

# 我国成年人腰围身高比与脑卒中及其亚型发病关系的前瞻性研究

从祥丰<sup>1</sup> 刘少博<sup>1</sup> 徐婷玲<sup>1</sup> 王文娟<sup>1</sup> 马吉祥<sup>2</sup> 李剑虹<sup>1</sup>

<sup>1</sup>中国疾病预防控制中心慢性非传染性疾病预防控制中心,北京 100050;<sup>2</sup>中国疾病预防控制中心慢病和老龄健康管理处,北京 102206

通信作者:李剑虹,Email: lijianhong@ncncd.chinacdc.cn

**【摘要】** 目的 分析我国成年人腰围身高比与脑卒中及其亚型发病关联。方法 从2010年中国慢性病监测项目选取60个监测点人群(城市监测点25个、农村监测点35个)作为本次研究对象,共计36 632人。将2010年中国慢性病监测项目数据作为基线数据。2016-2017年进行随访,完成随访者27 762人。采用Cox比例风险回归模型分析腰围身高比与脑卒中及其亚型发病风险比。并按年龄、性别等基线特征进行亚组分析,剔除死亡者和基线糖尿病患者进行敏感性分析。结果 脑卒中分析,共纳入27 112名研究对象,观察到脑卒中事件1 333例;缺血性卒中分析,共纳入26 907名研究对象,观察到缺血性卒中事件1 128例;出血性卒中分析,共纳入25 984名研究对象,观察到出血性卒中事件205例。调整相关混杂因素后,以腰围身高比0~0.45组为参照,脑卒中分析,腰围身高比0.46~0.49、0.50~0.54和≥0.55组脑卒中发病风险分别增加21%( $HR=1.21$ , 95% $CI$ : 1.00~1.46)、26%( $HR=1.26$ , 95% $CI$ : 1.04~1.53)和60%( $HR=1.60$ , 95% $CI$ : 1.29~1.99),亚组分析发现,年龄对腰围身高比与脑卒中发病风险存在效应修饰作用(交互 $P=0.001$ );缺血性卒中分析,腰围身高比0.46~0.49、0.50~0.54和≥0.55组缺血性卒中发病风险分别增加30%( $HR=1.30$ , 95% $CI$ : 1.05~1.60)、33%( $HR=1.33$ , 95% $CI$ : 1.07~1.64)和61%( $HR=1.61$ , 95% $CI$ : 1.26~2.05),亚组分析发现,年龄对腰围身高比与缺血性卒中发病风险存在效应修饰作用(交互 $P=0.024$ );出血性卒中分析,腰围身高比≥0.55组出血性卒中发病风险增加73%( $HR=1.73$ , 95% $CI$ : 1.02~2.94),0.46~0.49和0.50~0.54组差异无统计学意义。敏感性分析结果未发生变化。结论 控制体重预防脑卒中及其亚型,可将腰围身高比作为体重控制指标之一。尤其重点关注腰围身高比≥0.55的年龄<50岁人群,同时不应忽视腰围身高比0.46~0.49人群。

**【关键词】** 腰围身高比; 脑卒中; 缺血性卒中; 出血性卒中; 前瞻性队列

**基金项目:**国家重点研发计划(2018YFC1313900,2018YFC1313904)

## Relationship between waist-to-height ratio and overall and type specific incidence of stroke in adults in China: a prospective study

Cong Xiangfeng<sup>1</sup>, Liu Shaobo<sup>1</sup>, Xu Tingling<sup>1</sup>, Wang Wenjuan<sup>1</sup>, Ma Jixiang<sup>2</sup>, Li Jianhong<sup>1</sup>

<sup>1</sup>National Center for Chronic and Non-communicable Disease Control and Prevention, Chinese Center for Disease Control and Prevention, Beijing 100050, China; <sup>2</sup>Office of Non-Communicable Diseases and Ageing Health Management, Chinese Center for Disease Control and Prevention, Beijing 102206, China  
Corresponding author: Li Jianhong, Email: lijianhong@ncncd.chinacdc.cn

**【Abstract】 Objective** To analyze the association between waist-to-height ratio and the overall and type specific incidence of stroke in adults in China. **Methods** A total of 36 632 people were selected from 60 surveillance sites (25 in urban area and 35 in rural area) in China Chronic Disease Surveillance Project in 2010. The China Chronic Disease Surveillance Project data in 2010

DOI: 10.3760/cma.j.cn112338-20200812-01064

收稿日期 2020-08-12 本文编辑 李银鸽

引用本文:从祥丰,刘少博,徐婷玲,等.我国成年人腰围身高比与脑卒中及其亚型发病关系的前瞻性研究[J].中华流行病学杂志,2021,42(11):2010-2017. DOI: 10.3760/cma.j.cn112338-20200812-01064.



were used as baseline data. A total of 27 762 people were followed up from 2016 to 2017. Cox proportional risk regression model was used to analyze the risk ratio of waist-to-height ratio for the overall and type specific incidence of stroke. Subgroup analyses were performed based on baseline characteristics such as age and sex, and sensitivity analysis was performed by excluding those who died and those with diabetes at baseline survey. **Results** A total of 27 112 subjects were included in the stroke analysis, and 1 333 stroke events were observed. A total of 26 907 subjects were included in the ischemic stroke analysis, and 1 128 ischemic stroke events were observed. A total of 25 984 subjects were included in the hemorrhagic stroke analysis, and 205 cases of hemorrhagic stroke were observed. After adjusting for relevant confounders and taking group with waist-to-height ratio of 0-0.45 as a reference, the stroke analysis indicated that in groups with waist-to-height ratio of 0.46-0.49, 0.50-0.54 and  $\geq 0.55$  the risk for stroke increased by 21% ( $HR=1.21$ ,  $95\%CI: 1.00-1.46$ ), 26% ( $HR=1.26$ ,  $95\%CI: 1.04-1.53$ ) and 60% ( $HR=1.60$ ,  $95\%CI: 1.29-1.99$ ) respectively. Subgroup analysis revealed that age specific waist-to-height ratio had modification effect on the risk for stroke (interaction  $P=0.001$ ). Ischemic stroke analysis indicated that in groups with waist-to-height ratio of 0.46-0.49, 0.50-0.54 and  $\geq 0.55$  the risk for ischemic stroke increased by 30% ( $HR=1.30$ ,  $95\%CI: 1.05-1.60$ ), 33% ( $HR=1.33$ ,  $95\%CI: 1.07-1.64$ ) and 61% ( $HR=1.61$ ,  $95\%CI: 1.26-2.05$ ) respectively. Subgroup analysis revealed that age specific waist-to-height ratio had modification effect on the risk for ischemic stroke (interaction  $P=0.024$ ). Hemorrhagic stroke analysis indicated that in group with waist-to-height ratio of  $\geq 0.55$  the risk for hemorrhagic stroke increased by 73% ( $HR=1.73$ ,  $95\%CI: 1.02-2.94$ ), but the differences in the risk increase in groups with waist-to-height ratio of 0.46-0.49 and 0.50-0.54 were not significant. The sensitivity analysis showed no changes. **Conclusions** In the prevention and control of stroke by body weight control, it is necessary to take waist to height ratio as one of the indicators of body weight control. Particular attention needed to be paid to the people aged  $<50$  years with waist-to-height ratio of  $\geq 0.55$  as well as those with waist-to-height ratio of  $<0.5$  (i.e., 0.46-0.49).

**【Key words】** Waist-to-height ratio; Stroke; Ischemic stroke; Hemorrhagic stroke; Prospective cohort

**Fund programs:** National Key Research and Development Program of China (2018YFC1313900, 2018YFC1313904)

卒中已成为我国居民疾病负担最大的疾病,我国脑卒中现患人数约为 1 300 万<sup>[1-2]</sup>。以往研究显示,肥胖是脑卒中发病的重要危险因素,以往评价肥胖多使用 BMI 或腰围指标<sup>[3-6]</sup>。有研究表明,腰围身高比评价中心性肥胖预测效果与腰围相当,且在身高较低或较高人群中,腰围身高比的预测效果优于腰围<sup>[7]</sup>。也有学者研究显示,腰围身高比作为代谢综合征的筛查标准和心血管事件预测价值强于腰围和 BMI<sup>[8-9]</sup>。但我国关于腰围身高比与脑卒中及其亚型发病风险效应值方面的相关研究较少,且在不同国家地区研究结论可能也不一致<sup>[10-11]</sup>。本研究利用前瞻性队列数据,分析我国成年人腰围身高比与脑卒中及其亚型发病风险的关联,为我国脑卒中的预防提供流行病学证据。

## 对象与方法

1. 研究对象:2010 年中国慢性病监测项目在全国疾病监测点系统的 162 个监测点(包括新疆生产建设兵团农二师),使用多阶段分层整群随机抽

样选择代表性样本,以 $\geq 18$ 岁住在样本区域内居民作为对象。应用与规模成比例的抽样方法,从每个监测点随机抽取 4 个乡镇(街道、团);从每个样本乡镇(街道、团)随机抽取 3 个行政村(居委会、连);从每个样本村随机抽取 1 个居民小组( $\geq 50$ 户),最后应用 KISH 表法从每户随机抽取 1 人。本研究从 2010 年中国慢性病监测项目 162 个监测点中随机抽取 60 个监测点人群(城市监测点 25 个、农村监测点 35 个,分布在河北省、吉林省、黑龙江省、江苏省、浙江省、江西省、河南省、湖南省、四川省、贵州省和陕西省)作为本次研究对象,共计 36 632 人。将 2010 年中国慢性病监测项目数据作为基线数据,2016-2017 年对该 60 个监测点人群进行随访,实际完成者 27 762 人(包括死亡 814 人,其中死于心血管疾病者 238 人)。排除心血管病和癌症患者 389 人,腰围信息和结局事件缺失者 154 人,诊断日期错误者 52 人, BMI ( $<15.0$  或  $\geq 40.0$   $kg/m^2$ ) 和腰围 ( $<50$  或  $\geq 150$  cm) 值异常者 55 人,最终共 27 112 人纳入分析。同时考虑卒中亚型结局之间的影响,在分析缺血性卒中时,排除了 180 例脑出血患者和

25 例蛛网膜下腔出血患者,最终共 26 907 人纳入分析;在分析出血性卒中时,排除了 1 128 例脑梗死患者,最终共 25 984 人纳入分析。本研究通过中国 CDC 慢性非传染性疾病预防控制中心伦理审查委员会的审查(审批号:201524B),所有调查对象均签署了知情同意书。

2. 研究内容与方法:2010 年基线调查内容包括问卷调查、体格测量和实验室检测。问卷调查以面对面询问方式进行调查,内容包括个人基本信息(年龄、性别、民族、文化程度、婚姻状况等)、生活方式(吸烟、饮酒、饮食、身体活动情况等)、慢性病患者情况等。体格测量包括身高测量(采用长度为 2.0 m、精确度为 0.1 cm 的 TZG 型身高坐高计)、体重测量(采用最大称重为 150 kg、精度为 0.1 kg 的 HD-317 型电子体重计)、腰围测量(采用长度为 1.5 m、宽度为 1 cm、精确度为 0.1 cm 的腰围尺)和血压测量(使用欧姆龙电子血压计,共测量 3 次,每次测量间隔 1 min),以上身体测量均由经过培训并考核合格的调查员采用标准方法统一进行<sup>[12]</sup>。实验室检测指标包括 FPG、餐后 2 h 血糖和血脂 4 项(TC、LDL-C、HDL-C 和 TG)<sup>[13]</sup>。2016-2017 年进行随访调查,通过问卷调查的形式调查个人基本信息(性别、身份证号等)、死亡情况信息、心血管疾病发病信息(“2010 年以来,您有没有被医生诊断患有脑梗死、脑出血和蛛网膜下腔出血”“临床诊断依据”“影像辅助检查”“确诊时间”“确诊单位”等信息进行心血管病的确定)等。同时与死因库进行匹配,进一步获取死亡信息。疾病分类采用《国际疾病分类》第 10 版(ICD-10)。本研究随访结局是首次发生卒中[包括蛛网膜下腔出血(I60)、脑出血(I61)和脑梗死(I63)]、缺血性卒中[包括脑梗死(I63)]、出血性卒中[包括蛛网膜下腔出血(I60)和脑出血(I61)]。

### 3. 指标定义及分组:

(1)腰围身高比:腰围(cm)/身高(cm)的比值。国内外有些研究推荐将腰高比切点设为 0.5<sup>[14-15]</sup>。本研究将腰围身高比按四分位数划分为 4 组:0~0.45、0.46~0.49、0.50~0.54 和  $\geq 0.55$ 。

(2)高血压:SBP $\geq 140$  mmHg(1 mmHg=0.133 kPa)和(或)DBP $\geq 90$  mmHg,或已被乡镇(社区)级或以上医院确诊为高血压且近两周服药。

(3)糖尿病:FPG $\geq 7.0$  mmol/L 和(或)餐后 2 h 血糖 $\geq 11.1$  mmol/L,或已被乡镇(社区)级或以上医院确诊为糖尿病。

(4)血脂异常: TG $\geq 2.26$  mmol/L, 或 TC $\geq 6.22$  mmol/L, 或 HDL-C $< 1.04$  mmol/L, 或 LDL-C $\geq 4.14$  mmol/L, 或已被乡镇(社区)级或以上医院诊断为血脂异常。

4. 统计学分析:采用 SAS 9.4 软件进行数据清理和统计学分析。比较腰围身高比组间研究对象基线特征差异,采用  $\chi^2$  检验或  $F$  检验。应用 Cox 比例风险回归模型进行评估腰围身高比与脑卒中及其亚型发病风险的关联,计算风险比 HR 值和 95%CI, 等比例风险假设验证使用 Schoenfeld residuals 方法。交互作用检验采用似然比检验,比较有、无交互项模型间差异是否有统计学意义。敏感性分析,将死亡人群和基线糖尿病患者剔除,重复上述 Cox 回归分析。双侧检验,以  $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 结 果

1. 基本情况:共纳入 27 112 人进入分析,年龄在 18~90 岁,男性 12 259 人(占 45.2%),女性 14 853 人(占 54.8%),腰围身高比 0~0.45、0.46~0.49、0.50~0.54 和  $\geq 0.55$  组分别占 23.5%、23.9%、28.6% 和 24.0%。与其他组相比,腰围身高比  $\geq 0.55$  组的  $\geq 60$  岁、女性、小学以下文化程度、城市、从不吸烟、不饮酒、糖尿病、高血压和血脂异常占比较高(均  $P < 0.05$ )。见表 1。

2. 腰围身高比与脑卒中及其亚型发病风险关联分析:研究对象随访(6.3 $\pm$ 0.8)年,随访期间观察到卒中事件 1 333 例(脑出血 180 例、蛛网膜下腔出血 25 例、脑梗死 1 128 例),发病密度为 7.8/1 000 人年;观察到缺血性卒中 1 128 例(脑梗死 1 128 例),发病密度为 6.6/1 000 人年;观察到出血性卒中 205 例(脑出血 180 例、蛛网膜下腔出血 25 例),发病密度为 1.2/1 000 人年。

经调整相关混杂因素后(模型 3),以腰围身高比 0~0.45 组为参照,脑卒中分析,腰围身高比 0.46~0.49、0.50~0.54 和  $\geq 0.55$  组发生脑卒中风险分别增加 21% (HR=1.21, 95%CI: 1.00~1.46)、26% (HR=1.26, 95%CI: 1.04~1.53) 和 60% (HR=1.60, 95%CI: 1.29~1.99),趋势性检验发现,每增加一个等级卒中发病风险增加 16% (8%~24%);缺血性卒中分析,腰围身高比 0.46~0.49、0.50~0.54 和  $\geq 0.55$  组发生脑卒中风险分别增加 30% (HR=1.30, 95%CI:

表 1 研究对象基线特征

特征	合计	腰围身高比			
		0~0.45	0.46~0.49	0.50~0.54	≥0.55
人数	27 112(100.0)	6 358(23.5)	6 482(23.9)	7 754(28.6)	6 518(24.0)
年龄组(岁)					
18~	7 686(28.3)	2 649(41.7)	2 047(31.6)	1 857(23.9)	1 133(17.4) <sup>a</sup>
40~	7 164(26.4)	1 441(22.7)	1 857(28.6)	2 228(28.7)	1 638(25.1)
50~	6 604(24.4)	1 232(19.4)	1 416(21.9)	2 083(26.9)	1 873(28.7)
60~90	5 658(20.9)	1 036(16.2)	1 162(17.9)	1 586(20.5)	1 874(28.8)
性别					
男	12 259(45.2)	3 347(52.6)	3 070(47.4)	3 398(43.8)	2 444(37.5) <sup>a</sup>
女	14 853(54.8)	3 011(47.4)	3 412(52.6)	4 356(56.2)	4 074(62.5)
文化程度					
小学以下	6 839(25.2)	1 361(21.5)	1 442(22.2)	1 952(25.2)	2 084(32.0) <sup>a</sup>
小学	5 637(20.8)	1 240(19.5)	1 357(20.9)	1 674(21.5)	1 366(21.0)
初中	8 996(33.2)	2 222(34.9)	2 296(35.5)	2 517(32.5)	1 961(30.0)
高中及以上	5 640(20.8)	1 535(24.1)	1 387(21.4)	1 611(20.8)	1 107(17.0)
婚姻状况					
未婚	1 611(5.9)	802(12.6)	395(6.1)	253(3.3)	161(2.5) <sup>a</sup>
已婚/同居	22 705(83.8)	5 014(78.9)	5 433(83.8)	6 687(86.2)	5 571(85.4)
其他	2 796(10.3)	542(8.5)	654(10.1)	814(10.5)	786(12.1)
城乡					
城市	10 563(39.0)	2 335(36.7)	2 439(37.6)	3 076(39.7)	2 713(41.6) <sup>a</sup>
农村	16 549(61.0)	4 023(63.3)	4 043(62.4)	4 678(60.3)	3 805(58.4)
地区					
东部	8 570(31.6)	1 840(28.9)	1 962(30.3)	2 553(32.9)	2 215(34.0) <sup>a</sup>
中部	13 069(48.2)	3 024(47.6)	3 140(48.4)	3 713(47.9)	3 192(49.0)
西部	5 473(20.2)	1 494(23.5)	1 380(21.3)	1 488(19.2)	1 111(17.0)
吸烟状况					
当前吸	7 527(27.8)	2 189(34.4)	1 926(29.7)	2 020(26.1)	1 392(21.4) <sup>a</sup>
以前吸	1 546(5.7)	296(4.7)	322(5.0)	481(6.2)	447(6.9)
从不吸	18 039(66.5)	3 873(60.9)	4 234(65.3)	5 253(67.7)	4 679(71.7)
当前饮酒					
是	9 874(36.4)	2 514(39.5)	2 444(37.7)	2 836(36.6)	2 080(31.9) <sup>a</sup>
否	17 238(63.6)	3 844(60.5)	4 038(62.3)	4 918(63.4)	4 438(68.1)
糖尿病					
是	2 768(10.2)	285(4.5)	461(7.1)	857(11.1)	1 165(17.9) <sup>a</sup>
否	24 344(89.8)	6 073(95.5)	6 021(92.9)	6 897(88.9)	5 353(82.1)
高血压					
是	10 650(39.3)	1 386(21.8)	2 026(31.3)	3 259(42.0)	3 979(61.0) <sup>a</sup>
否	16 462(60.7)	4 972(78.2)	4 456(68.7)	4 495(58.0)	2 539(39.0)
血脂异常					
是	13 146(48.5)	2 231(35.1)	2 792(43.1)	4 065(52.4)	4 058(62.3) <sup>a</sup>
否	13 966(51.5)	4 127(64.9)	3 690(56.9)	3 689(47.6)	2 460(37.7)
蔬菜食用频率					
<4 d/周	987(3.6)	203(3.2)	250(3.9)	296(3.8)	238(3.7)
4~d/周	484(1.8)	105(1.7)	120(1.9)	143(1.8)	116(1.8)
每天	25 641(94.6)	6 050(95.1)	6 112(94.2)	7 315(94.4)	6 164(94.5)
水果食用频率					
从不/很少	3 267(12.1)	771(12.1)	727(11.2)	900(11.6)	869(13.3) <sup>a</sup>
1~d/周	10 322(38.1)	2 384(37.5)	2 501(38.6)	3 012(38.9)	2 425(37.3)
3~d/周	4 931(18.2)	1 149(18.1)	1 246(19.2)	1 381(17.8)	1 155(17.7)
每天	8 592(31.6)	2 054(32.3)	2 008(31.0)	2 461(31.7)	2 069(31.7)
身体活动(MET-h/d)					
<9.8	6 712(24.8)	1 507(23.7)	1 524(23.5)	1 904(24.6)	1 777(27.3) <sup>a</sup>
9.8~	6 783(25.0)	1 447(22.8)	1 539(23.7)	2 048(26.4)	1 749(26.8)
15.3~	6 658(24.6)	1 491(23.5)	1 670(25.8)	1 889(24.3)	1 608(24.7)
≥27.2	6 959(25.6)	1 913(30.0)	1 749(27.0)	1 913(24.7)	1 384(21.2)
BMI(kg/m <sup>2</sup> )					
<24.0	14 558(53.7)	6 056(95.2)	5 054(78.0)	2 897(37.4)	551(8.5) <sup>a</sup>
24.0~	8 949(33.0)	267(4.2)	1 363(21.0)	4 375(56.4)	2 944(45.2)
≥28.0	3 605(13.3)	35(0.6)	65(1.0)	482(6.2)	3 023(46.3)
中心性肥胖					
是	12 034(44.4)	2(0.0)	495(7.6)	5 102(65.8)	6 435(98.7) <sup>a</sup>
否	15 078(55.6)	6 356(100.0)	5 987(92.4)	2 652(34.2)	83(1.3)

注: 括号外数据为人数, 括号内数据为构成比(%);<sup>a</sup>腰围身高比组间差异比较  $P < 0.05$

1.05~1.60)、33% ( $HR=1.33$ ,  $95\%CI$ : 1.07~1.64) 和 61% ( $HR=1.61$ ,  $95\%CI$ : 1.26~2.05), 每增加一个等级缺血性卒中发病风险增加 15% (7%~25%); 出血性卒中分析, 腰围身高比  $\geq 0.55$  组发生出血性卒中风险增加 73% ( $HR=1.73$ ,  $95\%CI$ : 1.02~2.94), 0.46~0.49 和 0.50~0.54 组无统计学意义, 每增加一个等级, 出血性卒中发病风险增加 19% (0%~43%)。见表 2。

3. 亚组分析: 脑卒中结局, 性别、城乡、吸烟、饮酒、糖尿病、高血压、血脂异常对腰围身高比与脑卒中发病风险关联未发现效应修饰作用 (均交互  $P > 0.05$ ), 年龄对腰围身高比与脑卒中发病风险关联存在效应修饰作用 (交互  $P < 0.05$ ), 且年龄  $< 50$  岁人群中, 腰围身高比  $\geq 0.55$  者发生脑卒中风险效应值高于年龄  $\geq 50$  岁人群; 缺血性卒中结局, 年龄、性别、城乡、吸烟、饮酒、糖尿病、高血压、血脂异常对腰围身高比与脑卒中发病风险关联效应修饰作用与脑卒中结局一致; 出血性卒中结局, 未发现年龄、性别、城乡、吸烟、饮酒、糖尿病、高血压、血脂异常

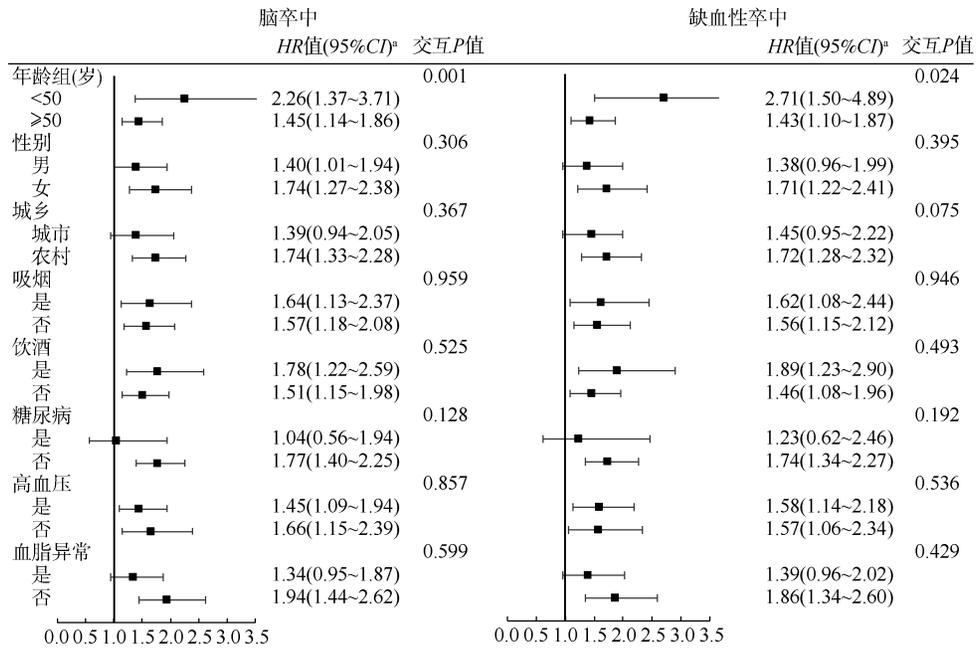
对腰围身高比与脑卒中发病风险关联存在效应修饰作用 (均交互  $P > 0.05$ )。见图 1 (出血性卒中结局结果未列出)。

4. 敏感性分析: 脑卒中组剔除死亡者后, 以腰围身高比 0~0.45 组为参照, 腰围身高比  $\geq 0.55$  组脑卒中发病风险效应值为 1.60 ( $95\%CI$ : 1.28~1.99); 剔除死亡者和基线糖尿病患者, 腰围身高比  $\geq 0.55$  组脑卒中发病风险效应值为 1.77 ( $95\%CI$ : 1.40~2.25)。缺血性卒中组剔除死亡者后, 腰围身高比  $\geq 0.55$  组脑卒中发病风险效应值为 1.60 ( $95\%CI$ : 1.26~2.04); 剔除死亡者和基线糖尿病患者后, 腰围身高比  $\geq 0.55$  组脑卒中发病风险效应值为 1.74 ( $95\%CI$ : 1.34~2.26)。出血性卒中组剔除死亡者后, 腰围身高比  $\geq 0.55$  组脑卒中发病风险效应值为 1.74 ( $95\%CI$ : 1.02~2.96); 剔除死亡者和基线糖尿病患者后, 腰围身高比  $\geq 0.55$  组脑卒中发病风险效应值为 2.12 ( $95\%CI$ : 1.21~3.74)。见表 3。

表 2 腰围身高比与脑卒中及其亚型发病风险关联

脑卒中及其亚型	腰围身高比				每增加一个等级
	0~0.45	0.46~0.49	0.50~0.54	$\geq 0.55$	
脑卒中					
发病人数	193	267	384	489	1 333
随访人年	40 532.3	41 187.2	48 979.5	40 635.6	171 334.5
发病密度(/1 000 人年)	4.8	6.5	7.8	12.0	7.8
模型 1	1.00	1.22(1.01~1.47)	1.30(1.10~1.56)	1.70(1.43~2.01)	1.19(1.13~1.25)
模型 2	1.00	1.22(1.01~1.47)	1.31(1.10~1.57)	1.70(1.43~2.02)	1.19(1.12~1.25)
模型 3	1.00	1.21(1.00~1.46)	1.26(1.04~1.53)	1.60(1.29~1.99)	1.16(1.08~1.24)
缺血性卒中					
发病人数	151	229	333	415	1 128
随访人年	40 381.6	41 043.3	48 807.6	40 360.5	170 593.0
发病密度(/1 000 人年)	3.7	5.6	6.8	10.3	6.6
模型 1	1.00	1.31(1.07~1.61)	1.40(1.16~1.70)	1.77(1.46~2.14)	1.19(1.13~1.26)
模型 2	1.00	1.32(1.07~1.62)	1.41(1.16~1.71)	1.76(1.45~2.14)	1.19(1.12~1.26)
模型 3	1.00	1.30(1.05~1.60)	1.33(1.07~1.64)	1.61(1.26~2.05)	1.15(1.07~1.25)
出血性卒中					
发病人数	42	38	51	74	205
随访人年	39 924.3	40 272.1	47 662.5	38 986.3	166 845.2
发病密度(/1 000 人年)	1.1	0.9	1.1	1.9	1.2
模型 1	1.00	0.87(0.56~1.35)	0.92(0.61~1.40)	1.47(1.00~2.18)	1.16(1.01~1.32)
模型 2	1.00	0.87(0.56~1.36)	0.96(0.63~1.46)	1.50(1.01~2.24)	1.17(1.02~1.33)
模型 3	1.00	0.89(0.57~1.39)	1.04(0.66~1.66)	1.73(1.02~2.94)	1.19(1.00~1.43)

注: 等比例风险假设验证, 仅年龄 ( $P < 0.001$ )、性别 ( $P = 0.033$ )、水果摄入频率 ( $P = 0.034$ ) 和地区 ( $P = 0.004$ ) 不符合等比例风险假设, 在模型中将年龄和地区作为分层因素, 将性别和水果摄入频率加上时间交互项; 模型 1: 调整年龄、性别; 模型 2: 在模型 1 的基础上调整文化程度、婚姻状况、吸烟、饮酒、身体活动、自评健康、蔬菜摄入频率、水果摄入频率、城乡、地区; 模型 3: 在模型 2 的基础上调整 BMI



注：<sup>a</sup>分析以腰围身高比0~0.45者为参照，报告腰围身高比≥0.55者发生脑卒中和缺血性卒中风险效应值；模型调整年龄、性别、文化程度、婚姻状况、吸烟、饮酒、身体活动、自评健康、蔬菜摄入频率、水果摄入频率、城乡、地区、BMI，不包括分层因素

图1 腰围身高比与脑卒中和缺血性卒中发病风险关联亚组分析

表3 腰围身高比与脑卒中及其亚型发病风险关联敏感性分析

结局	人数	腰围身高比			
		0~0.45	0.46~0.49	0.50~0.54	≥0.55
脑卒中					
剔除死亡者	26 536	1.00	1.21(1.00~1.46)	1.26(1.04~1.53)	1.60(1.28~1.99)
剔除死亡者和基线糖尿病患者	23 901	1.00	1.22(1.00~1.49)	1.29(1.05~1.58)	1.77(1.40~2.25)
缺血性卒中					
剔除死亡者	26 331	1.00	1.29(1.05~1.59)	1.32(1.07~1.64)	1.60(1.26~2.04)
剔除死亡者和基线糖尿病患者	23 725	1.00	1.30(1.04~1.62)	1.34(1.07~1.68)	1.74(1.34~2.26)
出血性卒中					
剔除死亡者	25 408	1.00	0.89(0.57~1.39)	1.04(0.65~1.66)	1.74(1.02~2.96)
剔除死亡者和基线糖尿病患者	22 975	1.00	0.92(0.58~1.49)	1.09(0.66~1.80)	2.12(1.21~3.74)

注：模型调整年龄、性别、文化程度、婚姻状况、吸烟、饮酒、身体活动、自评健康、蔬菜摄入频率、水果摄入频率、城乡、地区、BMI；脑卒中组分别剔除死亡576人、死亡和基线糖尿病患者3 211人；缺血性卒中组剔除死亡576人、死亡和基线糖尿病患者3 182人；出血性卒中组剔除死亡576人、死亡和基线糖尿病患者3 009人

## 讨论

我国总体中心性肥胖率为31.5%(30.5%~32.6%)，男性中心性肥胖率为30.7%(29.5%~31.9%)，女性中心性肥胖率为32.4%(31.2%~33.7%)<sup>[16]</sup>。中心性肥胖是脑卒中发病的危险因素<sup>[17-18]</sup>。以往一些研究多使用腰围评估中心性肥胖<sup>[16, 19-20]</sup>。但有研究显示，腰围身高比也是评估中心性肥胖的一个良好指标<sup>[21]</sup>。但关于腰围身高比与脑卒中及其亚型发病风险效应值的相关研究较少。本研究利用6年队列数据，揭示腰围身高比与脑卒中及其亚型发病风

险效应值。

结果显示，在脑卒中分析中，以腰围身高比0~0.45组为参照，调整BMI后，0.46~0.49、0.50~0.54和≥0.55组脑卒中发病风险分别增加21%、26%和60%。依据目前腰围身高比的切点划分<sup>[22-23]</sup>，腰围身高比<0.50为正常，腰围身高比≥0.50为肥胖。从我们的结果可以看出，即使腰围身高比<0.50(即0.46~0.49组)脑卒中的发病风险也会增加21%。因此结果提示我们，如果我们以0.50为切点划分腰围身高比为正常和肥胖，对于正常偏高的人群(即0.46~0.49组)我们在脑卒中的防

控中也不应忽视。而且对于腰围身高比 $\geq 0.55$ 的人群是我们重点防控的对象,该人群的发病风险增加比 0.46~0.49 组发病风险增加高近 3 倍。趋势检验发现,每增加一个等级,脑卒中发病风险增加 16% (8%~24%)。一项针对 11 125 名糖尿病患者的研究发现,腰围身高比每增加一个标准差,心血管事件的主要结局(非致命性心肌梗死或非致命性中风死亡的复合终点)发生风险增加 16% (11%~22%)<sup>[24]</sup>。我国的开滦队列显示<sup>[10]</sup>,将腰围身高比按五分位数划分(0.47、0.50、0.53、0.57),以 0~0.47 为参照, $\geq 0.57$  组发生脑卒中发病风险增加 38% ( $HR=1.38$ ,  $95\%CI: 1.15\sim 1.66$ ),该研究发病风险增加低于本研究结果。

缺血性卒中分析中,腰围身高比 0.46~0.49、0.50~0.54 和 $\geq 0.55$  组缺血性卒中发病风险分别增加 30%、33% 和 61%,每增加一个等级,缺血性卒中发病风险增加 15% (7%~25%),该结果与脑卒中分析结果一致。该结果也提示我们,在控制腹型肥胖预防缺血性卒中,应重点关注腰围身高比 $\geq 0.55$  组人群,同时不应忽视腰围身高比 $< 0.50$  组(即 0.46~0.49 组)人群。开滦队列研究也显示<sup>[10]</sup>,在以腰围身高比 0~0.47 组为参照,腰围身高比 $\geq 0.57$  组,缺血性卒中发病风险增加 62% ( $HR=1.62$ ,  $95\%CI: 1.29\sim 2.04$ ),该研究结果与本研究结果相一致。我国上海市女性健康研究显示<sup>[17]</sup>,将腰围身高比按五分位数划分,以最低分位数为参照,最高分位数缺血性卒中发病风险增加 67% ( $HR=1.67$ ,  $95\%CI: 1.37\sim 2.03$ )。上海市女性健康研究结果与本研究全人群研究结果基本一致。出血性卒中分析中,腰围身高比 $\geq 0.55$  组出血性卒中发病风险增加 73%, 0.46~0.49 和 0.50~0.54 组未发现发病风险增加。但我国也有研究显示<sup>[10]</sup>,腰围身高比与出血性卒中发病风险无关联。本研究中缺血性卒中和出血性卒中的结果不尽相同,可能原因是出血性卒中在我国发病率较低,研究中未能观察到足够的新发病例;还有可能的原因是,腰围身高比在不同卒中亚型中确实存在不一致的结果。具体的机制需要我们今后更多的研究来进行探索和验证。同时我们发现,各研究之间出血性卒中结果也不一致,其中可能原因是各研究人群地区不同,有研究显示,有些地区出血性卒中比例高,如贵州省、青海省、西藏自治区等高海拔地区<sup>[25]</sup>;还有可能原因是各研究随访时间不一,样本量大小不同,使得研究间得到的结局事件不同。因此今后也需要更大的样本,足够的随访时

间去研究腰围身高比与出血性卒中的关系。亚组分析结果显示,脑卒中分析结果发现,年龄对腰围身高比与脑卒中发病风险存在效应修饰作用(交互  $P<0.05$ )。缺血性卒中分析结果也发现,年龄对腰围身高比与缺血性卒中发病风险存在效应修饰作用(交互  $P<0.05$ )。脑卒中分析和缺血性卒中分析均显示,腰围身高比 $\geq 0.55$  组中年龄 $< 50$  岁人群,发病风险效应值更高,而在出血性卒中分析中未发现该交互作用。日本吹田市的一项研究显示<sup>[26]</sup>,腰围身高比和心血管疾病发病风险之间的关联在不同年龄组之间有所不同,且在中年人群中风险效应值更高。这提示我们,在脑卒中的防控中,也应重点关注某一组年龄人群。本研究结果提示应重点关注年龄 $< 50$  岁人群。敏感性分析结果未发生变化,提示研究结果较为稳健。

本研究存在不足。第一,本研究存在一定的失访,但失访率满足 $< 30\%$  的设计要求。其次,随访期间腰围身高比的变化未能获得。虽研究人群身高较为稳定,但腰围可能会有一定的波动,对结果会产生一定影响。再次,本研究对一些因素未能考虑进来(如空气污染等),可能存在残余混杂。

综上所述,腰围身高比是脑卒中及其亚型发病的危险因素。无论脑卒中还是其亚型结局,腰围身高比 $\geq 0.55$  均会增加其发病风险,且在年龄 $< 50$  岁人群中更明显。同时在针对脑卒中及缺血性卒中的防控中,不应忽视腰围身高比 $< 0.50$  (即 0.46~0.49) 人群。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

## 参 考 文 献

- [1] Zhou M, Wang H, Zeng X, et al. Mortality, morbidity, and risk factors in China and its provinces, 1990-2017: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2017[J]. Lancet, 2019, 394(10204):1145-1158. DOI: 10.1016/S0140-6736(19)30427-1.
- [2] 国家心血管病中心. 中国心血管病报告 2018[M]. 北京: 中国大百科全书出版社, 2019. National Center for Cardiovascular Diseases, China. Report on cardiovascular diseases in China 2018 [M]. Beijing: Encyclopedia of China Publishing House, 2019.
- [3] Cho JH, Rhee EJ, Park SE, et al. The Risk of Myocardial Infarction and Ischemic Stroke According to Waist Circumference in 21 749 261 Korean Adults: A Nationwide Population-Based Study[J]. Diabetes Metab J, 2019, 43(2): 206-221. DOI:10.4093/dmj.2018.0039.
- [4] Li Y, Yatsuya H, Iso H, et al. Body Mass Index and Risks of Incident Ischemic Stroke Subtypes: The Japan Public Health Center-Based Prospective (JPHC) Study[J]. J Epidemiol, 2019, 29(9): 325-333. DOI: 10.2188/jea.JE20170298.

- [5] Furukawa Y, Kokubo Y, Okamura T, et al. The relationship between waist circumference and the risk of stroke and myocardial infarction in a Japanese urban cohort: the Suita study[J]. *Stroke*, 2010, 41(3):550-553. DOI:10.1161/STROKEAHA.109.569145.
- [6] Chen Z, Iona A, Parish S, et al. Adiposity and risk of ischaemic and haemorrhagic stroke in 0.5 million Chinese men and women: a prospective cohort study[J]. *Lancet Glob Health*, 2018, 6(6):e630-640. DOI: 10.1016/S2214-109X(18)30216-X.
- [7] 赵连成, 彭亚光, 李莹, 等. 腰围和腰围身高比预测中心性肥胖的效果与差异[J]. *中华流行病学杂志*, 2013, 34(2): 120-124. DOI:10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2013.02.0003. Zhao LC, Peng YG, Li Y, et al. Contrast and efficacy of waist circumference and waist-to-height ratio in predicting central obesity[J]. *Chin J Epidemiol*, 2013, 34(2):120-124. DOI:10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2013.02.0003.
- [8] Yang H, Xin Z, Feng JP, et al. Waist-to-height ratio is better than body mass index and waist circumference as a screening criterion for metabolic syndrome in Han Chinese adults[J]. *Medicine (Baltimore)*, 2017, 96(39):e8192. DOI:10.1097/MD.00000000000008192.
- [9] Schneider HJ, Friedrich N, Klotsche J, et al. The predictive value of different measures of obesity for incident cardiovascular events and mortality[J]. *J Clin Endocrinol Metab*, 2010, 95(4):1777-1785. DOI:10.1210/jc.2009-1584.
- [10] Wang A, Wu J, Zhou Y, et al. Measures of adiposity and risk of stroke in China: a result from the Kailuan study[J]. *PLoS One*, 2013, 8(4): e61665. DOI: 10.1371/journal.pone.0061665.
- [11] Bodenant M, Kuulasmaa K, Wagner A, et al. Measures of abdominal adiposity and the risk of stroke: the MOnica Risk, Genetics, Archiving and Monograph (MORGAM) study[J]. *Stroke*, 2011, 42(10): 2872-2877. DOI: 10.1161/STROKEAHA.111.614099.
- [12] 赵文华, 宁光, 中国慢病监测(2010)项目国家项目工作组. 2010年中国慢性病监测项目的内容和方法[J]. *中华预防医学杂志*, 2012, 46(5): 477-479. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0253-9624.2012.05.023. Zhao WH, Ning G, China Chronic Disease Surveillance (2010) Project National Project Working Group. Content and methods of the China Chronic Disease Surveillance Program, 2010[J]. *Chin J Prev Med*, 2012, 46(5):477-479. DOI:10.3760/cma.j.issn.0253-9624.2012.05.023.
- [13] 中国疾病预防控制中心, 中国疾病预防控制中心慢性非传染性疾病预防控制中心. 慢性病及其危险因素监测报告-2010[M]. 北京:军事医学科学出版社, 2012. National Center for Chronic and Non-communicable Disease Control and Prevention, Chinese Center for Disease Control and Prevention. Report on chronic disease risk factor surveillance in China 2010[M]. Beijing: Military Medical Science Press, 2012.
- [14] 赵连成, 李莹, 彭亚光, 等. 中国成人中心性肥胖腰围身高比值的适宜切点的研究[J]. *中国预防医学杂志*, 2012, 13(7): 481-485. DOI:10.16506/j.1009-6639.2012.07.017. Zhao LC, Li Y, Peng YG, et al. The cut-off value of waist-to-height ratio in detecting central obesity in Chinese adult population[J]. *Chin Prev Med*, 2012, 13(7): 481-485. DOI:10.16506/j.1009-6639.2012.07.017.
- [15] Ashwell M, Gunn P, Gibson S. Waist-to-height ratio is a better screening tool than waist circumference and BMI for adult cardiometabolic risk factors: systematic review and Meta-analysis[J]. *Obes Rev*, 2012, 13(3):275-286. DOI: 10.1111/j.1467-789X.2011.00952.x.
- [16] Zhang X, Zhang M, Zhao Z, et al. Geographic Variation in Prevalence of Adult Obesity in China: Results From the 2013-2014 National Chronic Disease and Risk Factor Surveillance[J]. *Ann Intern Med*, 2020, 172(4): 291-293. DOI:10.7326/M19-0477.
- [17] Zhang X, Shu XO, Gao YT, et al. General and abdominal adiposity and risk of stroke in Chinese women[J]. *Stroke*, 2009, 40(4): 1098-1104. DOI: 10.1161/STROKEAHA.108.539692.
- [18] 李嘉琛, 吕筠, 高萌, 等. 中国成年人体质指数和腰围与主要慢性病风险的关联研究[J]. *中华流行病学杂志*, 2019, 40(12): 1541-1547. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2019.12.007. Li JC, Lyu J, Gao M, et al. Association of body mass index and waist circumference with major chronic diseases in Chinese adults[J]. *Chin J Epidemiol*, 2019, 40(12): 1541-1547. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2019.12.007.
- [19] Dhaliwal SS, Welborn TA. Central obesity and multivariable cardiovascular risk as assessed by the Framingham prediction scores[J]. *Am J Cardiol*, 2009, 103(10):1403-1407. DOI:10.1016/j.amjcard.2008.12.048.
- [20] Liu L, Gao B, Wang J, et al. Joint association of body mass index and central obesity with cardiovascular events and all-cause mortality in prediabetic population: A prospective cohort study[J]. *Obes Res Clin Pract*, 2019, 13(5):453-461. DOI:10.1016/j.orcp.2019.08.004.
- [21] Ashwell M, Gunn P, Gibson S. Waist-to-height ratio is a better screening tool than waist circumference and BMI for adult cardiometabolic risk factors: systematic review and Meta-analysis[J]. *Obes Rev*, 2012, 13(3):275-286. DOI: 10.1111/j.1467-789X.2011.00952.x.
- [22] 广东省糖尿病流行病学调查协作组. 腰围/身高比值: 预测糖尿病和高血压的有效的腹型肥胖指标[J]. *中华内分泌代谢杂志*, 2004, 20(3): 272-275. DOI: 10.3760/j.issn:1000-6699.2004.03.036. Guangdong Diabetes Epidemiology Survey Collaborative Group. Waist/height ratio: an effective index for abdominal obesity predicting diabetes and hypertension [J]. *Chin J Endocrinol Metab*, 2004, 20(3): 272-275. DOI: 10.3760/j.issn:1000-6699.2004.03.036.
- [23] Hsieh SD, Muto T. The superiority of waist-to-height ratio as an anthropometric index to evaluate clustering of coronary risk factors among non-obese men and women [J]. *Prev Med*, 2005, 40(2): 216-220. DOI: 10.1016/j.ypmed.2004.05.025.
- [24] Rådholm K, Chalmers J, Ohkuma T, et al. Use of the waist-to-height ratio to predict cardiovascular risk in patients with diabetes: Results from the ADVANCE-ON study[J]. *Diabetes Obes Metab*, 2018, 20(8): 1903-1910. DOI:10.1111/dom.13311.
- [25] Wang YJ, Li ZX, Gu HQ, et al. China Stroke Statistics 2019: A Report from the National Center for Healthcare Quality Management in Neurological Diseases, China National Clinical Research Center for Neurological Diseases, the Chinese Stroke Association, National Center for Chronic and Non-communicable Disease Control and Prevention, Chinese Center for Disease Control and Prevention and Institute for Global Neuroscience and Stroke Collaborations[J]. *Stroke Vasc Neurol*, 2020, svn-2020-000457. DOI:10.1136/svn-2020-000457.
- [26] Tatsumi Y, Watanabe M, Kokubo Y, et al. Effect of age on the association between waist-to-height ratio and incidence of cardiovascular disease: the Suita study[J]. *J Epidemiol*, 2013, 23(5): 351-359. DOI: 10.2188/jea.je20130004.