

# 高血压人群体力活动在休闲静坐行为与肥胖指标间的中介效应

周婷钰<sup>1,2</sup> 苏健<sup>3</sup> 周金意<sup>3</sup> 陶然<sup>3</sup> 陆艳<sup>4</sup> 华钰洁<sup>4</sup> 金建荣<sup>5</sup> 郭彧<sup>6</sup> 吕筠<sup>7</sup>  
陈铮鸣<sup>8</sup> 李立明<sup>7</sup> 武鸣<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup>常州市疾病预防控制中心 213000; <sup>2</sup>南京医科大学公共卫生学院流行病与卫生统计学系 211166; <sup>3</sup>江苏省疾病预防控制中心慢性非传染病防制所, 南京 210009; <sup>4</sup>苏州市疾病预防控制中心慢性非传染病防制科 215004; <sup>5</sup>苏州市吴中区疾病预防控制中心 215100; <sup>6</sup>中国医学科学院中国慢性病前瞻性研究办公室, 北京 102308; <sup>7</sup>北京大学公共卫生学院 100191; <sup>8</sup>英国牛津大学临床与流行病学研究中心, 牛津 OX3 7LF

通信作者: 武鸣, Email: jswuming@vip.sina.com; 李立明, Email: lmlee@pumc.edu.cn

**【摘要】目的** 探索高血压人群体力活动在休闲静坐行为与肥胖指标关联的中介效应。**方法** 基于中国慢性病前瞻性研究项目(CKB)苏州市吴中区基线数据, 选择高血压人群并剔除自报患冠心病、脑卒中和肿瘤等慢性疾病的个体, 最终纳入分析 20 178 人。采用中介效应模型分析静坐行为与肥胖指标关联中体力活动的中介效应。**结果** 调整年龄、性别、吸烟、饮酒、文化程度、肉类摄入、新鲜水果摄入等因素后, 休闲静坐行为与体力活动呈负相关( $\beta=-0.246, P<0.001$ ); 与肥胖指标如体脂比( $\beta=0.061, P<0.001$ )、腰围( $\beta=0.087, P<0.001$ )和 BMI( $\beta=0.071, P<0.001$ )呈正相关。纳入中介变量体力活动后, 休闲静坐行为对肥胖指标的直接作用仍有统计学意义; 控制休闲静坐行为后, 体力活动与体脂比、腰围和 BMI 呈负相关( $\beta$ 值分别为 $-0.052, -0.083$ 和 $-0.028$ , 均 $P<0.001$ )。中介效应分析显示, 体力活动在休闲静坐行为对体脂比、腰围和 BMI 的影响中均存在部分中介效应, 中介效应占其总效应的比例分别为 20.820%, 23.421% 和 9.915%。对性别分层分析后, 体力活动的中介效应在男女性中不相同, 女性体力活动在休闲静坐行为与各肥胖指标间存在中介效应, 而男性体力活动在休闲静坐行为与体脂比和腰围的关联中存在中介效应。**结论** 体力活动在休闲静坐行为对肥胖指标的影响中均具有部分中介效应, 高血压人群应增加体力活动水平, 减少长时间休闲静坐以获得较好的健康效果。

**【关键词】** 高血压; 体力活动; 休闲静坐行为; 肥胖; 中介效应

**基金项目:** 国家重点研发计划精准医学研究重点专项(2016YFC0900500, 2016YFC0900501); 中国香港 Kadoorie Charitable 基金; 英国 Wellcome Trust(202922/Z/16/Z, 088158/Z/09/Z, 104085/Z/14/Z)

## Mediating effect of physical activity on association between sedentary leisure-time and obesity indexes among hypertensive individuals

Zhou Tingyu<sup>1,2</sup>, Su Jian<sup>3</sup>, Zhou Jinyi<sup>3</sup>, Tao Ran<sup>3</sup>, Lu Yan<sup>4</sup>, Hua Yujie<sup>4</sup>, Jin Jianrong<sup>5</sup>, Guo Yu<sup>6</sup>, Lyu Jun<sup>7</sup>, Chen Zhengming<sup>8</sup>, Li Liming<sup>7</sup>, Wu Ming<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup>Changzhou Center for Disease Control and Prevention, Changzhou 213000, China; <sup>2</sup>Department of Epidemiology and Biostatistics, School of Public Health, Nanjing Medical University, Nanjing 211166, China; <sup>3</sup>Department of Non-communicable Chronic Disease Control, Jiangsu Provincial Center for Disease Control and Prevention, Nanjing 210009, China; <sup>4</sup>Department of Non-communicable Chronic Disease Control, Suzhou Center for Disease Control and Prevention, Suzhou 215004, China; <sup>5</sup>Wuzhong Center for Disease Control and Prevention, Suzhou 215100, China; <sup>6</sup>Department of China Kadoorie

DOI: 10.3760/cma.j.cn112338-20210112-00031

收稿日期 2021-01-12 本文编辑 李银鸽

引用本文: 周婷钰, 苏健, 周金意, 等. 高血压人群体力活动在休闲静坐行为与肥胖指标间的中介效应[J].

中华流行病学杂志, 2021, 42(12): 2125-2130. DOI: 10.3760/cma.j.cn112338-20210112-00031.



Biobank, Chinese Academy of Medical Sciences, Beijing 102308, China; <sup>7</sup>Department of Epidemiology and Biostatistics, School of Public Health, Peking University Health Science Center, Beijing 100191, China; <sup>8</sup>Clinical Trial Service Unit & Epidemiological Studies Unit, Nuffield Department of Population Health, University of Oxford, Oxford OX3 7LF, United Kingdom

Corresponding authors: Wu Ming, Email: jswuming@vip.sina.com; Li Liming, Email: lmlee@pumc.edu.cn

**【Abstract】 Objective** To explore the mediating effect of physical activity on association between sedentary leisure-time and obesity indexes among hypertensive individuals. **Methods** After excluding of those with a prior history of heart disease, stroke and cancer, a total of 20 178 hypertensive participants in the China Kadoorie Biobank (CKB) study from Wuzhong district of Suzhou city were included. Mediating effect analysis was used to analyze the mediating effect of physical activity (PA) on correlation between sedentary leisure-time and body fat percentage (BFP), waist circumference (WC) and body mass index (BMI). **Results** After adjusted for age, gender, smoking status, alcohol consumption, education levels, intake frequencies of meat and intake frequencies of fresh fruit, sedentary leisure-time (SLT) was negatively correlated with PA ( $\beta=-0.246$ ,  $P<0.001$ ), but positively associated with BFP ( $\beta=0.061$ ,  $P<0.001$ ), WC ( $\beta=0.087$ ,  $P<0.001$ ) and BMI ( $\beta=0.071$ ,  $P<0.001$ ). After including the mediator variable PA, the direct effect of SLT on obesity index was still significant. PA was negatively correlated with BFP, WC and BMI ( $\beta=-0.052$ ,  $-0.083$  and  $-0.028$ , respectively,  $P<0.001$ ). Analysis of mediating effect indicated that the association of SLT with BFP, WC and BMI were partly mediated by PA, the proportion of mediating effect was 20.820%, 23.421% and 9.915%. Stratified by gender, PA had mediating effect on SLT and all obesity indexes in women, while only on SLT and BFP and WC in men. **Conclusions** There is a significant mediating effect of PA on correlation between SLT and obesity indexes among hypertensive individuals. Hypertensive patients should increase the level of physical activity and reduce sedentary behavior to achieve a profounder healthy effect.

**【Key words】** Hypertension; Physical activity; Sedentary leisure-time; Obesity; Mediating effect

**Fund programs:** National Key Research and Development Program of China (2016YFC0900500, 2016YFC0900501); Kadoorie Charitable Foundation in Hong Kong of China; Wellcome Trust in the UK (202922/Z/16/Z, 088158/Z/09/Z, 104085/Z/14/Z)

近二十年来,我国居民中超重和肥胖的比例呈快速增长趋势,2013年成年人超重和肥胖的比例合计高达46.5%<sup>[1]</sup>,已经成为我国严重的公共卫生问题。研究发现,高血压、心血管疾病不仅与肥胖相关<sup>[2-4]</sup>,高血压合并肥胖可导致死亡率升高<sup>[5]</sup>,加重经济和社会负担。随着电子媒体设备的普及,个体休闲静坐行为时间也不断增加<sup>[6]</sup>。在体力活动、静坐行为与肥胖的关联中,既往研究虽已表明体力活动水平与肥胖存在关联<sup>[7]</sup>,但静坐行为与肥胖之间的大多数关联效应很小,证据有限<sup>[8]</sup>。与一般人群相比,高血压人群体力活动水平更低<sup>[9]</sup>,并且肥胖在高血压人群中的比例呈上升趋势<sup>[10-11]</sup>,因此需关注高血压人群体力活动及其在静坐行为与肥胖关联中的作用。本研究利用中国慢性病前瞻性研究项目(China Kadoorie Biobank, CKB)的苏州市吴中区基线调查数据,以高血压人群为研究对象,探讨体力活动在休闲静坐行为与肥胖指标关联的中介效应,为改善高血压人群生活方式提供参考依据。

## 对象与方法

### 1. 研究对象:苏州市吴中区是CKB项目点之

一。CKB调查对象的人选标准,排除标准以及项目基本情况见文献[12-14]。吴中区项目点自2004年11月至2008年1月招募35~74岁的调查对象开展调查,最终共招募53 259名调查对象。本次研究对象为高血压人群,高血压诊断标准为体检时,SBP均值 $\geq 140$  mmHg(1 mmHg=0.133 kPa)和/或DBP均值 $\geq 90$  mmHg,或调查时自报被乡/区级及以上医院确诊为高血压,或近两天正在服用降压药物<sup>[15]</sup>。本研究符合标准高血压患者共计21 124人。剔除基线时自报患有心脏病(396人),脑卒中(415人),恶性肿瘤(144人),未报告任何体力活动或静坐行为(11人),自报的所有体力活动和静坐行为每天累计时间超过20 h(9人),体脂比缺失(1人),最终纳入分析20 178人。CKB项目经中英双方研究机构中心伦理委员会批准,所有调查对象均签署知情同意书。

2. 调查内容及方法:调查包括一般人口社会学信息(年龄、性别、文化程度和家庭年收入等)、健康相关行为(吸烟、饮酒和体力活动等)、疾病史、体格检查等。体格测量包括身高、腰围、臀围、体重和血压。身高采用身高仪测量,测量时脱去鞋帽。腰围和臀围采用软皮尺测量,臀围为皮尺环绕受试者臀

部的最大伸展处一周的测量值,腰围为髂前上嵴和第 12 肋下缘连线的中点水平环绕腹部一周的测量值,身高、臀围和腰围的测量值精确到 0.1 cm。采用 TANITA TBF-300GS 体质构成分析仪测量体脂比,测量时要求调查对象脱去鞋袜,脚底与测试仪金属平台接触,仪器根据微电流在肌体内传输遇到的生物电阻抗力大小计算体内脂肪比例。血压测量采用 AND UA-779 电子血压计,每位调查对象均要求测量 2 次血压,若 SBP 差值 >10 mmHg,则进行第 3 次测量,记录后 2 次测量值。

3. 相关定义:体力活动通过询问调查对象过去一年主要从事的工作和交通性体力活动类型及累计时间,参加体育锻炼的类型、频率和累计时间以及每周从事家务劳动的累计时间。以代谢当量 (metabolic equivalent of task, MET) 反映体力活动强度,个体每天从事的某类体力活动水平 (MET-h/d) 为某类活动的 MET 赋值与从事该体力活动的累计时间 (h/d) 的乘积,各类活动具体赋值见文献 [16]。采用总体力活动衡量个体的体力活动情况,总体力活动为个体每日工作、交通、家务及体育锻炼相关体力活动的总和。休闲静坐时间通过询问调查对象“平均每周业余时间看电视/读书报/打牌/编织等坐立时的时间”长度获得。BMI=体重 (kg) 除以身高的平方 (m<sup>2</sup>)<sup>[17]</sup>。

4. 统计学分析:采用 SPSS 25.0 软件。为使各肥胖指标间中介效应可比,对体力活动、休闲静坐行为及肥胖指标等变量进行标准化处理 (原始值与均值的差值除以标准差)<sup>[18]</sup>。本研究采用的中介模型参考 Cabanas-Sánchez 等<sup>[19]</sup>研究,路径图见图 1。休闲静坐行为 (h/d) 为自变量  $X$ ,肥胖指标 (腰围、体脂比和 BMI) 为因变量  $Y$ ,体力活动 (MET-h/d) 为中介变量  $M$ , $X$  对  $Y$  的总效应  $c$  可分解为直接效应  $c'$  和间接效应  $ab$ , $c'$  为控制中介变量  $M$  后  $X$  对  $Y$  的效应, $a$  为  $X$  对  $M$  的效应, $b$  为控制自变量  $X$  后  $M$  对  $Y$  的效应, $e_1$ 、 $e_2$ 、 $e_3$  为回归残差。采用 PROCESS v3.3 软件中介效应分析程序进行分析,应用模型 4,因变量腰围、体脂比和 BMI 分别进入模型分析,采用百分位 Bootstrap 法检验中介效应的显著性,并计算中介模型中各类效应及其 95%CI,重复抽样 5 000 次,检验水准为  $\alpha=0.05$ 。在模型中分别纳入 2 个协变量调整模型,模型 1:调整年龄 (连续型) 和性别;模型 2:在模型 1 基础上调整吸烟、饮酒、文化程度、肉类、新鲜水果摄入。中介效应相对效应值 (%) 为中介效应值在总效应中所占的比例 (%)<sup>[20]</sup>。

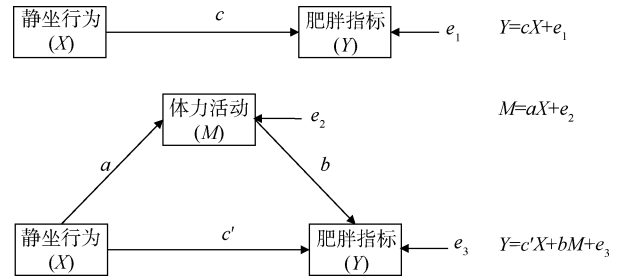


图 1 静坐行为、体力活动和肥胖指标的中介效应模型图

## 结 果

1. 一般情况:本研究共 20 178 人纳入分析,其中男性 8 941 人,占 44.3%,年龄 (56.3±9.8) 岁, BMI (25.0±3.3) kg/m<sup>2</sup>,腰围 (82.9±9.5) cm,体脂比 (30.0±8.3)%,总体力活动 (23.2±15.1) MET-h/d,休闲静坐行为 (3.1±2.2) h/d。研究人群中,小学及以下 14 148 人 (70.1%),中学 5 634 人 (27.9%),大专及以上学历 396 人 (2.0%)。现在经常吸烟 5 745 人 (28.5%),不吸烟 11 941 人 (57.2%);男性不吸烟 814 人,女性不吸烟 11 127 人,分别占男女性高血压人群的 9.1% 和 99.0%,差异有统计学意义 ( $P<0.001$ )。现在经常饮酒 3 938 人 (19.5%),每天摄入肉类 4 747 人 (23.5%),每天摄入水果 3 151 人 (15.6%)。

2. 中介效应分析:在控制协变量的情况下,检验体力活动在休闲静坐行为与肥胖指标关系中的中介效果,模型 2 显示,休闲静坐行为对体脂比 ( $\beta=0.061$ ,  $P<0.001$ )、腰围 ( $\beta=0.087$ ,  $P<0.001$ ) 和 BMI ( $\beta=0.071$ ,  $P<0.001$ ) 的作用有统计学意义 (表 1)。

纳入中介变量体力活动后,休闲静坐行为对肥胖指标的直接作用仍有统计学意义 (体脂比:  $\beta=0.048$ ,  $P<0.001$ ;腰围:  $\beta=0.067$ ,  $P<0.001$ ; BMI:  $\beta=0.064$ ,  $P<0.001$ );控制休闲静坐行为后,体力活动与体脂比 ( $\beta=-0.052$ ,  $P<0.001$ )、腰围 ( $\beta=-0.083$ ,  $P<0.001$ ) 和 BMI ( $\beta=-0.028$ ,  $P<0.001$ ) 呈负相关。休闲静坐行为对体力活动呈负向作用 ( $\beta=-0.246$ ,  $P<0.001$ )。休闲静坐行为对肥胖指标的直接效应及体力活动的中介效应的 Bootstrap 95% 置信区间不包含 0 (表 2),表明休闲静坐行为不仅能够直接影响肥胖指标,而且能够通过体力活动的中介作用影响肥胖指标。体力活动在休闲静坐行为与体脂比、腰围和 BMI 关联中,中介效应分别占总效应的 20.820%、23.421% 和 9.915%。

进一步对性别分层后发现 (表 3),女性体力活动在休闲静坐行为与各肥胖指标间存在中介效应,而男性体力活动在休闲静坐行为与体脂比和腰围

表 1 高血压人群休闲静坐行为、体力活动与肥胖指标的关联

肥胖相关指标	方程	效应	β 值		t 值	
			模型 1	模型 2	模型 1	模型 2
体脂比(BFP)	BFP= cSLT+e <sub>1</sub>	c	0.065	0.061	11.852 <sup>a</sup>	10.830 <sup>a</sup>
	PA=aSLT+ e <sub>2</sub>	a	-0.254	-0.246	-40.417 <sup>a</sup>	-38.711 <sup>a</sup>
	BFP= c'SLT+ bPA+ e <sub>3</sub>	c'	0.053	0.048	9.194 <sup>a</sup>	8.290 <sup>a</sup>
		b	-0.050	-0.052	-8.125 <sup>a</sup>	-8.276 <sup>a</sup>
腰围(WC)	WC= cSLT+e <sub>1</sub>	c	0.103	0.087	14.743 <sup>a</sup>	12.297 <sup>a</sup>
	PA=aSLT+ e <sub>2</sub>	a	-0.254	-0.246	-40.417 <sup>a</sup>	-38.711 <sup>a</sup>
	WC= c'SLT+ bPA+ e <sub>3</sub>	c'	0.081	0.067	11.204 <sup>a</sup>	9.106 <sup>a</sup>
		b	-0.086	-0.083	-11.030 <sup>a</sup>	-10.611 <sup>a</sup>
BMI	BMI= cSLT+e <sub>1</sub>	c	0.075	0.071	10.798 <sup>a</sup>	9.922 <sup>a</sup>
	PA=aSLT+ e <sub>2</sub>	a	-0.254	-0.246	-40.417 <sup>a</sup>	-38.711 <sup>a</sup>
	BMI= c'SLT+ bPA+ e <sub>3</sub>	c'	0.068	0.064	9.360 <sup>a</sup>	8.627 <sup>a</sup>
		b	-0.028	-0.028	-3.760 <sup>a</sup>	-3.606 <sup>a</sup>

注:PA:体力活动;自变量X为休闲静坐行为,中介变量M为体力活动,因变量Y分别为体脂比、腰围和BMI;c代表X对Y的总效应,a代表X对M的效应,c'代表控制M后X对Y的效应,b为控制X后M对Y的效应;模型1调整年龄(连续型)、性别;模型2调整年龄、性别、吸烟、饮酒、文化程度、肉类摄入、新鲜水果摄入;<sup>a</sup>P<0.001

表 2 总效应、直接效应及中介效应分解

肥胖相关指标	休闲静坐行为总效应 β 值(95%CI)		休闲静坐行为直接效应 β 值(95%CI)		体力活动中介效应 β 值(95%CI)		中介效应相对 效应值(%)	
	模型 1	模型 2	模型 1	模型 2	模型 1	模型 2	模型 1	模型 2
体脂比	0.065 (0.055~0.076)	0.061 (0.050~0.072)	0.053 (0.041~0.064)	0.048 (0.037~0.060)	0.013 (0.010~0.016)	0.013 (0.010~0.016)	19.449	20.820
腰围	0.103 (0.089~0.116)	0.087 (0.073~0.101)	0.081 (0.067~0.095)	0.067 (0.052~0.081)	0.022 (0.018~0.026)	0.020 (0.017~0.024)	21.268	23.421
BMI	0.075 (0.062~0.089)	0.071 (0.057~0.085)	0.068 (0.054~0.082)	0.064 (0.049~0.078)	0.008 (0.004~0.011)	0.007 (0.003~0.011)	9.960	9.915

注:模型1调整年龄(连续型)、性别;模型2调整年龄、性别、吸烟、饮酒、文化程度、肉类摄入、新鲜水果摄入

的关联中存在中介效应。控制协变量后,在休闲静坐行为与体脂比关联中,体力活动的中介效应在男女性中分别占 19.209%、17.049%;在休闲静坐行为与腰围的关联中,体力活动的中介效应在男女性中分别占 18.092% 和 20.337%。

### 讨 论

本研究利用CKB队列苏州项目点的基线调查数据,探讨体力活动在高血压人群中与休闲静坐行为与肥胖指标的关联及其中介效应。结果表明,休闲静坐行为与肥胖指标的关联在将中介变量体力活动纳入前与纳入后,均能增加肥胖发生风险。中介变量体力活动在休闲静坐行为与结局变量腰围、体脂比和BMI关联中均存在中介效应,其中中介效应百分比在休闲静坐行为对腰围的效应中占比最高(23.42%)。在男性高血压人群中,体力活动在休闲静坐行为与体脂比和腰围的关联中存在中介效

应;而在女性高血压人群中,体力活动在休闲静坐行为与各肥胖指标的关联中均存在中介效应。研究结果对揭示高血压人群中休闲静坐行为对肥胖形成的作用方式提供了一定的参考依据。

在英国老年人中发现休闲静坐行为与腰围(β=0.234, 95%CI: 0.129~0.339)、BMI(β=0.088, 95%CI: 0.047~0.130)呈正相关<sup>[21]</sup>,关联方向与本研究一致,说明休闲静坐行为可增加肥胖发生风险。Gomez-Cabello 等<sup>[22]</sup>研究也发现,静坐行为时间越长,老年人群中体脂比水平越高。休闲性久坐作为一种低能量消耗的行为,可通过降低体力活动水平,减少能量消耗、促进体内脂肪聚集<sup>[23-24]</sup>,进一步增加肥胖的风险。在体力活动与肥胖指标的关联方面,本研究结果与既往研究方向一致<sup>[25]</sup>。Gupta 等<sup>[26]</sup>发现,将每天 30 min 的中等强度体力活动替代静坐行为,腰围可减少 2.4%。随访 10 年的研究显示,每周进行中高强度体力活动>2.5 h 的成年人腰围降低,腹型肥胖的发生风险也随之降低<sup>[27]</sup>。因

表 3 男女性中总效应、直接效应及中介效应分解

肥胖相关指标	休闲静坐行为总效应 $\beta$ 值(95%CI)		休闲静坐行为直接效应 $\beta$ 值(95%CI)		体力活动中介效应 $\beta$ 值(95%CI)		中介效应相对效应值(%)	
	模型 1	模型 2	模型 1	模型 2	模型 1	模型 2	模型 1	模型 2
男性								
体脂比	0.057 (0.043~0.072)	0.053 (0.038~0.068)	0.044 (0.029~0.060)	0.043 (0.027~0.059)	0.013 (0.008~0.018)	0.010 (0.005~0.015)	22.822	19.209
腰围	0.106 (0.086~0.127)	0.091 (0.071~0.112)	0.082 (0.060~0.103)	0.075 (0.053~0.096)	0.025 (0.018~0.031)	0.017 (0.010~0.023)	23.070	18.092
BMI	0.060 (0.041~0.080)	0.055 (0.035~0.075)	0.055 (0.034~0.076)	0.054 (0.034~0.075)	0.005 (-0.001~0.012)	0.001 (-0.005~0.007)	-	-
女性								
体脂比	0.073 (0.058~0.088)	0.070 (0.054~0.086)	0.062 (0.046~0.078)	0.058 (0.042~0.074)	0.011 (0.007~0.015)	0.012 (0.008~0.016)	15.048	17.049
腰围	0.103 (0.085~0.121)	0.089 (0.070~0.108)	0.086 (0.067~0.104)	0.071 (0.052~0.090)	0.017 (0.012~0.021)	0.018 (0.014~0.023)	16.456	20.337
BMI	0.088 (0.069~0.107)	0.085 (0.066~0.105)	0.079 (0.060~0.099)	0.076 (0.056~0.096)	0.008 (0.004~0.013)	0.009 (0.005~0.014)	9.486	10.890

注:模型 1 调整年龄、性别;模型 2 调整年龄、性别、吸烟、饮酒、文化程度、肉类摄入、新鲜水果摄入

此,体力活动在降低腰围,减少腹型肥胖及其引起的相关代谢性疾病风险中有重要影响<sup>[28]</sup>。

中介效应分析显示,在高血压人群中,体力活动对休闲静坐行为与肥胖相关结局指标的关联中起着中介作用,其对休闲静坐行为与腰围、体脂比和 BMI 关联的中介百分比分别为 23.421%、20.820% 和 9.915%,说明体力活动水平在休闲静坐行为导致肥胖的发生机制中可能具有一定介导作用,高血压人群进行体力活动包括体育锻炼、家务、工作等,可以减少由于休闲静坐导致的肥胖相关指标的增加。本研究对男女性分层后发现在男性休闲静坐行为与 BMI 的关系中,未观察到体力活动的中介作用,该差异可能与男性某些生活方式有关,例如吸烟行为等。既往研究发现吸烟人群和一般人群相比,BMI 更低<sup>[29]</sup>,并且本研究中男女性吸烟情况不同,不吸烟的女性占 99.0%,而不吸烟的男性仅占 9.1%,但吸烟对研究结果的影响以及作用机制仍需研究论证。在一项关注儿童体力活动的中介效应研究中发现,体力活动在儿童静坐行为与肥胖间的中介效应占比达 77.38%,高于体力活动在高血压人群的中介效应占比,可能与人群以及生活方式的差异有关<sup>[19]</sup>。同时,本研究中体力活动所产生的效应为部分中介效应,休闲静坐行为与肥胖发生风险并不能完全通过体力活动降低所解释,也可能存在其他作用效应;休闲静坐时高能量食物的摄入可能作为另一种作用通路<sup>[30]</sup>,增加肥胖发生风险<sup>[31]</sup>。

本研究存在局限性。首先,研究对象体力活动

和休闲静坐行为信息采用调查对象自报,可能存在一定的信息偏倚。其次,本研究收集的变量信息仅来自基线调查,因果关系难以确定。本次研究为休闲静坐行为、体力活动与肥胖指标间的作用关系提供了一定的思路与方向,但体力活动的中介作用机制以及原理还有待进一步研究。

综上所述,体力活动在高血压人群的休闲静坐行为对体脂比,腰围和 BMI 的影响中均存在部分中介效应。高血压人群应当积极控制体重,减少静坐时间,坚持每周 4~7 d、每天累计 30~60 min 的中等强度活动<sup>[32]</sup>,以获得较好的健康效果。

**利益冲突** 所有作者均声明不存在利益冲突

**志谢** 感谢中国慢性病前瞻性研究项目管理委员会、国家项目办公室、牛津协助中心和江苏省项目办公室的各位专家和工作人员付出和帮助

## 参 考 文 献

- [1] 王友发,孙明晓,薛宏,等.《中国肥胖预防和控制蓝皮书》解读及中国肥胖预防控制措施建议[J].中华预防医学杂志,2019,53(9):875-884. DOI:10.3760/cma.j.issn.0253-9624.2019.09.003.  
Wang YF, Sun MX, Xue H, et al. Understanding the China Blue Paper on Obesity Prevention and Control and policy implications and recommendations for obesity prevention and control in China[J]. Chin J Prev Med, 2019, 53(9):875-884. DOI:10.3760/cma.j.issn.0253-9624.2019.09.003.
- [2] Abbasi F, Brown BW, Lamendola C, et al. Relationship between obesity, insulin resistance, and coronary heart disease risk[J]. J Am Coll Cardiol, 2002, 40(5):937-943. DOI:10.1016/s0735-1097(02)02051-x.
- [3] McLaughlin T, Allison G, Abbasi F, et al. Prevalence of insulin resistance and associated cardiovascular disease risk factors among normal weight, overweight, and obese individuals[J]. Metabolism, 2004, 53(4):495-499. DOI:10.1016/j.metabol.2003.10.032.
- [4] The Emerging Risk Factors Collaboration. Separate and combined associations of body-mass index and abdominal adiposity with cardiovascular disease:

- collaborative analysis of 58 prospective studies[J]. *Lancet*, 2011, 377(9771): 1085-1095. DOI: 10.1016/S0140-6736(11)60105-0.
- [5] DeMarco VG, Aroor AR, Sowers JR. The pathophysiology of hypertension in patients with obesity[J]. *Nat Rev Endocrinol*, 2014, 10(6): 364-376. DOI: 10.1038/nrendo.2014.44.
- [6] Ullrich A, Voigt L, Baumann S, et al. A cross-sectional analysis of the associations between leisure-time sedentary behaviors and clustered cardiometabolic risk [J]. *BMC Public Health*, 2018, 18(1): 327. DOI: 10.1186/s12889-018-5213-3.
- [7] Swift DL, McGee JE, Earnest CP, et al. The effects of exercise and physical activity on weight loss and maintenance[J]. *Prog Cardiovasc Dis*, 2018, 61(2): 206-213. DOI: 10.1016/j.pcad.2018.07.014.
- [8] Biddle SJH, García EB, Pedisic Z, et al. Screen time, other sedentary behaviours, and obesity risk in adults: a review of reviews[J]. *Curr Obes Rep*, 2017, 6(2): 134-147. DOI: 10.1007/s13679-017-0256-9.
- [9] Churilla JR, Ford ES. Comparing physical activity patterns of hypertensive and nonhypertensive US adults[J]. *Am J Hypertens*, 2010, 23(9):987-993. DOI:10.1038/ajh.2010.88.
- [10] Nakamura K, Okamura T, Hayakawa T, et al. The proportion of individuals with obesity-induced hypertension among total hypertensives in a general Japanese population: NIPPON DATA80, 90[J]. *Eur J Epidemiol*, 2007, 22(10): 691-698. DOI: 10.1007/s10654-007-9168-4.
- [11] Ford ES, Zhao GX, Li CY, et al. Trends in obesity and abdominal obesity among hypertensive and nonhypertensive adults in the United States[J]. *Am J Hypertens*, 2008, 21(10): 1124-1128. DOI: 10.1038/ajh.2008.246.
- [12] 李立明, 吕筠, 郭彧, 等. 中国慢性病前瞻性研究: 研究方法和调查对象的基线特征 [J]. *中华流行病学杂志*, 2012, 33(3): 249-255. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2012.03.001.
- Li LM, Lv J, Guo Y, et al. The China Kadoorie Biobank: related methodology and baseline characteristics of the participants[J]. *Chin J Epidemiol*, 2012, 33(3): 249-255. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2012.03.001.
- [13] Chen ZM, Lee L, Chen JS, et al. Cohort profile: the kadoorie study of chronic disease in China (KSCDC) [J]. *Int J Epidemiol*, 2005, 34(6): 1243-1249. DOI: 10.1093/ije/dyi174.
- [14] Chen ZM, Chen JS, Collins R, et al. China Kadoorie Biobank of 0.5 million people: survey methods, baseline characteristics and long-term follow-up[J]. *Int J Epidemiol*, 2011, 40(6): 1652-1666. DOI: 10.1093/ije/dyr120.
- [15] 郭杰, 余灿清, 吕筠, 等. 中国 10 个地区人群高血压患病率、知晓率、治疗率和控制情况分析 [J]. *中华流行病学杂志*, 2016, 37(4): 469-474. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2016.04.006.
- Guo J, Yu CQ, Lv J, et al. Status of prevalence, awareness, treatment and control on hypertension among adults in 10 regions, China[J]. *Chin J Epidemiol*, 2016, 37(4): 469-474. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2016.04.006.
- [16] 樊萌语, 吕筠, 郭彧, 等. 中国慢性病前瞻性研究: 10 个项目地区成人体力活动和休闲静坐时间特征差异的分析 [J]. *中华流行病学杂志*, 2015, 36(8): 779-785. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2015.08.002.
- Fan MY, Lv J, Guo Y, et al. Regional differences on patterns of physical activity and leisure sedentary time: findings from the China Kadoorie Biobank study, including a million people from 10 regions[J]. *Chin J Epidemiol*, 2015, 36(8): 779-785. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2015.08.002.
- [17] 贺媛, 曾强, 赵小兰. 中国成人体质指数、年龄与血压水平相关性分析 [J]. *中国公共卫生*, 2016, 32(1): 69-72. DOI: 10.11847/zgggws2016-32-01-21.
- He Y, Zeng Q, Zhao XL. Associations of body mass index and age with blood pressure among Chinese adults[J]. *Chinese Journal of Public Health*, 2016, 32(1): 69-72. DOI: 10.11847/zgggws2016-32-01-21.
- [18] 阳益德, 付连国, 王政和, 等. 超重/肥胖成年人脂肪与血压关联中血脂中介效应的分析 [J]. *中华流行病学杂志*, 2015, 36(7): 691-694. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2015.07.006.
- Yang YD, Fu LG, Wang ZH, et al. Mediating effect of blood lipids on correlation between body fat and blood pressure among overweight adults[J]. *Chin J Epidemiol*, 2015, 36(7): 691-694. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2015.07.006.
- [19] Cabanas-Sánchez V, Martínez-Gómez D, Esteban-Cornejo I, et al. Associations of total sedentary time, screen time and non-screen sedentary time with adiposity and physical fitness in youth: the mediating effect of physical activity[J]. *J Sports Sci*, 2019, 37(8): 839-849. DOI: 10.1080/02640414.2018.1530058.
- [20] 连帅磊, 刘庆奇, 孙晓军, 等. 手机成瘾与大学生拖延行为的关系: 有调节的中介效应分析 [J]. *心理发展与教育*, 2018, 34(5): 595-604. DOI: 10.16187/j.cnki.issn1001-4918.2018.05.10.
- Lian SL, Liu QQ, Sun XJ, et al. Mobile phone addiction and college students' procrastination: analysis of a moderated mediation model[J]. *Psychol Dev Edu*, 2018, 34(5): 595-604. DOI: 10.16187/j.cnki.issn1001-4918.2018.05.10.
- [21] Stamatakis E, Davis M, Stathi A, et al. Associations between multiple indicators of objectively-measured and self-reported sedentary behaviour and cardiometabolic risk in older adults[J]. *Prev Med*, 2012, 54(1): 82-87. DOI: 10.1016/j.ypmed.2011.10.009.
- [22] Gomez-Cabello A, Pedrero-Chamizo R, Olivares PR, et al. Prevalence of overweight and obesity in non-institutionalized people aged 65 or over from Spain: the elderly EXERNET multi-centre study[J]. *Obes Rev*, 2011, 12(8): 583-592. DOI: 10.1111/j.1467-789X.2011.00878.x.
- [23] Hu FB, Li TY, Colditz GA, et al. Television watching and other sedentary behaviors in relation to risk of obesity and type 2 diabetes mellitus in women[J]. *JAMA*, 2003, 289(14): 1785-1791. DOI: 10.1001/jama.289.14.1785.
- [24] Mun J, Kim Y, Farnsworth JL, et al. Association between objectively measured sedentary behavior and a criterion measure of obesity among adults[J]. *Am J Hum Biol*, 2018, 30(2): e23080. DOI: 10.1002/ajhb.23080.
- [25] Chin SH, Kahathuduwa CN, Binks M. Physical activity and obesity: what we know and what we need to know[J]. *Obes Rev*, 2016, 17(12): 1226-1244. DOI: 10.1111/obr.12460.
- [26] Gupta N, Heiden M, Aadahl M, et al. What is the effect on obesity indicators from replacing prolonged sedentary time with brief sedentary bouts, standing and different types of physical activity during working days? A cross-sectional accelerometer-based study among blue-collar workers[J]. *PLoS One*, 2016, 11(5): e0154935. DOI: 10.1371/journal.pone.0154935.
- [27] Hamer M, Brunner EJ, Bell J, et al. Physical activity patterns over 10 years in relation to body mass index and waist circumference: the Whitehall II cohort study[J]. *Obesity (Silver Spring)*, 2013, 21(12): E755-761. DOI: 10.1002/oby.2044628.
- [28] 张璐, 杨跃进, 温瑞, 等. 超重、肥胖和腹型肥胖与心血管代谢性疾病的关联研究 [J]. *现代预防医学*, 2016, 43(21): 3887-3891.
- Zhang L, Yang YJ, Wen R, et al. Association between overweight, obesity, central obesity and cardiovascular diseases[J]. *Mod Prev Med*, 2016, 43(21): 3887-3891.
- [29] Sun MZ, Jiang Y, Sun C, et al. The associations between smoking and obesity in northeast China: a quantile regression analysis[J]. *Sci Rep*, 2019, 9(1): 3732. DOI: 10.1038/s41598-019-39425-6.
- [30] Pearson N, Biddle SJH. Sedentary behavior and dietary intake in children, adolescents, and adults. A systematic review[J]. *Am J Prev Med*, 2011, 41(2): 178-188. DOI: 10.1016/j.amepre.2011.05.002.
- [31] Kim D, Hou W, Wang FS, et al. Factors affecting obesity and waist circumference among US adults[J]. *Prev Chronic Dis*, 2019, 16: 180220. DOI: 10.5888/pcd16.180220.
- [32] 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): 24-56. 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): 24-56. DOI: 10.3969/j.issn.1007-5410.2019.01.002.