

雾霾对高校学生主要活动场所空气微生物浓度的影响

张宏馨^{1,2}, 化轶男¹, 刘欢¹, 卢淑兰³

1.河北大学医学综合实验中心,保定 071000;2.河北大学公共卫生学院;3.河北省荣军医院

【摘要】 目的 了解雾霾对校园环境空气中微生物分布的影响,为校园环境卫生治理、疾病防控及个人防护提供实验数据。**方法** 抽取河北大学医学部室外(医苑广场、医苑路、操场)和室内(食堂、教室、学生宿舍)等 6 个人员主要活动场所,在无雾霾、轻度雾霾、中度雾霾及重度雾霾天气状况下按自然沉降法分别采样,测定空气中细菌和霉菌菌落总数。**结果** 中度和重度雾霾天气时室外空气中细菌、霉菌菌落总数均高于室内(P 值均 <0.05)。室外各采样点细菌、霉菌总数均随雾霾程度加重而升高,其中医苑路升高最为显著(P 值均 <0.05);室内各采样点除学生宿舍内细菌、霉菌浓度在重度雾霾天高于其他天气状况外,食堂、教室随天气变化不明显(P 值均 >0.05)。**结论** 雾霾程度加重时校园室外空气中细菌、霉菌菌落总数均随之升高,而室内空气微生物浓度与雾霾程度关联较小。

【关键词】 环境污染;空气微生物学;公共卫生;学生

【中图分类号】 P427.1+22 Q 93 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-9817(2018)04-0592-03

Influence of haze on air microbial concentrations in the student activity areas/ZHANG Hongxin, HUA Yinan, LIU Huan, LU Shulan. Medical Comprehensive Experimental Center of Hebei University, Baoding(071000), Hebei Province, China

【Abstract】 Objective To understand the effect of haze on the distribution of microorganisms in the campus environments, and to provide basic information for environment improvement, disease prevention and control, as well as personal protections against haze. **Methods** Six core students activity areas were selected from a university in Baoding city, China, including a main road, a plaza, the only playground, a cafeteria, a classrooms and a dormitory. The total number of bacterial and fungal in the air were measured through sampling respectively in those places with the natural sedimentation method. The weather conditions have been divided into 4 degrees, including no haze pollution, mild haze pollution, moderate haze pollution and severe haze pollution. **Results** The concentrations of bacteria and fungus increased with the degrees of haze pollution in outdoor sampling areas, among which the main road had the highest impact. The concentrations of bacteria and fungus in the indoor sampling sites were not increased obviously with the increasing haze levels, but that in the dormitory was increased significantly($P<0.05$). The bacterial concentrations outdoor were significantly higher than those of the indoor in moderate haze and severe haze days($P<0.05$); the fungal concentrations outdoor were significantly higher than that of the indoor in severe haze days($P>0.05$). **Conclusion** When the haze degree is more serious, the concentrations of bacteria and fungus in the outdoor environment of the campus were increased, but those of the indoor didn't change obviously.

【Key words】 Environmental pollution; Air microbiology; Public health; Students

近年来,我国冬季雾霾现象日趋严重,给人们的健康和生活带来了极大的危害^[1]。雾霾中存在的大量颗粒物可为微生物提供附着点,还可以阻挡部分紫外线使其杀菌作用减弱,同时雾霾天大气环流相对稳定,会造成空气中微生物堆积^[2],而其中的多种微生物是呼吸道感染、皮肤感染甚至癌症等疾病的重要致病源。冬季是雾霾污染最严重的季节,此时气温低、空气干燥,人们的抵抗力较差,大学校园中教室、宿

舍、食堂、操场等地是学生主要的聚集和活动场所,人口相对密集,很容易引起呼吸道等疾病的传播^[3],甚至引发大范围传染病的流行。因此,研究雾霾对校园环境空气中微生物分布的影响,对校园环境卫生治理、疾病防控及个人防护具有重要意义。

1 材料与方法

1.1 培养基的制备 营养琼脂购自山东浩中化工科技有限公司,称取 38 g 于 1 000 mL 蒸馏水中,加热溶解,校正 pH 至 7.2~7.4,过滤分装,经 121 ℃ 20 min 高压蒸汽灭菌,冷却至 45 ℃,倾注 15 mL 于直径为 9 cm 的无菌平皿内,制成营养琼脂平板^[4];高盐查氏琼脂购自北京陆桥技术有限责任公司,称取 107 g 于 1 000 mL 蒸馏水中,加热溶解,校正 pH 至 6.0,经 115 ℃ 30 min 高压蒸汽灭菌,冷却至 45 ℃,倾注 15 mL 于

【基金项目】 河北省卫计委医学重点项目(20170189);河北大学医学专科专项资金项目(2014A2001);河北大学校内引进人才科研启动项目(2014-284)。

【作者简介】 张宏馨(1971-),女,河北景县人,博士,副教授,主要研究方向为预防医学与实验动物学。

DOI: 10.16835/j.cnki.1000-9817.2018.04.032

直径为 9 cm 的无菌平皿内,制成高盐查式平板。

1.2 采样时间和方法 于 2015 年 11 月 15 日供暖开始采样,至 2016 年 3 月采样结束,采样避开下雨天。根据孙亮^[5]对雾霾天定义和分级的研究及保定气象局发布的数据,将采样日根据雾霾程度分为无、轻度、中度及重度 4 种天气状况,分别在河北大学医学部室外[医苑广场(楼前广场)、医苑路(校园主干道路)、操场]和室内(食堂、教室及学生宿舍)等 6 个人员主要活动场所进行采样。每种天气条件采集 3 d,每天分 3 个时间段采样,分别为 9:00—10:00,14:00—15:00 和 18:00—19:00。每次采样室内、外均设置 5 个平行采样点,采用梅花布点法放置平板;应用科赫自然沉降法采样,即将营养琼脂平板及高盐查式平板在空气中暴露 30 min 后,盖好皿盖进行培养。同时准确记录当时的天气实况(气温、气压、风向及风速、相对湿度等气象条件参数)、人员活动(活动人数、活动强度)、周围环境及采样时间。

1.3 微生物的培养 将营养琼脂平板置于 37 ℃ 培养

箱中,培养 48 h 后计数细菌菌落总数;高盐查式平板置于 28 ℃ 培养箱中,培养 72 h 后计数霉菌菌落总数。

1.4 数据分析 所得数据采用 SPSS 20.0 软件进行统计学分析。对不同天气状况室内、室外菌落总数分别使用单因素方差分析进行比较,以均值±标准误表示,组间以 Duncan 氏法进行多重比较;各天气状况下室内外菌落总数比较使用两独立样本 *t* 检验, $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 雾霾对室外细菌菌落总数的影响 雾霾严重程度对医苑广场细菌菌落总数影响无统计学意义($P>0.05$);医苑路中度和重度雾霾时菌落总数高于轻度雾霾和无雾霾状况,操场重度雾霾时菌落总数高于其他天气状况(P 值均 <0.05)。各室外采样点在无雾霾及轻度雾霾时细菌菌落总数差异无统计学意义(P 值均 >0.05);医苑路在中度雾霾、重度雾霾时菌落总数高于医苑广场和操场(P 值均 <0.05)。见表 1。

表 1 雾霾对室内外细菌菌落总数的影响($\bar{x}\pm s$,cfu/m³)

雾霾程度	室外					室内				
	医苑广场	医苑路	操场	<i>F</i> 值	<i>P</i> 值	食堂	教室	宿舍	<i>F</i> 值	<i>P</i> 值
无	1 899±394	281±406	2 037±241	2.493	0.124	3 111±551	889±136	778±108	15.595	0.000
轻度	2 454±171	6 259±1 286	2 074±658	6.799	0.012	3 593±545	407±159	2 370±512	13.257	0.001
中度	4 481±381	14 408±821	6 074±1 138	40.346	0.000	2 951±1 320	185±68	926±131	8.348	0.006
重度	6 713±926	15 162±2 682	8 925±1 804	4.355	0.026	3 597±848	719±205	9 491±3 267	5.731	0.012
<i>F</i> 值	9.840	7.908	5.070			0.450	1.777	5.821		
<i>P</i> 值	0.000	0.001	0.010			0.720	0.186	0.005		

2.2 雾霾对室内细菌菌落总数的影响 不同天气状况下食堂、教室细菌菌落总数差异无统计学意义(P 值均 >0.05);宿舍重度雾霾时菌落总数高于其他天气状况($P<0.05$)。在重度雾霾时宿舍细菌菌落总数高于食堂和教室($P<0.05$),各室内采样点在无雾霾、轻度雾霾及中度雾霾时细菌菌落总数差异均无统计学意义(P 值均 >0.05)。

2.3 雾霾对室内外细菌菌落总数影响的差异 无雾

霾、轻度雾霾时室内外细菌菌落总数差异无统计学意义(P 值均 >0.05);中度雾霾和重度雾霾时室外细菌菌落总数高于室内(P 值均 <0.05)。见表 1。

2.4 雾霾对室外霉菌菌落总数的影响 医苑广场、医苑路、操场重度雾霾天霉菌菌落总数均高于其他天气状况(P 值均 <0.05)。同一天气状况各室外采样点霉菌菌落总数差异均无统计学意义(P 值均 >0.05)。见表 2。

表 2 雾霾对室内外霉菌菌落总数的影响($\bar{x}\pm s$,cfu/m³)

雾霾程度	室外					室内				
	医苑广场	医苑路	操场	<i>F</i> 值	<i>P</i> 值	食堂	教室	宿舍	<i>F</i> 值	<i>P</i> 值
无	370±107	741±107	432±62	4.428	0.066	185±107	62±62	1 049±679	1.823	0.241
轻度	1 204±288	1 729±482	1 620±244	0.730	0.511	278±120	417±117	2 037±926	3.242	0.087
中度	1 914±62	2 346±1 420	1 234±62	0.465	0.649	741±185	432±62	1 111±379	1.881	0.232
重度	3 935±362	5 972±753	4 236±504	3.807	0.039	1 435±343	741±161	4 568±2 903	1.265	0.303
<i>F</i> 值	20.897	8.092	13.966			2.919	3.061	1.634		
<i>P</i> 值	0.000	0.003	0.000			0.074	0.063	0.230		

2.5 雾霾对室内霉菌菌落总数的影响 不同天气状况食堂、教室霉菌菌落总数差异无统计学意义(P 值均 >0.05);宿舍在重度雾霾时高于无雾霾、轻度雾霾和中度雾霾($P<0.05$)。在相同天气状况下,室内各采

样点在无雾霾、轻度雾霾及中度雾霾时霉菌菌落总数差异无统计学意义(P 值均 >0.05);宿舍在重度雾霾时高于食堂、教室($P<0.05$)。

2.6 雾霾对室内外霉菌菌落总数影响的差异 无雾

霾、轻度雾霾及中度雾霾时室内外霉菌菌落总数差异无统计学意义(P 值均 >0.05);重度雾霾时室外高于室内($P<0.05$)。

3 讨论

随着我国经济的迅速发展和城市化进程的不断加快,雾霾污染问题日趋严重。有研究表明,微生物气溶胶对人体健康的危害与其种类、浓度和粒径大小有很大的关系^[6]。当雾霾污染加重时,微生物在大气气溶胶上的可吸附点增多,可被携带至大气环境下表层区域,造成微生物气溶胶污染物的堆积^[2]。空气中微生物浓度过高,会增加人们哮喘、皮肤过敏、呼吸道感染、慢性肺疾病和心血管疾病的发病风险^[7]。有研究指出,北京一次严重雾霾中大约有 1 300 种不同类型的微生物,其中含有可能引起过敏和呼吸系统疾病的致病菌^[8]。空气中可培养微生物浓度具有季节分布的特征,且不同气象条件下微生物浓度存在明显差异^[9-10]。大学校园人口密集、师生活动频繁,有利于有害微生物的传播。河北大学位于河北省保定市,该地区每年的 11 月至次年 3 月是雾霾最严重的季节^[11],所以本研究选取此时间段进行采样。

本研究结果显示,室外空气中细菌、霉菌菌落总数随雾霾程度加重而升高。相关报道指出,微生物气溶胶浓度与空气颗粒物浓度呈正相关^[12-13],与本文结果一致。原因可能为医苑广场、医苑路、操场是学校师生室外活动的主要场所,雾霾加重微生物污染的同时,较大的人流、车流量致使扬尘将土壤中的细菌、霉菌带入空气中,因此雾霾严重时空气细菌、霉菌浓度较高。

室内环境中食堂、教室细菌与霉菌菌落总数随雾霾程度的改变无明显变化,而宿舍细菌、霉菌菌落总数在重度雾霾天中升高,与张燕茹等^[14]对校园环境微生物气溶胶分布特征研究中得出的结论不符。室内菌落总数的变化与室内人员的密集程度、活动情况有很大的关系^[15-16]。造成本实验结果的原因可能是冬季雾霾严重时室内门窗紧闭,空气流速较慢,人员外出活动相对减少,宿舍人员密集、活动频繁,使得微生物浓度与空气颗粒物浓度均较高,此外还可能与宿舍卫生状况、宿舍容量等有关。

有报道指出,校园室内空气微生物浓度明显低于室外^[17]。本研究结果也表明,随着雾霾程度的加重,室外空气中细菌、霉菌菌落总数均高于室内。随着雾霾程度的加重,室外微生物污染随之加重,由于雾霾严重时室内门窗不轻易打开,因此对室内微生物浓度影响较小。

雾霾不仅有更高的微生物气溶胶暴露风险^[18],更

会对人的身体造成伤害。因此,学校应加强对雾霾防护知识的宣传,提高学生自我保护意识;在雾霾天减少学生室外上课的时间。学生在雾霾天室内应少开窗,尽量少出门。

4 参考文献

- [1] 林湧桀,李涛,陈素华,等.广州某高校城市和郊外校区空气微生物检测结果分析[J].中国学校卫生,2013,34(21):1527-1528.
- [2] 何炎圻,李能树,李聪慧,等.合肥市雾霾天气大气微生物监测与评价[J].安徽农业科学,2016,44(16):68-69,93.
- [3] 王丽茹,高利华,阙菡雅.冬季雾霾天气对某市小学生肺功能的影响[J].中国学校卫生,2017,38(11):1697-1703.
- [4] 国家质量技术监督局,卫生部,国家环境保护总局.公共场所空气微生物检验方法细菌总数测定 GB/T 18204.1-2000[S].北京:中国标准出版社,2000.
- [5] 孙亮.雾霾天气成因危害及控制治理[J].环境科学与管理,2012,37(10):71-75.
- [6] 胡凌飞,张柯,王洪宝,等.北京雾霾天气大气颗粒物中微生物气溶胶的浓度及离谱特征[J].环境科学,2015,36(9):3144-3149.
- [7] ZHANG X Y, WANG Y Q, NIU T, et al. Atmospheric aerosol compositions in China: spatial/temporal variability, chemical signature, regional haze distribution and comparisons with global aerosols[J]. Atmos Chem Phys, 2012, 12(2): 779-799.
- [8] CAO C, JIANG W J, WANG B Y, et al. Inhalable microorganisms in Beijing's PM_{2.5} and PM₁₀ pollutants during a severe smog event[J]. Environ Sci Technol, 2014, 48(3): 1499-1507.
- [9] 李林佳.青岛市不同季节雾霾期与非雾霾期空气微生物多样性比较研究[D].青岛:青岛理工大学,2015.
- [10] 祁建华,武丽婧,高冬梅,等.青岛近海生物气溶胶中可培养微生物浓度及群落多样性的季节变化[J].环境科学,2014,35(3):801-809.
- [11] 赵普生,徐晓峰,孟伟,等.京津冀区域霾天气特征[J].中国环境科学,2012,32(1):31-36.
- [12] DEGOBBI C, LOPES F D T, Q.S., CARVALHO-OLIVEIRA R, et al. Correlation of fungi and endotoxin with PM_{2.5} and meteorological parameters in atmosphere of Sao Paulo, Brazil[J]. Atmos Environ, 2011, 45(13): 2277-2283.
- [13] HAAS D, GALLER H, LUXNER J, et al. The concentrations microorganisms in relation to particulate matter in urban air[J]. Atmos Environ, 2013, 65(2): 215-222.
- [14] 张燕茹.校园环境微生物气溶胶的分布特征研究[D].西安:长安大学,2013.
- [15] 张朝武.卫生微生物学[M].5版.北京:人民卫生出版社,2012:158-175.
- [16] 王佳楠,崔硕,郑力燕,等.校园空气微生物时空分布特征及与人群活动的关系[J].实验室科学,2014,17(5):31-33.
- [17] 李冰洁,赵菁,刘宏.校园内外空气微生物污染情况监测分析[J].科技创新导报,2015(7):109-110.
- [18] 王伟,付洪磊,王延路,等.环境科学学报.西安市秋季灰霾天气微生物气溶胶的特性研究[J].环境科学学报,2016,36(1):279-288.

收稿日期:2017-11-08;修回日期:2017-12-25