2015—2021年呼伦贝尔市居民呼吸系统、循环系统疾病死亡率变化趋势与气象因素变化特征关联性分析*

李宏伟[1#]　王　勇[2#]　巴特尔[1]　李乌云塔娜[1]　郝文利[1]　刘艳超[1]　曹　宁[1]　赵灵燕[1]　李海玲[1△]

【提　要】 目的　了解呼伦贝尔市气候特点与当地居民呼吸系统疾病、循环系统疾病（以下简称两病）死亡情况，探讨不同季节气象因素对居民呼吸系统、循环系统疾病死亡率的影响。**方法**　收集2015—2021年呼伦贝尔市日平均气温、日平均气压、日相对湿度、日平均2分钟风速及呼吸系统、循环系统疾病死亡资料，采用广义加性模型（generalized additive model，GAM）探讨气象因素与循环系统疾病及呼吸系统疾病死亡的非线性关系。**结果**　呼伦贝尔市全年气温1月最低、7月最高。2015—2021年循环系统疾病年均死亡率为480.235/10万，男性高于女性（$P<0.05$）。75岁及以上年龄组死亡率最高，与其他年龄组差异有统计学意义（$P<0.05$），且各年龄组男性死亡率均高于女性（$P<0.05$）。循环系统疾病主要死因为缺血性心脏病、脑血管疾病和高血压病；呼吸系统疾病主要死因为肺炎和慢性下呼吸道疾病。气温和气压对两类疾病死亡均存在显著非线性影响（$P<0.05$），湿度在循环系统疾病中显著，风速影响不显著。**结论**　对当地居民呼吸系统疾病和循环系统疾病年平均死亡率和标准化死亡率进行比较，发现男性均高于女性。四种气象因素中，日平均温度对两种疾病的影响最为显著，尤其是低温明显升高循环系统疾病死亡风险。气压、湿度和风速的效应相对较弱但仍存在一定趋势，不确定性较高。

【关键词】 呼吸系统疾病　循环系统疾病　气象因素
【中图分类号】 R122　　**【文献标志码】** A　　**DOI** 10.11783/j.issn.1002-3674.2026.03.012

近年来全球气候变暖问题日益突出，气温、气湿等环境相关因素的剧烈变化对人群健康影响更加明显。联合国政府气候变化专门委员会第六次报告指出，2011—2020年全球地表温度比1850—1900年升高了1.1℃[1]。气候剧烈变化导致的人群健康问题引起诸多专家学者的广泛关注。大量流行病学研究发现极端气候能够对人群健康产生极大影响，人们对温度的敏感性可能以多种方式影响呼吸道传染性病毒侵入人体，并对人群患病及死亡的风险造成威胁；极端温度效应可对呼吸系统以及心脑血管系统造成严重的损害[2-4]。2019年，全球主要的死亡原因前三位为（按死亡总人数排列）心血管疾病、呼吸系统疾病和新生儿疾病[5]。在各种自然环境和社会经济因素中，气象因素对心脑血管疾病人群的影响在多项研究中被证实。因此，气象因素会在多方面影响心血管循环系统、呼吸系统疾病发病、流行，从而对人体健康造成影响[6]。

呼伦贝尔市位于我国东北部，东经115°31′~126°04′，北纬46°10′~53°26′之间。呼伦贝尔市气候分布特点以大兴安岭为分界线。全市气候的总特征呈现为，全市气候特点是冬季寒冷漫长，夏季温凉短促，春季干燥风大，秋季气温骤降明显。全市大部分地区年平均气温在0℃以下。最冷月（1月）平均气温在-18~-30℃之间，最热月（7月）平均气温在16~21℃之间[7-8]。由于呼伦贝尔市地处偏僻森林区，人口密度低，其气候变化特征少有研究。呼伦贝尔市以低温为气候特征，研究表明低温等环境因素与循环系统、呼吸系统疾病的发病、流行有关联。因此，本文旨在研究呼伦贝尔市不同气象因素与呼吸系统及循环系统死亡趋势之间的关系，进一步揭示呼伦贝尔市气候对当地居民呼吸系统疾病及循环系统疾病死亡风险的影响，探究不同性别、不同年龄患两种疾病人群对气温变化的敏感性，为呼伦贝尔市循环系统及呼吸系统疾病的防治和制定防护措施及针对性气候调节政策提供一定的理论依据。

材料与方法

1. 资料来源

（1）气象数据

2015—2021年呼伦贝尔市气象监测数据来源于中国气象数据网，数据内容主要包括日平均温度（℃）、日相对湿度（%）、日平均2分钟风速（m/s）、日平均气压（hpa）等信息。

（2）居民死亡数据

居民死因监测数据来源于呼伦贝尔市疾病预防控制中心死因登记报告信息系统。该数据主要包括死者的性别、年龄、职业、居住地、根本死亡原因、死亡日期等。

死因按照国际疾病分类编码第十次修订版进行记录，对主要死因进行分类：循环系统疾病编码

*基金项目：内蒙古自治区自然科学基金（2025MS08170）；内蒙古医科大学教学创新团队建设项目（NYCXTD202508）
1.内蒙古医科大学（010059）
2.呼伦贝尔市疾病预防控制中心
#共同第一作者
△通信作者：李海玲，E-mail：lihailing511@126.com

(I00~I99)，呼吸系统疾病编码(J00~J99)，缺血性心脏病编码(I20~I25)，脑血管疾病编码(I60~I69)，高血压病编码(I10~I15)，居民日死亡人数按照死亡日期进行整理。

(3)人口数据

呼伦贝尔市人口资料来源于当地统计部门，收集2015—2021年包含性别、年龄别构成比的人口数据。根据国家统计局发布的2020年第七次全国人口普查数据，获得全国总人口、不同性别和年龄别人口数据，并以此计算标准化死亡率。

2. 研究方法

(1)描述性研究

对2015—2021年呼伦贝尔市逐日气象资料、疾病死亡资料进行整理，分别求取平均值、标准差、最大值、最小值和四分位数等，对气象因素变化情况描述。计算不同年龄、性别两病死亡率差异有无统计学意义。

(2)相关性分析

采用广义加性模型(generalized additive model, GAM)探讨气象因素与循环系统疾病及呼吸系统疾病死亡的非线性关系。因变量分别为2015—2021年呼伦贝尔市每年每月循环系统疾病和呼吸系统疾病死亡人数，自变量包括月平均气温、气压、相对湿度和2分钟平均风速。模型采用Poisson分布，使用R软件mgcv包进行拟合，每个气象变量使用平滑样条函数(spline)建模。对每个平滑项进行似然比检验，报告有效自由度(effective degree of freedom，EDF)、χ^2/F统计量及P值，所有统计检验均为双侧检验，以$P<0.05$为差异有统计学意义。模型优度通过偏差解释率和AIC评估[9-10]。

(3)人口数据分析

以国家统计局发布的第七次全国人口普查数据为标准，获得全国总人口、不同性别和年龄组人口数据，得到预期死亡人数，并以此为标准对呼伦贝尔市呼吸系统、循环系统死亡数据进行率的标准化计算。

3. 统计分析

将2015—2021年呼伦贝尔市逐日气象资料、疾病死亡资料进行整理，分别求取平均值、标准差、最大值、最小值，并对呼吸系统疾病、循环系统疾病死亡人数按照年龄、性别分类，利用SPSS 25.0统计分析各要素基本特征和疾病的死亡情况，计算各年龄组标准化死亡率。分析2015—2021年呼伦贝尔市呼吸系统、循环系统疾病死亡情况。标准化死亡率消除年龄构成比不平衡，以标准人口年龄构成对粗死亡率进行处理，反映数据均衡可比。标准化死亡率=标准组年龄别人口构成比×实际年龄组死亡率。

呼吸系统、循环系统死亡率等定性资料采用卡方检验。采用GAM模型对四种气象因素与两种疾病发病人数的非线性关系进行拟合分析。GAM能够灵活捕捉自变量与因变量之间的非线性关系，并通过平滑函数展示变量的影响趋势。本研究采用R软件进行GAM拟合。

结　果

1. 2015—2021年呼伦贝尔市气象因素变化趋势特征

研究收集了2015—2021年呼伦贝尔市共计2550天的逐日气象因素数据资料，并对离群值及缺失数据进行了删除。呼伦贝尔市冬季寒冷漫长，夏季温凉短促，2015年1月1日至2021年12月31日共计2551天的日平均气温为−0.78℃，最小值为−38.30℃，最大值为27.20℃。日平均气压均数为936.67hpa，最小值为912.20hpa，最大值为961.70hpa。日平均湿度平均值为67.06%，最小值为19.00%，最大值为97.00%；日平均2分钟风速平均值为1.96m/s，最小值为0.00m/s，最大值为29.00m/s；气象因素变化情况见表1。

表1　2015—2021年呼伦贝尔市气象因素变化情况

气象因素	最小值	$P_{2.5}$	P_{25}	P_{50}	P_{75}	$P_{97.5}$	最大值	$\bar{x}\pm s$
日平均气温(℃)	−38.30	−30.35	−16.55	2.30	14.78	23.00	27.20	−0.78±16.21
日平均气压(hPa)	912.20	922.50	931.10	936.30	942.20	951.62	961.70	936.67±7.73
日相对湿度(%)	19.00	33.30	60.00	70.00	76.00	89.00	97.00	67.06±13.75
日平均2分钟风速(m/s)	0.00	0.50	1.20	1.70	2.50	4.60	29.00	1.96±1.16

2. 呼伦贝尔市2015—2021年循环系统疾病死亡

2015—2021年呼伦贝尔市死亡人数共计130425人，因循环系统疾病死亡人口共计73223人，占总死亡人口56.15%。男性42908人，占总死亡人口数32.90%。女性30615人，占总死亡人口数23.48%。呼伦贝尔市死因监测点全人群循环系统疾病粗死亡率在2021年最高，为498.158/10万，除2018年有所下降外，其余年份均处于逐步上升趋势，且2020—2021年增幅较大。研究以2020年第七次全国人口普查数据为标准人口数据，按年龄进行标准化，结果显示全人群标化死亡率在2016年最高(480.235/10万)，其次是2017年(477.595/10万)，2020年(440.644/10万)降至最低，在2021年有小幅上升趋势，男性历年粗死亡率及标化死亡率均高于女性水平，说明循环系统疾病对男性造成疾病负担较大。2015—2021年呼伦贝尔市循环系统粗死亡率年度变化百分比为3.04%(P=

0.032），即循环系统疾病死亡呈逐年上升趋势（图1）。

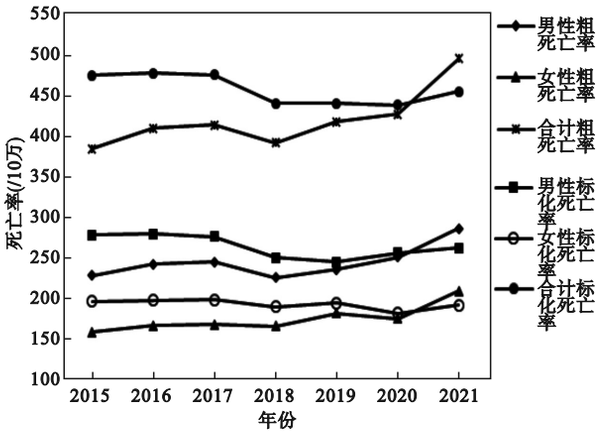


图1　2015—2021年呼伦贝尔市循环系统死亡情况

根据2015—2021年呼伦贝尔市各年龄组呼吸系统疾病、循环系统疾病各年龄组实际死亡情况，本研究将总死亡人群分为0~9岁、10~14岁、15~19岁、20~24岁、25~29岁、30~34岁、35~39岁、40~44岁、45~49岁、50~54岁、55~59岁、60~64岁、65~69岁、70~74岁、75~79岁、80~84岁和≥85岁共计17个年龄组，对各年龄组循环系统、呼吸系统死亡情况进行χ^2检验，结果显示年龄组整体间差异有统计学意义，进而用Bonferroni法进行多个年龄组样本间的两两比较，将检验水准α调整为α'=0.0029（保留四位有效数字）进行检验。在因循环系统疾病死亡的各年龄组中，75~79岁、80~84岁、≥85岁年龄组死亡率与其他各组之间差异均有统计学意义（表2）。

表2　2015—2021年循环系统疾病分年龄组死亡情况

死亡年龄（岁）	男性		女性		合计	
	例数	粗死亡率（1/10万）	例数	粗死亡率（1/10万）	例数	粗死亡率（1/10万）
0~9	12	1.68	110	16.07	122	8.73
10~14	5	1.52	39	12.31	44	6.82
15~19	25	5.74	75	18.14	100	11.78
20~24	49	8.95	59	11.27	108	10.08
25~29	102	16.85	111	19.83	213	18.28
30~34	251	37.76	164	27.19	415	32.73
35~39	533	66.61	225	31.00	758	49.68
40~44	1163	132.60	427	52.26	1590	93.85
45~49	2221	216.82	829	85.31	3050	152.80
50~54	3334	396.51	1241	155.42	4575	279.08
55~59	3662	532.12	1691	248.42	5353	391.05
60~64	4359	945.26	2276	478.56	6635	708.31
65~69	4794	1588.49	3229	866.27	8023	1189.40
70~74	4523	1819.95	3918	1273.74	8441	1517.83
75~79	5746	3181.78	5402	2711.18	11148	2934.92
80~84	6119	6148.94	5367	5429.99	11486	5790.69
≥85	6010	12687.09	5452	9766.23	11462	11107.02

3. 呼伦贝尔市2015—2021年呼吸系统疾病死亡

2015—2021年因呼吸系统疾病死亡人数共计7565人，其中男性4373人（57.80%），占总死亡人口数0.034%，女性3192人（42.19%），占总死亡人口数0.024%。男性粗死亡率在2016—2019年呈上升趋势，在2019年达到最大值（32.229/10万），之后呈显著下降趋势，在2021年有所回升，女性粗死亡率变化趋势同男性粗死亡率（图2）。

在因呼吸系统疾病死亡的各年龄组中，虽然结果显示17个年龄组死亡率不全相同，但对各年龄组死亡率进行两两比较后发现，未见与其他各组死亡率差异均有统计学意义的年龄组（表3）。

2015—2021年呼伦贝尔市共计17469万人，结果显示在循环系统疾病死亡情况中，死因前三分别为缺血性心脏病（197.06/10万）、脑血管疾病（156.25/10万）和高血压病（13.35/10万）。在呼吸系统死亡情况中，死因前两位分别为肺炎（13.22/10万）和慢性下呼吸道疾病（11.79/10万），见表4。

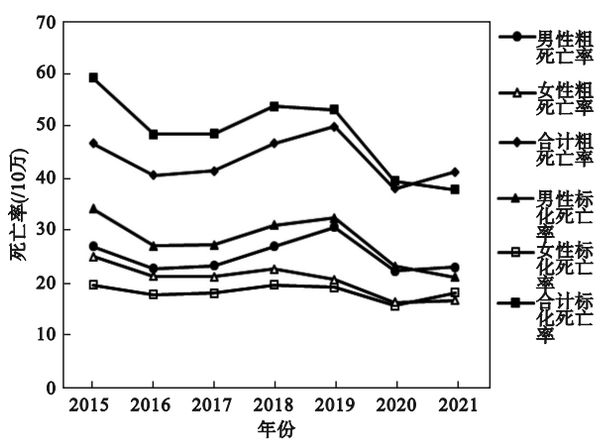


图2　2015—2021年呼伦贝尔市呼吸系统死亡率变化情况

表3 2015—2021年呼吸系统疾病分年龄组死亡情况

年龄组(岁)	男性		女性		合计	
	例数	粗死亡率(1/10万)	例数	粗死亡率(1/10万)	例数	粗死亡率(1/10万)
0~9	15	2.10	14	2.04	29	2.07
10~14	4	1.22	2	0.63	6	0.93
15~19	0	0	3	0.72	3	0.35
20~24	7	1.28	7	1.34	14	1.31
25~29	9	1.49	8	1.49	17	1.46
30~34	15	2.26	14	2.32	29	2.29
35~39	29	3.62	15	2.07	44	2.88
40~44	62	7.07	36	4.41	98	5.78
45~49	141	13.76	76	7.82	217	10.87
50~54	187	22.24	130	16.28	317	19.34
55~59	251	36.47	165	24.24	416	30.39
60~64	331	71.78	200	42.05	531	56.69
65~69	416	137.84	342	91.75	758	112.37
70~74	459	184.69	374	121.59	833	149.79
75~79	716	396.48	523	262.48	1239	326.19
80~84	793	796.88	621	628.29	1414	712.87
≥85	938	1980.11	655	1173.31	1593	1543.66

表4 2015—2021年循环系统、呼吸系统疾病主要死因死亡人数

疾病	男性		女性		合计	
	死亡人数	粗死亡率(1/10万)	死亡人数	粗死亡率(1/10万)	死亡人数	粗死亡率(1/10万)
循环系统疾病						
高血压病	1211	6.93	1121	6.42	2332	13.35
缺血性心脏病	19077	109.20	15380	88.05	34425	197.06
脑血管疾病	17285	98.95	10010	57.30	27295	156.25
呼吸系统疾病						
慢性下呼吸道疾病	1062	6.08	1027	5.88	2059	11.79
肺炎	1455	8.33	855	4.89	2310	13.22

4. 循环系统、呼吸系统死亡情况按月分布

由图3,在循环系统死亡情况中,男性死亡人数均高于女性,总体死亡人数在1月份最多,8月份最少,冬春季死亡人数相近且均大于夏、秋两季死亡人数,冬季死亡人数略高于春季死亡人数。由图4可知在呼吸系统死亡情况中,男性死亡人数同样大于女性死亡人数,且总体死亡人数在1月份最多,8月份最少,但在4、7、10月份出现死亡小高峰,呼吸系统死亡人数冬季大于其余三季,且循环系统死亡人数冬季>春季>秋季>夏季,提示不同气象因素对男、女两性循环系统、呼吸系统疾病死亡情况有影响。

5. 2015—2021年呼伦贝尔市死亡人数的气象相关影响因素GAM模型

气温和气压的平滑效应在两种疾病中均达到统计学显著水平(P<0.05),提示存在非线性影响。湿度在循环系统疾病中显著(P<0.05),呼吸系统疾病边缘显著(P≈0.05)。风速效应在两种疾病中均未达显著(P>0.05),提示影响可能较弱或样本量不足。模型的偏差解释率均接近70%,拟合优度较好,见表5。图5和图6显示了气象因素与两种疾病死亡数的平滑效应曲线。纵坐标表示气象因素对死亡数的平滑效应估计值,可理解为控制其他变量后该气象因素对死亡风险的相对贡献。曲线表示平滑函数拟合结果,显示气象因素变化时死亡风险的相对趋势。阴影表示95%置信区间。曲线低于0表示该气象因素在该范围内可能与死亡风险呈负相关(风险降低),高于0则表示风险升高。

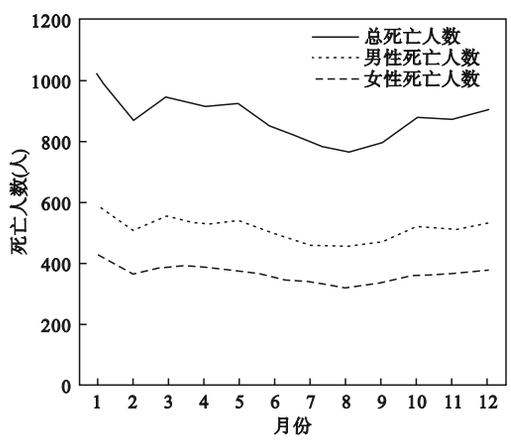


图3 循环系统疾病死亡按月分布情况

图5显示,曲线呈明显的低温高风险特征。在低温段(−25℃至−10℃),死亡风险显著升高,提示寒冷是循环系统疾病死亡的重要危险因素。温度升高后风

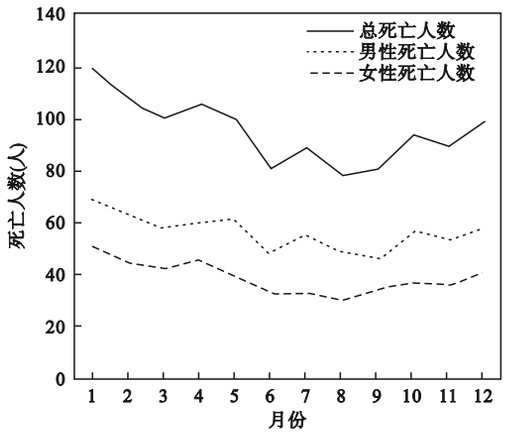


图 4　呼吸系统疾病死亡按月分布情况

险逐渐降低，在接近 20℃时死亡风险达到最低。极端高温未表现出明显的风险升高。日平均气压整体曲线较为平稳，且置信区间较宽。在常见气压范围内，死亡风险波动不大，说明气压对循环系统疾病死亡的影响相对有限或不确定。仅在极端气压端点处风险波动较大，但可信度不足。在低湿度区域（约 40% 附近）死亡风险有所升高，但置信区间较宽。湿度升高后，曲线趋于平稳并接近参考水平，提示中等湿度对循环系统健康较为有利。高湿度区间未观察到明显风险升高。在极低风速下风险略有升高，提示静风可能不利于空气污染物扩散，从而增加健康风险。随着风速增加，死亡风险趋于稳定并接近参考线。高风速端未显示明显的风险增加。

图 6 显示，在极低温（−30℃）时，呼吸系统疾病死亡风险显著升高，提示寒冷是强危险因素。随着温度上升至约 0℃附近，风险明显下降并趋于平稳。在中高温区间（15℃~20℃）风险维持较低水平，仅在高温端略有上升趋势。日平均气压整体曲线平缓，波动幅度小。在常见气压范围内（930~945hPa），死亡风险变化不大，置信区间较宽。仅在气压极端端点处出现较大不确定性；在湿度较低（40% 附近）时，死亡风险略有升高；随后随湿度增加风险逐渐下降并趋于稳定。中等到偏高湿度（55%~75%）区间死亡风险较低。高湿度极端端点风险有波动，但可信度有限。极低风速（接近 0 m/s）时死亡风险稍高，可能与空气污染物不易扩散相关。风速在 1~3 m/s 的常见范围内风险基本稳定，无明显增加或降低趋势。高风速端风险波动较大，但置信区间宽，说明不确定性较高。

表 5　GAM 平滑项检验

疾病	气象因素	EDF	*F* 统计量	*P* 值	偏差解释率（%）
循环系统疾病	气温	3. 21	10. 82	<0. 05	72. 30
	气压	2. 88	9. 67	<0. 05	70. 09
	湿度	1. 97	6. 25	<0. 05	71. 03
	风速	1. 35	2. 18	0. 10	69. 58
呼吸系统疾病	气温	3. 44	11. 54	<0. 05	69. 82
	气压	2. 77	8. 91	<0. 05	70. 02
	湿度	2. 02	5. 96	0. 05	68. 24
	风速	1. 42	1. 76	0. 14	69. 20

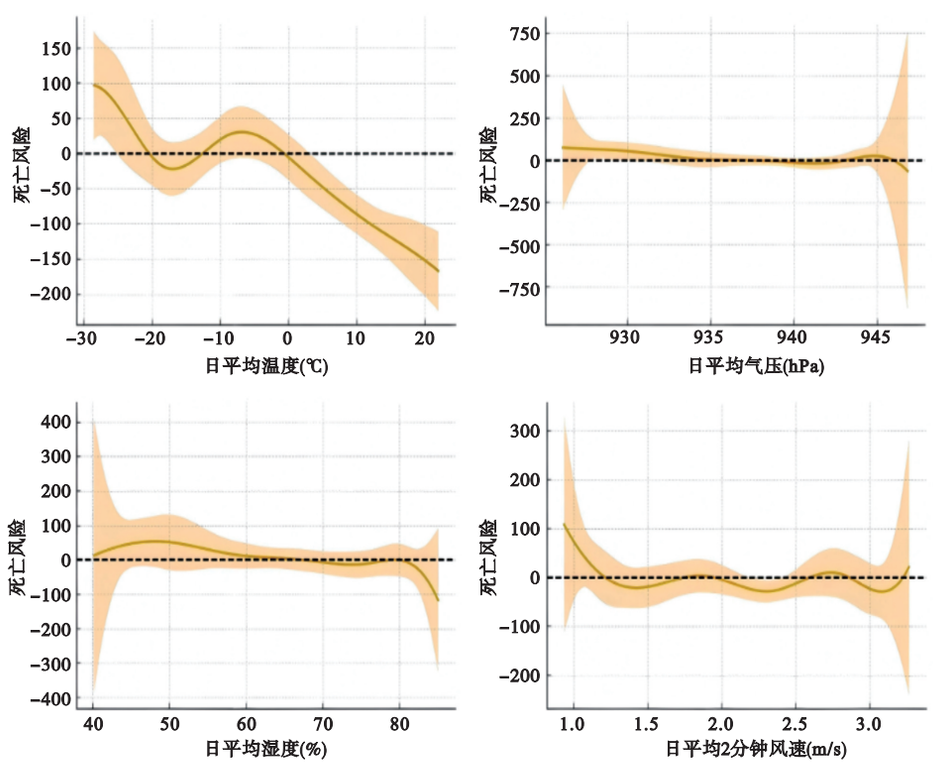


图 5　循环系统疾病死亡风险与四种气象因素拟合图

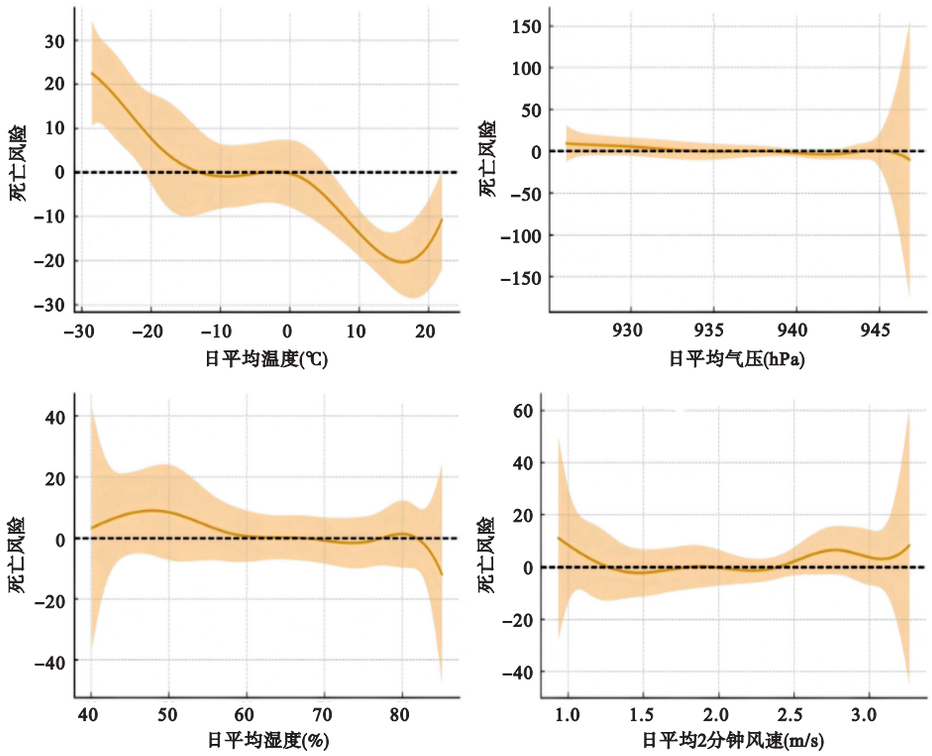


图6 呼吸系统疾病死亡风险与四种气象因素拟合关系图

讨 论

近年来，全球变暖使世界各地的平均气温不断攀升，极端天气更是频发[11]。一项研究调查显示，自1983到2016年，全球极端高温人口暴露量增加了近200%。极端气温的发生是指当日最高或最低物浓度超过观测值范围的上下限[12]。目前，根据调查，全球气温比工业化前平均水平高出1.5°C，气温上升不仅能够影响生物多样性，还对人类健康造成了不可逆损伤[13]。

2021年国家统计局发布[14]的全国心脏病和脑血管病城市居民粗死亡率分别为165.37/10万和140.02/10万，农村居民心脏病和脑血管病粗死亡率分别为188.58/10万和175.58/10万，仅考虑循环系统疾病中心脏病及脑血管疾病死亡情况，不统计循环系统其他病种小类疾病死亡情况，全国城市居民循环系统死亡水平依旧高于呼伦贝尔市（498.158/10万），全国呼吸系统疾病城市居民粗死亡率为54.49/10万，农村居民呼吸系统粗死亡率为65.23/10万，呼伦贝尔市全人群呼吸系统疾病组死亡率为49.563/10万。因此，呼伦贝尔市各年内全人群呼吸系统死亡水平均低于全国水平。考虑该现象出现的原因可能是呼伦贝尔市人口基数小，当地对循环系统、呼吸系统疾病的预防工作比较重视或全国死亡数据包括一些两病死亡率较高的地区，从而提高了全国两病死亡整体水平。因此，将呼伦贝尔市循环系统死亡率与其他地区对比发现，其循环系统死亡率水平高于沈阳市[15]和甘肃省[16]，呼吸系统疾病死亡率低于沈阳市[17]和江西省[18]。另外，2019—2021年呼吸系统、循环系统疾病死亡情况中，两病整体死亡水平逐步下降，但循环系统疾病死亡情况却在2021年出现死亡人数回升情况，推测该现象可能与当地当年新冠肺炎疫情有关。由于新冠肺炎疫情出现，且新冠肺炎病毒变异迭代速度较快，传染性强，故即使在群体免疫计划实施背景下，新冠肺炎依旧成为呼吸系统疾病和循环系统疾病负担增加的重要原因[19-20]。研究同时反映呼伦贝尔市循环系统疾病、呼吸系统疾病死亡率随年龄增加呈现逐步攀升趋势。75岁及以下各年龄段死亡率增长缓慢，均处于较低死亡水平，死亡病例峰值出现在85岁以上年龄组，85岁及以上年龄组死亡水平近乎上一年龄组两倍。

对两病死亡情况进行年内四季分析发现，呼吸系统疾病死亡人数较循环系统疾病死亡人数逐月变化明显。在循环系统死亡情况中，男性死亡人数均高于女性，总体死亡人数在1月份最多，8月份最少，冬春季死亡人数相近且均大于夏、秋两季死亡人数，冬季死亡人数略高于春季死亡人数；在呼吸系统死亡情况中，男性死亡人数同样大于女性死亡人数，且总体死亡人数在1月份最多，8月份最少，但在4、7、10月份出现死亡小高峰，呼吸系统死亡人数冬季大于其余三季，且循环系统死亡人数冬季>春季>秋季>夏季，提示不同气象因素对男、女两性循环系统、呼吸系统疾病死亡情况的影响存在季节性差异。造成循环系统疾病和呼吸系统疾病死亡情况在性别间敏感性不同的

原因可能与男女间生理形态不同有关，例如男性血流灌注大等因素使男性对外界变化的适应能力更强，此外还可能与男性吸烟、不良生产生活环境等因素诱发有关。

研究对2015—2021年呼伦贝尔市循环系统、呼吸系统疾病主要死因进行描述，死因前三分别为缺血性心脏病（197. 06/10万）、脑血管疾病（156. 25/10万）和高血压病（13. 35/10万），值得注意的是，虽然相较于其他两类疾病，高血压病死亡率较低，但由于高血压患病人群人口基数大，有研究表明，在75岁及以上人群中，高血压与心血管疾病的发生、死亡密切相关[21]，故应对其引起重视；在呼吸系统死亡情况中，死因前两位分别为肺炎（13. 22/10万）和慢性下呼吸道疾病（11. 79/10万）。

由于引起呼吸系统疾病、循环系统疾病发病的因素较多且关系复杂，气象因素变化只是诸多影响疾病发病或死亡的原因之一，但气象因素对两病的影响仍然不可忽视。本研究对两病与各气象因素进行GAM模型拟合，结果提示，四种气象因素中，日平均温度对两种疾病的影响最为显著，尤其是低温明显升高循环系统疾病死亡风险。气压、湿度和风速的效应相对较弱但仍存在一定趋势，不确定性较高。低温可能通过血管收缩、血压升高、交感神经兴奋诱发心脑血管事件。湿度过低可导致呼吸道黏膜干燥、削弱防御功能。湿度过高有利于病原体繁殖，增加呼吸道感染风险。大气压变化可能通过影响血气分压和血液黏度影响心肺功能。研究结果为公共卫生部门制定气象相关健康干预策略提供了科学依据。

本研究尚存在一定局限性。这是一项基于群组数据的描述性研究，在循环系统、呼吸系统疾病的群体水平上研究气温因素与疾病间关联，因此存在对个体特异性因素考虑不足等研究的一般局限性。此外，除一般人口特征可能对研究结果有影响外，人群的生活习惯、职业情况、免疫水平、经济条件以及卫生环境等可进行进一步深入研究。同时由于呼伦贝尔市气候特点的地区差异性以及气温对循环系统、呼吸系统疾病死亡风险影响的地区局限性，本研究结果的广泛推广性应纳入更多地区数据进一步探讨。

参 考 文 献

[1] IPCC. AR6 Synthesis Report Climate Change 2023 [EB/OL]. (2023-03-20) [2023-04-11]. https://report. ipcc. ch/ar6syr/pdf/IPCC_AR6_SYR_SPM. pdf.

[2] Zhao Y, Huang Z, Wang S, et al. Morbidity burden of respiratory diseases attributable to ambient temperature: a case study in a subtropical city in China [J]. Environmental Health, 2019, 18(1): 1-8.

[3] Su X, Cheng Y, Wang Y, et al. Regional temperature-sensitive diseases and attributable fractions in China [J]. International Journal of Environmental Research and Public Health, 2020, 17(1): 184.

[4] Liu Y, Hoppe BO, Convertino M. Threshold evaluation of emergency risk communication for health risks related to hazardous ambient temperature [J]. Risk Analysis, 2018, 38(10): 2208-2221.

[5] 世界卫生组织. 前十位死亡原因 [EB/OL]. (2024-08-07)[2025-04-17]. https://www. who. int/zh/news-room/fact-sheets/detail/the-top-10-causes-of-death.

[6] 曹阳,马盼,王馨梓,等. 呼吸与循环系统疾病死亡与气象条件的关联性[J]. 成都信息工程大学学报, 2020, 35(1): 123-128.

[7] 娜仁夫,那仁满都拉,郭恩亮,等. 呼伦贝尔市1961年—2017年气候变化特征分析[J]. 内蒙古科技与经济,2020,447(5):50-52.

[8] 乐满. 气象条件和空气污染对遵义市呼吸和循环系统疾病的影响及预测研究[D]. 兰州: 兰州大学,2018.

[9] 王彤,贾彬,王琳娜. 广义可加模型稳健估计在空气污染对健康影响评价中的应用[J]. 中国卫生统计,2007,24(3):245-247.

[10] 董英,赵耐青,汤军克,等. 广义相加模型在气温健康效应研究中的应用[J]. 中国卫生统计,2008,25(2):144-146.

[11] Feng F, Ma Y, Zhang Y, et al. Effects of extreme temperature on respiratory diseases in Lanzhou, a temperate climate city of China [J]. Environmental Science and Pollution Research International, 2021, 28(35): 49278-49288.

[12] Tuholske C, Caylor K, Funk C, et al. Global urban population exposure to extreme heat [J]. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 2021, 118(41): 1-9.

[13] Watts N, Amann M, Arnell N, et al. The 2020 report of The Lancet Countdown on health and climate change: responding to converging crises [J]. Lancet (London, England), 2021, 397(10269): 129-170.

[14] 2021年我国死亡人口有1014万,主要死因是哪些[EB/OL]. (2022-11-25) [2023-05-11]. https://new. qq. com/rain/a/20221125A07Y6700.

[15] 马辛悦. 2005—2018年沈阳市区居民呼吸系统疾病死亡趋势及极端温度对死亡风险的时空规律分析[D]. 沈阳:中国医科大学,2022.

[16] 胡雨佳,尹春,李靖,等. 金昌队列随访人群2011—2020年循环系统疾病死亡率及早死概率变化趋势分析[J]. 中国公共卫生,2022,38(10):1305-1309.

[17] 刘帅. 极端气温对沈阳市区居民循环系统疾病死亡影响的研究[D]. 沈阳:中国医科大学,2022.

[18] 朱瑶,赵军,颜玮,等. 2014—2021年江西省呼吸系统疾病死亡率变化趋势分析[J]. 疾病监测,2022,37(7):891-894.

[19] 魏燕,吴述银,解海霞,等. 新冠肺炎疫情对成年居民健康状况的影响分析[J]. 卫生软科学,2022,36(12):85-90.

[20] 朱雯琪,冯晓辉. 新冠肺炎疫情影响下青少年体质健康及促进研究[C]//中国体育科学学会. 第十二届全国体育科学大会论文摘要汇编:墙报交流(运动心理学分会). 2022:3.

[21] Wang T, Zhao Z, Yu X, et al. Age-specific modifiable risk factor profiles for cardiovascular disease and all-cause mortality: a nationwide, population-based, prospective cohort study [J]. Lancet Reg Health West Pac, 2021, 17: 100277.

（责任编辑：张　悦）