DOI:10.16016/j.1000-5404.201601057

辣椒素对超重及肥胖成人体成分的影响

王 婧,郎和东,余 利,王 丽,秦 玉,糜漫天 (400038 重庆,第三军医大学军事预防医学院营养与食品安全研究中心,重庆市营养与食品安全重点实验室,重庆市医学营养研究中心)

[摘要] **目的** 探讨辣椒素对超重及肥胖成人的骨骼肌肉和脂肪分布等体成分指标的影响。**方法** 选取体质指数(BMI)≥24 的研究对象 20 例,随机双盲分为辣椒素组和对照组各 10 例,分别给予辣椒素 4 mg/d 和 0.05 mg/d。干预前和干预 4 周后,检测人体体成分。**结果** 干预 4 周后,辣椒素组研究对象的 BMI、肥胖程度、内脏脂肪区域、体脂百分比和臀围较干预前明显降低($P<0.05$),右下肢肌肉量明显上升($P<0.05$)。**结论** 辣椒素可能通过增加肌肉量和减少体脂聚积,从而减轻超重和肥胖。

[关键词] 辣椒素;超重;肥胖症;人体体成分;能量代谢
[中图法分类号] R151.3;R589.2;R977.6 [文献标志码] A

Effect of dietary capsaicin consumption on body composition in overweight and obese adults

Wang Jing, Lang Hedong, Yu Li, Wang Li, Qin Yu, Mi Mantian (Research Center for Nutrition and Food Safety, Chongqing Key Laboratory of Nutrition and Food Safety, Chongqing Center of Medical Nutrition, College of Military Preventive Medicine, Third Military Medical University, Chongqing, 400038, China)

[**Abstract**] **Objective** To investigate the effect of dietary capsaicin on the body composition in adults with overweight and obesity, including muscle mass and fat distribution. **Methods** Twenty subjects with body mass index (BMI) ≥ 24 were randomly divided into the capsaicin group (4 mg/d capsaicin) and the control group (0.05 mg/d capsaicin) for 4-week intervention. Body composition of each subject was evaluated before and after the intervention. **Results** After 4 weeks of the intervention, significant reductions in BMI, obesity, visceral fat area, body fat percentage, and hip circumference were observed in the capsaicin group ($P<0.05$), while right lower limb muscle volume significantly increased ($P<0.05$). **Conclusion** Dietary capsaicin consumption may be effective in the treatment of overweight and obesity through increasing muscle mass and reducing body fat accumulation.

[**Key words**] capsaicin; overweight; obesity; body composition; energy metabolism

Supported by the Basic and Frontier Research Plan of Chongqing (CSTC2014jcyjA10006) and the Danone Dietary Nutrition Research and Education Foundation (DIC2013-08). Corresponding authors: Qin Yu, E-mail: yuer_forever@163.com; Mi Mantian, E-mail: mimantian@hotmail.com

肥胖是指由于遗传或环境等因素,能量摄入大于能量消耗,体内脂肪过多积聚、体质量过大而造成的一种病理生理改变。肥胖是引发 2 型糖尿病、高血压、高脂血症、缺血性心脑疾病等多种疾病的重要危险因素。近年来,肥胖的发病率逐年上升,在全球范围内广泛流行,已经成为一个严重的公共卫生问题。依据 2015 年中国居民营养与慢性病状况报告,成人超重和肥胖率分别为 30.1% 和 11.9%,儿童青少年超重和肥胖率分别为 9.6% 和 6.4%[1]。大量研究表明,食用辣椒能增加饱足感和加快能量代谢,可能具有潜在的减肥作用[2-3]。辣椒素是广泛存在于茄科辣椒属植物,尤其是红辣椒中的一种香草酰胺类生物碱,具有多种生物学作用。动物实验表明辣椒素干预可以减轻体质量,改善能量代谢和糖脂代谢[4-6]。然而,辣椒素对于人体体成分的影响还不明确。本研究将通过对比分析超重和肥胖成人在服用辣椒素胶囊前后的人体体成分,

[基金项目] 重庆市基础与前沿研究计划项目(CSTC2014jcyjA10006);达能营养中心膳食营养研究与宣教基金(DIC2013-08)
[通信作者] 秦 玉,E-mail:yuer_forever@163.com
糜漫天,E-mail:mimantian@hotmail.com
[优先出版] http://www.cnki.net/kcms/detail/51.1095.R.20160505.1620.007.html(2016-05-05)

为明确辣椒素对基础代谢率、脂肪含量、内脏脂肪面积等体成分的影响积累研究资料。

1 资料与方法

1.1 研究对象及分组

在第三军医大学西南医院体检中心体检人员中招募研究对象。研究对象纳入标准:超重或肥胖,诊断标准参照世界卫生组织制定的标准,中国人的体质指数(BMI)≥24 即为超重、BMI≥28 为肥胖。其余纳入标准为 30~50 岁的重庆市常住居民,无严重心血管疾病和肿瘤病史,未服用任何影响血脂代谢或减肥药物。排除标准:近 3 个月体质量有明显变化,不适宜吃辣椒,患有消化性溃疡等消化道疾病。本研究已通过第三军医大学医学伦理委员会批准,所有研究对象均签署知情同意书。采用随机双盲对照试验方法,研究对象随机分为辣椒素组和对照组,每组 10 人,分别给予辣椒素干预剂量为 4 mg/d 和 0.05 mg/d。干预周期为 4 周,在干预前和干预 4 周末分别测试人体体成分。要求研究对象在干预期间限制辛辣饮食,保持其他饮食习惯和生活方式不变。

1.2 干预方法

朝天椒和河南小椒均购自重庆市农科院。采用高效液相色谱法测定其中的辣椒素含量,朝天椒皮和河南小椒皮中的辣椒素含量为4 mg/g 和0.05 mg/g。两种辣椒分别去籽留皮经超微化后,朝天椒直接制作为胶囊,河南小椒添加糊精后制成胶囊,二者规格均为 250 mg/粒。朝天椒和河南小椒胶囊中辣椒素含量分别为 1 mg/粒(实验胶囊)和 0.012 5 mg/粒(对照胶囊)。辣椒素组研究对象服用实验胶囊,每日早晚餐后各服 1 次,每次 2 粒;对照组研究对象服用对照胶囊,服用方法与辣椒素组相同。分别于服用前和服用 4 周末测量人体体成分。

辣椒素干预剂量依据:有研究报道给予妊娠糖尿病妇女 5 mg/d 辣椒素干预 4 周后,可以明显改善糖脂代谢,并且没有明显副作用[7],该研究在重庆地区人群中开展,使用辣椒粉进行干预。而本研究在同一地区开展,使用辣椒素胶囊,降低辣椒素干预剂量为 4 mg/d。由于重庆居民习惯性进食辣味食品,为了更好地反映真实情况,设定对照组辣椒素剂量为 0.05 mg/d;干预期间两组研究对象都严格限制辣味食品的摄入。

1.3 测量方法与研究指标

采用韩国 Biospace Inbody720 人体体成分分析仪测量人体体成分指标。禁食 12 h,早上抽空腹血并于就餐后 1 h 进行体成分测量,静止状态下测量。采用直接节段生物电阻抗技术,利用直接节段多频率生物电阻抗测试法(DSM-BIA 法)测试。被测试者赤足站立于测试台,脚掌接触足跟部电极,手握手电极,测试人员在系统内输入被测试者姓名、年龄、性别后开始测试,时间为 2~3 min。检测体质量、BMI、基础代谢率等基础指标,骨骼肌肉量、去脂体质量、四肢肌肉量等骨骼肌肉相关指标,以及内脏脂肪面积、体脂肪、身体围度等脂肪分布等相关指标。

1.4 统计学分析

依据两组样本均数比较的公式计算,以内脏脂肪面积作为估算参数,α 和 β 分别取 0.05 和 0.80,辣椒素相比对照干预能够多降低内脏脂肪面积 4.5 cm^2,标准差为 4.0 cm^2,计算得每组需要样本量 10 人。

采用 SPSS13.0 统计软件,数据以 $\bar{x} \pm s$ 表示,采用独立样本 t 检验进行两组间比较分析。

2 结果

所有研究对象完成了试验,没有失访,依从性良好。相比对照组,辣椒素组研究对象干预后的 BMI 水平明显减低了 0.19 kg/m^2($P=0.015$),而体质量和基础代谢率没有明显变化(表 1)。

表 1 辣椒素干预前后人体体成分基础指标变化($n=10$,$\bar{x} \pm s$)

项目	干预前			干预后			变化值		
	对照组	辣椒素组	P 值	对照组	辣椒素组	P 值	对照组	辣椒素组	P 值
年龄(岁)	45.10±4.53	40.20±6.86	0.08	–	–	–	–	–	–
身高(cm)	163.20±6.97	168.20±5.96	0.10	–	–	–	–	–	–
体质量(kg)	71.82±6.73	79.09±10.00	0.07	71.85±6.26	78.57±10.14	0.08	0.03±0.89	−0.52±0.86	0.18
BMI(kg/m^2)	26.99±2.31	27.84±1.95	0.39	27.17±2.08	27.64±1.97	0.60	0.18±0.32	−0.19±0.30	0.02
健康评估(分)	72.40±5.62	70.70±6.50	0.54	73.20±4.80	73.00±6.99	0.94	0.80±2.35	2.30±2.06	0.15
基础代谢率(kcal)	1 479.53±141.66	1 574.06±138.50	0.15	1 484.28±147.78	1 592.35±139.13	0.11	4.75±18.14	18.27±21.03	0.14
身体细胞量(kg)	33.72±4.39	36.54±4.36	0.17	33.85±4.57	37.13±4.35	0.12	0.13±0.56	0.59±0.58	0.09
细胞内液(L)	23.54±3.06	25.51±3.03	0.17	23.63±3.19	25.91±3.04	0.12	0.09±0.39	0.40±0.42	0.11
细胞外液(L)	14.22±1.75	15.38±1.62	0.14	14.27±1.84	15.64±1.62	0.09	0.05±0.29	0.26±0.37	0.17
蛋白质(kg)	10.17±1.33	11.03±1.30	0.16	10.22±1.38	11.20±1.31	0.12	0.05±0.16	0.17±0.18	0.14
身体水分含量(kg)	37.76±4.80	40.89±4.64	0.16	37.90±5.02	41.55±4.64	0.11	0.14±0.66	0.66±0.75	0.12
骨矿物质含量(kg)	2.82±0.36	3.15±0.38	0.06	2.84±0.38	3.15±0.44	0.10	0.03±0.07	−0.01±0.09	0.27
矿物质含量(kg)	3.43±0.42	3.81±0.46	0.07	3.45±0.47	3.82±0.51	0.12	0.03±0.09	0.01±0.10	0.69

表 2 辣椒素干预前后人体体成分肌肉相关指标变化($n=10,\bar{x}\pm s$)

项目	干预前			干预后			变化值		
	对照组	辣椒素组	*P* 值	对照组	辣椒素组	*P* 值	对照组	辣椒素组	*P* 值
骨骼肌(kg)	28.70±4.00	31.27±3.97	0.17	28.82±4.16	31.81±3.96	0.12	0.12±0.51	0.53±0.53	0.09
骨骼肌肉量(kg)	48.56±6.20	52.60±6.04	0.16	48.74±6.46	53.44±6.03	0.11	0.18±0.81	0.84±0.93	0.11
去脂体重(kg)	51.37±6.54	55.74±6.41	0.15	51.57±6.85	56.58±6.45	0.11	0.20±0.84	0.84±0.99	0.14
右上肢肌肉量(kg)	2.93±0.46	3.15±0.46	0.31	2.95±0.47	3.24±0.42	0.17	0.02±0.08	0.09±0.12	0.15
右上肢肌肉量百分比(%)	111.18±8.94	108.61±5.05	0.44	112.65±10.65	111.98±5.45	0.86	1.47±2.91	3.37±4.55	0.28
左上肢肌肉量(kg)	2.86±0.42	3.10±0.42	0.22	2.90±0.43	3.21±0.39	0.10	0.04±0.12	0.11±0.12	0.17
左上肢肌肉量百分比(%)	108.67±9.62	107.15±4.46	0.66	110.90±12.72	111.34±5.06	0.92	2.23±4.75	4.19±4.35	0.35
躯干肌肉量(kg)	23.44±2.72	25.01±2.78	0.22	23.51±2.74	25.53±2.57	0.11	0.07±0.54	0.52±0.64	0.11
躯干肌肉量百分比(%)	108.89±6.13	107.28±3.32	0.47	109.99±7.90	109.61±3.81	0.89	1.10±2.42	2.34±2.95	0.32
右下肢肌肉量(kg)	7.72±1.13	8.51±1.13	0.13	7.61±1.23	8.57±1.10	0.08	−0.10±0.18	0.06±0.12	0.03
右下肢肌肉量百分比(%)	102.72±8.45	104.65±5.91	0.56	101.82±8.45	105.44±5.49	0.27	−0.90±2.28	0.79±1.62	0.07
左下肢肌肉量(kg)	7.68±1.13	8.51±1.15	0.12	7.57±1.22	8.50±1.11	0.09	−0.12±0.22	−0.02±0.10	0.21
左下肢肌肉量百分比(%)	102.24±7.87	104.63±6.00	0.45	101.14±7.71	104.46±5.31	0.28	−1.10±2.78	−0.17±1.22	0.35

表 3 辣椒素干预前后人体体成分脂肪相关指标变化($n=10,\bar{x}\pm s$)

项目	干预前			干预后			变化值		
	对照组	辣椒素组	*P* 值	对照组	辣椒素组	*P* 值	对照组	辣椒素组	*P* 值
肥胖程度(%)	123.84±11.05	127.02±8.02	0.47	124.67 ±10.18	126.16±8.06	0.72	0.83±1.46	−0.86±1.34	0.02
内脏脂肪面积(cm^2)	83.88±16.63	96.87±23.75	0.17	84.17±13.83	92.41±24.51	0.37	0.29±4.91	−4.46±3.76	0.03
体脂肪(kg)	20.45±4.42	23.35±5.74	0.22	20.28±3.48	21.99±5.98	0.44	−0.17±1.44	−1.36±1.20	0.06
体脂百分比(%)	28.51±5.54	29.27±5.00	0.75	28.36±5.04	27.67±5.30	0.77	−0.16±1.68	−1.60±1.40	0.05
腹部肥胖程度(%)	0.90±0.04	0.92±0.06	0.44	0.90±0.04	0.92±0.05	0.40	0.00±0.02	0.00±0.02	0.90
颈围(cm)	37.61±1.79	38.19±2.38	0.55	37.30±1.57	38.15±1.87	0.29	−0.31±0.81	−0.04±0.97	0.51
胸围(cm)	99.20±4.11	101.68±5.44	0.27	99.45±4.07	102.04±4.98	0.22	0.25±0.94	0.36±1.06	0.81
腹围(cm)	89.75±5.52	94.41±8.90	0.18	90.05±4.84	93.82±8.18	0.23	0.30±1.99	−0.59±1.69	0.29
臀围(cm)	99.34±3.63	102.26±4.44	0.13	99.45±3.13	101.73±4.76	0.22	0.11±0.71	−0.53±0.58	0.04
右上臂周长(cm)	33.49±1.72	34.19±2.37	0.46	33.37±1.59	34.03±2.11	0.44	−0.12±0.51	−0.16±0.64	0.88
左上臂周长(cm)	33.40±1.85	34.12±2.27	0.45	33.29±1.70	33.84±2.01	0.52	−0.11±0.60	−0.28±0.67	0.56
右下肢围(cm)	53.25±2.69	55.57±3.28	0.10	53.26±2.38	55.06±3.70	0.21	0.01±0.78	−0.51±0.74	0.14
左下肢围(cm)	53.57±2.91	55.91±3.36	0.11	53.55±2.45	55.25±3.70	0.24	−0.02±0.87	−0.66±0.62	0.07
上臂无脂肪周长(cm)	26.80±1.46	27.33±1.54	0.44	26.92±1.63	27.76±1.40	0.24	0.12±0.62	0.43±0.65	0.30

辣椒素组研究对象干预后的右下肢肌肉量增加了0.06 kg,相比对照组差异具有统计学意义($P=0.033$),而其他指标没有明显改变(表2)。

相比对照组,辣椒素组研究对象干预后的肥胖程度明显减低了0.86%($P=0.015$),内脏脂肪区域指数明显降低了4.46($P=0.026$)。此外,体脂百分比有降低的趋势($P=0.052$),臀围减少了0.53 cm($P=0.041$),其余指标无明显改变(表3)。

3 讨论

本研究通过人群试验表明辣椒素干预4周后,超重和肥胖人群的BMI和肥胖程度明显下降,右下肢肌肉量明显增加,结果提示辣椒素可能通过提升肌肉量、降低脂肪比率,从而改善肥胖状态。虽然有资料表明,辣椒素能够增加能量代谢相关基因表达,加速身体新陈代谢,增加肥胖人群基础代谢率,但由于受试人群、干预剂量及时间等的差异,本研究中,辣椒素干预前后的体质量和基础代谢率改变差异均无统计学意义($P>0.05$)。

本研究中发现辣椒素可以明显降低内脏脂肪面积。中心型肥胖是心血管疾病以及糖尿病的一个重要危险因素;腹型肥胖是冠状动脉粥样硬化性心脏病的危险因素。Scheuer等[8]研究发现,肥胖人群的内脏脂肪面积可以预测其糖耐量受损程度和代谢综合征严重程度。Bi等[9]研究发现,糖尿病患者的腹部内脏脂肪面积与其升高的甘油三酯和胆固醇,及降低的高密度脂蛋白胆固醇呈正相关。

本研究结果提示辣椒素可能通过降低内脏脂肪,从而减少体脂肪及BMI。辣椒素减轻体质量的作用也可能与其增加饱腹感、减少食欲、促进脂质氧化和能量代谢、调节脂代谢及激活褐色脂肪相关[2-4]。研究发

现:辣椒素类物质可通过激活褐色、灰褐色脂肪细胞的途径增加线粒体氧化呼吸活性及脂肪酸氧化提高基础代谢率[3]。膳食辣椒素干预5个月后可以显著降低高脂膳食喂养小鼠的体质量和血脂水平,作用机制是辣椒素激活瞬时受体电位香草酸亚型1(transient receptor potential vanilloid 1,TRPV1)后增加脂肪细胞缝隙连接蛋白43介导的Ca^{2+}内流,促进脂解作用[4]。

然而,本研究中仅观察到BMI在辣椒素干预后有统计学意义的减低(0.19 kg/m^2),但体质量下降(0.52 kg)与对照比较差异没有统计学意义。两者的改变幅度均较小。本研究同时发现辣椒素干预有降低体脂肪的趋势(1.36 kg,$P=0.06$)。目前使用辣椒素长期干预人群的研究较少。Rondanelli等[10]研究发现:超重患者补充多种植物化学物(表没食子儿茶素没食子酸酯,辣椒素,胡椒碱和左旋肉碱)2个月后,体质量降低了3.1 kg,BMI降低了1.1 kg/m^2,脂肪含量降低了2.1 kg;尽管以上改变与对照组相比更明显,但缺乏统计学差异。辣椒素干预对于体质量和体脂肪的影响还需要在长期、大样本的人群干预中证实。

此外,本研究还发现辣椒素可以增加肌肉含量,其机制可能与TRPV1介导的Ca^{2+}信号相关。Ito等[11]研究发现,辣椒素激活TRPV1后介导Ca^{2+}内流,可以诱导骨骼肌细胞肥大。Kurosaka等[12]研究发现,辣椒素激活TRPV1后,可以增强肌细胞生成素蛋白水平,促进成肌细胞融合,但不影响成肌细胞的增殖;可以促进小鼠损伤后的肌肉修复,以上作用可能通过IL-4和钙信号介导。Luo等[5]研究发现,辣椒素激活TRPV1后还可以通过激活过氧化物酶体增殖物激活受体共激活因子1(peroxisome proliferator-activated receptor-γ coactivator-1α,PGC-1α),上调骨骼肌能量代谢及提高小鼠运动耐力。

综上所述,辣椒素通过增加肌肉量,降低内脏脂肪从而调节基础代谢,降低BMI。本研究结果有助于辣椒素应用于肥胖及超重的控制。然而,食用辣椒素有可能使口腔及胃部产生灼热刺痛的感觉而不能被所有人群接受。通过改良膳食辣椒素口感或使用与辣椒素作用相同而没有刺激味道的辣椒素酯,将更有利于辣椒素作为治疗肥胖的膳食策略进行提倡和推广。

参考文献:

[1] 国家卫生和计划生育委员会. 中国居民营养与慢性病状况报告(2015年)[EB/OL]. (2015-06-30)[2016-03-31]. http://www.nhfpc.gov.cn/jkj/s5879/201506/4505528e65f3460fb88685081ff158a2.shtml

[2] Janssens P L, Hursel R, Westerterp-Plantenga M S. Capsaicin increases sensation of fullness in energy balance, and decreases desire to eat after dinner in negative energy balance [J]. Appetite, 2014, 77: 44-49. DOI: 10.1016/j.appet.2014.02.018

[3] Yoneshiro T, Aita S, Kawai Y, *et al*. Nonpungent capsaicin analogs (capsinoids) increase energy expenditure through the activation of brown adipose tissue in humans[J]. Am J Clin Nutr, 2012, 95(4): 845-850. DOI: 10.3945/ajcn.111.018606

[4] Chen J, Li L, Li Y, *et al*. Activation of TRPV1 channel by dietary capsaicin improves visceral fat remodeling through connexin43-mediated Ca2$^+$ influx[J]. Cardiovasc Diabetol, 2015, 14: 22. DOI: 10.1186/s12933-015-0183-6

[5] Luo Z, Ma L, Zhao Z, *et al*. TRPV1 activation improves exercise endurance and energy metabolism through PGC-1alpha upregulation in mice[J]. Cell Res, 2012, 22(3): 551-564. DOI: 10.1038/cr.2011.205

[6] Wang P, Yan Z, Zhong J, *et al*. Transient receptor potential vanilloid 1 activation enhances gut glucagon-like peptide-1 secretion and improves glucose homeostasis [J]. Diabetes, 2012, 61(8): 2155-2165. DOI: 10.2337/db11-1503

[7] Yuan L J, Qin Y, Wang L, *et al*. Capsaicin-containing chili improved postprandial hyperglycemia, hyperinsulinemia, and fasting lipid disorders in women with gestational diabetes mellitus and lowered the incidence of large-for-gestational-age newborns[J]. Clin Nutr, 2016, 35(2): 388-393. DOI: 10.1016/j.clnu.2015.02.011

[8] Scheuer S H, Faerch K, Philipsen A, *et al*. Abdominal Fat Distribution and Cardiovascular Risk in Men and Women With Different Levels of Glucose Tolerance[J]. J Clin Endocrinol Metab, 2015, 100(9): 3340-3347. DOI: 10.1210/JC.2014-4479

[9] Bi X, Seabolt L, Shibao C, *et al*. DXA-measured visceral adipose tissue predicts impaired glucose tolerance and metabolic syndrome in obese Caucasian and African-American women[J]. Eur J Clin Nutr, 2015, 69(3): 329-336. DOI: 10.1038/ejcn.2014.227

[10] Rondanelli M, Opizzi A, Perna S, *et al*. Improvement in insulin resistance and favourable changes in plasma inflammatory adipokines after weight loss associated with two months' consumption of a combination of bioactive food ingredients in overweight subjects[J]. Endocrine, 2013, 44(2): 391-401. DOI: 10.1007/s12020-012-9863-0

[11] Ito N, Ruegg U T, Kudo A, *et al*. Capsaicin mimics mechanical load-induced intracellular signaling events: involvement of TRPV1-mediated calcium signaling in induction of skeletal muscle hypertrophy[J]. Channels (Austin), 2013, 7(3): 221-224. DOI: 10.4161/chan.24583

[12] Kurosaka M, Ogura Y, Funabashi T, *et al*. Involvement of Transient Receptor Potential Cation Channel Vanilloid 1 (TRPV1) in Myoblast Fusion[J]. J Cell Physiol, 2016, 231(10): 2275-2285. DOI: 10.1002/jcp.25345

(**收稿**:2016-01-11;**修回**:2016-03-31)

(编辑 吴培红)