DOI:10.16016/j.2097-0927.202304062

四川地区中老年人不同肥胖代谢表型的膳食模式现状分析

魏瑶瑶[1],林嘉玲[2],蒲芳芳[3],石 磊[3],胡 雯[1,3] 610041 成都,四川大学华西公共卫生学院/四川大学华西第四医院营养与食品卫生学系[1];610500 成都,成都医学院检验医学院[2];610041 成都,四川大学华西医院临床营养科[3]

[摘要] **目的** 了解四川地区中老年人群不同肥胖代谢表型人群的膳食模式现状。**方法** 从2019-2021年四川大学华西医院自然人群健康队列研究的基线调查中筛选出符合条件的中老年人15 160例,根据肥胖代谢表型判定标准将其分成4个亚组:代谢健康型非肥胖组(MHNO)、代谢不健康型非肥胖组(MUNO)、代谢健康型肥胖组(MHO)、代谢不健康型肥胖组(MUO)。以食物频率法进行膳食调查;主成分分析法(PCA)提取膳食模式;方差分析比较不同膳食模式间能量及产能营养素摄入量的差异;卡方检验比较不同肥胖代谢表型人群的膳食模式分布,并按性别、年龄段进行分层分析。**结果** 四川地区15 160例中老年人不同肥胖代谢表型的人数(构成比)为MHNO组8 340人(55.0%)、MUNO组4 789人(31.6%)、MHO组763人(5.0%)、MUO组1 268人(8.4%)。四川地区中老年人膳食模式主要有4种:豆类蔬果膳食模式(22.5%),米面腌制品膳食模式(25.5%),内脏饮料膳食模式(21.1%),蛋奶类膳食模式(30.9%)。不同肥胖代谢表型人群的膳食模式分布如下:MHNO组、MUNO组和MHO组以蛋奶类膳食模式为主,MUO组以米面腌制品膳食模式为主。不同肥胖代谢表型人群的膳食模式分布差异有统计学意义($P<0.05$),米面腌制品膳食模式在不同肥胖代谢表型人群中占比MUO组>MUNO组>MHNO组;蛋奶类膳食模式在MUO组占比较MHNO组和MUNO组低。不同年龄段女性肥胖代谢表型的膳食模式分布差异均有统计学意义($P<0.05$):对于45~<60岁女性,其肥胖代谢表型的膳食模式分布与总人群的研究结果相似;对于≥60岁女性,内脏饮料膳食模式在MUO组占比较MHNO组和MUNO组高。**结论** 四川地区中老年人不同肥胖代谢表型人群的膳食模式分布存在差异,建议MUO组人群在日常饮食中应适当减少米面和腌制品的摄入量,增加蛋类和奶类的摄入。对于≥60岁女性MUO组人群,应适当减少内脏和饮料的摄入量。

[关键词] 膳食模式;肥胖;代谢表型;中老年人

[中图法分类号] R151.42; R153.3; R589.2 [文献标志码] A

Current situation analysis of dietary patterns among middle-aged and elderly with different obesity metabolic phenotypes in Sichuan area

WEI Yaoyao[1], LIN Jialing[2], PU Fangfang[3], SHI Lei[3], HU Wen[1,3] [1]Faculty of Nutrition and Food Safety, West China School of Public Health and West China Fourth Hospital, Sichuan University, Chengdu, Sichuan Province, 610041; [2]College of Laboratory Medicine, Chengdu Medical College, Chengdu, Sichuan Province, 610500; [3]Department of Clinical Nutrition, West China Hospital, Sichuan University, Chengdu, Sichuan Province, 610041, China

[**Abstract**] **Objective** To explore the current dietary patterns of different obesity metabolic phenotypes in the middle-aged and elderly population in Sichuan area. **Methods** From the baseline survey of the Natural Population Health Cohort Study at West China Hospital, Sichuan University from 2019-2021, 15 160 eligible middle-aged and older adults were screened out, and then based on their obesity metabolic

[通信作者] 胡 雯,E-mail: wendy_nutrition@163.com

2097-0927/Copyright © 2023, 陆军军医大学(第三军医大学)。这篇开放获取文章遵循 CC BY 许可协议(https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

phenotypes, they were divided into metabolic healthy non-obesity (MHNO), metabolic unhealthy non-obesity (MUNO), metabolic healthy obesity (MHO) and metabolic unhealthy obesity (MUO) groups. Dietary survey was conducted by food frequency questionnaire. The dietary pattern was extracted by principal component analysis. ANOVA was performed to compare the differences in energy and nutrients among the participants with different dietary patterns. *Chi*-square test was used to compare the distribution of dietary patterns among people with different obese metabolic phenotypes, and stratified analysis was performed by gender and age groups. **Results** Among the 15 160 middle-aged and elderly participants in Sichuan area, there were 8 340 (55.0%) in the MHNO group, 4 789 (31.6%) in the MUNO group, 763 (5.0%) in the MHO group, and 1 268 (8.4%) in the MUO group. The dietary patterns of these participants mainly consisted of following 4 types: legumes and fruits (22.5%), rice, flour and pickled products (25.5%), offal and drinks (21.1%) and egg and milk (30.9%). The dietary patterns of the different obesity metabolic phenotypes were distributed as follows: the MHNO, MUNO and MHO groups had a predominantly egg and milk diet, while the MUO group had a predominantly rice, flour and pickled products diet. There were statistical differences in the distributions of dietary patterns among different obesity metabolic phenotypes ($P<0.05$): the dietary patterns of rice, flour and pickled products accounted for the following percentages among different obesity metabolic phenotypes: MUO>MUNO>MHNO; the dietary patterns of egg and milk were lower in the MUO group than in the MHNO and MUNO groups. The distribution of dietary patterns for the metabolic phenotypes of obesity was statistically different in all age groups of women ($P<0.05$). For the women aged 45-<60 years, the distribution of dietary patterns of obesity metabolic phenotypes was similar to that found in the total population. For the women aged ≥60 years, the offal and drinks dietary pattern was more common in the MUO group than the MHNO and MUNO groups. **Conclusion** There are differences in the distribution of dietary patterns among middle-aged and elderly people with different obesity metabolic phenotypes in Sichuan area. It is recommended that the MUO people should reduce the intake of rice, flour and pickled products and increase the intake of eggs and milk in their daily diet. In addition, for the female MUO people ≥60 years of age, the intake of offal and beverages should be reduced appropriately.

[**Key words**] dietary patterns; obesity; metabolic phenotype; middle-aged and elderly people

Corresponding author: HU Wen, E-mail: wendy_nutrition@163.com

当前我国有50%以上的成年人超重或肥胖,预计2030年,我国成人超重/肥胖合并患病率将达到65.3%[1]。肥胖通常伴有一系列代谢异常,包括胰岛素抵抗、甘油三酯升高、高密度脂蛋白降低等,会增加发生2型糖尿病和心血管疾病的风险[2-4]。然而,有研究表明部分肥胖人群不伴有代谢异常,相反一些非肥胖人群伴有多种代谢异常[5]。因此,精准地认识和评估肥胖代谢的异质性对于肥胖的精准防治尤为重要。膳食是影响肥胖和代谢紊乱的重要环境因素[6-7],作为一种可改变的影响因素,对于预防和治疗肥胖至关重要。膳食模式考虑了不同营养素和食物组之间的交互作用,比单个营养素或食物更能预测疾病风险[8]。主成分分析(principal component analysis,PCA)是一种多变量统计技术,旨在利用降维的思想,把多指标转化为少数几个综合指标,降低观测空间的维数,以获取最主要的信息,是膳食模式提取最常用的统计方法之一[9]。研究表明,中老年人是发生肥胖和代谢紊乱的高危人群[10-11],关注中老年人肥胖和代谢状况对实现健康老龄化尤为重要。本研究为了解四川地区中老年人群不同肥胖代谢表型的膳食模式现状,按照肥胖和代谢异常状况将人群分为4种肥胖代谢亚型:代谢健康型非肥胖(metabolically healthy non-obesity,MHNO)、代谢不健康型非肥胖(metabolically unhealthy non-obesity,MUNO)、代谢健康型肥胖(metabolically healthy obesity,MHO)和代谢不健康型肥胖(metabolically unhealthy obesity,MUO)[12],采用PCA提取不同肥胖代谢表型人群的膳食模式,针对膳食结构存在不合理的中老年人群提出营养指导,为未来精准化地防控肥胖提供科学依据。

1 资料与方法

1.1 资料来源

本研究数据来自四川大学华西医院自然人群健康队列研究项目的基线数据,该项目旨在调查中国西南

地区居民的健康状况并收集公共卫生数据。研究对象来源于参与项目的“医联体”单位,通过问卷调查(包括人口学信息、行为生活方式、饮食调查等)、体格检查(身高、体质量、腰围、血压等)、实验室检查(血常规、尿常规、血生化等)等收集人群健康基线信息,具体抽样方法及调查方案参见文献[13]。

1.2 研究对象

从四川大学华西医院自然人群健康队列研究项目中筛选2019-2021年符合纳入排除标准的中老年人。纳入标准:①四川大学华西医院自然人群健康队列研究项目中的受检人群(龙泉驿区、绵竹市、郫都区3个地区);②年龄≥45岁;③签署知情同意。排除标准:①重症疾病及终末疾病者;②由于疾病原因导致无法正常交流者;③依从性差者。

本研究经四川大学华西医院生物医学伦理审查委员会审批[2021年审(752)号]。

1.3 研究方法

1.3.1 膳食调查 采用简化版食物频率问卷进行膳食调查,该问卷参考全国营养调查问卷,并结合四川地区饮食特色修订,包括米饭、面粉类、粗杂粮类、薯类、叶菜类、根茎类、禽肉类、咸菜类等共25大类食物,分为13个食物组。调查时询问研究对象在过去12个月里,是否吃过以上25大类食物,并估计每类食物的食用频率和食用量。每类食物的食用频率范围定为:次/年、次/月、次/周、次/日和最近1年内都未吃过,5项中选择1项。同时使用定量食物模型,帮助研究对象判断每次食用量。研究对象由统一培训的调查员采用面对面方式询问。

1.3.2 膳食评价 按“食物摄入量=摄入频率×每次进食量÷周期所含天数”计算日均食物摄入量,单位为g/d;根据《中国食物成分表》,计算能量及产能营养素摄入量。

1.4 肥胖代谢表型的判定

1.4.1 肥胖判定 目前常用体质指数(body mass index,BMI)来衡量人体肥胖程度,公式为BMI=体质量(kg)/身高^2(m^2)。本研究根据《中国超重/肥胖医学营养治疗专家共识(2016版)》推荐成人BMI标准分组,BMI<28 kg/m^2为非肥胖组,BMI≥28 kg/m^2为肥胖组。

1.4.2 代谢异常判定 依据美国国家胆固醇教育计划成人治疗组第3次报告的诊断标准,符合下列≥2项指标者为代谢异常:①甘油三酯(TG)≥1.7 mmol/L;②高密度脂蛋白胆固醇(HDL-C)水平:男性<1.04 mmol/L、女性<1.29 mmol/L;③空腹血糖(FPG)≥5.6 mmol/L或服药治疗;④收缩压/舒张压≥130/85 mmHg和/或既往有高血压病病史。

根据肥胖和代谢异常状况将研究对象分为4组:①MHNO组为代谢健康型非肥胖组;②MUNO组为代谢不健康型非肥胖组;③MHO组为代谢健康型肥胖组;④MUO组为代谢不健康型肥胖组。

1.5 统计学分析

采用EpiData 3.1进行数据录入,Excel 2016进行数据清理,IBM SPSS 26.0软件进行统计学分析,计量资料以$\bar{x}\pm s$表示,组间比较使用t检验或方差分析;计数资料以率(%)表示,组间比较使用χ^2检验,$P<0.05$为差异有统计学意义。

1.5.1 膳食模式分析 采用主成分分析法,分析前通过适用性检验(Kaiser-Meyer-Olkin,KMO)和Bartlett球形检验判断是否适合进行主成分分析,若适用性检验KMO>0.5,Bartlett球形检验$P<0.05$,则适合做主成分分析[14];计算相关性矩阵,根据累计贡献率、碎石图和特征值确定主要的公因子。采用最大方差法进行因子旋转,旋转后的因子载荷矩阵结果反映食物种类与膳食结构之间的相关关系,因子载荷越大说明该类食物对膳食结构的影响越大。根据因子载荷绝对值大于0.40的标准确定各个公因子的主要食物组成,从而确定膳食模式构成。计算每个研究对象各膳食模式因子得分,取最大分值膳食模式为该对象的膳食模式。

1.5.2 能量及营养素分析 将整理后的食物频率问卷与《中国食物成分表》对接,计算每一大类能量及营养素,采用方差分析比较不同膳食模式间能量及营养素的差异,事后多重比较采用LSD或塔姆黑尼法,以$P<0.05$为差异有统计学意义。

1.6 质量控制

调查前由研究者对调查员进行统一的培训和考核,并且研究者全程参与数据收集过程,尽量降低调查时可能出现的偏倚;调查问卷由双人核对录入,并进行人工和计算机逻辑检错。

2 结果

2.1 不同肥胖代谢表型人群的基本情况

本研究最终纳入15 160人,其中男性4 663人(30.8%),女性10 497人(69.2%);45~60岁9 851人(65%),60岁以上5 309人(35%)。不同肥胖代谢表型的分布如下:MHNO组有8 340人(55.0%),MUNO组有4 789人(31.6%),MHO组有763人(5.0%),MUO组有1 268人(8.4%)。不同肥胖代谢表型在性别、年龄段、文化程度、职业类型、吸烟、饮酒、运动情况等组间差异均有统计学意义($P<0.05$,表1)。

表 1 不同肥胖代谢表型人群基本情况[例(%),$\bar{x}\pm s$]

项目	MHNO	MUNO	MHO	MUO	*P* 值
性别					<0.001
男	2 347(50.30)	1 651(35.40)	205(4.40)	460(9.90)	
女	5 993(57.10)	3 138(29.90)	558(5.30)	808(7.70)	
年龄段/岁					<0.001
45~<60	5 862(59.50)	2 714(27.60)	513(5.20)	762(7.70)	
≥60	2 478(46.70)	2 075(39.10)	250(4.70)	506(9.50)	
BMI/(kg/m^2)	23.35±2.36	24.38±2.13	29.74±1.78	30.14±3.63	<0.001
文化程度					<0.001
小学及以下	2 946(50.30)	1 928(32.90)	386(6.60)	599(10.20)	
中学及职高	4 961(57.70)	2 667(31.00)	351(4.10)	614(7.10)	
大专及以上	433(61.20)	194(27.40)	26(3.70)	55(7.80)	
婚姻状况					0.944
已婚	7 684(55.00)	4 414(31.60)	702(5.00)	1 173(8.40)	
未婚	20(55.60)	13(36.10)	2(5.60)	1(2.80)	
离异/分居/丧偶	636(55.30)	362(31.50)	59(5.10)	94(8.20)	
职业类型					<0.001
公职人员	325(66.20)	120(24.40)	22(4.50)	24(4.90)	
工、商、农、服务业人员	1 640(60.10)	742(27.20)	147(5.40)	201(7.40)	
离退休人员	2 012(53.10)	1 321(34.90)	170(4.50)	287(7.60)	
其他	4 363(53.50)	2 606(32.00)	424(5.20)	756(9.30)	
吸烟					<0.001
是	1 201(51.90)	829(35.90)	83(3.60)	199(8.60)	
否	7 139(55.60)	3 960(30.80)	680(5.30)	1 069(8.30)	
饮酒					<0.001
是	1 855(50.80)	1 276(34.90)	171(4.70)	352(9.60)	
否	6 485(56.40)	3 513(30.50)	592(5.10)	916(8.00)	
运动情况					<0.001
每周 3 次以下	1 237(58.20)	594(27.90)	119(5.60)	176(8.30)	
每周 3 次及以上	5 085(54.10)	3 096(32.90)	448(4.80)	776(8.30)	
未参加	2 018(55.60)	1 099(30.30)	196(5.40)	316(8.70)	

2.2 膳食模式

主成分分析的适用性检验结果为 KMO=0.649>0.5,Bartlett 球形检验结果为 $\chi^2=6\ 497.556$、$P<0.001$,可以采用主成分分析法。根据特征根>1.0、方差百分比与累计贡献率确定主要的公因子个数。采用最大方差法进行因子旋转,根据旋转后因子载荷绝对值大于 0.40 的标准,确定 4 种膳食模式的主要组成成分,其特征值分别为 1.952、1.417、1.041、1.037,其方差贡献率分别为 15.013%、10.898%、8.009%、7.978%,累计贡献率为 41.898%。按照因子载荷最大的两种食物名称对模式进行命名,具体膳食模式因子载荷如表 2 所示。膳食模式 1 以豆类及豆制品、蔬果类为主,因此命名为“豆类蔬果膳食模式”;膳食模式 2 以米面类、腌制品为主,因此命名为“米面腌制品膳食模式”;膳食模式 3 以动物内脏、甜饮料为主,因此命名为“内脏饮料膳食模式”;膳食模式 4 以蛋类、奶类为主,因此命名为“蛋奶类膳食模式”。

2.3 不同膳食模式能量与产能营养素摄入比较

豆类蔬果膳食模式有 3 415 人(22.5%),米面腌制品膳食模式有 3 863 人(25.5%),内脏饮料膳食模式有 3 190 人(21.1%),蛋奶类膳食模式有 4 692 人(30.9%)。4 种膳食模式的能量与产能营养素水平比较见表 3,4 种膳食模式的能量、蛋白质、碳水化合物摄入从高到低均为:豆类蔬果膳食模式>米面腌制品膳食模式>蛋奶类膳食模式>内脏饮料膳食模式($P<0.05$)。4 种膳食模式的脂肪摄入:豆类蔬果膳食模式和米面腌制品膳食模式的脂肪摄入高低差异无统计学意义,但两者的脂肪摄入均高于内脏饮料膳食模式和蛋奶类膳食模式,而蛋奶类膳食模式的脂肪摄入又高于内脏饮料膳食模式($P<0.05$)。

表 2 四川省中老年人群膳食模式的因子载荷

食物种类	膳食模式 1（豆类蔬果膳食模式）	膳食模式 2（米面腌制品膳食模式）	膳食模式 3（内脏饮料膳食模式）	膳食模式 4（蛋奶类膳食模式）
米面类	-0.015	**0.713**	-0.146	-0.147
粗杂粮薯类	0.543	-0.016	-0.235	0.135
蔬果类	**0.584**	0.123	-0.103	0.022
肉类	0.268	0.528	0.241	-0.059
水产类	0.508	-0.077	0.354	-0.163
奶类	0.142	-0.252	0.062	**0.689**
豆类及豆制品	**0.605**	0.090	0.174	0.094
坚果类	0.483	0.068	0.038	0.080
腌制品	-0.050	**0.568**	0.118	0.203
动物内脏	0.100	0.091	**0.698**	-0.030
咸菜类	0.161	0.359	0.166	-0.038
蛋类	0.081	0.168	-0.050	**0.757**
甜饮料	-0.119	0.134	**0.626**	0.073

加粗部分为因子载荷最大的 2 个食物类别

表 3 不同膳食模式能量与产能营养素比较（$\bar{x}\pm s$）

指标	豆类蔬果膳食模式（n=3 415）	米面腌制品膳食模式（n=3 863）	内脏饮料膳食模式（n=3 190）	蛋奶类膳食模式（n=4 692）
能量/（kcal/d）	1 520.34±524.45^{abc}	1 415.16±511.34^{bc}	1 120.10±445.10^{c}	1 283.52±360.06
蛋白质/（g/d）	79.41±30.90^{abc}	62.20±24.46^{bc}	56.21±27.25^{c}	60.66±18.22
脂肪/（g/d）	44.48±25.35^{bc}	44.44±31.95^{bc}	35.35±23.84^{c}	39.70±17.82
碳水化合物/（g/d）	218.79±84.88^{abc}	204.16±71.50^{bc}	154.81±55.30^{c}	182.78±51.03

a：P<0.05，与米面腌制品膳食模式比较；b：P<0.05，与内脏饮料膳食模式比较；c：P<0.05，与蛋奶类膳食模式比较

2.4 不同肥胖代谢表型人群的膳食模式分布情况

不同肥胖代谢表型人群的 4 种膳食模式占比由大到小排列如下：MHNO 组和 MUNO 组均为蛋奶类膳食模式>米面腌制品膳食模式>豆类蔬果膳食模式>内脏饮料膳食模式；MHO 组为蛋奶类膳食模式>米面腌制品膳食模式>内脏饮料膳食模式>豆类蔬果膳食模式；MUO 组为米面腌制品膳食模式>蛋奶类膳食模式>豆类蔬果膳食模式>内脏饮料膳食模式。不同肥胖代谢表型人群的膳食模式分布差异具有统计学意义（P<0.05），进一步两两比较显示，米面腌制品膳食模式在不同肥胖代谢表型人群中占比为 MUO 组>MUNO 组>MHNO 组（P<0.05）；蛋奶类膳食模式在 MUO 组占比较 MHNO 组和 MUNO 组低（P<0.05）。具体见表 4。

2.5 不同性别、年龄段肥胖代谢表型人群的膳食模式分布情况

根据性别和年龄段将人群分为 4 组：45～<60 岁女性，≥60 岁女性，45～<60 岁男性，≥60 岁男性。分别统计 4 组人群的肥胖代谢表型及其膳食模式分布情况，χ^2 检验结果显示：不同年龄段女性肥胖代谢表型的膳食模式分布差异均有统计学意义（P<0.05）；不同年龄段男性肥胖代谢表型的膳食模式分布差异均无统计学意义（P>0.05）。对不同年龄段女性肥胖代谢表型膳食模式分布进一步两两比较显示：对于 45～<60 岁女性，米面腌制品膳食模式在 MUO 组和 MUNO 组占比较 MHNO 组高，蛋奶类膳食模式在不同肥胖代谢表型人群中占比大小如下：MHNO 组>MUNO 组>MUO 组（P<0.05）。对于≥60 岁女性，内脏饮料膳食模式在 MUO 组占比较 MHNO 组和 MUNO 组高，蛋奶类膳食模式在 MUO 组占比较 MHNO 组和 MUNO 组低（P<0.05）。具体见表 5、6。

表 4 不同肥胖代谢表型人群的膳食模式分布情况[例（%）]

膳食模式	n	MHNO	MUNO	MHO	MUO
豆类蔬果膳食模式	3 415	1 901（22.8）	1 053（22.0）	170（22.3）	291（22.9）
米面腌制品膳食模式	3 863	2 007（24.1）	1 262（26.4）^{a}	205（26.9）	389（30.7）^{ab}
内脏饮料膳食模式	3 190	1 741（20.9）	983（20.5）	177（23.2）	289（22.8）
蛋奶类膳食模式	4 692	2 691（32.3）	1 491（31.1）	211（27.7）	299（23.6）^{ab}

a：P<0.05，与 MHNO 组比较；b：P<0.05，与 MUNO 组比较

表 5 45~<60 岁女性不同肥胖代谢表型人群的膳食模式分布情况[例(%)]

膳食模式	*n*	MHNO	MUNO	MHO	MUO
豆类蔬果膳食模式	1 648	1 075(23.8)	388(21.2)	78(20.2)	107(22.8)
米面腌制品膳食模式	1 429	819(18.1)	402(21.9)[a]	87(22.5)	121(25.8)[a]
内脏饮料膳食模式	1 725	1 025(22.7)	462(25.2)	108(28.0)	130(27.7)
蛋奶类膳食模式	2 402	1 598(35.4)	580(31.7)[a]	113(29.3)	111(23.7)[ab]

a:$P<0.05$,与 MHNO 组比较;b:$P<0.05$,与 MUNO 组比较

表 6 ≥60 岁女性不同肥胖代谢表型人群的膳食模式分布情况[例(%)]

膳食模式	*n*	MHNO	MUNO	MHO	MUO
豆类蔬果膳食模式	753	344(23.3)	292(22.4)	41(23.8)	76(22.4)
米面腌制品膳食模式	646	277(18.8)	252(19.3)	38(22.1)	79(23.3)
内脏饮料膳食模式	519	228(15.4)	185(14.2)	33(19.2)	73(21.5)[ab]
蛋奶类膳食模式	1 375	627(42.5)	577(44.2)	60(34.9)	111(32.7)[ab]

a:$P<0.05$,与 MHNO 组比较;b:$P<0.05$,与 MUNO 组比较

3 讨论

随着年龄的增长,中老年人由于脏器功能逐步衰退、基础代谢下降、身体成分改变等原因,容易发生肥胖和代谢紊乱,从而导致多种慢病的发病风险增加[15-17]。因此,关注中老年人肥胖和代谢健康问题尤为重要。本研究对四川省 3 个地区的中老年人调查发现,MHNO 组、MUNO 组、MHO 组、MUO 组人群分别占调查总人数的 55.0%、31.6%、5.0%、8.4%,从中可以看出代谢异常人群高达 40.0%,并且代谢异常人群中非肥胖人群高达 79.1%。这提示我们也应该关注非肥胖人群的代谢情况,表明了不同肥胖代谢表型分组对健康的重要性。

膳食是预防和治疗肥胖和代谢异常基本的方法之一。近年来,营养流行病学关注的焦点已经逐渐从单一营养素转向膳食模式。目前,膳食模式的统计分析方法主要有膳食指数法、主成分分析法、聚类分析法、因子分析法、降秩回归法等,其中主成分分析法是最常用的方法[9]。此方法描述人群饮食摄入量的变化及不同的饮食特征,比使用单一营养素或食物的传统方法更有意义。此外,由这种方法得出的几种主要的膳食模式在不同的人群中显示出一定的可重复性[18-19]。但此方法在选择食物组、确定因子数量以及膳食模式的命名等方面具有主观性,可能会忽略不被选择标准所保留的其他膳食模式提供的重要信息[20]。

本研究采用主成分分析法获得四川地区中老年人的 4 种膳食模式:豆类蔬果膳食模式、米面腌制品膳食模式、内脏饮料膳食模式和蛋奶类膳食模式。参考《中国居民膳食指南(2022)》平衡膳食准则,豆类蔬果膳食模式主要以粗杂粮薯类、蔬果类、水产类、豆类及豆制品、坚果类摄入为主,较为均衡,其能量、蛋白质和碳水化合物摄入均高于其他膳食模式;米面腌制品膳食模式以米面类、腌制品和肉类摄入为主,缺少全谷物、薯类、水产类和奶类的摄入;内脏饮料膳食模式以动物内脏、甜饮料摄入为主,缺少全谷物、薯类、蔬果类和蛋类的摄入;蛋奶类膳食模式以奶类、蛋类摄入为主,缺少肉类和水产类的摄入。此外,米面腌制品膳食模式体现了四川居民进食腊肉香肠等腌制品的膳食特点,但腌制品中添加的亚硝酸盐可能会在组织代谢作用下生成有强烈致癌作用的亚硝胺,引起结直肠癌等[21]。内脏饮料膳食模式中动物内脏和甜饮料均属于高嘌呤食物,易引发高尿酸血症[22-23]。总体来说,建议属于米面腌制品膳食模式的人群应减少腌制品的摄入,增加全谷物、薯类、水产类和奶类的摄入;属于内脏饮料膳食模式的人群应减少动物内脏和甜饮料的摄入,增加全谷物、薯类、蔬果类和蛋类的摄入;属于蛋奶类膳食模式的人群增加肉类和水产类的摄入。

将研究对象根据肥胖和代谢异常状况分为 4 个肥胖代谢表型亚组后,发现 MHNO 组、MUNO 组和 MHO 组以蛋奶类膳食模式为主,MUO 组以米面腌制品膳食模式为主。不同肥胖代谢表型人群的膳食模式分布存在差异,米面腌制品膳食模式在不同肥胖代谢表型人群中占比大小如下:MUO 组>MUNO 组>MHNO 组,提示高碳水化合物饮食和摄入过多腌制品可能导致肥胖和代谢异常,与 CLEMENTE-SUÁREZ 等[24]、FENG 等[25]和侯强等[26]的研究一致;蛋奶类膳食模式在 MUO 组

占比较 MHNO 组和 MUNO 组低,提示蛋类和奶类的摄入可能有利于控制体质量,与 WRIGHT 等[27]和 GRIJALVA-AVILA 等[28]的研究一致。按性别和年龄段分组后,分析发现不同年龄段女性肥胖代谢表型的膳食模式分布均存在统计学差异。对于 45~<60 岁女性,米面腌制品膳食模式在 MUO 组和 MUNO 组占比较 MHNO 组高,蛋奶类膳食模式在不同肥胖代谢表型人群占比:MHNO 组>MUNO 组>MUO 组,与总人群的研究结果相似。对于≥60 岁女性,内脏饮料膳食模式在 MUO 组占比较 MHNO 组和 MUNO 组高,蛋奶类膳食模式在 MUO 组占比较 MHNO 组和 MUNO 组低,后者与总人群的研究结果一致。这提示内脏和饮料摄入过多可能会增加女性肥胖和代谢异常发生的风险,与 LI 等[29]和 RASAEI 等[30]的研究一致。总体来说,建议 MUO 组人群在日常饮食中应适当减少米面和腌制品的摄入量,增加蛋类和奶类的摄入。此外,对于≥60 岁女性 MUO 组人群,应适当减少内脏和饮料的摄入量。

综上,本研究探索了四川地区中老年人的膳食模式及不同肥胖代谢表型人群的膳食模式分布,并提出了相关膳食建议。但本研究还存在以下不足:膳食数据仅来源于四川省的 3 个地区,不足以代表整个四川省,在以后的研究中考虑进一步扩大地区和样本量;膳食调查没有收集食用油及调味品的摄入量,会低估每日能量摄入量;食物频率问卷调查存在一定的回忆偏倚,未来考虑加入 3 d 的 24 h 膳食调查,提高膳食调查的准确性;横断面研究不能说明各膳食模式与不同肥胖代谢表型的因果关系,未来需要队列研究进一步验证。

参考文献:

[1] WANG Y F, ZHAO L, GAO L W, *et al*. Health policy and public health implications of obesity in China[J]. Lancet Diabetes Endocrinol, 2021, 9(7): 446-461. DOI: 10.1016/S2213-8587(21)00118-2.

[2] DAI Y Y, LI Y J, YANG S, *et al*. Association between weight change and risk of metabolic abnormalities in non-overweight/obese and overweight/obese population: a retrospective cohort study among Chinese adults[J]. Front Endocrinol (Lausanne), 2022, 13: 1029941. DOI: 10.3389/fendo.2022.1029941.

[3] SONG Z M, GAO M, LV J, *et al*. Metabolically healthy obesity, transition to unhealthy phenotypes, and type 2 diabetes in 0.5 million Chinese adults: the China Kadoorie Biobank[J]. Eur J Endocrinol, 2022, 186(2): 233-244. DOI: 10.1530/EJE-21-0743.

[4] ABIRI B, KOOHI F, EBADINEJAD A, *et al*. Transition from metabolically healthy to unhealthy overweight/obesity and risk of cardiovascular disease incidence: a systematic review and meta-analysis[J]. Nutr Metab Cardiovasc Dis, 2022, 32(9): 2041-2051. DOI: 10.1016/j.numecd.2022.06.010.

[5] GÓMEZ-ZORITA S, QUERALT M, VICENTE M A, *et al*. Metabolically healthy obesity and metabolically obese normal weight: a review[J]. J Physiol Biochem, 2021, 77(1): 175-189. DOI: 10.1007/s13105-020-00781-x.

[6] AASETH J, ELLEFSEN S, ALEHAGEN U, *et al*. Diets and drugs for weight loss and health in obesity—An update[J]. Biomed Pharmacother, 2021, 140: 111789. DOI: 10.1016/j.biopha.2021.111789.

[7] MOSZAK M, SZULIŃSKA M, BOGDAŃSKI P. You are what you eat—the relationship between diet, microbiota, and metabolic disorders—a review[J]. Nutrients, 2020, 12(4): 1096. DOI: 10.3390/nu12041096.

[8] SCHULZ C A, OLUWAGBEMIGUN K, NÖTHLINGS U. Advances in dietary pattern analysis in nutritional epidemiology[J]. Eur J Nutr, 2021, 60(8): 4115-4130. DOI: 10.1007/s00394-021-02545-9.

[9] ZHAO J K, LI Z Y, GAO Q, *et al*. A review of statistical methods for dietary pattern analysis[J]. Nutr J, 2021, 20(1): 37. DOI: 10.1186/s12937-021-00692-7.

[10] ZHANG L F, WANG Z W, WANG X, *et al*. Prevalence of overweight and obesity in China: results from a cross-sectional study of 441 thousand adults, 2012-2015[J]. Obes Res Clin Pract, 2020, 14(2): 119-126. DOI: 10.1016/j.orcp.2020.02.005.

[11] LIU B, CHEN G Q, ZHAO R J, *et al*. Temporal trends in the prevalence of metabolic syndrome among middle-aged and elderly adults from 2011 to 2015 in China: the China health and retirement longitudinal study (CHARLS)[J]. BMC Public Health, 2021, 21(1): 1045. DOI: 10.1186/s12889-021-11042-x.

[12] 景慧, 滕雨芯, Samuel Steven Chacha, 等. 陕西省城市成年人群肥胖代谢表型异质性流行病学特征分析[J]. 中国公共卫生, 2022, 38(5): 610-613. DOI:10.11847/zgggws1136326.
JING H, TENG Y X, CHACHA S S, *et al*. Epidemiological characteristics of metabolic phenotypic heterogeneity in adults with obesity in Shaanxi Province[J]. Chin J Public Health, 2022, 38(5): 610-613. DOI: 10.11847/zgggws1136326.

[13] FAN P, ZHANG S, WANG W Y, *et al*. The design and

implementation of Natural Population Cohort Study Biobank: a multiple-center project cooperation with medical consortia in Southwest China[J]. Front Public Health, 2022, 10: 996169. DOI: 10.3389/fpubh.2022.996169.

[14] 杨振, 王琛琛, 孙亚红, 等. 新疆维吾尔自治区孕妇膳食模式与贫血的关系[J]. 中国预防医学杂志, 2022, 23(8): 570-576. DOI: 10.16506/j.1009-6639.2022.08.002.
YANG Z, WANG C C, SUN Y H, *et al*. The association between dietary patterns and anemia of pregnant women in Xinjiang Uygur Autonomous Region[J]. Chin Prev Med, 2022, 23(8): 570-576. DOI: 10.16506/j.1009-6639.2022.08.002.

[15] MANKOWSKI R T, ANTON S D, AUBERTIN-LEHEUDRE M. The role of muscle mass, muscle quality, and body composition in risk for the metabolic syndrome and functional decline in older adults[J]. Curr Geri Rep, 2015, 4(3): 221-228. DOI: 10.1007/s13670-015-0132-y.

[16] BELLADELLI F, MONTORSI F, MARTINI A. Metabolic syndrome, obesity and cancer risk[J]. Curr Opin Urol, 2022, 32: 594-597. DOI: 10.1097/MOU.0000000000001041.

[17] XIE K, BAO L, JIANG X, *et al*. The association of metabolic syndrome components and chronic kidney disease in patients with hypertension[J]. Lipids Health Dis, 2019, 18(1): 229. DOI: 10.1186/s12944-019-1121-5.

[18] MURAKAMI K, SHINOZAKI N, FUJIWARA A, *et al*. A systematic review of principal component analysis-derived dietary patterns in Japanese adults: are major dietary patterns reproducible within a country? [J]. Adv Nutr, 2019, 10(2): 237-249. DOI: 10.1093/advances/nmy079.

[19] HONG X, YE Q, WANG Z Y, *et al*. Reproducibility and validity of dietary patterns identified using factor analysis among Chinese populations[J]. Br J Nutr, 2016, 116(5): 842-852. DOI: 10.1017/s000711451600249x.

[20] SCHULZE M B, HOFFMANN K, KROKE A, *et al*. Risk of hypertension among women in the EPIC-Potsdam study: comparison of relative risk estimates for exploratory and hypothesis-oriented dietary patterns[J]. Am J Epidemiol, 2003, 158(4): 365-373. DOI: 10.1093/aje/kwg156.

[21] SHAKIL M H, TRISHA A T, RAHMAN M, *et al*. Nitrites in cured meats, health risk issues, alternatives to nitrites: a review[J]. Foods, 2022, 11(21): 3355. DOI: 10.3390/foods11213355.

[22] XIA Y, XIANG Q, GU Y Q, *et al*. A dietary pattern rich in animal organ, seafood and processed meat products is associated with newly diagnosed hyperuricaemia in Chinese adults: a propensity score-matched case-control study[J]. Br J Nutr, 2018, 119(10): 1177-1184. DOI: 10.1017/s0007114518000867.

[23] SIQUEIRA J, PEREIRA T S S, VELÁSQUEZ-MELENDEZ G, *et al*. Sugar-sweetened soft drinks consumption and risk of hyperuricemia: results of the ELSA-Brasil study[J]. Nutr Metab Cardiovasc Dis, 2021, 31(7): 2004-2013. DOI: 10.1016/j.numecd.2021.04.008.

[24] CLEMENTE-SUÁREZ V J, MIELGO-AYUSO J, MARTÍN-RODRÍGUEZ A, *et al*. The burden of carbohydrates in health and disease[J]. Nutrients, 2022, 14(18): 3809. DOI: 10.3390/nu14183809.

[25] FENG X, ZHU J H, HUA Z L, *et al*. The prevalence and determinant of overweight and obesity among residents aged 40-69 years in high-risk regions for upper gastrointestinal cancer in southeast China[J]. Sci Rep, 2023, 13(1): 8172. DOI: 10.1038/s41598-023-35477-x.

[26] 侯强, 王英, 李慕帆, 等. 太行山食管癌高发区农村居民高血压风险预测模型构建[J]. 现代预防医学, 2023, 50(6): 1133-1138. DOI: 10.20043/j.cnki.MPM.202206627.
HOU Q, WANG Y, LI M F, *et al*. Construction of hypertension risk prediction model for rural residents in Taihang Mountain with high incidence of esophageal cancer[J]. Mod Prev Med, 2023, 50(6): 1133-1138. DOI: 10.20043/j.cnki.MPM.202206627.

[27] WRIGHT C S, ZHOU J, SAYER R D, *et al*. Effects of a high-protein diet including whole eggs on muscle composition and indices of cardiometabolic health and systemic inflammation in older adults with overweight or obesity: a randomized controlled trial[J]. Nutrients, 2018, 10(7): 946. DOI: 10.3390/nu10070946.

[28] GRIJALVA-AVILA J, VILLANUEVA-FIERRO I, LARES-ASSEFF I, *et al*. Milk intake and IGF-1 rs6214 polymorphism as protective factors to obesity[J]. Int J Food Sci Nutr, 2020, 71(3): 388-393. DOI: 10.1080/09637486.2019.1666805.

[29] LI P, ZHANG M L, ZHU Y F, *et al*. Dietary patterns and changes in cardiovascular risk factors in apparently healthy Chinese women: a longitudinal study[J]. J Clin Biochem Nutr, 2016, 58(3): 232-239. DOI: 10.3164/jcbn.15-78.

[30] RASAEI N, HOSSEININASAB D, SHIRASEB F, *et al*. The association between healthy beverage index and healthy and unhealthy obesity phenotypes among obese women: a cross-sectional study[J]. Int J Clin Pract, 2022, 2022: 7753259. DOI: 10.1155/2022/7753259.

(**收稿**:2023-04-13;**修回**:2023-05-20)

(编辑 汪勤俭)