

• 临床研究 •

代谢综合征及其组分与脑卒中发病关系的前瞻性队列研究

孔晓玲¹, 史宏¹, 潘英姿¹, 许敏锐¹, 石素逸¹, 宗菁¹, 闫于飘¹, 杨佳成¹, 张锡炳¹, 杭栋², 刘逸舒², 强德仁^{1*}¹常州市武进区疾病预防控制中心慢病科, 江苏 常州 213164; ²南京医科大学公共卫生学院, 江苏 南京 211166

[摘要] 目的: 探讨代谢综合征(metabolic syndrome, MS)及其组分与脑卒中发病风险的关联。方法: 采用前瞻性队列研究方法比较脑卒中发病与未发病人群人口统计学信息、行为生活方式、饮食习惯、疾病史、MS相关指标之间差异。采用Cox比例风险回归模型分析MS组分及其交互作用与脑卒中发病的关联。结果: 脑卒中发病人群的年龄、腰围(waist circumference, WC)、体重指数(body mass index, BMI)、血压(blood pressure, BP)、总胆固醇(total cholesterol, TC)、甘油三酯(triglycerides, TG)、空腹血糖(fasting plasma glucose, FPG)值均高于未发病人群。校正混杂因素后, MS、WC、TG、BP、FPG均与脑卒中发病风险增加相关, 其中BP异常与脑卒中发病的联系最强。WC、TG、BP、FPG两两之间均不存在相乘交互作用及相加交互作用。结论: MS与脑卒中发病风险增加相关。WC、TG、BP和FPG是脑卒中发病的独立危险因素。BP异常对脑卒中发病的影响最大。

[关键词] 脑卒中; 代谢综合征; 队列研究; 交互作用**[中图分类号]** R589; R743**[文献标志码]** A**[文章编号]** 1007-4368(2024)09-1238-08**doi:** 10.7655/NYDXBNSN240445

A prospective cohort study on the relationship between metabolic syndrome and its components and the incidence of stroke

KONG Xiaoling¹, SHI Hong¹, PAN Yingzi¹, XU Minrui¹, SHI Suyi¹, ZONG Jing¹, YAN Yupiao¹, YANG Jiacheng¹, ZHANG Xibing¹, HANG Dong², LIU Yishu², QIANG Deren^{1*}¹Department of Chronic Disease, Wujin District Center for Disease Control and Prevention, Changzhou 213164;²School of Public Health, Nanjing Medical University, Nanjing 211166, China

[Abstract] **Objective:** To investigate the association between metabolic syndrome (MS) and its components with the risk of stroke incidence. **Methods:** A prospective cohort study was conducted to compare the differences in demographic information, behavioral lifestyle, dietary habits, medical history, and MS-related indicators between people with and without stroke. The Cox proportional hazards regression analysis model was used to analyze the association between MS components, their interactions, and the incidence of stroke. **Results:** Stroke patients had higher age, waist circumference (WC), body mass index (BMI), blood pressure (BP), total cholesterol (TC), triglycerides (TG), and fasting plasma glucose (FPG) compared to non-stroke patients. After adjusting for confounding factors, MS, WC, TG, BP, and FPG were all associated with an increased risk of stroke, with abnormal BP showing the strongest association with stroke incidence. There were no multiplicative interaction or additive interactions between WC, TG, BP, and FPG. **Conclusion:** MS is associated with an increased risk of stroke incidence. WC, TG, BP, and FPG independently contribute to stroke risk, with abnormal BP exerting the greatest impact on stroke incidence.

[Key words] stroke; metabolic syndrome; cohort study; interaction

[J Nanjing Med Univ, 2024, 44(09): 1238-1245]

[基金项目] 江苏省预防医学科研课题面上项目(Ym2023014); 2021年度常州市卫健委科技项目(青年人才科技项目)(QN202141); 常州市卫健委科技项目(QN202382); 2022年武进区科技创新发展专项资金; 南京医科大学常州公共卫生高等研究院开放课题(CPHN202303)

*通信作者(Corresponding author), E-mail: wujinned@163.com

脑卒中是一种引起中枢神经系统急性局灶性病变的血管疾病^[1],具有发病率高、复发率高、致残率高、死亡率高、经济负担高等特点^[2]。脑卒中是世界上第2大死亡原因,据估计,全球因脑卒中造成的损失超过7 210亿美元^[3]。随着人口老龄化和城市化进程的加快,不良生活方式盛行,心脑血管疾病危险因素广泛暴露,中国的脑卒中负担呈暴发式增长^[2]。2015年以来,脑卒中已成为我国首要死因和致残原因。作为重大慢性非传染性疾病,严重威胁国民健康^[4]。代谢综合征(metabolic syndrome, MS)是一种以中心性肥胖、甘油三酯(triglycerides, TG)升高、糖尿病、血压(blood pressure, BP)升高和高密度脂蛋白胆固醇(high-density lipoprotein cholesterol, HDL-C)降低等为特征的临床症候群^[5-6]。当前国内外关于MS与脑卒中关系的研究较多,但是MS组分与脑卒中发病关系的研究结果却不尽相同。一项北京市健康管理队列的研究表明,TG不是脑卒中发病的危险因素^[7]。而河北的一项研究表明除HDL-C外,高血压、高血糖、总胆固醇(total cholesterol, TC)升高、TG升高及中心型肥胖均是脑卒中发病的独立危险因素^[8]。此外,MS各组分之间具有复杂的交互作用,而近年来关于MS组分之间的交互作用与脑卒中发病关联的研究相对较少。因此,本研究基于常州市武进区农村自然人群队列,通过分析MS组分及组分之间的交互作用对脑卒中发病的影响,深入探索MS与脑卒中发病的关联,为当地农村居民脑卒中的防治提供科学依据。

1 对象和方法

1.1 对象

本研究于2004年6月—2005年9月,采用多阶段整群抽样方法,在常州市武进区农村抽取6个乡镇23个行政村或居委会,建立了20 803人的队列。分别于2008—2009年、2012—2013年、2018—2019年完成3次随访。采用半结构化问卷进行面对面访谈,收集基线数据。随访时采用相同的问卷进行面对面访谈并进行体格检查和血液生化检查。纳入标准:①基线调查时研究对象在当地居住6个月及以上;②基线调查时研究对象的年龄 ≥ 35 岁。排除标准:①既往被二级及以上医疗机构诊断过脑卒中;②社会人口学特征信息缺失。最终纳入35岁及以上研究对象16 932例。本研究通过复旦大学泰州健康科学研究院伦理委员会批准(EC_AF_006),调查对象均自愿参加本研究,并签署知情同意书。

相关诊断标准如下。MS:根据国际糖尿病联盟(the international diabetes federation, IDF)亚洲人群适用诊断标准,中心型肥胖[男性腰围(waist circumference, WC) ≥ 90 cm,女性WC ≥ 80 cm]合并下列任意两种情况可定义为MS:①TG升高[TG ≥ 1.7 mmol/L (150 mg/dL)]或已接受相应治疗;②HDL-C降低[男性 < 1.03 mmol/L (40 mg/dL),女性 < 1.29 mmol/L (50 mg/dL)]或已接受相应治疗;③BP升高:收缩压(systolic blood pressure, SBP) ≥ 130 mmHg或舒张压(diastolic blood pressure, DBP) ≥ 85 mmHg或已接受相应治疗或曾经被诊断过高血压;④空腹血糖(fasting plasma glucose, FPG)升高:FPG ≥ 5.6 mmol/L (100 mg/dL)或已接受相应治疗或曾经被诊断过糖尿病^[9]。脑卒中:曾被二级及以上医疗机构诊断患有脑卒中且在常州市慢性病网络管理信息系统中有脑卒中报卡,或自报患有脑卒中(未提供相关诊断依据),脑卒中类型包括蛛网膜下腔出血、脑出血、脑梗死及未分类脑卒中,国际疾病分类第10次修订本(international classification of diseases, tenth revision, ICD-10)编码为I60-I64。吸烟:每天至少吸1支烟,持续半年及以上,并且现在仍在吸烟。饮酒:平均每周饮酒(白酒、啤酒、红酒、黄酒、果酒) ≥ 3 次,且饮酒时间超过6个月。饮茶:平均每周饮茶 ≥ 3 d,且持续6个月及以上。家庭收入:基线调查时全家共同生活在一起的所有人的税后净收入总和,家庭月收入分为3个档次:低收入(1 000元以下)、中等收入(1 000~2 999元)、高收入(3 000元及以上)。体力活动强度:国际体力活动问卷(international physical activity questionnaire, IPAQ)将体力活动分为高、中、低3个水平,计算个体每周从事某项体力活动水平的公式为该项体力活动对应的代谢当量(metabolic equivalent, MET) \times 每周频率(d/w) \times 每天时间(min/d)。其中高强度组满足下述2条标准中任何1条:①各类高强度体力活动合计 ≥ 3 d,且每周总体力活动水平 $\geq 1 500$ MET-min/w,②3种强度的体力活动合计 ≥ 7 d,且每周总体力活动水平 $\geq 3 000$ MET-min/w。中等强度组满足下述3条标准中任何1条:①满足每天至少20 min的各类高强度体力活动,合计 ≥ 3 d,②满足每天至少30 min的各类中等强度和/或步行类活动,合计 ≥ 5 d,③3种强度的体力活动合计 ≥ 5 d,且每周总体力活动水平 ≥ 600 MET-min/w。低强度组满足下述2条标准中任何1条:①没有报告任何活动,②报告了一些活动,但是尚不满足上述中、高分组标准^[10]。体育锻炼频率:①每天:每天锻

炼且持续时间≥30 min;②经常:平均每周锻炼3~6次,且每次持续时间≥30 min;③偶尔:平均每周锻炼1~2次,且每次持续时间≥30 min;④不锻炼:不从事任何体育锻炼或每次锻炼时间<30 min。脑卒中家族史:一个或多个一级亲属(父母、子女、兄弟姐妹)患有脑卒中。

1.2 方法

问卷调查:采用南京医科大学课题组统一设置的问卷,由经统一培训并考核合格调查员面对面访谈采集信息,包括人口学资料、社会经济指标、行为生活方式、饮食习惯、身体活动、疾病史及家族史等内容。体格检查:由经过培训的测量员采用标准化方法测量身高、体重、BP和WC,并计算体重指数(body mass index, BMI), BMI=体重(kg)/身高(m)²。采用电子血压计测量研究对象左上臂BP,测量前要求研究对象静坐15 min,共测量3次,每次间隔5 min,取3次平均值。

实验室检测:要求研究对象至少空腹8 h采集空腹静脉血,检测FPG、TC、TG、HDL-C指标。所有生化指标均采用经常州市疾病预防控制中心实验室授权的OLYMPUS(C2734-Au640)全自动分析仪进行检测。

1.3 统计学方法

采用SPSS 26.0软件进行统计分析。正态分布计量资料采用均数±标准差($\bar{x} \pm s$)表示,组间比较采用独立样本 t 检验。非正态分布计量资料采用中位数(四分位数)[$M(P_{25}, P_{75})$]表示,组间比较采用Wilcoxon秩和检验。计数资料用频数(百分比)表示,组间比较采用 χ^2 检验。采用COX比例风险模型计算脑卒中发病风险比,多因素COX比例风险回归模型分析MS及其组分与脑卒中发病风险的关联及发病风险比(hazard ratio, HR)。通过调整年龄、

职业、文化程度、新鲜水果食用频率、高血压病史、冠心病病史、糖尿病病史、脑卒中家族史、体力活动强度、体育锻炼频率、BMI、TC计算校正模型。发病密度的计算公式为:随访期间新发脑卒中病例数/随访期内随访对象总随访时间。采用多因素COX比例风险回归模型分析MS组分间的两两相乘及相加交互作用与脑卒中发病风险的关联。参考Anderson等^[11]编制的交互作用计算表,计算相对超危险度比(relative excess risk of interaction, RERI)、归因比(attributable proportion of interaction, AP)和交互作用指数(synergy index, S)的点估计值及其95%的可信区间(confidence interval, CI)以评价MS组分之间的相加交互作用。如果两因素间没有相加交互作用,则RERI和AP的CI包括0, S的CI包括1。所有统计检验采用双侧检验, $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 基线特征

本研究纳入调查对象16 932例,其中男7 085例(41.8%),女9 847例(58.2%),年龄(53.1 ± 11.8)岁。中位随访时间为13年,累计新发脑卒中患者1 563例,发病密度为每年710/10万人(男为764/10万人,女为689/10万人),累积发病率为9.23%(男为9.65%,女为8.93%),标化发病率为8.19%(男为8.44%,女为8.05%)。脑卒中发病人群的年龄、WC、BMI、SBP、DBP、TC、TG、FPG水平均高于未发病人群,差异有统计学意义($P < 0.05$)。脑卒中发病人群与未发病人群的职业、文化程度、新鲜水果食用频率、是否患高血压、冠心病、糖尿病、脑卒中家族史、体力活动强度、体育锻炼频率分布差异具有统计学意义($P < 0.05$,表1)。

表1 基线研究对象人口学基本特征
Table 1 Basic demographic characteristics of baseline study subjects

Variable	Stroke		Total($n=16\ 932$)	P
	No($n=15\ 369$)	Yes($n=1\ 563$)		
Sex[$n(\%)$]				0.107
Male	6 401(41.6)	684(43.8)	7 085(41.8)	
Female	8 968(58.4)	879(56.2)	9 847(58.2)	
Age(years, $\bar{x} \pm s$)	52.4 \pm 11.7	60.3 \pm 10.1	53.1 \pm 11.8	<0.001
Farmer[$n(\%)$]				<0.001
Yes	8 706(56.6)	1 014(64.9)	9 720(57.4)	
No	6 663(43.4)	549(35.1)	7 212(42.6)	
Education[$n(\%)$]				<0.001
No education	1 902(12.4)	342(21.9)	2 244(13.3)	

(续表1)

Variable	Stroke		Total (n=16 932)	P
	No (n=15 369)	Yes (n=1563)		
Primary school	5 349(34.8)	686(43.9)	6 035(35.6)	0.154
Middle school	6 643(43.2)	448(28.7)	7 091(41.9)	
High school	1 395(9.1)	83(5.3)	1 478(8.7)	
College and above	80(0.5)	4(0.3)	84(0.5)	
Income[n(%)]				
Low	2 029(13.2)	238(15.2)	2 267(13.4)	0.233
Moderate	12 798(83.3)	1 272(81.4)	14 070(83.1)	
High	510(3.3)	49(3.1)	559(3.3)	
Unknown	32(0.2)	4(0.3)	36(0.2)	
Smoking[n(%)]				0.532
No	10 667(69.4)	1 062(67.9)	11 729(69.3)	
Yes	4 702(30.6)	501(32.1)	5 203(30.7)	0.161
Alcohol drinking[n(%)]				
No	9 221(60.0)	950(60.8)	10 171(60.0)	<0.001
Yes	6 148(40.0)	613(39.2)	6 761(40.0)	
Tea drinking[n(%)]				<0.001
No	11 018(71.7)	1 128(72.2)	12 146(71.7)	
Yes	4 351(28.3)	435(27.8)	4 786(28.3)	
Frequency of fresh fruit consumption[n(%)]				
Never	1 362(8.9)	195(12.5)	1 557(9.2)	
Seldom	7 927(51.6)	863(55.2)	8 790(51.9)	0.397
Often	5 422(35.3)	472(30.2)	5 894(34.8)	
Every day	658(4.3)	33(2.1)	691(4.1)	
Disease history[n(%)]				
Hypertension	2 778(18.1)	605(38.1)	3 383(20.0)	<0.001
Coronary heart disease	631(4.1)	131(8.4)	762(4.5)	<0.001
Diabetes	321(2.1)	73(4.7)	394(2.3)	<0.001
Cancer	152(1.0)	14(0.9)	166(1.0)	0.001
Family history of stroke[n(%)]	2 125(13.8)	269(17.2)	2 394(14.1)	<0.001
Physical activity intensity[n(%)]				<0.001
Low	6 361(41.4)	761(48.7)	7 112(42.1)	
Moderate	7 249(47.2)	651(41.7)	7 900(46.7)	
High	1 615(10.5)	137(8.8)	1 752(10.3)	
Unknown	144(0.9)	14(0.9)	158(0.9)	
Frequency of physical exercise[n(%)]				
Never	13 827(90.0)	1 356(86.8)	15 183(89.7)	<0.001
Seldom	587(3.8)	70(4.5)	657(3.9)	
Often	336(2.2)	42(2.7)	378(2.2)	
Every day	619(4.0)	95(6.1)	714(4.2)	
WC(cm, $\bar{x} \pm s$)	79.8 \pm 9.7	83.0 \pm 10.0	80.1 \pm 9.8	<0.001
BMI(kg/m ² , $\bar{x} \pm s$)	23.4 \pm 3.9	24.0 \pm 3.5	23.4 \pm 3.9	<0.001
SBP(mmHg, $\bar{x} \pm s$)	124.4 \pm 19.7	137.2 \pm 22.6	125.6 \pm 20.3	<0.001
DBP(mmHg, $\bar{x} \pm s$)	79.6 \pm 10.5	84.1 \pm 11.9	80.0 \pm 10.7	<0.001
TC(mmol/L, $\bar{x} \pm s$)	4.4 \pm 1.1	4.6 \pm 1.1	4.4 \pm 1.1	<0.001
TG(mmol/L, $\bar{x} \pm s$)	1.5 \pm 1.3	1.6 \pm 1.3	1.5 \pm 1.3	<0.001
HDL-C(mmol/L, $\bar{x} \pm s$)	1.5 \pm 0.5	1.5 \pm 0.5	1.5 \pm 0.5	0.510
FPG(mmol/L, $\bar{x} \pm s$)	5.3 \pm 1.6	5.6 \pm 2.0	5.3 \pm 1.6	<0.001

2.2 MS及其组分与脑卒中发病关系的COX回归分析

COX比例风险回归模型显示,在校正相关混杂因素后,MS(aHR=1.345,95%CI: 1.198~1.510)、WC(aHR=1.275,95%CI: 1.144~1.421)、TG(aHR=1.187,95%CI: 1.062~1.328)、BP(aHR=2.003,95%CI: 1.784~2.248)、FPG(aHR=1.307,95%CI: 1.172~1.459)水平均与脑卒中发病风险相关,差异具有统计学意义($P < 0.05$),且BP水平与脑卒中的联系最强。而无论是否校正混杂因素,HDL-C水平与脑卒中发病的联系差异均无统计学意义($P > 0.05$,表2)。

2.3 MS组分间的相乘交互作用分析

表2显示WC、TG、BP和FPG水平是脑卒中发病的独立危险因素,在此基础上进一步分析WC、TG、BP和FPG间两两相乘交互作用是否与脑卒中的发病风险有关。结果显示,控制混杂因素后,WC、TG、BP、FPG两两之间均不存之相乘交互作用($P > 0.05$,表3)。

2.4 MS组分间的相加交互作用分析

进一步计算评价MS组分间相加交互作用的3个指标(RERI、AP和S),在COX回归模型中,控制相关混杂因素后,得出参数估计值及协方差矩阵,通过

表2 MS及其组分与脑卒中发病关系的COX比例风险模型分析

Table 2 COX proportional hazard model analysis of the relationship between MS and its components and the incidence of stroke

Variable	HR(95%CI)	P	aHR(95%CI)	P
MS	1.821(1.632–2.032)	<0.001	1.345(1.198–1.510)	<0.001
WC	1.634(1.480–1.805)	<0.001	1.275(1.144–1.421)	<0.001
TG	1.293(1.160–1.441)	<0.001	1.187(1.062–1.328)	0.003
HDL-C	0.924(0.818–1.045)	0.208	1.015(0.896–1.150)	0.815
BP	3.150(2.827–3.511)	<0.001	2.003(1.784–2.248)	<0.001
FPG	1.561(1.402–1.738)	<0.001	1.307(1.172–1.459)	<0.001

aHR was adjusted for age, occupation, education level, frequency of fresh fruit consumption, history of hypertension, history of coronary heart disease, history of diabetes, family history of stroke, intensity of physical activity, frequency of physical exercise, BMI, and TC.

表3 MS组分间的相乘交互作用分析

Table 3 Multiplicative interaction analysis between MS components

Variable	HR(95%CI)	P	aHR(95%CI)	P
WC	1.595(1.412–1.801)	<0.001	1.268(1.113–1.444)	<0.001
TG	1.141(0.957–1.362)	0.142	1.173(0.980–1.404)	0.082
WC×TG	0.983(0.782–1.235)	0.880	0.931(0.740–1.172)	0.542
WC	1.476(1.218–1.788)	<0.001	1.267(1.037–1.548)	0.020
BP	3.238(2.811–3.730)	<0.001	2.065(1.782–2.393)	<0.001
WC×BP	0.803(0.641–1.007)	0.058	0.875(0.697–1.098)	0.248
WC	1.606(1.424–1.813)	<0.001	1.269(1.115–1.444)	<0.001
FPG	1.540(1.310–1.811)	<0.001	1.333(1.132–1.570)	0.001
WC×FPG	0.867(0.697–1.080)	0.203	0.908(0.728–1.132)	0.390
TG	1.280(1.031–1.590)	0.025	1.213(0.975–1.509)	0.082
BP	3.321(2.927–3.767)	<0.001	2.050(1.795–2.342)	<0.001
TG×BP	0.777(0.605–0.998)	0.049	0.876(0.681–1.126)	0.302
TG	1.144(0.990–1.321)	0.068	1.069(0.924–1.238)	0.369
FPG	1.464(1.270–1.686)	<0.001	1.210(1.048–1.396)	0.009
TG×FPG	1.068(0.849–1.344)	0.574	1.151(0.914–1.450)	0.232
BP	3.159(2.783–3.586)	<0.001	1.971(1.724–2.252)	<0.001
FPG	1.468(1.184–1.819)	<0.001	1.239(0.998–1.538)	0.052
BP×FPG	0.865(0.675–1.109)	0.253	0.997(0.776–1.280)	0.981

aHR was adjusted for age, occupation, education level, frequency of fresh fruit consumption, history of hypertension, history of coronary heart disease, history of diabetes, family history of stroke, intensity of physical activity, frequency of physical exercise, BMI, and TC.

Anderson等编制的相加交互作用计算表, 得出RERI、AP和S这3个评价指标的点估计值及其95%CI, 发现WC、TG、BP、FPG两两之间均不存在相加交互作用(表4)。

3 讨 论

本研究以常州市武进区农村居民为对象进行队

列研究, 发现当地居民脑卒中发病密度为每年710/10万人, 高于刘雅琪^[12]、Dong等^[13]开展的中国慢性病前瞻性研究(China Kadoorie Biobank, CKB)结果。上述研究平均随访时间分别为10.6年和7.0年, 平均年龄为(51.5±10.5)岁和(51.0±10.5)岁, 均低于本研究平均随访时间13.0年和平均年龄(53.1±11.8)岁, 可能是导致本研究脑卒中发病率较高的原

表4 MS组分间的相加交互作用分析
Table 4 Additive interaction analysis between MS components

Variable 1	Variable 2	Stroke[n(%)]	HR(95%CI)	P	aHR(95%CI)	P
WC	TG					
-	-	668(7.4)	1.000		1.000	
+	-	426(11.5)	1.595(1.412-1.801)	<0.001	1.268(1.113-1.444)	<0.001
-	+	151(8.6)	1.141(0.957-1.362)	0.142	1.173(0.980-1.404)	0.082
+	+	318(13.0)	1.789(1.565-2.044)	<0.001	1.384(1.199-1.597)	<0.001
WC	BP					
-	-	309(4.5)	1.000		1.000	
+	-	157(6.7)	1.476(1.218-1.788)	<0.001	1.269(1.039-1.550)	0.020
-	+	510(12.9)	3.238(2.811-3.730)	<0.001	2.083(1.798-2.413)	<0.001
+	+	587(15.5)	3.839(3.345-4.406)	<0.001	2.305(1.972-2.694)	<0.001
WC	FPG					
-	-	627(7.0)	1.000		1.000	
+	-	455(11.2)	1.606(1.424-1.813)	<0.001	1.271(1.117-1.446)	<0.001
-	+	192(10.4)	1.540(1.310-1.811)	<0.001	1.337(1.135-1.575)	0.001
+	+	289(14.0)	2.147(1.867-2.468)	<0.001	1.540(1.327-1.786)	<0.001
TG	BP					
-	-	360(4.8)	1.000		1.000	
+	-	106(6.2)	1.280(1.031-1.590)	0.025	1.213(0.975-1.509)	0.082
-	+	734(14.0)	3.321(2.927-3.767)	<0.001	2.050(1.795-2.342)	<0.001
+	+	363(14.5)	3.304(2.856-3.823)	<0.001	2.179(1.866-2.543)	<0.001
TG	FPG					
-	-	846(8.1)	1.000		1.000	
+	-	236(9.4)	1.144(0.990-1.321)	0.068	1.069(0.924-1.238)	0.369
-	+	248(11.1)	1.464(1.270-1.686)	<0.001	1.210(1.048-1.396)	0.009
+	+	233(13.8)	1.788(1.546-2.067)	<0.001	1.489(1.282-1.730)	<0.001
BP	FPG					
-	-	357(4.7)	1.000		1.000	
+	-	725(13.3)	3.159(2.783-3.586)	<0.001	1.987(1.739-2.271)	<0.001
-	+	109(6.8)	1.468(1.184-1.819)	<0.001	1.243(1.001-1.543)	0.049
+	+	372(16.1)	4.011(3.469-4.638)	<0.001	2.453(2.104-2.860)	<0.001
Variable 1	Variable 2	RERI(95%CI)	AP(95%CI)	S(95%CI)		
WC abnormal	Increased TG	-0.057(-1.278-1.164)	-0.041(-1.076-0.993)	0.871(0.011-68.221)		
WC abnormal	Increased BP	-0.043(-3.015-2.928)	-0.019(-1.382-1.344)	0.967(0.086-10.949)		
WC abnormal	Increased FPG	-0.067(-1.534-1.401)	-0.044(-1.154-1.067)	0.889(0.026-30.162)		
Increased TG	Increased BP	-0.084(-2.461-2.293)	-0.039(-1.258-1.180)	0.934(0.095-9.160)		
Increased TG	Increased FPG	0.181(-1.921-2.282)	0.101(-0.769-0.971)	1.298(0.455-3.701)		
Increased BP	Increased FPG	0.224(-3.219-3.668)	0.092(-1.071-1.256)	1.186(0.166-8.492)		

因之一;另一方面,本研究中脑卒中病例包含了部分仅患者自行报告、但缺乏相应佐证信息的脑卒中发病记录,可能高估脑卒中发病率,导致本地区脑卒中发病率较其他地区偏高。

心脑血管疾病患病率、致残率、致死率均高,目前尚无根治方法^[2],因此,尽早识别危险因素有助于及时采取预防措施,降低脑卒中发病风险并延缓疾病进展。社会经济的发展引起人们饮食习惯和生活方式的改变,MS的发病率呈显著增长趋势,已成为我国最常见的公共卫生问题之一^[14],其与脑卒中的关联也成为研究热点。本研究发现MS患者脑卒中发病风险显著增加,与国内外多项报道一致^[7,15]。此外,本研究还发现WC、TG、BP和FPG水平是脑卒中发病的独立危险因素,其中BP异常与脑卒中发病的相关性最强,这与李捷等^[8,16-17]的研究结论一致。可能是因为一方面长期高血压可造成脑血管壁损伤,加上脑动脉分支的解剖特点,一旦出现BP急剧升高,超过血管壁承受的压力时,就会形成出血性脑卒中;另一方面长期高血压可加速动脉粥样硬化斑块和溃疡的形成,导致血小板和纤维蛋白黏附于粗糙的内膜上,形成附壁血栓并逐渐增大,最后造成动脉狭窄闭塞,从而引起缺血性脑卒中^[18-19]。因此,本研究认为BP异常对脑卒中发病风险的贡献更大,在预防和治疗过程中应引起高度关注。本研究表明,HDL-C水平与脑卒中发病之间的关联差异无统计学意义。目前学术界关于HDL-C水平与脑卒中的关联尚存在争议。梁英^[20]研究发现,HDL-C水平升高是缺血性脑卒中的保护因素。高海燕等^[21]研究发现HDL-C水平降低是导致老年人群心血管疾病发生的主要原因。国外相关研究显示HDL-C水平升高与预防心脑血管疾病无关^[22],与本研究结论类似。学术界关于HDL-C水平与脑卒中发病关系的研究结论存在差异,可能是因为不同种族及其生活方式会对HDL-C水平产生影响^[23]。MS不同组分对脑卒中发病危险程度不同。因此,建议针对性采取不同的预防和治疗措施。

MS成分中的单一因素对患者脑卒中发病的影响是有限的,其成分之间的相互作用会加剧机体代谢紊乱,导致脑血管调节异常和微循环病变,从而诱发并加剧脑卒中疾病进展^[24]。因此本研究进一步探索了MS各组分之间的两两交互作用是否会对脑卒中发病产生影响,结果发现WC异常、TG水平升高、BP异常、FPG异常两两之间均不存在相乘及相加交互作用,与杨雯雯^[25]、田雨^[26]的研究结论一

致。刘国成等^[27]对MS组分间相互作用与心脑血管疾病的关系进行研究发现,BP水平与其他MS组分对于心脑血管疾病的发生仅为各自的独立作用,当这些危险因素同时存在时并没有产生明显的交互作用,与本研究结论一致。可能由于MS各组分间具有相同的病理生理机制,这些作用机制部分重叠,导致各组分间的交互作用并不显著^[28]。MS各组分与脑卒中的相互作用是一个非常复杂的过程,不同的学术组织、国家和地区对MS各组分的定义和各项指标的阈值不尽相同,因此MS与脑卒中之间关系的具体机制尚不完全清楚。

综上所述,MS是脑卒中的危险因素,相关组分WC、TG、BP、FPG异常升高均可增加脑卒中的发病风险,而BP升高的危害作用最强,HDL-C水平与脑卒中发病无关。WC、TG、BP、FPG两两之间均不存在相乘或相加交互作用。MS及其组分在脑卒中的防治中应引起高度重视,在大力宣传普及健康生活方式的同时,还应加强对BP、FPG异常人群的筛查和干预,积极控制脑卒中危险因素,减少或延缓脑卒中的发生。本研究具有基线队列建立时间早、随访时间长、样本量大等优势,每次随访均建立严格的质控体系,开展面对面问卷调查的同时收集脑卒中相关的佐证材料(出院小结、辅助检查报告等),通过身份证号码与“常州市慢性病监测报告系统”中脑卒中报告信息进行核对互补,诊断信息真实可靠。但本研究也存在一定的局限性,脑卒中结局未能明确疾病分类,后续随访过程中将细化脑卒中结局,进一步阐明MS及其组分与脑卒中亚型发病之间的相关性。

[参考文献]

- [1] 颜玲玲,李捷,杨雪,等.脑卒中患者发生骨质疏松症的时间及其影响因素分析[J].南京医科大学学报(自然科学版),2023,43(1):73-78
- [2] TU W J, WANG L D; SPECIAL WRITING GROUP OF CHINA STROKE SURVEILLANCE REPORT. China stroke surveillance report 2021[J]. Mil Med Res, 2023, 10(1):33
- [3] FEIGIN V L, BRAININ M, NORRVING B, et al. World stroke organization (WSO): Global stroke fact sheet 2022[J]. Int J Stroke, 2022, 17(1): 18-29
- [4] TU W J, ZHAO Z P, YIN P, et al. Estimated burden of stroke in China in 2020[J]. JAMA Netw Open, 2023, 6(3):e231455
- [5] STONE N J, BILEK S, ROSENBAUM S. Recent national cholesterol education program adult treatment panel III

- update: adjustments and options[J]. *Am J Cardiol*, 2005, 96(4): 53-59
- [6] 王芹, 姜敏, 郑闻, 等. 南京地区体检人群血尿酸与代谢综合征关系的研究[J]. *南京医科大学学报(自然科学版)*, 2020, 40(12): 1815-1819
- [7] 于淼, 康晓平, 赵宇晗, 等. 代谢综合征组分及不同组合与脑卒中发病的关联分析[J]. *中国初级卫生保健*, 2022, 36(12): 39-42
- [8] 李捷. 中老年人代谢综合征组分聚集模式与脑血管患病风险的相关性研究[D]. 石家庄: 河北医科大学, 2022
- [9] BAHAR A, KASHI Z, KHERADMAND M, et al. Prevalence of metabolic syndrome using international diabetes federation, National Cholesterol Education Panel- Adult Treatment Panel III and Iranian criteria: results of Tabari cohort study[J]. *J Diabetes Metab Disord*, 2020, 19(1): 205-211
- [10] 杨展, 左满芳, 王艳. 国际体力活动问卷在2型糖尿病患者体力活动调查中的适用性分析[J]. *解放军护理杂志*, 2021, 38(5): 55-58
- [11] ANDERSSON T, ALFREDSSON L, KÄLLBERG H, et al. Calculating measures of biological interaction[J]. *Eur J Epidemiol*, 2005, 20(7): 575-579
- [12] 刘雅琪. 四川省成年人饮茶与脑卒中及其亚型发病风险的前瞻性队列研究[D]. 泸州: 西南医科大学, 2023
- [13] DONG W H, PAN X F, YU C Q, et al. Self-rated health status and risk of incident stroke in 0.5 million Chinese adults: the China kadoorie biobank study[J]. *J Stroke*, 2018, 20(2): 247-257
- [14] HUO Y T, CAO S X, LIU J C, et al. The association between plant-based diet indices and metabolic syndrome in Chinese adults: longitudinal analyses from the China health and nutrition survey[J]. *Nutrients*, 2023, 15(6): 1341
- [15] MOGHADAM-AHMADI A, SOLTANI N, AYOUBI F, et al. Association between metabolic syndrome and stroke: a population based cohort study[J]. *BMC Endocr Disord*, 2023, 23(1): 131
- [16] LIND L, SUNDSTRÖM J, ÄRNLÖV J, et al. A longitudinal study over 40 years to study the metabolic syndrome as a risk factor for cardiovascular diseases[J]. *Sci Rep*, 2021, 11(1): 2978
- [17] YU Y L, LIU L, HUANG J Y, et al. Association between systolic blood pressure and first ischemic stroke in the Chinese older hypertensive population[J]. *J Int Med Res*, 2020, 48(4): 300060520920091
- [18] 李俊, 郑晓东, 漆琼瑶, 等. 院内卒中患者危险因素、发病机制及防治措施分析[J]. *临床合理用药杂志*, 2020, 13(31): 139-141
- [19] 苏艳东, 樊晓寒. 运动性高血压与心脑血管疾病之间关系的研究进展[J]. *中国分子心脏病学杂志*, 2022, 22(6): 5080-5085
- [20] 梁英. 总胆固醇、三酰甘油、低密度脂蛋白胆固醇及高密度脂蛋白胆固醇与脑梗死的相关性[J]. *吉林医学*, 2023, 44(12): 3476-3477
- [21] 高海燕, 朱华, 崔连鹭. 高密度脂蛋白胆固醇与老年人群心血管疾病和全因死亡的关系[J]. *中西医结合心血管病电子杂志*, 2022, 10(10): 44-46
- [22] FRANCZYK B, RYSZ J, ŁAWIŃSKI J, et al. Is a high HDL-cholesterol level always beneficial? [J]. *Biomedicines*, 2021, 9(9): 1083
- [23] YUAN S Q, HUANG X X, MA W, et al. Associations of HDL-C/LDL-C with myocardial infarction, all-cause mortality, haemorrhagic stroke and ischaemic stroke: a longitudinal study based on 384 093 participants from the UK Biobank[J]. *Stroke Vasc Neurol*, 2023, 8(2): 119-126
- [24] PRADILLO J M, HERNÁNDEZ - JIMÉNEZ M, FERNÁNDEZ-VALLE M E, et al. Influence of metabolic syndrome on post-stroke outcome, angiogenesis and vascular function in old rats determined by dynamic contrast enhanced MRI[J]. *J Cereb Blood Flow Metab*, 2021, 41(7): 1692-1706
- [25] 杨雯雯. 代谢综合征及其组分间的交互作用对新疆哈萨克族心脑血管疾病危险性预测的队列研究[D]. 石河子: 石河子大学, 2019
- [26] 田雨. 代谢综合征与心血管病关系的前瞻性研究[D]. 北京: 北京协和医学院, 2013
- [27] 刘成国, 林韩立, 孙展杭, 等. 代谢综合征组分与心血管疾病的关系研究[J]. *心电与循环*, 2017, 36(4): 224-227
- [28] GUEMBE M J, FERNANDEZ-LAZARO C I, SAYON-OREA C, et al. Risk for cardiovascular disease associated with metabolic syndrome and its components: a 13-year prospective study in the RIVANA cohort[J]. *Cardiovasc Diabetol*, 2020, 19(1): 195

[收稿日期] 2024-04-30
(本文编辑: 戴王娟)