频处理(multi-frequency

processing)和动态范围控制(dynamic range control)等图像增强技术是为 DR 影像展现最佳可视化效果设计的,是基于临床使用的目的,它会使某些病理损伤更加清晰,但对于尘肺病诊断来说,这些技术不是必须的^[1]。本次研究中的 Essenta DR 的图像增强参数主要有 SB、SP、NC、DC 和 CB,这些参数的调节主要是对胸片细节的优化。为了使 DR 胸片更接近传统的高仟伏胸片,我们将 SB、SP 和 NC 设置为 0,DC 为 3.0,CB 为 1.0,这时的胸片肺纹理清晰,边缘锐利,符合尘肺病诊断的要求。本次研究的结果显示,在合适的参数条件下,95.18%DR 胸片的质量达到尘肺病首次诊断的要求。另外,DR 机器在参数固定的情况下,可以减少人为操作的失误,稳定性更高,因此,DR 胸片的优良片率明显高于高仟伏胸片。

医院的影像存档和通信系统(picture archiving and communication systems,PACS)中,都是采用数字影像和通信标准(digital image and communication on medicine, DICOM)格式进行胸片图像传输、保存和打印。DICOM 是美国放射学会和全美电子厂商联合会制定的数字影像和通信标准,其中第 14 部分规定了灰阶图像的显示标准,目前的 DR 机器均符合这一标准^[9]。PACS 可以通过窗宽和窗位对图像灰度进行修饰,国内有研究采用该方式对 DR 胸片进行修饰,以接近尘肺病诊断胸片的要求^[3]。但是,DICOM 格式胸片是经过 DR 工作站图像后处理的影像,已经是压缩过的影像,原先的灰度处理和图像增强处理过程无法还原,这时候再通过 PACS 进行图像修饰,与原始图像会有所差别,特别是在细节表现上,会出现小阴影密集度的增高或降低。因此,要使 DR 胸片更接近真实情况,应在 DR 工作站上对原始图像数据(RAW DATA)进行图像后处理并打印,通过 PACS 系统打印胸片时不能进行窗宽窗位的调节。在 DR 工作站上应尽可能长的时间保存原始图像数据,当图像不符合诊断要求时,可以进行图像后处理的修正。

通过本次研究,我们认为 DR 胸片质量要达到尘肺病诊断要求,除了 X 线机和打印机的设置外,DR 工作站上的灰度和图像增强等图像后处理参数的设置是至关重要的,在 PACS 系统上进行窗宽窗位调整是不可取的。在进行 DR 图像后处理参数摸索时,应先将图像增强参数设置为 0 或不启用,再调整灰度参数,当光密度值符合要求后,适当调整图像增强参数,即可得到符合尘肺病诊断要求的 DR 胸片。

参 考 文 献

- [1] Suganuma N, Murata K, Kusaka Y. CR and FPD DR chest radiographic image parameters for the pneumoconioses: the Japanese approach and experience. Application of the ILO International Classification of Radiographs of Pneumoconioses to Digital Chest Radiographic Images: A NIOSH Scientific Workshop, Washington DC, USA, 2008: 1-16.
- [2] Takashima Y, Suganuma N, Sakurazawa H, et al. A flat-panel detector digital radiography and a storage phosphor computed radiography: screening for pneumoconioses. J Occup Health, 2007;49:39-45.
- [3] 杨荷戟, 刘瑞莹, 刘育灵, 等. 数字化 X 线摄影与高千伏 X 线摄

影在尘肺病诊断中应用的比较. 中华劳动卫生职业病杂志, 2010;28:457-459.

- [4] 毛翎, 黄建安, 周韶炜, 等. 直读数字式摄影应用于尘肺病诊断的可行性研究. 环境与职业医学, 2011;28:125-128.
- [5] Prokop M, Neitzel U, Schaefer-Prokop C. Principles of image processing in digital chest radiography. J Thorac Imaging, 2003;18: 148-164.
- [6] Digital Imaging and Communications in Medicine (DICOM) Part 14: Grayscale Standard Display Function.

(收稿日期: 2011-07-01)

(本文编辑: 孙淑苍)

· 会 讯 ·

关于召开第十二次全国劳动卫生与职业病学术会议征文通知

当前,我国职业病防治工作面临十分严峻的形势和挑战。近年来,国家大力推进基本公共卫生服务均等化,对职业卫生监管职能进行了重大调整,对《中华人民共和国职业病防治法》进行了修订,职业病防治工作也面临着发展机遇。为适应新形势,谋求新发展,探讨职能调整和职业病防治法修订后职业病防治工作的新思路,进一步推动基本职业卫生服务均等化,经中华预防医学会批准,由中华预防医学会主办,中华预防医学会劳动卫生与职业病分会和职业病防治专业委员会共同承办的第十二次全国劳动卫生与职业病学术会议拟于 2012 年 8 月 15-20 日在宁夏回族自治区银川市召开,本次大会的主题是“职业健康与公共卫生服务均等化”。现将学术会议征文及有关事项通知如下:

1. 征文内容: (1) 职业病防治立法、服务、监督、管理; (2) 基本职业卫生服务与初级卫生保健; (3) 流动人口和农民工的职业卫生问题及职业卫生服务模式; (4) 职业病防治领域的科学研究, 包括: 职业病防治的基础、临床及流行病学研究; 职业病危害预防控制、检测评价及职业健康风险评估; 劳动生理、人机功效、职业紧张等方面的研究; 检测仪器、方法和个体防护用品研究; 职业病危害因素对女性劳动者健康影响的研究; 劳动卫生与职业病领域的高新技术应用研究等; (5) 职业健康监护、职业病诊断及治疗; (6) 职业卫生教育与职业健康促进; (7) 职业病危害事故的应急处理; (8) 企业贯彻职业病防治法经验与体会; (9) 其他与劳动卫生职业病相关领域的研究与实践。

2. 征文范围: 2010 年第十一次全国劳动卫生与职业病学术会议以来未公开发表的有关上述内容的科研、临床实践、职业卫生服务和监督监察的论文。会议将为我国职业卫生和职业医学界的广大专业工作者和管理人员提供学术交流、分享信息和科技成果的讲坛, 同时将进行吴执中职业医学奖励基金第六次评奖。欢迎从事职业卫生工作的科研人员、教学人员、职业卫生服务和职业病防治工作的专业人员, 职业卫生管理人员, 企业从事职业卫生安全的管理人员和技术人员, 从事工程防护的工程技术人员, 从事检测分析仪器、设备、个人防护用具的企业和技术人员投稿并参加会议, 在此次大会上充分交流、共享研究成果。

3. 征文要求: (1) 文稿按《中华劳动卫生职业病杂志》的格式要求书写, 全文不超过 5000 字, 并附 400~800 字的论文摘要。摘要内容包括: 题目、目的、方法、结果和结论; (2) 征文请注明第一作者姓名、单位、通讯地址、邮编、联系电话和电子信箱; (3) 论文格式及提交: 稿件请注明“十二次会议征文”字样, 请用 Word 文档编写, 并通过电子邮件附件发送至: coh2012@126.com; (4) 来稿同时请交稿件审理费 20 元。对于符合要求的文稿, 《中华劳动卫生职业病杂志》等医学杂志将优先发表。

4. 征文截稿日期: 2012 年 5 月 31 日。论文录用通知日期: 2012 年 6 月 31 日前寄出论文录用通知给第一作者, 其它作者如需会议通知, 请与会议筹备组联系。联系人: 中国疾病预防控制中心职业卫生与中毒控制所, 齐放, 电话/传真: (010) 83132825。

5. 会议预定主要议程: (1) 对吴执中职业医学奖励基金第六次评奖获得者进行表彰; (2) 邀请职业卫生领域的著名专家进行专题讲座; (3) 根据征文情况安排大会论文交流和重点专题论文交流; (4) 各学组组织专题学术活动; (5) 欢迎有关企业和相关部门单位参加会议展览; (6) 学术参观学习。