

论著 DOI: 10.16369/j.ohcr.issn.1007-1326.2024.04.015

· 应急管理 ·

上海市宝山区高温中暑病例发生情况及其与气象因素的关联研究

杨程, 严丽丽, 袁震, 季鹏, 沈先标

上海市宝山区疾病预防控制中心, 上海市, 201901

摘要: 目的 分析上海市宝山区近年高温中暑病例的发生情况, 探究其与气象因素的关联性。方法 收集 2013—2022 年每年 6 月 15 日—9 月 30 日逐日的高温中暑病例信息和对应时间的相关气象信息, 使用等级 logistic 回归模型估计中暑发生与气象因素的关联强度, 并计算用于中暑预警的气温参考值。结果 2013—2022 年宝山区中暑病例共计 173 例, 男女比例 6.2:1, 中暑病例的平均年龄为 (45.08 ± 17.85) 岁, 有 114 例(占 65.9%)中暑病例发生在 7 月。等级 logistic 回归分析结果显示: 相对湿度每升高 1%, 出现中暑的风险降低至原来的 0.901 倍; 相较于不发生降雨, 发生降雨时出现中暑的风险降低至 0.340 倍; 日平均气温、日最高气温和日最低气温每升高 1 °C, 出现中暑的风险分别升高至原来的 2.005 倍、1.736 倍和 1.906 倍; 热浪和高温日时发生中暑的风险相较于非热浪和非高温日分别升高至 11.896 倍和 15.819 倍; 移动 3 d 平均气温(即当日和前两日气温均值)中, 日平均气温、日最高气温、日最低气温每升高 1 °C, 出现中暑的风险分别升高至原来的 1.926 倍、1.699 倍和 1.957 倍; 以上差异均有统计学意义($P < 0.001$)。中暑超高风险气温预警值的日平均气温、日最高气温、日最低气温 3 种气温分别为 35.55 °C、40.58 °C、31.07 °C, 中暑高风险气温预警值的 3 种气温气象条件分别为 28.87 °C、33.31 °C、25.21 °C。**结论** 宝山区每年 7 月是高温中暑的高发时期, 日平均气温、日最高气温和日最低气温的升高均会增加高温中暑发生的可能性, 持续 3 d 的相对较高的日最低气温更易发生中暑。

关键词: 中暑; 气象条件; 高温; 热浪; 日平均气温; 日最高气温; 日最低气温; 等级 logistic 回归

中图分类号: R135.3 **文献标志码:** A **文章编号:** 1007-1326(2024)04-0501-05

引用: 杨程, 严丽丽, 袁震, 等. 上海市宝山区高温中暑病例特征及其与气象因素的关联研究[J]. 职业卫生与应急救援, 2024, 42(4): 501-504; 514.

Occurrence of heatstroke cases and its association with meteorological factors in Baoshan District, Shanghai YANG Cheng, YAN Lili, YUAN Zhen, JI Peng, SHEN Xianbiao (Baoshan District Center for Disease Control and Prevention, Shanghai 201901, China)

Abstract: Objective To analyze the occurrence of heatstroke cases in Baoshan District, Shanghai, in recent years and explore its association with meteorological conditions. **Methods** Daily heatstroke case information and corresponding meteorological data from June 15 to September 30 during 2013–2022 were collected. An ordinal logistic regression model was used to estimate the strength of the association between heatstroke occurrence and meteorological conditions and to calculate temperature reference values for heatstroke warnings. **Results** From 2013 to 2022, a total of 173 heatstroke cases were recorded in Baoshan District, with a male-to-female ratio of 6.2 : 1. The average age of heatstroke cases was (45.08 ± 17.85) years old, with 114 cases (65.9%) occurring in July. Ordinal logistic regression analysis showed that for each 1% increase in relative humidity, the risk of heatstroke was reduced to 0.901 times the original risk. Compared to non-rainfall days, the risk of heatstroke during rainfall days was reduced to 0.340 times the original risk. For each 1 °C increase in daily average temperature, daily maximum temperature, or daily minimum temperature, the risk of heatstroke increased to 2.005, 1.736, and 1.906 times the original risk, respectively. The risk of heatstroke during heatwave and high-temperature days increased to 11.896 and 15.819 times, respectively, compared to non-heatwave and non-high-temperature days. For the 3-day moving average temperature (i.e., the average temperature of the current day and the previous two days), each

基金项目: 上海市宝山区卫生健康委员会优青(2023 年育才)计划(BSWSYC-2023-20)

作者简介: 杨程(1989—), 男, 硕士, 主管医师

通信作者: 沈先标, 副主任医师, E-mail: shenxianbiao@126.com

1 °C increase in daily average temperature, daily maximum temperature, and daily minimum temperature increased the risk of heatstroke to 1.926, 1.699, and 1.957 times, respectively. All these differences were statistically significant (all $P < 0.05$). The daily average temperature, daily maximum temperature, and daily minimum temperature for the extreme heatstroke risk warning values are 35.55°C, 40.58°C, and 31.07°C, respectively. The three temperature meteorological conditions for the high heatstroke risk warning values are 28.87°C, 33.31°C, and 25.21°C, respectively. **Conclusions** July was the peak period for heatstroke in Baoshan District. Increases in daily average temperature, daily maximum temperature, and daily minimum temperature all increased the likelihood of heatstroke, with sustained relatively high daily minimum temperatures over 3 days being more likely to result in heatstroke.

Keywords: heatstroke; meteorological conditions; high temperature; heatwave; daily average temperature; daily maximum temperature; daily minimum temperature; ordinal logistic regression

中暑是指高温环境下由于热平衡和(或)水盐代谢紊乱等引起的一种以中枢神经系统和(或)心血管系统障碍为主要表现的急性热致疾病,严重时可引起死亡^[1-2]。近30年极端高温天气频发,相关研究^[3-5]也显示上海市的中心城区、宝山区及闵行区的高温风险指数在长三角所有行政单元中位列前三,因而在当前区域开展高温中暑相关研究尤为重要。本研究拟通过收集2013—2022年每年6月15日—9月30日逐日的中暑病例信息及对应时间的相关气象信息,探讨中暑病例的流行病学特征及其与气象条件的关联强度。

1 资料与方法

1.1 资料

以2013—2022年每年6月15日—9月30日的上海市宝山区高温中暑病例和同时期的每日气象信息作为本次研究的资料。

1.2 方法

1.2.1 中暑病例资料的收集

中暑病例资料来源于宝山区各医疗机构在中国疾病预防控制信息系统中上报的信息,病例资料主要包括性别、年龄、职业、中暑类型、中暑时间等。

1.2.2 气象资料的收集

所有气象信息来源于上海市气象局,包括宝山区历年6月15日—9月30日的每日最高气温、最低气温、平均气温、相对湿度、降水和风速等。据中国气象局规定,高温日的定义为日最高气温≥35°C,该气温连续出现3d及以上的天气定义为高温热浪^[3]。

1.2.3 中暑预警气温参考值

在纳入本地区2013—2022年全部中暑病例后,按照不同风险计算了两种中暑风险的气温预警值,即中暑高风险气温预警值和中暑超高风险气温预警值。将中暑高风险气温预警值定义为已引发本地

区5%中暑病例的气温气象条件,在此条件下有较高风险会发生中暑;将中暑超高风险气温预警值定义为已引发本地区95%中暑病例的气温气象条件,在此条件下有极高风险发生中暑。

1.2.4 质量控制

高温中暑病例由辖区内各级医疗机构临床医生诊断和报告,区疾控专员经过上级培训后对每例中暑病例进行逐一审核上报。

1.2.5 统计学分析

使用SAS 9.0软件进行统计学分析,频数分布用于人口学信息的描述、中暑类型的分型以及气象资料中高温、热浪、降雨发生与否的描述;符合正态分布的计量资料如气温、相对湿度和风速等采用均数±标准差($\bar{x} \pm s$)表示;纳入所有中暑病例中暑当日的气温气象条件后,计算两种中暑预警气温参考值(95%置信区间),中暑高风险气温预警值=气温气象条件均值-1.64×气温气象条件标准差,中暑超高风险气温预警值=气温气象条件均值+1.64×气温气象条件标准差;采用等级logistic回归模型估计不同气象条件与高温中暑发生的关联强度。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 中暑病例基本情况

本次收集的2013—2022年宝山区的中暑病例共计173例,其中男性149例(占86.1%),女性24例(占13.9%);中暑病例的平均年龄为(45.08±17.85)岁,最小18岁,最大91岁,其中50岁以下的病例数共计100例(占57.8%),60岁以上的病例40例(占23.1%);中暑人群中排名前四的职业分别为建筑工人(62例,占35.8%)、离退休人员(27例,占15.6%)、物流配送人员(9例,占5.2%)和环卫工人(8例,占4.6%);有115例(占66.5%)中暑发生的地点在室外,85例(占33.5%)发生在室内。

2.2 中暑发生时间和临床表现分型

173 例中暑病例中,有 114 例(占 65.9%)发生在 7 月;在临床分型上,轻症中暑 82 例(占 47.4%),重症中暑 91 例(占 52.6%)。在重症中暑病例中热射病病例最多,共 45 例,占重症中暑病例总数的 49.4%。见表 1。

2.3 宝山区 2013—2022 年监测期间气象信息

对所收集的气象数据按照平均气温、平均相对湿度、平均风速、年累计高温日、热浪日和降雨日做逐年统计,结果发现每年气象条件不尽相同,其中高温日和热浪日在 2013 年、2017 年和 2022 年相对较多。见表 2。

2.4 中暑人群与中暑气象因素的关联强度

将当日高温中暑发生情况设置为响应变量,按高温中暑病例临床严重程度划分为 3 组:无高温中暑病例发生、仅发生轻症中暑病例和出现重症中暑病例,分别赋值为 0、1、2;将日平均气温(连续变量)、日最高气温(连续变量)、日最低气温(连续变量)、相对湿度(连续变量)、风速(连续变量)、是否

降雨(二分类变量)、是否发生热浪(二分类变量)、是否为高温日(二分类变量)作为预测变量,利用多分类等级 logistic 回归模型分析各气象条件与高温中暑的关联强度。等级 logistic 回归分析结果显示:除风速外,日平均气温、日最高气温、日最低气温、相对湿度、是否降雨、是否发生热浪、是否为高温日均与中暑的发生存在着统计学关联,其中相对湿度每升高 1%,出现中暑的风险降低至原来的 0.901 倍;相较于不发生降雨,发生降雨时出现中暑的风险降低至 0.340 倍;日平均气温、日最高气温和日最低气温每升高 1 °C,出现中暑的风险分别升高至原来的 2.005 倍、1.736 倍和 1.906 倍;热浪和高温日时发生中暑的风险相较于非热浪和非高温日分别升高至 11.896 倍和 15.819 倍;移动 3 d 平均气温(即当日和前两日气温均值)中,日平均气温、日最高气温、日最低气温每升高 1 °C,出现中暑的风险分别升高至原来的 1.926 倍、1.699 倍和 1.957 倍。以上差异均有统计学意义(均 $P < 0.001$)。见表 3。

表 3 中暑与各气象因素的关联强度

项目	中暑人数	构成比/%
中暑发生时间		
6 月(半月)	20	11.6
7 月	114	65.9
8 月	37	21.4
9 月	2	1.2
中暑类型		
轻症中暑	82	47.4
重症中暑	91	52.6
重症中暑类型		
热痉挛	19	20.9
热射病	45	49.5
热衰竭	15	16.5
混合型	12	13.2

表 2 宝山区 2013—2022 年监测期间气象条件

年份	平均气温/°C	高温日/d	热浪日/d	平均湿度/%	平均风速/(m/s)	降雨日/d
2013	29.2 ± 3.5	47	31	63.7 ± 10.0	1.1 ± 0.3	44
2014	26.3 ± 2.5	8	1	80.6 ± 7.5	1.0 ± 0.3	58
2015	26.6 ± 3.2	12	10	77.2 ± 11.4	0.5 ± 0.2	50
2016	28.3 ± 2.9	17	10	75.1 ± 10.0	2.3 ± 0.6	43
2017	28.8 ± 3.3	31	18	73.3 ± 10.1	2.3 ± 0.8	52
2018	28.3 ± 2.4	10	4	77.1 ± 8.1	2.8 ± 1.0	41
2019	27.0 ± 2.8	12	6	81.1 ± 8.1	2.3 ± 0.9	48
2020	26.8 ± 3.3	20	9	79.8 ± 10.8	2.3 ± 0.8	22
2021	27.6 ± 2.1	10	5	84.7 ± 9.5	2.6 ± 1.3	56
2022	28.9 ± 3.6	40	23	71.9 ± 8.6	2.6 ± 0.8	37

2.5 研究区域的中暑预警气温参考值

纳入全部中暑病例发生中暑当日的日平均气温、日最高气温、日最低气温 3 种气温气象条件后,分别计算 3 种气温气象条件所对应两种预警参考值即中暑高风险气温预警值和中暑超高风险气温预警值。结果显示,研究区域的中暑超高风险气温预警值的日平均气温、日最高气温、日最低气温分别为 35.55 °C、40.58 °C 和 31.07 °C, 中暑高风险

气温预警值的日平均气温、日最高气温、日最低气温分别为 28.87 °C、33.31 和 25.21 °C。具体结果见表 4。

表 4 研究区域的中暑预警气温参考值

项目	中暑超高风险气温预警值	中暑高风险气温预警值
日平均气温/°C	35.55	28.87
日最高气温/°C	40.58	33.31
日最低气温/°C	31.07	25.21

3 讨论

在本次研究所收集的中暑病例中,男性 149 例(占 86.1%)多于女性 24 例(占 13.9%),可能与男性更多地从事户外高强度体力劳动有关,这也与上海市金山区的研究结果^[6]一致。从年龄来看,该地区中暑病例平均年龄为(45.08 ± 17.85)岁,其中 50 岁以下的病例占 57.8%,以青壮年劳动人口为主。该地区的中暑病例大多数发生在 7 月为 114 例(占 65.9%),这与淄博、南通、宁波等地的研究^[7-10]一致,可能是由于在高温初来时机体尚未形成热适应所造成^[6]。

在 2013—2022 年中,该地区的平均气温、高温日天数以及热浪天数均以 2013 年最高,随后分别为 2022 年和 2017 年,其余年份差距不大。等级 logistic 回归分析结果显示,中暑的发生与日平均气温、日最高气温和日最低气温为正相关关系,每升高 1 °C,发生中暑的风险提高至 1.736 ~ 2.005 倍,到达高温或热浪天气时中暑发生的风险提高至 11.896 ~ 15.819 倍,提示当气温升高时,特别是达到高温或热浪天气时,应及时预警,提醒用人单位和劳动者做好防暑降温工作,避免高温中暑的发生。

等级 logistic 回归分析结果还显示,移动 3 d 平均气温(即当日和前两日气温均值)中,其日平均气温和日最高气温与中暑的关联强度略小于当日的日平均气温和日最高气温,但其日最低气温与中暑的关联强度大于当日,说明持续较长时间的相对较高的日最低气温更易导致中暑发生,与宁波市的研究^[11]一致。

此外,本研究还发现,中暑的发生与相对湿度为负相关关系,降雨可降低中暑发生的风险。这可能与降雨时气温相对较低,而相对湿度也相对较高有关。

当前高温预警由气象部门发布,分为黄色、橙色和红色预警 3 个等级,分别代表连续 3 d 日最高气温将在 35 °C 以上、24 h 内最高气温将升至 37 °C 以上以及 24 h 内最高气温将升至 40 °C 以上,均仅

对日最高气温作出了预警。本研究通过纳入区域内所有中暑病例发生中暑当日的 3 种气温气象条件,制定了本地区的中暑预警气温参考值,分为中暑高风险气温预警值(纳入 5% 的中暑人群)和中暑超高风险气温预警值(纳入 95% 的中暑人群)2 种。可根据实际不同情况使用灵敏度更高的高风险气温预警值,或特异度更高的中暑超高风险气温预警值,并提前发布预警,提醒公众注意防范中暑,提高人们的自我保护意识;也可根据预警值,制定针对老年人、儿童或有基础疾病人群的特别保护措施;同时也可为相关政策的制定如排定高危职业高温天的工作、制定与气温相关的劳动法规或为制定高温天气应急方案提供科学依据。

综上,该地区高温中暑的发生有以下一些特征,日平均气温、日最高气温和日最低气温的升高均会增加高温中暑发生的可能性,此效应在热浪和高温来袭时会更明显。每年 7 月是高温中暑的最高发时期,且男性人数远大于女性,持续 3 d 的相对较高的日最低气温更易导致中暑发生。高温中暑重在预防,通过了解这些特点,利用传统媒体以及新媒体提前做好高温和热浪的预警,加强对公众的健康教育,高温天气期间应注意避日晒、保睡眠、多饮水,积极预防高温中暑的发生。

本次研究不足之处主要在于仅纳入了外环境气象条件,缺少个人详细暴露情况;另外,目前响应变量仅考虑了中暑的程度,而没有考虑人数等其他方面。未来可增加收集相关基础资料以充后续研究。

作者声明 本文无实际或潜在的利益冲突

参考文献

- [1] 中华人民共和国卫生部,中国气象局. 关于印发《高温中暑事件卫生应急预案》的通知:卫应急发[2007]229 号[A]. 2007-07-19.
- [2] 王敏珍,郑山,王式功,等. 高温热浪对人类健康影响的研究进展[J]. 环境与健康杂志,2012,29(7):662-664.
- [3] 潘梅竹,许慧慧,东春阳,等. 2013—2017 年上海重症中暑病例死亡的相关因素分析[J]. 中华预防医学杂志,2019,53(1):93-96.
- [4] 姜荣,陈亮,象伟宁. 上海市极端高温天气变化特征[J]. 气象与环境学报,2016,32(1):66-74.
- [5] 王小光. 上海近 30 年极端温度特征及其气象服务研究[D]. 兰州:兰州大学,2017.
- [6] 许明佳,程薇. 2010—2014 年上海市金山区高温中暑流行特征及其与气温的关系[J]. 职业与健康,2015,31(19):2657-2659.

(下转第 514 页)

尽快适应飞行环境,逐步胜任岗位职责;一方面也应正确运用奖励机制,协助飞行护士在航空救援中形成正确的角色观念,提高其工作投入水平。此外,在航空救援培训过程中,要注重培养救援人员的技能操作与理论知识的实践融合^[15]。航空救援培训注重实际任务的模拟,救援人员在这样的情境中锻炼了迅速决策的能力。提升培训课程中理论知识和技能操作的深度和广度,将为飞行护士在航空救援中的专业发展提供有力支持。

飞行护士通过专业化的航空救援培训,能具备快速的应急反应、强大的适应环境能力和多种救援任务的执行能力,可广泛应用于医疗救援行动。在航空应急救援体系中,还应结合地方航空救援的现状,探索适应自身实际情况的航空救援体系体制机制建设路径;根据救援性质及特点,与各单位共同制定不同的救援工作流程与规范等制度。同时应借鉴发达国家和地区的航空救援服务模式,以促进适合我国的航空应急救援体系建设^[16]。

作者声明 本文无实际或潜在的利益冲突

参考文献

- [1] ANDRUSZKOW H, HILDEBRAND F, LEFERING R, et al. Ten years of helicopter emergency medical services in Germany: do we still need the helicopter rescue in multiple traumatised patients? [J]. Injury, 2014, 45(Suppl 3):S53-S58.
- [2] POSSELT B N, GREENHALGH A M, ALMOND M K. 100 years of the Royal Air Force's contribution to medicine: providing care in the air and delivering care by air [J]. Clin Med (Lond), 2018, 18(4):297-300.
- [3] 黄敏,张亚丽.广西航空医疗救援联盟[J].中华灾害救援医学,2018,6(5):302.
- [4] SINCLAIR S, BEAMER K, HACK T F, et al. Sympathy, empathy, and compassion:a grounded theory study of palliative care patients' understandings, experiences, and preferences [J]. Palliat Med, 2017, 31(5):437-447.
- [5] WOODS P, GAPP R, KING M A. Generating or developing grounded theory:methods to understand health and illness [J]. Int J Clin Pharm, 2016, 38(3):663-670.
- [6] 魏传萍.急诊室护士全面素质提高的重要性[J].黔南民族医学报,2003,16(2):110.
- [7] 邢双双,顾则娟,蒋秀美,等.医护人员对急性白血病护理质量评价的质性研究[J].护理研究,2018,32(19):3056-3060.
- [8] 李秋菊.探讨急诊科低年资护士个人急救能力培训方法[J].临床合理用药杂志,2011,4(23):171-172.
- [9] SCHNEIDER T M, BREGANI R, STOPAR R, et al. Medical and logistical challenges of trauma care in a 12-day cave rescue:a case report [J]. Injury, 2016, 47(1):280-283.
- [10] 孙玉梅,程金莲,王丽,等.护理科研教学对本科护生批判性思维的影响[J].护理研究,2018,32(23):3781-3784.
- [11] SCHELLHAASS A, POPP E. Air rescue:current significance and practical issues [J]. Der Anaesthetist, 2014, 63(12):971-982.
- [12] ABELAIRAS -GOMEZ C, VAZQUEZ -GONZALEZ P, LOPEZ -GARCIA S, et al. Cardiopulmonary resuscitation quality by helicopter rescue swimmers while flying [J]. Air Med J, 2016, 35(5):288-291.
- [13] 安柯,李明,杨钧,等.我国航空应急医学救援指挥体系的构建[J].中华灾害救援医学,2017,5(6):340-344.
- [14] 黄雯婧,陆巍,牛姐.职称框架下护士职业认同与工作投入的调查研究[J].当代护士(上旬刊),2018,25(6):28-31.
- [15] 卢贵鑫,夏欧东.我国航空医疗救援建设现状分析及发展策略[J].职业卫生与应急救援,2023,41(3):380-383.
- [16] 中国航空医疗应急救援国际会议组委会.构建航空医疗救助体系——暨第三届中国航空医疗应急救援国际会议[J].中华灾害救援医学,2014,2(5):299.

收稿日期:2023-12-29

(上接第 504 页)

- [7] 侯学文,李广益,孙晓晨,等.淄博市 2018 年高温中暑发病特征及其与气象因子相关性分析[J].职业卫生与应急救援,2020,38(6):616-620.
- [8] 戴垚垚,黄玮奕,张志兰,等.2016—2017 年南通市高温中暑流行病学特征分析 [J].环境卫生学杂志,2018,8 (2):126-129.
- [9] 孙仕强,鹿文涵,郭建民,等.2012—2016 年宁波市中暑流行

特征及热浪对其影响分析[J].气象与环境学报,2019,35(1):66-71.

- [10] 谷少华,王爱红,边国林,等.宁波市气象条件与中暑的关联性分析[J].中华流行病学杂志,2016,37(8):1131-1136.
- [11] 鹿文涵,谷少华,孙仕强,等.2013—2019 年宁波市高温热浪对中暑的滞后影响[J].气象与环境学报,2022,38(1):106-112.

收稿日期:2023-12-29