

膳食脂肪酸摄入及构成与心脑血管疾病相关性的研究进展

王心昕, 杨 茜, 李 媛, 起德丽, 殷建忠
(昆明医科大学营养与食品研究所, 云南 昆明 650500)

[摘要] 心脑血管疾病日趋严重地威胁着人类的健康和生命, 而膳食中饱和脂肪酸 (SFA)、单不饱和脂肪酸 (MUFA)、多不饱和脂肪酸 (PUFA) 的种类、数量及构成比与心脑血管疾病关系密切。膳食脂肪与心脑血管疾病的相互关系倍受国内外学者的关注。对各种膳食脂肪酸与心脑血管疾病关系的研究进展进行综述, 提出防治心脑血管疾病较合理的膳食脂肪酸摄入原则。

[关键词] 膳食脂肪酸; 构成; 脂肪酸平衡; 心脑血管疾病

[中图分类号] R151.41 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1003 - 4706 (2012) 06 - 0154 - 05

The Research Progress in the Relationship between Dietary Fat Intake and Fatty Acid Composition and Cardiovascular and Cerebrovascular Diseases

WANG Xin - xin, YANG Qian, LI Yuan, QI De - li, YIN Jian - zhong
(Institute for Nutrition and Food Research, Kunming Medical University, Kunming Yunnan 650500, China)

[Abstract] Cardiovascular and cerebrovascular diseases have threatened the human health and life increasingly seriously. Moreover, the type, quantity and constituent ratio of the saturated fatty acid, monounsaturated fatty acid and polyunsaturated fatty acid in diets have close relationship with cardiovascular and cerebrovascular diseases. So the domestic and foreign scholars pay more attention to the relationship between the dietary fats and cardiovascular and cerebrovascular diseases. This paper reviews the research progress in the relationship between various dietary fatty acids and cardiovascular and cerebrovascular diseases, and then put forward the relatively reasonable intake principles of the dietary fatty acids to prevent and treat cardiovascular and cerebrovascular diseases.

[Key words] Dietary fatty acids; Constitution; The balance of dietary fatty acids; Cardiovascular and cerebrovascular diseases

在现代社会, 心脑血管疾病日趋严重地威胁着人类的健康和生命, 其在全球范围内造成的死亡人数占全部死亡原因的 40% 左右, 高居各类疾病之首^[1]。心脑血管疾病的高致死率和致残率引起了全社会的高度关注, 对其的预防控制迫在眉睫。

心脑血管疾病是一种受遗传、环境和营养等多因素影响的疾病。大量的流行病学调查、临床和动物试验研究都发现膳食脂肪酸 (fatty acid, FA) 的种类与构成对心脑血管疾病有重要影响, 被认为是

最重要的危险因素^[2]。膳食脂肪总量、胆固醇供给量以及饱和与不饱和脂肪酸的含量和比例都直接关系到人体多种脂肪酸的代谢、血液脂质水平和动脉粥样斑块的发生。研究证明, 高脂肪和高能量饮食会引起肥胖、高血压、动脉粥样硬化、冠心病等多种慢性病^[3]。故保持脂肪的合理摄入及 FA 平衡是心脑血管疾病防治的重要措施之一。

常见的脂肪酸是由 12 ~ 22 个 C 原子组成的一类直链脂肪族羧酸, 绝大多数为偶数碳原子。脂肪

[基金项目] 国家自然科学基金资助项目 (81060237)

[作者简介] 王心昕 (1987 ~), 女, 天津市人, 在读硕士研究生, 主要从事营养与食品卫生学研究工作。

[通讯作者] 殷建忠. E-mail: yinjianzhong2005@sina.com

酸根据碳氢链中双键的有无, 分为饱和脂肪酸 (saturated fatty acid, SFA) 和不饱和脂肪酸; 不饱和脂肪酸根据其所含双键的多少分为仅含一个双键的单不饱和脂肪酸 (monounsaturated fatty acid, MUFA) 与含 2 个或 2 个以上双键的多不饱和脂肪酸 (polyunsaturated fatty acid, PUFA); PUFA 根据最靠近 ω 碳原子双键的位置分为 $\omega-3$ 、 $\omega-6$ 及 $\omega-9$ 等系列 FA^[4]. FA 在碳链长短、双键数量等方面不同, 因而对人体健康产生不同的影响^[5].

1 饱和脂肪酸

SFA 是动物脂肪的重要组成, 一般认为, 膳食中 SFA 可能会通过抑制低密度脂蛋白 (LDL-C) 受体的活力, 提高血清 LDL-C 水平, 从而导致动脉血管内壁胆固醇的沉积, 致使人体易患各种心血管疾病, 因此必须限制膳食中 SFA 的含量, 但并不是所有的 SFA 都如此^[6].

研究显示, 碳链长度为 C4~C10 的饱和脂肪酸如己酸、辛酸、癸酸等在体内含量特别少, 常用于肠胃外的营养补充, 能直接进入肝门脉系统, 以往认为其升高血胆固醇的作用属中性, 所以他们在体内易引起冠心病及高胆固醇血症的副作用可以忽略不计^[7].

大量的研究证明, 长链 SFA 如月桂酸、豆蔻酸和棕榈酸等具有升高人体血清胆固醇 (TC) 的作用, 而这 3 种 FA 对血清 TC 浓度的影响也有差别. 肉豆蔻酸 C14:0 曾被多次证明是体内主要的 SFA, 可能是导致 TC 升高的最主要的因素, 也是造成冠心病的主要因素^[8]. 月桂酸 C12:0 提高血清 LDL 胆固醇浓度的能力高于棕榈酸. 流行病学调查表明肉豆蔻酸和月桂酸这两种 SFA 含量与血清中 TC 含量呈显著正相关^[9]. 棕榈酸 C16:0 也是一种升高血脂的 SFA, 其提高作用略低^[10]. 健康志愿者进食脂肪占热量 25%~30% 的食物 15 周, 进食以 C16:0 为主的棕榈油的志愿者比进食以 C14:0 和 C12:0 为主的椰子油的志愿者 TC 低 19%, LDL-C 低 20%, HDL-C 低 20%^[11]. 膳食中硬脂酸 C18:0 通过降低肠道 TC 吸收从而降低血清和肝脏中 TC 含量^[12,13].

2 单不饱和脂肪酸

多年来对地中海居民心血管疾病的流行病学调查发现, 尽管居民摄入高脂膳食, 但因食用以 MUFA 为主的橄榄油 (MUFA 含量约 80%), 心血管疾病发病率却较低^[14], 提示摄入富含 MUFA 的油脂将成为预防冠心病的途径.

MUFA 可降低血浆总 TC 和低密度脂蛋白 (LDL) 的水平, 但甘油三酯 (TG) 水平不升高, 高密度脂蛋白 (HDL) 水平未见降低, 甚至有所升高^[15]. MUFA 可降低血小板的聚集率, 增强抗氧化酶的活性, 并具有减少机体内自由基、脂质过氧化物的作用, 从而在预防动脉粥样硬化, 降低患冠心病的危险性方面具有重要作用^[16]. 有研究报告, 膳食脂肪供能为 34%, 其中 MUFA 供能占总热能 18%~21% 的膳食, 可降低血脂 (TG)、血清总 TC、LDL-C 水平, 并保持 HDL-C 水平不降低^[17].

肖颖等^[18]研究了富含 MUFA 的坚果—美国大杏仁对高脂血症患者的降血脂作用. 结果发现, 受试者在服用大杏仁后载脂蛋白 A1 (ApoA1) 明显升高, 血清总 TC、LDL-C 和载脂蛋白 B 均明显下降, 且这种作用可持续至少 4 周. 因此, 减少膳食 TC 和 SFA 摄入、适当增加 MUFA 的摄入能有效减少高胆固醇血症及心血管疾病的发生.

3 多不饱和脂肪酸

与人体健康密切相关的 PUFA 主要是 $\omega-3$ PUFA 和 $\omega-6$ PUFA^[19]. $\omega-6$ PUFA 包括亚油酸 (18:2)、 γ -亚麻酸和花生四烯酸 (AA, 20:4), 亚油酸是 $\omega-6$ PUFA 的母体. $\omega-3$ PUFA 一是来自于植物油中的 α -亚麻酸 (ALA), 它是 $\omega-3$ PUFA 的母体. 另一型是来自于海产品如深海鱼和鱼油中的 $\omega-3$ PUFA, 主要包括二十碳五烯酸 (EPA) 和二十二碳六烯酸 (DHA). 各族多不饱和脂肪酸不能在动物或人体内互相转化^[20]. 然而 $\omega-3$ PUFA 与 $\omega-6$ PUFA 竞争去饱和酶和碳链延长酶系, 如果从饮食中摄入大量的 $\omega-6$ PUFA 势必抑制 EPA 和 DHA 的合成^[21].

$\omega-6$ PUFA 脂肪酸常存在于植物油中, 它们被

证明能降低血清 TC, 并被推荐部分取代食物中的 SFA. 其中亚油酸是导致血胆固醇浓度下降的主要脂肪酸, 它可以加速血浆中 TC 的转化和排泄, 促进体内多余 TC 变成胆汁酸盐, 阻止 TC 在动脉壁沉积, 因而具有降低血清 TC 和 LDL-C 的良好作用^[22]. 亚油酸还有降低 TG 含量的作用, 维持血脂代谢平衡, 临床上常用于高血脂症和动脉粥样硬化症的预防和治疗, 软化血管、阻止血栓形成^[23]. 亚油酸又是合成前列腺素必不可少的前体物质, 而前列腺素具有促进血管舒张、刺激子宫平滑肌收缩等重要生理作用. 然而, 饮食中这些 ω -6PUFA 的增多却同时抑制了 HDL 和 LDL^[24].

越来越多的流行病学证据显示, ω -3PUFA 的摄入与冠状动脉性心脏病 (CHD) 的发生率和死亡率降低有关^[25]. 七十年代中期 Bang 和 Dyerberg 等流行病学研究证实^[26], 尽管爱斯基摩人如同丹麦人和美国人那样摄入高脂肪、高 TC 膳食, 但是当地居民的血清总 TC、TG 水平和冠心病的发病率及死亡率均明显地低于欧美人与丹麦本土人, 凝血时间延长, 血小板聚集率降低. 然而, 研究发现是因为摄入脂肪的成分有明显差别. 丹麦人摄入饱和脂肪是爱斯基摩人的 2 倍, ω -6PUFA 的摄入量也比爱斯基摩人多. 另外, 爱斯基摩人的膳食主要为含有大量的 ω -3 长链 PUFA, 即 EPA 和 DHA 的海产品.

随后多重危险因素干预试验^[27]、随访 30 a 的“Western Electric 研究”及“The Nurses! Health Study”等前瞻性流行病学研究均发现食鱼量与冠心病危险呈负相关, 饮食、血液和组织中 ω -3PUFA 的含量与冠心病及其并发症的发生呈负相关^[28, 29].

ω -3PUFA 对脂代谢的作用是重要的抗动脉粥样硬化因素. ω -3PUFA 不但可以降低血浆总 TC、血浆 TG、抑制胆固醇 (CH) 的合成, 增加 TC 的排泄, 改变脂蛋白中脂肪酸的组成, 降低 LDL-C 水平, 而且可以升高 HDL-C, 改善高血脂症状, 防止心肌缺血, 防止脑血栓的形成, 预防心肌梗塞, 降低 CHD 和 AS 的发生^[30]. 许多高血压动物模型研究证实, 喂饲含有 ω -3PUFA 的饲料可使血压下降^[31, 32]. 在 Geleijnse 试验中, 1 356 名高血压患者每天服用 3.6 g 鱼油能使患者的血压平均降低 1.6 ~ 2.1 mmHg^[33]. ω -3PUFA 有很强的抗心律失常作用^[34]. 在一个随机双盲试验中, Christensen 等发现补充鱼油能够提高患者心肌梗死后的心律变异

性, 从而降低恶性心律失常及猝死的发生率^[35], 研究还发现突发心脏事件死亡患者的心脏内所含有的 ω -3PUFA 水平较其他死因者低^[36].

ω -3PUFA 双键化学性质活泼, 若摄入过多, 则会因其结构中的不饱和双键发生过氧化反应, 引起体内脂质过氧化, 破坏细胞膜结构和功能, 引发蛋白质交联, 破坏酶活性, 损伤细胞核, 参与许多慢性病的病理过程, 脂类氧化物还可使心血管粥样硬化, 损坏血管内壁, 使之变脆, 导致高血压和脑溢血、引发炎症、免疫功能下降等. 过量摄入 ω -3PUFA 还会加重出血倾向^[37].

4 膳食脂肪酸平衡

人体摄入 FA 要力求平衡, 主要是指膳食 FA 中 SFA、MUFA、PUFA 3 者应保持合理的比例. 脂肪酸的失衡是引发血脂异常、心脑血管疾病等多种慢性疾病的重要原因之一. 在适宜脂肪摄入量的前提下, 各类脂肪酸达到平衡才有利于健康.

随着对膳食 FA 研究的深入以及流行病学对心血管疾病等慢性病的关注, 不同专家对膳食 SFA、MUFA 和 PUFA 摄入量和构成比提出了较多的推荐. 世界卫生组织 (WHO) 与联合国粮农组织 (FAO) 曾向世界郑重建议, 膳食总脂肪供能为 30%, 其中 SFA、MUFA、PUFA 供能分别为 10% (即 1:1:1), 这一比值仍是世界上最具有权威性和公认性的推荐值^[38]. 中国营养学会“膳食营养素参考摄入量”专家委员会结合我国居民膳食构成及 FA 摄入的实际, 在 2000 年出版的《中国居民膳食营养素参考摄入量》中建议, 中国国民成人膳食脂肪摄入量应占总能量的 20% ~ 30% 前提下, SFA、MUFA、PUFA 供能分别为 < 10%、10% 和 10%, 即 < 1:1:1. 这一比值是目前我国最具权威和公认的推荐值^[39].

亚油酸虽然也是一种必需脂肪酸, 但是人体的摄入量已经过剩^[40]. 亚油酸和 α -亚麻酸在人体内争夺同样的酶才能被转化, 转化之后才能被吸收. 亚油酸吃得太多, α -亚麻酸就得不到足够的酶进行转化, 自然无法被吸收. 所以必须控制亚油酸和 α -亚麻酸摄入量的比值.

关于 ω -6PUFA 和 ω -3PUFA 适宜比的推荐值, 各国及各专业组织不尽相同. 1994 年 FAO 推荐 ω -6/ ω -3 为 (5 ~ 10) : 1^[41]. 中国营养学会在《中国居民膳食营养素参考摄入量》中提出 PU-

FA $\omega-6/\omega-3$ 适宜比值为 (4~6):1^[42]。WHO 推荐标准: $\omega-6/\omega-3$ 应小于 6:1。但目前已严重偏离为 25:1, 甚至为 30:1^[43]。

随着对 FA 营养和生理功能以及与健康关系研究的深入, 将推动膳食 FA 构成比推荐值的修订, 使之更加完善。

5 展望

现已明确, 脂类代谢紊乱在心脑血管病的产生与发展中, 起着相当重要的作用。因此, 重视血脂异常的控制, 采取科学的生活方式, 合理调控各种营养素的均衡分配, 合理膳食保证各种 FA 比例均衡, 是防治心脑血管病的重要措施。因此现阶段正确引导中国居民食物消费, 控制居民摄入脂肪总量, 平衡各类 FA, 从而降低心脑血管疾病发生的危险性是目前面临的重要问题。

[参考文献]

- [1] 中华人民共和国卫生部, 中华人民共和国科学技术部, 中华人民共和国国家统计局. 中国居民营养与健康现状 [J]. 中国心血管病研究杂志, 2004, 2(12): 919-922.
- [2] 汪芳. 脂肪酸均衡营养与心脑血管疾病 [J]. 医药健康, 2005, 9(26): 1.
- [3] 邓泽元, 周潇奇, 黄玉华. 中国居民20年间食物脂肪酸摄入量调查分析 [J]. 食品与生物技术学报, 2008, 27(1): 7-19.
- [4] BOURRE J M E. Comparison of vegetable and fish oil in the provision of N-3 polyunsaturated fatty acids for nervous tissue and deleted organs [J]. Nutri Biochem, 1997, 18(8): 472-478.
- [5] 韩燕, 宋欢, 谢佳乐. 膳食脂肪生理功能及脂肪酸膳食的研究进展 [J]. 中国食物与营养, 2007, 22(5): 54-56.
- [6] 李璇, 郑建仙. 脂肪与心血管疾病相互关系最新进展及对食品工业的指导意义 [J]. 食品与发酵工业, 1997, 24(1): 74-79.
- [7] 陈银基, 鞠兴荣, 周光宏. 饱和脂肪酸分类和生理功能 [J]. 中国油脂, 2008, 33(3): 35.
- [8] KRIS-ETHERTON P M, YU S. Individual fatty acid effects on plasma lipids and lipoproteins: human studies [J]. Am J Clin Nutr, 1997, 65 (suppl): 1 628-1 644.
- [9] TEMME E H. Effects of medium chain fatty acids (MC-FA), myristic acid, and oleic acid on serum lipoproteins in healthy subjects [J]. J Lipid Res, 1997, 38(18): 1 746-1 754.
- [10] SUNDRAM K. Dietary palmitic acid results in lower serum cholesterol than does a lauric-myristic acid combination in normolipemic humans [J]. Am J Clin Nutr, 1994, 59(8): 841-846.
- [11] 舒晓亮. 膳食脂肪酸及n-6/n-3比与血脂及脂质过氧化关系的研究进展 [J]. 肠外与肠内营养, 2007, 14(4): 246-249.
- [12] DENKEM A, GRUNDY S M. Effects of fats high in stearic acid on lipid and lipoprotein concentrations in men [J]. Am J Clin Nutr, 1991, 54(23): 1 036-1 040.
- [13] COWLES R L. Dietary stearic acid alters gallbladder bile acid composition in hamsters fed cereal-based diets [J]. J Nutr, 2002, 132(7): 3 119-3 122.
- [14] FRANCISCO, JAVIER TEBAR, SALVADOR ZAMORA, et al. Relation between degree of obesity and site-specific adipose tissue fatty acid composition in a mediterranean population [J]. World Health Organization, 2011, 22(5): 170-176.
- [15] 屠越华, 葛声. 富含单不饱和脂肪酸的饮食对血糖和血脂的影响 [J]. 中国糖尿病杂志, 2012, 20(1): 72-74.
- [16] 时皎皎. 不同膳食脂肪酸构成对大鼠脂质代谢的影响及其分子机制研究 [D]. 重庆: 第三军医大学, 2007: 1-57.
- [17] PMKRIS-ETHERTON, THOMAS PEARSON, YING WANG, et al. High-monounsaturated fatty acid diets lower both plasma cholesterol and triacylglycerol concentrations [J]. Am J Clin Nutr, 1999, 70(4): 1 009-1 015.
- [18] 肖颖, 王军波, 梁学军, 等. 富含单不饱和脂肪酸的坚果对高脂血症患者血脂水平的影响 [J]. 中国公共卫生, 2002, 18(8): 931-934.
- [19] 黄玉华. 膳食脂肪酸平衡性的调查与营养平衡调和油的研究 [D]. 南昌: 南昌大学, 2007: 1-88.
- [20] 张琼. 不同比率n-6/n-3多不饱和脂肪酸对动脉粥样硬化发展的干预机制探讨 [D]. 济南: 山东师范大学, 2009: 1-115.
- [21] 杨国才, 骆小敏, 陈颖. 膳食中 $\omega-6$ 与 $\omega-3$ 的平衡对人体健康的意义 [J]. 时珍国医国药, 2006, 17(7): 1 343.
- [22] HU F B, STAMPFER M J, MANSON J E, et al. Dietary fat intake and the risk of coronary heart disease in women [J]. New England Journal of Medicine, 1997, 337(12): 1 491-1 499.
- [23] 时皎皎, 糜漫天, 韦娜, 等. 不同脂肪酸构成比对大鼠血脂影响的研究 [J]. 第三军医大学学报, 2007, 29(9): 824-827.
- [24] GEORGE J, MULKINS M, CASEY S, et al. The effects of N-6 polyunsaturated fatty acid supplementation on the lipid composition and atherogenesis in mouse models of

- atherosclerosis[J]. *Atherosclerosis*, 2000, 150(2):285 - 293.
- [25] DYERBERG J, BANG H O, STOFFERSEN E, et al. Eicosapentaenoic acid and prevention of thrombosis and atherosclerosis[J]. *Lancet*, 1978, 2(8081):117 - 119.
- [26] 刘鹏举, 马方. n-3脂肪酸与冠状动脉性心脏病[J]. *中国临床营养杂志*, 2008, 16(2):103 - 105.
- [27] MENSINK R P, ZOCK P L, KESTER A D, et al. Effects of dietary fatty acids and carbohydrates on the ratio of serum total to HDL cholesterol and on serum lipids and apolipoproteins: a meta-analysis of 60 controlled trials [J]. *Am J Clin Nutr*, 2003, 77(9):1 146 - 1 155.
- [28] 丁荣晶. 多不饱和脂肪酸调血脂作用研究进展[J]. *中国社区医师*, 2011, 3(11):14.
- [29] 胡锐, 李宝莉. n-3多不饱和脂肪酸在心血管疾病中的应用[J]. *西北药学杂志*, 2008, 23(2):118 - 120.
- [30] NESTEL P J. Fish oil and cardiovascular disease: lipids and arterial function [J]. *Am J Clin Nutr*, 2000, 71(suppl):228 - 231.
- [31] BELLENGER-GERMAIN S, POISSON J P, NARCE M. Antihypertensive effects of a dietary unsaturated FA mixture in spontaneously hypertensive rats [J]. *Lipids*, 2002, 37(6):561 - 567.
- [32] DE WILDE M C, HOGYES E, KILIAAN A J, et al. Dietary fatty acids alter blood pressure, behavior and brain membrane composition of hypertensive rats [J]. *Brain Res*, 2003, 988(1-2):9 - 19.
- [33] GELEIJNSE J M, GILTAY E J, GROBBEE D E, et al. Blood pressure response to fish oil supplementation: meta-regression analysis of randomized trial [J]. *J Hypertens*, 2002, 20(6):1 493 - 1 499.
- [34] 黄升谋. ω -3系列多不饱和脂肪酸生理功能及其机理[J]. *襄樊学院学报*, 2010, 31(5):16 - 19.
- [35] CHRISTENSEN J H, GUSTENHOFF P, KORUP E, et al. Effect of fish oil on heart rate variability in survivors of myocardial infarction: a double blind randomised controlled trial[J]. *BMJ*, 1996, 312(4):677 - 678.
- [36] DUTTA - ROY A K. Fatty acid transport and metabolism in the fetoplacental unit and the role of fatty acid-binding proteins[J]. *Nutri Biochem*, 1997, 13(8):548 - 557.
- [37] 钟宇. ω -3多不饱和脂肪酸生理功能的研究概况[J]. *国际检验医学杂志*, 2010, 31(10):1 137 - 1 139.
- [38] 蔡妙颜, 李冰, 袁向华. 膳食中的脂肪酸平衡[J]. *粮油食品科技*, 2003, 11(2):37 - 39.
- [39] 苏宜香, 郭艳. 膳食脂肪酸构成及适宜推荐比值的研究概况[J]. *中国油脂*, 2003, 28(1):31.
- [40] 周潇奇. 我国居民二十年间膳食脂肪酸的变化及不同脂肪酸构成比对动脉粥样硬化老龄大鼠脂肪代谢的影响[D]. 南昌:南昌大学, 2008:1 - 81.
- [41] 马燕芬, 陈琦. 人类饮食中长链n-3多不饱和脂肪酸推荐量的研究[J]. *乳业科学与技术*, 2010, 140(1):46 - 48.
- [42] PMKRIS-ETHERTON, DENISE SHAFET TAYLOR, SH-AOMEI, et al. Polyunsaturated fatty acids in the food chain in the United States [J]. *Am J Clin Nutr*, 2000, 71(suppl):179 - 188.
- [43] 刘兰, 刘英惠, 杨月欣. WHO/FAO新观点:总脂肪&脂肪酸膳食推荐摄入量, 2010, 1(3):67 - 71.

(2012-03-01 收稿)