

· 现场调查 ·

广东省农村地区使用生物燃料与女性高血压关系的多水平模型分析

古羽舟 马文军 刘涛 许燕君 林华亮 蔡秋茂 肖建鹏 曾韦霖 吕晓娟

【摘要】 目的 了解广东省农村地区家庭生物燃料使用情况,以及生物燃料使用对农村女性高血压患病的影响。方法 采用多层、多阶段随机整群抽样方法于 2010 年抽取广东省 13 个农村县/区 ≥ 18 岁居民进行问卷调查和体格检查,分析农村家庭的生物燃料使用情况。纳入县/区水平和个体水平建立两水平 logistic 回归模型,分析女性调查对象生物燃料使用与高血压的关系,并进一步探讨使用排风扇对此关系的影响。结果 5 794 户农村家庭中 2 569 户 (44.3%) 以生物燃料为主要炊事燃料。2 669 名农村女性中生物燃料组 1 233 人 (46.2%), 清洁能源组 1 436 人 (53.8%), 两组中高血压患者分别为 286 和 278 名。单因素分析中生物燃料组高血压患病风险为 1.26 (95% CI: 1.04 ~ 1.52), 两水平模型分析中该效应无统计学意义。进一步分析发现生物燃料组对象使用排风扇是高血压患病的保护因素 ($RR=0.61$, 95% CI: 0.39 ~ 0.98)。结论 广东省农村地区生物燃料使用率较高,尚无足够证据说明其是否为农村女性高血压的相关因素,但室内空气污染问题应引起重视。

【关键词】 高血压; 生物燃料; 多水平模型; 农村女性

Using biomass fuel at home and the development of hypertension in adult women living in rural areas of Guangdong: a multilevel model analysis Gu Yuzhou¹, Ma Wenjun^{2,3}, Liu Tao^{2,3}, Xu Yanjun³, Lin Hualiang^{2,3}, Cai Qiумao³, Xiao Jianpeng^{2,3}, Zeng Weilin^{2,3}, Lyu Xiaojuan⁴. 1 School of Medicine, Jinan University, Guangzhou 510632, China; 2 Guangdong Provincial Institute of Public Health; 3 Guangdong Provincial Center for Disease Control and Prevention; 4 Southern Medical University
Corresponding author: Ma Wenjun, Email: mwj68@vip.tom.com

【Abstract】 Objective To understand the situation of biomass fuel use in rural Guangdong, and how it affecting the prevalence of hypertension in adult women. **Methods** Inhabitants aged 18 and above were chosen, using multi-stage stratified cluster sampling method from 13 rural countries in Guangdong province in 2010. Questionnaire survey and blood pressure measurement were conducted. Multilevel logistic regression model was used to study the relationship between biomass fuel use and the prevalence of hypertension at both country and individual levels. **Results** Of the 5 794 rural families, 2 569 (44.3%) cooked with biomass fuel in the kitchen. 1 233 (46.2%) and 1 436 (53.8%) out of the 2 669 adult women used biomass fuel and clean energy, respectively. Results from χ^2 study showed that biomass users presented higher prevalence of hypertension ($RR=1.26$, 95% CI: 1.04-1.52), but in multilevel model analysis, the difference was not significant. In addition, using an extractor fan when cooking seemed to have protected factor in decreasing the risk of hypertension among biomass users ($RR=0.61$, 95% CI: 0.39-0.98). **Conclusion** Proportion of the use of biomass fuel was still high among rural families in Guangdong province. Although there was not enough evidence to verify the relationship between the use of biomass fuel and hypertension in adult women. However, concerns about the use of biomass fuel which causing the indoor air pollution, should be raised.

【Key words】 Hypertension; Biomass fuel; Multilevel model; Rural women

全球约有一半家庭以生物质(柴草、木炭、木材、

动物粪便等)作为主要炊事燃料,且主要集中在农村和低收入地区^[1]。大量研究表明,暴露于生物燃料燃烧是导致人群多种呼吸系统疾病的危险因素^[2,3],长期使用生物燃料会引起人群血压升高,其中农村成年女性由于承担着做饭和在家照顾小孩的责任,使暴露机会增大,血压可能更容易受到生物燃料暴露的影响^[4-6]。本研究于 2010 年 10 月对广东省 13 个慢

DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2014.08.006

作者单位: 510632 广州,暨南大学医学院(古羽舟);广东省公共卫生研究院(马文军、刘涛、林华亮、肖建鹏、曾韦霖);广东省疾病预防控制中心(马文军、刘涛、许燕君、林华亮、蔡秋茂、肖建鹏、曾韦霖);南方医科大学(吕晓娟)

通信作者: 马文军, Email: mwj68@vip.tom.com

性病危险因素农村监测点的家庭生物燃料使用情况和成年女性高血压患病情况进行调查,并分析以生物燃料作炊事燃料对农村女性高血压患病的影响。

对象与方法

1. 研究对象:根据国家统计局的分类方法,广东省慢性病危险因素监测县/区中 13 个为农村监测点。采用容量比例概率抽样法抽样:每个国家监测点抽取 4 个乡镇(街道),从中各抽取 3 个行政村(居委会);每个省级监测点抽取 2 个乡镇(街道),从中各抽取 4 个行政村(居委会)。抽中的行政村(居委会)中随机抽取 1 个村民(居民)小组,国家监测点每小组随机抽取 50 户家庭,省级监测点每小组抽取 100 户家庭,剔除缺失样本后共纳入 5 794 户家庭,分析农村家庭生物燃料使用情况。

每户家庭用基什网格(KISH)法确定 1 名 ≥ 18 岁家庭成员进行调查,本研究选择其中调查的女性居民(2 855 人)为研究对象,根据变量定义筛选样本并剔除缺失值后共纳入 2 669 名对象,分析生物燃料暴露对高血压患病的影响。

2. 调查方法:采用中国疾病预防控制中心提供的“中国慢性病及其危险因素监测(2010)”调查问卷进行调查^[7]。主要内容:①问卷调查:家庭问卷包括炊事燃料使用情况和通风情况;个人问卷包括人口统计学资料、吸烟、既往血压状况等。②身体测量:研究对象静息 15 min 后测量并记录血压测量值。调查时间为 2010 年 10 月。调查员接受统一培训,调查期间由专业人员督导,调查表格当日审核,发现问题及时处理。调查表数据采用 EpiData 3.0 软件行双录入和审核。

3. 变量定义及诊断标准:生物燃料组的家庭主要炊事燃料为柴草、木炭、木材、动物粪便等生物质燃料。清洁能源组的家庭主要炊事燃料为煤气、液化石油气、天然气、电能等清洁能源。为避免干扰分析结果,燃煤和其他燃料(117 户)以及在室外做饭(52 户)的样本不纳入生物燃料暴露与高血压发病关系分析中。

根据《中国高血压防治指南 2010》^[8]的诊断标准:SBP ≥ 140 mmHg (1 mmHg=0.133 kPa) 和/或 DBP ≥ 90 mmHg 分为高血压组和血压正常组。为避免既往高血压患者因采取治疗措施控制血压而影响分析结果,将本次测量血压正常但既往诊断过高血压的样本(54 人)纳入高血压组。

4. 统计学分析:以构成比表示农村家庭燃料使

用情况。生物燃料和清洁燃料两组间基本特征指标的比较采用 t 检验和 χ^2 检验。采用 χ^2 检验对农村女性生物燃料暴露与高血压患病间关系做单因素分析。鉴于本研究数据具有层次性,调查对象除存在个体差异外,在不同监测点之间也可能存在聚集性,故采用两水平 logistic 回归模型进行进一步分析。首先以个体为低水平(水平 1),监测点为高水平(水平 2),采用二阶预测性拟似然算法(PQL)^[9]拟合不含解释变量的零模型,检验水平 2 方差是否具有统计学意义。然后控制年龄、文化程度、婚姻状况、吸烟和被动吸烟情况,计算农村女性生物燃料暴露的校正 OR 值。分析排风扇使用对生物燃料组对象高血压患病风险的修饰作用,排风扇使用与高血压患病关系的单因素分析采用 χ^2 检验,以多因素非条件 logistic 回归分析校正 OR 值。所有统计分析以双侧的 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义,两水平模型分析采用 MLwiN 2.02 软件,其余分析均采用 SPSS 19.0 软件进行。

结 果

1. 家庭生物燃料使用情况:本研究包括化州市、徐闻县、英德市、阳西县、南雄市、台山市、连平县、博罗县、五华县、四会市、斗门区、普宁市、潮安县 13 个农村监测点,共纳入 5 794 户家庭。主要炊事燃料为生物燃料的家庭有 2 569 户(44.3%),使用清洁能源为主的家庭 3 004 户(51.8%),燃煤和其他燃料的家庭 221 户(3.8%)。其中粤西地区如化州市(92.0%)、徐闻县(88.0%)和阳西县(85.7%)的家庭使用生物燃料比例较高,粤东地区如普宁市(4.8%)和潮安县(4.5%)的使用比例较低(表 1)。

表 1 广东省农村家庭主要炊事燃料情况

监测点	家庭户数	家庭主要炊事燃料		
		生物	清洁	煤及其他
化州市	400	368(92.0)	28(7.0)	4(1.0)
徐闻县	399	351(88.0)	42(10.5)	6(1.5)
英德市	400	351(87.8)	44(11.0)	5(1.3)
阳西县	399	342(85.7)	39(9.8)	18(4.5)
南雄市	600	405(67.5)	190(31.7)	5(0.8)
台山市	400	197(49.3)	195(48.8)	8(2.0)
连平县	400	129(32.3)	267(66.8)	4(1.0)
博罗县	400	97(24.3)	295(73.8)	8(2.0)
五华县	600	132(22.0)	347(57.8)	121(20.2)
四会市	599	114(19.0)	484(80.8)	1(0.2)
斗门区	399	46(11.5)	325(81.5)	28(7.0)
普宁市	398	19(4.8)	376(94.5)	3(0.8)
潮安县	400	18(4.5)	372(93.0)	10(2.5)
合计	5 794	2 569(44.3)	3 004(51.8)	221(3.8)

注:括号外数据为户数,括号内数据为构成比(%)

共纳入 2 669 名农村成年女性,其中生物燃料组 1 233 人(46.2%),平均年龄为(51.5±15.5)岁,清洁能源组 1 436 人(53.8%),平均年龄为(45.8±15.3)岁。与清洁能源组相比,生物燃料组对象平均年龄较大($P<0.001$),未受教育比例($P<0.001$)和丧偶比例($P<0.001$)较高,提示将生物燃料作为主要炊事燃料的农村女性以中老年人群为主(表 2)。

表 2 广东省农村地区 2 669 名成年女性一般情况

特 征	调查人数	燃料组		P 值
		生物	清洁能源	
年龄组(岁)				
18~	309	92(7.5)	217(15.1)	
30~	489	190(15.4)	299(20.8)	
40~	699	314(25.5)	385(26.8)	
50~	537	264(21.4)	273(19.0)	
60~	333	185(15.0)	148(10.3)	
≥70	302	188(15.2)	114(7.9)	
教育程度				
未受教育	561	403(32.7)	158(11.0)	参照组
小学	1 148	563(45.7)	585(40.7)	<0.001
初中	735	227(18.4)	508(35.4)	<0.001
高中及以上	225	40(3.2)	185(12.9)	<0.001
婚姻状况				
未婚	161	52(4.2)	109(7.6)	参照组
已婚	2 157	999(81.0)	1 158(80.6)	0.001
分居/离异	72	29(2.4)	43(3.0)	0.237
丧偶	263	147(11.9)	116(8.1)	<0.001
其他	16	6(0.5)	10(0.7)	0.672
吸烟及被动吸烟				
不吸烟(无被动吸烟)	1 416	699(56.7)	717(49.9)	参照组
不吸烟(有被动吸烟)	1 188	500(40.6)	688(47.9)	<0.001
吸烟	65	34(2.8)	31(2.2)	0.643
合 计	2 669	1 233	1 436	

2. 生物燃料暴露与高血压患病的关系:2 669 名女性中,高血压患者 564 例(21.1%)。其中生物燃料组 286 例(23.2%),清洁能源组 278 例(19.4%),经 χ^2 检验显示,两组患病率差异有统计学意义,生物燃料组发生高血压的风险高于清洁能源组,OR 值为 1.26 (95%CI:1.04~1.52)。

处于不同监测点的研究对象可能存在一定聚集性,将监测点作为水平 2 建立不含解释变量的两水平零模型,水平 2 方差($\sigma^2_{\omega_0}$)有统计学意义(表 3)。因此采用两水平 logistic 回归模型做进一步多因素分析,考虑生物燃料暴露与高血压患病的关系可能受到干扰,故控制年龄、教育程度、婚姻状况、吸烟及被动吸烟。结果显示,生物燃料对高血压患病的影响无统计学意义(OR=0.87,95%CI:0.67~1.14)。

3. 使用排风扇对生物燃料相关高血压患病风险

表 3 农村女性高血压患病的两水平模型

项 目	估计值	SE	χ^2 值	P 值
固定部分				
截距(β_0)	-1.41	0.11	151.80	<0.001
随机部分				
水平 2 方差($\sigma^2_{\omega_0}$)	0.14	0.07	4.18	0.041
水平 1 尺度参数	1.00	0.00	-	-

的修饰作用:室内的通风状况能影响污染物在室内的滞留时间,尤其是在做饭时,良好的通风条件能有效减少燃料燃烧引起室内空气污染对人体的健康影响。因此进一步探讨排风扇的使用是否存在能改变生物燃料相关高血压患病风险的修饰作用。

提取生物燃料组研究样本,以零模型检验监测点之间的聚集性,发现方差不存在统计学意义(未列出),故不采用两水平模型。剔除使用排风扇变量缺失值后,纳入 1 231 名对象,其中 183 人(14.9%)做饭时使用了排风扇, χ^2 检验显示,该部分人群高血压患病比例较低($P=0.003$)。控制年龄、教育程度、婚姻状况、吸烟及被动吸烟进行多因素 logistic 回归分析,结果显示,在生物燃料组中,使用排风扇能对高血压的发生存在保护作用(OR=0.61,95%CI:0.39~0.98)。

讨 论

本研究显示,广东省农村地区家庭生物燃料使用率为 44.3%,低于上海市农村地区的调查结果^[5],其中韶关南雄市的结果(67.5%)与 2003 年韶关农村的结果(69.3%)相似^[3]。值得注意的是,处于粤西地区的化州市、徐闻县和阳西县生物燃料使用率均高于 85%,而处于粤东地区的普宁市和潮安县则使用率较低,可能与近年来粤东地区经济增长速度加快、粤西地区经济发展水平较低有关^[10]。研究表明炊事使用生物燃料将引起严重室内空气污染,大大增加居民的颗粒物暴露水平^[11,12],本研究显示,广东省农村地区生物燃料使用率超过 40%,提示近半数居民健康受到生物燃料相关室内空气污染的影响,可能引起不容忽视的健康损失。

生物燃料使用对人群健康影响的流行病学研究多关注于呼吸系统疾病^[2,3],却很少涉及心血管系统。近年来有学者发现生物燃料能增加高血压的患病风险^[4-6,11]。如 Baumgartner 等^[4]发现生物燃料使用能引起云南农村女性血压升高,Dutta 等^[6,11]的研究结果则显示,印度使用生物燃料的农村妇女患高血压风险为液化石油气使用者的 1.5 倍。Lee 等^[5]还提出,生物燃料的使用年限越长、用量越多,引起的

高血压风险越大。生物燃料暴露引起血压变化的机制目前尚不确定,有学者认为可能与生物质燃烧产生的颗粒物在机体内介导引起氧化应激和全身炎症反应有关^[4]。本研究调查 2 669 名农村成年女性的生物燃料暴露与高血压患病关系,单因素分析显示,家庭使用生物燃料者的高血压患病风险是使用清洁能源者的 1.26 倍,但两水平模型分析显示该因素无统计学意义。可能原因是本研究只调查炊事燃料的家庭使用情况,未根据对象是否确为生物燃料使用者进行筛选,使结果准确性降低。而采用二分类变量定义炊事燃料使用情况,未从使用年限、频率、强度或测量污染物浓度等方面进行评估,也可能导致暴露和结局的真正联系被控制变量的效应所掩盖,还可能是受到未控制潜在混杂因素如烹调油烟和饮食习惯等的影响。同时,本研究将监测点作为高水平纳入建立两水平模型,发现处于不同监测点的农村女性高血压患病存在一定的聚集性,但由于缺乏高水平解释变量而无法开展深入探讨。而这种地区间的发病情况差异也可能在一定程度上影响了对生物燃料暴露效应的分析结果。

室内污染水平除取决于污染源排放量,还与其扩散速度有关。有研究表明,使用排风扇能有效排除炊事燃料燃烧产生的污染物,降低室内污染水平^[13,14]。McCracken 等^[13]开展的干预研究也发现,加强生物燃料炉灶的通风条件后,农村女性的 PM_{2.5} 暴露浓度和血压水平皆有明显改善。本研究分析使用排风扇对生物燃料相关高血压风险的修饰作用,结果显示,排风扇使用者的高血压患病风险较低 ($OR=0.61$, $95\%CI:0.39\sim 0.98$),提示使用排风扇可有效保护使用生物燃料农村女性的血压健康。另一方面,本研究中排风扇使用对生物燃料组研究对象所起的这种保护作用,降低了生物燃料暴露对高血压的影响能力,也可能是使其在多因素分析时统计学意义消失的原因之一。

本研究存在不足。第一,研究结果用以评估全省情况时仍存在一定局限性,可进一步扩大调查范围或开展深入调查;第二,未根据研究对象的具体暴露情况(如在家里是否负责做饭)进行筛选,一定程度上影响了研究结果的精确性;第三,采用二分类变量定义燃料使用情况,不能全面地解释暴露和结局间的联系,今后可结合使用年限、频率、强度等指标进行综合分析,并对生物质燃烧产生的具体污染物浓度水平做定量评估,增强对因果关系的解释能力;第四,研究结果可能受到潜在混杂因素如个人收入、

饮食习惯、烹调油烟等的影响,也未对县/区水平指标如经济水平等进行控制,皆有待进一步加强。

参 考 文 献

- [1] Desai MA, Mehta S, Smith K. Indoor Smoke from Solid Fuels: Assessing the Environmental Burden of Disease at National and Local Levels [M]. Geneva: World Health Organization, 2004: 1-2.
- [2] Ezzati M, Kammen DM. Indoor air pollution from biomass combustion and acute respiratory infections in Kenya: an exposure-response study [J]. *Lancet*, 2001, 358(9282): 619-624.
- [3] Liu SM, Wang XP, Wang DL, et al. Epidemiologic analysis of COPD in Guangdong province [J]. *Natl Med J China*, 2005, 85(11): 747-752. (in Chinese)
刘升明, 王小平, 王大礼, 等. 广东部分地区慢性阻塞性肺疾病发病状况调查 [J]. *中华医学杂志*, 2005, 85(11): 747-752.
- [4] Baumgartner J, Schauer JJ, Ezzati M, et al. Indoor air pollution and blood pressure in adult women living in rural China [J]. *Environ Health Persp*, 2011, 119(10): 1390-1395.
- [5] Lee MS, Hang J, Zhang F, et al. In-home solid fuel use and cardiovascular disease: a cross-sectional analysis of the Shanghai Putuo study [J]. *Environ Health*, 2012, 11(1): 18.
- [6] Dutta A, Ray MR. Prevalence of hypertension and pre-hypertension in rural women: a report from the villages of West Bengal, a state in the eastern part of India [J]. *Austr J Rural Health*, 2012, 20(4): 219-225.
- [7] Zhao WH, Ning G. The content and method of China chronic disease monitoring project [J]. *Chin J Prev Med*, 2012, 46(5): 477-479. (in Chinese)
赵文华, 宁光. 2010 中国慢性病监测项目的内容与方法 [J]. *中华预防医学杂志*, 2012, 46(5): 477-479.
- [8] Liu LS. 2010 Chinese guidelines for the management of hypertension [J]. *Chin J Hypertens*, 2011, 19(8): 701-708. (in Chinese)
刘力生. 中国高血压防治指南 2010 [J]. *中华高血压杂志*, 2011, 19(8): 701-708.
- [9] Breslow NE, Clayton DG. Approximate inference in generalized linear mixed models [J]. *J Am Stat Assoc*, 1993, 88(421): 9-25.
- [10] Qin CL, Mao C, Zhang H. Evaluation of regional economic development of Guangdong province [J]. *Lingnan J*, 2010(5): 70-74. (in Chinese)
覃成林, 毛超, 张华. 广东区域经济发展水平评价 [J]. *岭南学刊*, 2010(5): 70-74.
- [11] Dutta A, Mukherjee B, Das D, et al. Hypertension with elevated levels of oxidized low-density lipoprotein and anticardiolipin antibody in the circulation of premenopausal Indian women chronically exposed to biomass smoke during cooking [J]. *Indoor Air*, 2011, 21(2): 165-176.
- [12] Jiang R, Bell ML. A comparison of particulate matter from biomass-burning rural and non-biomass-burning urban households in northeastern China [J]. *Environ Health Persp*, 2008, 116(7): 907-914.
- [13] McCracken JP, Smith KR, Diaz A, et al. Chimney stove intervention to reduce long-term wood smoke exposure lowers blood pressure among Guatemalan women [J]. *Environ Health Persp*, 2007, 115(7): 996-1001.
- [14] Liu ZQ, Wang XZ, Zhao SY. Prevention of indoor air pollution in gas use residences in cold areas [J]. *Chin J Public Health*, 1995, 11(11): 492-493. (in Chinese)
刘占琴, 王贤珍, 赵淑媛. 寒冷地区煤气化住宅室内空气污染及其预防措施研究 [J]. *中国公共卫生*, 1995, 11(11): 492-493.

(收稿日期: 2014-03-15)

(本文编辑: 万玉立)