

# 老年人高温热浪健康教育干预效果混合效应模型分析

马文军 林巧绚 林华亮 刘涛 曾韦霖 肖建鹏 李杏 罗圆

510632 广州,暨南大学医学院公共卫生预防医学系(马文军、林巧绚); 511430 广州,广东省疾病预防控制中心广东省公共卫生研究院环境与健康研究室(马文军、林华亮、刘涛、曾韦霖、肖建鹏、李杏、罗圆)

通信作者:马文军, Email: mwj68@gdiph.org.cn

DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2016.09.009

**【摘要】** 目的 评价对老年人开展预防高温热浪健康教育的效果。方法 采用类随机对照试验,从广州市番禺区市桥街28个社区随机抽取2个社区,然后将抽取的社区随机分为对照组和干预组,以 $\geq 60$ 岁常住居民为研究对象。干预组采用8种健康教育方式在夏季进行3个月热浪干预,对照组不采取任何干预措施。干预前后两组均采用相同问卷收集信息进行效果评价。采用混合效应模型进行数据分析。结果 控制家庭人均月收入、安装空调、饮酒、基础疾病史和时间效应后,干预组热浪风险感知平均得分升高1.62分,对照组升高0.51分,两组差异有统计学意义( $t=2.76, P=0.006$ );干预措施的效果也体现在两组因慢性病入院的差异上,干预组最近3个月因慢性病加重去过医院住院或就诊由干预前32.39%(46/142)下降至干预后28.87%(41/142),对照组由干预前26.28%(41/156)上升至干预后的36.53%(57/156);热浪知识得分、热浪适应性行为得分两组差异无统计学意义。结论 健康教育能增强老年人对热浪的健康风险感知,可有效降低老年人群在热浪期间因慢性病加重而引起的就诊住院。

**【关键词】** 热浪;老年人;健康教育;混合效应模型

**基金项目:**广东省医学科学技术研究基金(B2014089)

**Effectiveness of health education about heat wave hazard prevention in the elderly: a mixed effect model analysis** Ma Wenjun, Lin Qiaoxuan, Lin Hualiang, Liu Tao, Zeng Weilin, Xiao Jianpeng, Li Xing, Luo Yuan

Public Health and Preventive Medicine Department, School of Medicine, Jinan University, Guangzhou 510632, China (Ma WJ, Lin QX); Environmental Health Department, Guangdong Provincial Institute of Public Health, Guangdong Provincial Center for Disease Control and Prevention, Guangzhou 511430, China (Ma WJ, Lin HL, Liu T, Zeng WL, Xiao JP, Li X, Luo Y)

Corresponding author: Ma Wenjun, Email: mwj68@gdiph.org.cn

**【Abstract】** **Objective** To evaluate the effectiveness of health education about prevention of heat wave hazard in the elderly. **Methods** A non-randomized controlled trial was conducted during the summer of 2015 among a sample of residents aged  $\geq 60$  years in Panyu district, Guangzhou. Eight intervention measures for heat wave hazard prevention were taken in intervention group for 3 months (from August to October) and in control group no intervention measures were taken. The comparison of intervention effects was conducted between the intervention group and control group with mixed effect model after the collection of related information with same questionnaire. **Results** After adjusting of family per capita income, family air-condition availability, alcohol use, disease history and time, the average score of risk awareness in the intervention group increased by 1.62, while it was 0.51 in the control group, the difference was significant ( $t=2.76, P=0.006$ ). A significant effect was observed in the intervention group on the reduction of hospitalizations due to chronic diseases. The hospitalization rate due to chronic diseases in resent 3 months in the intervention group decreased from 32.39% (46/142) before intervention to 28.87% (41/142) after intervention; while in the control group, it increased from 26.28% (41/156) before intervention to 36.53% (57/156) after intervention. There was no significant difference between the two groups in awareness of knowledge on heat wave hazard prevention and the score of adaptation to heat wave. **Conclusion** Health education programs could

improve the risk awareness on heat waves, and reduce the hospitalizations due to chronic diseases in the elderly.

**【Key words】** Heat wave; Elderly; Health education; Mixed effect model

**Fund Program:** Guangdong Province Medical Science and Technology Research Fund (B2014089)

全球变暖可导致热浪的发生频率和持续时间增加。国内外研究发现,热浪可以增加人群健康风险<sup>[1-4]</sup>,其中老年人是脆弱人群<sup>[5-7]</sup>。在全球变暖的背景下,针对脆弱人群开展适应政策和适应行为研究,对降低极端气候的健康风险具有重要意义。为此,本研究选择广州市番禺区≥60岁老年人进行高温热浪健康教育干预并评价干预效果,为制定相关的政策提供科学依据。

### 对象与方法

1. 研究对象:采用随机对照试验的类实验方法选取研究对象。以广州市番禺区市桥街作为研究现场,在其28个社区随机抽取2个,招募年龄≥60岁(1955年6月1日之前出生)常住居民作为研究对象,随机分为干预组和对照组。样本量使用PASS 11软件计算<sup>[8]</sup>,根据文献查阅<sup>[9]</sup>,预计干预后干预组适应行为采纳率升高35%,对照组行为采纳率升高15%, $\alpha=0.05$ , $\beta=0.90$ ,双侧检验,加上20%失访,每组117人。

2. 研究方法及干预内容:采用随机对照前后重复测量方法。于2015年7—10月开展高温热浪健康教育干预,干预前后使用相同调查问卷收集研究对象高温热浪知识、风险感知、适应性行为情况。由统一培训的专业人员担任调查员,通过面对面访问完成问卷,由1名审核员负责核查问卷。调查问卷根据健康信念模型参考国内外文献自行设计,经过专家评阅,并通过预试验进行修改补充。问卷内容包括一般人口学资料(性别、年龄、是否独居等)、热浪有关知识(热浪定义、脆弱人群等知识)、热浪风险感知(感知易感性、感知严重性、感知利益、感知障碍和提示线索5个部分)、适应性行为(多喝水、少外出等行为)、因慢性病入院(最近3个月,是否因为慢性病去过医院住院或门诊)。

干预策略主要是健康教育,材料由广东省CDC统一编制<sup>[9-10]</sup>,内容主要包括什么是热浪、老年人易受高温热浪影响的原因、老年人如何应对高温热浪、中暑症状体征和中暑急救措施。利用小折页、扇子、购物袋、海报、专题讲座、视频播放、手机短信、入户随访等形式在不同时间对干预组进行健康宣教干预。由省、区级CDC和街道社区服务中心共同组织

干预活动,小折页、扇子、购物袋人手2份,举办4场专题讲座,在热浪期间发送8条短信,对干预组独居及住家无空调和住在顶层的老年人进行1次入户随访。在干预期间干预组接受干预措施,对照组在干预期结束之后再给予干预措施。

3. 热浪有关知识调查:共5道题。正向表达题目,回答“正确”赋值为1,回答“错误”和“不知道”赋值为0;反向表达题目则相反,最后把5道题相加得到热浪知识得分。热浪风险感知有15道题,根据一个热浪场景可能发生的情况设计条目,调查对象在一个5分李克特量表(“非常反对”、“反对”、“不知道”、“同意”、“非常同意”,分别代表1~5分)回答,反向表达题目赋值分数相反,最后把15道题相加得到热浪风险感知得分。适应性行为计分方法同热浪风险感知部分,最后把12道题相加得到热浪适应行为得分。因慢性病入院只有1道题目,即最近3个月是否因为慢性病住院或门诊(常规拿药除外),回答“是”赋值为1,回答“否”赋值为0。

4. 统计学分析:用EpiData软件建立数据库<sup>[11]</sup>,所有数据经双录入进行比对改错。使用R 3.2.3软件进行统计分析<sup>[12]</sup>,采用mice包多重插补法进行缺失值插补<sup>[13]</sup>。问卷内部一致性信度使用psych包计算Cronbach's  $\alpha$ 系数( $\alpha>0.6$ 认为内部一致好)<sup>[14-15]</sup>;采用base包对数据进行描述分析<sup>[12]</sup>,定量变量采用 $\bar{x}$ 和s表示,两组间比较使用t检验,定性变量报告例数和百分比,两组间比较使用 $\chi^2$ 检验;利用lmer 4包做热浪知识得分、风险感知得分、适应行为得分、因慢性病入院率和时间、分组的混合效应模型分析<sup>[16]</sup>,将时间和分组2个变量(包含交互项)作为固定效应项,将个体编号变量作为随机效应项(只有截距),以固定效应项控制协变量(家庭人均月收入、是否安装空调、是否饮酒、基础疾病史), $P>0.05$ 为差异有统计学意义。

### 结 果

1. 基本情况:基线调查时对照组177人,干预组159人;随访调查对照组156人,干预组142人,两组失访率分别为11.86%和10.69%。长期服用药物、是否饮酒、适应行为得分分别缺失5、6、4个值,采用多重插补法进行缺失值插补。问卷热浪知识、热浪风

险感知、热浪适应行为三部分量表内部一致性信度分析 Cronbach's  $\alpha$  系数分别为 0.53、0.63、0.56。干预措施实施情况见表 1。

2. 调查情况: 对照组 156 人, 其中男性 56 人 (35.90%), 女性 100 人 (64.10%); 干预组 142 人, 其中男性 38 人 (26.76%), 女性 104 人 (73.24%), 两组差异无统计学意义。对照组平均年龄 68.9 岁, 干预组平均年龄 70.1, 两组差异无统计学意义。两组家庭人均月收入、空调安装、饮酒差异有统计学意义, 干预组家庭人均月收入高于对照组, 干预组家庭安装空调比例高于对照组, 对照组饮酒比例高于干预组; 婚姻状况、教育水平、职业状况、独居、是否住顶层、个体健康状况、是否有基础疾病、长期服用药物在两组间差异无统计学意义 (表 2)。

3. 重复测量混合效应模型分析: 首先, 对“知行信”32 个具体干预指标进行混合效应分析。干预组在干预前后认为中暑可能对自己健康有长期损害的平均得分为 3.81 分、4.00 分, 对照组相应为 3.38 分、3.65 分, 两组间差异有统计学意义 ( $t=3.10, P=0.002$ ); 干预组在干预前后认为高温热浪期间待在家不无聊的平均得分为 3.08 分、3.43 分, 对照组相应为 3.24 分、3.12 分, 时间与分组效应有统计学意义 ( $t=2.55, P=0.011$ ); 干预组在干预前后认为经常冲凉浪费水资源和增加水费平均得分为 3.47 分、3.71 分, 对照组相应为 3.65 分、3.40 分, 两组间的差异有统计学意义 ( $t=2.32, P=0.021$ ); 干预组干预前后积极参加讲座的平均得分为 3.52 分、3.92 分, 对照组相应为 3.44 分、3.62 分, 两组间差异有统计学意义 ( $t=2.24, P=0.026$ )。再对“知行信”三方面进行综合评价。对照组干预前后热浪相关知识平均 3.08 分、3.51 分, 干预组相应为 3.32 分、3.49 分。对照组干预前后热浪风险感知平均 54.14 分、54.41 分, 干预组相应得分 55.41 分、56.68 分。对照组干预前后适应行为平均 45.68 分、46.26 分, 干预组相应为 45.81 分、45.80 分。用混合效应模型分析发现, 知识

表 2 广州市番禺区老年人高温热浪健康教育基线调查情况分析结果

人口学特征	对照组(n=156)		干预组(n=142)		$\chi^2$ 值	P值
	例数	构成比(%)	例数	构成比(%)		
年龄组(岁)					3.89	0.143
60~	100	64.10	76	53.52		
70~	42	26.92	54	38.03		
80~92	14	9.00	12	8.45		
性别					2.87	0.090
男性	56	35.90	38	26.76		
女性	100	64.10	104	73.24		
婚姻状况					0.29	0.593
已婚	119	76.28	112	78.87		
丧偶/离婚	37	23.72	30	21.13		
教育水平					4.75	0.093
小学及以下	105	67.31	79	55.63		
中学	46	29.49	59	41.55		
大专及以上学历	5	3.21	4	2.82		
职业状况					2.95	0.229
离退休职工	135	86.54	115	80.99		
家务/待业	15	9.62	15	10.56		
其他	6	3.85	12	8.45		
人均月收入(元)					11.0	0.004
<2000	25	16.03	15	10.56		
2000~	130	83.33	116	81.69		
≥8000	1	0.64	11	7.75		
独居					1.39	0.238
是	7	4.49	11	7.75		
否	149	95.51	131	92.25		
住顶层					1.11	0.292
是	19	12.18	12	8.45		
否	137	87.82	130	91.55		
家装空调					7.46	0.006
是	143	91.67	140	98.59		
否	13	8.33	2	1.41		
基础疾病					0.05	0.831
是	104	66.67	93	65.49		
否	52	33.33	49	34.51		
长期服用药物					0.02	0.884
是	87	55.77	78	54.93		
否	69	44.23	64	45.17		
饮酒					5.12	0.024
是	132	84.62	132	92.96		
否	24	15.38	10	7.04		

表 1 广州市番禺区老年人预防高温热浪的健康教育干预项目、方式和时间(2015年)

项目	频率	方式(人数)	时间(月份)
安全知识小折页	2次	每人2份(n=142)	07-08
扇子	2次	每人2份(n=142)	07-08
购物袋	1次	每人1个(n=142)	10
海报	持续	张贴于社区宣传栏(n=142)	07-11
专题讲授	4次	基线调查后分批讲授(n=106)	07-08
视频播放	4次	每次专题讲授后播放(n=106)	07-08
手机短信	8次	热浪期间推送(n=86)	07-10
入户随访	1次	入户随访独居、经济差、住顶层者(n=14)	08

总得分时间效应有统计学意义, 而分组效应、时间与分组交互效应无统计学意义; 风险感知总得分分组效应有统计学意义, 而时间效应、时间与分组交互效应无统计学意义。行为总得分在时间效应、分组效应、时间和分组交互效应均无统计学意义。最后对因慢性病入院率进行混合效应分析, 结果显示时间效应、时间与分组交互效应有统计学意义 (表 3)。

表3 广州市番禺区老年人热浪干预效果重复测量混合效应模型分析

项目	时间		t/z检验(P值)		
	干预前 <sup>a</sup>	干预后 <sup>a</sup>	时间	分组	时间×分组
热浪知识得分			3.07(0.002)	0.38(0.708)	1.36(0.173)
对照组	3.08(1.40)	3.51(1.14)			
干预组	3.32(1.11)	3.49(1.30)			
风险感知得分			0.59(0.555)	2.76(0.006)	1.30(0.195)
对照组	53.58(6.51)	54.09(6.34)			
干预组	54.77(5.72)	56.39(6.34)			
适应行为得分			0.16(0.873)	0.41(0.681)	1.01(0.313)
对照组	45.75(4.28)	45.80(4.82)			
干预组	45.63(5.07)	46.33(3.94)			
因慢性病入院率			2.11(0.035)	1.56(0.118)	2.10(0.036)
对照组	41(26.28)	57(36.53)			
干预组	46(32.39)	41(28.87)			

注：<sup>a</sup>热浪知识得分、风险感知得分、适应行为得分三项括号外数据为 $\bar{x}$ ，括号内数据为s；因慢性病入院率括号外数据为例数，括号内数据为百分数(%)

## 讨 论

本研究采用前后重复测量并设立对照组设计研究番禺区老年人高温热浪健康教育干预效果，国内此类设计的研究多采用重复测量的方差分析方法对数据进行分析<sup>[17]</sup>，本研究采用混合效应模型进行数据分析，与方差分析相比，混合效应模型对数据要求较低，不只限于定量和方差齐的变量，对定性、方差不齐的变量同样适用，还可以控制混杂变量，因为引入随机效应项，结果更具有外推性<sup>[18]</sup>。

本次健康教育干预的理论是“知信行”模式<sup>[19]</sup>。研究发现干预后老年人热浪相关知识有所增长但两组间无明显差异，干预组对热浪风险感知高于对照组，而适应性行为在两组间无明显差异。出现这种认知不一致的情况，即干预组信念高于对照组，而干预组热浪适应行为并未高于对照组，原因可能是调查对象对客体的态度和对情境的态度不同所致<sup>[19]</sup>，也就是说调查对象在面对调查员回答问题时往往虚报自己的行为，与其在真正热浪期间“情境”下所采取的行为不同，与Sheridan等<sup>[20]</sup>的调查结果相似。建议相关研究应以实时记录方式来收集信息，不宜采用回顾性调查收集信息，以降低回忆偏倚。本次干预发现，健康教育对改变老年人适应热浪的行为效果不明显，原因可能是健康教育活动缺乏针对性和个性化，老年人主动参与的积极性不高；其次是老年人需要照顾孙辈，忙于家务，一些干预活动不能全程参加；再就是老年人群有较高的警惕性，对干预活动的信任度不高。建议今后开展类似的干预活动，要大力动员社区参与，在老年人中发展积极分子，开展同伴教育，才能取得较好的干预效果。

本研究发现经过强化健康教育，干预组因慢性病人院率下降。从基线调查得知，干预组和对照组在家庭人均月收入、是否安装空调和是否饮酒之间存在差别，相关研究也证明这些变量影响热浪与健康关系<sup>[21-22]</sup>；在控制了上述3个变量后，干预组和对照组因慢性病人院率仍存在时间和分组交互作用，这说明经过强化健康教育，可有效降低老年人在热浪期间因慢性病加重而入院。已有文献表明，在高温热浪期间，急诊入院患者数<sup>[23]</sup>或住院部入院患者数<sup>[24]</sup>有所增加，特别是心血管疾病和肾脏系统疾病患者。

本研究存不足。如研究范围和样本量偏小，研究对象是城市居民，并不能反映相对贫穷农村地区的情况；调查问卷热浪知识部分和适应性行为部分的Cronbach's  $\alpha$ 系数 $<0.6$ ，内部信度有待进一步提高，应该设计更加敏感的问题，提高问卷的信度和效度。

利益冲突 无

## 参 考 文 献

- [1] Son JY, Lee JT, Anderson GB, et al. The impact of heat waves on mortality in seven major cities in Korea [J]. Environ Health Perspect, 2012, 120(4): 566-571. DOI: 10.1289/ehp.1103759.
- [2] Anderson GB, Bell ML. Heat waves in the United States: mortality risk during heat waves and effect modification by heat wave characteristics in 43 U.S. communities [J]. Environ Health Perspect, 2011, 119(2): 210-218. DOI: 10.1289/ehp.1002313.
- [3] 杜宗豪, 莫杨, 李浩浩. 2013年上海夏季高温热浪超额死亡风险评估[J]. 环境与健康杂志, 2014, 31(9): 757-760. Du ZH, Mo Y, Li TT. Heat wave-related excess mortality assessment in Shanghai, in summer 2013 [J]. J Environ Health, 2014, 31(9): 757-760.
- [4] 曾韦霖. 广东省四地区热浪对死亡的影响及热浪特点的效应修饰作用[D]. 广州: 暨南大学, 2013. Zeng WL. The impact of heat waves on mortality and the effect modification by heat waves characteristics in four areas in Guangdong province, China [D]. Guangzhou: Jinan University, 2013.
- [5] 曾韦霖, 马文军, 张永慧, 等. 纬度对高温与老年人死亡效应关系修饰作用的Meta分析[J]. 环境与健康杂志, 2012, 29(7): 639-642. Zeng WL, Ma WJ, Zhang YH, et al. Modification effect of latitude on relationship between high temperature and mortality risk among elderly: a meta-analysis [J]. J Environ Health, 2012, 29(7): 639-642.
- [6] Mattern J, Garrigan S, Kennely SB. A community-based assessment of heat-related morbidity in north philadelphia [J].

- Environmental Research, 2000, 83 (3) : 338-342. DOI: 10.1006/enrs.2000.4067.
- [7] Kenny GP, Yardley J, Brown C, et al. Heat stress in older individuals and patients with common chronic diseases [J]. CMAJ, 2010, 182(10) : 1053-1060. DOI: 10.1503/cmaj.081050.
- [8] Hintze J. PASS 11 [CP/OL]. USA: NCSST, 2011 [2016-03-21]. <http://www.ncss.com/>.
- [9] 严清华. 广东省居民对热浪的健康风险认知及适应行为研究[D]. 广州:暨南大学, 2010.  
Yan QH. A study on health risk perception of heat wave and relative adaptation behaviors among the public in Guangdong province[D]. Guangzhou: Jinan University, 2010.
- [10] HHS. Extreme heat and your health [EB/OL]. USA: CDC, 2011 (2016-02-12) [2016-03-21]. <http://www.cdc.gov/extremeheat/>.
- [11] Lauritsen JM. EpiData data entry, data management and basic statistical analysis system [CP/OL]. Odense Denmark: EpiData Association, 2000-2008 [2016-03-21]. <http://www.epidata.dk>.
- [12] Team RC. R: a language and environment for statistical computing [CP/OL]. Vienna Austria: R Foundation for Statistical Computing, 2015 [2016-03-21]. <http://www.R-project.org/>.
- [13] van Buuren S, Groothuis-Oudshoorn K. MICE: multivariate imputation by chained equations in R [J]. J Stat Software, 2011, 45(3) : 294-38. DOI: 10.18637/jss.v045.i03.
- [14] Revelle W. Psych: procedures for psychological, psychometric, and personality research [M]. Evanston, USA: Northwestern University, 2015.
- [15] 曾五一, 黄炳艺. 调查问卷的可信度和有效度分析[J]. 统计与信息论坛, 2005, 20 (6) : 11-15. DOI: 10.3969/j.issn.1007-3116.2005.06.002.  
Zeng WY, Huang BY. Analysis on the reliability and validity of questionnaire [J]. Stat Infoforum, 2005, 20 (6) : 11-15. DOI: 10.3969/j.issn.1007-3116.2005.06.002.
- [16] Bates D, Mächler M, Bolker B, et al. Fitting linear mixed-effects models using lme4 [J]. J Stat Software, 2015, 67(1) : 31-37. DOI: 10.18637/jss.v067.i01.
- [17] 高俊岭, 杨春, 朱美英, 等. 应用重复测量统计分析方法评价高血压自我管理的效果[J]. 中华流行病学杂志, 2008, 29(9) : 869-872.  
Gao JL, Yang C, Zhu MY, et al. Using repeated measurement of ‘analysis of variance’ on hypertension patients to evaluate the self management program in the communities [J]. Chin J Epidemiol, 2008, 29(9) : 869-872.
- [18] 秦正积, 沈毅, 王燕南, 等. 三种重复测量资料的统计分析方法比较研究[J]. 中国卫生统计, 2014, 31(3) : 542-545.  
Qin ZJ, Shen Y, Wang YN, et al. Comparing three methods of statistical analysis of repeated measurement data [J]. Chin J Health Stat, 2014, 31(3) : 542-545.
- [19] 郑振佳, 霍建勋. 健康教育学 [M]. 北京: 科学出版社, 2008: 15-30.  
Zheng ZQ, Huo JX. Health education [M]. Beijing: Science Press, 2008: 15-30.
- [20] Sheridan SC. A survey of public perception and response to heat warnings across four North American cities: an evaluation of municipal effectiveness [J]. Int J Biometeorol, 2007, 52 (1) : 3-15. DOI: 10.1007/s00484-006-0052-9.
- [21] Akompab DA, Bi P, Williams S, et al. Heat waves and climate change: applying the health belief model to identify predictors of risk perception and adaptive behaviours in adelaide, Australia [J]. Int J Environ Res Public Health, 2013, 10(6) : 2164-2184. DOI: 10.3390/ijerph10062164.
- [22] 古羽舟, 马文军. 空调和供暖对气温相关健康效应修饰作用的研究进展[J]. 中华预防医学杂志, 2014, 48(5) : 426-429. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0253-9624.2014.05.021.  
Gu YZ, Ma WJ. Modification effect of air-condition and heating on temperature-related health effect: a review [J]. Chin J Prev Med, 2014, 48(5) : 426-429. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0253-9624.2014.05.021.
- [23] Wang XY, Barnett AG, Yu WW, et al. The impact of heatwaves on mortality and emergency hospital admissions from non-external causes in Brisbane, Australia [J]. Occup Environ Med, 2012, 69(3) : 163-169. DOI: 10.1136/oem.2010.062141.
- [24] Son JY, Bell ML, Lee JT. The impact of heat, cold, and heat waves on hospital admissions in eight cities in Korea [J]. Int J Biometeorol, 2014, 58 (9) : 1893-1903. DOI: 10.1007/s00484-014-0791-y.

(收稿日期: 2016-03-22)

(本文编辑: 张林东)