

遗传背景和饮食习惯协同影响肥胖进程*

赵婧雅 李 辉[△]

(复旦大学现代人类学教育部重点实验室, 上海 200433)

摘要 目的:探讨基因多态性与饮食习惯在中国青少年肥胖进程中的协同作用。**方法:**根据参考文献选出中国人群重点基因上的 60 个 SNP 位点,筛选得到关键位点,调查 100 位中国青年人的饮食情况,收集身体数据,将饮食类别与基因型信息结合,探求它们对体质量体型的协同影响作用。**结果:**对男性影响较大的 SNP 位点是 RS429358;对女性影响较大的是 RS4994,对女性体质量成分影响较大的是 RS662799、RS11800497,对女性体形维度影响较大的是 RS429358、RS11800497、RS3751812、RS17782313、RS1800544。男性应注意优质蛋白摄入,女性不同基因型摄入碳水化合物和脂肪会导致不同结果。**结论:**不同基因型的男女青年若想更好的减重应正确选择蛋白、碳水化合物、脂肪的摄取。

关键词 肥胖;单核苷酸多态性;食谱;中国人

Both genetic and dietary habit synergetically affect the obesity process*

Zhao Jingya, Li Hui[△]

(MOE Key Laboratory of Contemporary Anthropology, School of Life Sciences,
Fudan University, Shanghai 200433, China)

Abstract Objective: To explore synergy between genetic polymorphisms and dietary habits on the obesity process among Chinese youth. **Methods:** We selected 60 most relevant single nucleotide polymorphisms (SNPs), investigated 100 young Chinese, and collected physical data, diet, and genotype information to evaluate the synergy between diets and genes. **Results:** RS429358 was the most influential factor for men. RS4994 was the most influential factor for women. RS662799 and RS11800497 were the most influential factors for women's body weight. RS429358, RS11800497, RS3751812, RS17782313 and RS1800544 influenced women's body size. Men should pay attention to high quality protein intake, women with different genotypes might have different results with the intake of the same amount of carbohydrate and fat. **Conclusion:** Different diet should be selected for people with different genotypes to lose weight.

Key words obesity; single nucleotide polymorphism; diet; Chinese

肥胖从医学角度上来说是一种疾病,即:过量的身体脂肪已经累积到可能对健康有不利影响的程度。它由身体质量指数(BMI)界定,并通过腰臀比体脂等参数进一步评估^[1]。肥胖会增加各种慢性疾病的发病风险^[2]。因此可以说,肥胖在一定程度上会降低人类的预期寿命。出于对健康的考虑,人们应当在青年阶段就对自身的肥胖情况予以足够关注。其中饮食情况及基因型与人们的肥胖情况息息相关。然而目前已有的研究大多只针对其中之一展开,针对中国人群基因和饮食情况协调影响肥胖的研究很少,因此本研究针对这点展开。前人用全基因组关联研究(GWAS)筛选出了大量与肥胖相关的单核苷酸多态性(single nucleotide polymorphism, SNP)位点。本研究根据 SNP 信息数

据库(SNPedia)筛选出中国人群重点基因上的重要 SNP 位点,并将饮食类别与基因型信息结合,探求它们对体质量体型的协同影响作用。探究不同 SNP 分型的人群摄入食物对体质量体型影响的区别,为针对不同情况的个体,提出个性化饮食建议的目标奠定基础,为精准减重减脂开辟新思路。

1 材料和方法

采样时间为 3 个月,唾液 DNA 提取、送公司分型时间 2 个月,后续数据处理 2 个月,总体实验历时 7 个月,具体操作过程如下。

1.1 采样对象

本研究于 2017 年 2 月以招募志愿者形式对复旦大学的本科生进行调查。纳入标准:复旦大学在读的全日制本科生或研究生,主要活动范围在学校周边,保证生活环境相近。汉族,年龄 40 岁以下,自愿参与本研究。排除身体带有心脏起搏器或者其他电子医疗设备植入的患者;排除体质量小于 10 kg 或者大

doi: 10.3969/j.issn.1001-1633.2018.04.018

* 复旦云锋创新创业营专项基金(Z2016005)

第 1 作者 E-mail: 15210700052@fudan.edu.cn

[△]通信作者, E-mail: lhca@fudan.edu.cn

收稿日期: 2018-01-19; 修回日期: 2018-05-04

于 250 kg,或身高小于 110 cm 者,年龄小于 18 周岁或者大于 40 周岁的人群;身体残疾,肢体畸形者;急性病患者或在近期内(1~2 月)曾经患过高烧、腹泻等急性病,目前体力尚未恢复者;近期内肢体或关节有过骨折或脱位现象者。收集到男性志愿者 39 名,女性志愿者 61 名,男女两组年龄没有显著差异,平均年龄 25 岁。

这项研究是经复旦大学(上海,中国)生命科学学院的伦理委员会批准后进行的,所有样品的捐助者在样品收集之前都已完全知情并签署知情同意书。参与人参与研究的所有程序均符合机构和国家研究委员会的道德标准。

1.2 饮食情况问卷收集信息

设计饮食情况调查问卷,该问卷通过调查被试者近 1 个月的饮食情况,评估该被试者的饮食习惯偏好,问卷涉及 35 个问题,除了基本的性别、编号等信息还包含对被试者每周摄入 17 种食物情况的调查,如大米、面食、粗粮、蔬菜、水果、肉类、坚果等等。调查每种食物每周的食用次数和每次的食用量。每次食用量用“手测量法”来进行衡量,文献证明,手测量法直观,操作简单^[3],对于被试者来说,可以更准确方便的填写自评问卷。每一位被试者在填写问卷前进行了培训和预填写,确保问卷的可靠性。

1.3 身体参数测量

召集被试者在相同测量时间到实验室环境进行身体参数的测量和采集,上午 9:00 饭前,使用电子体脂秤(OMRON HBF-701)测量体质量、体脂、内脏脂肪,人体测高仪测量身高、皮尺测量腰围、臀围,记录后再通过计算得到身体质量指数(body mass index, BMI)、腰臀比(waist to hip ratio, WHR)、腰高比(waist to height ratio, WHtR)、WHT.5R(waist/height 0.5)^[5]等相关参数,其中 WHT.5R 为文献[4]中为了增加腰高比与心血管疾病相关性所做的数学处理指标。2000 年 WHO 国际肥胖特别工作组针对亚太地区人群的体质及其与肥胖有关疾病的特点,提出亚洲成年人分级标准,根据该标准进行肥胖分级^[5]。

1.4 收集唾液提取 DNA 进行 SNP 分型

收集每个被试者 2 ml 唾液样本。唾液样本利用唾液 DNA 抽提试剂盒(英芮诚,上海)和 ETP-300 型全自动核酸提取仪(英芮诚,上海)提取基因组 DNA。随后,对提取的 DNA,利用 MALDI-TOF 技术(博奥晶典,上海)进行 SNP 位点分型。

根据已有数据库 SNPedia(<https://www.snpedia.com/index.php/SNPedia>),选择中国汉族人群与苦味(决定饮食偏好)、糖代谢、脂代谢、BMI 水平、运动等有关的 SNP 位点共 60 个。

1.5 统计学处理

利用 IBM SPSS 19.0 分析数据。利用主成分分析

对身体各参数进行降维。对 BMI、WHR、WHtR、WHT.5R、体脂、内脏脂肪进行标准化,得到新的标准化分数(在前面加“Z”以做区分),用新的标准化得分做主成分分析,用因子旋转(采用正交旋转中最大方差法)给出旋转后的因子载荷矩阵,然后分析旋转之后的公因子,最后构成 1 个综合因子 F,计算个体的身体综合因子 F 的分值。

将 SNP 分型结果按照 0/0 赋值为 1,0/1 赋值为 0.5,1/1 赋值为 0 进行量化。数据集按性别分组,男性=1,女性=2。将每种食物的食用频率、食用量、SNP 赋值结果作为自变量,身体综合因子 F 分值作为因变量,进行逐步回归分析。

以上结果制成图表(图 1,表 1~6)进行说明。

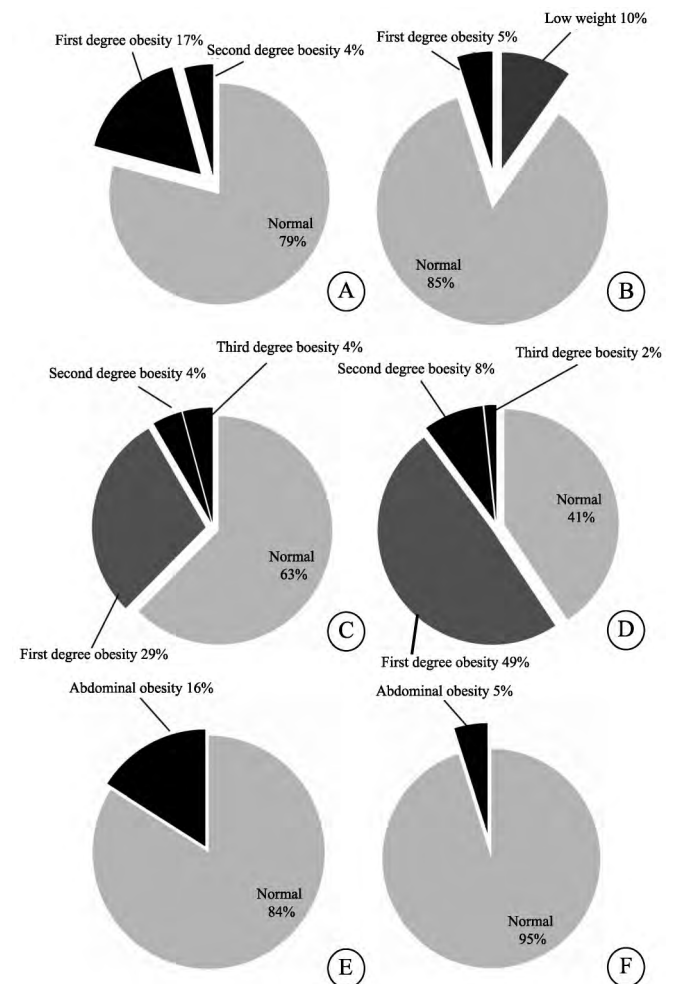


图 1 判断受试者的肥胖程度用 BMI 评定肥胖情况

Fig 1 Classification of BMI, body fat and WHR

A, B: Assessment of males'/females' obesity by BMI standard;
C, D: Assessment of males'/females' obesity by body fat standard;
E, F: Assessment of males'/females' obesity by WHR standard

2 结果

通过以上方法研究,得到相关数据,结果部分首先对志愿者身体参数整体情况进行描述(表 1~4,图 1),用身体参数标准判定肥胖的不一致性说明主成分分析的必要性;然后展示利用主成分分析进行降维的结果,这一部分的结果直接关系到最后核心部分;2.3 展示我

表 1 男女 BMI、WHR、WHtR、WHT.5R、体脂、内脏脂肪情况
 Tab 1 BMI, WHR, WHtR, WHT.5R, body fat and visceral fat in men and women

Gender	Item	n	Minimum value	Maximum value	Average	$\bar{x} \pm s$
Male	BMI (kg/m ²)	39	19.4	27.5	23.1	2.5
	WHR	39	0.8	1.0	0.8	0.1
	WHtR	39	0.4	0.6	0.5	0.1
	WHT.5R	39	5.3	7.7	0.5	0.1
	Body fat	39	7%	27%	17.8%	5.2
	Visceral fat	39	3%	11%	6.4%	2.5
Female	BMI (kg/m ²)	61	17.4	25.3	20.8	1.8
	WHR	61	0.7	0.9	0.7	0.1
	WHtR	61	0.4	0.5	0.4	0.0
	WHT.5R	61	4.7	6.8	5.5	0.4
	Body fat	61	19%	34%	25.7%	3.2
	Visceral fat	61	1%	7%	2.5%	1.0

表 2 BMI 分类情况
 Tab 2 Assessment of obesity by BMI standard

Gender	Item	Frequency	Percentage	Valid percentage	Cumulative percentage
Male	Normal	31	79.2	79.2	79.2
	First degree obesity	7	16.7	16.7	95.8
	Second degree obesity	1	4.2	4.2	100
	Total	39	100	100	
Female	Low weight	6	9.8	9.8	9.8
	Normal	52	85.2	85.2	95.1
	First degree obesity	3	4.9	4.9	100
	Total	61	100	100	

表 3 体脂分类情况
 Tab 3 Assessment of obesity by body fat standard

Gender	Item	Frequency	Percentage	Valid percentage	Cumulative percentage
Male	Normal	24	62.5	62.5	62.5
	First degree obesity	11	29.2	29.2	91.7
	Second degree obesity	2	4.2	4.2	95.8
	Third degree obesity	2	4.2	4.2	100
	Total	39	100	100	
Female	Normal	25	39.3	40.7	40.7
	First degree obesity	30	47.5	49.2	89.8
	Second degree obesity	5	8.2	8.5	98.3
	Third degree obesity	1	1.6	1.7	100
	Total	61	100	100	

表 4 腰臀比分类情况
 Tab 4 Assessment of obesity by WHR standard

Gender	Item	Frequency	Percentage	Valid percentage	Cumulative percentage
Male	Normal	33	84	84	84
	Abdominal obesity	6	16	16	100
	Total	39	100	100	
Female	Normal	58	95.1	95.1	95.1
	Abdominal obesity	3	4.9	4.9	100
	Total	61	100	100	

们的核心结果,即不同基因型个体应当选择或避免哪些食物种类以达到较低的身体肥胖参数。

2.1 身体参数描述

描述性统计得知,在各个身体参数中,男性除了体脂这项低于女性以外,其他各项: BMI、WHR、WHtR、WHT. 5R、内脏脂肪均高于女性。根据图表结果可知,由于男女各身体参数间具有显著差异,因此针对肥胖问题的研究应将男女分开讨论。所以接下来的结果做男女分组处理。

2.2 身体参数主成分分析

由于有多个衡量肥胖的参数,想要全面考虑则需作主成分分析,SPSS 19.0 主成分分析结果如下:

男性有 1 个主因子,累计贡献率 80.405%。该主因子综合了 6 种身体因素;计算综合得分 F:

$$F = 0.637 \times Z_{BMI} + 0.183 \times Z_{WHR} + 0.157 \times Z_{WHtR} + 0.203 \times Z_{WHT.5R} + 0.183 \times Z_{body\ fat} + 0.186 \times Z_{visceral\ fat}$$

女性有 2 个主因子,第 1 个主成分的累计贡献率 46.669%,第 2 个主成分的累计贡献率 89.427%。BMI、体脂、内脏脂肪主要由第 1 主成分解释,命名为体质量成分因子 F1;WHR、WHtR、WHT. 5R 主要由第 2 主成分解释,反映体型维度的变量,可以命名为体型维度因子 F2:

$$F1 = 0.812 \times Z_{BMI} + 0.379 \times Z_{WHR} + 0.315 \times Z_{WHtR} - 0.013 \times Z_{WHT.5R} + 0.445 \times Z_{body\ fat} + 0.356 \times Z_{visceral\ fat}$$

$$F2 = 0.024 \times Z_{BMI} - 0.118 \times Z_{WHR} + 0.338 \times Z_{WHtR} + 0.311 \times Z_{WHT.5R} - 0.245 \times Z_{body\ fat} - 0.07 \times Z_{visceral\ fat}$$

以各因子的方差贡献率占 2 个因子总方差贡献率的比重作为权重进行加权汇总,得出女性肥胖情况的综合得分 F:

$$F = (0.476 \times F1 + 0.428 \times F2) / 0.894$$

2.3 遗传因素和饮食对肥胖的协同影响

采用逐步回归法,筛选出对男性影响较大的 SNP 位点是 RS429358,调控载脂蛋白 E(APOE)生成,参与脂质代谢,是脂质水平的重要决定因素^[6]。对女性影响较大的是 RS4994,调控 ADRB3 蛋白生成,其肾上腺素受体在调控脂肪分解和储备中发挥作用,该脂质代谢相关基因的多态性会导致个体能量消耗差异^[7],对女性体质量成分影响较大的是 RS662799(APOA5 基因)、RS11800497(aqI A1 基因),对女性体形维度影响较大的是 RS429358、RS11800497、RS3751812(FTO 基因)、RS17782313(MC4R 基因)、RS1800544(ADRA2A 基因)(表 5)。

表 5 重点 SNP 信息

Tab 5 Information of important SNP

Gene	RS-ID	REF	ALT	Ref	Alt
MC4R	RS17782313	T	C	0.77	0.23
ANKK1	RS1800497	G	A	0.57	0.43
ADRA2A	RS1800544	G	C	0.7	0.3
APOE	RS429358	T	C	0.85	0.15
ADRB3	RS4994	A	G	0.86	0.14
APOA5	RS662799	A	G	0.73	0.27

针对这些位点做分组处理。将饮食种类做对于分组后的各 F 值的逐步回归处理。得到以下显著相关饮食种类(表 6)。

表 6 不同基因型下和身体主成分显著相关的食物种类

Tab 6 Food types were significantly related to the principal component of the body under different genotypes

Genotype	Significant negative correlation	Significant positive correlation
Male F RS429358 TT	Egg $P=0.000, \beta=-0.359$	Red meat $P=0.001, \beta=0.395$
Female F RS4994 AA		Red meat $P=0.004, \beta=0.130$
Female F RS4994 AG	Olive oil $P=0.000, \beta=-1.178$	Snacks $P=0.001, \beta=0.113$
Female F1 RS662799 AA	Poultry meat $P=0.001, \beta=-0.635$	Aquatic product $P=0.016, \beta=0.015$
Female F1 RS662799 AG	Nuts $P=0.000, \beta=-0.485$	Cooked wheaten food $P=0.000, \beta=0.161$
Female F1 RS662799 GG	Fried food $P=0.034, \beta=-0.073$	Bean products $P=0.001, \beta=0.281$
Female F1 RS11800497 GG	Nuts $P=0.002, \beta=-0.352$	Egg $P=0.002, \beta=0.286$
Female F1 RS11800497 AA	Fried food $P=0.000, \beta=-0.221$	Cooking oil $P=0.020, \beta=0.634$
Female F2 RS429358 TT	Fried food $P=0.013, \beta=-0.188$	Blend oil $P=0.000, \beta=1.845$
Female F2 RS429358 TC	Aquatic product $P=0.003, \beta=-0.448$	Poultry meat $P=0.000, \beta=0.280$
Female F2 RS11800497 GG		Vegetable $P=0.001, \beta=0.321$
Female F2 RS11800497 GA	Nuts $P=0.003, \beta=-0.167$	Aquatic product $P=0.004, \beta=0.078$
		Cooked wheaten food $P=0.001, \beta=0.368$
		Pickled vegetable $P=0.000, \beta=0.741$
		Red meat $P=0.007, \beta=0.205$
		Peanut oil $P=0.040, \beta=0.687$
		Bean products $P=0.004, \beta=0.074$

Genotype	Significant negative correlation	Significant positive correlation
Female F2 RS11800497 AA		Fruit $P=0.013$, $\beta=0.848$
Female F2 RS3751812 GG	Nuts $P=0.036$, $\beta=-0.103$	Palm oil $P=0.013$, $\beta=1.022$
Female F2 RS17782313 TT		Peanut oil $P=0.001$, $\beta=1.076$
		Rapeseed oil $P=0.010$, $\beta=1.021$
Female F2 RS17782313 TC	Fried food $P=0.01$, $\beta=-0.337$	
Female F2 RS1800544 GG		Fruit $P=0.039$, $\beta=0.170$
Female F2 RS1800544 GC		Palm oil $P=0.008$, $\beta=1.337$
		Rice $P=0.020$, $\beta=0.215$

3 讨论

基于以上结果,就采取的研究方法,实验结果部分,总结及对未来可以进行的进一步实验做如下讨论。

3.1 肥胖界定与分子遗传标记选取

前人界定肥胖程度常采取多种评判参数,衡量人体肥胖最常用的指标是 BMI^[8],而全身和局部脂肪质量也与某些疾病有显著相关^[9],内脏脂肪过多会显著增加男性及女性的死亡率^[10-11],根据核心区脂肪率对身体影响的延伸,有研究者提出腰臀比(WHR)、腰高比(WHtR)等重要指标,这些指标与腹部核心区脂肪率紧密相关,与肥胖潜在相关疾病也有显著相关性^[12]。本研究将 BMI、体脂、WHR、WHtR、WHT、5R、内脏脂肪 6 项重要的体质量体型管理相关因子降维处理,用综合的主成分代替单一的相关因子,简洁方便,适合全面对肥胖进行研究,得到更具指导意义的结果。

人们通常从三大营养素(蛋白、脂肪、碳水化合物)入手,对减肥进行研究,双胞胎家族研究结果表明遗传因素对肥胖及相关疾病有重要影响^[13],不同基因背景的人群对营养素的摄食行为和能量转化不尽相同,要做到对肥胖的预防及治疗,了解一个人的基因背景十分必要。

SNP 是分子人类学研究常用的分子遗传标记,具有密度高、遗传稳定的优点。其特点是 DNA 序列中特定核苷酸位置上的单碱基发生突变,且其中最少的一个等位基因在群体中的频率要 $\geq 1\%$ 。SNP 可以反映人类个体与群体的遗传特异性。

3.2 蛋白、碳水化合物与肥胖关系

本研究结果显示,男性摄入足量优质的蛋白对于男性保持良好体型很重要,同时蛋白的来源也很重要,鸡蛋优于红肉(表 4)。

坚果富含不饱和脂肪酸,可以与多种不同基因型协同作用,帮助女性保持较好的体型,如 RS11800497 GG 型、RS11800497 GA 型、RS3751812 GG 型、RS662799 AA 型等;与摄入坚果相对,RS662799 AA 型如果过多摄入面食、豆制品则会增加增重概率,面食和豆制品分别富含植物蛋白和碳水化合物。AG 基因型女性,吃油

炸食品这类富含油脂的食物有利于体型维持,食用蛋类会造成增重概率增加,这类人占中国汉族人群的 27%,GG 基因型的女性吃过多脂肪容易造成脂肪囤积,这可能由于 GG 基因型会增加血液低密度脂蛋白(LDL)的含量,降低 LDL 颗粒的尺寸,较高的氧化低密度脂蛋白含量^[14]。

坚果是优质油脂来源,而摄入棕榈油、花生油,调和油会增加增重概率,可见三大营养素的品质是重要因素。

水果富含果糖,过量食用极易造成肥胖。特别是对于女性 RS11800497 AA 型、RS1800544 GG 型而言,女性特定基因型对碳水化合物的反应尤其明显,有研究表明 rs1800497 多态型性与肥胖和饮食行为相关,AA 型会减少多巴胺 D2 受体(DRD2)密度,DRD2 受体可以与糖类结合导致大脑的快感,DRD2 受体数目降低则需要通过摄入更多的糖来获得快感,导致食量增加和较高的身体质量^[15]。rs1800544 与糖尿病相关,可影响空腹血糖^[11,16-17]。在中国人群中,G 型突变导致较高的空腹血糖,进而导致向心性肥胖。

本研究的局限性是样本量较小,由于样本量有限,男性只得到了 RS429358 中 TT 分型的情况;另外就是并没有探究样本的地域差异。虽然都是来自学校的学生,但祖源各不相同,鉴于是小样本研究,无法就地域进行进一步分组。所以本研究亟待扩大样本量进一步分析。

另外本研究有了一些值得深入挖掘的点,例如 RS662799 AG 基因型女性,吃油炸食品这类富含油脂的食物反而有利于体型维持,食用蛋类会造成增重概率增加,与常识相反,可以增加该基因型样本量,做进一步验证探究。

参考文献

- [1] Sweeting H N. Measurement and definitions of obesity in childhood and adolescence: a field guide for the uninitiated[J]. Nutr J, 2007,6(1): 32.
- [2] Haslam D W, James W P. Obesity[J]. Lancet, 2005, 366(9492): 1197-1209.
- [3] 方跃伟,任飞林,段蒋文,等.食物手测量在平衡膳食健康教育的

应用研究[J]. 中国健康教育, 2014, 30(11): 963-966.

- [4] Swainson M G, Batterham A M, Tsakirides C, et al. Prediction of whole-body fat percentage and visceral adipose tissue mass from five anthropometric variables [J]. PLoS One, 2017, 12 (5): e0177175.
- [5] Wang Z, St-Onge M P, Lecumberri B, et al. Body cell mass: model development and validation at the cellular level of body composition[J]. Am J Physiol Endocrinol Metab, 2004, 286(1): E123-8.
- [6] Ojeda-Granados C, Panduro A, Gonzalez-Aldaco K, et al. Tailoring nutritional advice for mexicans based on prevalence profiles of diet-related adaptive gene polymorphisms[J]. J Pers Med, 2017, 7(4): E16.
- [7] Saliba L F, Reis R S, Brownson R C, et al. Obesity-related gene ADRB2, ADRB3 and GHRL polymorphisms and the response to a weight loss diet intervention in adult women[J]. Genet Mol Biol, 2014, 37(1): 15-22.
- [8] WHO. Division of Noncommunicable Diseases. Programme of Nutrition Family and Reproductive Health. Obesity: preventing and managing the global epidemic: report of a WHO consultation on obesity [J]. World Health Organi Tech Rep, 1999, 894: 1-253.
- [9] Tchernof A, Després J P. Pathophysiology of human visceral obesity: an update[J]. Physiol Rev, 2013, 93(1): 359-404.
- [10] Kuk J L, Katzmarzyk P T, Nichaman M Z, et al. Visceral fat is an independent predictor of all-cause mortality in men [J]. Obesity, 2006, 14(2): 336-341.
- [11] Koster A, Murphy R A, Eiriksdottir G, et al. Fat distribution and mortality: The AGES-Reykjavik study[J]. Obesity, 2015, 23(4): 893-897.
- [12] Ashwell M, Lejeune S, McPherson K. Ratio of waist circumference to height may be better indicator of need for weight management[J]. BMJ, 1996, 312(7027): 377.
- [13] Loos R J, Bouchard C. Obesity—is it a genetic disorder? [J]. J Intern Med, 2003, 254(5): 401-425.
- [14] Kim M, Kim M, Yoo H J, et al. A promoter variant of the APOA5 gene increases atherogenic LDL levels and arterial stiffness in hypertriglyceridemic patients[J]. PLoS One, 2017, 12(12): e0186693.
- [15] Obregón A M, Valladares M, Goldfield G. Association of the dopamine D2 receptor rs1800497 polymorphism and eating behavior in Chilean children[J]. Nutrition, 2017, 35: 139-145.
- [16] Garenc C, Pérusse L, Chagnon Y C, et al. The alpha 2-adrenergic receptor gene and body fat content and distribution: the HERITAGE Family Study[J]. Mol Med, 2002, 8(2): 88-94.
- [17] Rosmond R, Bouchard C, Björntorp P. A C-1291G polymorphism in the alpha2A-adrenergic receptor gene (ADRA2A) promoter is associated with cortisol escape from dexamethasone and elevated glucose levels[J]. J Intern Med, 2002, 251(3): 252-257.

(编辑:熊绍虎)

(上接第 439 页)

- [13] 包金萍, 郑连斌, 张兴华, 等. 海南文昌城市汉族成人 Heath-Carter 法体型观察[J]. 解剖学报, 2013, 44(1): 114-119.
- [14] 张兴华, 郑连斌, 包金萍, 等. 海南琼海城市汉族体型特征[J]. 解剖学杂志, 2012, 35(4): 518-521.
- [15] 梁明康, 朱钦, 蒋葵, 等. 广西汉族成人的体型研究[J]. 广西医科大学学报, 2008, 25(4): 501-505.
- [16] 海向军, 何焯, 何进全, 等. 兰州市汉族成人 Heath-Carter 体型研究[J]. 中国老年学杂志, 2013, 33(11): 2612-2615.
- [17] 邹智荣, 李雪雁, 刘承杏, 等. 云南汉族成人的 Heath-Carter 法体型研究[J]. 四川大学学报: 医学版, 2006, 37(2): 321-323.

(编辑:熊绍虎)