

## 铟锡氧化物对大鼠体内铁、锌、铜元素含量的影响

常志敏<sup>a</sup>, 刘园<sup>a</sup>, 张晓星<sup>a</sup>, 蔚岩<sup>a, b</sup>, 曹福源<sup>b</sup>, 李清钊<sup>a, b</sup>, 刘楠<sup>a, b</sup>, 关维俊<sup>a, b</sup>

### 摘要:

[目的] 探讨铟锡氧化物( ITO )对大鼠体内铁、锌、铜元素含量的影响。

[方法] 选取SPF级Wistar雄性大鼠24只,随机分为对照组、ITO 3 mg/kg组和ITO 6 mg/kg组。对染毒组大鼠进行肺灌注染毒,每周2次,连续染毒8周。染毒结束后,在屏障环境下继续喂养8周。造模结束后立即处死大鼠,摘取其肺脏、肝脏、肾脏、心脏、脾脏和股骨,经微波消解处理后,采用电感耦合等离子体质谱法测定铟、铁、锌、铜元素含量。

[结果] 与对照组相比, ITO 3 mg组和6 mg组大鼠肺脏、肝脏、心脏、脾脏、股骨铟含量均更高(均P<0.05),肺脏、肾脏中锌含量更低(均P<0.05),肺脏、肝脏中铁含量更低(均P<0.05); ITO 6 mg组大鼠肺脏、肝脏和肾脏中铜/锌值均高于对照组(P<0.05)。

[结论] ITO染毒可降低大鼠肺脏组织中锌、铁含量,使铜/锌值升高,进而干扰大鼠体内微量元素的平衡。

**关键词:** 铟锡氧化物; 电感耦合等离子体质谱法; 铟; 铁; 锌; 铜

**引用:** 常志敏, 刘园, 张晓星, 等. 铟锡氧化物对大鼠体内铁、锌、铜元素含量的影响[J]. 环境与职业医学, 2017, 34( 2 ): 160-164.

**DOI:** 10.13213/j.cnki.jeom.2017.16437

**Effects of indium-tin oxide on iron, zinc, and copper levels in rats *in vivo*** CHANG Zhi-min<sup>a</sup>, LIU Yuan<sup>a</sup>, ZHANG Xiao-xing<sup>a</sup>, YU Yan<sup>a, b</sup>, CAO Fu-yuan<sup>b</sup>, LI Qing-zhao<sup>a, b</sup>, LIU Nan<sup>a, b</sup>, GUAN Wei-jun<sup>a, b</sup> (a.School of Public Health b.Hebei Provincial Key Laboratory for Coal Mine Health and Safety, Tangshan, Hebei 063000, China). Address correspondence to GUAN Wei-jun, E-mail: guan\_weijun@sohu.com · The authors declare they have no actual or potential competing financial interests.

### Abstract:

[Objective] To test the changes of iron, zinc, and copper levels in rats exposed to indium-tin oxide (ITO).

[Methods] SPF Wistar male rats ( $n=24$ ) were randomly assigned into three groups and intratracheally administered with 0, 3, or 6 mg/kg of ITO solution, twice a week, for eight weeks. The rats were euthanized serially up to eight weeks after the final instillation and followed by collecting samples of lung, liver, kidney, heart, spleen, and thighbone. After microwave digestion, inductively coupled plasma mass spectrometry were used to determine the levels of indium, iron, zinc, and copper.

[Results] Compared with the control group, the indium levels in lung, liver, heart, spleen, and thighbone in the ITO 3 mg/kg group and 6 mg/kg group were higher ( $P<0.05$ ); the zinc levels in lung and kidney of the two exposed groups were lower ( $P<0.05$ ); the iron levels in lung and liver of the two exposed groups were also lower ( $P<0.05$ ). The copper/zinc ratios in lung, liver, and kidney of the ITO 6 mg/kg group were higher than that of the control group ( $P<0.05$ ).

[Conclusion] After ITO exposure, the levels of zinc and iron in lung are reduced, and the copper/zinc ratio is increased, indicating imbalanced trace elements.

**Keywords:** indium-tin oxide; inductively coupled plasma mass spectrometry; indium; iron; zinc; copper

**Citation:** CHANG Zhi-min, LIU Yuan, ZHANG Xiao-xing, et al. Effects of indium-tin oxide on iron, zinc, and copper levels in rats *in vivo*[J]. Journal of Environmental and Occupational Medicine, 2017, 34(2): 160-164. DOI: 10.13213/j.cnki.jeom.2017.16437

·作者声明本文无实际或潜在的利益冲突。

[基金项目]国家公益性卫生行业科研专项( 编号: 201402021 )

[作者简介]常志敏(1989—),女,硕士生;研究方向:职业卫生;E-mail: 811121011@qq.com

[通信作者]关维俊, E-mail: guan\_weijun@sohu.com

[作者单位]华北理工大学 a.公共卫生学院 b.河北省煤矿卫生与安全实验室,河北 唐山 063000

铟锡氧化物(indium-tin oxide, ITO)主要应用于液晶显示屏、太阳能电池等微电子工业的生产。随着其工业用量不断增加,铟职业暴露人群随之增加。研究表明,ITO颗粒经呼吸道进入机体,主要累及肺脏,可致人体产生严重的肺部炎症反应、肺间质纤维化、肺蛋白沉积症等损伤。自2003年以来,全世界已发现10例铟及其化合物中毒病例(铟肺)<sup>[1-3]</sup>,其中在2008年,我国江苏出现国内首例铟中毒病例<sup>[4]</sup>。2013年,我国新修订的《职业病分类和目录》将铟及其化合物中毒纳入法定职业病的行列中。目前并不完全清楚铟中毒的发病机理,临幊上主要以全肺灌洗疗法和激素进行治疗,并无显著疗效。近年来研究发现,铁、锌、铜作为生物细胞中大部分酶分子活性不可缺少的微量元素,其含量的改变与某些疾病的发生发展密切相关,对判断肺组织的损伤程度具有重要意义。其中锌和铜在拮抗自由基引起的脂质过氧化损伤中,起到不可或缺的作用;而铁元素可参与血红蛋白携带和运输氧,其构成的细胞色素系统是重要的电子传递物质<sup>[5-8]</sup>。目前国内鲜见ITO染毒后实验大鼠血清中铁、锌、铜元素水平变化的研究报道。因此,本研究通过探讨ITO染毒对肺脏铁、锌、铜元素含量的影响,进一步研究铟肺的发病机理。

## 1 材料与方法

### 1.1 主要材料与仪器

7500a型电感耦合等离子体质谱仪(ICP-MS)(Agilent,美国),MARS6型CEM密闭微波消解系统(Milestone,美国),MilliQ G型超纯水机(Millipore,美国)。

### 1.2 实验动物分组与染毒

健康SPF级Wistar雄性大鼠24只,6周龄,体重200~220 g[中国人民解放军军事科学院卫生学环境医学研究所动物实验中心,SCXK(军)2009-003],饲养于华北理工大学动物实验研究中心屏障环境,证书号:SYXK(冀)2010-0038。自由摄食、饮水,适应性饲养1周后,按体重与随机数表结合法,将大鼠随机分成3组,即对照组、ITO 3 mg/kg(1/20 LD<sub>50</sub>)组和ITO 6 mg/kg(1/10 LD<sub>50</sub>)组,每组8只。用生理盐水将ITO分别配制成质量浓度为0.6、1.2 g/L的混悬液,超声振荡均匀。对各实验组大鼠分别进行肺灌注染毒,每周2次,间隔3 d,连续染毒8周,对照组给予相同剂量的生理盐水。停止染毒后,屏障环境下继续喂养

8周,观察期结束后立即处死大鼠,摘取大鼠肺脏、肝脏、肾脏、心脏、脾脏和股骨,用4℃生理盐水清洗各器官表面的残血,用滤纸吸干,称重,计算脏器系数,之后立即分装,于-20℃冷冻保存。

### 1.3 样品处理与测定

肺脏、肝脏、肾脏、心脏、脾脏从冰箱中取出,待完全融化后,准确称量0.1 g组织(精确到0.001 g),剪碎,置于微波消解罐底部,加入2 mL硝酸,盖紧后置于密闭微波消解系统进行消解,消解完全后,定容至10 mL;准确称量0.1 g股骨(精确到0.001 g),将股骨充分剪碎,置于微波消解罐底部,加入1 mL硝酸,盖紧后置于密闭微波消解系统进行消解,消解完全后,定容至5 mL。用ICP-MS进行各组织中铟、铁、锌、铜元素的定量分析。

### 1.4 质量控制措施

本实验用水(试剂配制、大鼠饮水、组织处理等)均使用超纯水(电阻率≥18.2 MΩ·cm)。ICP-MS法测定大鼠组织中铟、铁、锌及铜元素含量时,优化仪器参数,选用在线内标法及碰撞池/反应池技术校正干扰。选用丰度较大的<sup>115</sup>铟的同位素作为测定元素,根据质量数接近的原则选取<sup>103</sup>铑作为<sup>115</sup>铟的内标元素,采用氦作为碰撞气来抑制氩及其多原子分子离子和同质异位素等质谱干扰对<sup>115</sup>铟测定的影响,应用数学校正模式在线扣除<sup>115</sup>锡的干扰。本实验中采用加标回收试验进行质量控制,铟元素加标回收率为96.11%~106.43%,方法的精密度均小于3.17%。

### 1.5 统计学分析

建立Excel数据表,所有数据均用 $\bar{x} \pm s$ 表示。采用SPSS 17.0统计软件进行数据分析,采用单因素方差分析,组间两两比较采用LSD法处理,检验水准 $\alpha=0.05$ 。

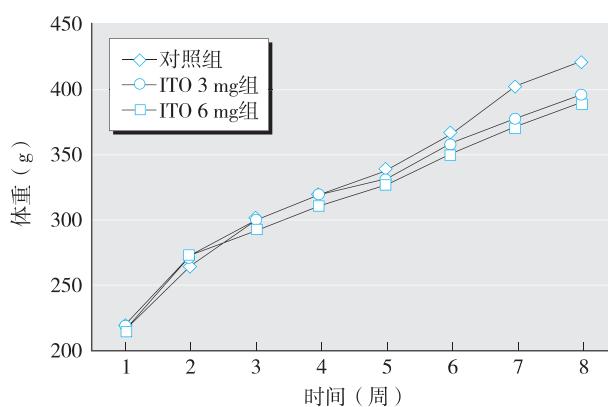
## 2 结果

### 2.1 大鼠一般状况分析

整个试验期间,各组大鼠均并未出现明显的中毒症状,亦无死亡发生,进食、饮水及活动情况均基本正常。染毒期间大鼠的体重并未受到明显影响,均呈明显增加趋势。见图1。

### 2.2 ITO染毒对大鼠脏器的影响

由表1可见,与对照组相比,ITO 3 mg组和6 mg组大鼠肺脏、肝脏、脾脏的脏器系数更高( $P<0.05$ );ITO 6 mg组大鼠肾脏和心脏的脏器系数明显高于对照组( $P<0.05$ )。

图1 染毒期间大鼠体重( $n=8$ )

## 2.2 大鼠各组织内铜、铁、锌、铜元素含量

由表2可见, ITO 3 mg组和6 mg组大鼠肺脏、心

脏、脾脏和股骨内铜含量均高于对照组( $P<0.05$ ), ITO 6 mg组大鼠肾脏内铜含量高于对照组( $P<0.05$ ), 其中肺脏铜含量分别比对照组高7倍和9.5倍; 与对照组相比, 两染毒组大鼠肝脏和肾脏铁含量更低( $P<0.05$ ); 肺脏、肾脏内锌含量更低( $P<0.05$ ); 肝脏内铜含量更高( $P<0.05$ ), 其余各组织均无统计学意义; ITO 6 mg组大鼠肺脏、肝脏和肾脏中铜/锌值高于对照组( $P<0.05$ )。

表1 不同组别大鼠各脏器系数( $\bar{x} \pm s$ ,  $n=8$ , %)

| 组别       | 肺脏              | 肝脏               | 肾脏             | 心脏             | 脾脏             |
|----------|-----------------|------------------|----------------|----------------|----------------|
| 对照       | 1.159 ± 0.053   | 9.351 ± 0.092    | 2.196 ± 0.228  | 1.018 ± 0.031  | 0.617 ± 0.185  |
| ITO 3 mg | 1.885 ± 0.201*  | 10.350 ± 0.356*  | 2.330 ± 0.099  | 1.107 ± 0.171  | 1.123 ± 0.197* |
| ITO 6 mg | 2.399 ± 0.146** | 10.906 ± 0.143** | 2.917 ± 0.142* | 1.400 ± 0.517* | 1.685 ± 0.263* |

[注]\*: 与对照组相比,  $P<0.05$ ; #: 与 ITO 3 mg 组相比,  $P<0.05$ 。

表2 不同组别大鼠组织中各元素含量( $\bar{x} \pm s$ ,  $n=8$ ,  $\mu\text{g/g}$ )

| 标本来源 | 组别       | 铜             | 铁                | 锌              | 铜            | 铜/锌            |
|------|----------|---------------|------------------|----------------|--------------|----------------|
| 肺脏   | 对照       | 0.39 ± 0.06   | 141.74 ± 16.65   | 14.39 ± 0.13   | 1.37 ± 0.06  | 0.095 ± 0.004  |
|      | ITO 3 mg | 2.81 ± 0.75*  | 101.21 ± 9.12*   | 10.31 ± 1.61*  | 1.43 ± 0.37  | 0.128 ± 0.037  |
|      | ITO 6 mg | 3.70 ± 1.74*  | 90.66 ± 13.65*   | 11.84 ± 3.03*  | 1.45 ± 0.09  | 0.131 ± 0.040* |
| 肝脏   | 对照       | 0.07 ± 0.02   | 201.03 ± 62.63   | 17.79 ± 2.18   | 2.74 ± 0.32  | 0.155 ± 0.014  |
|      | ITO 3 mg | 0.47 ± 0.34*  | 104.11 ± 9.92*   | 19.51 ± 1.50   | 3.21 ± 0.29* | 0.166 ± 0.019  |
|      | ITO 6 mg | 0.78 ± 0.27** | 94.18 ± 3.98*    | 18.97 ± 1.49   | 3.27 ± 0.16* | 0.173 ± 0.012* |
| 肾脏   | 对照       | 0.30 ± 0.05   | 76.07 ± 10.99    | 22.09 ± 5.45   | 13.89 ± 1.98 | 0.654 ± 0.144  |
|      | ITO 3 mg | 0.57 ± 0.50   | 70.18 ± 7.69     | 16.98 ± 3.38*  | 12.87 ± 4.03 | 0.761 ± 0.186  |
|      | ITO 6 mg | 1.02 ± 0.98*  | 74.58 ± 16.71    | 17.17 ± 4.81*  | 14.14 ± 4.36 | 0.821 ± 0.102* |
| 心脏   | 对照       | 0.12 ± 0.04   | 95.45 ± 16.33    | 18.56 ± 4.73   | 4.41 ± 0.29  | 0.247 ± 0.051  |
|      | ITO 3 mg | 0.34 ± 0.11*  | 117.85 ± 30.77   | 21.23 ± 18.65  | 4.71 ± 0.62  | 0.231 ± 0.168  |
|      | ITO 6 mg | 0.51 ± 0.19*  | 106.40 ± 12.11   | 24.04 ± 9.53   | 4.40 ± 0.29  | 0.190 ± 0.117  |
| 脾脏   | 对照       | 0.10 ± 0.02   | 954.48 ± 146.59  | 16.83 ± 2.77   | 1.14 ± 0.16  | 0.066 ± 0.003  |
|      | ITO 3 mg | 0.49 ± 0.19*  | 1061.14 ± 145.90 | 17.68 ± 2.44   | 1.19 ± 0.16  | 0.059 ± 0.022  |
|      | ITO 6 mg | 0.79 ± 0.40*  | 1153.90 ± 283.61 | 18.58 ± 3.19   | 1.15 ± 0.08  | 0.063 ± 0.006  |
| 股骨   | 对照       | 0.07 ± 0.01   | 67.18 ± 17.77    | 112.41 ± 18.84 | 0.67 ± 0.22  | 0.006 ± 0.002  |
|      | ITO 3 mg | 0.71 ± 0.19*  | 71.58 ± 10.61    | 127.90 ± 15.82 | 0.64 ± 0.27  | 0.005 ± 0.003  |
|      | ITO 6 mg | 0.74 ± 0.35*  | 67.06 ± 21.00    | 105.66 ± 12.86 | 0.51 ± 0.12  | 0.005 ± 0.001  |

[注]\*: 与对照组相比,  $P<0.05$ ; #: 与 ITO 3 mg 组相比,  $P<0.05$ 。

## 3 讨论

随着新技术及新方法在工业领域的应用, 工作环境未知物质的暴露日渐增多<sup>[9]</sup>。对于这些物质暴露毒性研究的匮乏, 为职业安全与健康带来了挑战, 钢元素是典型例子。随着微电子学工业的发展, 钢及其化合物已广泛应用于触摸屏、发光二极管等领域。目前, 仅在日本、美国及中国发现钢肺病的罕见病例报道, 其中还有两例致死性病例<sup>[1-2]</sup>。动物实验研究表明, 大鼠吸入暴露染毒<sup>[10]</sup>和仓鼠肺灌注暴露染毒<sup>[11]</sup>均可

引起明显的肝脏损伤, 暴露组动物肝脏有大量褐色颗粒沉积, 主要沉积于肺泡巨噬细胞, 少量散在分布在肺泡中, 这些颗粒经证明为 ITO 颗粒。本研究为钢元素对微量元素的代谢影响提供了新的依据。

本研究中, 大鼠经肺灌注 ITO 染毒 8 周, 并继续在屏障环境中饲养 8 周后, ITO 3 mg 组和 6 mg 组大鼠肺脏铜含量分别是对照组的 7.2 倍和 9.5 倍, 说明钢具有蓄积毒作用。同时对染毒大鼠肝脏、肾脏、心脏、脾脏和股骨中的铜含量进行分析发现, 这些组织均为

ITO的蓄积器官,这与Tanaka A等<sup>[12]</sup>的研究结果一致。进入肺脏内的铟可长期沉积在肺泡腔内,吸收入血的铟可与血浆蛋白结合,迅速转移到软组织与骨骼,最后主要经尿液和粪便排出。铟在各组织器官的蓄积,表明进入肺脏组织中的铟可以通过血液循环进入其他组织器官。两ITO染毒组大鼠肺脏和肝脏内铁元素含量明显下降,这说明铟可能干扰微量元素的正常代谢,改变其之间的相互平衡。

Lison D等<sup>[13]</sup>用ITO颗粒体外染毒大鼠肺巨噬细胞株,细胞培养上清液中乳酸脱氢酶活性明显增加,证明ITO颗粒具有明显的细胞毒性作用,可导致肺巨噬细胞细胞破裂。Gwinm WM等<sup>[14]</sup>提出巨噬细胞吞噬、ITO颗粒后,经溶酶体酸化作用溶解于细胞内,导致细胞死亡及大量铟离子释放到细胞外。ITO颗粒经气管进入肺脏,首先被肺巨噬细胞吞噬,接着主要沉积在肺泡。有研究表明,铁元素可增强肺巨噬细胞的吞噬功能<sup>[15]</sup>。本研究结果显示,铟元素在肺内沉积导致铁元素含量明显降低,铁缺乏导致巨噬细胞功能受到限制<sup>[16]</sup>,这可能使巨噬细胞吞噬ITO颗粒的能力降低,使得ITO颗粒在肺泡沉积,同时巨噬细胞死亡导致铟离子的大量释放,从而导致其对肺脏的持续损伤。

铜构成多种含铜酶(包括超氧化物歧化酶、酪氨酸氧化酶、丁酰辅酶A脱氢酶等)和含铜的生物活性蛋白质(血浆铜蓝蛋白)<sup>[7]</sup>。锌抑制巨噬细胞吞噬功能,抑制生物膜上脂质过氧化及巯基氧化作用,保持细胞膜结构的完整性<sup>[8]</sup>。锌、铜之间存在相互抑制作用。本实验中大鼠肺脏铜含量有增加的趋势,可能与ITO颗粒被肺泡吞噬细胞吞噬,激活吞噬细胞分泌一种细胞内源物质(LEM)有关。LEM能刺激肝细胞粗内质网,加速铜蓝蛋白合成和释放,使肺脏和肝脏铜含量增多<sup>[17]</sup>。本研究结果表明,两ITO染毒组大鼠肺脏中锌元素含量降低,铜元素含量升高虽不具统计学差异,但其含量呈增加趋势,可能影响了锌对巨噬细胞的抑制作用和肺组织细胞的保护作用,而锌的缺乏可能加重ITO颗粒对巨噬细胞的毒性作用,导致持续性肺脏损伤。因此,用铜/锌值来衡量人体健康的程度,更能有效地反映客观实际。本实验证实,ITO 6 mg染毒组大鼠肺脏中铜/锌值更高,推测铜/锌值的变动正是ITO染毒大鼠肺损伤过程内在联系的反映。

综上所述,ITO染毒可降低大鼠肺脏和肝脏组织

中的铁含量,降低大鼠肺脏和肾脏组织中的锌含量,同时可使大鼠肺脏、肝脏和肾脏组织中的铜/锌值升高,对于ITO染毒能否干扰各脏器内微量元素的平衡,有待于在更大样本量的研究中进一步观察。

## 参考文献

- [1] Homma T, Ueno T, Sekizawa K, et al. Interstitial pneumonia developed in a worker dealing with particles containing indium-tin oxide[J]. J Occup Health, 2003, 45( 3 ): 137-139.
- [2] Cummings KJ, Donat WE, Ettenson DB, et al. Pulmonary alveolar proteinosis in workers at an indium processing facility [J]. Am J Respir Crit Care Med, 2010, 181( 5 ): 458-464.
- [3] Cummings KJ, Nakano M, Omae K, et al. Indium lung disease [J]. Chest, 2012, 141( 6 ): 1512-1521.
- [4] Xiao Y L, Cai H R, Wang Y H, et al. Pulmonary alveolar proteinosis in an indium-processing worker[J]. Chin Med J ( Engl ), 2010, 123( 10 ): 1347-1350.
- [5] 罗慧洁.慢性阻塞性肺疾病血清微量元素的变化及其对肺功能的影响[J].黑龙江医学, 2015, 39( 5 ): 554-555.
- [6] 孙长峰, 郭娜.微量元素铁对人体健康的影响[J].微量元素与健康研究, 2011, 28( 2 ): 64-66.
- [7] 黄作明, 黄珣.微量元素与人体健康[J].微量元素与健康研究, 2010, 27( 6 ): 58-62.
- [8] 韩素莉, 斋藤健, 斋藤和雄. SiO<sub>2</sub>染尘大鼠脏器中微量元素含量的变化[J].中华劳动卫生职业病杂志, 1995, 13( 5 ): 289-291.
- [9] Hines CJ, Roberts JL, Andrews RN, et al. Use of and occupational exposure to indium in the United States[J]. J Occup Environ Hyg, 2013, 10( 12 ): 723-733.
- [10] Nagano K, Gotoh K, Kasai T, et al. Two- and 13-week inhalation toxicities of indium-tin oxide and indium oxide in rats[J]. J Occup Health, 2011, 53( 2 ): 51-63.
- [11] Tanaka A, Hirata M, Homma T, et al. Chronic pulmonary toxicity study of indium-tin oxide and indium oxide following intratracheal instillations into the lungs of hamsters[J]. J Occup Health, 2010, 52( 1 ): 14-22.
- [12] Tanaka A, Hirata M, Matsumura N, et al. Tissue distribution of indium after repeated intratracheal instillations of indium-tin oxide into the lungs of hamsters[J]. J Occup Health, 2015, 57( 2 ): 189-192.
- [13] Lison D, Laloy J, Corazzari I, et al. Sintered indium-tin-oxide (ITO) particles: a new pneumotoxic entity[J]. Toxicol Sci,

- 2009, 108( 2 ): 472-481.
- [14]Gwinn WM, Qu W, Shines CJ, et al. Macrophage solubilization and cytotoxicity of indium-containing particles *in vitro* [ J ]. Toxicol Sci, 2013, 135( 2 ): 414-424.
- [15]金楠, 王骏, 陈宝安, 等. 磁性纳米四氧化三铁对小鼠淋巴细胞及巨噬细胞功能影响的初步研究 [ J ]. 中国实验血液学杂志, 2010, 18( 1 ): 136-139.
- [16]陈声水, 吕利, 王光荣, 等. 矽肺患者血清微量元素观察 [ J ]. 工业卫生与职业病, 1995, 21( 6 ): 357-359.
- [17]陈则永, 陈贵良, 姚林, 等. 石英粉尘肺损伤大鼠肺脏、脾脏微量元素锌、铜、镁含量的测量 [ J ]. 广东微量元素科学, 2002, 9( 12 ): 24-26.

( 收稿日期: 2016-06-12; 录用日期: 2016-12-23 )

( 英文编辑: 汪源; 编辑: 王晓宇; 校对: 陶黎纳 )

### 【告知栏】

## 关于《上海市部分典型公共场所吸烟室烟草烟雾污染水平及人群禁烟态度》的更正

本刊 2017 年第 1 期《上海市部分典型公共场所吸烟室烟草烟雾污染水平及人群禁烟态度》一文, 图 1 中吸烟室 PM<sub>2.5</sub> 浓度的单位应为 mg/m<sup>3</sup>; “2.2.4”及“讨论”中“机场 A3 吸烟室”实为“机场 A1 吸烟室”之误。特此更正, 并向读者致歉。

《环境与职业医学》编辑部

2017 年 1 月 25 日

## 关于《上海市某医院护理人员肌肉骨骼疾患调查及其危险因素的分析》的更正

本刊 2017 年第 1 期第 15 页《上海市某医院护理人员肌肉骨骼疾患调查及其危险因素的分析》一文, 作者将“作者简介”中“王吉平( 1964— ), 女, 本科”误作“王吉平( 1964— ), 女, 硕士”。特此更正, 并向读者致歉。

《环境与职业医学》编辑部

2017 年 1 月 25 日