

·论 著·

## 山东省单县水系分布、媒介按蚊密度与疟疾发病关系的研究

李伟<sup>1</sup>, 邢玲玲<sup>2</sup>, 郭秀霞<sup>3</sup>, 程鹏<sup>3</sup>, 王海防<sup>3</sup>, 王志欣<sup>3</sup>, 张允标<sup>4\*</sup>

1.单县时楼中心卫生院,山东 菏泽 274300;2.单县疾病预防控制中心,山东 菏泽 270000;

3.山东省医学科学院山东省寄生虫病防治研究所,山东 济宁 272033;4.单县中心医院 山东 菏泽 274300

**摘要:**目的 研究单县水系分布与媒介按蚊密度及疟疾发病之间的关系。方法 应用地理信息系统(GIS)和 Google Earth 7.1 软件对单县蚊媒孳生的主要水系以及 2007—2011 年疟疾当地感染新发病例进行分析。结合疟疾发病空间分布,于 2012 年,在单县黄冈镇与时楼镇设立蚊媒监测点,采用人饵诱捕蚊法及帐扣法观察蚊媒种群密度及季节消长情况。结果 2007—2011 年疟疾病例主要分布于单县南部区域,病例分布与主要水系分布呈现出相对一致的趋势。单县黄冈镇与时楼镇共捕获成蚊 2 407 只,经鉴定为 5 属 11 种,黄冈镇捕获的成蚊种类和数量均明显多于时楼镇,其中中华按蚊的捕获数,黄冈镇为 204 只,时楼镇为 29 只,是时楼镇的 7 倍有余。中华按蚊的季节消长密度高峰为 7—8 月份,与疟疾发病高峰基本一致。结论 单县水系分布与媒介按蚊及疟疾发病关系密切。单县水系分布影响中华按蚊的密度与分布,进而影响疟疾发病。

**关键词:**水系;媒介按蚊;疟疾;单县

**中图分类号:**R384.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1009-9727(2015)08-932-04 DOI:10.13604/j.cnki.46-1064/r.2015.08.07

Investigation of relationship between distribution of river systems, density of *Anopheles* vector and malaria incidence in Shanxian county of Shandong province

LI Wei<sup>1</sup>, XING Ling-ling, GUO Xiu-xia, CHENG Peng, WANG Hai-fang, WANG Zhi-xin, ZHANG Yun-biao

1. Shilou Central Township Health Center, Shanxian 274331, Shandong, P.R. China

Corresponding author: ZHANG Yun-biao, E-mail: shanxiancdc2009@126.com

**Abstract:**Objective To investigate the relationship between the distribution of river systems, *Anopheles* population density and malaria incidence in Shanxian county of Shandong province. **Methods** The integral database of the major river systems for vector mosquitoes potential breeding habitats and all new autochthonous malaria cases in 2007–2011 in Shanxian county of Shandong province were searched via GIS data collector and Google Earth 7.1 software and analyzed. Combining with the spatial distribution of malaria, Huanggang town and Shilou town in Shanxian county were selected as mosquito monitoring sites and overnight capture of mosquitoes with man-bait net trap and catching with a net in wild habitat were used to survey the population density and seasonal fluctuation in each monitoring site in 2012. **Results** Malaria cases from 2007 to 2011 were mainly distributed in southern area of the county, consistent to the distribution of river systems comparatively. Totally 2 407 mosquitoes were collected from the two monitoring sites. Eleven mosquito species belonged to 5 genera. The captured numbers and species of mosquito populations in Huanggang town were much higher than those in Shilou town, the number of *Anopheles sinensis* in Huanggang Town was 204 seven times more than that in Shilou town (29). The density peak of seasonal fluctuation of *Anopheles sinensis* was from July to August, consistent with the peak season of malaria incidence. **Conclusion** The prevalence of malaria in Shanxian county of Shandong province was obviously associated with the distribution of river systems, which influenced the *Anopheles sinensis* density and distribution.

**Keywords:** River system; *Anopheles* vector; Malaria; Shanxian county

疟疾是严重危害人类健康和生命安全的重要寄生虫病。中华按蚊是疟疾的重要传播媒介,幼虫主要孳生于湖滨、沟渠、芦苇塘、池塘等处。疟疾病例的空间分布与媒介孳生地分布关系密切,国内外多有关于蚊媒孳生地与疟疾病例空间分布关系的报道<sup>[1-4]</sup>。单县地处山东省西南隅、鲁豫皖苏四省结合部,属北温带黄河冲积平原,曾是鲁西南疟疾重流行区之一。单

县境内河流水域众多,分属于黄河故道、复新河、东鱼河三大水系,皆为排水性间隙河。通过对 2002—2011 年单县疟疾疫情的分析发现,单县近 10 年来疟疾发病呈明显上升趋势<sup>[5]</sup>。探讨单县水系分布、蚊媒种群与疟疾发病之间的关系对制定相应的疟疾防治对策有重要的意义。本研究结合单县 2007—2011 年疟疾疫情,通过 GPS 卫星定位获取单县境内水系及疟

基金项目:国家自然科学基金(No. 81201318)

作者简介:李伟(1969—),男,本科,主治医师,研究方向:临床医学。

\*通讯作者:张允标, E-mail: shanxiancdc2009@126.com

疾感染地的地理信息数据,并于2012年对单县的蚊虫种群密度及季节消长情况进行调查,分析单县水系分布、蚊媒种群与疟疾发病之间的关系。

## 1 资料与方法

**1.1 疫情资料及地理信息采集** 收集2007—2011年单县疾病预防控制中心(CDC)保存的疟疾流行病学个案调查表、工作报表、人口学资料等相关数据。对单县每例网报感染疟疾新发病例,均由县CDC组织专业人员进行流行病学个案调查,记录患者疟疾感染地,并实地考察病灶点周围自然环境,尤其是其周围河流、水库、积水沟渠等蚊媒孳生场所。利用GIS数据采集器(北京合众思壮科技股份有限公司生产的G3系列产品集思宝UniStrong G330),对患者居住地和蚊媒孳生地等以上调查点进行GPS定位。

**1.2 信息输入与分析** 将获取的疟疾病例地理信息和采集到的蚊媒孳生水域地理信息利用UniStrong G330 Office软件导入Google Earth中。利用Google Earth Free 7.1软件的添加路径和多边形功能,以卫星影像为背景描绘单县主要水系图,综合形成单县疟疾当地感染新发病例卫星影像地图。

**1.3 成蚊种群密度及季节消长调查** 根据疟疾病例空间分布,在单县黄冈镇与时楼镇设立蚊媒监测点,采用人饵诱捕蚊法及帐扣法对蚊媒种群密度及季节消长情况进行调查。(1)人饵诱捕蚊法:在室外悬挂单人蚊帐,固定四角,使帐下缘距离地面20~30 cm,日落15~20 min由一人于帐内开始诱捕蚊虫,每小时捕蚊45 min,至次日黎明止。(2)帐扣法:每监测点选2处调查点,每个调查点扣帐5处,于上午10时前在野外各类栖息场所捕集栖息成蚊。上述方法于6~10月份每月中旬进行一次。捕获的蚊虫进行标记、乙醚麻醉后鉴定蚊种。

**1.4 蚊虫分类鉴定** 分类鉴定方法参照中国动物志,昆虫纲,第八卷,双翅目蚊科上卷<sup>[6]</sup>和云南蚊类志<sup>[7]</sup>(按蚊亚科)鉴定蚊虫。

## 2 结果

**2.1 单县疟疾疫情与水系分布** 经流行病学个案调查,2007—2011年全县间日疟当地感染新发病例分别为21、20、24、23和14例,其中2008年有1例查无此人。病例发病时间为5—11月,6—10月为流行季节,7—9月为发病高峰期。疟疾病例分散于16个乡镇,呈高度散发状态,浮岗镇和黄冈镇发病例数最多。随着年份变化,平均每个自然村病例数量有一定增加。患者居住地多处于所在自然村的周边位置,且与媒介按蚊孳生的河流、重要沟渠等距离较近(表1)。利用Google Earth软件,结合单县主要水系地图,

建立2007—2011年全部单县疟疾当地感染新发病例卫星影像地图(图1)。地图显示单县境内水系众多,南部密集。疟疾病例主要集中于单县南部区域,河流、重要沟渠等水网越密集的区域病例分布相对越集中,病例分布与蚊媒孳生的河流、重要沟渠分布呈现出相对一致的趋势。

**表1 山单县不同年份当地感染疟疾新发病例分布**  
**Table 1 The number and distribution of new autochthonous cases of different years in Shanxian county**

年度 Year	病例数 No. case	与孳生地距离 ≤1 000 m 病例数 No. case (≤ 1 000 m away from breeding site)			平均每村 病例数 No. case pervillage
		≤1 000 m 病例数 No. case (≤ 1 000 m away from breeding site)	疫点自然 村数(个) No. epidemic vil - lage		
2007	21	20	19		1.11
2008	19	14	18		1.06
2009	24	20	19		1.26
2010	23	20	16		1.44
2011	14	14	9		1.56

**2.2 蚊虫种类构成、季节消长情况** 在单县黄冈镇与时楼镇共捕获成蚊2 407只,其中人饵诱捕蚊法捕获2 270只,帐扣法捕获137只。经鉴定共5属11种,淡色库蚊为优势蚊种,其次为三带喙库蚊和中华按蚊。其中黄冈镇捕获成蚊5属11种共1 646只,其中库蚊属6种(淡色库蚊、三带喙库蚊、二带喙库蚊、贪食库蚊、迷走库蚊、白胸库蚊),按蚊属1种(中华按蚊),伊蚊属2种(白纹伊蚊、刺扰伊蚊),阿蚊属1种(骚扰阿蚊),曼蚊属1种(常型曼蚊)。时楼镇捕获成蚊4属8种共761只,长型曼蚊、贪食库蚊与迷走库蚊在时楼镇未有捕获。黄冈镇捕获的成蚊种群数量与种类均明显多于时楼镇,其中中华按蚊的捕获数为204只,是时楼镇的7倍有余。通过人饵诱捕通宵观察发现,单县区域6月中旬开始有少量蚊虫出现,7—8月份达到密度最高峰,之后蚊虫密度开始逐渐下降,10月份基本消失。各类成蚊的季节消长趋势基本一致,中华按蚊的季节消长高峰在8月份左右,其他蚊种的季节消长高峰在7月份左右,见表2。

## 3 讨论

作为一种严重危害人类健康的蚊媒传播疾病,疟疾的传播与生物媒介、自然因素的关系密切,从而呈现出相关的分布特征。蚊媒孳生地在这一过程中有着重要的意义,是联系自然环境、生物媒介和人类活动的关键点。单县是以中华按蚊为主要传疟媒介的地区,该蚊主要的孳生场所为河流、湖泊、灌溉沟和池



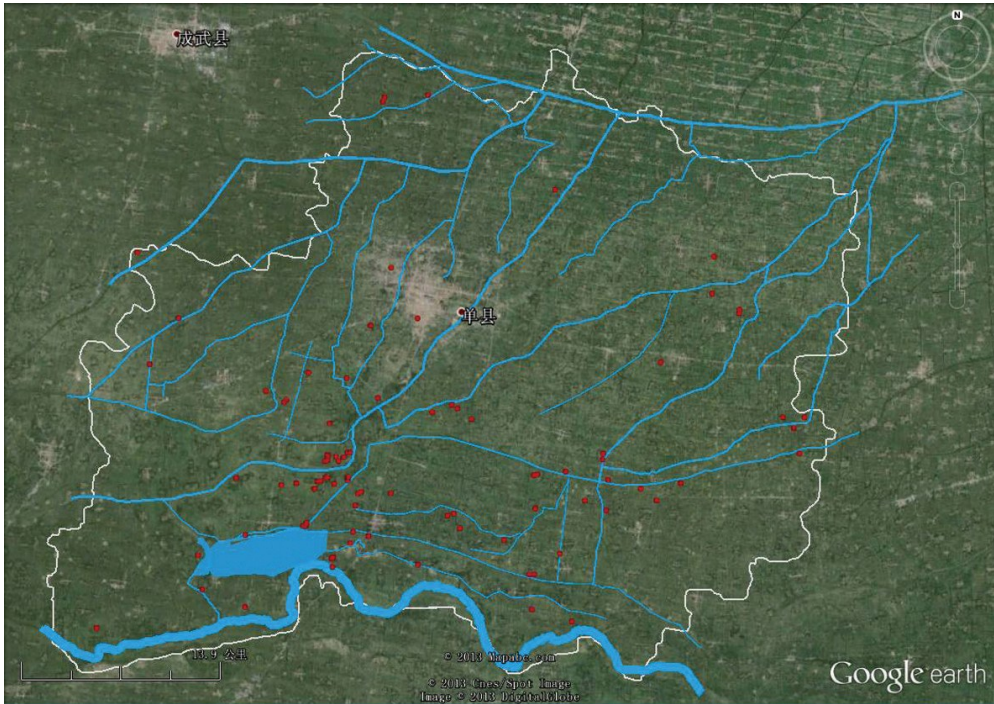


图1 单县2007—2011年疟疾病例空间分布与水系关系

Fig. 1 Spatial distribution and relationship with river systems of malaria cases in 2007~2011 in Shanxian County

表2 单县区域人饵帐观察蚊虫季节消长情况

Table 2 Seasonal fluctuation of mosquitoes in Shanxian county

蚊种 Mosquito species	监测点 Monitoring sites	月份 Month					合计 Total
		6	7	8	9	10	
淡色库蚊 <i>Culex pipiens pallens</i> ,	黄冈镇 Huanggang Town	77	452	398	161	14	1 102
	时楼镇 Shilou Town	52	278	197	95	5	627
三带喙库蚊 <i>Culex tritaeniorhynchus</i>	黄冈镇 Huanggang Town	10	92	80	25	3	210
	时楼镇 Shilou Town	2	16	18	7	0	43
中华按蚊 <i>Anopheles sinensis</i>	黄冈镇 Huanggang Town	3	78	98	23	2	204
	时楼镇 Shilou Town	0	10	15	4	0	29
骚扰阿蚊 <i>Armigeres subalbatus</i>	黄冈镇 Huanggang Town	0	3	4	3	2	12
	时楼镇 Shilou Town	0	4	6	3	1	14
其他蚊种 Other species	黄冈镇 Huanggang Town	2	9	8	5	0	24
	时楼镇 Shilou Town	0	3	2	0	0	5
合计 Total		146	945	826	326	27	2 270

塘,媒介孳生地的分布对疟疾的发病空间分布有着重要的影响。单县属暖温带半湿润大陆性季风气候,夏季降雨集中,境内水系众多,水系的存在和分布,与该地区的气温、降水量、土地利用状况有着密切的关系,其中位于南部的黄河故道为较大水系,其附近有人工湖泊浮龙湖,河流水域较多,适合蚊媒孳生。

根据流行病学调查,单县疟疾病例分布于16个乡镇,其中黄冈镇与浮岗镇疟疾发病例数最多。通过GPS卫星定位获取单县境内水系分布及疟疾患者的地理信息数据,结合Google Earth的GIS管理平台建立单县疟疾当地感染新发病例卫星影像地图数据库,

较直观的显示了每例病例的个案调查信息及其地理位置、与蚊虫孳生地有关的河流、水库、主要沟渠水系图,可以看出疟疾病例分布主要集中于水系较密集的南部区域,而且病例分布与主要水系的分布呈现出相对一致的趋势。为更方便了解单县水系分布、蚊媒种群与疟疾发病之间的关系,我们选择疟疾发病较集中的黄冈镇与疟疾发病较少的时楼镇进行蚊媒监测。通过对单县区域的蚊媒种群调查,我们总共捕获蚊虫2 407只,人饵帐捕获2 270只,帐扣法捕获137只,其中淡色库蚊数量最多,其次是三带喙库蚊和中华按蚊,其他蚊种在蚊群构成中所占比例较小,仅占1%左

右,原因可能与季节、温度及其对孳生地的选择较为严格有关<sup>[8]</sup>。黄冈镇捕获的成蚊种类与数量均明显多于时楼镇,其中数量是时楼镇的两倍有余,某些蚊种比如常型曼蚊仅在黄冈镇有所捕获,该蚊幼虫主要孳生于生有芦苇的大面积积水及藕塘等地。黄冈镇南邻黄河故道,境内有人工湖泊浮龙湖,河流水域较多,为蚊媒孳生提供良好的生态条件,因此,蚊虫种类较丰富,密度较高,尤其是中华按蚊的捕获数,是时楼镇的7倍有余。中华按蚊是疟疾的重要传播媒介,较高密度的中华按蚊使得黄冈镇成为疟疾病例集中发病区域。通过流行病学调查,单县区域疟疾病例发病时间为5—11月,7—9月为发病高峰期。单县蚊虫的季节消长显示,中华按蚊的密度高峰期为7—8月份,与该地疟疾的发病高峰基本一致。这提示疟疾发病高峰时期应加强防病知识宣传,提高防蚊意识以减少人蚊接触,则能降低传播,更有效的巩固疟疾防治成果。

媒介孳生地的分布对媒介的密度分布有着重要的影响,距离孳生地越近的地方媒介密度越高<sup>[9]</sup>,受此影响,疟疾的发病必然呈现一定的空间分布规律。有研究表明,疟疾的发病风险与距离按蚊孳生地的远近成负相关<sup>[4-10]</sup>,距离媒介孳生地越近,媒介密度越高,疟疾发病风险越高。单县南部密集的水系网以及较大水系黄河故道和人工湖泊浮龙湖的存在使该区域成为蚊媒孳生地集中区,导致了蚊媒种类及密度较高,尤其是媒介按蚊的数量,明显高于其他区域,从而使得疟疾病例分布主要集中于该区域。因此,该区域应作为蚊媒防治和疟疾防控的重点区域。

本研究通过单县水系分布、媒介按蚊调查、结合单县近5年疟疾疫情,综合分析了单县水系分布与媒

介按蚊密度及疟疾发病的相互关系,对制定相应的蚊媒及疟疾防治对策有重要的意义。

#### 参考文献

- [1] Hightower AW, Ombok M, Otieno R, et al. A geographic information system applied to a malaria field study in western Kenya[J]. *Am J Trop Med Hyg*, 1998, 58(3):266-272.
- [2] Foley DH1, Torres EP, Mueller I, et al. Host-dependent *Anopheles flavirostris* larval distribution reinforces the risk of malaria near water[J]. *Trans R Soc Trop Med Hyg*, 2003, 97(3):283-287.
- [3] Minakawa N, Seda P, Yan G. Influence of host and larval habitat distribution on the abundance of African malaria vectors in western Kenya [J]. *Am J Trop Med Hyg*, 2002, 67(1):32-38.
- [4] Thomas CJ, Lindsay SW. Local-scale variation in malaria infection amongst rural Gambian children estimated by satellite remote sensing [J]. *Trans R Soc Trop Med Hyg*, 2000, 94(2):159-163.
- [5] 邢玲玲, 王用斌, 崔先锋, 等. 2002—2011年单县疟疾疫情分析[J]. *中国血吸虫病防治杂志*, 2013, 25(4): 408-410.
- [6] 陆宝麟, 陈汉彬, 苏龙, 等. 中国动物志, 昆虫纲, 第8卷, 双翅目, 蚊科(上)[M]. 北京:科学出版社, 1997. 1-884.
- [7] 董学书, 周红宁, 龚正达, 等. 云南蚊类志[M]. 云南:科技出版社, 2009.
- [8] 王丕玉, 周红宁, 吴超, 等. 澜沧江下游地区蚊虫种类、分布及其孳生习性调查[J]. *中国热带医学*, 2011, 11(6): 657-659.
- [9] Gunawardena D, Wickremasinghe A, Muthuwatta L. Malaria risk factors in an endemic region of Sri Lanka, and the impact and cost implications of risk factor-based interventions[J]. *Am J Trop Med Hyg*, 1998, 58(5):533-542.
- [10] Trape JF, Lefebvre-Zante E, Legros F, et al. Vector density gradients and the epidemiology of urban malaria in Dakar, Senegal[J]. *Am J Trop Med Hyg*, 1992, 47(2):181-189.

收稿日期:2015-04-13 编辑:符式刚

## 更正声明

本刊2015年15卷第6期“王兴任”论文720~722页,论文中“安定县”有误,现更正为“定安县”。

特此声明

《中国热带医学》编辑部

2015-07-30