

合肥市1999~2009年间日疟与气象因素关系研究

樊雯婧¹, 陆群², 仰凤桃², 王波², 贾皓旻², 马尔健², 武松³, 翟金霞^{1*}

摘要:目的 探讨合肥市1999~2009年度间日疟发病的季节性及其气象因素的关系,为预防和减少合肥市间日疟病例的发生提供理论依据。方法 以1999年1月至2009年12月合肥市间日疟确诊717例病例为研究对象,应用集中度和圆形分布法对疟疾发病进行季节性分析,应用相关分析和多元逐步回归分析合肥市间日疟与各种气象因素之间的关系。结果 合肥市1999~2009年11年累积间日疟发病有明显的季节性($P<0.01$),除了2000年以外,其它各年份发病均有明显的季节性($P_{2001}<0.05$, $P_{其余}<0.01$),各年份发病高峰日不相同或不全相同($F=13.8946$, $P<0.01$)。平均高峰日为8月19日,发病高峰日最早出现在1999年7月12日,最晚出现在2002年9月17日,两者相差67d。相关分析表明,合肥市间日疟发病率与月均气温、月均最高气温、月均最低气温、发病前1月、2月平均气温、相对湿度、降雨量、发病前1月、2月降雨量、日照时数呈正相关,与月均气压呈负相关。逐步回归方程为 $Y=-0.03+5.018\times10^{-4}X_1+4.968\times10^{-4}X_2$ (Y 、 X_1 、 X_2 分别代表发病率、最低气温和发病前2月平均气温), $R^2=0.465$ 。结论 疟疾发病具有明显的季节性,气象因素影响着合肥市间日疟的发病变化,尤其是月均气温和最低气温。在以后的预防工作中应充分考虑其发病的季节特点。

关键词: 间日疟;气象因素;集中度法;圆形分布;相关分析;逐步回归分析

中图分类号:R531.3 文献标识码:A 文章编号:1009-9727(2012)9-1058-04

Relationship between morbidity of *Plasmodium vivax* malaria infection and meteorological factors in Hefei City of Anhui Province in 1999–2009. FAN Wen-jing¹, LU Qun², YANG Feng-tao², et al. (1. Department of Occupational and Environmental Health, School of Public Health, Anhui Medical University, Hefei 230032; 2. Hefei Municipal Center for Disease Control and Prevention, Hefei 230032, Anhui, P. R. China)

Abstract: Objective To discuss the correlation between the morbidity of *Plasmodium vivax* malaria and meteorological factors in Hefei. Methods A total of 717 confirmed *Plasmodium vivax* malaria cases were enrolled in Hefei between January 1999 and December 2009. The centralization and circular distribution method were applied to analyze the seasonal characteristics of the morbidity of *Plasmodium vivax* malaria. The correlation analysis and the linear stepwise regression analysis were applied to discover the relationship between the morbidity of *Plasmodium vivax* malaria and meteorological factors. Results The incidence of *Plasmodium vivax* malaria in Hefei during 1999–2009 showed an obvious seasonal distribution feature ($P<0.01$). In addition to the 2000, there were obvious peak day and crest time of *Plasmodium vivax* malaria ($P_{2001}<0.05$, $P_{其余}<0.01$), and the peak day of *Plasmodium vivax* malaria in each year was different or partly different ($F=13.8946$, $P<0.01$). August 19 was the average peak morbidity day with yearly variation. The peak day appeared earlier in July 12, 1999 and later in September 17, 2002 with time gap of 67 days. The morbidity of *Plasmodium vivax* malaria was negatively correlated to average temperature, highest temperature, lowest temperature, the average monthly temperature before one or two months, relative humidity, rainfall, the average monthly rainfall before one or two months and sunlight, but positively correlated to the average monthly atmospheric pressure. Regression equation $Y=-0.03+5.018\times10^{-4}X_1+4.968\times10^{-4}X_2$ (Y =monthly morbidity of *Plasmodium vivax* malaria, X_1 =monthly lowest temperature, X_2 =the average monthly temperature before two months), $R^2=0.465$. Conclusions The morbidity of *Plasmodium vivax* malaria displayed an obvious seasonal trend and meteorological factors could affect the morbidity of *Plasmodium vivax* malaria in Hefei, particularly the average monthly temperature and minimum temperature.

Key words: *Plasmodium vivax* malaria; Meteorological factors; Centralization; Circular distribution; Correlation analysis; Stepwise regression analysis

疟疾(Malaria)是由疟原虫经按蚊叮咬传播的传染病。常年散发,夏秋多见,人群普遍易感,以疟疾患者及带虫者为主要传染源,以按蚊为自然传播媒介,是我国《传染病防治法》规定的乙类传染病。迄今为止,疟疾仍然是世界上最重要的热带寄生虫病以及在贫

困地区国家中存在的重要公共健康问题之一,特别是在撒哈拉以南的非洲地区^[1]。据世界卫生组织(WHO)的报道,40%的世界人口有感染疟疾的危险,疟疾每年感染3~3.5亿人,造成200万人死亡^[2-3]。疟疾的传播与气候因素密切相关,不断变化的气温及降

基金项目:合肥市科技局2010年度第一批科技计划项目(No. 2011-25)

作者单位:1.安徽医科大学公共卫生学院,安徽合肥230032;2.合肥市疾病预防控制中心,安徽合肥230061;3.安徽中医学院中西医结合临床学院,安徽合肥230038

作者简介:樊雯婧(1986~),女,汉族,海南海口人,硕士研究生,主要从事环境与健康研究。

*通讯作者 E-mail: zhajinxia@sina.com

雨等气象因素将会进一步改变蚊媒的生态学分布从而对人类健康^[4]。不同地区疟疾发病趋势不一致,这种不一致与气象因素的变化有一定关系,但各种气象因素与疟疾的发病关系结论不一^[5-6]。本研究用集中度和圆形分布法对合肥市人群间日疟发病时间进行分析,确定合肥市疟疾流行特点,并结合该地区的气象数据,探讨合肥市间日疟发病与气象因素之间的关系,为预防和减少合肥市间日疟病例的发生提供理论依据。

1 资料与方法

1.1 资料来源 1999~2009年合肥市间日疟逐月发病数由合肥市疾病预防控制中心提供,同期人口数来自合肥统计信息公众网,以月发病数及年人口数为基础,计算月发病率(1/10万),气象资料由合肥市气象局提供,包括平均气温、气压、最高最低气温、降雨量、相对湿度、降雨量和日照时数。

1.2 方法

1.2.1 集中度及圆形分布法 应用集中度及圆形分布法描述间日疟发病的季节性特征,方法详见^[7-11],并对集中度M值及集中趋势r值进行相关分析。

1.2.2 相关分析和逐步回归分析 相关分析用于分析间日疟发病情况及同期平均气温、最高气温、最低气温、降雨量、相对湿度和日照时数等气象因素之间的关系。以间日疟发病率为因变量,各项气象因素为自变量,采用逐步回归法建立回归方程。

1.3 统计学分析 所有数据采用Excel2003及spss16.0软件进行统计分析。运用Rayleigh's test(Z值)检验各年份发病高峰是否具有统计学差异,检验

水准 $\alpha=0.05$;每年发病高峰日之间是否相同用Watson-William法进行检验,检验水准 $\alpha=0.05$;相关分析采用Spearman相关,检验水准 $\alpha=0.05$;回归分析采用Stepwise逐步回归,检验水准 $\alpha=0.05$ 。

2 结果

2.1 间日疟病例集中度及集中趋势 集中度M值可说明疾病的发生在一年内的集中程度(季节性)。2000年M值为0.17,说明该年疟疾发病时间分布较为均匀,季节性差。1999年、2001年、2008年、2009年及1999~2009年组M值在0.3~0.5之间,说明有一定的季节性,其余年份M值在0.5~0.7之间,表明该年发病有明显的季节性,其中06年M值最高为0.70(见表1)。圆形分布r值表示发病集中趋势的度量。r值与同期M值取值相近,经相关分析得出两者呈正相关,相关系数 r 为0.993($P<0.01$)。经检验,除2000年之外,其余各年份及相应的P值差异均有统计学意义(见表1),提示各年的发病至少具有一定的集中趋势(季节性)。通过Watson-William检验得出1999、2001~2009年10年的结果差异有统计学意义,其发病高峰日不全相同($F=13.8946$, $P<0.01$)。

2.2 间日疟发病高峰期 发病高峰集中在每年的夏秋季,平均高峰日为8月19日。发病高峰日最早出现在1999年7月12日,最晚出现在2002年9月17日,两者相差67d,见表1。

2.3 间日疟发病数动态变化 合肥市1999~2009年共报告病例717例,根据1999~2009年期间的发病率变化(见图1),间日疟发病率呈无规律波动的不稳定趋势,由此可见合肥市是非稳定型间日疟地区。

表1 合肥市1999~2009年间日疟发病高峰情况

Table 1 The peak of the morbidity of *Plasmodium vivax* malaria in Hefei City, 1999~2009

年份 Years	病例数 No. case (n)	集中度 Centralization ^(M)	集中趋势 Central tendency (r)	高峰角 The angular of peak (α°)	角标准差 Angular standard deviation (σ)	发病高峰日 The peak day of incidence	发病高峰期 Peak of incidence	Z值 Rayleigh's Z	P值 P-Value
1999	73	0.36	0.36	191.23	82.18	7月12日	4月21日-10月04日	9.33	<0.01
2000	72	0.17	0.17	167.81	108.01	6月19日	3月02日-10月07日	2.06	>0.05
2001	32	0.36	0.36	219.21	82.28	8月10日	5月19日-11月02日	4.07	<0.05
2002	65	0.51	0.51	256.02	66.70	9月17日	7月10日-11月23日	16.76	<0.01
2003	44	0.60	0.59	233.49	58.71	8月25日	6月26日-10月23日	15.40	<0.01
2004	58	0.54	0.53	234.67	64.47	8月26日	6月22日-10月30日	16.35	<0.01
2005	54	0.60	0.60	243.30	243.30	9月04日	7月06日-11月02日	19.15	<0.01
2006	82	0.70	0.70	247.74	247.74	9月08日	7月21日-10月27日	40.27	<0.01
2007	98	0.61	0.61	243.19	243.19	9月04日	7月07日-10月31日	36.32	<0.01
2008	91	0.39	0.39	210.04	210.04	8月01日	5月13日-8月23日	13.83	<0.01
2009	48	0.62	0.62	198.91	198.91	7月21日	5月25日-9月15日	18.46	<0.01
1999~2009	717	0.46	0.46	230.06	71.86	8月21日	6月09日-11月02日	148.70	<0.01

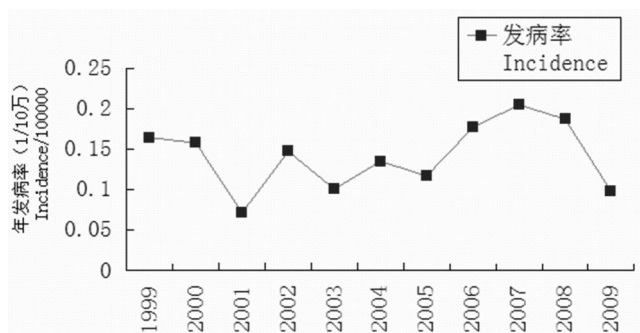


图1 合肥市1999~2009年间日疟发病率变化趋势图

Fig 1 Incidence trends of malaria in Hefei City, 1999-2009

2.4 间日疟与各气象因素相关分析结果 相关分析表明,合肥市间日疟发病率与月均气温、最高气温、最低气温、发病前1月、2月平均气温、相对湿度、降雨量、发病前1月、2月降雨量、日照时数呈正相关, Spearman 相关系数分别为0.664($P=0.000$)、0.679($P=0.000$)、0.648($P=0.000$)、0.747($P=0.000$)、0.632($P=0.000$)、0.290($P=0.001$)、0.183($P=0.035$)、0.317($P=0.000$)、0.391($P=0.000$)和0.211($P=0.015$)。与月均气压呈负相关 Spearman 相关系数为-0.543($P=0.000$)。

2.5 多元逐步回归分析结果 为了进一步探索间日疟发病与气象因素之间的数量依存关系,将经过相关分析与间日疟发病在0.001 检验水平下具有高度显著性的月均气压、月均气温、最高气温、最低气温、前1月均气温、前2月均气温、前1月降雨量、前2月降雨量共8项进行逐步回归分析,得到回归方程为 $Y=-0.03+5.018 \times 10^{-4} X_1+4.968 \times 10^{-4} X_2$ (Y 、 X_1 、 X_2 分别代表发病率、最低气温和发病前2月平均气温), $R^2=0.465$ 。同时得到最低平均气温和发病前2月平均气温的标准偏回归系数分别为 9.42×10^{-5} 、 9.46×10^{-5} ,经 t 检验各偏回归系数 $P<0.01$ 。对方程进行共线性检验,纳入方程的两项自变量容忍度都为0.750,方差膨胀因子(VIF)皆为1.333,同时方程 Durbin-Watson 取值为1.221,条件指数为5.041,表明该方程不存在共线性。经检验表明该回归方程成立。

3 讨论

传统的分析疾病季节性特征的方法是用各月发病数/率绘制流行曲线,流行曲线的好处是能够清晰明了的看出流行高、低峰,但却得不到确切的发病高峰时点及高峰时段。本研究中所采用的圆形分布法可以精确的算出各阶段疟疾发病高峰时期及其时段,并且能对不同时期的流行高峰进行比较。集中度 M 值及圆形分布法中的集中趋势 r 值两者取值相关系数 r 为0.993,进而说明合肥市疟疾发病具有季节性特征。分析表明合肥市疟疾具有明显的夏秋季节高发特征,6~7月份开始发患者数逐渐增多,8~9月份达到

高峰,11月份以后开始下降,次年2月份发病数最低,整个流行曲线为单峰型,与文献报道的高峰日期相一致^[10-12]。这11年间每年的发病高峰日及高峰时段不尽相同,但均较集中,这主要是由于夏季蚊媒孳生繁殖以及影响蚊媒生态学的气象因素变化影响产生的。

气象因素影响蚊媒的孳生和繁殖,进而影响疟疾的发病及人群健康。在众多气象因素中气温及降雨量对疟疾发病影响较多^[13-14],但不同地区气象因素与疟疾的发病关系结论不一致。通过与同期气象资料的比较,发现疟疾月发病率与月均气温、最高气温、最低气温、发病前1月、2月平均气温呈强正相关,与相对湿度、降雨量、日照时数呈弱正相关,与月均气压呈负相关。通过建立逐步回归方程式可以看出,同期最低平均气温和发病前2月平均气温对疟疾发病率影响最大,这个结果表明合肥市疟疾发病率受气温参数的影响最大。蚊虫的繁殖的速率取决于温度,间日疟原虫在蚊体内发育的最低温度为 14.5°C ^[15],当气温低于最低温度时,由于新陈代谢降低,将会影响疟原虫的生存。当最低气温增加时,可以提高间日疟原虫度过冬天后存活的能力,进而造成疟疾流行^[16]。气温对疟疾的影响不仅表现在对疟原虫生长、分布方面,还可以通过改变其它环境因素进而影响疟疾发病。当气温持续在 37°C 以上数天时,蚊虫孳生地会因为水分蒸发而面积缩小,导致蚊虫无法产卵进而造成蚊虫密度降低,影响疟疾发病流行^[16]。气温、降雨量和相对湿度在蚊媒载体和病原体的生命周期中的影响是多方面,不仅包括其在寄生宿主中温度敏感的潜伏期内的影响,还包括对蚊媒的寿命、吸入血的频率、宿主的选择及寄生虫的易感性等多方面的影响^[17]。

综上所述,合肥市疟疾与气象因素之间的变化密切相关,各级公共卫生工作人员在以后的预防工作中应充分考虑其发病的季节特点,根据气候变化的规律及时采取有效的防护措施从而降低疟疾的发生率。但气象因素不是蚊媒传染病的唯一决定因素,它还同人口免疫、住宅环境、媒虫控制措施等社会、生物学及经济因素有关^[16]。如本研究结果所示,本地气象因素只能解释发病率变化的46.5%($R^2=0.465$)。由于疟疾的传播是个复杂的过程,因此还需要更多更为深入的生态学及流行病学的研究调查才能更加确切的获得当地发病的相关危险因素。

参考文献:

- [1] Arantxa Roca-Feltrer, Joanna RM, Armstrong Schellenberg, et al. A simple method of defining malaria seasonality[J]. Malaria J. 2009, 8:276.
- [2] Geneva, Switzerland. World Malaria Report 2005[J]. World Health Organization; 2005. 12-31.

- [3] Geneva, Switzerland. World Malaria Report 2009[J]. World Health Organization; 2009. 27-44.
- [4] Kathleen F. Bush, George Luber, S. Rani Kotha, et al. Impacts of Climate Change on Public Health in India: Future Research Directions[J]. Environmental Health Perspectives. 2011, 6:119.
- [5] Ahmet Özbilgin, Seher Topluoglu, Saffet Es, et al. Malaria in Turkey: Successful control and strategies for achieving elimination[J]. Acta Tropica. 2011, 120:15-23.
- [6] Alberto Gomez-Eliphe, Angel Otero, Michel van Herp, et al. Forecasting malaria incidence based on monthly case reports and environmental factors in Karuzi, Burundi, 1997-2003[J]. Malaria J. 2007, 6:129.
- [7] Gan YB, Liao Z, Cai J, et al. Seasonal distribution of the measles by concentration degree and circular distribution[J]. Modern Prev Med, 2009, 36(12): 2229-2237. (In Chinese)
(甘仰本, 廖征, 蔡军, 等. 集中度和圆形分布法分析南昌市 1985~2007 年麻疹季节性分布[J]. 现代预防医学, 2009, 36(12): 2229, 2237.)
- [8] Zhang J, Zhang SY, Gao QJ. Analysis of seasonality and long-term trend of bacillary dysentery with circle distribution in Shijiazhuang City[J]. Chin J Dis Control Prev, 2011, 15(1): 75-76. (In Chinese)
(张娟, 张世勇, 高秋菊. 圆形分布法分析石家庄市细菌性痢疾发病的季节性和长期趋势[J]. 中华疾病控制杂志, 2011, 15(1): 75-76.)
- [9] Yu JX, Lou PA, Chen PP, et al. Analysis on seasonality of diarrhea syndrome in Xuzhou city by using circle distribution[J]. Chinese Journal of General Practice, 2010, 8(11): 1351-1352. (In Chinese)
(余加席, 娄培安, 陈培培, 等. 用圆形分布法探讨徐州市腹泻症候群发生的时间规律[J]. 中华全科医学, 2010, 8(11): 1351-1352.)
- [10] Huang HQ, Hu J, Zhang J. Epidemiological survey of malaria in Xinyang city in 2005-2010[J]. China tropical medicine, 2012, 12(2): 139-143. (In Chinese)
(黄河秋, 胡骏, 张继. 信阳市 2005-2010 年疟疾流行病学分析[J]. 中国热带医学, 2012, 12(2): 139-143.)
- [11] Wang WM, Zhou HY, Cao J. Analysis of seasonal variations of plasmodium vivax malaria in Jiangsu Province with round distribution[J]. China tropical medicine, 2011, 11(6): 664-666. (In Chinese)
(王伟明, 周华云, 曹俊. 圆形分布法分析江苏省间日疟发病季节变化[J]. 中国热带医学, 2011, 11(6): 664-666.)
- [12] Zhuoma YJ, Wu XL, Wang HJ, et al. Analysis of malaria epidemic in Motuo county, Tibet in 1981-2010[J]. China tropical medicine, 2012, 12(3): 265-267. (In Chinese)
(卓玛央金, 吴晓丽, 王洪举, 等. 西藏墨脱县 1981-2010 年疟疾流行特征分析[J]. 中国热带医学, 2012, 12(3): 265-267.)
- [13] Kinley Wangdi, Pratap Singhasivanon, Tassanee Silawan, et al. Development of temporal modelling for forecasting and prediction of malaria infections using time-series and ARIMAX analyses: A case study in endemic districts of Bhutan[J]. Malaria Journal. 2010, 9:251.
- [14] Karina Laneri, Anindya Bhadra, Edward L. Ionides, et al. Forcing Versus Feedback: Epidemic Malaria and Monsoon Rains in Northwest India [J]. PLoS Computational Biology. 2010, 6:9.
- [15] Sheng HF, Tang LH. Surveillance and forecasting of malaria epidemics [J]. Int J Med Parasit Dis, 2007, 34(3): 163-168. (In Chinese)
(盛慧锋, 汤林华. 疟疾暴发流行的监测和预测[J]. 国际医学寄生虫病杂志, 2007, 34(3): 163-168.)
- [16] Peng Bi, Tong S, Donald K, et al. Climatic variables and transmission of malaria: A 12-year data analysis in Shuchen County, China[J]. Public Health Reports. 2003, 118:65-71.
- [17] Dye C, Reiter P. Temperatures without fevers[J]. Science. 2000, 289: 1697-1698.

收稿日期 2012-05-18 编辑 符式刚

(上接第1057页)

- polymorphisms with coronary heart disease [J]. J Sichuan Univ (Med Sci Ed) 2009, 40(1): 73-76. (In Chinese)
(朱银华, 徐永春, 周斌, 等. 白细胞介素-1B 基因启动子-31T/C 和外显子 5+3953C/T 多态性与冠心病的相关性研究[J]. 四川大学学报医学版, 2009, 40(1): 73-76.)
- [9] Zhang GZ, Feng WF, Huang LJ, et al. Association between Interleukin-1B gene polymorphisms and Intracranial aneurysm [J]. Guangdong Medicine 2008, 29(12): 2016-2018. (In Chinese)
(张国忠, 冯文峰, 黄理金, 等. 白细胞介素-1β 基因多态性与颅内动脉瘤的关系[J]. 广东医学, 2008, 29(12): 2016-2018.)
- [10] Li H, Pan SY, Hu WJ. Relationship of interleukin-1β, tumor necrosis factors-β and interleukin-10 gene polymorphisms with serum lipoprotein level in Chinese Han population in Guangdong Province [J]. J South Med Univ 2008, 28(9): 1679-1683. (In Chinese)
(李卉, 潘速跃, 胡文娟. 广东地区汉族人群 IL-1β、TNF-β 及 IL-10 基因多态性与血脂的关系[J]. 南方医科大学学报, 2008, 28(9): 1679-1683.)
- [11] Li QS, Zhang L, Mei Q, et al. Relationship between -511 site polymorphism of IL-1B gene and ILRN gene polymorphisms and peptic ulcer [J]. Acta Universitatis Medicinalis Anhui, 2009, 44(6): 735-738. (In Chinese)
(李球森, 张磊, 梅俏, 等. 白细胞介素-1B-511 和白细胞介素-1RN 基因多态性与消化性溃疡的关系[J]. 安徽医科大学学报, 2009, 44(6): 735-738.)
- [12] Morens DM, Fauci AS. The 1918 influenza pandemic: insights for the 21st century[J]. J Infect Dis 2007, 195: 1018-1028.
- [13] Perez-Padilla R, de la Rosa-Zamoni D, Ponce de Leon S, et al. Pneumonia and respiratory failure from swine-origin influenza A (H1N1) in Mexico [J]. N Engl J Med 2009, 361(7): 680-689.
- [14] Liu H. Research progress on A/H1N1 influenza [J]. Medicine of Harbin, 2011, 31(4): 295-296. (In Chinese)
(刘红. 甲型 H1N1 流感的研究进展[J]. 哈尔滨医药, 2011, 31(4): 295-296.)

收稿日期 2012-05-16 编辑 谢永慧