

高温热浪对三种常见传染病发病影响的间断时间序列分析

张行易¹, 杨嘉辉¹, 胡国清¹, 陈田木², 谢知², 刘如春²

1. 中南大学湘雅公共卫生学院, 湖南 长沙 410078; 2. 长沙市疾病预防控制中心

摘要: **目的** 定量探讨高温热浪对三种常见传染病发病的影响。 **方法** 采用间断时间序列分析法(interrupted time series, ITS)分析湖南省长沙市 2013 年 6 月 30 日-8 月 16 日热浪发生前后细菌性痢疾、手足口病和流行性腮腺炎三种传染病日报告发病数变化趋势的改变情况。 **结果** 细菌性痢疾在热浪发生后日报告发病数有所下降($b_2 = -0.20$, $P = 0.30$),但随时间上升趋势加重($b_3 = 0.10$, $P = 0.56$);手足口病在热浪发生后日报告发病数升高($b_2 = 0.04$, $P = 0.63$),但随时间下降趋势加重($b_3 = -0.18$, $P = 0.76$);流行性腮腺炎在热浪发生后日报告发病数下降($b_2 = -0.34$, $P = 0.06$),但随时间变化由下降趋势变为上升趋势($b_3 = 3.82$, $P = 0.00$)。Durbin-Watson 自相关性检验三种疾病对应的 DW 值介于 1.43~1.81。 **结论** 考虑到可能存在的自相关性,尚不能认为高温热浪对细菌性痢疾、手足口病、流行性腮腺炎的日常发病数造成明显影响。

关键词: 高温热浪; 间断时间序列分析; 细菌性痢疾; 流行性腮腺炎; 手足口病

中图分类号: R51 文献标识码: A 文章编号: 1006-3110(2018)04-0445-04 DOI: 10.3969/j.issn.1006-3110.2018.04.016

Impact of heat wave on the prevalence of three kinds of common infectious diseases: an interrupted time series analysis

ZHANG Xing-yi^{*}, YANG Jia-hui, HU Guo-qing, CHEN Tian-mu, XIE Zhi, LIU Ru-chun

^{*}Xiangya School of Public Health, Central South University, Changsha, Hunan 410078, China

Corresponding author: LIU Ru-chun, E-mail: 308212932@qq.com

Abstract: **Objective** To quantitatively evaluate the impact of heat wave on the prevalence of three kinds of common infectious diseases. **Methods** An interrupted time series (ITS) technique was used to detect the trend changes in the daily-reported case number of three kinds of infectious diseases (including bacillary dysentery, hand-foot-mouth disease (HFMD) and mumps) during the period of heat wave from June 30th to August 16th in 2013 in Changsha City, Hunan Province. **Results** The daily-reported case number of bacillary dysentery declined after the occurrence of heat wave ($b_2 = -0.20$, $P = 0.30$), but it showed a significantly increasing trend over time ($b_3 = 0.10$, $P = 0.56$). The daily-reported case number of HFMD increased after the occurrence of heat wave ($b_2 = 0.04$, $P = 0.63$), but it showed a significantly decreasing trend over time ($b_3 = -0.18$, $P = 0.76$). The daily-reported case number of mumps decreased after the occurrence of heat wave ($b_2 = -0.34$, $P = 0.06$), but it reversed from a decreasing trend to an increasing trend over time ($b_3 = 3.82$, $P = 0.00$). Durbin-Watson test indicated the possibility of auto-correlation (DW: 1.43-1.81). **Conclusions** In terms of possible impact of auto-correlation, it can not be ascribed changes in the daily-reported case number of three kinds of infectious diseases and their trends over time to heat wave.

Key words: heat wave; interrupted time series analysis; bacillary dysentery; mumps; hand-foot-mouth disease

高温热浪(heat wave)通常指持续性的高温高湿酷热天气,一般可以持续几天甚至几周,使人体耐力超过限度导致发病甚至死亡,是夏季对人体健康影响最直接的天气事件^[1]。随着全球气候变化,高温热浪及其健康影响已经成为当今国际上环境与健康领域的热点

问题。

国内外大量研究现已证实,高温热浪期间,心血管疾病、脑血管疾病、肺功能相关疾病、肾脏疾病以及代谢内分泌疾病的患病风险都将显著增加^[2-7]。但囿于传统研究方法和资料来源所限,尚无学者对高温热浪与传染病发病关系做深入探讨。传统研究分析热浪的健康影响主要采用死因数据^[8-11],涉及人群几乎全为老年人^[12]。相比之下,传染病传播速度快、传播源和传播途径受气温波动影响程度剧烈,因此,有必要探讨

作者简介: 张行易(1995-),女,山西晋中人,本科在读,研究方向:慢性病流行病学。

通信作者: 刘如春, E-mail: 308212932@qq.com。

高温热浪对居民传染病日报告发病例数的影响。

2013 年,湖南省长沙市出现了罕见高温天气,持续时间长、影响范围广、强度大、影响重,部分高温持续时间和强度都突破了历史极值^[13]。为定量探讨此次高温热浪对常见传染病日报告发病数的影响,本研究采用间断时间序列分析(interrupted time series, ITS)^[14-15]评价 2013 年夏季高温热浪发生前后长沙市的三种常见传染病日发病例数的变化,为政府有效应对高温引发的公共卫生事件提供科学依据。

1 资料与方法

1.1 高温热浪定义及气象数据来源

1.1.1 高温热浪定义 根据中国气象局的推荐标准^[16]定义:日最高温度大于等于 35℃ 为高温日,持续 3 d 大于等于 35℃ 为高温热浪。

据此定义,长沙市 2013 年共发生 2 次高温热浪,分别为 6 月 16-19 日(持续 4 d),6 月 30 日-8 月 16 日(持续 48 d),见图 1。考虑到第一次热浪作用时间较短,分析过程中可造成误差的偶然因素较大,故本研究中仅选取第二次热浪过程进行研究。

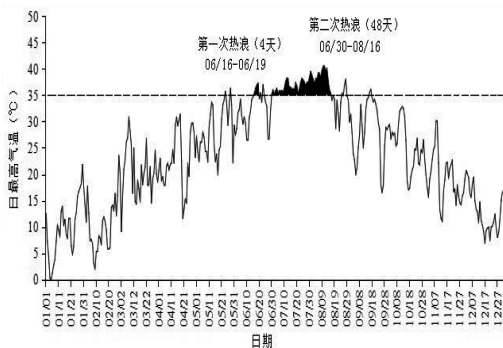


图 1 2013 年长沙市 2 次高温热浪时间范围示意图

1.1.2 气象数据来源 长沙市 2013 年逐日地面温度资料来自中国气象科学数据共享服务网络数据库^[17]。

1.2 疾病选择及数据来源

1.2.1 疾病选择 细菌性痢疾、手足口病和流行性腮腺炎三种疾病均为我国南方地区夏秋季常见传染病,年发病例数高,且有研究报道,在一定范围内,这三种传染病的发病与平均温度呈正相关关系^[18-22],故本研究选择这三种疾病进行分析。考虑到 2013 年长沙市无大型人口迁移,且无法获得准确人口变动数据,故本研究采用日报告发病数进行分析。

1.2.2 数据来源 传染病日报告发病数来自湖南省长沙市疾病预防控制中心 2013 年分日传染病报表。

1.3 数据统计学分析 本研究采用间断时间序列分

析法(interrupted time series, ITS)分析热浪发生前后各传染病日报告发病数变化趋势的变化情况。此方法本质上为分段拟合的多重线性回归,常用于分析无法或不易找到合适对照组的干预措施效果评估^[23]。

定义 T 为从观察时间开始的连续性变量(本研究选取日为观察单位,取 $T=1, 2, 3, \dots, n$), D 为哑变量,表示热浪存在与否(无热浪时=0,有热浪时=1)。 P 为连续性时间变量,无热浪时全为 0,有热浪时取从 1 至 n , n 为热浪持续天数。 e 为线性模型中无法解释的随机变量。由此拟合模型为: $Y = \beta_0 + \beta_1 T + \beta_2 D + \beta_3 P + e$, 经整理,热浪干预前模型可写为: $Y = \beta_0 + \beta_1 T + e$, 热浪干预后模型可写为: $Y = (\beta_0 + \beta_2) + (\beta_1 + \beta_3) T + e$, β_1 为因变量 Y 随时间变量 T 变化的基础斜率,反映了热浪前传染病日报告发病数随时间的变化情况; β_2 为热浪引起因变量 Y 的截距改变量,反映了热浪的发生对传染病日报告发病数水平的影响; β_3 为热浪引起因变量 Y 的斜率改变量,反映了高温热浪的持续存在对传染病日报告发病数随时间变化趋势的影响,原理见图 2。

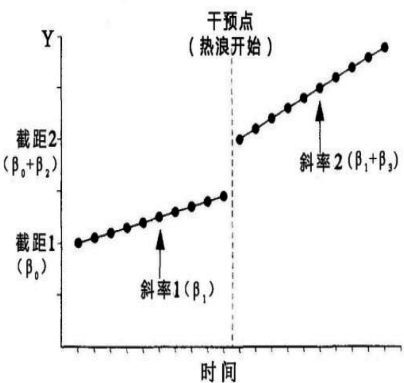


图 2 间断时间序列分析(ITS)原理示意图

为控制以日为单位时间变量之间的自回归问题,采用 Durbin-Watson 检验^[24]。 DW 值范围是 $0 < DW < 4$, 统计学意义:①残差与自变量互为独立时, DW 越接近 2, 判断无自相关性把握越大;②当相邻两点的残差为正相关时, DW 越接近于 0, 正自相关性越强;③当相邻两点的残差为负相关时, DW 越接近于 4, 负自相关性越强。所有数据统计学分析均在 IBM SPSS Statistics 22.0 软件支持下进行。

2 结果

热浪发生前后,细菌性痢疾、手足口病、流行性腮腺炎三种选取传染病的日报告病例数间断时间序列分析结果见表 1,日报告病例数随时间变化趋势见图 3。

表 1 长沙市 2013 年高温热浪前后三种传染病日报告病例数的间断时间序列分析结果

疾病名称	热浪前发病趋势		热浪前后发病数改变		热浪前后趋势变化		拟合效果	
	$b_1(SE)$	P 值	$b_2(SE)$	P 值	$b_3(SE)$	P 值	DW	R^2
细菌性痢疾	0.29(0.01)	0.02 *	-0.20(1.01)	0.30	0.10(0.03)	0.56	1.44	0.15
手足口病	-0.78(1.09)	0.23	0.04(6.49)	0.63	-0.18(1.09)	0.76	1.81	0.88
流行性腮腺炎	-4.68(0.51)	0.00 **	-0.34(3.04)	0.06	3.82(0.51)	0.00 **	1.43	0.52

注: * $P<0.05$; ** $P<0.01$ 。

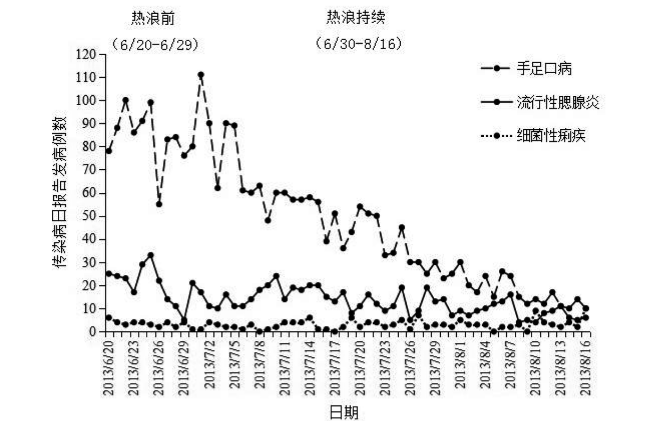


图 3 长沙市 2013 年三种传染病在高温热浪发生前后发病趋势变化示意图

细菌性痢疾日报告发病数在热浪发生后日报告发病数水平有所下降($b_2 = -0.20$),但随时间上升趋势加重($b_3 = 0.10$);手足口病在热浪发生后日报告发病数水平升高($b_2 = 0.04$),但随时间下降趋势加重($b_3 = -0.18$);流行性腮腺炎在热浪发生后日报告发病数水平下降($b_2 = -0.34$),但随时间变化趋势由下降变为上升($b_3 = 3.82$)。三种疾病日报告发病数的截距改变量(b_2)和斜率改变量(b_3)中,只有流行性腮腺炎的日报告发病数的斜率改变量(b_3)有统计学意义($P<0.01$),然而此模型的 DW 值为 1.43,不接近 2,不能排除数据间自相关性,见表 1。

3 讨 论

尽管热浪前后日报告发病数对应的回归系数和时间趋势对应的回归系数对某些疾病具有统计学意义,但由于不能排除时间序列数据之间存在的自相关效应,本研究尚不能判定 2013 年长沙市夏季高温热浪对三种常见传染病日报告发病数和时间趋势造成影响。以往研究显示,温度与多种传染病的流行传播有关^[18]。手足口病^[19]、流行性腮腺炎^[20]的发病与平均温度呈正相关关系;秘鲁的研究报道气温每上升 1℃ 可以导致患严重腹泻的风险增加 5%^[21],一项济南的研究报道最高气温上升 1℃ 将导致细菌性痢疾的病例数增加超过 10%^[22]。本研究与以往结果的不一致,这可能与统计分析时对气温的不同处理有关。以往研究

多将气温作为独立变量纳入模型研究其与传染病发病的关联性,未像本研究一样将长时间的高温天气(高温热浪)作为一个变量来考虑。相对而言,将气温作为单个变量纳入分析虽然直接体现了微小气温变化的影响,但另一方面有时结果很难在专业上得到解释。

从传染病发生的机制上看,高温气温可能从致病原、传播途径和宿主 3 个方面影响疾病的发生和流行。气温可以直接影响细菌性痢疾病原体的繁殖及在环境中的生存时间,也会影响到苍蝇的繁殖速度与种群数量^[18],气温升高可能造成细菌性痢疾的发病风险增加。但除温度之外,降水量也是最有利于痢疾发病、传播的气象因子^[25],夏季高温热浪的气象特点为持续高温状态无降水或伴有极少量降水,这可能导致了热浪与细菌性痢疾发病缺乏显著相关性。气温同时也是病毒复制和生长的影响因素,气温升高有利于手足口病病毒在外界环境中的存活与繁殖^[26];在一定范围内气温上升,流行性腮腺炎病毒活性会增强^[20],这解释了此类传染病发病与温度之间的正相关。然而,更多研究表明,小群体流行性腮腺炎暴发最可能的一个原因是密切的社会暴露^[27-28],高温热浪发生时间段内大部分人群处于假期,为躲避高温,室内活动时间明显延长,室外活动的频率和时间都有所下降,这可能造成了热浪对人群流行性腮腺炎发病的影响不显著。热浪与手足口病日报告发病数间的关系可以进行类似解释。但由于本研究未能收集到每天病原体、人群接触、个体室内和室外活动等方面信息,无法从更深层次解释热浪对 3 种传染病的影响。

本次研究存在一定的局限性:(1)本研究只设立了 2013 年第二次高温热浪前后的对照,未设立不同年度同期的平行对照组;(2)除了 3 种常见传染病之外,本研究未分析热浪对其他传染病和疾病发病的影响;(3)本研究仅从温度和时间跨度上定义热浪,未将湿度、气压、风速等其他气象因素纳入考虑。未来应考虑在特殊天气情况下收集更多的天气变量和传染病发病和传播相关的协变量信息。

参考文献

[1] 徐金芳,邓振镛,陈敏.中国高温热浪危害特征的研究综述[J].干旱气象,2009,27(2):163-167. (下转第 495 页)