

我国成年人体质指数和腰围与缺血性卒中发病风险的前瞻性研究

从祥丰¹ 赵东辉² 刘少博¹ 徐婷玲¹ 王文娟¹ 马吉祥³ 李剑虹¹

¹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;²黑龙江省疾病预防控制中心,哈尔滨 150030;³中国疾病预防控制中心慢病和老龄健康管理处,北京 102206

从祥丰和赵东辉对本文有同等贡献

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

【摘要】 目的 分析我国成年人 BMI 和腰围与缺血性卒中发病风险的关联。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 年对该 60 个监测点人群进行随访,实际完成者 27 762 人。采用 Cox 比例风险回归模型分析不同人群 BMI 和腰围与缺血性卒中发病风险比,敏感性分析将死亡者和高胆固醇血症者剔除。结果 共纳入 26 907 人进入分析,随访期间观察到缺血性卒中事件 1 128 例(男性 491 例,女性 637 例)。调整相关混杂因素后,以 BMI 正常/腰围正常者为参照,全人群和男性具有 CVD 危险因素人群,BMI 正常/腹型肥胖组、超重/腹型肥胖组和肥胖/腹型肥胖组缺血性卒中发病风险分别增加 50%($HR=1.50, 95\%CI: 1.07\sim 2.08$)、51%($HR=1.51, 95\%CI: 1.20\sim 1.91$)、46%($HR=1.46, 95\%CI: 1.09\sim 1.96$)和 63%($HR=1.63, 95\%CI: 1.12\sim 2.38$)、56%($HR=1.56, 95\%CI: 1.20\sim 2.03$)、45%($HR=1.45, 95\%CI: 1.05\sim 2.01$),超重/腰围正常组未见发病风险增加;女性全人群和女性 CVD 危险因素人群,超重/腹型肥胖组和肥胖/腹型肥胖组发病风险分别增加 40%($HR=1.40, 95\%CI: 1.15\sim 1.72$)、46%($HR=1.46, 95\%CI: 1.16\sim 1.83$)和 35%($HR=1.35, 95\%CI: 1.08\sim 1.69$)、30%($HR=1.30, 95\%CI: 1.01\sim 1.67$),超重/腰围正常组和 BMI 正常/腹型肥胖组未见发病风险增加。敏感性分析结果未见变化。结论 在男性人群中,超重/肥胖且腹型肥胖或单纯腹型肥胖缺血性卒中发病风险增加;在女性人群中,超重/肥胖且腹型肥胖发病风险增加;提示在控制体重预防缺血性卒中,应将 BMI 和腰围进行结合来评价人群肥胖情况。

【关键词】 体质指数; 腰围; 缺血性卒中; 前瞻性队列

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

Association of body mass index and waist circumference with risk of ischemic stroke in adults in China: a prospective cohort study

Cong Xiangfeng¹, Zhao Donghui², Liu Shaobo¹, Xu Tingling¹, Wang Wenjuan¹, Ma Jixiang³, Li Jianhong¹

¹National Center for Chronic and Non-communicable Disease Control and Prevention, Chinese Center for Disease Control and Prevention, Beijing 100050, China; ²Heilongjiang Provincial Center for Disease Control and Prevention, Harbin 150030, China; ³Office of Non-communicable Diseases and Ageing Health Management, Chinese Center for Disease Control and Prevention, Beijing 102206, China

Cong Xiangfeng and Zhao Donghui contributed equally to the article

Corresponding author: Li Jianhong, Email: lijianhong@ncncd.chinacdc.cn

DOI: 10.3760/cma.j.cn112338-20200714-00938

收稿日期 2020-07-14 本文编辑 李银鸽

引用本文:从祥丰,赵东辉,刘少博,等.我国成年人体质指数和腰围与缺血性卒中发病风险的前瞻性研究[J].中华流行病学杂志,2021,42(9):1586-1593. DOI: 10.3760/cma.j.cn112338-20200714-00938.



【 Abstract 】 Objective To explore the relationship between body mass index (BMI), waist circumference (WC) and the risk for ischemic stroke in adults in China. **Methods** A total of 36 632 adults were selected from 60 surveillance areas (25 urban surveillance areas and 35 rural surveillance areas) in China Chronic Disease Surveillance Project in 2010 for a follow up study from 2016 to 2017 based on the baseline data in 2010. The follow up was completed for 27 762 adults. Cox proportional hazard regression model was used to analyze the association of body mass index and waist circumference with the risk for ischemic stroke in different populations. The death and hypercholesterolemia cases were excluded by sensitivity analysis. **Results** A total of 26 907 adults were included in the analysis. During the follow up period, 1 128 ischemic stroke events were observed (491 in men and 637 in women). After adjusting the related confounding factors and taking normal BMI/normal WC group as the reference, the risk for ischemic stroke increased by 50% in normal BMI/abdominal obesity group ($HR=1.50$, $95\%CI: 1.07-2.08$), 51% in overweight/abdominal obesity group ($HR=1.51$, $95\%CI: 1.20-1.91$), 46% in obesity/abdominal obesity group ($HR=1.46$, $95\%CI: 1.09-1.96$), and 63% in normal BMI/abdominal obesity group ($HR=1.63$, $95\%CI: 1.12-2.38$), 56% in overweight/abdominal obesity group ($HR=1.56$, $95\%CI: 1.20-2.03$) and 45% in obesity/abdominal obesity group ($HR=1.45$, $95\%CI: 1.05-2.01$) respectively in men and in men with CVD risk factors. There was no increased risks in the overweight/normal WC group. The risk increased by 40% in overweight/abdominal obesity group ($HR=1.40$, $95\%CI: 1.15-1.72$) and 46% in obesity/abdominal obesity group ($HR=1.46$, $95\%CI: 1.16-1.83$), and 35% in overweight/abdominal obesity group ($HR=1.35$, $95\%CI: 1.08-1.69$) and 30% in obesity/abdominal obesity group ($HR=1.30$, $95\%CI: 1.01-1.67$) respectively in women and women with CVD risk factors. There were no risk increases in overweight/normal WC group and normal BMI/abdominal obesity group. Sensitivity analysis results showed no change. **Conclusion** Overweight/obesity with abdominal obesity or abdominal obesity alone could increase the risk for stroke in men, and overweight/obesity with abdominal obesity could increase the risk for ischemic stroke in women; suggesting that BMI and WC should be used jointly to evaluate obesity in population for weight control to prevent ischemic stroke.

【 Key words 】 Body mass index; Waist circumference; Ischemic stroke; Prospective cohort

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

脑卒中已成为中国居民疾病负担最重的疾病,是导致我国居民死亡和残疾的主要原因^[1-2]。目前我国脑卒中现患人数约为 1 300 万,其中缺血性卒中占脑卒中总发病的 41%~79%,发病率比全球平均水平高 36%^[3-5]。研究表明,肥胖是影响缺血性卒中发病的重要危险因素^[6-8]。而我国评价肥胖的常用指标是 BMI,该指标存在一定的局限性,如肥胖评估的不准确性^[9];有学者推荐将腰围作为 BMI 的补充,以评估腹部脂肪的堆积^[10]。本研究利用前瞻性队列数据,分析我国成年人 BMI 和腰围与缺血性卒中发病风险的关联,为我国缺血性卒中的预防提供流行病学依据。

对象与方法

1. 研究对象:从 2010 年中国慢性病监测项目 162 个监测点(包括新疆生产建设兵团农二师)中选取 60 个监测点人群(城市监测点 25 个、农村监测

点 35 个,来自河北省、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(包括死亡者 814 人,其中死于心血管疾病者 238 人)。排除基线心血管病者、基线癌症者 389 人,基线腰围信息、随访结局事件缺失者 154 人,诊断日期错误者 52 人(不在基线调查日期和随访调查日期范围内),BMI(<15.0 或 ≥ 40.0 kg/m²)、腰围(<50 或 ≥ 150 cm)值异常者 55 人,同时考虑其他卒中亚型结局对结果的影响,排除 180 例脑出血患者、25 例蛛网膜下腔出血患者,最终共 26 907 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)、慢性患病情况等。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,无锡衡器厂有限公司)、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,东莞百利达健康器材有限公司)、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 HEM-7071 电子血压计,共测量 3 次,每次测量间隔 1 min,以后两次测量结果的平均值作为最终血压值),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^[11]。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)^[12]。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”“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,如果调查点有心血管事件报告系统,还会与该系统中的数据进行核对)。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),本研究缺血性卒中(I63)发病结局的分析,我们仅将第一次发生缺血性卒中事件计算在内。

3. 指标定义及分组:①人体测量组:根据 BMI [BMI 正常: $<24.0 \text{ kg/m}^2$ (体重过轻较少,将其归到该类别)、超重: $24.0 \sim 27.9 \text{ kg/m}^2$ 和肥胖: $\geq 28.0 \text{ kg/m}^2$]和腰围(腰围正常:男性腰围 $<85 \text{ cm}$,女性 $<80 \text{ cm}$ 和腹型肥胖:男性腰围 $\geq 85 \text{ cm}$,女性 $\geq 80 \text{ cm}$)类别,将受试者分为 5 个人体测量组: BMI 正常/腰围正常、超重/腰围正常、BMI 正常/腹型肥胖、超重/腹型肥胖、肥胖/腹型肥胖。肥胖人群没有根据腰围将其进一步分为肥胖/腰围正常和肥胖/腹型肥胖人群,将其一律视为肥胖/腹型肥胖人群,因为大多数肥胖者的腰围超过腹型肥胖的分界点(分界点:男性 $\geq 85 \text{ cm}$,女性 $\geq 80 \text{ cm}$),本研究中男性仅有 70 名肥胖者的腰围正常,女性仅有 95 名肥胖者的腰围正常,且多数接近分界点。②高血压:SBP $\geq 140 \text{ mmHg}$ ($1 \text{ mmHg}=0.133 \text{ kPa}$)和(或)DBP $\geq 90 \text{ mmHg}$,或已被乡镇(社区)级或以上医院确诊为高血压的患者。③糖尿病:FPG $\geq 7.0 \text{ mmol/L}$ 和(或)餐后 2 h 血糖 $\geq 11.1 \text{ mmol/L}$,或已被乡镇(社区)级或以上医院确诊为糖尿病。

④低 HDL-C 血症:HDL-C $<1.04 \text{ mmol/L}$;高胆固醇血症:TC $\geq 6.22 \text{ mmol/L}$ ^[13]。⑤CVD 危险因素人群:基线时患有糖尿病、高血压或低 HDL-C 血症人群。⑥蔬菜水果摄入不足:指人均每日蔬菜水果摄入量不足 400 g。

4. 统计学分析:采用 SAS 9.4 软件进行数据清理和统计分析。比较人体测量组间研究对象人口学资料等基线特征差异,采用 χ^2 检验或 Kruskal-Wallis H 检验。应用 Cox 比例风险模型评估人体测量组与缺血性卒中发病风险的关联,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。模型调整的协变量包括年龄、文化程度(小学以下、小学、中学和高中及以上)、婚姻状况(未婚、已婚/同居和其他)、职业(农林牧渔劳动者、商业服务人员/工人、专业和管理人员、退休人员 and 未就业/其他)、吸烟状况(当前吸烟、以前吸烟和从不吸烟)、当前饮酒(是、否)、身体活动、自评健康(非常好、好、一般和差)、蔬菜摄入频率($<4 \text{ d/周}$ 、 $4 \sim 6 \text{ d/周}$ 和每天)、水果摄入频率(从不/很少、 $1 \sim 2 \text{ d/周}$ 、 $3 \sim 6 \text{ d/周}$ 和每天)、蔬菜水果摄入不足(是、否)、城乡和地区(东部、中部、西部)。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,将死亡人群和基线高胆固醇血症者剔除,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:本研究共纳入 26 907 名研究对象,男性 12 153 人(占 45.2%),女性 14 754 人(占 54.8%);在男性人群中,BMI 正常/腰围正常占 48.8%、超重/腰围正常占 10.6%、BMI 正常/腹型肥胖占 6.7%、超重/腹型肥胖占 22.2%、肥胖/腹型肥胖占 11.7%,不同人体测量组的年龄、文化程度、婚姻状况、吸烟状况、饮酒、糖尿病、高血压、低 HDL-C、水果摄入频率、身体活动方面的差异有统计学意义(均 $P < 0.05$);在女性人群中,BMI 正常/腰围正常占 42.7%、超重/腰围正常占 8.8%、BMI 正常/腹型肥胖占 9.6%、超重/腹型肥胖占 24.4%、肥胖/腹型肥胖占 14.5%,不同人体测量组的年龄、文化程度、婚姻状况、吸烟状况、饮酒、糖尿病、高血压、低 HDL-C、身体活动方面的差异有统计学意义(均 $P < 0.05$)。见表 1。

2. BMI 和腰围与缺血性卒中发病风险关联分析:男性人群中,随访(6.33 ± 0.77)人年,共计随访

表 1 研究对象基线特征

组别	合计	BMI 正常/腰围正常	超重/腰围正常	BMI 正常/腹型肥胖	超重/腹型肥胖	肥胖/腹型肥胖
男性						
人数	12 153(100.0)	5 931(48.8)	1 282(10.6)	818(6.7)	2 695(22.2)	1 427(11.7)
年龄(岁)	47(38,58)	47(37,59)	47(38,57)	50(40,60)	48(40,58)	46(38,56) ^a
文化程度						
小学以下	2 038(16.8)	1 234(20.8)	185(14.4)	141(17.2)	328(12.2)	150(10.5) ^a
小学	2 549(21.0)	1 310(22.1)	280(21.8)	163(19.9)	523(19.4)	273(19.1)
初中	4 675(38.5)	2 256(38.0)	502(39.2)	325(39.8)	1 040(38.6)	552(38.7)
高中及以上	2 891(23.7)	1 131(19.1)	315(24.6)	189(23.1)	804(29.8)	452(31.7)
婚姻状况						
未婚	1 021(8.4)	685(11.5)	93(7.3)	47(5.7)	107(4.0)	89(6.2) ^a
已婚/同居	10 132(83.4)	4 738(79.9)	1 071(83.5)	702(85.9)	2 369(87.9)	1 252(87.9)
其他	1 000(8.2)	508(8.6)	118(9.2)	69(8.4)	219(8.1)	86(6.0)
吸烟状况						
当前吸	6 957(57.3)	3 648(61.5)	693(54.0)	458(56.0)	1 462(54.2)	696(48.7) ^a
以前吸	1 387(11.4)	568(9.6)	128(10.0)	98(12.0)	398(14.8)	195(13.7)
从不吸	3 809(31.3)	1 715(28.9)	461(36.0)	262(32.0)	835(31.0)	536(37.6)
当前饮酒						
是	7 385(60.8)	3 514(59.2)	763(59.5)	499(61.0)	1 729(64.2)	880(61.7) ^a
否	4 768(39.2)	2 417(40.8)	519(40.5)	319(39.0)	966(35.8)	547(38.3)
糖尿病	1 296(10.7)	404(6.8)	130(10.1)	110(13.4)	402(14.9)	250(17.5) ^a
高血压	4 864(40.0)	1 729(29.2)	540(42.1)	328(40.1)	1 373(50.9)	894(62.6) ^a
低 HDL-C	5 632(46.3)	2 163(36.5)	596(46.5)	367(44.9)	1 549(57.5)	957(67.1) ^a
蔬菜摄入频率(d/周)						
<4	460(3.8)	210(3.5)	56(4.4)	30(3.7)	97(3.6)	67(4.7)
4~6	237(2.0)	122(2.1)	21(1.6)	14(1.7)	54(2.0)	26(1.8)
每天	11 456(94.2)	5 599(94.4)	1 205(94.0)	774(94.6)	2 544(94.4)	1 334(93.5)
水果摄入频率(d/周)						
从不/很少	1 710(14.1)	875(14.8)	163(12.7)	125(15.3)	356(13.2)	439(30.8) ^a
1~2	5 082(41.7)	2 584(43.7)	570(44.5)	309(37.8)	1 092(40.6)	270(18.9)
3~6	2 243(18.5)	1 116(18.8)	235(18.3)	141(17.2)	481(17.8)	527(36.9)
每天	3 118(25.7)	1 356(22.9)	314(24.5)	243(29.7)	766(28.4)	191(13.4)
身体活动(MET-h/d)	16.5(9.4,33.2)	19.2(10.1,38.1)	18.3(10.1,35.5)	14.3(8.8,27.2)	14.2(9.0,27.2)	14.3(9.0,27.2) ^a
女性						
人数	14 754(100.0)	6 294(42.7)	1 304(8.8)	1 411(9.6)	3 601(24.4)	2 144(14.5)
年龄(岁)	47(38,57)	43(34,55)	44(38,53)	53(41,61)	51(42,59)	50(42,59) ^a
文化程度						
小学以下	4 715(32.0)	1 896(30.1)	305(23.4)	542(38.5)	1 251(34.7)	721(33.6) ^a
小学	3 046(20.6)	1 176(18.7)	281(21.5)	294(20.8)	826(22.9)	469(21.9)
初中	4 273(29.0)	1 829(29.1)	458(35.2)	356(25.2)	978(27.2)	652(30.4)
高中及以上	2 720(18.4)	1 393(22.1)	260(19.9)	219(15.5)	546(15.2)	302(14.1)
婚姻状况						
未婚	585(4.0)	421(6.7)	35(2.7)	36(2.6)	60(1.7)	33(1.5) ^a
已婚/同居	12 399(84.0)	5 134(81.6)	1 147(88.0)	1 173(83.1)	3 096(86.0)	1 849(86.3)
其他	1 770(12.0)	739(11.7)	122(9.3)	202(14.3)	445(12.3)	262(12.2)
吸烟状况						
当前吸	511(3.5)	209(3.3)	36(2.8)	63(4.5)	128(3.6)	75(3.5) ^a
以前吸	142(1.0)	46(0.7)	11(0.8)	14(1.0)	54(1.5)	17(0.8)
从不吸	14 101(95.5)	6 039(96.0)	1 257(96.4)	1 334(94.5)	3 419(94.9)	2 052(95.7)
当前饮酒						
是	2 414(16.4)	1 107(17.6)	212(16.3)	257(18.2)	567(15.7)	271(12.6) ^a
否	12 340(83.6)	5 187(82.4)	1 092(83.7)	1 154(81.8)	3 034(84.3)	1 873(87.4)
糖尿病	1 443(9.8)	318(5.1)	86(6.6)	176(12.5)	488(13.6)	375(17.5) ^a
高血压	5 639(38.2)	1 501(23.8)	483(37.0)	557(39.5)	1 759(48.8)	1 339(62.5) ^a
低 HDL-C	5 700(38.6)	1 967(31.3)	563(43.2)	522(37.0)	1 599(44.4)	1 049(48.9) ^a
蔬菜摄入频率(d/周)						
<4	513(3.5)	213(3.4)	47(3.6)	56(4.0)	121(3.4)	76(3.6)
4~6	241(1.6)	97(1.5)	20(1.5)	28(2.0)	63(1.7)	33(1.5)
每天	14 000(94.9)	5 984(95.1)	1 237(94.9)	1 327(94.0)	3 417(94.9)	2 035(94.9)
水果摄入频率(d/周)						
从不/很少	1 524(10.3)	669(10.6)	103(7.9)	159(11.3)	363(10.1)	230(10.7)
1~2	5 154(34.9)	2 176(34.6)	473(36.3)	518(36.7)	1 258(34.9)	729(34.0)
3~6	2 648(17.9)	1 142(18.1)	225(17.3)	245(17.4)	661(18.4)	375(17.5)
每天	5 428(36.9)	2 307(36.7)	503(38.5)	489(34.6)	1 319(36.6)	810(37.8)
身体活动(MET-h/d)	15.1(10.1,23.3)	15.2(10.2,23.8)	15.2(10.3,24.1)	13.8(9.4,21.3)	15.0(10.1,24.1)	14.4(9.9,22.5) ^a

注:数据用 $M(P_{25}, P_{75})$ 或 $n(\%)$ 表示; MET: 代谢当量; ^a 人体测量组间基线特征比较 $P < 0.05$

76 868.28 人年,观察到缺血性卒中事件 491 例,发病密度为 6.39/1 000 人年;男性具有 CVD 危险因素人群中,观察到缺血性卒中事件 388 例,发病密度为 7.26/1 000 人年。调整相关混杂因素后,男性全人群结果显示,与 BMI 正常/腰围正常者相比,BMI 正常/腹型肥胖者、超重/腹型肥胖者、肥胖/腹型肥胖者发生缺血性卒中风险分别增加 50% ($HR=1.50$, $95\%CI: 1.07\sim 2.08$)、51% ($HR=1.51$, $95\%CI: 1.20\sim 1.91$) 和 46% ($HR=1.46$, $95\%CI: 1.09\sim 1.96$); 男性具有 CVD 危险因素人群中结果显示,BMI 正常/腹型肥胖者、超重/腹型肥胖者、肥胖/腹型肥胖者发生缺血性卒中风险分别增加 63% ($HR=1.63$, $95\%CI: 1.12\sim 2.38$)、56% ($HR=1.56$, $95\%CI: 1.20\sim 2.03$) 和 45% ($HR=1.45$, $95\%CI: 1.05\sim 2.01$)。超重/腰围正常组未见发病风险增加。见表 2。

女性人群中,平均随访(6.35±0.68)人年,共计随访 93 724.71 人年,观察到缺血性卒中事件 637 例,发病密度为 6.80/1 000 人年;女性中具有 CVD 危险因素人群,观察到缺血性卒中事件 529 例,发病密度为 8.97/1 000 人年。在调整相关

混杂因素后,以 BMI 正常/腰围正常者为参照,女性全人群结果显示,超重/腹型肥胖者、肥胖/腹型肥胖者发生缺血性卒中的风险分别增加 40% ($HR=1.40$, $95\%CI: 1.15\sim 1.72$) 和 46% ($HR=1.46$, $95\%CI: 1.16\sim 1.83$); 女性 CVD 危险因素人群结果显示,超重/腹型肥胖者、肥胖/腹型肥胖者发生缺血性卒中的风险增加 35% ($HR=1.35$, $95\%CI: 1.08\sim 1.69$) 和 30% ($HR=1.30$, $95\%CI: 1.01\sim 1.67$)。超重/腰围正常组和 BMI 正常/腹型肥胖组未见发病风险增加。见表 2。

3. 亚组分析和敏感性分析:男性人群中按年龄、文化程度、吸烟状况、当前饮酒和城乡基线特征进行亚组分析,结果显示,全人群和 CVD 危险因素人群均未发现这些基线特征对人体测量组与缺血性卒中发病风险的关联存在效应修饰作用(交互均 $P>0.05$)。敏感性分析将死亡者 356 人和高胆固醇血症者 376 人进行剔除,结果未发生变化,即使是 BMI 正常的腹型肥胖者,敏感性分析结果显示(死亡者和高胆固醇血症者同时剔除),在男性全人群和男性 CVD 危险因素人群发生缺血性卒中的风险

表 2 BMI 和腰围与缺血性卒中发病风险关联分析

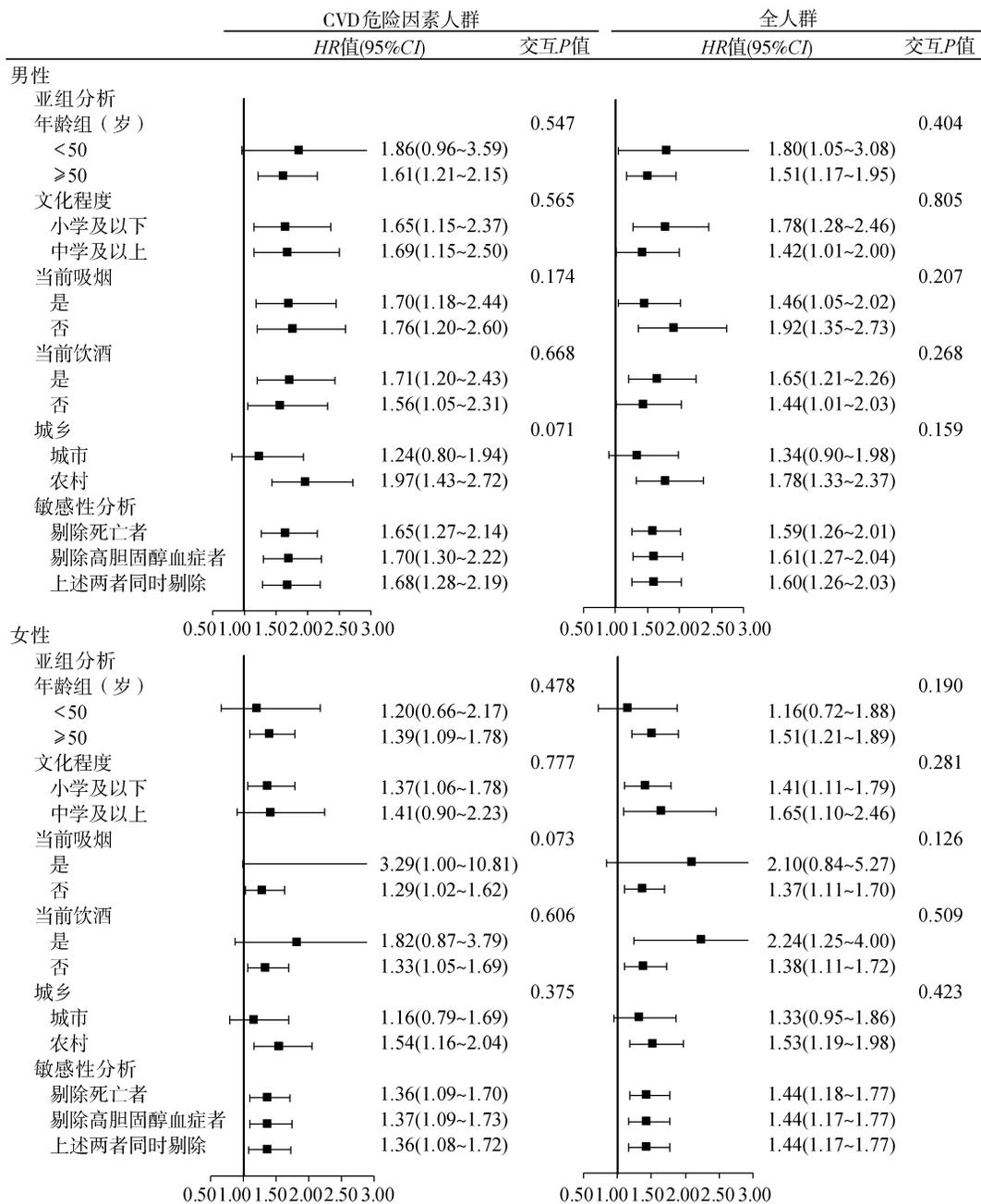
组别	BMI 正常/腰围正常	超重/腰围正常	BMI 正常/腹型肥胖	超重/腹型肥胖	肥胖/腹型肥胖
男性					
总人数(%)	5 931(48.8)	1 282(10.5)	818(6.7)	2 695(22.2)	1 427(11.7)
发病人数	196	51	45	134	65
发病密度(/1 000 人年)	5.22	6.25	8.77	7.90	7.20
HR 值(95%CI)	1.00(参照)	1.26(0.92~1.73)	1.50(1.07~2.08)	1.51(1.20~1.91)	1.46(1.09~1.96)
P 值	-	0.150	0.018	0.001	0.011
CVD 危险因素人群(%)	3 484(41.1)	927(10.9)	578(6.8)	2 212(26.1)	1 283(15.1)
发病人数	129	43	37	120	59
发病密度(/1 000 人年)	5.87	7.32	10.24	8.64	7.27
HR 值(95%CI)	1.00(参照)	1.30(0.91~1.86)	1.63(1.12~2.38)	1.56(1.20~2.03)	1.45(1.05~2.01)
P 值	-	0.143	0.011	0.001	0.024
女性					
总人数(%)	6 294(42.7)	1 304(8.8)	1 411(9.6)	3 601(24.4)	2 144(14.5)
发病人数	189	38	69	210	131
发病密度(/1 000 人年)	4.70	4.55	7.71	9.26	9.70
HR 值(95%CI)	1.00(参照)	1.00(0.70~1.42)	1.11(0.83~1.47)	1.40(1.15~1.72)	1.46(1.16~1.83)
P 值	-	0.983	0.483	0.001	0.001
CVD 危险因素人群(%)	3 123(33.4)	863(9.2)	918(9.8)	2 654(28.4)	1 787(19.1)
发病人数	137	32	53	188	119
发病密度(/1 000 人年)	6.91	5.80	9.13	11.31	10.61
HR 值(95%CI)	1.00(参照)	0.91(0.61~1.33)	0.97(0.70~1.34)	1.35(1.08~1.69)	1.30(1.01~1.67)
P 值	-	0.614	0.850	0.009	0.042

注:等比例风险假设验证均符合;模型调整因素包括年龄、文化程度、婚姻状况、职业、吸烟状况、当前饮酒、身体活动、自评健康、蔬菜摄入频率、水果摄入频率、蔬菜水果摄入不足、城乡和地区

分别增加 59% ($HR=1.59, 95\%CI: 1.14\sim 2.23$) 和 73% ($HR=1.73, 95\%CI: 1.18\sim 2.53$)。女性人群分析中,亚组分析结果显示,全人群和 CVD 危险因素人群也均未发现上述基线特征对人体测量组与缺血性卒中发病风险的关联存在效应修饰作用(均交互 $P>0.05$),敏感性分析将死亡者 220 人和高胆固醇血症者 449 人进行剔除,结果未发现变化。见图 1(仅列出超重/腹型肥胖组,其他人体测量组结果未列出)。

讨 论

目前我国居民总体肥胖率为 14.0% (13.4%~14.7%), 男性为 14.0% (13.3%~14.7%), 女性为 14.1% (13.3%~14.8%); 腹型肥胖率为 31.5% (30.5%~32.6%), 男性为 30.7% (29.5%~31.9%), 女性为 32.4% (31.2%~33.7%)^[14]。肥胖是缺血性卒中发病的重要危险因素^[15]。以往一些研究仅涉及肥胖的单一指标(如总体肥胖或腹型肥胖),未将总体



注:以 BMI 正常/腰围正常组为参照,报告超重/腹型肥胖组发生脑卒中的风险效应值;模型调整年龄、文化程度、婚姻状况、职业、吸烟状况、当前饮酒、身体活动、自评健康、蔬菜摄入频率、水果摄入频率、蔬菜水果摄入不足、城乡、地区,不包括分层因素

图 1 腰围和 BMI 与缺血性卒中发病风险关联亚组分析和敏感性分析

肥胖和腹型肥胖结合考虑^[16-19]。本研究利用队列数据,揭示总体肥胖和腹型肥胖的结合与缺血性卒中发病的关联。

结果显示,在男性全人群中,以 BMI 正常/腰围正常组为参照,BMI 正常/腹型肥胖组、超重/腹型肥胖组和肥胖/腹型肥胖组发生缺血性卒中的风险分别增加 50%、51% 和 46%,在超重/腰围正常组未见统计学意义。同时发现男性 BMI 正常/腹型肥胖组与超重/腹型肥胖组、肥胖/腹型肥胖组发病风险增加基本相同,且男性 CVD 危险因素人群结果与男性全人群结果一致。可以看出在男性不同肥胖模式人群,脑卒中发病风险不同,在腹型肥胖(无论 BMI 正常还是超重/肥胖)人群,脑卒中的发病风险均会增加,而在单纯超重人群(腰围正常),未见发病风险增加。这提示我们,在男性中应关注腹型肥胖人群(无论是 BMI 正常还是超重/肥胖)。因此在男性全人群中控制腹型肥胖(由腰围定义)预防缺血性卒中是重要的。日本的一项针对年龄在 40~64 岁的 117 163 人的研究发现,在男性人群中,腹型肥胖人群(正常体重或超重肥胖)CVD 相关风险因素均较高,重点关注腹型肥胖(无论是正常体重腹型肥胖还是超重腹型肥胖)对预防心血管疾病非常重要^[20]。我国一项基于 18 703 例糖尿病前期的人群研究发现,与 BMI 正常/腰围正常男性相比,超重/腹型肥胖男性发生心血管事件的风险增加($HR=1.32, 95\%CI: 1.05\sim 1.67$),肥胖/腹型肥胖发病风险为 1.31($95\%CI: 1.03\sim 1.66$)^[21],与本研究的结论一致。但也有研究显示,在男性中,没有观察到腹型肥胖与中风发病风险增加的关系,如日本的一项城市队列研究、西班牙的一项病例对照研究^[22-23]。

在女性全人群中,我们发现超重/腹型肥胖组和肥胖/腹型肥胖组发生缺血性卒中的风险分别增加 40% 和 46%,超重/腰围正常组和 BMI 正常/腹型肥胖组未发现统计学意义。女性 CVD 危险因素人群结果与女性全人群结果一致。在女性人群中,单纯的超重或单纯的腹型肥胖,缺血性卒中的发病风险并未增加,而在超重/肥胖且腹型肥胖者中缺血性卒中发病风险增加。这提示我们在女性人群中,针对超重/腹型肥胖,肥胖模式人群进行腰围或 BMI 的控制有利于缺血性卒中的预防。研究显示,对于女性而言,预防腹型肥胖以降低脑卒中风险较为重要^[6,25],本研究发现在超重/肥胖人群进行腹型肥胖的预防更有意义。也有研究显示,在心血管疾

病的防控上,腰围和 BMI 指标结合考虑评估人群的肥胖模式比单独腰围或单独 BMI 指标较好,表明腰围和 BMI 的结合是有必要的^[25]。将 BMI 和腰围结合起来确定人群的肥胖模式,可以更全面地反映一个人的肥胖情况,在预防措施的建议上也更具有公共卫生学意义。

敏感性分析显示,男性人群结果和女性人群结果均未发生变化,提示研究结果较为稳健。有研究显示,体重增加导致中风发病风险升高,部分机制可能是通过血压的升高^[26]。但本研究在 CVD 危险因素人群(基线患有高血压、糖尿病或低高密度脂蛋白血症人群)研究结果显示,在男性中单纯腹型肥胖增加缺血性卒中发病风险,在女性中未发现发病风险增加,其中的机制有待进一步去研究。

本研究存在不足。首先,本研究存在一定的失访,虽失访率满足 <30% 的设计要求,但仍相对偏高,可能会对研究结果产生影响(低估或高估)。其次,随访期间的体重和腰围变化未能获得。但本研究的主体人群是 30~70 岁人群,这类人群体重和腰围相对较稳定,对结果的影响可能有限。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,在男性人群中,超重/肥胖且腹型肥胖或单纯腹型肥胖缺血性卒中发病风险增加;在女性人群中,超重/肥胖且腹型肥胖发病风险增加。将 BMI 和腰围结合考虑,研究体重对缺血性卒中的发病影响,对预防措施的提出具有针对性,有利于开展控制体重预防缺血性卒中的活动。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参 考 文 献

- [1] Zhou MG, Wang HD, Zeng XY, 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] Liu LP, Wang D, Wong KSL, et al. Stroke and stroke care in China: huge burden, significant workload, and a national priority[J]. Stroke, 2011, 42(12): 3651-3654. DOI: 10.1161/STROKEAHA.111.635755.
- [3] 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.
- [4] Tsai CF, Thomas B, Sudlow CLM. Epidemiology of stroke and its subtypes in Chinese vs white populations: a systematic review[J]. Neurology, 2013, 81(3): 264-272.

- DOI:10.1212/WNL.0b013e31829bfde3.
- [5] Zhao D, Liu J, Wang M, et al. Epidemiology of cardiovascular disease in China: current features and implications[J]. *Nat Rev Cardiol*, 2019, 16(4): 203 - 212. DOI:10.1038/s41569-018-0119-4.
- [6] Zahn K, Linseisen J, Heier M, et al. Body fat distribution and risk of incident ischemic stroke in men and women aged 50 to 74 years from the general population. The KORA Augsburg cohort study[J]. *PLoS One*, 2018, 13(2): e0191630. DOI:10.1371/journal.pone.0191630.
- [7] Thaikruea L, Thammasarot J. Prevalence of normal weight central obesity among Thai healthcare providers and their association with CVD risk: a cross-sectional study[J]. *Sci Rep*, 2016, 6:37100. DOI:10.1038/srep37100.
- [8] 田园梦, 井丽, 林敏, 等. 辽宁省农村地区缺血性卒中的患病率及其危险因素分析[J]. *中华心血管病杂志*, 2020, 48(2):148-153. DOI:10.3760/cma.j.issn.0253-3758.2020.02.011.
Tian YM, Jing L, Lin M, et al. Prevalence and risk factors of ischemic stroke in rural areas of Liaoning province[J]. *Chin J Cardiol*, 2020, 48(2):148-153. DOI:10.3760/cma.j.issn.0253-3758.2020.02.011.
- [9] He X, Liu C, Chen YL, et al. Overweight without central obesity, cardiovascular risk, and all-cause mortality[J]. *Mayo Clin Proc*, 2018, 93(6): 709-720. DOI: 10.1016/j.mayocp.2018.01.027.
- [10] Rao G, Powell-Wiley TM, Ancheta I, et al. Identification of obesity and cardiovascular risk in ethnically and racially diverse populations: a scientific statement from the American Heart Association[J]. *Circulation*, 2015, 132(5): 457-472. DOI:10.1161/CIR.0000000000000223.
- [11] 赵文华, 宁光. 2010 年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. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0253-9624.2012.05.023.
Zhao WH, Ning G. 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.
- [12] 中国疾病预防控制中心慢性非传染性疾病预防控制中心. 中国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.
- [13] 中国成人血脂异常防治指南制定联合委员会. 中国成人血脂异常防治指南[J]. *中华心血管病杂志*, 2007, 35(5): 390-419. DOI:10.3760/j.issn:0253-3758.2007.05.003.
Joint Committee for Developing Chinese Guidelines on Prevention and Treatment of Dyslipidemia in Adults. Chinese guidelines on prevention and treatment of dyslipidemia in adults[J]. *Chin J Cardiol*, 2007, 35(5): 390-419. DOI:10.3760/j.issn:0253-3758.2007.05.003.
- [14] Zhang X, Zhang M, Zhao ZP, 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.
- [15] Kroll ME, Green J, Beral V, et al. Adiposity and ischemic and hemorrhagic stroke: Prospective study in women and Meta-analysis[J]. *Neurology*, 2016, 87(14): 1473-1481. DOI:10.1212/WNL.0000000000003171.
- [16] Chen ZM, 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.
- [17] Song YM, Sung J, Smith GD, et al. Body mass index and ischemic and hemorrhagic stroke: a prospective study in Korean men[J]. *Stroke*, 2004, 35(4): 831-836. DOI: 10.1161/01.STR.0000119386.22691.1C.
- [18] Yonemoto K, Doi Y, Hata J, et al. Body mass index and stroke incidence in a Japanese community: the Hisayama study[J]. *Hypertens Res*, 2011, 34(2): 274 - 279. DOI: 10.1038/hr.2010.220.
- [19] Shen Y, Shi LZ, Nauman E, et al. Association between Body Mass Index and Stroke Risk Among Patients with Type 2 Diabetes[J]. *J Clin Endocrinol Metab*, 2020, 105(1): 96 - 105. DOI:10.1210/clinem/dgz032.
- [20] Shirasawa T, Ochiai H, Yoshimoto T, et al. Associations between normal weight central obesity and cardiovascular disease risk factors in Japanese middle-aged adults: a cross-sectional study[J]. *J Health Popul Nutr*, 2019, 38(1):46. DOI:10.1186/s41043-019-0201-5.
- [21] Liu LL, Gao BX, Wang JW, 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.
- [22] 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.
- [23] Rodríguez-Campello A, Jiménez-Conde J, Ois Á, et al. Sex-related differences in abdominal obesity impact on ischemic stroke risk[J]. *Eur J Neurol*, 2017, 24(2): 397 - 403. DOI:10.1111/ene.13216.
- [24] Dale CE, Fatemifar G, Palmer TM, et al. Causal associations of adiposity and body fat distribution with coronary heart disease, stroke subtypes, and type 2 diabetes mellitus: a Mendelian randomization analysis[J]. *Circulation*, 2017, 135(24): 2373-2388. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.116.026560.
- [25] Ying X, Song ZY, Zhao CJ, et al. Body mass index, waist circumference, and cardiometabolic risk factors in young and middle-aged Chinese women[J]. *J Zhejiang Univ Sci B*, 2010, 11(9):639-646. DOI:10.1631/jzus.B1000105.
- [26] Ohlsson C, Bygdell M, Sundén A, et al. BMI increase through puberty and adolescence is associated with risk of adult stroke[J]. *Neurology*, 2017, 89(4):363-369. DOI: 10.1212/WNL.0000000000004158.