

· 论 著 ·

气温与儿童肺炎住院量的关系研究

谷少华, 陆蓓蓓, 张良, 叶莉霞, 纪威, 王爱红, 许国章

宁波市疾病预防控制中心, 浙江 宁波 315010

摘要: **目的** 分析不同气温指标与儿童肺炎患者住院量的关系。**方法** 收集 2015—2017 年宁波市某综合性三甲医院 0~14 岁儿童肺炎患者住院资料和同期宁波市气象资料, 采用广义线性模型结合分布滞后非线性模型分别定量评估日平均气温、日最低气温和日最高气温 (各气温指标的第 1 百分位数为低温, 第 99 百分位数为高温) 与儿童肺炎住院量的暴露-反应关系。**结果** 纳入儿童肺炎住院患者 4 542 例, 住院量分布具有明显季节性, 夏季较低而冬季较高。排除相对湿度、PM_{2.5}、长期趋势、季节趋势等混杂因素后, 高温和低温时儿童肺炎住院量均呈增加趋势; 分别采用日平均气温和日最低气温为暴露指标时, 高温效应均有统计学意义, 累积滞后 0~7 d 儿童肺炎住院量增加的 RR 值分别为 1.52 (95%CI: 1.04~2.23) 和 1.59 (95%CI: 1.08~2.34); 采用日最高气温为暴露指标时, 低温效应在累积滞后 0~5 d 和累积后 0~7 d 时有统计学意义, 累积滞后 0~7 d 儿童肺炎住院量增加的 RR 值为 1.30 (95%CI: 1.02~1.66)。**结论** 高温和低温均可能造成儿童肺炎发病风险升高。

关键词: 气温; 肺炎; 儿童; 住院量

中图分类号: R563.1 文献标识码: A 文章编号: 2096-5087 (2019) 07-0678-05

Relationship between temperature indicators and hospital admission for childhood pneumonia

GU Shao-hua, LU Bei-bei, ZHANG Liang, YE Li-xia, JI Wei, WANG Ai-hong, XU Guo-zhang

Ningbo Center for Disease Control and Prevention, Ningbo, Zhejiang 315010, China

Abstract: **Objective** To explore the relationship between different temperature indicators and hospital admission for childhood pneumonia. **Methods** The hospital admissions for pneumonia in children aged 0-14 years and meteorological data in Ningbo from 2015 to 2017 were collected. A distributed lag non-linear model combined with a generalized linear model was employed to analyze the exposure-response relationships between different temperature indicators (daily average, minimum and maximum temperature; the first percentile as low temperature and the 99th percentile as high temperature) and hospital admission for childhood pneumonia. **Results** A total of 4 542 cases of childhood pneumonia were recruited. There were obvious seasonal fluctuations found in the inpatient volume of childhood pneumonia, which peaked in winter and bottomed in summer. After adjusting for potential confounding variables such as relative humidity, PM_{2.5}, long term trend and seasonal trend, the results suggested that after exposed to whether low or high temperature, the inpatient volume of childhood pneumonia would increase. When the daily average temperature and daily minimum temperature were employed, the effect of high temperature on the increase of inpatient volume for childhood pneumonia was statistically significant and the cumulative relative risk for a lag of 0-7 days were 1.52 (95%CI: 1.04-2.23) and 1.59 (95%CI: 1.08-2.34), respectively. When the daily maximum temperature was employed, the effect of low temperature on the increase of inpatient volume for childhood pneumonia was statistically significant and the cumulative relative risk for a lag of 0-7 days were 1.30 (95%CI: 1.02-1.66). **Conclusion** Our findings suggested that an increased risk of hospital admission for childhood pneumonia was associated with both low and high temperature.

Key words: Temperature; Pneumonia; Children; Hospital admission

DOI: 10.19485/j.cnki.issn2096-5087.2019.07.008

基金项目: 浙江省医药卫生科技计划项目 (2018ZD040); 宁波市医学科技计划项目 (2017A40); 宁波市市级医疗卫生品牌学科 (PPXK2018-10)

作者简介: 谷少华, 硕士, 医师, 主要从事环境流行病学工作

通信作者: 许国章, E-mail: xugz@nbcdc.org.cn

气温与健康密切相关,高温和低温均可导致呼吸系统、心血管系统疾病的发生或加重,甚至死亡,对儿童、老年人等敏感人群的影响更为显著^[1-2]。肺炎是当前发展中国家儿童发病和死亡的主要原因,全球每年5岁以下儿童肺炎发病约1.2亿人次,并且疾病负担可能会随着全球气候变暖持续增加^[3]。目前国内外对气温与肺炎发病的关系的研究结果存在分歧:澳大利亚一项研究显示高温和低温均可造成肺炎急诊就诊量增加^[4];在中国上海的研究发现只有低温对肺炎发病的影响有统计学意义^[5];在菲律宾和美国的的研究均未发现气温与肺炎发病之间存在关联^[6-7]。为了解气温对儿童肺炎发病的影响,收集2015—2017年宁波市一家综合性医院的儿童肺炎患者住院资料和同期气温资料,分析气温与儿童肺炎住院量之间的短期关联,并比较不同气温指标与儿童肺炎住院量的关联程度。现将结果报道如下。

1 资料与方法

1.1 资料来源 儿童肺炎患者住院资料来自宁波市中心城区一家综合性三甲医院,通过该院信息系统筛选出2015—2017年0~14岁肺炎患者的住院资料,导出“病案号”“性别”“年龄”“入院时间”“入院诊断”“ICD-10编码”等信息。肺炎ICD-10编码为J12~J18。重复病例的处理:若同一例患者在2周内(参考儿童肺炎的一般治疗周期确定)因肺炎住院2次或以上,只纳入第一次的病历记录。

同期气象资料来源于宁波市气象局,选择位于宁波市中心城区的鄞州站点,收集日平均气温、日最高气温、日最低气温和日均相对湿度等数据;每日细颗粒物(PM_{2.5})数据由宁波市环境监测中心提供,利用中心城区8个站点的检测结果计算每日区域算术平均值,作为人群污染物平均暴露量。

1.2 方法 采用广义线性模型(generalized linear model, GLM)结合分布滞后非线性模型(distributed lag non-linear model, DLNM)分析气温与儿童肺炎住院量的关系,并控制相对湿度、PM_{2.5}、长期趋势、季节趋势、星期几效应和节假日效应等混杂因素的影响^[8-9],构建的模型如下:

$$\text{Log}[E(Y_t)] = \alpha + \text{cb}(Temp_t, lag) + \text{ns}(Rh_t, df=3) + \text{ns}(PM_{2.5}, df=3) + \text{ns}(Time, df=7 \times 3) + DOW + Holiday$$

式中, $E(Y_t)$ 表示第 t 天儿童肺炎住院人次的期望值, α 表示截距, cb 表示交叉基函数, ns 表示

自然立方样条函数, lag 表示最长滞后时间, df 表示自由度, $Temp_t$ 表示第 t 天的气温, 这些参数按照非线性效应纳入模型, 最长滞后时间选取20天, 其他参数根据赤池信息准则(Akaike information criterion, AIC)确定^[8]; Rh_t 和 $PM_{2.5}$ 分别表示第 t 天的平均相对湿度和 $PM_{2.5}$ 浓度, 选择自由度为3^[8]; $Time$ 表示时间变量, 选择自由度为7/年^[9]; DOW 和 $Holiday$ 分别表示星期几和法定节假日, 按照哑变量引入模型。最终模型保证残差符合白噪声。

分别分析日平均气温、日最高气温、日最低气温与儿童肺炎住院量的关系, 气温的效应采用相对危险度(RR)描述。各气温指标均以中位数(M)为参考温度, 以第1百分位数(P_1)为低温, 以第99百分位数(P_{99})为高温, 分别计算不同滞后天数时, 低温和高温状态下儿童肺炎住院量增加的风险。

1.3 统计分析 采用R 3.1.0软件统计分析, DLNM模型采用“dlnm”程序包。检验水准 $\alpha=0.05$ 。

2 结果

2.1 儿童肺炎住院量 2015—2017年该院共有儿童肺炎住院病例4542例, 平均每天4.16例; 男童2514例, 女童2028例, 男女比为1.24:1; <5岁儿童肺炎病例数最多, 3629例占79.90%。2015—2017年儿童肺炎住院量呈上升趋势, 夏季住院量相对较低, 冬季住院量相对较高, 见图1。

2.2 气象指标和PM_{2.5}监测结果 2015—2017年宁波市日平均气温为18.04℃(范围:-4.20~33.20℃), 日最高气温为22.34℃(范围:-2.50~39.60℃), 日最低气温为14.84℃(范围:-6.70~28.90℃), 日均相对湿度为76.65%(范围:34.00%~98.00%), $PM_{2.5}$ 浓度为40.02 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (范围:4.25~218.88 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)。见表1。

2.3 不同气温指标与儿童肺炎的暴露-反应关系 在排除各混杂因素后, 高温和低温时儿童肺炎住院量均呈增加趋势。以日最低气温为暴露指标时, 高温效应更加明显, 在滞后2d时效应值有统计学意义, RR 值为1.08(95%CI: 1.00~1.16); 低温效应在不同滞后天数时均无统计学意义。以日最高气温为暴露指标时, 低温效应更加明显, 在滞后2~6d时效应值均有统计学意义, 且在滞后3d时效应值最大, RR 值为1.07(95%CI: 1.02~1.12); 高温效应在不同滞后天数时均无统计学意义。见图2。

采用不同气温指标作不同累积滞后天数的儿童肺

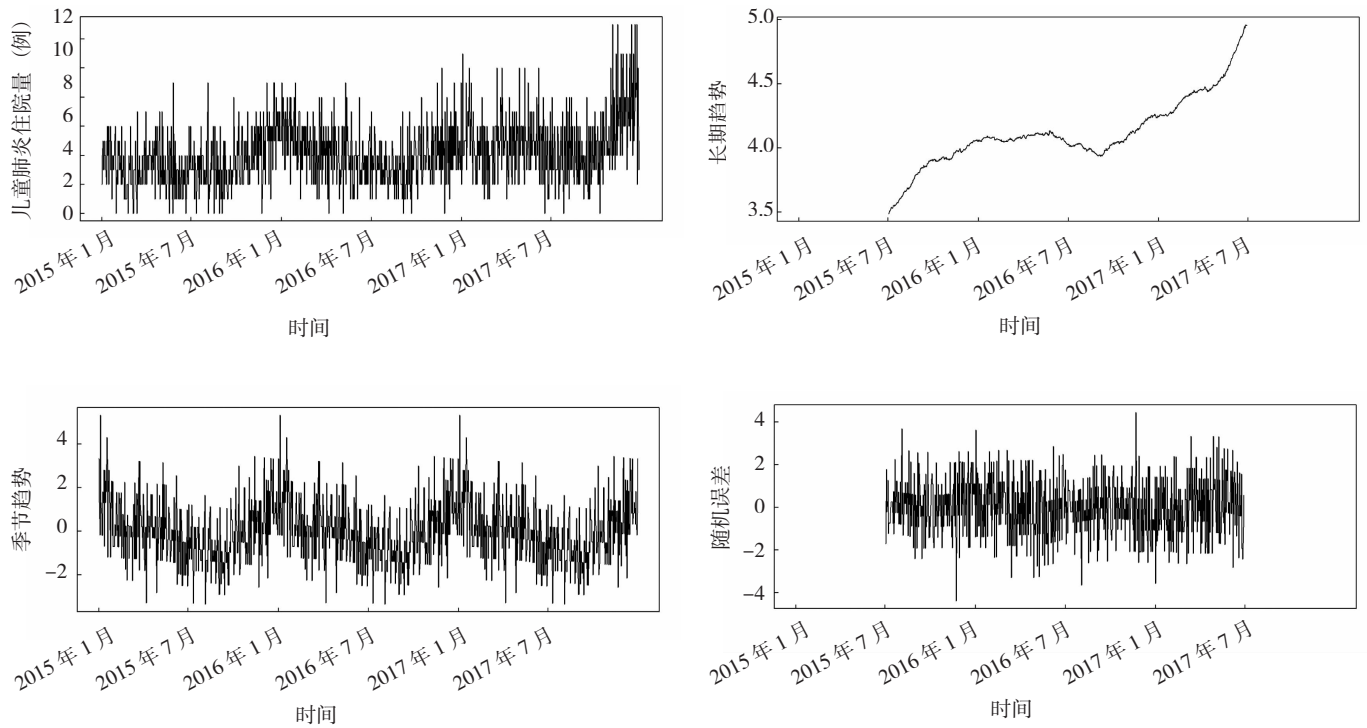


图1 2015—2017年宁波市某医院儿童肺炎住院量的时间序列分解图

表1 2015—2017年宁波市气象指标和PM_{2.5}监测结果

指标	$\bar{x} \pm s$	P_1	M	P_{99}
日平均气温 (°C)	18.04 ± 8.33	2.49	19.00	32.30
日最低气温 (°C)	14.84 ± 8.42	-1.51	15.80	27.80
日最高气温 (°C)	22.34 ± 8.14	5.50	23.10	38.20
日均相对湿度 (%)	76.65 ± 11.73	46.00	77.00	97.00
PM _{2.5} (μg/m ³)	40.02 ± 25.28	8.75	34.25	127.70

肺炎住院量分析, 结果显示: 日平均气温和日最低气温的高温效应值均有统计学意义, 低温效应值均无统计学意义; 日最高气温的高温效应值均无统计学意义, 而在累积滞后 0~5 d 和 0~7 d 时的低温效应值有统计学意义; 累积滞后 0~7 d 时, 低温和高温效应均接近最大值。见表 2。

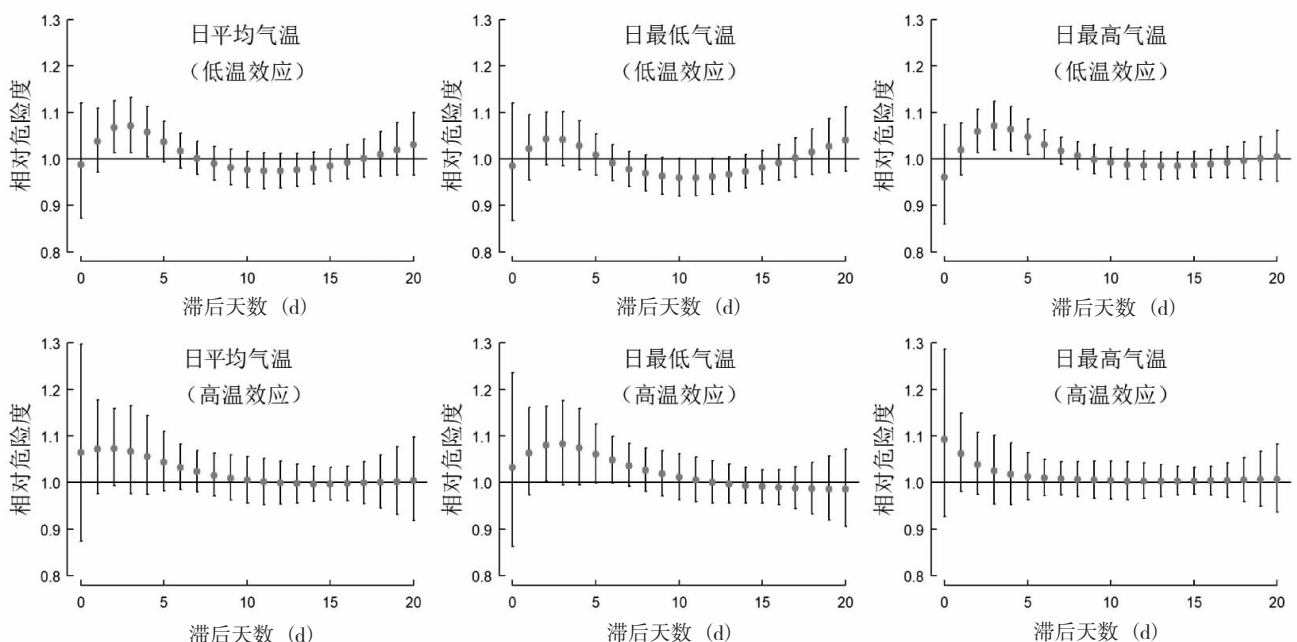


图2 不同气温指标在高温和低温时对儿童肺炎住院量的影响

表2 不同气温指标在高温和低温时儿童肺炎住院量增加的风险[RR(95%CI)]

指标	低温效应			高温效应		
	累积滞后 0~5 d	累积滞后 0~7 d	累积滞后 0~10 d	累积滞后 0~5 d	累积滞后 0~7 d	累积滞后 0~10 d
日平均气温	1.29(0.98~1.69)	1.31(0.96~1.78)	1.24(0.87~1.79)	1.44(1.01~2.05) ^a	1.52(1.04~2.23) ^a	1.57(1.04~2.36) ^a
日最低气温	1.14(0.86~1.50)	1.10(0.80~1.52)	0.99(0.67~1.45)	1.46(1.03~2.07) ^a	1.59(1.08~2.34) ^a	1.68(1.09~2.58) ^a
日最高气温	1.24(1.00~1.54) ^a	1.30(1.02~1.66) ^a	1.30(0.97~1.73)	1.27(0.94~1.72)	1.30(0.94~1.79)	1.32(0.93~1.86)

注: a 表示 $P < 0.05$ 。

3 讨论

研究结果显示, 气温与儿童肺炎住院量的暴露-反应关系为非线性关系, 高温和低温时儿童肺炎住院量均会增加。采用日最低气温为暴露指标时, 高温效应更明显; 而采用日最高气温为暴露指标时, 低温效应更明显。低温对儿童肺炎住院量的影响在滞后 2~6 天时均有统计学意义, 与 LIU 等^[5] 在上海市的研究结论基本一致, 但 LIU 等^[5] 仅分析了日均气温与肺炎的关联, 未发现高温效应。XU 等^[4] 在澳大利亚的研究指出高温和低温均会造成儿童肺炎急诊风险升高, 两者的累积 RR 值分别为 1.72 (95%CI: 1.07~2.76) 和 2.76 (95%CI: 1.71~4.47)。本研究发现, 气温对儿童肺炎住院量的影响较小, 可能与两项研究所处的气候环境、社会特征和采用的健康结局类型不同有关。

气温对儿童肺炎的影响可能存在多种机制。首先, 气温能影响引起肺炎发病的病原体。研究发现, 低温时呼吸道合胞病毒和肺炎链球菌检出率上升^[10-11], 而高温时肺炎支原体和嗜肺军团菌则更易存活^[11-12]。其次, 气温能直接影响呼吸系统功能。寒冷天气易诱发人体支气管痉挛, 增加炎症细胞数量, 降低肺功能, 使人体感染致病菌的概率升高^[13]; 而炎热天气会导致体液快速流失, 全身小血管舒张, 血液从内脏转移到皮肤和肌肉, 影响内脏供血, 增加内脏的工作负担, 降低免疫力^[14]。此外, 极端气温也会改变人群的生活习惯和出行方式, 间接导致肺炎高发。当极端高温或者低温天气来临时, 儿童往往会减少户外活动, 增加室内环境的暴露时间, 而室内的烹饪油烟、二手烟、部分装修材料和潮湿的环境正是当前儿童肺炎发生的重要影响因素^[4,15]。

在以往研究基础上, 本研究进一步比较了日平均气温、日最低气温和日最高气温对儿童肺炎住院量的影响, 发现结果并不完全一致。目前国内外多数研究在探讨气温与人群健康的关系时以日平均气温作为代表指标^[5-7,16], 然而单一的、特定的气温指标并不能

用于所有城市的气温效应研究, 部分地区采用日最高气温、日最低气温或其他温度指标时反而能更好地评估气温对人群健康的影响^[17-18]。这可能与不同气温指标的作用机制不同有关, 例如在热浪研究时, 日最高气温代表的是当天最强的热效应^[19], 而日最低气温则反映了高温发生后人体是否有机会从前一天的热效应中恢复过来^[20]。

本研究提示, 寒冷天气时, 儿童在日最低气温出现时(约为凌晨)正待在温暖的室内, 不易受到气温的影响; 在日最高气温出现时(约为正午后)往往在室外活动, 如果此时气温依然较低, 儿童更容易发生呼吸道疾病, 所以日最高气温在低温时的效应更强。炎热天气时, 日最高气温出现时儿童会待在室内; 而经历白天较高的温度后, 夜晚出现的日最低气温如果仍然较高, 儿童更容易发生呼吸道疾病, 所以日最低气温在高温时的效应更强。以上推论尚缺少直接证据, 未来仍需开展深入研究。此外, 不同地区人群受到气温的影响存在差异, 分析时需综合考虑当地的气候特征和人群生活习惯。

综上所述, 高温和低温时儿童肺炎住院量均有可能增加, 家长在天气寒冷时需要注意儿童外出时的保暖, 以防受凉; 在天气炎热时则需要注意夜晚时的降温, 尽快使儿童从炎热的天气中恢复过来。在开展极端气温风险评估或预警研究时不应只关注单一气温指标, 分析比较多种气温指标可能会获得更准确的结果。

参考文献

- [1] GASPARRINI A, GUO Y, HASHIZUME M, et al. Mortality risk attributable to high and low ambient temperature: a multicountry observational study [J]. Lancet, 2015, 386 (9991): 369-375.
- [2] BASU R. High ambient temperature and mortality: a review of epidemiologic studies from 2001 to 2008 [J]. Environmental Health, 2009, 8: 40.
- [3] WALKER C L F, RUDAN I, LIU L, et al. Global burden of childhood pneumonia and diarrhoea [J]. Lancet, 2013, 381 (9875): 1405-1416.
- [4] XU Z, LIU Y, MA Z, et al. Impact of temperature on childhood

- pneumonia estimated from satellite remote sensing [J]. *Environmental Research*, 2014, 132: 334-341.
- [5] LIU Y, KAN H D, XU J M, et al. Temporal relationship between hospital admissions for pneumonia and weather conditions in Shanghai, China: a time-series analysis [J]. *BMJ Open*, 2014, 4 (7): 1-8.
- [6] BRAGA A L, ZANOBETTI A, SCHWARTZ J. The effect of weather on respiratory and cardiovascular deaths in 12 U.S. cities [J]. *Environmental Health Perspectives*, 2002, 110 (9): 859-863.
- [7] PAYNTER S, WEINSTEIN P, WARE R S, et al. Sunshine, rain-fall, humidity and child pneumonia in the tropics: time-series analyses [J]. *Epidemiology and Infection*, 2013, 141 (6): 1328-1336.
- [8] GASPARRINI A, ARMSTRONG B, KENWARD M G. Distributed lag non-linear models [J]. *Statistics in Medicine*, 2010, 29 (21): 2224-2234.
- [9] BHASKARAN K, GASPARRINI A, HAJAT S, et al. Time series regression studies in environmental epidemiology [J]. *International Journal of Epidemiology*, 2013, 42 (4): 1187-1195.
- [10] YUSUF S, PIEDIMONTE G, AUAIS A, et al. The relationship of meteorological conditions to the epidemic activity of respiratory syncytial virus [J]. *Epidemiology and Infection*, 2007, 135 (7): 1077-1090.
- [11] HERRERA-LARA S, FERNÁNDEZ FABRELLAS E, CERVERA-JUAN A, et al. Do seasonal changes and climate influence the etiology of community acquired pneumonia? [J]. *Archivos De Bronconeumología (English Edition)*, 2013, 49 (4): 140-145.
- [12] 张新星, 季伟, 顾文婧, 等. 2005年至2014年苏州地区儿童呼吸道肺炎支原体感染流行病学分析 [J]. *中华传染病杂志*, 2015, 33 (10): 594-598.
- [13] DONALDSON G C, SEEMUNGAL T, JEFFRIES D J, et al. Effect of temperature on lung function and symptoms in chronic obstructive pulmonary disease [J]. *The European Respiratory Journal*, 1999, 13 (4): 844-849.
- [14] 冯雷, 李旭东. 高温热浪对人类健康影响的研究进展 [J]. *环境与健康杂志*, 2016, 33 (2): 182-188.
- [15] ZHUGE Y, QIAN H, ZHENG X, et al. Residential risk factors for childhood pneumonia: a cross-sectional study in eight cities of China [J]. *Environment International*, 2018, 116: 83-91.
- [16] 王旭初, 李清春, 刘庆敏, 等. 高温热浪对人群死亡风险的影响 [J]. *预防医学*, 2017, 29 (6): 603-606.
- [17] DAVIS R E, HONDULA D M, PATEL A P. Temperature observation time and type influence estimates of heat-related mortality in seven U.S. cities [J]. *Environmental Health Perspectives*, 2016, 124 (6): 795-804.
- [18] BARNETT A G, TONG S L, CLEMENTS A. What measure of temperature is the best predictor of mortality? [J]. *Environmental Research*, 2010, 110 (6): 604-611.
- [19] HAJAT S, ARMSTRONG B, BACCINI M, et al. Impact of high temperatures on mortality: is there an added heat wave effect? [J]. *Epidemiology*, 2006, 17 (6): 632-638.
- [20] LE TERTRE A, LEFRANC A, EILSTEIN D, et al. Impact of the 2003 heatwave on all-cause mortality in 9 French cities [J]. *Epidemiology*, 2006, 17 (1): 75-79.
- 收稿日期: 2019-01-07 修回日期: 2019-03-12 本文编辑: 徐文璐

· 读者 · 作者 · 编者 ·

优秀论文评审结果

《预防医学》2019年第6期刊出论文经编辑部推荐, 专家审议, 评选出优秀论文5篇, 编辑部将向优秀论文作者颁发荣誉证书。优秀论文名单如下:

1. 冷志伟, 郭清, 刘莉云等作者《浙江省老年人机构养老意愿及影响因素研究》
2. 张超, 罗小福, 徐秦儿作者《应用中断时间序列评价甲肝疫苗纳入扩大免疫规划对甲肝发病的影响》
3. 高四海, 张鹤美, 林丹等作者《温州市居民生活饮用水碘空间分布特征》
4. 陈颖, 龚巍巍作者《脑卒中经济负担研究方法及应用进展》
5. 雷宗峰, 周玉润, 韩影等作者《孕期温度暴露与早产儿发生的关联性研究》

《预防医学》编辑部