

# 大气环境湿度对过敏性鼻炎的影响分析

## —以甘肃省三城市研究为例

李兰玉<sup>1</sup>, 罗斌<sup>1,2\*</sup>, 王搏<sup>1</sup>, 李棣琳<sup>1</sup>, 王顺霞<sup>3</sup>, 徐生刚<sup>4</sup>, 李盛<sup>5</sup>, 周骥<sup>6</sup>, 牛静萍<sup>1</sup>

- 1.兰州大学公共卫生学院劳动卫生与环境卫生研究所, 兰州 730000;
- 2.兰州大学职业卫生检测评价研究中心, 兰州 730000;
- 3.甘肃省天水市第一医院全科科室, 天水 741000;
- 4.河西学院医学院, 张掖 734000;
- 5.甘肃省兰州市第一人民医院, 兰州 730000;
- 6.上海市气象与健康重点实验室, 上海 200030

**提 要:** 利用兰州(2014—2016年)、天水(2016—2018年)、张掖(2016—2018年)三城市过敏性鼻炎日门诊数据、大气污染物和气象数据,分析相对湿度(RH)、绝对湿度(AH)与每日过敏性鼻炎门诊人数的关系。三城市过敏性鼻炎门诊高峰期出现在每年8—9月,RH降低与过敏性鼻炎日门诊人数增加显著相关。RH每降低1%,兰州、天水和张掖市过敏性鼻炎日门诊人数分别增加1.36%、2.30%和1.50%,而AH每降低 $1\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ,三城市过敏性鼻炎日门诊人数分别增加14.92%、16.00%和13.98%。本研究结果提示过敏性鼻炎发病与环境湿度呈负相关,干旱地区干燥低湿环境是过敏性鼻炎重要的危险因素,且AH可能较RH能更好地反映环境湿度对过敏性鼻炎的影响。

**关键词:** 过敏性鼻炎; 相对湿度; 绝对湿度; 广义相加模型

**中图分类号:** P426.1 **文献标识码:** A

---

中央高校基本科研业务费(lzujbky-2020-sp21)、国家自然科学基金项目(4187050043)、甘肃省科技计划重点研发项目(20YF2FA028)共同资助

**第一作者:** 李兰玉, 主要从事为环境卫生方向研究, E-mail: [lily2018@lzu.edu.cn](mailto:lily2018@lzu.edu.cn)

**通信作者:** 罗斌, 主要从事大气环境与健康方向研究, E-mail: [luob@lzu.edu.cn](mailto:luob@lzu.edu.cn)

# The Effect of Environmental humidity on the Allergic rhinitis--A study of three cities in Gansu province

LI Lan-yu<sup>1</sup>; LUO Bin<sup>1,2</sup>; WANG Bo<sup>1</sup>; LI Yan-lin<sup>1</sup>; WANG Shun-xia<sup>3</sup>; XU Sheng-gang<sup>4</sup>; LI Sheng<sup>5</sup>;  
ZHOU Ji<sup>6</sup>; NIU Jing-ping<sup>1</sup>

1. Institute of Occupational Health and Environmental Health, School of Public Health, Lanzhou University, Lanzhou 730000

2. Testing and Assessment Center for Occupational Health of Lanzhou University, Lanzhou 730000

3. The first Hospital of Tianshui of Gansu Province, Tianshui 741000,

4. Medical college of Hexi University, Zhangye 734000

5. The first People's hospital of Lanzhou, Lanzhou 730000

6. Shanghai Key Laboratory of Meteorology and Health, Shanghai 200030

**Abstract:** With the data of daily outpatient visits of allergic rhinitis, air pollution and meteorological data in Lanzhou (2014—2016), Tianshui (2016—2018), and Zhangye (2016—2018), this study estimated the relationship between relative humidity (RH), absolute humidity (AH) and the daily outpatient visits of allergic rhinitis. In these three cities, the peak period of daily outpatient visits for allergic rhinitis was from August to September. The decrease in RH could lead to significant increase in outpatient visits for allergic rhinitis in these 3 cities. With the each 1% decrease of RH, the outpatients visit for allergic rhinitis in Lanzhou, Tianshui and Zhangye could increase by 1.36%, 2.30% and 1.50%, respectively, which were 14.92 %, 16.00% and 13.98% for each  $1\text{g m}^{-3}$  decrease in AH. Our study suggested that the onset of allergic rhinitis is negatively associated with atmospheric environmental humidity, and the dry and low-humidity environment is an important risk factor for allergic rhinitis in arid area. Compared with RH, AH may be better to reflect the effects of environmental humidity on allergic rhinitis

**Key words:** Allergic rhinitis; Relative humidity; Absolute humidity; Generalized additive model

## 引言

过敏性鼻炎以喷嚏、鼻涕、鼻痒和鼻塞为主要症状，是一种常见的慢性过敏性疾病，不仅影响学习和工作效率，还严重影响生活质量（Brožek et al, 2017）。据估计，全球约 10%~40% 人群患有过敏性鼻炎，且其患病率有逐年上升的趋势（Brožek et al, 2017）。在众多诱发过敏性鼻炎的影响因素中（Zhang et al, 2011; Yalcin et al, 2013），气象因素最为常见（Zhang et al, 2020; Hu et al, 2020; Mu et al, 2017），它不仅可单独影响过敏性鼻炎，还可通过影响花粉播散和污染物浓度，间接影响过敏性鼻炎发生和发展（Bishan et al, 2020; 董群等, 2020）。

近年来，环境湿度对过敏性鼻炎的影响越来越受到关注（He et al, 2017; Duan et al, 2019）。绝对湿度（absolute humidity, AH）和相对湿度（relative humidity, RH）均可作为评价环境湿度的指标，但现有研究大多探讨了 RH 与鼻炎的关系（He et al, 2017; Duan et al, 2019），且这些研究均局限于湿润地区。有研究认为，AH 更能准确地反映环境湿度与健康的急性关系（Shaman and Kohn, 2009; Liu et al, 2020），因此，AH 可能更适合作为环境湿度的指标去探讨环境湿度对过敏性鼻炎的影响。甘肃地处西北内陆，以干燥气候为主，属干旱和半干旱气候特征地区（廖要明和张存杰, 2017），但该气候环境下湿度与过敏性鼻炎的关系仍未明确。因此，本研究选择 RH 和 AH 作为环境湿度评价指标，以甘肃省兰州市、天水市和张掖市为例分析大气环境湿度（RH 和 AH）与过敏性鼻炎的关系，进而为防控过敏性鼻炎的发生与发展提供科学依据。

## 1 数据与方法

### 1.1 数据来源

兰州市 2014—2016 年过敏性鼻炎日门诊数据来源于兰州市的 10 家大型医院，天水和张掖市 2016—2018 年日门诊数据分别来源于其市内最大三级甲等医院（天水市第一医院和河西学院附属张掖市人民医院）。根据国际疾病分类第 10 版（ICD-10）纳入病例，过敏性鼻炎的 ICD-10 编码为 J30。同时，收集三城市过敏性鼻炎日门诊数据同期的气象数据和大气污染物数据。气象数据来源于公开数据共享网站 <http://data.sheshiyuanyi.com/WeatherData/>，包括：日均气温、风

速和 RH 等。AH 的计算方法与之前研究报道的方法相同，采用蒸汽压（单位： $\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ）的方法进行计算（Ma et al, 2020）。大气污染数据来源于国家生态环境部数据中心（<http://datacenter.mee.gov.cn/>），包括： $\text{PM}_{2.5}$ 、 $\text{NO}_2$  和  $\text{O}_3$  的日平均浓度，其中  $\text{O}_3$  为一天中最大连续 8 小时浓度均值。

## 1.2 数据处理与分析

首先对兰州、天水、张掖过敏性鼻炎日门诊人数及相应环境因素进行描述，然后利用 Poisson 分布的广义相加模型估计天水、兰州和张掖市的 RH 或 AH 与每日过敏性鼻炎门诊人数的关系，同时在模型中控制气象因素（气温和风速）、大气污染物（ $\text{PM}_{2.5}$ 、 $\text{NO}_2$  和  $\text{O}_3$ ）、时间趋势、星期几效应和假期效应等混杂因素。本研究使用 R 软件（v 3.6.0）中“mgcv”软件包拟合广义相加模型。模型如下：

$$\begin{aligned} \text{Log } E(Y_t) = & \alpha + \beta\text{RH} + \text{ns}(\text{time}, 7/\text{year}) + \text{ns}(\text{AT}, 6) + \text{ns}(\text{WS}, 3) + \text{ns}(\text{PM}_{2.5}, 3) \\ & + \text{ns}(\text{NO}_2, 3) + \text{ns}(\text{O}_3, 3) + \lambda\text{Dow} + \gamma\text{Holiday} \end{aligned} \quad (1)$$

$$\begin{aligned} \text{Log } E(Y_t) = & \alpha + \beta\text{AH} + \text{ns}(\text{time}, 7/\text{year}) + \text{ns}(\text{AT}, 6) + \text{ns}(\text{WS}, 3) + \text{ns}(\text{PM}_{2.5}, 3) \\ & + \text{ns}(\text{NO}_2, 3) + \text{ns}(\text{O}_3, 3) + \lambda\text{Dow} + \gamma\text{Holiday} \end{aligned} \quad (2)$$

式中： $Y_t$  为第  $t$  日过敏性鼻炎门诊病例数； $E(Y_t)$  为第  $t$  日门诊病例数期望值； $\alpha$  代表截距； $\beta$ 、 $\lambda$  和  $\gamma$  表示回归系数；RH 表示相对湿度，AH 表示绝对湿度，AT 表示环境气温，WS 表示平均风速，ns 表示自然样条函数，time 为时间变量，DOW 为“星期几效应”（星期一到星期天），Holiday 为“假期效应”（法定节假日为 1，非法定节假日为 0）。参考相关研究，模型中引入了以下混杂因素：采用自由度为 7/每年的自然样条函数控制长期趋势对日门诊人数的影响（樊琳等, 2019）；采用自由度等于 6 的 3 天滑动平均气温和自由度等于 3 的 3 天滑动平均风速来控制气象因素潜在的非线性和滞后性的混杂效应（Chen et al, 2017）；以往研究发现污染物的 2 天滑动平均浓度常对过敏性鼻炎产生最大的影响估计（Lee et al, 2015），因此，本研究采用自由度等于 3 的 2 天滑动平均污染物浓度控制大气污染物对每日过敏性鼻炎门诊人数的影响，并使用哑变量控制“星期几效应”和“假期效应”（樊琳等, 2019）。

考虑到 RH 和 AH 对每日门诊人数可能存在潜在的滞后影响，本研究还进行了滞后效应分析。单天滞后效应选择单天滞后 0~7 天分析，累积效应选择累积滞后 1~7 天分析。结果用 RH 每降低 1%（AH 每降低  $1\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ），过敏性鼻炎日门诊

人数的超额危险度 (excess risk, ER) 值来表示。此外, 本研究进行了季节分层分析, 进而探讨环境湿度对日门诊人数影响的季节差异。为评估大气污染物与环境湿度对过敏性鼻炎日门诊人数的交互影响, 本研究采用双变量响应面模型分析大气污染物和 AH 对过敏性鼻炎日门诊人数的联合作用。模型如下:

$$\text{Log } E(Y_t) = \alpha + \text{te}(\text{AH}_t, \text{AP}_{\text{lag}01}) + \text{ns}(\text{time}, 7/\text{year}) + \text{ns}(\text{AT}, 6) + \text{ns}(\text{WS}, 3) + \lambda \text{Dow} + \gamma \text{Holiday} \quad (3)$$

式中: te 代表双变量响应面函数;  $\text{AH}_t$  代表最强效应滞后日的绝对湿度,  $\text{AP}_{\text{lag}01}$  代表累计滞后 1 天 (lag01) 的大气污染物 ( $\text{PM}_{2.5}$ ,  $\text{NO}_2$  和  $\text{O}_3$ ), 其他变量及参数解释与式 (2) 相同。

## 2 结果分析

### 2.1 过敏性鼻炎日门诊人数变化特征

本次研究纳入兰州 (2014—2016 年)、天水 (2016—2018 年)、张掖 (2016—2018 年) 过敏性鼻炎门诊确诊人数共 26477 人, 其中兰州 17412 人、天水 4143 人、张掖 4922 人 (图 1)。兰州每日最高门诊人数为 170 人, 日均为 16 人; 天水最高日门诊人数为 66 人, 日均为 4 人; 张掖最高日门诊人数为 61 人, 日均为 4 人。三城市的数据显示, 每年 8—9 月为过敏性鼻炎门诊高峰期。

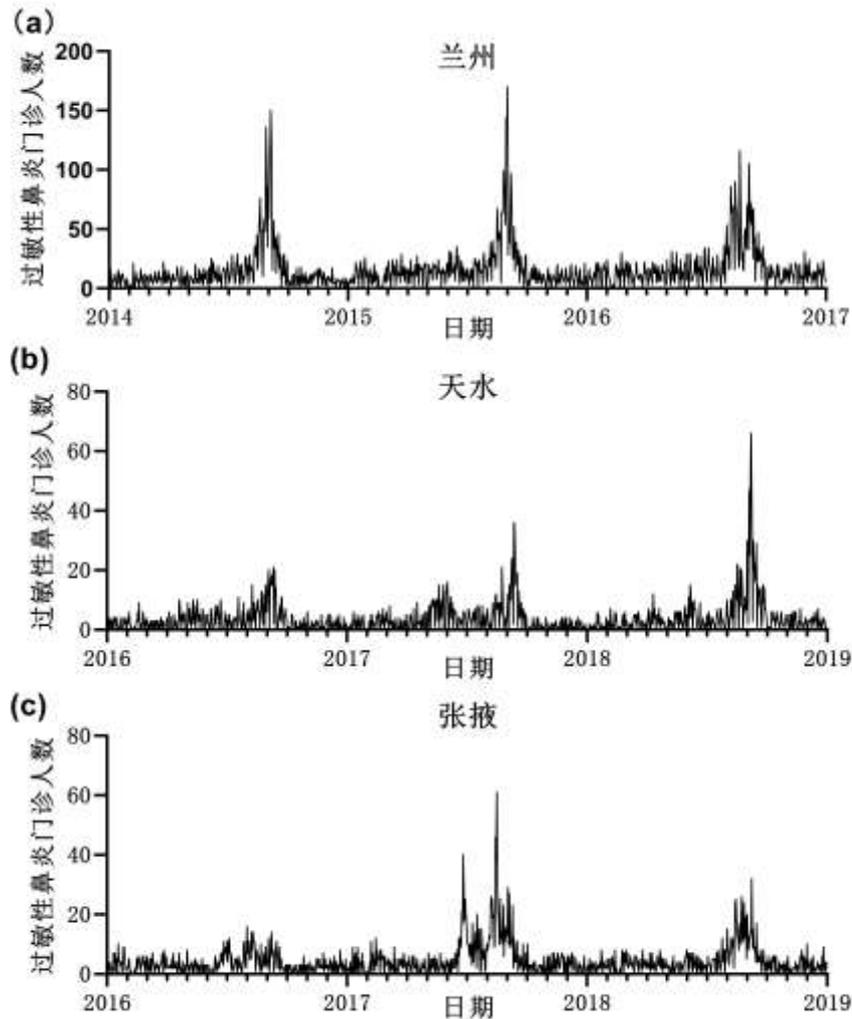


图1 (a) 2014—2016年兰州、(b) 2016—2018年天水、(c) 2016—2018年张掖过敏性鼻炎日门诊人数变化

Fig.1 The changes of the daily outpatient visits for allergic rhinitis in (a) Lanzhou from 2014 to 2016, (b) Tianshui from 2016 to 2018, and (c) Zhangye from 2016 to 2018

## 2.2 兰州、天水、张掖市气象因素及大气污染物特征

表1为2014—2016年兰州、2016—2018年天水、张掖市气象因素及大气污染物特征。三城市中，张掖湿度最低，其日均RH和AH分别为45.85%和 $4.58\text{g m}^{-3}$ ；天水湿度最高，其日均RH和AH分别为64.51%和 $8.13\text{g m}^{-3}$ 。对于气温而言，天水日均气温最高（ $12.48\text{ }^{\circ}\text{C}$ ），兰州日均气温最低（ $8.58\text{ }^{\circ}\text{C}$ ）。兰州和天水 $\text{PM}_{2.5}$ 浓度均超过国家《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级限值标准（ $35\text{ }\mu\text{g m}^{-3}$ ），兰州市 $\text{NO}_2$ 浓度超过国家《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级限值标准（ $40\text{ }\mu\text{g m}^{-3}$ ）。图2为兰州、天水、张掖地区

RH 及 AH 变化特征，可见两者均有显著的季节性差异，呈现夏季高、冬季低的特征。

表 1 兰州、天水、张掖大气污染物及气象因素特征

Table 1 Characteristics of air pollutants and meteorological factors in Lanzhou, Tianshui, Zhangye

地区	大气环境因素	平均值	标准差	最小值	中位数	最大值
兰州 (2014—2016)	RH/%	57.37	17.07	17.00	58.00	97.00
	AH/(g m <sup>-3</sup> )	5.74	3.75	0.71	4.96	16.42
	气温/°C	8.58	10.26	-17.50	10.40	27.60
	风速/(m s <sup>-1</sup> )	1.67	0.57	0.50	1.60	4.90
	NO <sub>2</sub> /(μg m <sup>-3</sup> )	50.87	21.24	12.00	48.00	140.00
	O <sub>3</sub> /(μg m <sup>-3</sup> )	81.85	33.37	18.00	76.50	194.00
	PM <sub>2.5</sub> /(μg m <sup>-3</sup> )	54.16	26.88	12.00	46.00	327.00
天水 (2016—2018)	RH/%	64.51	12.55	21.00	64.00	97.00
	AH/(g m <sup>-3</sup> )	8.13	4.48	0.91	7.56	18.20
	气温/°C	12.48	9.55	-10.20	13.45	30.40
	风速/(m s <sup>-1</sup> )	1.94	0.77	0.60	1.80	6.00
	NO <sub>2</sub> /(μg m <sup>-3</sup> )	34.68	15.49	7.00	32.00	88.00
	O <sub>3</sub> /(μg m <sup>-3</sup> )	92.18	34.02	4.00	92.00	210.00
	PM <sub>2.5</sub> /(μg m <sup>-3</sup> )	40.94	25.66	8.00	34.00	178.00
张掖 (2016—2018)	RH/%	45.85	16.33	12.00	44.50	100.00
	AH/(g m <sup>-3</sup> )	4.85	3.71	0.56	3.51	17.09
	气温/°C	8.71	12.42	-22.40	10.35	30.80
	风速/(m s <sup>-1</sup> )	2.88	1.02	1.00	2.70	8.90
	NO <sub>2</sub> /(μg m <sup>-3</sup> )	20.22	8.16	3.00	20.00	50.00
	O <sub>3</sub> /(μg m <sup>-3</sup> )	105.15	27.42	38.00	103.00	229.00
	PM <sub>2.5</sub> /(μg m <sup>-3</sup> )	34.42	25.86	3.00	29.00	352.00

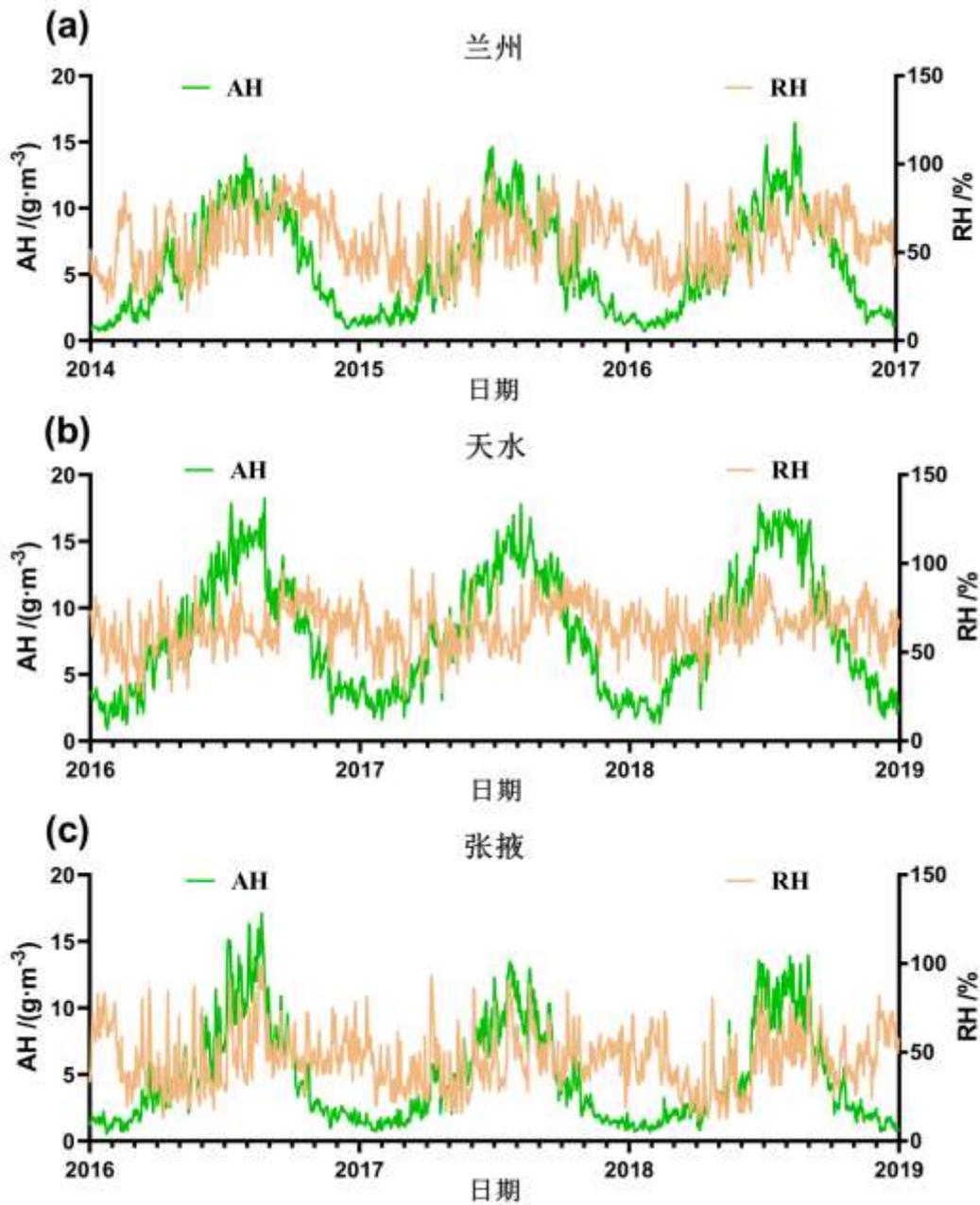


图 2 (a) 2014—2016 年兰州、(b) 2016—2018 年天水、(c) 2016—2018 年张掖相对湿度及绝对湿度变化

Fig.2 The changes of RH and AH in (a) Lanzhou from 2014 to 2016, (b) Tianshui from 2016 to 2018, and (c) Zhangye from 2016 to 2018

### 2.3 RH、AH 与过敏性鼻炎的关系

据图 3a-3c，三城市 RH 与过敏性鼻炎日门诊人数之间皆呈负相关，即过敏性鼻炎日门诊人数随着 RH 降低而增加。在单天滞后和累积效应方面，除张掖

RH 在单天滞后 7 天时与日门诊人数无显著关系外，三城市的过敏性鼻炎日门诊人数在所有滞后天数均随着 RH 降低而增加（表 2）。具体而言，在累积滞后 6 天时，兰州 RH 与过敏性鼻炎关系最强，而天水、张掖均在累积滞后 7 天时 RH 对过敏性鼻炎的效应最大。RH 每降低 1%，兰州、天水、张掖过敏性鼻炎日门诊人数分别增加 1.36%、2.30%和 1.50%。图 3d-3f 为 AH 与过敏性鼻炎日门诊人数之间的暴露反应关系图，结果提示兰州、天水、张掖三城市的 AH 与过敏性鼻炎日门诊人数呈现负相关趋势，提示 AH 降低可能会引起过敏性鼻炎日门诊人数增加。表 2 为 AH 对日门诊人数的单独滞后效应和累积滞后效应。在效应（ER）最大滞后天数，AH 每降低  $1 \text{ g}\cdot\text{m}^{-3}$ ，兰州、天水及张掖过敏性鼻炎日门诊人数分别增加 14.92%、16.00% 和 13.98%。

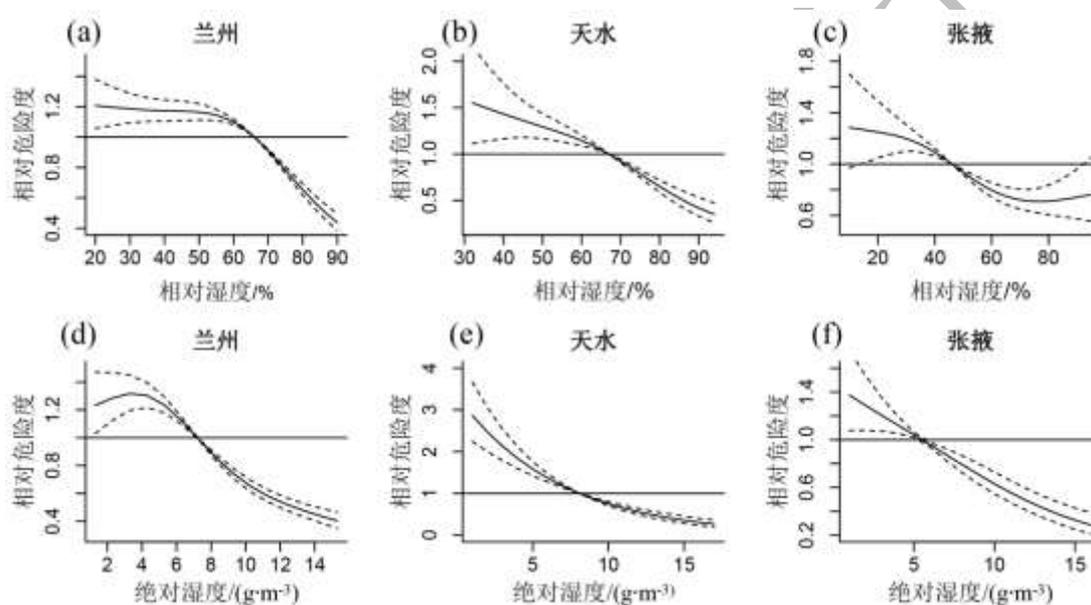


图 3 2014—2016 年 (a、d) 兰州、2016—2018 年 (b、e) 天水、(c、f) 张掖相对湿度和绝对湿度在累积滞后 2 天时与过敏性鼻炎日门诊人数的暴露反应关系图

Fig. 3 Exposure response diagram of relative humidity and absolute humidity with the daily outpatient visits for allergic rhinitis in cumulative lag 2 days.

表 2 相对湿度、绝对湿度与过敏性鼻炎日门诊人数之间的关系

Table 2 Relationship between relative humidity, absolute humidity and the number of daily outpatient visits for

allergic rhinitis

滞后天数	相对湿度 (ER/%)			绝对湿度 (ER/%)		
	兰州	天水	张掖	兰州	天水	张掖
单天滞后 0 天	0.63*	1.36*	0.70*	6.05*	10.75*	7.68*
单天滞后 1 天	0.79*	1.60*	0.78*	8.27*	11.73*	8.03*
单天滞后 2 天	0.67*	0.71*	0.54*	8.24*	5.46*	7.21*

单天滞后 3 天	0.44*	0.48*	0.38*	6.72*	2.62*	5.23*
单天滞后 4 天	0.52*	0.40*	0.54*	6.77*	0.62	5.96*
单天滞后 5 天	0.46*	0.41*	0.38*	4.58*	0.02	3.08*
单天滞后 6 天	0.40*	0.57*	0.35*	4.33*	1.20	1.94
单天滞后 7 天	0.22*	0.68*	0.17	3.73*	2.26*	-0.28
累积滞后 1 天	0.94*	2.24*	1.01*	8.95*	15.80*	9.92*
累积滞后 2 天	1.13*	2.20*	1.19*	11.05*	16.00*	11.61*
累积滞后 3 天	1.18*	2.07*	1.24*	12.05*	14.00*	12.30*
累积滞后 4 天	1.26*	2.00*	1.40*	13.13*	11.75*	13.53*
累积滞后 5 天	1.32*	2.01*	1.43*	13.60*	9.98*	13.83*
累积滞后 6 天	1.36*	2.11*	1.49*	14.26*	9.42*	13.98*
累积滞后 7 天	1.34*	2.30*	1.50*	14.92*	9.67*	13.79*

注：\*表示通过  $\alpha=0.05$  显著性水平检验

\* indicates passing the significant level test at  $\alpha=0.05$

## 2.4 亚组分析

表 3 为不同季节下环境湿度（RH 和 AH）在最强效应滞后日对过敏性鼻炎门诊人数的影响。不同地区和季节，环境湿度对过敏性鼻炎门诊人数的影响存在一定差异。结果显示，兰州市环境湿度对过敏性鼻炎的风险在冬季较高，ER 值显著高于其他季节。而天水和张掖环境湿度对过敏性鼻炎的风险则在夏季高于其他季节。对比 AH 和 RH 两者对过敏性鼻炎日门诊人数估计的 ER 值，可见以 AH 计算的 ER 值变化显著高于 RH，提示在研究湿度对过敏性鼻炎的影响时，AH 较 RH 更为敏感。

表 3 不同季节下环境湿度对过敏性鼻炎日门诊人数的最大效应

Table 3 The maximum effects of environmental humidity on the daily outpatient visits for allergic rhinitis in different seasons

城市	湿度	春季 (3-5 月)	夏季 (6-8 月)	秋季 (9-11 月)	冬季 (12、1-2 月)
兰州	RH (ER/%)	1.06*	1.07*	1.86*	1.89*
	AH (ER/%)	7.25	4.52*	15.39*	58.13*
天水	RH (ER/%)	1.19*	2.98*	2.82*	0.64
	AH (ER/%)	8.33	15.46*	8.83	15.33
张掖	RH (ER/%)	0.72	2.22*	1.17	0.60
	AH (ER/%)	7.37	13.82*	11.91*	32.78

\*表示通过  $\alpha=0.05$  显著性水平检验

\* indicates passing the significant level test at  $\alpha=0.05$

## 2.5 湿度与大气污染物对过敏性鼻炎影响的交互作用

如图 4 所示，大气污染物及低湿度均会影响过敏性鼻炎日门诊人数。大气 PM<sub>2.5</sub>、NO<sub>2</sub>、O<sub>3</sub> 和低湿度对敏性鼻炎日门诊人数的影响存在显著交互作用，这种效应在张掖最为显著。随着环境湿度的降低和各大气污染物浓度的升高，过敏性鼻炎发病风险增加。尽管该结果在兰州、天水市不尽相同，但均提示低湿是过敏性鼻炎发病的重要危险因素，并在高浓度的污染物下风险更高。

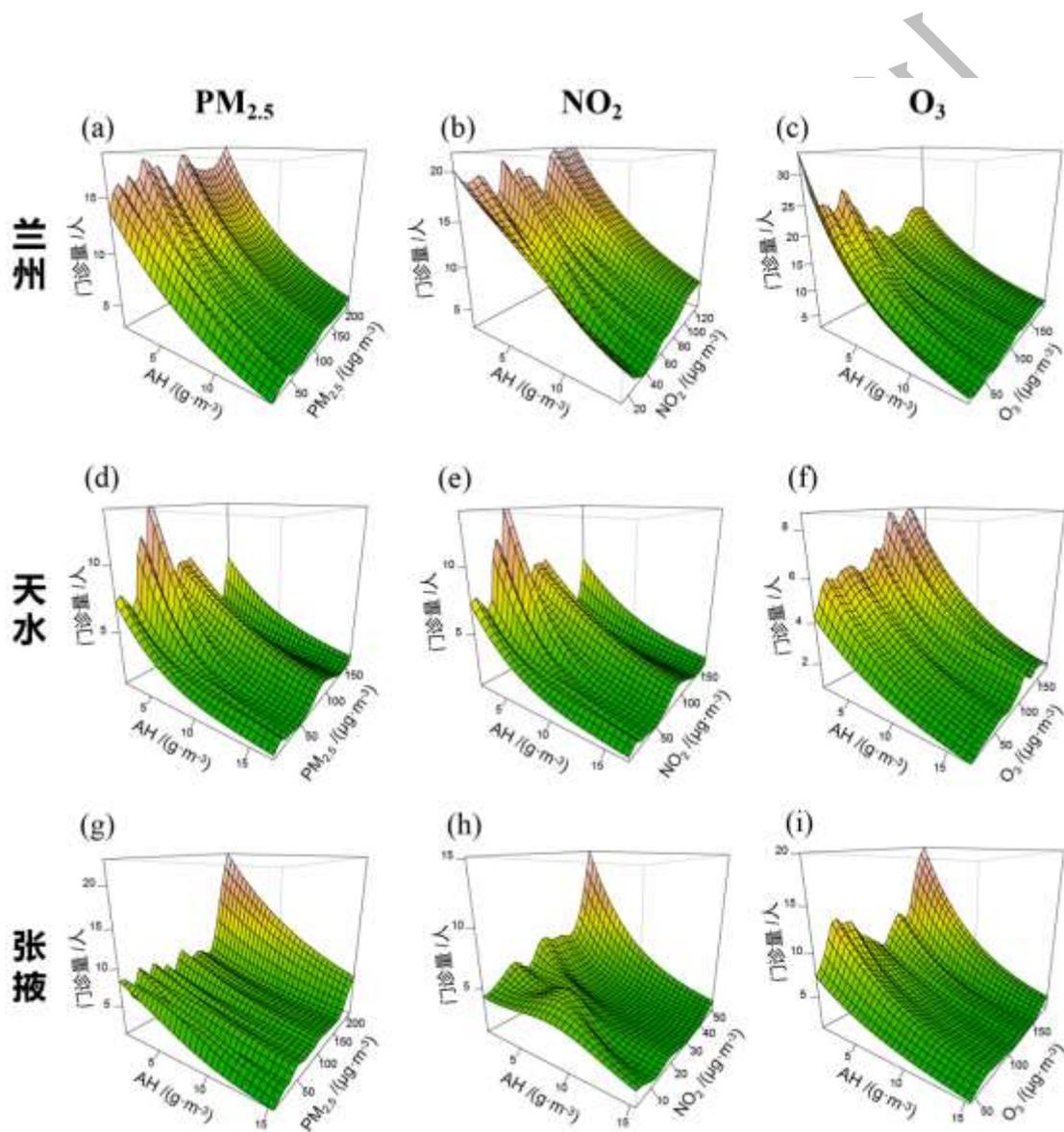


图 4 2014—2016 年 (a-c) 兰州、2016—2018 年 (d-f) 天水、(g-i) 张掖绝对湿度与大气污染物对过敏性鼻炎日门诊人数的联合作用

(绝对湿度 (AH) 滞后天数为最强效应滞后日；大气污染物为 2 天滑动平均污染物浓度)

Fig 4 Combined effects of absolute humidity and air pollutants on the daily outpatient visits for allergic rhinitis in (a-c) Lanzhou from 2014 to 2016, (d-f) Tianshui from 2016 to 2018, and (g-i) Zhangye from 2016 to 2018

(The absolute humidity (AH) lag day is the strongest effect lag day; the air pollutants are 2-day moving average pollutant concentrations)

### 3 结论与讨论

本文利用兰州、天水、张掖市多年过敏性鼻炎日门诊人数与气象数据，分析了环境湿度对过敏性鼻炎的影响，发现三城市过敏性鼻炎发生高峰期为 8-9 月，这与天津的一项研究结果相似（袁卫玲等, 2019）。夏秋季节天气多变，9 月进入秋季，风速高，湿度逐渐降低，极易引起许多过敏原如花粉等的扩散，进而导致过敏性鼻炎的发生风险增加，并显著高于其他时段。本研究结果进一步为过敏性鼻炎的防控提供了科学依据。

安徽合肥的一项研究发现高、低 RH 均可能引发过敏性鼻炎，但低 RH 的风险较高(Duan et al, 2019)。本文也发现低湿会导致过敏性鼻炎日门诊人数的显著增加，但高湿的影响不显著。这可能与本研究的研究区域较低日均湿度有关。甘肃省地处我国的干旱半干旱区域，兰州、天水、张掖作为其典型代表城市，日均 RH 分别为 57.4%、64.5%、45.9%，而安徽合肥地区日均 RH 为 75.8%，不同的湿度水平可能导致了该结果的差异。天水市 AH 和 RH 对过敏性鼻炎的最大效应值均高于兰州、张掖。这可能与兰州、张掖常年干旱、降水量低，进而导致当地居民对低湿度有一定的适应性有关。而天水相对湿润、强降水量发生概率高，居民可能对低湿环境更加敏感，因此环境湿度与过敏性鼻炎的关系更强（杨银等, 2019）。有研究发现低湿可降低鼻黏膜对过敏原的屏障作用，有利于过敏原的扩散（Jones and Harrison, 2004），从而导致鼻损伤。同时，干燥环境会导致鼻出血（Danielides et al, 2002）和鼻黏膜受损，从而促进空气中的过敏原进入机体，导致喷嚏、流涕等症状发生。尽管如此，本研究结果也再一次证实，干燥低湿环境可促进过敏性鼻炎的发生和加重。

此外，大量研究发现 RH 与过敏性疾病的发生有关（刘华悦等, 2019; Hu et al,

2020), 但关于 AH 与过敏性疾病的研究相对较少(翟文慧, 2014)。因此, 本研究探讨了 AH 与 RH 两湿度指标对过敏性鼻炎的影响, 结果显示两指标均与其呈负相关, 且两模型的拟合度均达到 60% 以上, 说明 AH 与 RH 均可作为湿度的特征性指标用于评价环境湿度对过敏性鼻炎的影响。尽管如此, 本研究发现 AH 对过敏性鼻炎的效应估计值比 RH 的效应估计值更大, 提示 AH 在探讨湿度对过敏性鼻炎的影响时比 RH 更加灵敏。因此, 在未来的研究中, 应该重视 AH 在环境湿度与健康效应研究方面的应用, 尤其在干旱环境中的应用(Zhang et al, 2014)。

综上, 本研究选择地处干旱半干旱地区的三个城市作为研究地域, 结果均表明低湿环境可能会促进过敏性鼻炎的发作, 且有一定的滞后效应。因此, 为预防其发生和发展, 干旱及半干旱地区居民可适当增加室内空气湿度, 并在室外做好防护, 以便减轻过敏性鼻炎的加重和发生。尽管如此, 本研究作为横断面研究, 在解释湿度影响过敏性鼻炎的因果关系上还存在一定的局限, 在未来的研究中还需加强人群队列的建立, 进而明确过敏性鼻炎和湿度的关系及机制。

## 参考文献

- 董群, 肖王星, 俞科爱, 等, 2020. 影响污染物浓度的气象条件[J]. 浙江农业科学, 61(7): 1475-1478.  
Dong Q, Xiao W X, Yu K A, et al, 2020. Influence of meteorological conditions on pollutant concentration[J]. J Zhejiang Agric Sci, 61(7): 1475-1478 (in Chinese).
- 樊琳, 顾清, 曾强, 2019. 广义相加模型在大气污染流行病学研究中的应用进展[J]. 环境与职业医学, 36(7): 676-681. Fan L, Gu Q, Zeng Q, 2019. Progress in the application of generalized additive model in epidemiologic studies on air pollution[J]. J Environ Occup Med, 36(7): 676-681 (in Chinese).
- 廖要明, 张存杰, 2017. 基于MCI的中国干旱时空分布及灾情变化特征[J]. 气象, 43(11): 1402-1409.  
Liao Y M, Zhang C J, 2017. Spatio temporal distribution characteristics and disaster change of drought in China based on meteorological drought composite index[J]. Meteor Mon, 43(11): 1402-1409 (in Chinese).
- 刘华悦, 付桂琴, 王洁, 2019. 石家庄市气象要素对成人哮喘住院人数的影响[J]. 气象与环境学报, 35(5): 137-143. Liu H Y, Fu G Q, Wang J, 2019. The effect of meteorological elements on adult asthma hospitalization in Shijiazhuang[J]. J Meteor Environ, 35(5): 137-143 (in Chinese).
- 杨银, 李岩琰, 陈豫英, 等, 2019. 基于Copula函数的甘肃河东短时强降水特征分析[J]. 气象, 45(5): 632-640. Yang Y, Li Y Y, Chen Y Y, et al, 2019. Characteristics of short-time heavy rainfall in Hedong Area of Gansu based on copula-function[J]. Meteor Mon, 45(5): 632-640 (in Chinese).
- 袁卫玲, 刘丹, 史丽萍, 等, 2019. 基于四季六气探讨天津市过敏性鼻炎滞后发病与气象因素相关性的研究[J]. 中国中医基础医学杂志, 25(3): 319-322. Yuan W L, Liu D, Shi L P, et al, 2019. Study on the correlation between delayed onset of allergic rhinitis and meteorological factors in

- Tianjin based on four seasons and six qi[J]. *J Basic Chin Med*, 25(3): 319-322 (in Chinese).
- 翟文慧, 2014. 气候因子和空气污染物与哮喘急诊就医的关系研究[D]. 北京: 中国人民解放军医学院. Zhai W H, 2014. The relationship between climatic parameters and air pollutants on emergency room visits for asthma[D]. Beijing: Chinese PLA General Hospital & Medical School PLAAr (in Chinese).
- Bishan C, Bing L, Chixin C, et al, 2020. Relationship between airborne pollen assemblages and major meteorological parameters in Zhanjiang, South China[J]. *Plos one*, 15(10): e0240160.
- Brożek J L, Bousquet J, Agache I, et al, 2017. Allergic Rhinitis and its Impact on Asthma (ARIA) guidelines—2016 revision[J]. *J Allergy Clin Immunol*, 140(4): 950-958.
- Chen R J, Yin P, Meng X, et al, 2017. Fine particulate air pollution and daily mortality. A nationwide analysis in 272 Chinese cities[J]. *Am J Respir Crit Care Med*, 196(1): 73-81.
- Danielides V, Kontogiannis N, Bartzokas A, et al, 2002. The influence of meteorological factors on the frequency of epistaxis[J]. *Clin Otolaryngol Allied Sci*, 27(2): 84-88.
- Duan J, Wang X, Zhao D S, et al, 2019. Risk effects of high and low relative humidity on allergic rhinitis: time series study[J]. *Environ Res*, 173: 373-378.
- He S, Mou Z, Peng L, et al, 2017. Impacts of meteorological and environmental factors on allergic rhinitis in children[J]. *Int J Biometeorol*, 61(5): 797-806.
- Hu Y B, Cheng J, Jiang F, et al, 2020. Season-stratified effects of meteorological factors on childhood asthma in Shanghai, China[J]. *Environ Res*, 191: 110115.
- Jones A M, Harrison R M, 2004. The effects of meteorological factors on atmospheric bioaerosol concentrations—a review[J]. *Sci Total Environ*, 326(1-3): 151-180.
- Lee H, Honda Y, Hashizume M, et al, 2015. Short-term exposure to fine and coarse particles and mortality: a multicity time-series study in East Asia[J]. *Environ Pollut*, 207: 43-51.
- Liu J T, Zhou J, Yao J X, et al, 2020. Impact of meteorological factors on the COVID-19 transmission: a multi-city study in China[J]. *Sci Total Environ*, 726: 138513.
- Ma Y L, Zhao Y D, Liu J T, et al, 2020. Effects of temperature variation and humidity on the death of COVID-19 in Wuhan, China[J]. *Sci Total Environ*, 724: 138226.
- Mu Z, Chen P L, Geng F H, et al, 2017. Synergistic effects of temperature and humidity on the symptoms of COPD patients[J]. *Int J Biometeorol*, 61(11): 1919-1925.
- Shaman J, Kohn M, 2009. Absolute humidity modulates influenza survival, transmission, and seasonality[J]. *Proc Natl Acad Sci USA*, 106(9): 3243-3248.
- Yalcin A D, Basaran S, Bisgin A, et al, 2013. Pollen aero allergens and the climate in mediterranean region and allergen sensitivity in allergic rhinoconjunctivitis and allergic asthma patients[J]. *Med Sci Monit*, 19: 102-110.
- Zhang F Y, Wang W Y, Lv J M, et al, 2011. Time-series studies on air pollution and daily outpatient visits for allergic rhinitis in Beijing, China[J]. *Sci Total Environ*, 409(13): 2486-2492.
- Zhang H H, Liu S, Chen Z J, et al, 2020. Effects of variations in meteorological factors on daily hospital visits for asthma: a time-series study[J]. *Environ Res*, 182: 109115.
- Zhang K, Li Y, Schwartz J D, et al, 2014. What weather variables are important in predicting heat-related mortality? A new application of statistical learning methods[J]. *Environ Res*, 132: 350-359.