

空气污染与恶性肿瘤住院人数的关联性分析

郑山^{1a}, 刘兴荣^{1a}, 程宁^{1b}, 代敏², 李海燕³, 李娟生^{1a}, 康峰³,
王敏珍^{1a}, 任晓卫^{1a}, 胡晓斌^{1a}, 裴泓波^{1a}, 白亚娜^{1a}

摘要: [目的] 探讨空气污染与人群恶性肿瘤住院人数的关联性。[方法] 收集甘肃省金昌市2007—2010年大气污染(PM_{10} 、 SO_2 和 NO_2)及气象观测数据,以及同期金昌队列人群全部恶性肿瘤住院病例。采用半参数广义相加模型在调整混杂因素后分析大气污染物浓度与该队列人群恶性肿瘤住院人数的关联性。[结果] 共收集金昌队列人群恶性肿瘤住院病例2707例。当天(L0)的 SO_2 及平均累积滞后4天(L04)的 NO_2 与恶性肿瘤住院人数的RR值最大,分别为1.043(1.002~1.085)及1.163(1.091~1.239), PM_{10} 及 NO_2 对男性及60岁以上人群的恶性肿瘤住院人数的RR值较女性和60岁以下人群大。多因素污染物模型中, SO_2 及 NO_2 对 PM_{10} 的影响具有协同效应, NO_2 表现出显著且独立的健康效应。[结论] 空气污染与金昌队列人群恶性肿瘤患病住院人数之间具有一定的关联性。

关键词: 金昌队列; 恶性肿瘤; 住院人数; 大气污染; 关联性

Association Between Air Pollution and Hospitalization due to Malignant Neoplasms ZHENG Shan^{1a}, LIU Xing-rong^{1a}, CHENG Ning^{1b}, DAI Min², LI Hai-yan³, LI Juan-sheng^{1a}, KANG Feng³, WANG Min-zhen^{1a}, REN Xiao-wei^{1a}, HU Xiao-bin^{1a}, PEI Hong-bo^{1a}, BAI Ya-na^{1a} (1.a.Institute of Epidemiology and Statistics, School of Public Health b.College of Basic Medicine, Lanzhou University, Lanzhou, Gansu 730000, China; 2.Cancer Hospital Chinese Academy of Medical Sciences, Beijing 100021, China; 3.Workers' Hospital of Jinchuan Group Co. Ltd., Jinchang, Gansu 737103, China). Address correspondence to BAI Ya-na, E-mail: baiyana@lzu.edu.cn

• The authors declare they have no actual or potential competing financial interests.

Abstract: [Objective] To assess the association between air pollution and malignant neoplasms hospital admissions. [Methods] Records of meteorological factors and air pollutants (PM_{10} , SO_2 , and NO_2) were collected in Jinchang City, Gansu Province from 2007 to 2010. The hospitalized cases of malignant neoplasms during the same period were collected from the Jinchang cohort. A semi-parametric generalized additive model was used to assess the relationship between air pollutant concentrations and daily malignant neoplasms hospitalizations in the cohort with adjustment of confounding factors. [Results] A total of 2707 malignant neoplasms hospitalized cases were collected. Greater estimates were found for SO_2 on Lag 0 day (L0) and for NO_2 on Lag 04 day (L04), with relative risks (RRs) (95% confidence interval) of 1.043 (1.002-1.085) and 1.163 (1.091-1.239), respectively. The males and the cases at and over 60 years of age were associated more strongly with PM_{10} and NO_2 . The multiple-pollutant models showed that SO_2 and NO_2 were synergic to PM_{10} , and NO_2 had a significant and independent health effect. [Conclusion] There might be associations between air pollution and hospital admissions for malignant neoplasms in the Jinchang cohort.

Key Words: Jinchang cohort; malignant neoplasm; hospital admission; air pollution; association

随着我国经济的高速发展,城市大气污染已成为影响公众健康的突出环境问题。大量流行病学研究发

DOI: 10.13213/j.cnki.jeom.2016.15493

[基金项目]国家自然科学基金青年基金(编号: 41505095); 兰州大学中央高校基本科研业务费专项资金(编号: lzujbky-2014-155, lzujbky-2014-154)

[作者简介]郑山(1983—),男,博士,讲师;研究方向:环境流行病学;E-mail: shanzhishi@163.com

[通信作者]白亚娜, E-mail: baiyana@lzu.edu.cn

[作者单位]1.兰州大学 a.公共卫生学院流行病与卫生统计学研究所
b.基础医学院,甘肃 兰州 730000; 2.中国医学科学院肿瘤医院,北京 100021; 3.金川集团股份有限公司职工医院,甘肃 金昌 737103

现,室外大气污染对人群死亡、患病/住院人数均有明显影响,特别是影响人群健康的主要慢性非传染性疾病住院及死亡人数,如心脑血管疾病^[1-2]、呼吸系统疾病^[3-4]及恶性肿瘤^[5-6]等。其中,癌症已成为我国城乡及世界人口的首要死因^[7-8]。随着我国大气污染形势的日趋严峻,大气污染对人群的致癌性研究已成为科学工作者关注的焦点。已有研究显示,室外大气污染暴露中,随着颗粒物(PM_{10})、二氧化硫(SO_2)及二氧化氮(NO_2)等污染物浓度的增加,人群中恶性肿瘤的发生及死亡的风险也随之增大^[5-6, 9]。国际癌症研究机构(IARC)于2013年将室外空气污染认定为

引起癌症死亡的主要环境因素^[10],但目前国内相关研究报道尚不多见。

甘肃省金昌市是以有色金属、重化工为主体的重工业城市,也曾是我国大气污染较为严重的地区之一。本研究基于中国金昌队列平台,利用2007—2010年该队列人群恶性肿瘤住院数据及当地大气污染数据进行关联性分析,以期为恶性肿瘤防控提供参考依据。

1 资料与方法

1.1 研究地区特征

甘肃省金昌市地处我国河西走廊中段,属大陆性温带干旱气候,光照充足,降水量少,气候干燥。金昌是以有色金属、重化工为主体的重工业城市,镍矿储量丰富,仅次于加拿大萨德贝里矿,居世界第二,全国第一位。

1.2 资料来源

1.2.1 住院资料 恶性肿瘤住院数据来源于中国金昌队列研究平台^[11-12],包括2007—2010年所有恶性肿瘤逐日住院病案资料:住院号、性别、年龄、住院及出院日期,明确诊断,根据国际疾病分类标准第10版(ICD-10)进行疾病分类为恶性肿瘤(ICD-10:C00-C97)。

1.2.2 大气污染及气象资料 大气污染数据来自金昌市环境监测站,包括2007年1月1日—2010年12月31日PM₁₀、SO₂、NO₂三种主要污染物的逐日平均浓度;同期气象资料来自甘肃省气象局,包括日均气温及日均相对湿度。

1.3 统计学分析

本文采用半参数广义相加模型拟合大气污染与金昌队列人群恶性肿瘤住院人数的关联效应^[1, 13]。首先,建立只含有时间因素的基本模型,使用平滑样条函数控制时间的长期趋势和季节效应,并以哑元变量的形式控制可能存在的星期几效应(DOW)和节假日效应(Holiday)。其次,引入平均温度及湿度,用平滑样条函数控制其混杂作用。然后,依次将PM₁₀、SO₂、NO₂引入模型分析大气污染物与恶性肿瘤住院人数的关联性。考虑到大气污染物的滞后效应,以滞后当天(L0)至滞后第6天(L6)的单滞后模式(L0-L6)与当天及前一天的滑动平均(L01)至当天及前6天的滑动平均(L06)的累积滞后模式(L01-L06)研究。例如,L0指当天的污染物浓度,L1为滞后一天的污染物浓

度,L01为当天及滞后一天的平均值。在所有滞后效应中选择效应值最大的滞后天数拟合两者的关联效应图及亚人群的关联效应。本文中资料数据的整理利用SPSS 19.0统计软件进行数据库管理,并利用R3.1.0统计软件进行模型的统计分析。

1.4 质量控制

住院疾病资料均按照全国三甲医院标准进行规范化管理和检查,专人负责病例信息录入及管理,共剔除住院信息不全、诊断不清的病例8例。空气污染和气象资料均来自国家认证的大气自动监测系统和气象观测系统,并有专人负责检查、判别及管理。本研究所用数据均通过数据管理软件进行汇总计算,对数据的分析、统计、管理进行严格质控。

2 结果

2.1 大气污染物浓度、气象因素及恶性肿瘤住院人数

由表1可见,与现行国家空气质量标准相比^[14],金昌市PM₁₀及SO₂日均浓度年均值均高于二级标准。4年间金昌队列恶性肿瘤住院人数合计为2707例,男女性别比为1.7:1,60岁以上人群占总恶性肿瘤住院人数的54.9%。

表1 2007—2010年金昌市大气污染物浓度、气象因素及恶性肿瘤住院人数

因素	$\bar{x} \pm s$	最小值	最大值	四分位数间距
每日住院人数	1.85 ± 1.85	0	11	3
性别				
男性	1.17 ± 1.33	0	7	2
女性	0.69 ± 0.95	0	6	1
年龄(岁)				
<60	0.84 ± 1.01	0	6	1
≥ 60	1.02 ± 1.21	0	8	2
气象因素				
日均温度(℃)	6.17 ± 10.49	-20.70	27.30	18.10
日均湿度(%)	52.07 ± 17.77	15.00	100.00	24.00
污染物浓度				
PM ₁₀ (μg/m ³)	94.76 ± 68.23	23.00	973.00	40.17
SO ₂ (μg/m ³)	78.07 ± 49.94	3.00	402.00	48.00
NO ₂ (μg/m ³)	24.50 ± 10.56	4.00	70.00	12.00

2.2 大气污染物与恶性肿瘤住院人数的关联性分析

表2可见,气态污染物SO₂及NO₂与恶性肿瘤住院人数具有关联,并存在一定滞后效应。在L0, SO₂每升高一个四分位间距(IQR),对人群恶性肿瘤住院人数的RR为1.043(95%CI: 1.002~1.085);在L04, NO₂每升高一个IQR,对人群恶性肿瘤住院人数的RR

达到最大,为1.163(95%CI:1.091~1.239)。 PM_{10} 在L1时RR最大,但与人群恶性肿瘤住院人数的关联性不具有统计学意义。图1可见,气态污染物浓度与人群

恶性肿瘤住院人数的关联效应均明显呈非线性关系,且随着污染物浓度的增加,人群恶性肿瘤住院人数呈上升趋势。

表2 金昌市大气污染物浓度每升高1个IQR恶性肿瘤住院人数的变化

滞后情况	PM_{10}			SO_2			NO_2		
	RR	95%CI	P	RR	95%CI	P	RR	95%CI	P
0	0.996	0.973~1.019	0.73	1.043	1.002~1.085	<0.05	1.095	1.047~1.145	<0.01
1	1.019	0.997~1.041	0.09	1.011	0.971~1.053	0.59	1.053	1.007~1.102	<0.05
2	0.997	0.975~1.019	0.77	1.025	0.985~1.068	0.23	1.106	1.058~1.156	<0.01
3	0.986	0.961~1.012	0.29	0.999	0.960~1.039	0.95	1.088	1.041~1.137	<0.01
4	0.965	0.891~1.045	0.39	1.014	0.974~1.055	0.50	1.051	1.005~1.100	<0.05
5	1.012	0.991~1.034	0.26	0.986	0.947~1.027	0.50	1.026	0.981~1.073	0.26
6	1.019	0.998~1.041	0.08	1.015	0.976~1.056	0.46	1.057	1.012~1.105	<0.05
01	1.012	0.985~1.039	0.40	1.037	0.990~1.086	0.13	1.098	1.043~1.156	<0.01
02	1.008	0.977~1.040	0.63	1.043	0.992~1.097	0.10	1.136	1.074~1.202	<0.01
03	0.998	0.963~1.034	0.90	1.036	0.982~1.092	0.20	1.160	1.092~1.232	<0.01
04	0.979	0.941~1.019	0.31	1.036	0.980~1.095	0.21	1.163	1.091~1.239	<0.01
05	0.987	0.945~1.030	0.54	1.027	0.970~1.087	0.37	1.155	1.082~1.234	<0.01
06	0.998	0.953~1.044	0.92	1.028	0.970~1.090	0.34	1.160	1.085~1.241	<0.01

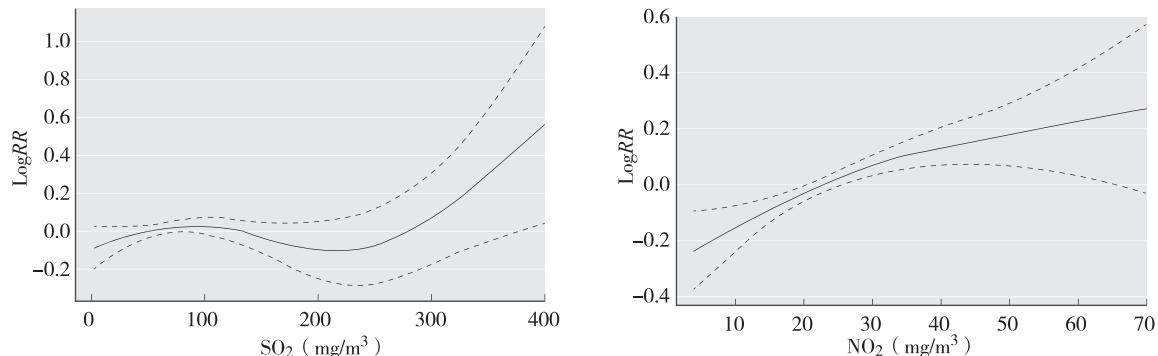


图1 金昌市大气污染与恶性肿瘤日住院人数的关系

2.3 大气污染物浓度与性别、年龄别恶性肿瘤住院人数的关联性分析

表3可见, PM_{10} 和 NO_2 与男性恶性肿瘤住院人数具有关联性,RR值分别为1.027(95%CI:1.001~1.053)及1.170(95%CI:1.080~1.267);相对<60岁

人群, ≥ 60 岁人群住院人数与大气污染的关联程度更加显著,尽管 SO_2 与60岁以上人群恶性肿瘤住院人数的关联性不具有统计学意义,但三种污染物浓度相应的RR值中 ≥ 60 岁人群的RR值均明显大于<60岁人群。

表3 金昌市大气污染与不同性别、年龄组恶性肿瘤住院人数的关联性

项目	PM_{10}			SO_2			NO_2		
	RR	95%CI	P	RR	95%CI	P	RR	95%CI	P
性别									
女性	1.006	0.969~1.044	0.75	1.051	0.984~1.121	0.14	1.153	1.039~1.280	0.01
男性	1.027	1.001~1.053	<0.05	1.033	0.984~1.086	0.19	1.170	1.080~1.267	<0.01
年龄(岁)									
<60	1.005	0.973~1.039	0.76	1.046	0.987~1.109	0.13	1.129	1.025~1.243	<0.05
≥ 60	1.036	1.009~1.063	<0.05	1.053	0.997~1.111	0.06	1.187	1.109~1.292	<0.01

2.4 大气污染物与恶性肿瘤住院人数关联性的多污染物模型

在 PM_{10} 多污染物模型中(见表4),引入 SO_2 及

NO_2 后, PM_{10} 对恶性肿瘤住院人数的RR值从1.019增大到1.023,并具有统计学意义($P < 0.05$),表明气态污染物对颗粒物影响的协同增强效应;在 SO_2 多污染

模型中,当加入PM₁₀后,SO₂影响无变化,而在引入NO₂后,SO₂对恶性肿瘤住院人数的RR值减小,且关联性无统计学意义($P=0.63$);在NO₂多污染模型中,无论单独或联合引入PM₁₀或SO₂,NO₂对恶性肿瘤住院人数的RR值均具有统计学意义($P<0.05$),且在联合引入PM₁₀和SO₂后,其对应RR值从1.163增大为1.239,表现出NO₂显著且独立的人群健康效应。

表4 多污染物模型中大气污染物浓度每升高1个IQR恶性肿瘤住院人数的变化

多污染物模型	RR	95%CI	P
PM ₁₀	1.019	0.997~1.041	0.09
PM ₁₀ +SO ₂	1.018	0.997~1.040	0.09
PM ₁₀ +NO ₂	1.020	0.999~1.042	0.06
PM ₁₀ +SO ₂ +NO ₂	1.023	1.001~1.045	<0.05
SO ₂	1.043	1.002~1.085	<0.05
SO ₂ +PM ₁₀	1.043	1.002~1.085	<0.05
SO ₂ +NO ₂	0.988	0.940~1.038	0.63
SO ₂ +PM ₁₀ +NO ₂	0.988	0.939~1.039	0.63
NO ₂	1.163	1.091~1.239	<0.01
NO ₂ +PM ₁₀	1.161	1.090~1.237	<0.01
NO ₂ +SO ₂	1.241	1.143~1.346	<0.01
NO ₂ +PM ₁₀ +SO ₂	1.239	1.141~1.346	<0.01

3 讨论

本研究发现金昌市大气污染与该队列人群恶性肿瘤住院人数具有关联性。当天SO₂及平均累积滞后4天的NO₂对恶性肿瘤住院人数的RR值最大,PM₁₀及NO₂对男性和≥60岁人群恶性肿瘤住院人数的RR值相比较女性及<60岁人群大,提示大气污染与人群恶性肿瘤患病住院人数具有一定的关联性,且男性及老年人群住院人数所受的影响更大。

目前为止,国际上许多基于大规模人群的流行病学研究均显示大气污染是引起肺癌的重要环境因素。一项基于9个欧洲国家312 944人参加的17项队列的研究显示^[5],在平均随访12.8年后,居民长期暴露于室外空气污染,PM₁₀每升高10 μg/m³或PM_{2.5}每升高5 μg/m³,肺癌发生的风险比(HR)分别达到1.22(1.03~1.45)和1.18(0.96~1.46),肺腺癌的发生风险比分别增高到1.51(1.10~2.08)及1.55(1.05~2.29)。另外一项基于美国103 650名护士参与的队列研究也显示^[15],在排除吸烟因素后,长期居住于大气颗粒物暴露的环境中,PM₁₀及PM_{2.5}每升高10 μg/m³,从不吸烟及戒烟10年以上的女性罹患肺癌的风险会分别达到1.15(1.00~1.32)及1.37(1.06~1.77)。本文研究结果中

PM₁₀与男性和≥60岁人群恶性肿瘤患病住院人数也表现出显著的关联性。另外,除大气污染对肺癌有影响外,一些研究结果也显示室外空气污染对膀胱癌及乳腺癌具有影响。台湾一项病例对照研究显示^[16],随着SO₂及NO₂浓度水平的增加,人群膀胱癌死亡的风险增加;加拿大一项病例对照研究也提示^[17],长期暴露于室外NO₂对女性乳腺癌的发生具有影响,特别是对绝经前的女性罹患乳腺癌具有更显著的风险。这也与本研究中气态污染物与恶性肿瘤住院人数的关联性相一致。事实上,IARC已经于2013年发文称:室外空气污染是引起癌症死亡的主要环境因素,并且已经有充分的证据表明暴露于室外空气污染将引发肺癌,而其主要的污染成分——颗粒物,已被认定为人类的致癌物^[10]。由此可见,室外空气污染对人群癌症的发生具有显著影响,但影响程度及区域差异仍需要进一步研究。

我国从90年代相继在不同地区报道了大气污染与当地居民癌症死亡的关联性研究^[18~20],通过生态比较及相关性分析发现大气污染与癌症死亡密切相关,特别是肺癌。张晓等^[21]对北京、上海及广州的大气污染与居民肺癌发生及死亡的关联分析发现,尽管污染指标及潜伏期存在差异,但三市大气污染均对当地居民肺癌的发生及死亡存在影响。相比国外研究,我国针对大气污染与癌症的大规模人群流行病学数据还不足^[22],对IARC评价大气污染致癌性的贡献较小^[23]。

目前,关于大气污染与人群恶性肿瘤关系的研究大多采用人群队列研究、病例对照研究及生态研究的方法来分析长期大气污染暴露对人群恶性肿瘤的慢性效应。而国际广泛采用的时间序列研究方法则较少应用于大气污染暴露与恶性肿瘤的关联分析中。一般认为,时间序列研究主要用于揭示大气污染暴露对人群健康影响的短期效应。如大气污染暴露对人群总死亡人数、门急诊人数或住院人数的短期健康效应关系。然而,随着我国居民疾病谱及死因谱的变化,癌症已成为城市和农村地区的主要死因^[7],作为一种疾病效应结局,利用大气污染资料与恶性肿瘤住院人数进行关联性研究,具有一定的参考价值。另一方面,该研究本身属于生态学研究范畴,目的就是在群体水平上探索难以估计个体暴露的病因,在大气污染已经被确定为恶性肿瘤病因的前提下,采用时间序列研究进行大气污染与恶性肿瘤的关联分析在很大程度上减少了生态学偏倚。

本研究采用广义相加模型进行关联性研究, 可以去除大气污染健康效应研究中一些与时间变化相关的混杂因素^[24], 如年龄改变、吸烟及社会经济等因素, 这对本研究结果的准确性提供了保证。本研究中也存在一些局限: 由于污染资料为环境监测资料, 不能体现个体暴露水平, 因此可能会低估污染物浓度对人体恶性肿瘤的风险; 恶性肿瘤的发生是一个缓慢复杂的过程, 其危险因素也较为广泛, 尽管时间序列研究在统计方法中避免了诸多混杂, 但仍然存在生态学谬误的可能性, 在生物学机制方面也缺乏相应依据, 因此必须进行大规模人群前瞻性队列研究及生物学机制研究, 进一步明确大气污染物诱发恶性肿瘤的病因及可能机制, 以提供可靠的公共卫生证据; 本研究中尽管采用了多污染物模型来解析各污染物间的协同交互作用, 但很难将各种污染物单独分离进行分析, 需要更谨慎地对结果进行解释; 限于本文研究对象的数量, 没有对癌种进行分层分析, 对于深入理解大气污染与恶性肿瘤患病的相关性存在影响。

·作者声明本文无实际或潜在的利益冲突。

参考文献

- [1]Zheng S, Wang M, Wang S, et al. Short-term effects of gaseous pollutants and particulate matter on daily hospital admissions for cardio-cerebrovascular disease in Lanzhou: evidence from a heavily polluted city in China[J]. Int J Environ Res Public Health, 2013, 10 (2): 462-477.
- [2]Zhang F, Li L, Krafft T, et al. Study on the association between ambient air pollution and daily cardiovascular and respiratory mortality in an urban district of Beijing[J]. Int J Environ Res Public Health, 2011, 8 (6): 2109-2123.
- [3]Romieu I, Gouveia N, Cifuentes LA, et al. Multicity study of air pollution and mortality in Latin America(the ESCALA study)[J]. Res Rep Health Eff Inst, 2012 (171): 5-86.
- [4]王敏珍, 郑山, 王式功, 等. 兰州市大气气态污染物与呼吸系统疾病日住院人数的时间序列分析[J]. 卫生研究, 2012, 41 (5): 771-775.
- [5]Raaschou-Nielsen O, Andersen ZJ, Beelen R, et al. Air pollution and lung cancer incidence in 17 European cohorts: prospective analyses from the European Study of Cohorts for Air Pollution Effects(ESCAPE)[J]. Lancet Oncol, 2013, 14 (9): 813-822.
- [6]Loomis D, Grosse Y, Lauby-Secretan B, et al. The carcinogenicity of outdoor air pollution[J]. Lancet Oncol, 2013, 14 (13): 1262-1263.
- [7]国家卫生和计划生育委员会统计信息中心.中国卫生和计划生育统计年鉴2013[M].北京: 中国协和医科大学出版社, 2014.
- [8]WHO. Cancer mortality and morbidity[EB/OL].[2014-12-01]. http://www.who.int/gho/ncd/mortality_morbidity/cancer/en/.
- [9]Raaschou-Nielsen O, Andersen ZJ, Hvidberg M, et al. Air pollution from traffic and cancer incidence: a Danish cohort study[J]. Environ Health, 2011, 10: 67.
- [10]WHO. Outdoor air pollution a leading environmental cause of cancer deaths[EB/OL].[2015-07-01]. <http://www.euro.who.int/en/health-topics/environment-and-health/urban-health/news/news/2013/10/outdoor-air-pollution-a-leading-environmental-cause-of-cancer-deaths>.
- [11]Bai Y N, Yang A M, Pu H Q, et al. Nickel-exposed workers in China: a cohort study[J]. Biomed Environ Sci, 2014, 27 (3): 208-211.
- [12]白亚娜, 蒲宏全, 代敏, 等. 中国金昌队列研究进展[J]. 兰州大学学报: 医学版, 2015, 41 (6): 29-34.
- [13]Chen R, Chu C, Tan J, et al. Ambient air pollution and hospital admission in Shanghai, China[J]. J Hazard Mater, 2010, 181 (1/2/3): 234-240.
- [14]环境空气质量标准: GB 3095—2012[S].北京: 中国环境科学出版社, 2012.
- [15]Puett RC, Hart JE, Yanosky JD, et al. Particulate matter air pollution exposure, distance to road, and incident lung cancer in the Nurses' Health Study Cohort[J]. Environ Health Perspect, 2014, 122 (9): 926-932.
- [16]Liu C C, Tsai SS, Chiu H F, et al. Ambient exposure to criteria air pollutants and risk of death from bladder cancer in Taiwan[J]. Inhal Toxicol, 2009, 21 (1): 48-54.
- [17]Hystad P, Villeneuve PJ, Goldberg MS, et al. Exposure to traffic-related air pollution and the risk of developing breast cancer among women in eight Canadian provinces: a case-control study[J]. Environ Int, 2015, 74: 240-248.
- [18]韩存芝, 郭郢, 荆洁线, 等. 大同市北村乡恶性肿瘤死亡与环境污染关系的调查研究[J]. 中华流行病学杂志, 1995, 16 (2): 101-104.
- [19]李会庆, 金世宽, 施胜芳, 等. 山东省肺癌死亡率变化趋势与大气污染的相关分析[J]. 中华流行病学杂志, 1994, 15 (下转第609页)

- phthalate disrupts the development of preimplantation embryos [J]. Reprod Fertil Dev , 2013, 25(8): 1174-1184.
- [25] Li R, Yu C, Gao R F, et al. Effects of DEHP on endometrial receptivity and embryo implantation in pregnant mice [J]. J Hazard Mater, 2012, 241-242: 231-240.
- [26] Shi C, Chen X, Cai X H, et al. Cytotoxic effects of mono-(2-ethylhexyl) phthalate on human embryonic stem cells [J]. Chin Med J (Engl), 2013, 126(9): 1714-1719.
- [27] 马明月.应用胚胎干细胞模型研究环境内分泌干扰物胚胎毒性的展望 [J].沈阳医学院学报, 2016, 18(2): 65-67, 73.
- [28] 李付贵, 陈京, 程伟民, 等.应用胚胎干细胞实验模型评价邻苯二甲酸二丁酯的胚胎毒性 [J].中国卫生检验杂志, 2015, 25(12): 1873-1876.
- [29] 崔栋, 杨淋清, 罗凌凤, 等.应用胚胎干细胞实验(EST)评价立本二甲酸二(2-乙基)乙酯(DEHP)的胚胎毒性 [J].毒理学杂志, 2015, 29(2): 123-126.

(收稿日期: 2016-01-06)

(英文编辑: 汪源; 编辑: 洪琪; 校对: 葛宏妍)

(上接第 605 页)

- (1): 38-41.
- [20] 王异, 肖碧玉, 贾汉, 等.乌鲁木齐市大气污染与肺癌死亡关系初探 [J].环境与健康杂志, 1995, 12(6): 273-274.
- [21] 张晓, 杨琼英, 林国桢, 等.大气污染与居民肺癌发病及死亡灰色关联分析 [J].中国公共卫生, 2014, 30(2): 165-170.
- [22] 陈仁杰, 张金良, 阚海东.中国大气污染与肺癌关系的流行病学研究回顾 [J].卫生研究, 2011, 40(2): 243-245.
- [23] Loomis D, Huang W, Chen G S. The International Agency for Research on Cancer(IARC) evaluation of the carcinogenicity of outdoor air pollution: focus on China [J]. Chin J Cancer, 2014, 33(4): 189-196.

- [24] 阚海东, 陈秉衡, 贾健.城市大气污染健康危险度评价的方法——大气污染物暴露于人群健康效应的暴露-反应关系分析(续二) [J].环境与健康杂志, 2004, 21(4): 253-254.

(收稿日期: 2015-08-19)

(英文编辑: 汪源; 编辑: 洪琪; 校对: 汪源)

【告知栏】

《环境与职业医学》杂志免收审稿费的通知

本着竭诚为广大作者和读者服务的宗旨,《环境与职业医学》杂志从 2016 年 1 月 1 日起免收审稿费。《环境与职业医学》唯一投稿方式是在线投稿,官方网址为 <http://jeom.scdc.sh.cn:8081>。广大作者投稿时,请注意阅读网站主页公布的“作者指南”,认真检查稿件的研究内容是否符合《环境与职业医学》刊载范畴,写作格式是否符合本刊的要求。网上投稿时务必填写必要项目,并按照本刊要求提供所需的投稿材料,以免延误送审时间。

欢迎业内新老作者踊跃投稿,继续关注和支持本刊的发展。

《环境与职业医学》杂志编辑部