

# 反式脂肪酸的安全性评价

罗 欢, 谌小立, 张爱科  
(西南大学食品科学学院, 重庆 400715)

**摘 要:** 由于反式脂肪酸与心血管疾病等密切相关, 所以在近几年来引起了大众和科学家的极大关注。本文主要对反式脂肪酸安全性的一些最新研究进展进行了综述。

**关键词:** 反式脂肪酸; 膳食来源; 心血管疾病; 生长发育; 糖尿病; 癌症

## Safety Evaluation of Trans Fatty Acid

LUO Huan, CHEN Xiaoli, ZHANG Aike  
(College of Food Science, Southwest University, Chongqing 400715)

**Abstract:** Scientists and the masses had great interesting in trans fatty acid in recent years, because it had close relation to many diseases, such as cardiovascular disease. The present researches about safety of trans fatty acid were reviewed in this paper.

**Key words:** trans fatty acid; dietary sources; cardiovascular disease; growth and development; diabetes; cancer

中图分类号: TS201.6 文献标识码: A 文章编号: 1001-8123(2009)04-0043-03

### 0 引言

反式脂肪酸(trans fatty acid, TFA)是所有含有反式双键的不饱和脂肪酸的总称<sup>[1]</sup>。化学物质的构象对生物学特性影响很大, 如反式脂肪酸和顺式脂肪酸对机体的生物学作用也相差很大, 而许多学者认为反式脂肪酸摄入可升高血清胆固醇水平并伴随心脏病增加的危险、活化全身炎症反应<sup>[2]</sup>、干扰机体多不饱和脂肪酸的代谢、及抑制胎儿的生长发育<sup>[3]</sup>、与肥胖和糖尿病密切相关等<sup>[4]</sup>, 这些都对健康不利。所以各国科学家都对TFA的安全性进行了一些研究, 但也有少数学者有些不同观点, 还没有达到完全的共识, 有待进一步研究。

### 1 膳食中反式脂肪酸的来源及含量

#### 1.1 膳食中反式脂肪酸的来源

天然存在的脂肪酸绝大多数为顺式, 天然

TFA主要存在于反刍动物脂肪中, 通过牛羊脂肪组织、乳和乳制品等膳食消费进入人体。反刍动物体内的TFA主要来自其瘤胃细菌的生物氢化作用: 氢化亚油酸和 $\alpha$ -亚麻酸生成反-11-C<sub>18:1</sub>; 氢化油酸、反式C<sub>18:1</sub>和亚油酸生成硬脂酸产生的中间体<sup>[1]</sup>。另外油脂本身在脱色、脱臭等精炼过程和煎炸使用中也会形成TFA。食用油脂的氢化加工产品是TFA的主要来源之一。如人造黄油、豆油、色拉油、起酥油等烹调油脂在催化剂存在的条件下, 氢原子和不饱和脂肪酸的加成以及双键的重排形成大量TFA。

人们日常生活中TFA的主要来源主要还是氢化油加工的食品, 如炸薯条等烘焙制品、炸鸡块等快餐食品、沙拉酱<sup>[4]</sup>和小吃<sup>[2]</sup>等。

#### 1.2 常见食品中反式脂肪酸的含量

TFA的暴露水平对TFA的安全性评价相当重要, 常见食品中TFA的含量如表1所示<sup>[5]</sup>。2004年,

中国疾病预防控制中心营养与食品安全所检测了一些常见食品中TFA的含量,测定结果发现使用氢化植物油的饼干蛋糕及派中含有n-9反式油酸。使用了奶油夹心的饼干和蛋糕、派、酸奶、奶酪和纯奶粉和多数配方奶粉中含有n-11反式油酸。面包、方便面、奶饮料中未检测出反式脂肪酸。不同部位牛肉以及熟食制品中反式脂肪酸的含量与羊肉相同,多数样品中含有n-11反式油酸。并据测定结果分析认为我国人群TFA的摄入量很低,奶及奶制品为n-11反式油酸的一个重要来源<sup>[6]</sup>。

表1 常见食品中反式脂肪酸的含量

Tab.1 Contents of trans fatty acids in common foods

| 食品名称 | 含量 (mg/g) | 食品名称 | 含量 (mg/g) | 食品名称 | 含量 (mg/g) |
|------|-----------|------|-----------|------|-----------|
| 牛肉   | 28~95     | 蛋糕   | 53        | 冰淇淋  | 26~60     |
| 羊肉   | 2~9       | 甜饼干  | 19        | 橄榄油  | 0~1.1     |
| 鸡肉   | 4~14      | 炸薯条  | 5         | 大豆油  | 4~8.6     |
| 火鸡肉  | 3~13      | 牛乳   | 32~52     | 向日葵油 | 1.3~8.9   |
| 鸭肉   | 3~8       | 干酪   | 36~57     | 玉米油  | 1~19.1    |
| 兔肉   | 6         | 黄油   | 40~62     | 花生油  | 0.4~6.3   |
| 马肉   | 4         | 人造奶油 | 164       | 菜籽油  | 3.9       |

## 2 反式脂肪酸的安全评价

### 2.1 反式脂肪酸与心血管疾病

人类TFA消费的增加,血清低密度脂蛋白(LDL)和甘油三酯水平增加,且高密度脂蛋白(HDL)水平降低,这是由于LDL载脂蛋白B-100分解代谢降低和载脂蛋白A-1分解代谢增加。这些是由胆固醇酯转运蛋白增加引起的,它是把胆固醇酯从HDL转化为LDL和极低低密度脂蛋白(VLDL)的主要酶。体外实验已证明,TFA的摄入与肝细胞分泌的VLDL的数量和脂质组成有关,也与胆固醇和胆固醇酯的肝脏积累有关。TFA对血清脂质的影响增加了心脏病的危险与饱和脂肪酸(如棕榈酸)相似。血清脂肪酸水平的增加将导致代谢综合征和心血管疾病<sup>[2]</sup>。巨噬细胞胆固醇动态平衡是涉及动脉粥样硬化引起和发展的关键过程。过氧化物酶体增殖活化受体(PPARs)调节涉及胆固醇动态平衡基因的转录,所以代表一个减少动脉粥样硬化的重要指标<sup>[7]</sup>。TFA的摄入改变了过氧化物酶增殖活化受体 $\gamma$ (PPAR $\gamma$ )和脂蛋白脂肪酶在大鼠脂肪组织的转录<sup>[2]</sup>。

TFA的摄入会增加LDL的比例和浓度,从而增加冠心病(coronary heart disease, CHD)的危险<sup>[8]</sup>。脂肪组织分析的前瞻性的流行病学研究和病例对照研究表明TFA在冠心病(CHD)危险中起主要作用,且TFA与CHD相关的强度比饱和脂肪酸大得多<sup>[9]</sup>。流行病学研究表明TFA的摄入与冠心

病(CHD)危险性有很大的直接相关性,但主要针对工业生产的TFA(IP-TFA)。然而,反刍动物TFA(R-TFA)与IP-TFA间和CHD危险性是基于摄入的量<sup>[10]</sup>。Dyerberg等<sup>[11]</sup>研究了87个健康男性,每天摄入20g工业生产的TFA(IP-TFA)或4g n-3多不饱和脂肪酸(PUFA)或对照脂肪,给予8周。发现TFA组的HDL-C降低,n-3组的甘油三酯和平均动脉压降低。TFA组的心率显著增加约3次/min,而n-3组的心率降低约3次/min。TFA的摄入降低2%膳食能量(5g/d),基于对血清LDL和HDL浓度的改变估计可减少4%的CHD发生率;而流行病学调查显示可减少至少20%的CHD发生率<sup>[12]</sup>。Mittesser等<sup>[13]</sup>认为小颗粒的LDL与CHD危险增加相关。而反油酸促进肝分泌小的含脱辅基蛋白B的脂蛋白质,这导致小颗粒的LDL产生增加,从而增加了CHD危险性。Donma等<sup>[14]</sup>认为反式脂肪酸是一个动脉粥样硬化进展因子和肥胖症危险因子,牛奶中的反式脂肪酸是儿童健康的一个主要问题。

虽然大多数学者认为TFA对人体健康有害,但也有少数学者持不同观点。Pfeuffer等<sup>[15]</sup>认为反刍动物脂肪和部分氢化的植物油中的TFA异构体有大量重叠,许多异构体相同。而两种来源的TFA的量却有很大差异。许多研究表明增加动物TFA的摄入显著或不显著减少冠心病的危险,或至少不增加冠心病的危险。Lemaitre等<sup>[16]</sup>认为心脏性猝死(SCD)通常是由于心室纤维性颤动引起,并可作为心脏病发生的第一证据。n-3 PUFA可预防心室纤维性颤动和SCD。食品中的主要反式脂肪酸反式油酸(反式-C<sub>18:1</sub>)的水平与SCD的高危险性不相关。Katz<sup>[17]</sup>认为TFA能通过与膜蛋白的疏水区相互作用改变细胞的功能,有作为抗心律失常药物的可能。

### 2.2 反式脂肪酸与生长发育

最近的人体研究证实,TFA能通过血胎屏障。并且如果母亲摄入大量氢化植物油,TFA可以通过乳汁进入婴幼儿体内,影响其生长发育。有研究者测定,婴儿配方奶粉中TFA含量占总脂肪酸的0.16%~4.5%。TFA对生长发育的抑制作用可能有以下3个途径:TFA能干扰必需脂肪酸的代谢,而胎儿和新生儿由于生长发育迅速,但体内PUFA储备数量有限,因此与成人相比更容易患必需脂肪酸缺乏症,从而影响生长发育。TFA能结合大脑中的脂质,抑制体内长链PUFA的合成,从而影响婴儿中枢神经系统的发育。TFA抑制母体中前列腺素合成,使前列腺素通过母乳进入婴儿

的量减少。而前列腺素可调节婴儿胃酸分泌、平滑肌收缩和血液循环来影响婴儿的生长发育<sup>[18]</sup>。

### 2.3 反式脂肪酸与其他疾病

TFA 还与炎症反应、糖尿病和癌症有密切联系。全身性炎症和内皮功能障碍可能涉及动脉粥样硬化、急性冠状动脉综合征、猝死、胰岛素抵抗、血脂障碍和心力衰竭的发病。研究表明 TFA 是促炎的。有限的证据表明,亚油酸和油酸的反式异构体促炎效应比棕榈油酸更强。TFA 也导致内皮功能障碍,具体机制还不是很确定,可能是 TFA 融入上皮细胞膜、单核细胞/巨噬细胞膜或脂肪细胞膜(影响膜关于炎症信号传递途径),或对 PPAR 配基依赖或视黄醇类 X 受体(RXR)的途径的影响<sup>[19]</sup>。最新的代谢研究表明,TFA 影响炎症因子和其他胰岛素抵抗因子<sup>[9]</sup>。TFA 摄入会增加 2 型糖尿病危险并降低胰岛素敏感性<sup>[11]</sup>。多数癌细胞端粒末端转移酶活性高。Eitsuka 等<sup>[20]</sup>研究发现饱和脂肪酸和 TFA 对端粒末端转移酶抑制很弱或没有抑制。而顺式不饱和脂肪酸显著抑制端粒末端转移酶活性。

### 3 小结

大多数学者认为 TFA 对健康有害,但也有少数学者认为 TFA 没有害处,甚至还有学者认为有作为抗心律失常药物的可能,学术界对 TFA 还存在一定争议,但至少基本可以说对健康无利。当然这还必须考虑每个个体对含 TFA 的暴露水平来综合判断,没有必要谈 TFA 色变,消费者应正确认识 TFA,同时学术界也还有进一步深入研究的必要,把致病机理研究透彻,从而更利于大众的判断。

### 参考文献

- [1] 董新伟.反式脂肪酸的膳食分布和安全评价(1)分布和代谢[J].中国食品学报,2004,4(3):80-84.
- [2] Kondoh Y,Kawada T,Urade R. Activation of caspase 3 in HepG2 cells by elaidic acid (t18:1) [J].BBA-Mol. Cell Biol.L.,2007,1771(4):500-505.
- [3] 朱斌.反式脂肪酸与人体健康[J].国外医学卫生学分册,1998,25(3):145-147.
- [4] 秦菲.食品中的反式脂肪酸[J].河南工业大学学报(自然科学版),2006,27(6):84-87.
- [5] 杨虎,等.食品中反式脂肪酸的研究[J].食品与发酵工业,2006,32(4):107-109.
- [6] 张坚,等.食物中反式脂肪酸含量及居民反式脂肪酸摄入量的研究[C]/中国营养学会第九次全国营养学术会议项目总结文集,2004.
- [7] Weldon S, Mitchell S,Kelleher D,et al.Conjugated linoleic acid and atherosclerosis: no effect on molecular markers of cholesterol homeostasis in THP-1 macrophages[J]. Atherosclerosis,2004,174(2):261-273.
- [8] Giugliano D, Ceriello A, Esposito K. The Effects of Diet on Inflammation: Emphasis on the Metabolic Syndrome [J].J.Am.Coll.Cardiol.,2006,48(4):677-685.
- [9] Willett W C.Trans fatty acids and cardiovascular disease—epidemiological data[J].Atherosclerosis Supp.,2006,7(2):5-8.
- [10] Jakobsen M U,et al.Intake of ruminant trans fatty acids and risk of coronary heart disease An overview[J]. Atherosclerosis Supp.,2006,7(2):9-11.
- [11] Dyerberg J,et al.Trans, and n-3 polyunsaturated fatty acids and vascular function—A yin yang situation [J].Atherosclerosis Supp.,2006,7(2):33-35.
- [12] Katan M B.Regulation of trans fats:The gap,the Polder,and McDonald's French fries[J].Atherosclerosis Supp.,2006,7(2) 63-66.
- [13] Mitmesser S H, Carr T P. Trans fatty acids alter the lipid composition and size of apoB-100-containing lipoproteins secreted by HepG2 cells [J].J.Nutr.Biochem., 2005,16(3):178-183.
- [14] Donma M M,Donma O.Phytonutrients and children: The other side of the medallion[J].Food Res.Int.,2005,38(6):681-692.
- [15] Pfeuffer M,Schrezenmeir J.Impact of trans fatty acids of ruminant origin compared with those from partially hydrogenated vegetable oils on CHD risk[J].Int.Dairy J.,2006,16(11):1383-1388.
- [16] Lemaitre R N,et al.Trans-fatty acids and sudden cardiac death[J].Atherosclerosis Supp.,2006,7(2):13-15.
- [17] Katz A M.Should trans fatty acids be viewed as membrane-active drugs[J].Atherosclerosis Supp.,2006,7(2):41-42.
- [18] 宋伟,等.食品中的反式脂肪酸及其危害[J].食品科学,2005,26(8):500-504.
- [19] Mozaffarian D.Trans fatty acids Effects on systemic inflammation and endothelial function[J].Atherosclerosis Supp.,2006,7(2):29-32.
- [20] Eitsuka T,Nakagawa K,Suzuki T,et al.Polyunsaturated fatty acids inhibit telomerase activity in DLD-1 human colorectal adenocarcinoma cells:A dual mechanism approach [J].BBA-Mol.Cell Biol.L.,2005,1737(1):1-10.