

· 学生营养 ·

## 大学生血清反式脂肪酸和过氧化指标与膳食摄入的关系

蔡慧珍<sup>1</sup>, 周海腾<sup>2</sup>, 赵悦<sup>1</sup>, 姚文龙<sup>3</sup>, 杨晓辉<sup>1</sup>, Yoong JunHao<sup>2</sup>, Ooi Cheng Keat<sup>2</sup>

1.宁夏医科大学公共卫生与管理学院,银川 750004;2.大马棕榈油技术研发(上海)有限公司(MPOB);3.靖江人民医院

**【摘要】** 目的 研究血清反式脂肪酸(TFA)及过氧化指标与膳食摄入的关系,为大学生合理膳食提供依据。方法 招募 18~25 岁的健康大学生 172 名。采用食物频率法调查过去 3 个月内水果、蔬菜、乳类、肉类食物及其制品,以及鱼虾贝类、速食、甜品和油炸食品的摄入频率以及平均每次摄入量,并静脉抽取空腹血 5 mL 测定血清 TFA、丙二醛(MDA)和超氧化物歧化酶(SOD)。结果 男生中有 19.4% 每周摄入油炸食品大于 300 g,女生此比例为 9.1%;回族学生每周摄入油炸食品大于 300 g 的比例为 18.9%,汉族学生为 8.7%。男女学生血清 TFA 和回族血清 TFA,MDA 水平差异均有统计学意义(*t* 值分别为 -2.81, -3.12, -2.81, *P* 值均 <0.01)。多元回归分析结果显示,血清 TFA 水平主要与油炸食品、速食、甜品以及乳类及其制品摄入有关,血清 MDA 水平与油炸食品、蔬菜及制品的摄入有关。结论 为防止 TFA 和丙烯酰胺可能引起的健康危害,应减少油炸食品、速食和甜品、奶茶和奶油等乳制品的摄入,多食用蔬菜及其制品。

**【关键词】** 反式脂肪酸;过氧化物;膳食;营养状况;学生

**【中图分类号】** R 153.2 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-9817(2017)09-1314-04

**Association between serum trans fatty acid and superoxide dismutase with dietary intake among college students/CAI Huizhen\*, ZHOU Haiteng, ZHAO Yue, YAO Wenlong, YANG Xiaohui, Yoong JunHao, Ooi Cheng Keat.\* School of Public Health, Ningxia Medical University, Yinchuan(750004), China.**

**【Abstract】 Objective** To study association between serum trans fatty acid(TFA) and superoxide dismutase(SOD) with dietary intake among college students, and to provide a basis for college students' rational dietary. **Methods** A total of 172 volunteers aged 18–25 were recruited. Food frequency questionnaire was used to investigate the frequency and the average intake of fruits, vegetables, milk class, meat and aquatic product, fast food, dessert, fried food in the past three months. Serum TFA, MDA and SOD were determined by extraction of venous blood on an empty stomach. **Results** More than 300 g fired food was consumed in male(19.4%), female(9.1%), Hui(18.9%) and Han(8.7%) students each week. The differences of serum TFA between male and female, as well as TFA and MDA between Hui and Han students were statistically significant(*t* = -2.81, -3.12, -2.81, *P* < 0.01). According to the multiple regression analysis, serum TFA was related to consumption of fried and fast food, dessert and dairy products, and serum MDA was related to the intake of fried food and vegetables. **Conclusion** In order to decrease the health hazard of TFA and acrylamide, people should reduce the intake of fried and fast food, dessert and milky tea or cream, and eat more vegetables and its products.

**【Key words】** Trans fatty acids; Peroxides; Diet; Nutritional status; Students

反式脂肪酸(TFA)和丙烯酰胺在如面包、饼干、薯片、咖啡等多种日常食品中共存,食品中的 TFA 和丙烯酰胺因对人体健康造成极大威胁而引发关注。文献表明,大量摄入 TFA 会促进动脉硬化<sup>[1-2]</sup>、诱导炎症产生<sup>[3]</sup>、抑制生长发育,引发 2 型糖尿病<sup>[4]</sup>和心脏疾病等<sup>[5-6]</sup>。而丙烯酰胺能够增加细胞内活性氧族自由基(ROS)的水平,诱导细胞膜发生脂质过氧化,具有明确的神经毒性<sup>[7-8]</sup>。超氧化物歧化酶(SOD)及其

ROS 导致的脂质过氧化而产生的丙二醛(MDA)是评价细胞和组织氧化应激的标志。本课题组于 2016 年 3—4 月采取自愿参与的原则,招募了 172 名在校大学生,研究其血清 TFA 及过氧化指标(SOD 和 MDA)与膳食摄入之间的关系,为防止 TFA 和丙烯酰胺对人类健康带来的潜在危害提供参考。

### 1 对象与方法

**1.1 对象** 发布招募书,采取自愿原则招募宁夏医科大学回族或汉族 18~25 岁健康成年大学生。由于 TFA 与 2 型糖尿病、动脉硬化相关,为排除对 TFA 检测的干扰,入选标准如下:(1)体质质量指数(BMI)=18.5~<24.0 kg/m<sup>2</sup>;(2)无糖尿病、高血压、高血脂(总胆固醇<5.2 mmol/L,三酰甘油<1.7 mmol/L)、急性感

**【基金项目】** 大马棕榈油署资助项目(PORTSIM 041/2015);宁夏大学生创新创业项目(201610752044)。

**【作者简介】** 蔡慧珍(1980—),女,宁夏人,博士,副教授,主要研究方向为食品功效与食品毒理学。

DOI: 10.16835/j.cnki.1000-9817.2017.09.010

染性疾病。本次研究共招募 172 人,其中男生 62 人,女生 110 人;回族学生 69 人,汉族学生 103 人。BMI 为  $(21.2 \pm 8.4) \text{ kg/m}^2$ ,年龄 18~25 岁,平均年龄  $(21.2 \pm 1.6)$  岁。回族与汉族学生的年龄、性别、BMI、血压之间差异均无统计学意义( $P$  值均  $>0.05$ )。

研究对象在培训工作人员的帮助下完成半定量的食物频率问卷后,静脉抽取空腹血 5 mL,4 ℃ 静置 30 min 后,3 000 r/min 离心 10 min。取血清-80 ℃ 冻存备检。

**1.2 膳食调查** 采用半定量的食物频率法,调查被试过去 3 个月内水果、蔬菜、乳类、肉类及其制品,以及鱼虾贝类、速食、甜品和油炸食品的摄入频率和每次平均摄入量。其中水果及其制品包括新鲜水果、水果罐头等;蔬菜类及其制品包括新鲜的蔬菜、干菜、腌菜等;乳类及其制品包括牛奶、奶粉、奶油、奶茶、奶酪等;肉类及其制品包括牛羊猪肉、香肠、火腿等;速食食品包括饼干、方便面等;甜品包括蛋糕、巧克力等;油炸食品含炸鸡腿、炸里脊肉、薯条等。调查时提供标准食物份额的参考样品图谱,供被调查者应答时作为估计食物量的参考。通过估计平均食物份额计算摄入量。

**1.3 气相色谱法检测血清 TFA 含量<sup>[9-10]</sup>** 取 0.5 mL 血清,加 2 mL 甲醇,混匀,加 4 mL 氯仿,离心 10 min,吸取下层液,40 ℃ 下氮气吹干,用 2 mL 甲醇浸泡 30 min,40 ℃ 下氮气吹干。加 1 mL  $\text{BF}_3$ -甲醇衍生化试剂于 70 ℃ 水浴反应 50 min,冷却后,加 0.5 mL 饱和 NaCl 溶液和 1 mL 正己烷,振荡,离心 5 min,取上清液,氮气吹干,用 100  $\mu\text{L}$  正己烷溶解,待测。

气相检测的条件为色谱柱:Agilent DB-23 60.0 m  $\times 250 \mu\text{m}$ ,0.25  $\mu\text{m}$ ;进样口温度 270 ℃;检测器温度

280 ℃;载气为氮气;分流比为 10:1;程序升温初始温度 130 ℃,6.5 ℃/min 升温至 170 ℃,2 ℃/min 升温至 215 ℃,保持 12 min,40 ℃/min 升温至 230 ℃,保持 15 min;进样量 1  $\mu\text{L}$ 。

以反式脂肪酸甲酯混标(含 C16:1-9t, C18:1-9t, C18:1-11t, C18:2-9t, 12t)和 C16:1-7t 单标作为标准品,检测血清中 C16:1-7t, C16:1-9t, C18:1-9t, C18:1-11t 和 C18:2-9t, 12t 5 种反式脂肪酸的含量。

**1.4 超氧化物歧化酶(SOD)和丙二醛(MDA)检测** 按照南京建成生物公司 SOD 和 MDA 测定试剂盒说明书进行。

**1.5 统计分析** 利用 SPSS 19.0 软件对数据进行统计分析。血清中 TFA, MDA 水平比较采用秩和检验;血清 SOD 水平的差异采用两独立样本  $t$  检验; $\chi^2$  检验分析不同性别和民族学生膳食摄入情况;Spearman 秩相关分析血清 TFA 和过氧化指标与膳食摄入的关系,主成分多元回归采用 Stepwise 法分析。以  $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

**2.1 不同性别、民族学生膳食摄入的差异** 表 1 显示男女生以及回汉民族间油炸食品的摄入差异有统计学意义( $P$  值均  $<0.05$ )。男生中有 19.4% 每周食用油炸食品大于 300 g,而女生只有 9.1%;回族和汉族学生中每周摄入 300 g 以上油炸食品的人数比例分别为 18.9% 和 8.7%。此外,男生中有 88.7% 每天至少摄入 400 g 蔬菜及其制品,有 35.5% 的男生每月食用 400 g 以上速食食品;女生此比例分别为 78.2% 和 39.1%。

表 1 不同性别和民族学生间膳食摄入情况比较

膳食种类/g	频次	性别				民族			
		男(n=62)	女(n=110)	$\chi^2$ 值	P 值	回族(n=69)	汉族(n=103)	$\chi^2$ 值	P 值
水果及其制品	每周>900	24	53	1.959	>0.05	26	51	3.937	>0.05
	每周 300~900	31	43			36	38		
	每月<1 200	7	14			7	14		
蔬菜及其制品	每天至少 400	55	86	4.191	>0.05	59	87	2.088	>0.05
	每周 1 600~2 800	2	12			6	5		
	每周<1 600	5	12			4	11		
乳类及其制品	每周>900	38	73	0.448	>0.05	44	67	3.771	>0.05
	每周 300~900	7	11			4	14		
	每月<1 200	17	26			21	22		
肉类及其制品	每周>150	47	91	2.823	>0.05	56	82	0.153	>0.05
	每周 50~150	7	5			5	7		
	每月<200	8	14			8	14		
鱼虾蟹贝类	每周>150	46	70	3.709	>0.05	46	70	5.107	>0.05
	每周 50~150	12	22			18	16		
	每月<200	4	18			5	17		
速食食品	每周>300	2	15	5.089	>0.05	9	8	1.314	>0.05
	每周 100~300	20	28			19	29		
	每月<400	40	67			41	66		
油炸食品	每周>300	12	10	8.444	<0.05	13	9	8.716	<0.05
	每周 100~300	11	9			12	8		
	每月<400	39	91			44	86		

**2.2 不同性别、民族学生血清 TFA、脂质过氧化指标的差异** 不同性别学生血清 TFA 差异有统计学意义 ( $P < 0.05$ )；血清 MDA 和 SOD 性别间差异无统计学意义 ( $P$  值均  $> 0.05$ )。回族与汉族学生相比, 血清 TFA 和 MDA 的差异有统计学意义 ( $P$  值均  $< 0.05$ ), 均为回族高于汉族; 而 SOD 水平差异无统计学意义 ( $P > 0.05$ )。见表 2。

表 2 不同性别与民族学生血清反式脂肪酸和脂质过氧化指标比较

性别与民族	人数	统计值	TFA	MDA	SOD
			$/(\mu\text{g} \cdot \mu\text{L}^{-1})$	$/(\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1})$	$/(\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1})$
性别	男	62	0.19~2.14	0.05~0.83	$0.24 \pm 0.04$
	女	110	0.18~1.27	0.06~0.61	$0.25 \pm 0.05$
		<i>t</i> 值	-2.81	-0.61	1.18
		<i>P</i> 值	<0.01	>0.05	>0.05
民族	回族	69	0.19~2.14	0.11~0.83	$0.25 \pm 0.04$
	汉族	103	0.18~0.85	0.04~0.45	$0.25 \pm 0.05$
		<i>t</i> 值	-3.12	-2.81	0.81
		<i>P</i> 值	<0.01	<0.01	>0.05

注:TFA, MDA 为中位数区间,SOD 为  $\bar{x} \pm s$ 。

**2.3 血清 TFA 和过氧化指标与膳食摄入的关系** 表 3 显示, 蔬菜类及其制品摄入与血清 MDA 水平呈负相关 ( $P < 0.05$ ); 鱼虾蟹贝类的摄入与血清 TFA 水平呈负相关 ( $P < 0.05$ )。速食食品、甜品、油炸食品摄入与血清 TFA 水平呈正相关 ( $P < 0.05$ )。油炸食品与血清 MDA 水平呈正相关 ( $P < 0.05$ )。血清 TFA 的水平与水果、乳品和肉制品摄入量的相关性无统计学意义, 但是由于乳品和肉制品中的 TFA 含量较高, 所以仍保留这 2 个变量进行多元回归分析。

表 3 膳食摄入与血清反式脂肪酸和过氧化指标的相关性 ( $n = 172$ , *r* 值)

膳食	TFA	MDA	SOD
水果类及制品	0.074	0.001	-0.005
蔬菜类及制品	-0.005	-0.153 *	0.050
乳类及制品	0.033	-0.050	0.093
肉类及其制品	0.037	0.042	-0.059
鱼虾蟹贝类	-0.184 *	-0.063	0.053
速食、甜品	0.301 **	-0.075	0.039
油炸食品	0.794 **	0.203 **	0.115

注: \*  $P < 0.05$ ; \*\*  $P < 0.01$ 。

**2.4 膳食摄入与血清 TFA, MDA 关系主成分多元回归分析** 回归分析显示, 血清 TFA 与膳食摄入的回归方程的  $F = 49.6$ ,  $P < 0.01$ 。因此, 影响血清 TFA 水平的主要因素有油炸食品、速食、甜品和乳类及其制品的摄入量。血清 MDA 与膳食摄入回归方程的  $F = 5.82$ ,  $P < 0.01$ 。影响血清 MDA 水平的主要因素有油炸食品、蔬菜类及其制品。见表 4。

表 4 血清 TFA 和 MDA 水平的膳食摄入因素多元回归分析 ( $n = 172$ )

因变量	常量与自变量	非标准化系数		标准系数	<i>t</i> 值	<i>P</i> 值
		B 值	标准误			
TFA	常量	-0.341	0.080	-	-4.264	0.000
	油炸食品	0.307	0.028	0.670	11.056	0.000
	速食、甜品	0.103	0.035	0.178	2.950	0.004
	乳类及其制品	0.055	0.027	0.121	2.035	0.044
MDA	常量	0.116	0.027	-	4.228	0.000
	油炸食品	0.030	0.011	0.203	2.724	0.007
	蔬菜类及其制品	-0.033	0.016	-0.152	-2.046	0.042

### 3 讨论

膳食中 TFA 和丙烯酰胺的摄入量主要受每日食物的摄入量以及食物中 TFA 和丙烯酰胺含量的影响。食物中 TFA 和丙烯酰胺的含量越高, 食物每日的摄入量越大, 则摄入量越高。研究表明, TFA 主要存在于天然食品, 如人乳、牛乳<sup>[11~12]</sup>、蔬菜和牛羊肉, 以及人造食品, 如氢化植物油和高温烹调的油脂<sup>[13]</sup>。丙烯酰胺主要存在于高温烹制的油炸和焙烤的淀粉类食品<sup>[7,14]</sup>。研究结果显示, 男生和回族学生的油炸食品摄入量较大。食用油炸食品已经成为该民族的饮食习惯<sup>[15]</sup>。油炸食品属于高温烹制的油脂型食物, 含有较高的 TFA<sup>[13,16]</sup> 和丙烯酰胺<sup>[17]</sup>。该食物的消费量越大, TFA 和丙烯酰胺的摄入量也越高。

膳食摄入的 TFA 进入人体后难以代谢消除, 而丙烯酰胺会代谢并升高细胞内 ROS 的水平, 引起氧化应激损伤。MDA 和 SOD 是评价人体氧化应激最常用的指标, 二者水平变化可反映体内自由基产生和清除这一动态平衡过程<sup>[18~19]</sup>。本研究中男性和回族学生的血清 TFA 水平高于女性、汉族学生; 血清 SOD 的水平尽管性别、民族间差异无统计学意义, 但回族学生的 MDA 水平高于汉族。提示人体血清 TFA 和 MDA 的水平可能与油炸食品的摄入量有关。

相关分析结果显示, 血清 TFA 的水平与速食食品、甜品和油炸食品的摄入呈正相关, 与蔬菜、鱼虾蟹贝类等食品呈负相关; 血清 MDA 水平与油炸食品呈正相关, 与蔬菜及其制品呈负相关。进一步采用多元回归分析显示, 血清 TFA 的水平主要受油炸食品、速食、甜品和乳类及其制品摄入量的影响; 血清 MDA 的水平主要受油炸食品、蔬菜类及制品的影响。本研究中血清 TFA 的水平受乳制品摄入量影响, 一方面是由于天然乳品中 TFA 的含量较高, 另一方面奶油、奶茶等乳制品加工中使用的氢化植物油也含有大量的 TFA<sup>[13,16]</sup>。

膳食中最常见的 TFA 主要有反油酸 (C18 : 1-9t)、反式异油酸 (C18 : 1-11t)、反式亚油酸 (C18 : 2-9t, 12t) 等<sup>[13]</sup>。其中天然乳品和反刍动物肉制品(如牛羊肉)中的 TFA 以反油酸、反式棕榈油酸 (C16 : 1-9t) 和 C9t11 共轭亚油酸为主<sup>[20]</sup>。有研究表明, 天然

乳品和反刍动物肉制品中的 TFA 能够改善胰岛素抵抗,降低 2 型糖尿病的发病率,对人体具有保护作用<sup>[20]</sup>。因此,应分别讨论天然乳品及其制品(奶茶、奶油、奶酪等)中 TFA 对健康的影响。

综上所述,油炸食品、速食、甜品、乳类及其制品与血清 TFA 水平密切相关,同时油炸食品与血清 MDA 水平也联系密切。为防止 TFA 和丙烯酰胺可能引起的健康危害,应减少油炸食品、速食和甜品等的摄入,多食用蔬菜及其制品。对于乳类及其制品应注意奶茶、奶油等的摄入量。

#### 4 参考文献

- [1] HIRATA Y, TAKAHASHI M, KUDOH Y, et al. Trans-fatty acids promote proinflammatory signaling and cell death by stimulating the apoptosis signal-regulating kinase 1 (ASK1)-p38 pathway [J/OL]. [2017-03-01]. <http://www.jbc.org/cgi/doi/10.1074/jbc.M116.771519>.
- [2] GATES L, LANGLEY-EVANS S C, KRAFT J, et al. Fetal and neonatal exposure to trans-fatty acids impacts on susceptibility to atherosclerosis in apo E \* 3 Leiden mice [J]. Br J Nutr, 2017, 117(3): 377–385.
- [3] DA SILVA M S, JULIEN P, BILODEAU J F, et al. Trans fatty acids suppress TNF-alpha-induced inflammatory gene expression in endothelial (HUVEC) and hepatocellular carcinoma (HepG2) cells [J]. Lipids, 2017, 52(4): 315–325.
- [4] WANG Q, IMAMURA F, MA W, et al. Circulating and dietary trans fatty acids and incident type 2 diabetes in older adults: the Cardiovascular Health Study [J]. Diab Care, 2015, 38(6): 1099–1107.
- [5] RESTREPO B J. Further decline of trans fatty acids levels among US adults between 1999–2000 and 2009–2010 [J]. Am J Public Health, 2017, 107(1): 156–158.
- [6] DE SOUZA R J, MENTE A, MAROLEANU A, et al. Intake of saturated and trans unsaturated fatty acids and risk of all cause mortality, cardiovascular disease, and type 2 diabetes: systematic review and meta-analysis of observational studies [J]. BMJ, 2015, 351: h3978. doi: 10.1136/bmj.h3978.
- [7] UTHRA C, SHRIVASTAVA S, JASWAL A, et al. Therapeutic potential of quercetin against acrylamide induced toxicity in rats [J]. Biomed Pharmacother, 2017, 86: 705–714. doi: 10.1016/j.bioph.2016.12.065.
- [8] LI L, SUN H Y, LIU W, et al. Silymarin protects against acrylamide-induced neurotoxicity via Nrf2 signalling in PC12 cells [J]. Food Chem Toxicol, 2017, 102: 93–101. doi: 10.1016/j.fct.2017.01.021.
- [9] 谭力, 鞠焜先, 黎介寿, 等. 血清总磷脂脂肪酸组分的固相萃取-气相色谱法分析 [J]. 分析科学学报, 2006, 22(2): 125–128.
- [10] 陈月晓, 唐凌轩, 李全霞, 等. 食品中 17 种反式脂肪酸的气相色谱测定方法 [J]. 食品工业科技, 2016, 37(17): 292–296.
- [11] 王军平, 王添, 魏学敏, 等. 气相色谱-质谱联用技术测定乳制品中反式脂肪酸 [J]. 南通职业大学学报, 2016, 30(3): 87–90.
- [12] 娄峰阁, 陈中硕, 程宇, 等. 市售乳制品反式脂肪酸含量及人体摄入水平评估 [J]. 中国卫生产业, 2016(29): 64–68.
- [13] 郑妹凤, 张丹丹. 我国反式脂肪酸的研究现状 [J]. 安徽预防医学杂志, 2016, 22(1): 35–39.
- [14] ZARGAR S, SIDDIQI N J, ANSAR S, et al. Therapeutic role of quercetin on oxidative damage induced by acrylamide in rat brain [J]. Pharm Biol, 2016, 54(9): 1763–1767.
- [15] 马崇义.“清真”及回回习俗 [J]. 中国民族, 1987(8): 23–24.
- [16] 赵晨煜. 膳食摄入反式脂肪酸的研究进展 [J]. 农产品加工, 2016, 35(20): 74–75, 78.
- [17] 郭红英, 阚旭辉, 谭兴和, 等. 食品中丙烯酰胺的研究进展 [J]. 粮食与油脂, 2017, 30(3): 33–36.
- [18] SVERKO V, SOBOCANEC S, BALOG T, et al. Age and gender differences in antioxidant enzyme activity: potential relationship to liver carcinogenesis in male mice [J]. Biogerontology, 2004, 5(4): 235–242.
- [19] WEI L F, ZHANG H M, WANG S S, et al. Changes of MDA and SOD in brain tissue after secondary brain injury with seawater immersion in Rats [J]. Turk Neurosurg, 2016, 26(3): 384–288.
- [20] TREMBLAY B L, RUDKOWSKA I. Nutrigenomic point of view on effects and mechanisms of action of ruminant trans fatty acids on insulin resistance and type 2 diabetes [J]. Nutr Rev, 2017, 75(3): 214–223.

收稿日期: 2017-04-05; 修回日期: 2017-05-13

(上接第 1313 页)

#### 4 参考文献

- [1] 卫生部卫生监督司, 国家教委学校体育卫生司, 全国爱国卫生委员会. 全国学生常见病综合防治方案 [Z]. 1992; 14–19.
- [2] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会. 学龄儿童青少年营养不良筛查 WS/T 456–2014 [S]. 2014–12–15.
- [3] 季成叶. 中国学龄儿童青少年超重、肥胖筛查体重指数值分类标准 [J]. 中华流行病学杂志, 2004, 25(2): 10–15.
- [4] 季成叶. 全球学龄儿童青少年超重与肥胖的流行现状和趋势 [J]. 中国学校卫生, 2006, 27(8): 648–650.
- [5] 季成叶. 我国城市中小学生营养不良现状和 20 年动态变化 [J]. 中国儿童保健杂志, 2008, 16(6): 622–625.
- [6] 季成叶, 孙军玲, 陈天娇. 中国学龄儿童青少年 1985~2000 年超重、肥胖流行趋势动态分析 [J]. 中华流行病学杂志, 2004, 25(2): 16–21.
- [7] 刘晓静, 崔君, 刘兰静, 等. 乌鲁木齐市汉族学龄儿童青少年超重

肥胖现状 [J]. 中国学校卫生, 2012, 33(2): 209–210.

- [8] 陈玉柱, 方志峰, 唐振柱, 等. 广西 1989–2011 年儿童青少年营养不良状况及变化趋势 [J]. 中国儿童保健杂志, 2015, 23(6): 588–591.
- [9] 李芳, 汤佳, 吕卫东, 等. 武汉市中小学生 2000–2010 年营养不良流行特征分析 [J]. 中国学校卫生, 2012, 33(5): 631–633.
- [10] 季成叶. 我国中小学生超重肥胖流行现状及其社会经济差异 [J]. 中国学校卫生, 2008, 29(2): 106–108.
- [11] 马军, 吴双胜. 中国学龄儿童青少年超重肥胖流行趋势分析 [J]. 中国学校卫生, 2009, 30(3): 195–197.
- [12] 薛红妹, 刘言, 段若男, 等. 中国儿童青少年超重肥胖流行趋势及相关影响因素 [J]. 中国学校卫生, 2014, 35(8): 1258–1262.
- [13] 杨万龄, 王晓明. 儿童青少年超重肥胖现状及成因的研究进展 [J]. 中国学校卫生, 2009, 30(2): 190.

收稿日期: 2017-02-13; 修回日期: 2017-06-05