

基本公共卫生服务项目框架下高血压患者管理服务的效果评价:基于断点回归设计

李思萱¹ 纪威² 魏欣雨³ 崔军¹ 应焱燕¹ 陈洁平¹ 李辉⁴ 刘世炜⁵

¹宁波市疾病预防控制中心慢性非传染性疾病预防所,宁波 315010;²宁波市疾病预防控制中心大数据所,宁波 315010;³芝加哥大学哈里斯公共政策学院,美国伊利诺伊州芝加哥市 60637;⁴宁波市疾病预防控制中心健康促进科,宁波 315010;⁵中国疾病预防控制中心控烟办公室,北京 100050

李思萱和纪威对本文有同等贡献

通信作者:刘世炜,Email: shiwei_liu@aliyun.com;李辉,Email: lihui4329@163.com

【摘要】目的 使用断点回归设计评估参与基本公共卫生高血压患者健康管理服务(HMSFHP)对调查对象血压的影响。**方法** 主要数据源为宁波市成人慢性病监测队列。选取2015年基线调查中,SBP为130~150 mmHg和/或DBP为80~100 mmHg的调查对象纳入本研究。此外,通过查阅基本公共卫生服务随访记录、居民体检记录及电话调查等方式获得调查对象参与HMSFHP的日期、血压值等数据。根据SBP≥140 mmHg和/或DBP≥90 mmHg将调查对象分为干预组和对照组。使用局部线性回归模型估计参与HMSFHP对调查对象2019年SBP/DBP的影响。**结果** 对2015年基线调查DBP为80~100 mmHg的调查对象拟合模型,在调整年龄、性别和参与HMSFHP时长后,模型结果提示,参与HMSFHP后,调查对象的DBP从2015年到2019年下降6.66 mmHg。对2015年基线调查SBP为130~150 mmHg的调查对象拟合模型,模型估计值为-6.17 mmHg,差异无统计学意义($P=0.178$),提示参与HMSFHP未引起SBP的变化。**结论** 参与HMSFHP可以使调查对象的DBP下降,对高血压患者控制血压具有积极意义。

【关键词】 基本公共卫生服务; 高血压; 断点回归法; 队列研究

基金项目:国家自然科学基金(81872721);中国现场流行病学培训项目(720024);宁波市医学品牌学科(PPXK2018-10)

Effect of health management service for hypertension patients under framework of Basic Public Health Service Project: a regression discontinuity design

Li Sixuan¹, Ji Wei², Wei Xinyu³, Cui Jun¹, Ying Yanyan¹, Chen Jieping¹, Li Hui⁴, Liu Shiwei⁵

¹Department of Chronic and Non-communicable Disease Control and Prevention, Ningbo Municipal Center for Disease Control and Prevention, Ningbo 315010, China; ²Department of Big Data, Ningbo Municipal Center for Disease Control and Prevention, Ningbo 315010, China; ³Harris School of Public Policy, The University of Chicago, Chicago, Illinois 60637, USA; ⁴Department of Health Promotion, Ningbo Municipal Center for Disease Control and Prevention, Ningbo 315010, China; ⁵Tobacco Control Office, Chinese Center for Disease Control and Prevention, Beijing 100050, China

Li Sixuan and Ji Wei contributed equally to the article

Corresponding authors: Liu Shiwei, Email: shiwei_liu@aliyun.com; Li Hui, Email: lihui4329@163.com

DOI: 10.3760/cma.j.cn112338-20220721-00649

收稿日期 2022-07-21 本文编辑 张婧

引用格式:李思萱,纪威,魏欣雨,等.基本公共卫生服务项目框架下高血压患者管理服务的效果评价:基于断点回归设计[J].中华流行病学杂志,2023,44(5):772-777. DOI: 10.3760/cma.j.cn112338-20220721-00649.

Li SX, Ji W, Wei XY, et al. Effect of health management service for hypertension patients under framework of Basic Public Health Service Project: a regression discontinuity design[J]. Chin J Epidemiol, 2023, 44(5):772-777. DOI: 10.3760/cma.j.cn112338-20220721-00649.



【Abstract】 Objective To evaluate the effect of health management service on hypertension patients (HMSFHP) under the framework of the Basic Public Health Service Project by using regression discontinuity design. **Methods** The participants were enrolled from an observational cohort survey in 2015 and followed up was conducted in 2019. The participants with SBP 130-150 mmHg and/or DBP 80-100 mmHg in the baseline survey of the cohort in 2015 were included in the present study. Additionally, we obtained the dates of participants receiving HMSFHP and their blood pressure data from follow-up records, physical examination records and telephone interview. The participants were divided into intervention group and control group based on the cutoff points, i.e. SBP ≥ 140 mmHg and/or DBP ≥ 90 mmHg. The local linear regression model were used to estimate the effect of HMSFHP on reducing blood pressure of the participants. **Results** After adjusting for age, sex and time length of receiving HMSFHP, the results of the model including participants with 80-100 mmHg for DBP in 2015 indicated that, for the participants who received HMSFHP, the DBP decreased by 6.66 mmHg from 2015 to 2019. For the participants with SBP 130-150 mmHg in 2015, the reduction estimate of the model was -6.17 mmHg, the difference was not significant ($P=0.178$), suggesting that receiving HMSFHP did not cause change in SBP for the participants who received HMSFHP. **Conclusion** Receiving HMSFHP had effect to reduce DBP, and HMSFHP had a positive effect on the control of blood pressure in patients with hypertension.

【Key words】 Basic Public Health Service Project; Hypertension; Regression discontinuity design; Cohort study

Fund programs: National Natural Science Foundation of China (81872721); Chinese Field Epidemiology Training Program (720024); Ningbo Medical and Health Brand Discipline (PPXK2018-10)

高血压是心血管疾病的一项重要危险因素,在全球带来巨大的疾病负担。在中国,约有 27.8% 的成年人患高血压,而其血压控制率仅为 9.7%^[1]。我国约 24% 的死亡可归因于高血压^[2]。近一半的 35~75 岁中国成年人患有高血压,但治疗率不到 1/3 (30.1%),血压控制率不到 1/12 (7.2%)^[3]。较低的高血压知晓率、治疗率和控制率,造成了我国较大的疾病负担^[1]。高血压患者健康管理服务 (HMSFHP) 是我国基本公共卫生服务的主要内容之一,旨在解决高血压疾病负担日益加重的问题,同时减少心血管疾病的高危人群。由当地社区卫生服务中心每年为辖区内的常住居民提供免费的血压测量,并将确诊的原发性高血压患者纳入 HMSFHP。HMSFHP 包含面对面随访评估、每年一次体检,医生基于患者血压控制满意程度为其提供相应的干预措施。断点回归法 (RDD) 分为精确断点回归法 (SRD) 和模糊断点回归法。本研究旨在通过应用 SRD 评估 HMSFHP 的实施效果,估计 HMSFHP 对血压控制是否有效及其效应的大小,为 HMSFHP 的有效性提供科学依据。

对象与方法

1. 研究对象: 依托宁波市成人慢性病监测队列,该队列于 2015 年启动,并于 2019 年完成第一次

随访调查。纳入标准: ① 2015 年基线调查时,年龄 > 35 周岁宁波市常住居民; ② 2015 年基线调查时,SBP 为 130~150 mmHg (1 mmHg=0.133 kPa) 和 (或) DBP 为 80~100 mmHg。排除标准: ① 2015 年调查前已被诊断患有高血压; ② 2015 年调查前已参与 HMSFHP。

2. 研究方法: 队列的基线调查采用多阶段整群随机抽样,数据收集方法包括问卷调查、身体测量和实验室检测。问卷包括身体活动水平、环境和设施、体征和症状、吸烟、饮酒、饮食习惯和社会人口经济学特征 (性别、民族、职业、婚姻状况、文化程度)、患病情况等。同时,于 2015 年和 2019 年分别测量调查对象的身高、体重、腰围、血压、血糖、糖化血红蛋白、胆固醇和其他生化指标。除了来自队列的数据外,通过电话调查、查阅居民电子健康档案、基本公共卫生社区高血压专病管理档案库等方式确认调查对象是否参与 HMSFHP,参与日期以及被诊断为高血压的日期等信息。为最大限度地收集血压值信息,本研究进一步收集调查对象 2015 年和 2019 年所有体检记录中的血压测量时间和测量值 (SBP/DBP),对于已经参与 HMSFHP 的调查对象,收集其从 2015-2019 年所有的随访记录血压值。

应用 RDD 的基本思路为连续赋值变量数值略高于切点的人群与略低于切点的人群除了是否接

受干预的概率不同之外,是可以互换的,属于同一人群,该切点/阈值的设定可以被视作是一种对这两组人群的随机干预,认为在一个限定的带宽(连续性赋值变量区间)内,个体服从局部随机^[2,4]。RDD 基于样本人群在切点周围分布的随机性,对切点两侧在规定带宽内的样本进行回归,从而减少了潜在混杂因素的干扰,为因果推断提供了强有力的证据^[5]。本研究采用 SRD 评价参与 HMSFHP 对 SBP/DBP 的影响。选择 2015 年基线调查的 SBP 或 DBP 作为连续赋值变量。根据《国家基本公共卫生服务规范(第三版)》^[6], >35 岁常住居民参与 HMSFHP 的切点为 SBP \geq 140 mmHg 和(或) DBP \geq 90 mmHg。参与 HMSFHP 作为本研究的干预措施,并且根据 SBP 和 DBP 的切点值来确定干预组和对照组:2015 年基线调查 SBP 为 140~150 mmHg 者参与 HMSFHP(干预组),SBP 为 130~139 mmHg 者不参与 HMSFHP(对照组);2015 年基线调查 DBP 为 90~100 mmHg 者参与 HMSFHP(干预组),DBP 为 80~89 mmHg 者不参与 HMSFHP(对照组)。由于 2015 年基线调查时间为冬季,将调查对象 2019 年冬季 SBP 和 DBP 的值作为本研究的结局变量。考虑到 2019 年队列随访的血压测量季节与 2015 年不一致,而测量血压值受到气温的影响,冬季偏高,夏季偏低,可能导致结果估算偏倚。故本研究通过利用收集到的全部调查对象 2019 年的血压值,对于 2019 年队列随访记录未在冬季的个案,依据不同的优先级为其补充一个冬季的真实测量血压值(来自居民体检和高血压管理服务随访记录)。

3. 变量赋值及定义:依据《成人体重判定》(WS/T 428-2013)对 BMI(kg/m²)进行分类,<18.5 为体重过轻,18.5~为体重正常,24.0~为超重, \geq 28.0 为肥胖^[7]。身体活动水平按照国际身体活动问卷数据处理和分析指南分为低、中、高^[8]。

4. 统计学分析:采用 R 3.5.3 软件进行数据处理和统计学分析。调查对象在规定血压范围内(SBP:130~150 mmHg;DBP:80~100 mmHg)的人口学特征以构成比(%)表示。连续性变量符合正态分布的采用两样本独立 *t* 检验,不符合正态分布的采用 Mann-Whitney *U* 检验,分类变量使用 χ^2 检验比较干预组和对照组的人口学特征的差异。采用局部线性回归模型,估算断点处局部平均处理效应估计值。用 2019 年的 SBP 和 DBP 作为因变量分别拟合两个回归模型,估计 HMSFHP 对血压值影响的大小。为了提高因果效应估计的准确度,模型纳入部

分协变量(包括参与 HMSFHP 的时长、性别和年龄)对估计值进行进一步调整。参与 HMSFHP 的时长由 2019 年 12 月 31 日减去调查对象参与 HMSFHP 的日期来获得,未参与 HMSFHP 的调查对象的时长设置为 0。此外,选择切点两侧 5 mmHg(SBP:135~145 mmHg;DBP:85~95 mmHg)范围的数据拟合模型,以观察参与 HMSFHP 对于血压值影响大小的变化。双侧检验,检验水准 $\alpha=0.05$ 。

结 果

1. 参与 HMSFHP 情况:在被纳入的 527 个基线调查时 SBP 为 130~150 mmHg 的调查对象中,符合 SRD 假设者 351 人。其中,2015 年 SBP 为 140~150 mmHg 并参与 HMSFHP 者 25 人;2015 年 SBP 为 130~139 mmHg 且未参与 HMSFHP 者 326 人。干预组 2015-2019 年 SBP 差值的中位数为 -15 mmHg,对照组 2015-2019 年 SBP 差值的中位数为 -2 mmHg。干预组与对照组 SBP 差值 Mann-Whitney *U* 检验差异有统计学意义($P<0.001$)。

在被纳入的 670 个基线调查时 DBP 为 80~100 mmHg 的调查对象中,符合 SRD 假设者 502 人。其中,2015 年 DBP 为 90~100 mmHg 并且参与 HMSFHP 者 34 人;2015 年 DBP 为 80~89 mmHg 且未参与 HMSFHP 者 468 人。干预组 2015-2019 年 DBP 差值的中位数为 -14.5 mmHg,对照组 2015-2019 年 DBP 差值的中位数为 -1 mmHg。干预组与对照组 DBP 差值 Mann-Whitney *U* 检验差异有统计学意义($P<0.001$)。

2. 干预组和对照组平衡性分析:除 2015 年 DBP 为 80~100 mmHg 的调查对象干预组和对照组的年龄差异有统计学意义外($P=0.034$),其他人口学特征差异均无统计学意义($P>0.05$)。两组研究对象在各项特征上均较平衡。见表 1。

3. 连续赋值变量操纵检验:SBP 为 130~150 mmHg 的调查对象在 140 mmHg 切点处,DBP 为 80~100 mmHg 的调查对象在 90 mmHg 切点处,数据分布明显下降,未见调查对象在切点处聚集。见图 1。

4. 估计参与 HMSFHP 的效应:在 SBP 切点(140 mmHg)和 DBP 切点(90 mmHg)两侧分别拟合两个线性模型:左侧对照组与右侧干预组两个回归线之间均有一个明显的断点,且左侧数据拟合的回归线与右侧数据拟合的回归线的斜率不同。

表 1 调查对象平衡性分析

变量	SBP			P 值	DBP			P 值
	合计	对照组 (130~139 mmHg)	干预组 (140~150 mmHg)		合计	对照组 (80~89 mmHg)	干预组 (90~100 mmHg)	
年龄组(岁)				0.859				0.034
35~	81(23.1)	76(23.3)	5(20.0)		98(19.5)	95(20.3)	3(8.8)	
45~	173(49.3)	161(49.4)	12(48.0)		271(54.0)	255(54.5)	16(47.1)	
≥60	97(27.6)	89(27.3)	8(32.0)		133(26.5)	118(25.2)	15(44.1)	
性别				0.645				0.904
男	170(48.4)	159(48.8)	11(44.0)		246(49.0)	229(48.9)	17(50.0)	
女	181(51.6)	167(51.2)	14(56.0)		256(51.0)	239(51.1)	17(50.0)	
城乡				0.870				0.309
城市	174(49.6)	162(49.7)	12(48.0)		249(49.6)	235(50.2)	14(41.2)	
农村	177(50.4)	164(50.3)	13(52.0)		253(50.4)	233(49.8)	20(58.8)	
婚姻状况				0.742				0.997
已婚	324(92.3)	300(92.0)	24(96.0)		465(92.6)	433(92.5)	32(94.1)	
其他	27(7.7)	26(8.0)	1(4.0)		37(7.4)	35(7.5)	2(5.9)	
文化程度				0.081				0.062
初中及以下	274(78.1)	251(77.0)	23(92.0)		394(78.5)	363(77.6)	31(91.2)	
高中/专科	77(21.9)	75(23.0)	2(8.0)		108(21.5)	105(22.4)	3(8.8)	
饮酒				0.602				0.688
否	241(68.7)	225(69.0)	16(64.0)		326(64.9)	305(65.2)	21(61.8)	
是	110(31.3)	101(31.0)	9(36.0)		176(35.1)	163(34.8)	13(38.2)	
吸烟				0.720				0.474
否	256(72.9)	237(72.7)	19(76.0)		338(67.3)	317(67.7)	21(61.8)	
是	95(27.1)	89(27.3)	6(24.0)		164(32.7)	151(32.3)	13(38.2)	
BMI 分组				0.917				0.904
体重过轻/正常	172(49.0)	160(49.1)	12(48.0)		256(51.0)	239(51.1)	17(50.0)	
超重/肥胖	179(51.0)	166(50.9)	13(52.0)		246(49.0)	229(48.9)	17(50.0)	
血脂异常				0.597				0.095
否	137(39.0)	126(38.7)	11(44.0)		185(36.9)	177(37.8)	8(23.5)	
是	214(61.0)	200(61.3)	14(56.0)		317(63.1)	291(62.2)	26(76.5)	
身体活动水平				0.940				0.255
低	66(18.8)	61(18.7)	5(20.0)		75(14.9)	70(15.0)	5(14.7)	
中	80(22.8)	75(23.0)	5(20.0)		132(26.3)	127(27.1)	5(14.7)	
高	205(58.4)	190(58.3)	15(60.0)		295(58.8)	271(57.9)	24(70.6)	
合计	351(100.0)	326(100.0)	25(100.0)		502(100.0)	468(100.0)	34(100.0)	

注:括号外数据为人数,括号内数据为构成比(%)

2015 年 SBP 对照组血压值从 2015 年到 2019 年呈现上升趋势,而干预组则为水平的状态;2015 年 DBP 干预组呈现下降趋势。因干预组研究对象数量较少,均出现 95%CI 范围较大的情况。见图 2。

对 SBP 为 130~150 mmHg 的调查对象拟合局局部线性回归模型,在调整年龄、性别和参与 HMSFHP 时长后,模型估计值为 -6.17 mmHg,但差异无统计学意义($P=0.178$),提示参与 HMSFHP 未引起调查对象 SBP 的变化。对 DBP 为 80~100 mmHg 的调查对象拟合局局部线性回归模型,模型估计值在未加入协变量,以及逐步加入年龄、性别和参与 HMSFHP 时长后,模型估计值均有统计学意义($P<0.05$)。在调整年龄、性别和参与 HMSFHP 时长后,模型结果提示,参与 HMSFHP, DBP 从 2015 年到 2019 年下降

6.66 mmHg ($P=0.024$)。取切点左右 5 mmHg 的数据拟合模型时,在调整年龄、性别和参与 HMSFHP 时长后,模型估计值为 -4.33 mmHg,但差异无统计学意义($P=0.278$)。见表 2。

讨 论

我国各省份关于 HMSFHP 的研究结果表明,高血压患者参与服务以后,高血压的知晓率、规范管理率、治疗率和控制率均有所提高^[9-11]。通过对 HMSFHP 有效性评价研究的文献检索,发现这些研究大多数采用非实验性前后对比研究设计,仅论证了短期内管理率、治疗率、控制率和满意度的变化。宁波市的 2 项研究表明,在参与 HMSFHP 三年和五

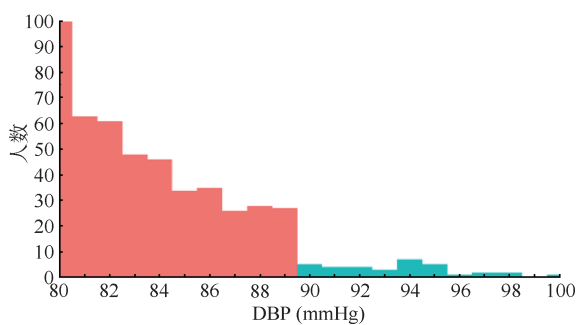
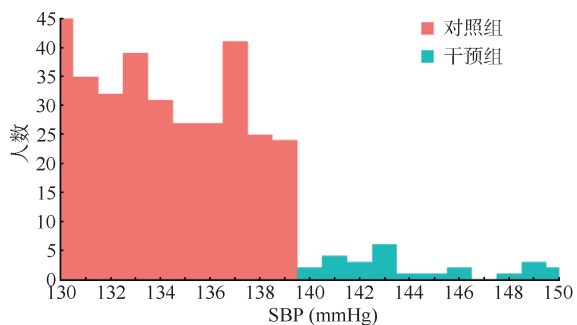


图1 2015年基线调查SBP和DBP频数分布直方图

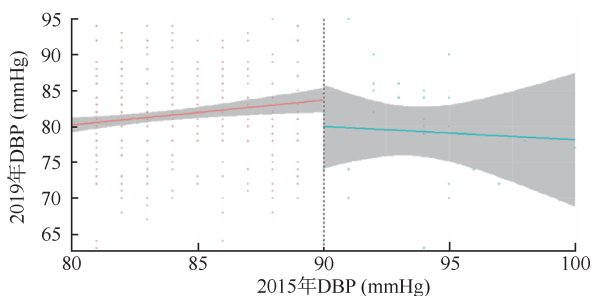
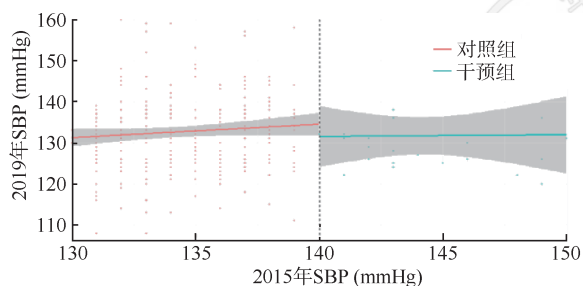


图2 参与高血压患者健康管理服务对2019年血压影响的效应估计

年后,血压控制率分别达到83.5%和71.5%,2项研究均发现患者参与HMSFHP以后,SBP和DBP均有明显下降^[12-13]。然而,在没有对照组的情况下,这些研究很难将患者血压的变化完全归因于参与HMSFHP。关于HMSFHP是否取得了预期效果的科学证据依然有限,并且HMSFHP对于高血压患者血压值影响大小的研究结果不一致。

RDD是一种准实验设计,可用于估计某种干预措施的因果效应和大小,明确某一项目或治疗是否有效,并量化干预的效果大小^[14]。在真实世界环

境下对某项目进行评价或当实验设计不被允许时,使用RDD可以实现对因果效应的无偏估计。因此,RDD对于利用已经存在的临床及流行病学数据资料来论证干预措施的因果效应具有极大的优势^[15]。本研究使用频数分布直方图对连续赋值变量进行操纵检验,由于未见到在切点处(90/140 mmHg)数据分布有明显升高的现象,即社区卫生工作者可能为了让更多的调查对象参与HMSFHP而人为地将血压值写得更高的情况,故不认为存在人为操纵。对DBP为80~100 mmHg的调查对象拟合模型,模型结果提示,参与HMSFHP能够使DBP下降6.66 mmHg。对SBP为130~150 mmHg的调查对象拟合模型,未能发现有统计学意义的模型估计值。本研究中对2015年SBP为130~150 mmHg的调查对象拟合断点回归模型后参数无统计学意义,原因可能为:2015~2019年,参与HMSFHP并未引起调查对象SBP的变化,从某种意义上也体现了参与HMSFHP的调查对象血压控制比较平稳,血压值波动小;由于纳入模型的干预组仅为25人,而对照组为326人。在拟合的线性模型中,干预组的95%CI范围较大,而对干预组和对照组的2015年与2019年血压差值进行Mann-Whitney *U*检验时,SBP和DBP均差异有统计学意义,提示这一结果的出现,更可能是由于干预组的人数过少,检验功效不足所致。

本研究存在局限性。第一,由于样本量较小,一定程度上影响了检验功效。虽然DBP为80~100 mmHg的调查对象拟合模型发现了有意义的断点,但是与SBP一样,存在95%CI范围较大的情况。当选取左右带宽为5 mmHg的调查对象重新拟合模型后,局部线性回归模型估计值在调整性别、年龄和参与HMSFHP时长后差异无统计学意义,提示扩大样本量的重要性。第二,由于RDD本身的特性决定了回归的结果仅适用于解释断点附近观测值的因果效应,难以外推。第三,HMSFHP涵盖了对参与人员进行健康宣教、指导其改善生活方式、规范用药等内容,但本研究无法区分究竟是HMSFHP中的哪项服务项目引起了血压值的下降。在未来的研究中,需要通过增加样本量来提高检验功效,并且通过延长观察时间,等待更多的人被纳入HMSFHP。在增加样本量的同时,也可考虑通过多种分析方法来论证研究结果,以论证SBP研究的阴性结果是否确实存在。此外,由于血压值在24 h内存在波动性,即一天中不同的测量时间血压值不

表 2 参与高血压患者健康管理服务(HMSFHP)对 2019 年血压影响的断点回归估计(mmHg, 95%CI)

模型	未加入协变量	加入年龄和性别	加入年龄、性别和参与 HMSFHP 时长
SBP			
130~150 mmHg(带宽=10 mmHg)	-4.63(-10.89~1.63)	-4.77(-11.04~1.50)	-6.17(-15.17~2.83)
P 值	0.147	0.135	0.178
135~145 mmHg(带宽=5 mmHg)	-1.17(-10.13~7.79)	-2.14(-11.17~6.89)	-3.19(-15.72~9.35)
P 值	0.797	0.640	0.616
DBP			
80~100 mmHg(带宽=10 mmHg)	-6.67(-10.25~-3.08)	-6.65(-10.23~-3.07)	-6.66(-12.44~-0.87)
P 值	<0.001	<0.001	0.024
85~95 mmHg(带宽=5 mmHg)	-2.82(-8.62~2.98)	-3.61(-9.56~2.33)	-4.33(-12.19~3.52)
P 值	0.338	0.233	0.278

注:平衡性检验中,SBP 为 130~150 mmHg 的调查对象人口学特征在干预组和对照组间差异无统计学意义;DBP 为 80~100 mmHg 调查对象除年龄外,各人口学特征在干预组和对照组间差异无统计学意义,因此,在模型拟合时,仅调整了年龄、性别和参与 HMSFHP 时长

同,在未来进行研究设计时,建议考虑血压测量季节与时间。

本研究使用 SRD 估计 HMSFHP 对调查对象血压的影响。研究数据结合了队列、基本公共卫生随访以及居民体检数据等真实世界数据,并且考虑到血压值受到季节变化的影响,令 2015 年与 2019 年的血压值在季节上可比,从而使估计值更为准确。本研究依托宁波市高度发达的信息化平台和良好的基本公共卫生服务质量控制,为评估基本公共卫生服务 HMSFHP 的效果提供良好的平台。

利益冲突 所有作者声明无利益冲突

志谢 感谢中国疾病预防控制中心中国现场流行病学培训项目刘慧慧老师的帮助和支持;感谢宁波市各县(市、区)慢性病预防控制相关工作人员对本研究的支持

作者贡献声明 李思萱、纪威:研究设计、数据分析、文章撰写;魏欣雨:数据解释;崔军、应焱燕、陈洁平:数据采集、研究实施、论文修改;李辉:数据采集、工作支持;刘世炜:实验设计、研究指导、论文修改

参 考 文 献

[1] Li YC, Yang L, Wang LM, et al. Burden of hypertension in China: a nationally representative survey of 174 621 adults[J]. *Int J Cardiol*, 2017, 227:516-523. DOI:10.1016/j.ijcard.2016.10.110.

[2] Chen SM, Sudharsanan N, Huang F, et al. Impact of community based screening for hypertension on blood pressure after two years: regression discontinuity analysis in a national cohort of older adults in China[J]. *BMJ*, 2019, 366:l4064. DOI:10.1136/bmj.l4064.

[3] 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.

[4] O'Keefe AG, Geneletti S, Baio G, et al. Regression discontinuity designs: an approach to the evaluation of treatment efficacy in primary care using observational data[J]. *BMJ*, 2014, 349:g5293. DOI:10.1136/bmj.g5293.

[5] 郭昭艳, 刘莉, 余方方, 等. 断点回归设计在流行病学研究中的应用[J]. *中华预防医学杂志*, 2021, 55(9):1168-1172. DOI:10.3760/cma.j.cn112150-20201029-01323.

Guo SY, Liu L, Yu FF, et al. Application of regression discontinuity design in epidemiological research[J]. *Chin J*

Prev Med, 2021, 55(9): 1168-1172. DOI: 10.3760/cma.j.cn112150-20201029-01323.

[6] 姚文山. 国家基本公共卫生服务规范(第三版)[M]. 北京:中国原子能出版社, 2017.

[7] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会. WS/T 428-2013 成人超重判定[S]. 北京:中国标准出版社, 2013. National Health and Family Planning Commission of the People's Republic of China. WS/T 428-2013 Criteria of weight for adults[S]. Beijing:Standards Press of China, 2013.

[8] IPAQ group. Guidelines for data processing and analysis of the International Physical Activity Questionnaire (IPAQ) [EB/OL]. [2022-07-21]. https://biobank.ndph.ox.ac.uk/showcase/ukb/docs/ipaq_analysis.pdf.

[9] 漆莉, 丁贤彬, 毛德强, 等. 重庆市 7 776 例原发性高血压患者规范化管理效果分析[J]. *中国慢性病预防与控制*, 2013, 21(1): 98-100. DOI: 10.16386/j. cjcccd. issn. 1004-6194. 2013.01.027.

Qi L, Ding XB, Mao DQ, et al. Effect of standardized management on 7 776 patients with essential hypertension in Chongqing[J]. *Chin J Prev Control Chron Dis*, 2013, 21(1): 98-100. DOI: 10.16386/j. cjcccd. issn. 1004-6194.2013.01.027.

[10] 赵小兰, 张德坤, 张翔, 等. 基本公共卫生服务项目对高血压、糖尿病控制的影响[J]. *江苏预防医学*, 2016, 27(2): 179-180. DOI:10.13668/j.issn.1006-9070.2016.02.017.

Zhao XL, Zhang DK, Zhang X, et al. Influence of basic public health service on the control of hypertension and diabetes[J]. *Jiangsu J Prev Med*, 2016, 27(2):179-180. DOI: 10.13668/j.issn.1006-9070.2016.02.017.

[11] 关旭静, 唐雪峰, 吴先萍, 等. 2015-2016 年四川省高血压患者接受基层健康管理服务后血压控制效果分析[J]. *预防医学情报杂志*, 2018, 34(4):409-413.

Guan XJ, Tang XF, Wu XP, et al. Analysis of community health management effects of hypertensive patients in Sichuan Province from 2015 to 2016[J]. *J Prev Med Inf*, 2018, 34(4):409-413.

[12] 张荣蓉, 林鸿波, 赵婷婷, 等. 宁波市鄞州区高血压患者分级管理效果分析[J]. *中国初级卫生保健*, 2014, 28(4): 78-80. DOI:10.3969/j.issn.1001-568X.2014.04.0032.

Zhang RR, Lin HB, Zhao TT, et al. The effect of classification management for hypertensive patients in Yinzhou district of Ningbo[J]. *Chin Primary Health Care*, 2014, 28(4): 78-80. DOI: 10.3969/j. issn. 1001-568X.2014.04.0032.

[13] 朱伟谦, 廉姜芳, 沈鹏, 等. 宁波市鄞州区高血压社区规范化健康管理效果及影响因素分析[J]. *中国卫生标准管理*, 2020, 11(6):1-3. DOI:10.3969/j.issn.1674-9316.2020.06.001.

Zhu WQ, Lian JF, Shen P, et al. Effect of standardized management on hypertension in community and its influencing factors in Yinzhou district Ningbo city[J]. *China Health Stand Manage*, 2020, 11(6): 1-3. DOI: 10.3969/j.issn.1674-9316.2020.06.001.

[14] Imbens GW, Lemieux T. Regression discontinuity designs: a guide to practice[J]. *J Econom*, 2008, 142(2): 615-635. DOI:10.1016/j.jeconom.2007.05.001.

[15] Moscoe E, Bor J, Bärnighausen T. Regression discontinuity designs are underutilized in medicine, epidemiology, and public health: a review of current and best practice[J]. *J Clin Epidemiol*, 2015, 68(2): 132-143. DOI: 10.1016/j.jclinepi.2014.06.021.