

# 2013—2017 年上海重症中暑病例死亡的相关因素分析

潘梅竹 许慧慧 东春阳 周晓丹 张江华 钱海雷

上海市疾病预防控制中心健康危害因素监测与控制所/上海市预防医学研究院 200336

通信作者:许慧慧,Email: xuhuihui@scdc.sh.cn, 电话:021-62758710

**【摘要】** 目的 分析 2013—2017 年上海市重症中暑病例死亡的相关因素。方法 通过中国疾病预防控制中心信息管理系统“高温中暑病例报告系统”,收集 2013—2017 年上海重症中暑病例资料,包括性别、年龄和中暑类型(热痉挛、热衰竭、热射病和混合型)等,共 1 152 例,其中死亡组病例 115 例,存活组病例 1 037 例。同时,收集 2013—2017 年上海重症中暑病例发病日期的逐日气象资料,包括最高气温、最低气温、逐日温度、相对湿度、气压、降水量、风速等。比较两组病例发病当日的个体因素以及气象因素差异,并采用多因素 logistic 回归模型分析重症中暑死亡的相关因素。结果 1 152 例重症中暑病例年龄为(56.29±18.95)岁,男性 843 例(73.18%),962 例(83.51%)发病日处于热浪期,中暑类型为热痉挛、热衰竭、热射病和混合型的病例分别有 322(27.95%)、170(14.76%)、533(46.27%)和 114 例(9.90%)。存活组发病当日的日平均气温、日最高气温和日最低气温分别为(32.81±1.99)、(38.20±2.24)、(29.22±1.94)℃,均低于死亡组[(33.76±1.17)、(39.19±1.31)、(29.72±1.66)℃]( $P$ 值均 $<0.001$ );日平均相对湿度、日最小相对湿度分别为(60.36±9.75)%、(41.26±9.71)%,均高于死亡组[(54.59±6.89)%、(35.60±7.24)%]( $P$ 值均 $<0.05$ )。多因素 logistic 回归模型分析发现,与日平均湿度 $<60\%$ 、中暑类型为混合型的病例相比,日平均湿度 $\geq 60\%$ 、中暑类型为热痉挛、热衰竭、热射病的病例死亡 OR (95%CI)值分别为 0.31(0.18, 0.54)、0.13(0.05, 0.34)、0.68(0.58, 2.30)和 0.87(0.48, 1.58)。结论 重症中暑病例发病当日的相对湿度以及中暑类型是重症中暑病例预后的主要相关因素。

**【关键词】** 中暑; 死亡; 病例对照研究; 危险因素

DOI:10.3760/cma.j.issn.0253-9624.2019.01.013

## Analysis on influencing factors of deaths from severe heat stroke in Shanghai, 2013–2017

Pan Meizhu, Xu Huihui, Dong Chunyang, Zhou Xiaodan, Zhang Jianghua, Qian Hailei

Institute of health hazard factor monitoring and control, Shanghai Municipal Center for Disease Control and Prevention/Shanghai Institutes of Preventive Medicine, Shanghai 200336, China

Corresponding author: Xu Huihui, Email: xuhuihui@scdc.sh.cn, Tel: 0086-21-62758710

**【Abstract】** **Objective** To explore the related factors of death from severe heat stroke in Shanghai from 2013 to 2017. **Methods** The data of 1 152 patients with severe heat stroke who were divided into survival ( $n=1 037$ ) and death ( $n=115$ ) groups including gender, age and heat stroke type (heat cramp, heat exhaustion, heat apoplexy and the mixed type) were collected from meteorological bureau and case report system for high temperature heat stroke in Shanghai from 2013 to 2017. Meanwhile, the meteorological data of the onset date of severe heat stroke cases were collected, including maximum temperature, minimum temperature, daily temperature, relative humidity, air pressure, precipitation and wind speed. The differences of individual and meteorological factors between the two groups were compared, and multivariate logistic regression model was used to analyze the related factors of death from severe heat stroke. **Results** Among 1 152 cases, the mean±SD of age was (56.29±18.95) years old, 843 (73.18%) were male, 962 (83.51%) were in the heat wave period; 322 cases (27.95%) were heat cramp, 170 cases (14.76%) were heat exhaustion, 533 cases (46.27%) were heat apoplexy and 114 cases (9.90%) were the mixed type. Daily average temperature ((32.81±1.99) °C), daily maximum and minimum temperatures ((38.20±2.24) °C and (29.22±1.94) °C) in survival group were lower than those in death group (all  $P$  values $<0.001$ ), which were (33.76±1.17) °C, (39.19±1.31) °C and (29.72±1.66) °C. Daily average relative humidity ((60.36±9.75)% and daily minimum relative humidity ((41.26±9.71)%) in survival group were higher than those in death group(all

$P$  values <0.05), which were (54.59±6.89)% and (35.60±7.24)%. The results of logistic regression analysis suggested that compared with the cases with daily average humidity <60% and a mixed type heat stroke, the death  $OR$  (95% $CI$ ) values of cases with daily average humidity >60%, heat cramp, heat exhaustion and heat apoplexy were 0.31 (0.18,0.54), 0.13 (0.05,0.34), 0.68 (0.58,2.30) and 0.87 (0.48,1.58). **Conclusion** The temperature, relative humidity and the type of heat stroke were the main related factors affecting the prognosis of severe heat stroke.

**【Key words】** Heat stroke; Death; Case-control studies; Risk factors

DOI:10.3760/cma.j.issn.0253-9624.2019.01.013

近年来我国极端暖事件进入多发阶段,上海高温天数和强度明显增加<sup>[1]</sup>。高温可对人群健康造成严重影响<sup>[2]</sup>。2013—2017年上海高温日数总计达111 d,发生高温热浪共计11次。根据《高温中暑事件卫生应急预案》,24 h内1个县(市)区域内报告中暑患者100~149例,或有1~3例死亡病例发生即构成较大高温中暑事件(Ⅲ级)<sup>[3]</sup>。上海所有类别突发公共卫生事件中,高温中暑事件占到30%以上,造成死亡人数最多<sup>[4]</sup>,严重威胁人群健康。本研究通过对2013—2017年上海报告的重症中暑病例进行分析,探讨重症中暑病例死亡的相关因素,为降低重症中暑病死率提供科学依据。

## 资料与方法

1. 病例资料收集:通过中国疾病预防控制中心系统“高温中暑病例报告系统”,收集2013—2017年上海重症中暑病例资料,包括性别、年龄和中暑类型等。死亡病例的死因诊断均明确为“重症中暑”,排除因中暑继发基础性疾病导致死亡的情况。2013—2017年上海共报告重症中暑病例1 152例,其中死亡病例115例。本研究通过了上海市疾病预防控制中心伦理审查委员会的审批(批号:2018-28)。

2. 气象资料收集:收集2013—2017年上海重症中暑病例发病日期的逐日气象资料。其中最高气温和最低气温数据来自上海市气象局官方网站(<http://www.smb.gov.cn/>)的“高温情况”栏目,逐日温度、相对湿度、气压、降水量、风速等指标数据由上海市气象局提供。据中国气象局规定,日最高气温≥35℃为高温日,连续3 d≥35℃为高温热浪<sup>[5]</sup>。计算热浪天数时,取发病日所在轮次热浪的第 $x$ 天;若发病日处于非热浪过程中包括两轮热浪之间,均计为第0天。

3. 统计学分析:采用Excel 2010软件建立数据库,SPSS 19.0软件进行统计分析。中暑病例年龄

和发病当日的气象资料为正态分布,采用 $\bar{x} \pm s$ 表示;热浪天数为偏态分布,采用 $P_{50}(P_{25} \sim P_{75})$ 表示。单因素分析:采用 $t$ 检验比较病例死亡组和存活组间的气象资料;采用Wilcoxon符号秩和检验比较热浪天数;采用 $\chi^2$ 检验比较热浪期、年龄、性别和中暑类型。以病例是否存活为因变量,将单因素分析结果中可能与中暑结局有关的气象因素及个体因素作为自变量,入选标准为0.05,剔除标准为0.10,采用逐步回归法进行多因素logistic回归模型分析。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

## 结 果

1. 基本情况:1 152例重症中暑病例年龄为(56.29±18.95)岁,男性843例(73.18%),962例(83.51%)发病日处于热浪期,中暑类型为热痉挛、热衰竭、热射病和混合型的病例分别有322(27.95%)、170(14.76%)、533(46.27%)和114例(9.90%)。死亡病例115例,存活病例1 037例,病死率为9.98%。

2. 病例死亡组和存活组气象因素比较:存活组发病当日的日平均气温、日最高气温和日最低气温均低于死亡组,日平均相对湿度、日最小相对湿度、日平均气压、日最高气温和日最低气温均高于死亡组,差异有统计学意义( $P$ 值均<0.05),详见表1。

3. 重症中暑病例死亡的单因素分析:死亡组年龄[(60.04±17.90)岁]高于存活组[(55.88±19.02)岁],差异有统计学意义( $t = -2.24, P = 0.025$ )。存活组和死亡组的性别及中暑类型分布不同,差异有统计学意义( $P < 0.05$ );死亡组(94.78%)发病日处于热浪期的占比高于存活组(82.26%),差异有统计学意义( $P < 0.001$ )。进一步分析发现,存活组和死亡组热浪天数 $P_{50}(P_{25} \sim P_{75})$ 分别为7(2~11)、10(5~11)d,差异有统计学意义( $Z = -2.52, P = 0.012$ )。

4. 重症中暑病例死亡的多因素logistic回归模

**表 1** 2013—2017 年上海重症中暑病例存活组和死亡组发病当日气象因素比较( $\bar{x} \pm s$ )

气象因素	存活组 (1 037 例)	死亡组 (115 例)	t 值	P 值
日平均气温(°C)	32.81±1.99	33.76±1.17	-7.05	<0.001
日最高气温(°C)	38.20±2.24	39.19±1.31	-2.61	0.009
日最低气温(°C)	29.22±1.94	29.72±1.66	-7.63	<0.001
日平均相对湿度(%)	60.36±9.75	54.59±6.89	8.13	<0.001
日最小相对湿度(%)	41.26±9.71	35.60±7.24	7.66	<0.001
日平均气压(kPa)	100.48±0.25	100.39±0.24	3.52	<0.001
日最高气压(kPa)	100.64±0.23	100.58±0.19	3.05	0.003
日最低气压(kPa)	100.31±2.66	100.22±0.26	3.42	0.001
日降水量(mm)	1.64±5.28	1.70±4.01	-0.10	0.920
日平均风速(m/s)	2.32±0.60	2.33±0.41	-0.24	0.811

**表 2** 2013—2017 年上海重症中暑病例存活组和死亡组个体因素比较[n(%)]

特征	存活组	死亡组	合计	$\chi^2$ 值	P 值
热浪 <sup>a</sup>	853(82.26)	109(94.78)	962(83.51)	11.79	0.001
年龄(岁)				1.76	0.780
<20	13(1.25)	3(2.61)	16(1.39)		
20~39	181(17.45)	18(15.65)	199(17.27)		
40~59	384(37.03)	45(39.13)	429(37.24)		
60~79	306(29.51)	33(28.70)	339(29.43)		
≥80	153(15.75)	16(13.91)	169(15.67)		
男 <sup>b</sup>	768(74.06)	75(65.22)	843(73.18)	4.12	0.042
中暑类型				36.46	<0.001
热痉挛	316(30.47)	6(5.22)	322(27.95)		
热衰竭	144(13.89)	26(22.61)	170(14.76)		
热射病	466(44.94)	67(58.26)	533(46.27)		
混合型	98(9.45)	16(13.91)	114(9.90)		
不详	13(1.25)	0(0.00)	13(1.13)		
合计	1 037	115	1 152		

注:<sup>a</sup>日最高气温连续 3 d 达到或超过 35.0 °C 为高温热浪,以非热浪期为参照组;<sup>b</sup>以女为参照组

**表 3** 2013—2017 年上海重症中暑病例死亡的多因素 logistic 回归模型分析结果

指标	$\beta$ 值	SE 值	Wald $\chi^2$ 值	P 值	OR(95%CI) 值
热浪					
是					1.00
否	0.57	0.52	1.19	0.276	1.77(0.64, 4.91)
日平均相对湿度(%)					
<60					1.00
≥60	-1.16	0.28	17.87	<0.001	0.31(0.18, 0.54)
中暑类型					
混合型					1.00
热痉挛	-2.07	0.50	16.99	<0.001	0.13(0.05, 0.34)
热衰竭	0.14	0.35	0.17	0.683	0.68(0.58, 2.30)
热射病	-0.14	0.31	0.21	0.647	0.87(0.48, 1.58)

注:中暑类型不详的 13 例病例未纳入分析

型分析:与日平均湿度<60%、中暑类型为混合型的病例相比,日平均湿度≥60%、中暑类型为热痉挛、热衰竭、热射病的病例死亡 OR(95%CI)值分别为 0.31(0.18, 0.54)、0.13(0.05, 0.34)、0.68(0.58, 2.30) 和 0.87(0.48, 1.58), 详见表 3。

## 讨 论

中暑是在高温环境下由于热平衡和(或)代谢紊乱等引起的以中枢神经系统和(或)心血管系统障碍为主要表现的急性热致疾病<sup>[6]</sup>,重症中暑可能直接导致死亡。本研究中的重症中暑病死率为 9.98%,与既往研究所提出的 6.90%~26.09% 的病死率接近<sup>[7-9]</sup>。

既往有多项研究分析了气温、相对湿度及气压与中暑发生的关系。通常认为,高温及与之伴随的低气压是引发中暑<sup>[10-11]</sup>以及死亡<sup>[12-13]</sup>的关键因素,且日平均气温的变化对机体生理功能的影响更显著<sup>[10,14]</sup>。气温和湿度对中暑影响的作用也备受关注,但是以往研究<sup>[10-11,15]</sup>结果并不一致。本研究发现,重症中暑死亡病例发病当日的气温较高,湿度与气压较低,与宁波<sup>[10]</sup>和广州<sup>[15]</sup>的研究结果类似。可能原因为,高温天气通常伴随低湿度和低气压,高温低湿条件下,人体水分损失较快,产生中暑程度较重。

国内外的多项研究均指出,高温热浪增加人群的超额死亡<sup>[16-18]</sup>;且由于热适应未建立的缘故,中暑病例较多发病于热浪前期<sup>[11,19-20]</sup>。本研究发现死亡病例(94.78%)发病当日处于热浪期的占比高于存活病例(82.26%),且相比存活病例,死亡病例发病较多处于热浪后期。提示发病于热浪期,尤其是



热浪中后期的中暑病例风险较大,长时间高温所造成的热蓄积对人体健康的危害不容忽视。

个体特征方面,既往研究多提示中暑<sup>[21-22]</sup>及死亡<sup>[13]</sup>病例中,高年龄者及男性占有更高比例。本研究发现,死亡病例年龄高于存活病例,死亡病例的男性占比低于存活病例。提示相比男性,女性可能对高温更敏感,中暑病情更严重,这与部分研究<sup>[14]</sup>结果类似。

重症中暑包括热痉挛、热衰竭和热射病三种类型,也可能出现混合型<sup>[6]</sup>,三者发病机制、表现及轻重程度不同。多因素分析结果提示,仅出现热痉挛症状的重症中暑病例若及时送医得到救治,则通常预后较好。

本研究存在一定局限性:首先,本研究中只讨论了重症中暑病例发病当天的气象因素,未充分考虑滞后效应,其他可能产生影响的气象因素如辐射强度等数据没有纳入分析;其次,影响重症中暑预后的其他个体因素如中暑场所、基础疾病、肥胖状况、送医时长也没有分析。未来还需在加强这些数据收集和分析,为将来提出与上述因素相关联的防控措施提供科学依据。

综上所述,本研究通过分析 2013—2017 年上海市重症中暑存活和死亡病例的不同特征发现,重症中暑病例发病当日的气温、相对湿度以及中暑类型是影响重症中暑预后的主要相关因素。中暑发生在热浪期,尤其是热浪中后期、年龄较大、女性的重症中暑病例也可能具有一定的相关性。未来在进行中暑尤其是中暑死亡的防控工作中,可注意以下几点:热浪中后期应作为重点关注时期;可将出现较轻症状时及时就医作为针对公众的宣教重点之一;医院在收治高龄、女性重症中暑病例时,可能救治难度有所提高,须尤其加以注意。

**利益冲突** 所有作者均声明不存在利益冲突

**志谢** 中国疾病预防控制中心环境与健康相关产品安全所施小明研究员的指导和帮助

## 参 考 文 献

- 王晓利,侯西勇. 1961—2014 年中国沿海极端气温事件变化及区域差异分析[J]. 生态学报, 2017, 37(21): 7098-7113.
- 毕鹏. 气候变化对弱势群体健康影响的社区干预[J]. 中华预防医学, 2018, 52(4): 348-351. DOI: 10.3760 / cma. j. issn.0253-9624.2018.04.004.
- 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[EB/OL]. [2007-09-07]. <http://www.moh.gov.cn/yjb/s7859/200804/89f16519a3a244d19d00c8a6dc95cf2.shtml>.
- 陈蓉,毛智盛,汤嵩喆. 上海市 2009—2013 年突发公共卫生事件的分析[J]. 环境与职业医学, 2015, 32(4): 336-339. DOI: 10.13213/j.cnki.jeom.2015.14679.
- 谈建国,黄家鑫. 热浪对人体健康的影响及其研究方法[J]. 气候与环境研究, 2004, 9(4): 680-686. DOI: 10.3969 / j. issn.1006-9585.2004.04.012.
- 金泰康. 劳动卫生与职业病学[M]. 6 版. 北京:人民卫生出版社, 2007: 211-214.
- 陈振龙,乔子虹,王冬明,等. 2009 至 2013 年武汉市高温中暑情况分析[J]. 中华劳动卫生职业病杂志, 2015, 33(4): 260-262. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1001-9391.2015.04.006.
- Miyake Y. [Characteristics of elderly heat illness patients in Japan--analysis from Heatstroke STUDY 2010] [J]. Nihon Rinsho, 2013, 71(6): 1065-1073.
- 赵佳佳,周京江,胡婕,等. 影响劳力性热射病预后的危险因素分析[J]. 中华危重病急救医学, 2013, 25(9): 515-518. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2013.09.002.
- 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. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2016.08.016.
- 党冰,刘博,尹岭,等. 气象条件对北京夏季中暑的影响及预测研究[J]. 气象与环境学报, 2015, 31(2): 67-72. DOI: 10.3969 / j. issn.1673-503X.2015.02.010.
- 郭亚菲,李焱焱,程艳丽,等. 气候变化背景下上海市温度热效应死亡风险预估[J]. 中华预防医学杂志, 2012, 46(11): 1025-1029. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0253-9624.2012.11.014.
- 潘梅竹,许慧慧,东春阳,等. 2013—2016 年上海市居民中暑死亡病例的发病特征[J]. 环境与职业医学, 2018, 35(9): 825-829. DOI: 10.13213/j.cnki.jeom.2018.17717.
- Zhang Y, Li C, Feng R, et al. The short-term effect of ambient temperature on mortality in wuhan, china: a time-series study using a distributed lag non-linear model[J]. Int J Environ Res Public Health, 2016, 13(7). DOI: 10.3390/ijerph13070722.
- Ou CQ, Yang J, Ou QQ, et al. The impact of relative humidity and atmospheric pressure on mortality in Guangzhou, China [J]. Biomed Environ Sci, 2014, 27(12): 917-925. DOI: 10.3967 / bes2014.132.
- Zacharias S, Koppe C, Mücke HG. Climate change effects on heat waves and future heat wave-associated ihd mortality in Germany[J]. Climate, 2015, 3(1): 100-117. DOI: 10.3390 / cli3010100.
- Zhang L, Zhang Z, Ye T, et al. Mortality effects of heat waves vary by age and area: a multi-area study in China[J]. Environ Health, 2018, 17(1): 54-65. DOI: 10.1186/s12940-018-0398-6.
- 吴凡. 南京市高温热浪对天气敏感性疾病的影响研究[D]. 南京:南京信息工程大学, 2013.
- Grize L, Huss A, Thommen O, et al. Heat wave 2003 and mortality in Switzerland[J]. Swiss Med Wkly, 2005, 135(13-14): 200-205. DOI: 2005/13/smw-11009.
- Madrigano J, Ito K, Johnson S, et al. A case-only study of vulnerability to heat wave-related mortality in New York City (2000-2011) [J]. Environ Health Perspect, 2015, 123(7): 672-678. DOI: 10.1289/ehp.1408178.
- 彭蕃. 初探影响重症中暑患者预后危险因素 Logistic 回归分析[D]. 南昌:南昌大学, 2017.
- 蒋国钦,李明,邢超,等. 2008 至 2014 年绍兴市高温中暑流行病学特征[J]. 中华劳动卫生职业病杂志, 2016, 34(2): 131-133. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1001-9391.2016.02.014.

(收稿日期:2018-07-31)

(本文编辑:郑湃 张振伟)