

文章编号: 1000-8020(2019)03-0380-08

·调查研究·

不同三大供能物质比例影响矿物质 对肥胖的作用

王茜¹ 黄嘉欣¹ 孙长颢¹

¹ 哈尔滨医科大学公共卫生学院营养与食品卫生学教研室 哈尔滨 150081



摘要:目的 探讨人群膳食中不同的三大供能物质比例模式下,矿物质(Ca、P、K、Na、Mg、Fe、Zn、Se、Cu、Mn、I)整体营养状态对肥胖的影响。方法 选取2012年哈尔滨市膳食、营养与非传染性慢性疾病横断面(采用分层随机抽样方法)人群监测数据(共9734例,年龄20~74岁),经过培训的专业人员进行调查问卷、24小时膳食回顾法进行膳食调查;采用统一标准测量方法测量身高、体重、腰围。计算碳水化合物、脂肪和蛋白质的供能比并进行三分位分层构建三大供能物质不同的比例模式,采用Logistic回归分析频数最高的三种比例模式与肥胖之间的风险关系;采用能量密度法对Ca、P、K、Na、Mg、Fe、Zn、Se、Cu、Mn和I进行能量校正,以Se为参照,构建矿物质平衡指数,采用Logistic回归分析矿物质平衡指数与肥胖之间的风险关系;分析三大供能物质三种比例模式和矿物质平衡指数的交互作用与肥胖之间的风险关系。结果 碳水化合物、脂肪以及蛋白质的供能比进行三分位分层构建出27种组合,分别代表着人群膳食模式中三大供能物质的不同比例状态,其中频率最高三大供能物质比例结构为高碳水化合物、低脂肪、低蛋白摄食比例(称为高碳水化合物膳食结构)1583例,占16.3%;其次为低碳水化合物、高脂肪、高蛋白比例(称为低碳水化合物膳食结构)1580例,占16.2%;第三位为碳水化合物、脂肪、蛋白质相对均衡比例(称为均衡膳食结构)1122例,占11.5%。与均衡膳食结构组相比,高碳水化合物膳食组和低碳水化合物膳食组均增加肥胖的患病风险且差异有统计学意义($P=0.028$),OR值与95%置信区间分别为1.251(1.017~1.538)、1.311(1.069~1.608)。矿物质平衡指数越小表示人群矿物质摄入量越接近推荐摄入量(参照2013年中国营养学会矿物质膳食推荐量),矿物质平衡指数越大表示人群矿物质摄入量与推荐摄入量偏差越大;将矿物质平衡指数绝对值四分位分组,与第一分位组相比,第二、三、四分位组均能增加肥胖的患病风险,OR值与95%置信区间分别为1.221(1.038~1.435)、1.233(1.048~1.450)、1.179(1.003~1.388), P 值为0.050。矿物质平衡参数为正表示矿物质摄入量大于膳食推荐摄入量,矿物质平衡参数为负表示矿物质摄入量小于膳食推荐摄入量,筛选出每种矿物质参数均为正值的人群,将矿物质平衡指数四分位分组,与第一分位组相比,第三、四分位组均能增加肥胖的患病风险,OR值与95%置信区间分别为1.221(1.038~1.435)、1.233(1.048~1.450)、1.179(1.003~1.388), P 值为0.050。碳水化合物、蛋白质和脂肪的三种比例膳食结构与矿物质平衡指数的交互作用也会影响肥胖的患病风险,与均衡膳食合并矿物质平衡指数第一分位组相比,高碳水化合物膳食结构合并矿物质平衡指数第四分位组、低碳水化合物膳食结构合并矿物质平衡指数第二、三分位组均能增加肥胖的患病风险,OR值与95%置信区间分别为1.352(1.083~1.687)、1.319(1.000~1.742)、1.540(1.143~2.076), P 值为0.037。结论 人群膳食中存在三大供能物质不同的比例状态,其摄入不均衡显著增加肥胖的患病风险;矿物质摄入不均衡的营养状态同样会显著增加肥胖的患病风险。值得注意的是,即使是在矿物质均充足的情况下,其不均衡的比例

作者简介:王茜,女,硕士,研究实习生,研究方向:营养流行病学,E-mail:1532933196@qq.com

通信作者:孙长颢,男,博士,教授,研究方向:慢性病的人群流行病学和分子营养学,E-mail:sun2002changhao@126.com

也会增加肥胖的患病风险;与三大供能物质及矿物质摄入比例相对均衡组相比,其摄入不均衡会进一步增加肥胖的风险。矿物质作为整体在对肥胖产生影响的同时,受三大供能物质膳食结构的影响。

关键词: 膳食结构 三大供能物质 矿物质平衡 肥胖

中图分类号: R589.2 R151.2 R155.1

文献标志码: A

Effects of minerals on obesity in different ratios of three energy-supplying nutrients

Wang Qian¹, Huang Jiixin¹, Sun Changhao¹

¹ Department of Nutrition and Food Hygiene, College of Public Health, Harbin Medical University, Harbin 150081, China

ABSTRACT: OBJECTIVE To explore the effect of the overall nutritional status of minerals (Ca, P, K, Na, Mg, Fe, Zn, Se, Cu, Mn, I) on obesity under the different proportions of three energy-supplying substances in the diet of the population. **METHODS**

Population monitoring data (a total of 9734 cases aged 20–74 years old) from the cross-section of diet, nutrition and non-communicable chronic diseases in Harbin in 2012 (stratified random sampling method was adopted) were selected. Questionnaire and 24-hour dietary information were conducted by trained professionals. Height, weight and waist circumference were measured by uniform standard measurement method; The energy supply ratio of carbohydrate, fat and protein was calculated and a three-point stratification was carried out to construct different proportion patterns of the three energy-supplying nutrients. Logistic regression was used to analyze the risk relationship between the proportion patterns with the top 3 highest frequency and obesity. Energy density method was used for energy correction of Ca, P, K, Na, Mg, Fe, Zn, Se, Cu, Mn and I. Mineral equilibrium index was constructed with Se as reference, and Logistic regression was used to analyze the risk relationship between mineral equilibrium index and obesity. To analyze the relationship between the interaction of three proportions of three energy-supplying substances and the mineral balance index and the risk of obesity. **RESULTS** The energy supply ratio of carbohydrate, fat and protein was stratified in a third and 27 combinations were constructed, respectively representing the different proportions of the three energy-supplying substances in the dietary pattern of the population. The proportion of high carbohydrate, low fat and low protein (known as the dietary structure of low fat) was 1583 cases, accounting for 16.3% of the total population. Secondly, the proportion of low-carbohydrate, high-fat and high-protein (called high-fat diet structure) was 1580 cases, accounting for 16.2% of the total number. The third was the relative balanced proportion of carbohydrate, fat and protein (called balanced diet structure) in 1122 cases, accounting for 11.5% of the total population. Compared with the balanced diet group, both the low fat diet group and the high fat diet group increased the risk of obesity and had statistical significance. OR value and 95% confidence interval were 1.251 (1.017–1.538), 1.311 (1.069–1.608), respectively, the P value was 0.028. The smaller the absolute value of mineral balance index was, the closer the population's mineral intake was to the recommended intake (refer to the recommended amount of mineral diet of China nutrition association in 2013). The larger the absolute value of

mineral balance index was , the greater the deviation between the population 's mineral intake and the recommended intake was. When the absolute quartile of the mineral balance index was grouped , the risk of obesity was increased in the second , third and fourth quartile groups compared with the first quartile group. *OR* value and 95% confidence interval were 1. 221 (1. 038-1. 435) , 1. 233 (1. 048-1. 450) , 1. 179 (1. 003-1. 388) , respectively , *P* value was 0. 050. A positive mineral balance index indicated that the mineral intake was greater than the recommended dietary intake , and a negative mineral balance index indicated that the mineral intake was less than the recommended dietary intake. The population with positive values of each mineral was screened and divided into four groups. Compared with the first group , the third and fourth groups could increase the risk of obesity. The *OR* value and 95% confidence interval were 1. 221 (1. 038-1. 435) , 1. 233 (1. 048 - 1. 450) , 1. 179 (1. 003 - 1. 388) , respectively , *P* value was 0. 050. Carbohydrate , protein and fat dietary structure , the proportion of three kinds of interactions with mineral balance index also affected the risk of obesity , the first points of the minerals in combination with balanced diet balance index , compared to a set of low fat diet combined mineral balance index of 4 points a , with high fat diet and mineral balance index points 2 and 3 a group can increase the risk of obesity , the *OR* value and 95% confidence interval were 1. 352 (1. 083-1. 687) , 1. 319 (1. 000-1. 742) , 1. 540(1. 143 -2. 076) , the *P* value was 0. 037. **CONCLUSION** There are different proportions of energy-supplying nutrients in the diet of the population , and the imbalance of intake significantly increases the risk of obesity. Mineral intake of unbalanced nutritional status will also significantly increase the risk of obesity. It is important to note that even when minerals are abundant , the imbalance increases the risk of obesity. An imbalance in intake of energy and minerals further increases the risk of obesity , compared with the three groups in which energy and mineral intake are relatively balanced. As a whole , minerals are affected by the dietary structure of three major energy-supplying substances while influencing obesity.

KEY WORDS: dietary pattern , three energy-supplying nutrients , mineral balance , obesity

超重或肥胖是许多慢性病(如糖尿病、心血管疾病等)发病的重要危险因素,也是严重影响生命质量和增加财政负担的全球性公共卫生问题^[1-6]。体质指数(body mass index ,BMI) 每增加一个标准差,患高血压的风险增加 1. 55 ~ 1. 68 倍,患糖尿病的风险增加 1. 52 ~ 1. 59 倍^[7]。由于生活方式的改变、不良饮食习惯和身体活动不足,肥胖在世界范围内广泛流行,特别是在经济迅速发展的发展中国家^[8]。

人类营养科学在预防慢性疾病方面遇到了挑战:关于特定食物或营养素与慢性疾病之间的联系研究常常得到不一致结果^[9]。在这其中过分强调个别食物或营养素对健康的影响,而忽视人群膳食结构或多种营养素对预防慢性疾病所发挥的作用,可能是造成这些差异的主要原因^[10]。据报道,膳食结构对肥胖的影响大于单个食物或营

养素^[11]。在研究特定食物或营养素与肥胖的关联时,应考虑膳食模式的影响。“法国悖论”指出,与西方人群相比,法国人摄入的饱和脂肪较多,冠心病的发病率较低,这与人们普遍认为的高饱和脂肪摄入是冠心病的一个危险因素的观点相矛盾^[12]。饱和脂肪对冠心病的影响可能受到法国地中海饮食和西方饮食的影响^[13]。基于这些证据,本研究假设矿物质可能作为一个整体对人体健康产生影响,或矿物质整体在对健康发挥作用时可能受膳食结构的影响。这意味着特定食物或营养素对健康的负面、保护性或无健康的作用可能受其他多种事物/营养素或其所处的膳食结构的影响^[14]。矿物质的摄入状态与三大供能物质的联合作用对肥胖的影响仍存在争议。

本研究使用 2012 年哈尔滨市膳食、营养与非传染性慢性疾病横断面研究的人群数据,验证人

群膳食中不同的三大供能物质比例模式状态下, 矿物质整体营养状态与肥胖的关系。

1 对象与方法

1.1 调查对象

哈尔滨医科大学营养与食品卫生系国家重点学科 2010 年发起了哈尔滨饮食、营养与慢性非传染性疾病队列研究(HDNNCDS)^[15]。采用分层随机抽样方法抽取样本,首先在哈尔滨市选择 7 个行政区为一级抽样单位,将每个行政区内社区按照经济条件分为好、中、差三层,在每层随机抽取 2 个社区,共抽取 42 个社区为二级抽样单位,在被抽取的每个社区随机抽取 1~2 个居委会,以居委会作为基本的抽样单元(三级抽样单位)抽取哈尔滨社区居民作为调查对象。调查对象需要满足以下几点要求:①年龄在 20~74 岁之间。②在哈尔滨居住至少两年。③排除患有癌症、遗传性疾病、甲亢、精神病、1 型糖尿病、卒中,以及有心、肝、肾等功能衰竭及肢体残疾不能正常行走者。本研究共纳入 9734 名参与者。该议定书经哈尔滨医科大学伦理委员会批准,所有受试者均提供书面知情同意书。

1.2 调查方法

调查采用标准化问卷,通过面对面访问调查对象的一般情况(年龄、性别、婚姻状况、教育、职业、经济收入、居住和家庭基本情况等人口学与社会经济学因素);主要慢性病的既往史、现患病情况及治疗情况;吸烟、饮酒、业余及职业体力活动等其他健康行为;既往 1 年的膳食摄入情况及饮食习惯、营养与慢性病相关知识等;心理因素、职业和社会压力等。疾病的结局以疾病诊断标准作为判断,同时以疾病的生物标志物作为判断疾病发生、发展的辅助指标。

体格检查包含身高、体重、腰围(waist circumference,WC)测量。 $BMI = \text{体重}(\text{kg}) / \text{身高}(\text{m})^2$,精确到 0.01 kg/m^2 。 $BMI \geq 28$ 被诊断为肥胖。

现场调查由哈尔滨医科大学公共卫生学院、哈尔滨市疾病预防控制中心联合各社区医院进行。调查员为经过统一培训,并考核合格的人员。整个调查过程均有严格的质量控制措施。

1.3 膳食评价

通过验证的食物频率问卷(FFQ)评估膳食,包含过去 12 个月的日常饮食摄入数据,包括 103 个食品项目。24 h 膳食回顾调查:询问调查对象过去 24 h 的食物摄入种类和数量,根据《中国食

物成分表》计算平均每日的各类食物及营养素摄入量^[16]。将通过膳食调查得到的各种食物的摄入量录入中国营养与食品研究所开发的软件“食物营养计算器”进而得到膳食中总能量的摄入量。采用国际体力活动问卷(IPAQ)询问调查对象过去一星期重、中、轻和静坐的体力活动时间。

1.4 三大供能物质比例结构的构建

计算三大供能物质的供能比并进行三分位分层,分别成为本人群中三大供能物质摄入量的低、中、高三个水平,构建出碳水化合物、蛋白质和脂肪的不同摄入水平的 27 种组合结构。

1.5 矿物质平衡指数的计算

每种矿物质(Ca、P、K、Na、Mg、Fe、Zn、Se、Cu、Mn、I 元素参与分析)实际摄入量和每种矿物质推荐摄入量分别比 Se 元素实际摄入量和 Se 元素推荐摄入量之差乘以 1000,为每种矿物质的平衡参数。每种矿物质平衡参数取绝对值之和称之为矿物质平衡指数;每种矿物质平衡参数均为正值的样本将每种矿物质平衡参数相加之和称为矿物质正平衡指数。将物质平衡指数和矿物质正平衡指数分别四分位分组进行分析。

1.6 统计学方法

数据采用 SPSS 21.0 软件分析处理,双侧 $P < 0.05$ 认为差异有统计学意义。Logistic 回归分析膳食摄入状况与肥胖的 OR 值及其 95% 置信区间。总共三个模型,在模型 1 中,不校正任何协变量;在模型 2 中校正年龄、性别;在模型 3 中校正年龄、性别、吸烟、饮酒及体力活动以及教育水平。

2 结果

2.1 居民的基本人口学与三大供能物质膳食比例状态结构特征

哈尔滨市居民的基本人口学特征见表 1,分别计算碳水化合物、脂肪以及蛋白质的供能比分层后组成的 27 种组合见表 2,代表着人群膳食模式中三大供能物质的不同比例状态,其中频率最高的膳食比例结构为高碳水化合物、低脂肪、低蛋白摄食比例(称为高碳水化合物膳食结构) 1583 例,占 16.3%;其次为低碳水化合物、高脂肪、高蛋白比例(称为低碳水化合物膳食结构) 1580 例,占 16.2%;第三位为碳水化合物、脂肪、蛋白质相对均衡比例(称为均衡膳食结构) 1122 例,占 11.5%。

2.2 不同的三大供能物质比例结构与肥胖的 Logistic 回归分析

选取 27 种组合中频率最高的 3 种组合进行

表 1 2012 年哈尔滨市参与调查人群的基本信息

项目	男性	女性	P 值
年龄/岁	50.22±10.55	50.94±10.16	0.001
教育水平			<0.001
小学及以下	151(4.28)	491(7.91)	
初中	773(21.92)	1485(23.92)	
高中	1056(29.95)	2083(33.55)	
大专或本科	1294(36.7)	1740(28.03)	
研究生及以上	35(0.99)	32(0.52)	
体力活动			<0.001
低	2614(76.14)	5287(87.33)	
中	742(21.61)	695(11.48)	
高	77(2.24)	72(1.19)	
吸烟	1444(41.4)	260(4.24)	<0.001
饮酒	2134(62.82)	1146(18.96)	<0.001
体质指数	25.72±3.48	24.59±3.49	<0.001
腰围/cm	91.09±9.62	83.06±9.53	<0.001
能量摄入量/(kal/d)	2674.95±1025.55	2244.08±830.35	<0.001
碳水化合物摄入量/(kal/d)	412.09±182.56	348.7±146.77	<0.001
脂肪摄入量/(kal/d)	83.42±32.45	70.75±27.56	<0.001
蛋白质摄入量/(kal/d)	84.23±42.11	68.47±35.15	<0.001
肥胖	834(23.87)	938(15.24)	<0.001

注:表中数据连续变量为均值±标准差;定性变量为频数(百分比)

表 2 三大供能物质三分位做出 27 种组合情况

序号	碳水化合物	脂肪	蛋白质	频数	百分比/%	累计百分比/%
1	T1	T1	T1	0	0.0	0.0
2	T1	T1	T2	0	0.0	0.0
3	T1	T1	T3	17	0.2	0.2
4	T1	T2	T1	0	0.0	0.2
5	T1	T2	T2	12	0.1	0.3
6	T1	T2	T3	331	3.4	3.7
7	T1	T3	T1	514	5.3	9.0
8	T1	T3	T2	790	8.1	17.1
9	T1	T3	T3	1580	16.2	33.3
10	T2	T1	T1	7	0.1	33.4
11	T2	T1	T2	81	0.8	34.2
12	T2	T1	T3	212	2.2	36.4
13	T2	T2	T1	676	6.9	43.4
14	T2	T2	T2	1122	11.5	54.9
15	T2	T2	T3	784	8.1	62.9
16	T2	T3	T1	234	2.4	65.3
17	T2	T3	T2	104	1.1	66.4
18	T2	T3	T3	24	0.2	66.7
19	T3	T1	T1	1583	16.3	82.9
20	T3	T1	T2	1056	10.8	93.8
21	T3	T1	T3	288	3.0	96.7
22	T3	T2	T1	230	2.4	99.1
23	T3	T2	T2	80	0.8	99.9
24	T3	T2	T3	9	0.1	100.0
25	T3	T3	T1	0	0.0	100.0
26	T3	T3	T2	0	0.0	100.0
27	T3	T3	T3	0	0.0	100.0
合计				9734	100.0	

注: T1、T2、T3 分别表示三分位分组的第一、二、三分位组

后续的分析研究,比较三组之间的基本人口学特征(表 3),其中三组之间的年龄、性别、教育水平、体力活动、吸烟、饮酒以及肥胖的患病率之间的差异有统计学意义(P 均 <0.001); BMI 和 WC 之间的差异没有统计学意义。

表 3 三组不同比例碳水化合物、脂肪、蛋白质膳食结构的人群基本信息描述

项目	高碳水化合物膳食结构组	低碳水化合物膳食结构组	均衡膳食结构组	P 值
样本量	1583	1580	1122	
年龄/岁	52.19±10.02	49.46±10.60	50.21±10.12	<0.001
性别				<0.001
男性	477(30.1)	656(41.5)	400(35.7)	
女性	1106(69.9)	924(58.5)	722(64.3)	
教育水平				<0.001
小学及以下	168(10.5)	76(4.8)	67(6.0)	
初中	466(29.4)	306(19.4)	240(21.4)	
高中	480(30.3)	503(31.8)	368(32.8)	
大专或本科	374(23.6)	577(36.5)	371(33.1)	
研究生及以上	97(6.1)	118(7.5)	76(6.8)	
体力活动				<0.001
低	1241(80.2)	1313(85.0)	941(85.9)	
中	261(16.9)	216(14.0)	143(13.1)	
高	46(3.0)	16(1.0)	11(1.0)	
吸烟	257(16.4)	327(21.0)	178(15.9)	<0.001
饮酒	433(28.1)	610(39.8)	383(34.9)	<0.001
体质指数	25.00±3.44	25.13±3.66	24.86±3.55	0.144
腰围/cm	85.81±9.97	86.48±11.02	86.02±10.30	0.198
肥胖	291(18.5)	317(20.3)	176(15.8)	<0.001

注:表中数据连续变量为均值±标准差;定性变量为频数(百分比)

三种不同的碳水化合物、脂肪、蛋白质比例膳食结构与肥胖的 Logistic 回归分析显示,与均衡膳食结构组相比,高碳水化合物膳食结构组和低碳水化合物膳食结构组均增加肥胖的患病风险且有统计学意义(表 4)。

表 4 三种不同的碳水化合物、脂肪、蛋白质比例结构膳食与肥胖的 Logistic 分析 [OR(95%CI)]

项目	模型 1	模型 2	模型 3
P 值	0.014	0.028	0.162
高碳水化合物膳食结构组	1.208(0.984~1.483)	1.251(1.017~1.538)	1.247(0.921~0.688)
低碳水化合物膳食结构组	1.354(1.106~1.659)	1.311(1.069~1.608)	1.333(0.987~1.802)
均衡膳食结构组	1.000	1.000	1.000

注:模型 1:没有调整任何因素;模型 2:调整年龄、性别;模型 3:调整年龄、性别、教育、体力活动、吸烟及饮酒情况

2.3 人群矿物质营养状态与肥胖的 Logistic 回归分析
Logistic 回归分析见表 5,与第一分位组相比,第二、三、四分位组均能增加肥胖的患病

矿物质平衡指数四分位分组与肥胖的

风险。

表 5 矿物质平衡指数与肥胖的 Logistic 回归分析 [OR(95%CI)]

项目	模型 1	模型 2	模型 3
P 值	<0.001	0.050	0.093
第一分位组	1.000	1.000	1.000
第二分位组	1.396(1.192~1.635)	1.221(1.038~1.435)	1.210(1.026~1.427)
第三分位组	1.460(1.248~1.709)	1.233(1.048~1.450)	1.208(1.023~1.425)
第四分位组	1.328(1.132~1.557)	1.179(1.003~1.388)	1.155(0.979~1.363)

注:模型 1:没有调整任何因素;模型 2:调整年龄、性别;模型 3:调整年龄、性别、教育、体力活动、吸烟及饮酒情况

矿物质平衡指数四分位分组与肥胖的 Logistic 回归分析见表 6,与第一分位组相比,第三、四分位组均能增加肥胖的患病风险。

表 6 矿物质正平衡指数与肥胖的 Logistic 分析 [OR(95%CI)]

项目	模型 1	模型 2	模型 3
P 值	0.057	0.06	0.038
第一分位组	1.000	1.000	1.000
第二分位组	1.275(0.324~5.025)	1.285(0.326~5.065)	0.866(0.193~3.881)
第三分位组	3.421(1.014~11.540)	3.424(1.015~11.552)	3.152(0.891~11.159)
第四分位组	3.732(1.120~12.439)	3.767(1.112~12.757)	3.706(1.043~13.164)

注:模型 1:没有调整任何因素;模型 2:调整年龄、性别;模型 3:调整年龄、性别、教育、体力活动、吸烟及饮酒情况

2.4 三组不同比例的碳水化合物、脂肪、蛋白质膳食结构与矿物质平衡状态的交互作用与肥胖的 Logistic 回归分析

由表 7 可见,与碳水化合物、脂肪、蛋白质摄入相对均衡结构合并矿物质平衡指数第一分位组

(Q1)相比,高碳水化合物膳食结构组合并矿物质平衡指数第四分位组(Q4)、低碳水化合物膳食结构组合并矿物质平衡指数第二分位组(Q2)、低碳水化合物膳食结构组合并矿物质平衡指数第三分位组(Q3)均能增加肥胖的患病风险。

表 7 三大供能物质膳食结构与矿物质平衡指数的交互作用与肥胖的 Logistic 分析 [OR(95%CI)]

项目	模型 1	模型 2	模型 3
P 值	0.001	0.041	0.037
均衡膳食结构组 & Q1	1.000	1.000	1.000
高碳水化合物膳食结构组 & Q2	1.229(0.833~1.815)	1.348(0.910~1.996)	1.259(0.833~1.902)
高碳水化合物膳食结构组 & Q3	1.179(0.870~1.599)	1.210(0.891~1.645)	1.207(0.883~1.651)
高碳水化合物膳食结构组 & Q4	1.403(1.133~1.737)	1.350(1.088~1.676)	1.352(1.083~1.687)
低碳水化合物膳食结构组 & Q2	1.464(1.120~1.915)	1.292(0.983~1.697)	1.319(1.000~1.742)
低碳水化合物膳食结构组 & Q3	1.736(1.301~2.316)	1.495(1.115~2.005)	1.540(1.143~2.076)
低碳水化合物膳食结构组 & Q4	1.574(0.990~2.504)	1.459(0.914~2.329)	1.492(0.925~2.460)

注:模型 1:没有调整任何因素;模型 2:调整年龄、性别;模型 3:调整年龄、性别、教育、体力活动、吸烟及饮酒情况;Q1、Q2、Q3、Q4 分别表示矿物质平衡指数四分位第一、二、三、四分位组

3 讨论

3.1 三大供能物质比例与肥胖

三大供能物质的 27 种组合显示,人群膳食中碳水化合物、脂肪和蛋白质之间存在不同的模式结构状态,而高碳水化合物膳食与低碳水化合物膳食均比均衡膳食结构增加肥胖的患病风险。目前大量研究对高脂肪、高蛋白、低碳水化合物饮食(高脂肪饮食)与低脂肪限制能量饮食进行比较得出,不同三大供能物质摄入的不平衡,均会影响肥胖的发病风险^[17-19]。一项有 447 名参与者参与的五项试验表明,低碳水化合物饮食是一种可行的减轻体重的替代低脂肪饮食的方法,并对代谢可能起良好作用^[20],但关于此缺乏长期的研究证明。

3.2 人群矿物质营养状态与肥胖

本研究将矿物质(Ca、P、K、Na、Mg、Fe、Zn、Se、Cu、Mn、I)整体计算出矿物质平衡指数,矿物质摄入与推荐摄入量偏差越大表示矿物质摄入越不平衡,矿物质整体不平衡摄入的营养状态会增加肥胖的患病风险。之前 MIRMIRAN 等^[21]对矿物质的研究表示,铁、钙、磷、镁、钾的摄入量较低的同时 BMI 也会越高,但调整能量后,差异不显著。在这项研究中,在高 BMI 个体未观察到矿物

质摄入的差异,但在调整能量后差异有统计学意义。还有研究发现,即使膳食能量摄入在适当范围内,也经常观察到矿物质的缺乏,尤其是钙、镁、铁、锌和碘^[22-23]。其他西方国家的研究结果与此类似^[24]。因此,为了排除矿物质缺乏对肥胖的作用,本研究筛选出每种矿物质的摄入量均高于膳食矿物质推荐摄入量的样本,重新进行分析得到矿物质正平衡指数,但值得注意的是,即使在矿物质摄入量均充足的情况下,其不平衡也会增加肥胖的患病风险。

3.3 不同的三大供能物质比例结构与矿物质营养状态的交互作用对肥胖的影响

为探索三大供能物质和矿物质的膳食营养素整体对肥胖的作用,进而为营养素的整体效应的研究提供线索,本研究分析了三种不同的三大供能物质比例结构与矿物质平衡状态的交互作用对肥胖的影响。在哈尔滨人群膳食中,与三大供能物质及矿物质摄入比例相对均衡组相比,高碳水化合物膳食或低碳水化合物膳食合并矿物质摄入不平衡会进一步增加肥胖的患病风险。

综上所述,不同的三大供能物质膳食结构影响增加肥胖的患病风险,矿物质整体营养状态也会影响肥胖的患病风险,并且矿物质作为整体在

对肥胖发挥作用的同时,受三大供能物质膳食结构的影响。

参考文献

- [1] 中国肥胖问题工作组数据汇总分析协作组. 我国成人体重指数和腰围对相关疾病危险因素异常的预测价值: 适宜体重指数和腰围切点的研究[J]. 中华流行病学杂志, 2002, 23(1): 10-15.
- [2] 李若青, 陈珏材, 何洪波 等. 高血压患者肥胖程度及盐摄入量对血压的影响研究[J]. 中国实用内科杂志, 2015, 35(4): 338-341.
- [3] 韩冰, 周刚, 冯石献, 等. 河南省居民高血压相关危险因素分析[J]. 郑州大学学报(医学版), 2014, 49(1): 89-92.
- [4] 赵轶雯, 王莹, 赵松涛, 等. 健康体检人群体重指数与血压、血脂及血糖关系的研究[J]. 解放军医学杂志, 2013, 38(9): 781-783.
- [5] MENKE A, RUST K F, FRADKIN J, et al. Associations between trends in race/ethnicity, aging, and body mass index with diabetes prevalence in the United States: a series of cross-sectional studies[J]. Ann Intern Med, 2014, 161(5): 328-335.
- [6] NYAMDORJ R, QIAO Q, LAM T H, et al. BMI compared with central obesity indicators in relation to diabetes and hypertension in Asians[J]. Obesity, 2008, 16(7): 1622-1635.
- [7] CABALLERO B. The global epidemic of obesity: an overview[J]. Epidemiol Rev, 2007, 29: 1-5.
- [8] 赵文华, 翟屹, 胡建平 等. 中国超重和肥胖造成相关慢性疾病的经济负担研究[J]. 中华流行病学杂志, 2006, 27(7): 555-559.
- [9] SATIJA A, YU E, WILLETT W C, et al. Understanding nutritional epidemiology and its role in policy[J]. Adv Nutr, 2015, 6: 5-18.
- [10] RAUBENHEIMER D, SIMPSON S J. Nutritional ecology and human health[J]. Ann Rev Nutr, 2016, 36: 603-626.
- [11] IOANNIDIS J P. Implausible results in human nutrition research[J]. BMJ, 2013, 347: f6698.
- [12] FERRIÈRES J. The French paradox: lessons for other countries[J]. Heart, 2004, 90: 107-111.
- [13] LORGERIL M, SALEN P, PAILLARD F, et al. Mediterranean diet and the French paradox: two distinct biogeographic concepts for one consolidated scientific theory on the role of nutrition in coronary heart disease[J]. Cardiovasc Res, 2002, 54: 503-515.
- [14] HRUBY A, GUASCH-FERRÉ M, BHUPATHIRAJU S N, et al. Magnesium intake, quality of carbohydrates, and risk of type 2 diabetes: results from three U.S. cohorts[J]. Diabetes Care, 2017, 40: 1695-1702.
- [15] NA L, WU X, FENG R, et al. The Harbin cohort study on diet, nutrition and chronic non-communicable diseases: study design and baseline characteristics[J]. PLoS One, 2015, 10: e0122598.
- [16] 杨月欣. 中国食物成分表 2004[M]. 北京: 北京大学医学出版社, 2004.
- [17] BREHM B J, SEELEY R J, DANIELS S R, et al. A randomized trial comparing a very low carbohydrate diet and a calorie-restricted low fat diet on body weight and cardiovascular risk factors in healthy women[J]. J Clin Endocrinol Metab, 2003, 88: 1617-1623.
- [18] FOSTER G D, WYATT H R, HILL J O, et al. A randomized trial of a low-carbohydrate diet for obesity[J]. N Engl J Med, 2003, 348: 2082-2090.
- [19] STERN L, IQBAL N, SESHADRI P, et al. The effects of low-carbohydrate versus conventional weight loss diets in severely obese adults: one-year follow-up of a randomized trial[J]. Ann Intern Med, 2004, 140: 778-785.
- [20] DANSINGER M L, GLEASON J A, GRIFFITH J L, et al. Comparison of the Atkins, Ornish, Weight Watchers, and Zone diets for weight loss and heart disease risk reduction: a randomized trial[J]. JAMA, 2005, 293: 43-53.
- [21] MIRMIRAN P, ESMAILLZADEH A, AZIZI F. Under-reporting of energy intake affects estimates of nutrient intakes[J]. Asia Pac J Clin Nutr, 2006, 15: 459-464.
- [22] VOLKERT D, KREUEL K, HESEKER H, et al. Energy and nutrient intake of young-old, old-old and very-old elderly in Germany[J]. Eur J Clin Nutr, 2004, 58: 1190-1200.
- [23] ROLLAND Y, PILLARD F, GARRIGUE E, et al. Nutritional intake and recreational physical activity in healthy elderly women living in the community[J]. J Nutr Health Aging, 2005, 9: 397-402.
- [24] BAILEY R L, MITCHELL D C, MILLER C, et al. Assessing the effect of underreporting energy intake on dietary patterns and weight status[J]. J Am Diet Assoc, 2007, 107: 64-71.

收稿日期: 2018-10-22