

# 共轭亚油酸生理功能研究进展

李凯<sup>1</sup>, 周宁<sup>1</sup>, 李赫宇<sup>2</sup>, 王磊<sup>2</sup>

(1.河南中医学院 药学院, 河南 郑州 450008 2.天津市益倍建生物技术有限公司, 天津 300457)

**摘要:** 共轭亚油酸是一类具有多种生理功能的不饱和脂肪酸, 在食品、医药、保健品、化妆品等中具有广阔的应用前景。从抗肿瘤、抗氧化、免疫调节、降脂、抗动脉粥样硬化、抗缺氧、促进成骨、降糖等几个方面, 对共轭亚油酸的功能研究进行综述。

**关键词:** 共轭亚油酸; 不饱和脂肪酸; 功能

## Physiological Functions for Conjugated Linoleic Acid

LI Kai<sup>1</sup>, ZHOU Ning<sup>1</sup>, LI He-yu<sup>2</sup>, WANG Lei<sup>2</sup>

(1. Pharmacy College, Henan College of Traditional Chinese Medicine, Zhengzhou 450008, Henan, China; 2. Tianjin Ubasichealth Nutrition Co., Ltd., Tianjin 300457, China)

**Abstract:** Conjugated Linoleic Acid is a kind of functional unsaturated fatty acid, which is widely used in fields of food, medicine, health care products and cosmetic. The article summarized its functions from aspects of anti-tumor, anti-oxidant, immuno-regulation, reduce blood fat, anti-atherosclerosis, anti-anoxia, auxo-osteogenesis and reduce blood glucose activities.

**Key words:** Conjugated Linoleic Acid; unsaturated fatty acid; physiological functions

共轭亚油酸(Conjugated Linoleic Acid, CLA)是一类含有共轭双键的十八碳二烯酸(亚油酸)异构体混合物。天然的CLA分布于动物、植物、海产品中, 其中反刍动物如牛羊乳脂和肉制品中含量较高。另外, 在一些植物油脂如牡丹籽油、红花籽油、葵花籽油和花生油等中含量也较高。在1951年, 学者也通过人工合成碱异构化法用亚油酸合成了CLA混合物。20世纪后期, CLA良好的生理功能, 特别是潜在的功能食品的市场前景引起了学者极大的兴趣和广泛的关注, 并展现出诱人的市场前景。本文就近年来CLA的生理功能研究进展进行了综述, 以期对相关产品的研究和开发提供信息和帮助。

## 1 共轭亚油酸的生理功能

### 1.1 抗肿瘤功能

CLA的抗肿瘤研究已相对成熟, 对其抗肿瘤机制的探索也愈发深入和全面, 近年来尤其在抑制肿瘤基

基金项目: 河南中医学院博士基金项目(BSJJ2010-06)

通信作者: 李凯(1982—), 男(汉), 讲师, 博士, 主要从事中药学教学与研究工作。

因表达方面取得了长足的进展。例如, 黄桂东等<sup>[1]</sup>的研究表明, CLA使caspase3 mRNA的表达上调, 进而对Caco-2细胞增殖有明显抑制作用, 并可诱导Caco-2细胞产生凋亡, 且随着CLA浓度和作用时间的增加, 抑制增殖和诱导凋亡的作用均有所增强。多种人类癌症的发生均与环氧合酶-2(COX-2)过度表达相关, 宋琳亮<sup>[2]</sup>发现, CLA可通过多种机制下调COX-2 mRNA水平和蛋白水平从而起到抗肿瘤的作用。此外, 王晓临等<sup>[3]</sup>的研究表明, CLA亦可通过减少细胞反应的调节细胞信号(前列腺素E2、血栓素B2和二酯酰甘油)促进癌细胞的凋亡。

### 1.2 抗氧化功能

杨得彼等学者<sup>[4]</sup>研究发现, CLA及其乙酯在连苯三酚实验体系中均表现出良好的抗氧化活性, 且其抗氧化能力优于V<sub>E</sub>。CLA的抗氧化能力不仅仅表现在体外实验, 在动物体内进行的相关实验中亦有明显体现。例如, 张旭晖等<sup>[5]</sup>以五龙鹅为模型动物, 以血清中总超氧化物歧化酶(T-SOD)和谷胱甘肽过氧化物酶(GSH-Px)的活力, 血清和肝脏总抗氧化能力(T-AOC), 以及血清和肝脏组织中脂质过氧化物丙二醛(MDA)

含量为效应指标,对CLA的体内抗氧化能力及其机制进行了深入探索。T-SOD和GSH-Px的活力可间接反映机体清除自由基能力的强弱,T-SOD和GSH-Px的活力越强,代表机体清除自由基的能力越强,抗氧化能力越强。T-AOC的大小可代表和反映机体抗氧化酶系统和非酶系统对外来刺激的代偿能力以及机体自由基代谢的状况。T-AOC的值越大代表机体的抗氧化能力越强。MDA是脂质过氧化的终产物,其含量越低代表机体的抗氧化能力越强。张旭晖等<sup>[9]</sup>的实验结果表明,CLA能够显著增强T-SOD和GSH-Px的活力,提高T-AOC值,降低MDA含量,即CLA在动物体内通过多种途径表现出了良好的抗氧化活性。

### 1.3 免疫调节功能

适当剂量的CLA能够显著增强刀豆蛋白A诱导的小鼠脾淋巴细胞增殖能力、二硝基氟苯诱导的小鼠迟发型变态反应、小鼠血清溶血素含量、小鼠腹腔巨噬细胞吞噬鸡红细胞功能、小鼠碳廓清能力、抗体生成细胞能力以及小鼠NK细胞活性<sup>[6]</sup>。王璇琳等<sup>[7]</sup>通过一系列免疫实验亦得出,CLA能够从增强细胞免疫、体液免疫和单核-巨噬细胞功能三个方面对机体的免疫能力进行有效调节。

### 1.4 降脂及抗动脉粥样硬化功能

薛秀恒等<sup>[8]</sup>研究了CLA对小鼠体脂及血脂的影响,结果表明小鼠的体增重、腹脂重及体脂含量均随CLA的添加量增加而降低,且CLA可降低小鼠血浆中甘油三酯(TG)与总胆固醇(TC)含量,提高高密度脂蛋白胆固醇含量(HDL)与脂蛋白脂酶活性,降低动脉硬化指数(TC-HDL/HDL)。衣丹等<sup>[9]</sup>的研究进一步证实和补充了这一结论。CLA能够使血清TC、TG、MDA含量明显降低,HDL、超氧化物歧化酶(SOD)含量明显提高,即CLA具有明显的降低血脂和抗动脉粥样硬化作用。

然而目前对其降血脂和抗动脉粥样硬化的作用机理研究尚处于探索阶段。visfatin是最近报道的一种脂肪细胞因子,可促进脂肪细胞的分化和脂肪蓄积。张若曦等<sup>[10]</sup>的研究表明,CLA可能通过降低visfatin的基因表达水平实现其降血脂作用。衣丹等<sup>[11]</sup>的研究发现,CLA能部分抵抗饱和脂肪酸软脂酸、硬脂酸诱导的血管内皮细胞死亡,提高血管内皮细胞的存活率,从而对防治动脉粥样硬化等血管并发症产生重要意义。范亚苇等<sup>[12]</sup>研究了CLA对动脉粥样硬化大鼠组织脂肪酸组成的影响,结果表明CLA可以升高肾脏、肝脏和脑组织中n-3多不饱和脂肪酸(PUFA)的含量,降低肝脏和心脏中n-6PUFA的含量和n-6/n-3的比值,

预示CLA可能取代了组织中部分n-6PUFA,即CLA可以改善动脉硬化大鼠的组织脂肪酸的含量和组成。

### 1.5 抗缺氧功能

CLA增强动物抗缺氧能力的机制目前尚不明确,魏登邦等<sup>[13]</sup>认为,CLA通过促进心肌和骨骼肌肌红蛋白的表达,增加肌红蛋白含量,为缺氧组织提供较多的氧。此外,CLA对组织的缺氧损伤还具有保护作用,即CLA能显著提高缺氧条件下动物血清中SOD和GSH-Px活性,提高抗氧化能力,降低血清MDA含量,减轻缺氧引起的组织损伤<sup>[14]</sup>。

### 1.6 促进成骨功能

新近研究揭示,CLA可能通过上调成骨细胞标记物基因的表达促进骨形成<sup>[15]</sup>,减少炎症因子和骨诱裂因子降低骨质流失<sup>[16]</sup>,以及促进钙吸收<sup>[17]</sup>等机制为骨质疏松症的治疗提供新思路。

### 1.7 降糖功能

CLA降糖机制的研究成果非常丰富,塔娜等<sup>[18]</sup>认为,CLA通过上调脂联素基因mRNA表达水平,改善妊娠期糖尿病大鼠的糖脂代谢,进而降低其血糖水平。此外,CLA还可通过上调脂肪酸连接蛋白基因的表达,改善肥胖大鼠的胰岛素抵抗<sup>[19]</sup>。瘦素(Leptin)是脂肪组织分泌的活性因子,在能量代谢和糖代谢中起着主导作用。徐增康等<sup>[20]</sup>的研究表明,CLA通过降低脂肪组织中leptin的表达,使胰岛素分泌增多,进而降低对糖尿病大鼠的血糖水平。

## 2 结论与展望

目前,CLA的在抗肿瘤、抗氧化、免疫调节、降脂、抗动脉粥样硬化、抗缺氧、促进成骨、降糖等方面的生理功能研究结果表明,CLA对人体具有很强的保健作用,可适用于体重超标者、高脂高糖人群、运动员或运动爱好者、血脂过高的人士、免疫力不佳者等。因此早在1994年,共轭亚油酸已被作为一种保健品投放市场。但其机制研究和安全性研究尚不全面,人工合成CLA生理活性差等也限制了其广泛应用。相信随着研究的深入,CLA将会得到更充分的利用,为人类的健康做出更大的贡献。

### 参考文献:

- [1] 黄桂东,陈燕,曹郁生.共轭亚油酸诱导人结肠癌细胞Caco-2凋亡的作用[J].天然产物研究与开发,2008,20(6):993-996,1039
- [2] 宋琳亮. Bel7402肝癌细胞中共轭亚油酸异构体通过不同机制下调COX-2表达[J].现代预防医学,2007,34(6):1007-1009
- [3] 王晓临,徐存栓,王修杰,等.共轭亚油酸抑制注射1,2-二甲甲基的大鼠结肠肿瘤细胞生长作用研究[J].青海医药杂志,2007,

# 食品中丙烯酰胺阻断和消除研究进展

张丽敏, 张昕, 左洁, 徐志祥\*

(山东农业大学 食品科学与工程学院 山东 泰安 271018)

**摘要** 丙烯酰胺由于其潜在毒性和致癌性受到广泛关注, 如何控制食品加工过程中丙烯酰胺的产生成为研究的热点。对国内外近 10 年有关食品中丙烯酰胺阻断和消除方面的研究进展进行总结。

**关键词** 丙烯酰胺 阻断 消除 控制

## Progress on Blocking-Up and Removing of Acrylamide in Foods

ZHANG Li-min, ZHANG Xin, ZUO Jie, XU Zhi-xiang\*

(College of Food Science and Engineering, Shandong Agricultural University, Taian 271018, Shandong, China)

**Abstract** : Acrylamide has caused wide concerns due to its potential genotoxicity and neurotoxicity. Therefore, how to determinate the acrylamide produced in foods is an important problem. The research progress on blocking-up and removing of acrylamide in food during nearly 10 years all over the world had been summarized in this article.

**Key words** : acrylamide; blocking-up; removing; control

基金项目 国家自然科学基金项目(31071543), 泰安市大学生科技创新项目(2011D2005)

作者简介 张丽敏(1978—), 女(汉), 讲师, 硕士, 研究方向 葡萄酒化学与质量控制。

\* 通信作者 徐志祥(1973—), 男(汉), 副教授, 研究方向 食品安全与质量控制。

- 37(3):8-11
- [4] 杨得坡, 李杰梅, 曾晓晖, 等. 共轭亚油酸的抗氧化活性及其抗氧化剂筛选[J]. 中国食品添加剂, 2007(2): 136-139
- [5] 张旭晖, 王宝维, 王雷, 等. 共轭亚油酸对鹅抗氧化功能与脂质过氧化物的影响[J]. 动物营养学报, 2007, 19(3): 299-304
- [6] 徐焱, 潘少鹏, 凌利, 等. 共轭亚油酸免疫调节功能试验研究[J]. 粮油食品科技, 2005, 13(2): 25-27
- [7] 王璇琳, 檀英霞, 郁成雨, 等. 自制酸奶乳脂中 c9,t11- 共轭亚油酸对小鼠免疫调节作用的影响[J]. 食品科学, 2010, 31(5): 288-292
- [8] 薛秀恒, 王志耕, 王菊花, 等. 共轭亚油酸强化乳对小鼠体脂及血脂的影响[J]. 营养学报, 2006, 28(2): 120-123
- [9] 衣丹, 林学政, 沈继红, 等. 共轭亚油酸降血脂及抗动脉粥样硬化作用的研究[J]. 现代生物医学进展, 2011, 11(7): 1228-1230
- [10] 张若曦, 苑望, 伍晓雄, 等. 共轭亚油酸对高血脂症大鼠脂质代谢及 visfatin 基因表达水平的影响[J]. 中国实验动物学报, 2009, 17(6): 452-456
- [11] 衣丹, 李光友, 刘发义, 等. 共轭亚油酸对血管内皮细胞的保护作用[J]. 中国海洋药物杂志, 2009, 28(1): 17-19
- [12] 范亚菁, 邓泽元, 李静. 共轭亚油酸对动脉粥样硬化大鼠组织脂肪酸组成的影响[J]. 食品科学, 2008, 29(9): 580-584
- [13] 魏登邦, 张宝琛. 共轭亚油酸抗缺氧效果及其机制的探讨[J]. 食品科学, 2003, 24(3): 117-119
- [14] 魏登邦, 魏莲. 共轭亚油酸对缺氧损伤的保护作用[J]. 食品科学, 2005, 26(4): 237-240
- [15] 李丽婷, 朱亦堃, 郝光霞, 等. 共轭亚油酸 c9,t11-CLA 及 t10, c12-CLA 对成骨细胞 PPAR $\gamma$ 2 及骨代谢相关基因表达的影响[J]. 中国药物与临床, 2010, 10(8): 858-861
- [16] Md Mizanur Rahman, Arunabh Bhattacharya, Jameela Banu, et al. Conjugated linoleic acid protects against age-associated bone loss in C57BL/6 female mice[J]. Journal of nutritional biochemistry, 2007, 18(7): 467-474
- [17] Sun Jin Hur, Yeonhwa Park. Effect of conjugated linoleic acid on bone formation and rheumatoid arthritis[J]. European Journal of Pharmacology, 2007, 568(1-3): 16-24
- [18] 塔娜, 李佳, 魏波, 等. 共轭亚油酸对妊娠期糖尿病大鼠胎盘脂联素基因表达影响的研究[J]. 现代妇产科进展, 2010, 19(5): 339-342
- [19] 孙长颢, 周晓蓉, 赵丹. 共轭亚油酸对胰岛素抵抗大鼠 ap2 基因表达的影响[J]. 卫生研究, 2006, 35(3): 297-299
- [20] 徐增康, 张颖, 王枫. 瘦素在糖尿病大鼠中作用机制[J]. 预防医学情报杂志, 2009, 25(10): 812-816

收稿日期 2012-05-21