

中老年人人群中吸烟与血压关联的前瞻性队列研究

周筠¹ 郑鸿尘² 薛恩慈² 王梦莹² 江锦² 吴涛²

¹首都医科大学附属天坛医院国家神经系统疾病临床医学研究中心, 北京 100070; ²北京大学公共卫生学院流行病与卫生统计学系 100191

通信作者: 吴涛, Email: twu@bjmu.edu.cn

【摘要】 目的 吸烟是重要的心血管事件危险因素, 但部分研究却发现吸烟与高血压无关, 甚至吸烟者血压水平更低。吸烟与血压的关联还需要更多纵向研究证据。本研究基于中国健康与养老追踪调查(China Health and Retirement Longitudinal Survey, CHARLS)数据探索 45~80 岁中老年人人群中吸烟对血压的影响。**方法** 研究对象来源于 CHARLS 研究中完成 2011 年基线和 2013、2015 年随访的人群。纳入完成 3 次调查的研究对象, 采用多水平线性回归分析吸烟对血压的影响, 采用含时依变量的 Cox 回归分析吸烟对高血压发生风险的影响, 同时调整性别、年龄、文化程度、婚姻状况、BMI 和饮酒。**结果** 本研究共纳入 6 667 名无心血管疾病的研究对象, 平均年龄 58.8 岁, 男性占 46.3%。多水平线性回归分析显示, 在调整协变量后, 相对于不吸烟者, 吸烟者的 SBP 高 1.81 mmHg (95% CI: 0.55~3.07 mmHg, $P<0.05$), DBP 高 0.85 mmHg (95% CI: 0.10~1.60 mmHg, $P<0.05$)。Cox 回归分析显示, 吸烟与高血压发生风险的关联无统计学意义 ($HR=1.11$, 95% CI: 0.89~1.38, $P>0.05$)。**结论** 在中老年人人群中, 吸烟与血压水平升高相关联。吸烟与高血压发生风险的关系有待进一步研究证实。

【关键词】 吸烟; 血压; 前瞻性队列研究

DOI: 10.3760/cma.j.cn112338-20200312-00320

A prospective cohort study on the association between smoking and blood pressure among middle-aged and elderly people

Zhou Yun¹, Zheng Hongchen², Xue Enci², Wang Mengying², Jiang Jin², Wu Tao²

¹Beijing Tiantan Hospital, Capital Medical University, China National Clinical Research Center for Neurological Diseases, Beijing 100070, China; ²Department of Epidemiology and Biostatistics, School of Public Health, Peking University, Beijing 100191, China

Corresponding author: Wu Tao, Email: twu@bjmu.edu.cn

【Abstract】 Objective Smoking is an important risk factor for cardiovascular events. However, data from some studies have shown that smoking is not associated with hypertension, and smokers may even have lower blood pressure than the non-smokers. Therefore, the association between smoking and blood pressure is yet to be further explored through longitudinal studies. This study explores the effect of smoking on blood pressure among people aged between forty five to eighty years old whose records are gathered from the China Health and Retirement Longitudinal Survey (CHARLS). **Methods** Participants of CHARLS who completed all three surveys from both the national baseline investigation in 2011 and the follow-up surveys in 2013 and 2015, were enrolled. Multi-level linear regression was used to analyze the association between smoking and blood pressure, and Cox regression with time-varying variables was used to analyze the association between smoking and hypertension, after the adjustment for gender, age, education level, marital status, BMI, and alcohol consumption. **Results** Subjects included in this study were with an average age of 58.8 years and 46.3% of them being male. After the adjustments of all the covariates, systolic and diastolic blood pressure of smokers appeared as 1.81 mmHg (95% CI: 0.55~3.07 mmHg, $P<0.05$) and 0.85 mmHg (95% CI: 0.10~1.60 mmHg, $P<0.05$), both higher than those of non-smokers, respectively. From the Cox regression analysis, data showed that smoking was not highly associated with the risk of hypertension development ($HR=1.11$, 95% CI: 0.89~1.38, $P>0.05$), statistically. **Conclusions** Smoking seemed to be positively correlated with the elevation of blood pressure, among individuals aged between 45 and 80 years old. However, more evidence on the association between smoking and the

risk of hypertension development needs to be further explored.

【Key words】 Smoking; Blood pressure; Prospective cohort study

DOI:10.3760/cma.j.cn112338-20200312-00320

高血压作为一种常见的慢性非传染性疾病,其患病率高而且会显著增加心血管疾病和慢性肾脏疾病的风险^[1-4]。2002—2017年,中国高血压患病率增长约2.5倍,35~75岁人群中患病率达到44.7%^[5-6]。高血压患者的血压控制面临着严峻的挑战,目前我国高血压患者的血压控制率较低,约为23.9%~29.6%^[5,7]。血压控制不良会导致诸多疾病风险的增加,如患终末期肾病和脑血管意外的风险分别增加25%和23%^[8-9]。既往研究显示通过改善行为危险因素,可更好地控制血压,预防高血压的发生^[10]。

吸烟是冠心病、心肌梗死、卒中等心血管事件的重要行为危险因素^[11]。但吸烟与血压水平、高血压发生风险的关联尚没有一致结论^[12]。既往研究发现,吸烟独立于其他危险因素与血压升高有关并增加高血压的发生风险^[13-16]。然而,近期的一些流行病学研究却得到了相反的结论。有研究发现,与不吸烟者相比,吸烟者的血压较低,吸烟者血压正常的可能性比不吸烟者高22%^[17-20]。一项大规模Meta分析显示,吸烟者较不吸烟者高血压患病率较低且严重程度较低^[21]。由于既往研究结果不一致,且大部分采用横断面分析,不能明确因果发生的时间顺序,横断面研究的结果不能完全说明吸烟与血压的关系。同时,目前针对中国人群的相关前瞻性研究较少。因此,本研究利用中国健康与养老追踪调查(China Health and Retirement Longitudinal Survey, CHARLS)的纵向随访数据^[22],在45~80岁中老年人群中探索吸烟对血压的影响。

对象与方法

1. 研究对象:来自CHARLS研究2011年全国基线调查和2013、2015年全国随访调查。CHARLS是一项在年龄≥45周岁的中国中老年人群中开展的调查研究。该项目采用多阶段抽样,按照概率比例规模抽样,从全国30个省级行政单位范围内随机抽取450个村进行追踪调查,每两年追踪调查一次^[22]。本研究纳入CHARLS研究中2011年基线调查和2013、2015年两次随访调查均完成的研究对象^[22]。

纳入标准:①接受基线调查时年龄45~80岁;②完成3次调查,且问卷和血压检测信息完整。

分析前剔除极端值以进行数据质量控制,为更

好地分析吸烟与血压的关联,排除了患有基础疾病的研究对象。具体排除标准:①SBP<70 mmHg(1 mmHg=0.133 kPa)或>250 mmHg的研究对象;②DBP<30 mmHg或>150 mmHg的研究对象;③身高<140 cm或>210 cm的研究对象;④体重<30 kg或>120 kg的研究对象;⑤基线患有心脏病、卒中、肿瘤、慢性阻塞性肺疾病的研究对象;⑥因身体疾病戒烟的研究对象。

2. 结局定义:本研究血压测量采用同一型号血压计进行,排除测量前30 min内吸烟、运动、进食和饮酒的受试者。每个个体血压均测量3次,取3次测量的平均值作为该个体的血压。对于服用高血压治疗药物的患者,其SBP增加15 mmHg、DBP增加10 mmHg作为最终血压进行分析^[23]。研究对象身高和体重均测量3次,取其测量平均值作为个体的身高和体重。 $BMI = \text{体重}(\text{kg}) / \text{身高}(\text{m})^2$ 。根据研究对象接受调查时是否吸过烟或已经戒烟,将其吸烟分为3类:吸烟、戒烟、不吸烟。根据研究对象接受调查时的饮酒频率和既往饮酒频率,将其饮酒分为4类:不饮、极少饮或曾经每月饮酒<1次、现在不饮酒,定义为不饮酒;曾经每月饮酒>1次、现在不饮酒,定义为戒酒;现在每月饮酒<1次,定义为偶尔饮酒;现在饮酒每月>1次,定义为经常饮酒。

高血压定义为满足以下条件之一:①自报高血压病史;②SBP≥140 mmHg或DBP≥90 mmHg;③服用抗高血压药物;④前一次调查时诊断为高血压。

本研究中BMI、婚姻状况、文化程度均以基线调查时自报和测量结果为准。血压值、吸烟状况、饮酒状况采用研究对象的基线调查和2次随访数据,仅纳入提供≥2次血压值、吸烟状况、饮酒状态数据的研究对象。

3. 统计学分析:本研究利用Stata 14软件分析吸烟对血压的影响。使用频数(百分比)对分类变量的分布情况进行描述,使用 $\bar{x} \pm s$ 对连续变量的分布情况进行描述。采用多水平线性回归分析吸烟对血压的影响,纳入所有的研究对象,2011、2013、2015年的吸烟状况均纳入分析做为暴露,2011、2013、2015年的血压值均纳入分析做为结局,以调查年份作为第一水平,调查个体作为第二水平。模型一为空模型,仅纳入血压和时间。模型二在模型一基础上纳入自

变量吸烟。模型三在模型二基础上调整性别、年龄。模型四为全模型,在模型三基础上进一步调整研究对象的文化程度、婚姻状况、BMI 和饮酒。采用含时依变量的 Cox 回归分析吸烟对高血压发生风险的影响,仅纳入基线未患高血压的研究对象,2011、2013、2015 年的吸烟状况均纳入分析为暴露。将吸烟定义为时依变量,时依变量的处理方式是吸烟乘以时间的自然对数值。研究对象罹患高血压定义为结局事件,研究对象发生结局事件后,分析下一次随访的数据时将不纳入该研究对象。模型一调整性别、年龄。模型二在模型一基础上调整文化程度、婚姻状况、BMI 和饮酒。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

1. 基本特征:本研究共纳入 6 667 名研究对象。平均年龄 58.8 岁,男性占 46.3%。2011 年基线调查时吸烟率为 30.7% (2 046 人),2015 年最后一次追踪调查吸烟率为 27.8% (1 799 人)。其他基线调查人口学特征见表 1。

表 1 研究对象基线基本人口学特征

变量	吸烟(%)	戒烟(%)	不吸烟(%)	合计
年龄(岁, $\bar{x} \pm s$)	59.5 \pm 8.21	61.3 \pm 8.42	58.1 \pm 8.55	58.8 \pm 8.49
性别				
男	1 829(89.4)	453(88.8)	797(19.5)	3 089(46.3)
女	217(10.6)	57(11.2)	3 295(80.5)	3 575(53.7)
婚姻状况				
已婚	1 779(87.0)	439(86.1)	3 460(84.5)	5 690(85.4)
离异/分居/丧偶 ^a	244(11.9)	67(13.1)	628(15.3)	943(14.0)
未婚	23(1.1)	4(0.8)	7(0.2)	34(0.5)
文化程度 ^b				
小学以下	776(37.9)	179(35.2)	2 149(52.5)	3 114(46.7)
小学	544(26.6)	154(30.3)	871(21.3)	1 571(23.6)
初中	498(24.3)	103(20.2)	731(17.9)	1 334(20.0)
高中	170(8.3)	45(8.8)	239(5.8)	455(6.8)
大专及以上	58(2.9)	28(5.5)	105(2.5)	191(2.9)
饮酒				
不饮	736(36.1)	175(34.3)	3 255(79.5)	4 173(62.6)
戒酒	135(6.6)	72(14.1)	108(2.6)	315(4.7)
偶尔	223(10.9)	58(11.4)	245(6.0)	526(7.9)
经常	952(46.4)	205(40.2)	487(11.9)	1 652(24.8)

注:^a对原始问卷中的离异、分居、丧偶 3 类婚姻状况进行合并;^b文化程度小学以下是对原始问卷中文盲、未读完小学、私塾进行合并,大专及以上是对大专、本科、硕士、博士进行合并

2. 吸烟与 SBP 的关联:本研究对 SBP 进行多水平线性回归分析,见表 2。在控制年龄、性别、BMI、饮酒、文化程度、婚姻状况后,吸烟者相对于不吸烟者 SBP 高 1.81 mmHg (95% CI: 0.55 ~ 3.07 mmHg,

$P < 0.05$),戒烟者与不吸烟者 SBP 水平差异无统计学意义。除吸烟外,年龄每增加 1 岁,BMI 增加 1 个单位(kg/m^2),SBP 分别升高 0.72 mmHg 和 1.81 mmHg。

3. 吸烟与 DBP 的关联:本研究对 DBP 进行多水平线性回归分析结果见表 3。吸烟者 DBP 较不吸烟者高 0.85 mmHg (95% CI: 0.10 ~ 1.60 mmHg, $P < 0.05$),戒烟者与不吸烟者 DBP 差异无统计学意义。除吸烟外,性别、BMI、饮酒对 DBP 有重要影响。女性相对于男性,DBP 低 1.44 mmHg。

4. 吸烟与高血压发生风险的关联:2011 年基线调查时高血压患病率为 39.2% (2 620 名高血压患者),将剩余 4 047 名研究对象纳入 Cox 回归分析,见表 4。2013 年随访发现 800 名高血压患者,2011—2013 年的累积发病率为 19.8%;2015 年随访发现 407 名高血压患者,2013—2015 年的累积发病率为 12.5%。Cox 回归分析发现,吸烟与高血压发生风险的关联无统计学意义。但年龄增加、BMI 升高及经常饮酒会增加高血压的发生风险。

讨 论

吸烟是多种疾病的危险因素,在 1990—2015 年吸烟导致近 600 万人死亡,其中 52.2% 发生在中国、俄罗斯、美国和印度^[24]。中国是世界上吸烟人数最多的国家,尤其是男性吸烟者^[24]。2015 年,我国 10 岁以上男性和女性的吸烟率分别为 36.1% 和 2.1%^[24]。吸烟是心血管事件危险因素,但既往研究对吸烟和血压水平、高血压之间关系的认识一直存在争议^[11,15-18]。部分人群研究发现,吸烟者的血压水平并不高于非吸烟者,甚至吸烟者中血压水平更低。一项 7 000 多人的横断面研究显示,吸烟者高血压控制率更高^[18]。韩国一项纳入 16 万人的大型横断面研究,对研究对象的尿尼古丁含量分析确认吸烟者与不吸烟者,结果发现吸烟者的高血压患病率较不吸烟者低 21%,吸烟者 SBP 也较不吸烟者低 1.23 mmHg^[25]。另一项大型 Meta 分析,纳入来自 23 个大规模横断面研究的 14 万名研究对象,结果显示,经常吸烟者较不吸烟者 SBP 和 DBP 分别低 2.4 mmHg 和 1.9 mmHg,高血压患病率低 22.0%^[21]。既往研究对吸烟者的定义包括了经常吸烟者和现在吸烟者两种,但即使是同一定义的吸烟者,研究结果也不一致。因此,吸烟与血压的关系尚存争议。2018 版《高血压防治指南》和 2019 版《高血压基层诊疗指南》中,也均未将吸烟列为高血压的危险因素之一^[26-27]。然而,既往研究多采用横断面设计探索吸烟与血压的关联,仅能提供

表2 收缩压多水平线性回归分析

变 量	模型一	模型二	模型三	模型四
时间(2011年为参照组)				
2013年	1.37(0.90 ~ 1.84) ^a	1.38(0.86 ~ 1.91) ^a	1.44(0.91 ~ 1.96) ^a	1.46(0.94 ~ 1.99) ^a
2015年	0.77(0.30 ~ 1.23) ^a	0.70(0.21 ~ 1.18) ^a	0.76(0.27 ~ 1.24) ^a	0.80(0.32 ~ 1.29) ^a
吸烟状况(不吸烟为参照组)				
戒烟	-	0.23(-0.96 ~ 1.41)	-0.22(-1.57 ~ 1.13)	-0.11(-1.43 ~ 1.21)
吸烟	-	0.42(-0.62 ~ 1.45)	0.44(-0.85 ~ 1.73)	1.81(0.55 ~ 3.07) ^a
年龄	-	-	0.62(0.57 ~ 0.68) ^a	0.72(0.66 ~ 0.78) ^a
性别(男性为参照组)	-	-	1.28(-0.10 ~ 2.57)	-0.01(-1.35 ~ 1.33)
BMI	-	-	-	1.81(1.68 ~ 1.95) ^a
饮酒状况(不饮酒为参照组)				
戒酒	-	-	-	-0.17(-1.42 ~ 1.08)
偶尔	-	-	-	-0.35(-1.38 ~ 0.68)
经常	-	-	-	0.84(-0.07 ~ 1.74)
婚姻状况(已婚为参照组)				
离异/分居/丧偶	-	-	-	4.07(2.48 ~ 5.67) ^a
未婚	-	-	-	-1.79(-8.37 ~ 4.79)
文化程度(小学以下为参照组)				
小学	-	-	-	-0.32(-1.52 ~ 0.88)
初中	-	-	-	-0.18(-1.51 ~ 1.15)
高中	-	-	-	-1.05(-3.05 ~ 0.95)
大专及以上	-	-	-	-2.82(-5.71 ~ 0.06)

注:模型一为空模型;模型二纳入自变量吸烟;模型三调整性别、年龄;模型四调整性别、年龄、文化程度、婚姻状况、BMI和饮酒状况;^a*P*<0.05

表3 舒张压多水平线性回归分析

变 量	模型一	模型二	模型三	模型四
时间(2011年为参照组)				
2013年	1.10(0.79 ~ 1.40) ^a	1.10(0.76 ~ 1.43) ^a	1.12(0.79 ~ 1.46) ^a	1.12(0.79 ~ 1.46) ^a
2015年	0.63(0.32 ~ 0.93) ^a	0.54(0.23 ~ 0.84) ^a	0.56(0.25 ~ 0.87) ^a	0.60(0.29 ~ 0.91) ^a
吸烟状况(不吸烟为参照组)				
戒烟	-	0.77(0.05 ~ 1.48) ^a	0.42(-0.40 ~ 1.24)	0.40(-0.40 ~ 1.21)
吸烟	-	0.35(-0.25 ~ 0.95)	-0.14(-0.91 ~ 0.64)	0.85(0.10 ~ 1.60) ^a
年龄	-	-	-0.06(-0.10 ~ -0.03) ^a	0.01(-0.02 ~ 0.05)
性别(男性为参照组)	-	-	-0.93(-1.70 ~ -0.17) ^a	-1.44(-2.23 ~ -0.65) ^a
BMI	-	-	-	1.15(1.07 ~ 1.23) ^a
饮酒状况(不饮酒为参照组)				
戒酒	-	-	-	-0.01(-0.79 ~ 0.77)
偶尔	-	-	-	-0.36(-1.00 ~ 0.28)
经常	-	-	-	0.71(0.16 ~ 1.27) ^a
婚姻状况(已婚为参照组)				
离异/分居/丧偶	-	-	-	2.20(1.28 ~ 3.13) ^a
未婚	-	-	-	0.76(-3.07 ~ 4.59)
文化程度(小学以下为参照组)				
小学	-	-	-	0.21(-0.49 ~ 0.91)
初中	-	-	-	0.27(-0.51 ~ 1.05)
高中	-	-	-	0.01(-1.15 ~ 1.18)
大专及以上	-	-	-	-1.03(-2.71 ~ 0.65)

注:模型一为空模型;模型二纳入自变量吸烟;模型三调整性别、年龄;模型四调整性别、年龄、文化程度、婚姻状况、BMI和饮酒状况;^a*P*<0.05

因果关系的线索,高血压患者更可能由于医生的劝阻而戒烟,导致在观察性研究中发现相反的结果。而纵向研究因其时序合理等优势将为探索吸烟和血压的关系提供更为有力的证据。

因此,本研究基于队列研究设计,在45~80岁中老年人中,进一步探索了吸烟与血压水平、高血

压发生风险的关联。本研究结果发现,相对于不吸烟者,吸烟者的SBP和DBP更高,其中SBP较不吸烟者高1.81 mmHg。一项中老年人研究中发现,吸烟会增加高血压的发生风险。该研究纳入1.3万名≥40岁中老年男性,中位随访时间14.5年,研究结果显示与不吸烟者相比,戒烟者和经常吸烟者发生高

表 4 吸烟对高血压发生风险的影响

变 量	模型一	模型二
吸烟状况(不吸烟为参照组)		
戒烟	1.26(0.99 ~ 1.62)	1.23(0.96 ~ 1.59)
吸烟	1.03(0.83 ~ 1.28)	1.11(0.89 ~ 1.38)
年龄	1.03(1.02 ~ 1.04)*	1.03(1.02 ~ 1.04)*
性别(男性为参照组)	0.94(0.79 ~ 1.11)	0.93(0.77 ~ 1.13)
BMI	-	1.08(1.06 ~ 1.10)*
饮酒状况(不饮酒为参照组)		
戒酒	-	0.82(0.59 ~ 1.13)
偶尔	-	1.03(0.82 ~ 1.31)
经常	-	1.27(1.08 ~ 1.50)*
婚姻状况(已婚为参照组)		
离异/分居/丧偶	-	1.07(0.86 ~ 1.33)
未婚	-	1.69(0.87 ~ 3.28)
文化程度(小学以下为参照组)		
小学	-	1.01(0.86 ~ 1.18)
初中	-	0.98(0.82 ~ 1.17)
高中	-	0.83(0.63 ~ 1.11)
大专及以上	-	0.79(0.52 ~ 1.22)

注:模型一调整性别、年龄;模型二调整性别、年龄、文化程度、婚姻状况、BMI、饮酒状况; * $P < 0.05$

血压的风险分别增加 8% 和 15%^[28]。但在本研究中,并未发现吸烟与高血压发病有关。其可能原因是,该研究仅纳入男性研究对象,且未考虑到吸烟状态变化对血压的影响。既往研究发现,吸烟导致血压短期变化更为明显,在吸烟后的 15 min 内血压会快速升高,SBP 升高 3.1 mmHg, DBP 升高 2.1 mmHg^[29]。因此,考虑随访过程中的吸烟状态变化,对探索吸烟与血压关系具有更重要的意义。本研究采用了多水平线性回归探索吸烟和血压值的关联,采用了含时依变量的 Cox 回归探索吸烟和高血压发病的关联。多水平模型将研究对象不同时间点的暴露、结局均纳入分析,而吸烟、血压随年龄(时间)增长会产生自然变化,多水平模型则考虑到了变量的动态变化,得到更真实的暴露与结局的关联。含时依变量的 Cox 回归通过将暴露和时间进行乘积处理(本研究是时间的自然对数乘吸烟),考虑了吸烟随时间的动态变化,得到吸烟与高血压发病的关联。另外,本次分析未发现吸烟与高血压发病风险之间的关联。本研究中得到吸烟与高血压关联的风险比为 1.11(95%CI: 0.89 ~ 1.38),该结果处于临界状态,可能是由于研究中吸烟的暴露时间过短。本研究分析中仅考虑了基线吸烟及随访中动态变化与高血压发生的风险,并未考虑研究开始前长期吸烟史累积吸烟暴露对高血压发病风险的影响。因此,本次分析的结果尚需其他研究进一步探索二者的关联。吸烟增加高血压发生风险的潜在机制可能是,吸烟会引起交感神经激活,氧化应激反应加剧,导致与高血压有关的炎症标

志物增加^[30]。长期吸烟也可能导致内皮功能障碍、血管损伤、血管斑块进展和动脉硬化,进而增加高血压的发生风险^[31]。

既往研究者在探索吸烟与血压的关联时,提出肥胖可能是吸烟与血压的中介因素,肥胖可能介导了吸烟的作用而使得吸烟表现出降压效果。研究认为,吸烟者的体重更低,而低体重者发生高血压或血压升高的风险降低^[16]。本研究结果中发现,BMI 是血压的一个重要影响因素,BMI 每增加 1 个单位,SBP 和 DBP 分别增加 1.81 mmHg 和 1.15 mmHg,该结果与既往研究一致^[32]。并且,BMI 每增加 1 个单位,高血压的发生风险增加 8%。因此,BMI 是一个明确的高血压危险因素。但本研究通过模型逐渐调整,结果显示,吸烟与 SBP 和 DBP 的关联并未改变,其效应强度和统计学显著性均没有因调整 BMI 发生显著变化。并且,通过分层分析发现(以 BMI = 24.0 kg/m² 作为分层切点,计算结果未列出),吸烟在各层内均与血压水平升高有关,而与高血压发生风险无关。因此,可以认为,吸烟是引起血压升高的独立危险因素,但吸烟是否会增加高血压的发生风险,还需要通过更长随访时间的队列研究来证实。

本研究基于 CHARLS 的纵向随访数据开展,在探索吸烟与血压值、高血压发生风险时能够明确时序关系,可以为因果推断提供一定依据,是本研究的主要优势。同时本研究考虑到吸烟状态随时间的变化,采用多水平模型、含时依变量的 Cox 回归进行分析,探索具有动态变化的暴露因素对血压水平的影响。本研究也有一定的局限性。由于 CHARLS 仅纳入 45 ~ 80 岁的中老年人,本研究未能考虑到 <45 岁较年轻人群中吸烟对血压的影响。其次,由于本研究 2 次随访的时间间隔较短,3 次调查间血压值变化较小,对高血压发病的观察人年也不足,因此可能会低估吸烟对血压的影响。

综上所述,在中老年人群中,吸烟是血压升高的独立危险因素。相对于不吸烟者,吸烟者的血压水平较高。但仍需大样本量、随访年份较长的前瞻性研究进一步探索和证实。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

致谢 感谢北京大学国家发展研究院和北京大学中国社会科学调查中心提供 CHARLS 数据

参 考 文 献

- [1] Kearney PM, Whelton M, Reynolds K, et al. Global burden of hypertension: analysis of worldwide data [J]. Lancet, 2005, 365 (9455): 217-223. DOI: 10.1016/S0140-6736(05)17741-1.
- [2] Lawes CMM, Hoorn SV, Rodgers A. Global burden of blood-

- pressure-related disease, 2001 [J]. *Lancet*, 2008, 371 (9623) : 1513-1518. DOI: 10.1016/S0140-6736(08)60655-8.
- [3] GBD 2013 Risk Factors Collaborators, Forouzanfar MH, Alexander L, et al. Global, regional, and national comparative risk assessment of 79 behavioural, environmental and occupational, and metabolic risks or clusters of risks in 188 countries, 1990-2013: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2013 [J]. *Lancet*, 2015, 386 (10010) : 2287-2323. DOI: 10.1016/S0140-6736(15)00128-2.
- [4] Mills KT, Bundy JD, Kelly TN, et al. Global disparities of hypertension prevalence and control: a systematic analysis of population-based studies from 90 countries [J]. *Circulation*, 2016, 134 (6) : 441-450. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.115.018912.
- [5] Lu JP, Lu Y, Wang XC, et al. Prevalence, awareness, treatment, and control of hypertension in China: data from 1.7 million adults in a population-based screening study (China PEACE Million Persons Project) [J]. *Lancet*, 2017, 390 (10112) : 2549-2558. DOI: 10.1016/S0140-6736(17)32478-9.
- [6] Wu YF, Huxley R, Li LM, et al. Prevalence, awareness, treatment, and control of hypertension in China: data from the China National Nutrition and Health Survey 2002 [J]. *Circulation*, 2008, 118 (25) : 2679-2686. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.108.788166.
- [7] Lewington S, Lacey B, Clarke R, et al. The burden of hypertension and associated risk for cardiovascular mortality in China [J]. *JAMA Intern Med*, 2016, 176 (4) : 524-532. DOI: 10.1001/jamainternmed.2016.0190.
- [8] Sim JJ, Bhandari SK, Shi JX, et al. Comparative risk of renal, cardiovascular, and mortality outcomes in controlled, uncontrolled resistant, and nonresistant hypertension [J]. *Kidney Int*, 2015, 88 (3) : 622-632. DOI: 10.1038/ki.2015.142.
- [9] Carey RM, Muntner P, Bosworth HB, et al. Prevention and control of hypertension: JACC health promotion series [J]. *J Am College Cardiol*, 2018, 72 (11) : 1278-1293. DOI: 10.1016/j.jacc.2018.07.008.
- [10] Shimbo D. Dietary and lifestyle factors in hypertension [J]. *J Hum Hypertens*, 2016, 30 (10) : 571-572. DOI: 10.1038/jhh.2016.57.
- [11] Zevin S, Saunders S, Gourlay SG, et al. Cardiovascular effects of carbon monoxide and cigarette smoking [J]. *J Am College Cardiol*, 2001, 38 (6) : 1633-1638. DOI: 10.1016/s0735-1097(01)01616-3.
- [12] Freitas SRS, Alvim RO. Smoking and blood pressure phenotypes: new perspective for an old problem [J]. *Am J Hypertens*, 2017, 30 (6) : 554-555. DOI: 10.1093/ajh/hpx039.
- [13] Dochi M, Sakata K, Oishi M, et al. Smoking as an independent risk factor for hypertension: a 14-year longitudinal study in male Japanese workers [J]. *Tohoku J Exp Med*, 2009, 217 (1) : 37-43. DOI: 10.1620/tjem.217.37.
- [14] Niskanen L, Laaksonen DE, Nyyssönen K, et al. Inflammation, abdominal obesity, and smoking as predictors of hypertension [J]. *Hypertension*, 2004, 44 (6) : 859-865. DOI: 10.1161/01.HYP.0000146691.51307.84.
- [15] McNagny SE, Ahluwalia JS, Clark WS, et al. Cigarette smoking and severe uncontrolled hypertension in inner-city African Americans [J]. *Am J Med*, 1997, 103 (2) : 121-127. DOI: 10.1016/s0002-9343(97)00131-9.
- [16] Bowman TS, Gaziano JM, Buring JE, et al. A prospective study of cigarette smoking and risk of incident hypertension in women [J]. *J Am Coll Cardiol*, 2007, 50 (21) : 2085-2092. DOI: 10.1016/j.jacc.2007.08.017.
- [17] Li GJ, Wang HL, Wang K, et al. The association between smoking and blood pressure in men: a cross-sectional study [J]. *BMC Public Health*, 2017, 17: 797. DOI: 10.1186/s12889-017-4802-x.
- [18] Liu XF, Byrd JB. Cigarette smoking and subtypes of uncontrolled blood pressure among diagnosed hypertensive patients: paradoxical associations and implications [J]. *Am J Hypertens*, 2017, 30 (6) : 602-609. DOI: 10.1093/ajh/hpx014.
- [19] Mikkelsen KL, Wiinberg N, Høegholm A, et al. Smoking related to 24-h ambulatory blood pressure and heart rate: a study in 352 normotensive Danish subjects [J]. *Am J Hypertens*, 1997, 10 (5) : 483-491. DOI: 10.1016/s0895-7061(96)00487-6.
- [20] Saladini F, Benetti E, Fania C, et al. Effects of smoking on central blood pressure and pressure amplification in hypertension of the young [J]. *Vasc Med*, 2016, 21 (5) : 422-428. DOI: 10.1177/1358863X16647509.
- [21] Linneberg A, Jacobsen RK, Skaaby T, et al. Effect of smoking on blood pressure and resting heart rate: a mendelian randomisation Meta-analysis in the CARTA consortium [J]. *Circ Cardiovasc Genet*, 2015, 8 (6) : 832-841. DOI: 10.1161/CIRCGENETICS.115.001225.
- [22] Zhao YH, Hu YS, Smith JP, et al. Cohort profile: the china health and retirement longitudinal study (CHARLS) [J]. *Int J Epidemiol*, 2014, 43 (1) : 61-68. DOI: 10.1093/ije/dys203.
- [23] Newton-Cheh C, Johnson T, Gateva V, et al. Genome-wide association study identifies eight loci associated with blood pressure [J]. *Nat Genet*, 2009, 41 (6) : 666-676. DOI: 10.1038/ng.361.
- [24] GBD 2015 Tobacco Collaborators. Smoking prevalence and attributable disease burden in 195 countries and territories, 1990-2015: a systematic analysis from the Global Burden of Disease Study 2015 [J]. *Lancet*, 2017, 389 (10082) : 1885-1906. DOI: 10.1016/S0140-6736(17)30819-X.
- [25] Kim BJ, Han JM, Kang JG, et al. Association between cotinine-verified smoking status and hypertension in 167 868 Korean adults [J]. *Blood Press*, 2017, 26 (5) : 303-310. DOI: 10.1080/08037051.2017.1344539.
- [26] 中国高血压防治指南修订委员会, 高血压联盟(中国), 中华医学会心血管病学分会, 中国医师协会高血压专业委员会, 等. 中国高血压防治指南(2018年修订版) [J]. *中国心血管杂志*, 2019, 24 (1) : 25-56. DOI: 10.3969/j.issn.1007-5410.2019.01.002.
- China Hypertension Prevention and Control Guidelines Revision Committee, Hypertension Alliance (China), Hypertension Professional Committee of Chinese Medical Association, Cardiovascular Branch, Chinese Medical Association, et al. 2018 Chinese guidelines for the management of hypertension Writing Group of 2018 [J]. *Chin J Cardiovasc Med*, 2019, 24 (1) : 25-56. DOI: 10.3969/j.issn.1007-5410.2019.01.002.
- [27] 中华医学会, 中华医学杂志社, 中华医学会全科医学分会, 等. 高血压基层诊疗指南(2019年) [J]. *中华全科医师杂志*, 2019, 18 (4) : 301-313. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1671-7368.2019.04.002.
- Chinese Medical Association, Chinese Medical Journal, General Practice Branch of Chinese Medical Association, et al. Guideline for primary care of hypertension (2019) [J]. *Chin J Gen Pract*, 2019, 18 (4) : 301-313. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1671-7368.2019.04.002.
- [28] Halperin RO, Gaziano JM, Sesso HD. Smoking and the risk of incident hypertension in middle-aged and older men [J]. *Am J Hypertens*, 2008, 21 (2) : 148-152. DOI: 10.1038/ajh.2007.36.
- [29] Azar RR, Frangieh AH, Mroué J, et al. Acute effects of waterpipe smoking on blood pressure and heart rate: a real-life trial [J]. *Inhal Toxicol*, 2016, 28 (8) : 339-342. DOI: 10.3109/08958378.2016.1171934.
- [30] Sesso HD, Buring JE, Rifai N, et al. C-Reactive protein and the risk of developing hypertension [J]. *JAMA*, 2003, 290 (22) : 2945-2951. DOI: 10.1001/jama.290.22.2945.
- [31] Virdis A, Giannarelli C, Neves MF, et al. Cigarette smoking and hypertension [J]. *Curr Pharm Des*, 2010, 16 (23) : 2518-2525. DOI: 10.2174/138161210792062920.
- [32] 王志宏, 张兵, 王惠君, 等. 我国成年人人体质量指数及动态变化对高血压发病的影响 [J]. *中华高血压杂志*, 2010, 18 (12) : 1173-1176. DOI: 10.16439/j.cnki.1673-7245.2010.12.012.
- Wang ZH, Zhang B, Wang HJ, et al. The effects of body mass index and its dynamic shift on hypertension in Chinese adults [J]. *Chin J Hypertens*, 2010, 18 (12) : 1173-1176. DOI: 10.16439/j.cnki.1673-7245.2010.12.012.

(收稿日期:2020-03-12)

(本文编辑:王岚)