

# 调节血清胆固醇的保健功能食品研究综述

许春平, 杨琛琛

(郑州轻工业学院 食品与生物工程学院, 河南 郑州 450001)

**摘要:**从分析我国近年膳食转型与心血管疾病高发的关联入手,综述了造成血清胆固醇升高的主要因素,以及调节血清胆固醇的天然活性成分及保健功能食品:造成血清胆固醇升高的主要膳食特征为高脂、高热量、低纤维、低碳水化合物;调节血清胆固醇的天然活性成分有 HMG-CoA 还原酶抑制剂、LDL 受体激活剂、NPC1L1 抑制剂、Intestinal ACAT 抑制剂、胆汁酸再吸收抑制剂、CETP 抑制剂;能够调节血清胆固醇含量的保健功能食品有膳食纤维、山楂黄酮、苹果多酚以及荞麦面粉等。

**关键词:**血清胆固醇;心血管疾病;膳食转型;保健品;功能食品

**中图分类号:**TS218 **文献标志码:**A **DOI:**10.3969/j.issn.2095-476X.2014.01.008

## Review of health functional foods for serum cholesterol-regulating

XU Chun-ping, YANG Chen-chen

(College of Food and Bioengineering, Zhengzhou University of Light Industry, Zhengzhou 450001, China)

**Abstract:** Starting from the analysis of the current Chinese dietary transition problem and the relationship with high incidence of the disease cardiovascular disease, the main factors causing increase in serum cholesterol levels and the cholesterol-regulating nutraceuticals and functional foods was reviewed. The diet characteristics resulted in the increase of serum cholesterol were high-fat, high-calorie, low-carbohydrate and low fiber compounds. The natural compounds for serum cholesterol regulation were HMG-CoA reductase inhibitors, LDL receptor activators, NPC1L1 competitors, intestinal ACAT inhibitors, bile acid re-absorption inhibitor/bile acid binding resin and CETP inhibitors. The cholesterol-regulating functional foods included dietary fibers, hawthorn flavonoids, apple polyphenols, buck wheat, etc.

**Key words:** serum cholesterol; cardiovascular disease; dietary transition; nutraceutical; functional food

## 0 引言

世界卫生组织强调,心血管疾病是全球最大杀手,而高胆固醇是导致早期心血管疾病死亡的最大风险性因素,因此,增强控制高胆固醇的意识,改变饮食构成,从而预防心血管疾病,成为目前全球普遍关注的问题<sup>[1]</sup>。本文拟基于当前此项研究的相关文献从目前中国膳食转型入手,探讨膳食习惯与心血管疾病的关系,分析造成血清胆固醇升高的膳

食特征,阐述调节血清胆固醇的机理,分析可以调节血清胆固醇的各种天然化合物和功能性食品。

## 1 膳食转型与心血管疾病

进入新世纪后,我国城镇人口在总人口中的占比由2000年的36.22%跃升至2010年的49.68%,按照目前的速度,我国的城镇化水平将保持稳步提升状态<sup>[2]</sup>。中国营养状况调查表明,1980年代以来,随着人均GDP的增加,我国的膳食营养发生了转

型,由“低脂、低热量、高纤维、高碳水化合物”向“高脂、高热量、低纤维、低碳水化合物”转变.数据显示,1982年谷类食物(包含米类、面类、杂粮)国民人均摄入量为510 g/d,2002年则降低至403 g/d,降幅尤为明显的是杂粮类食物,从104 g/d降低至24 g/d.1982年,禽畜类、奶、蛋、动植物油的人均摄入量分别为34 g/d,8 g/d,7 g/d,18 g/d;到2002年,禽畜类、奶、蛋、动植物油的人均摄入量分别上升至79 g/d,26 g/d,24 g/d,42 g/d,增加明显<sup>[3]</sup>.翟凤英等<sup>[4]</sup>的研究也表明,在城市、郊区和县城中,随着收入水平的提高,居民动物性食物特别是牲畜肉类和蛋类的消费量也进一步提高,这一变化会导致脂肪提供能量在总能量中所占比例不断提高.

中国健康与营养调查表明,从1978年至2002年,我国城市人口碳水化合物的供能百分比由72%降为52%,脂肪的供能百分比由16%增长到36%,膳食结构的变化使营养物质的供能比例也发生了变化.世界卫生组织技术报告797指出,脂肪、蛋白质的供能与人均GDP正相关,而随着人均GDP的增加,癌症及心脑血管疾病死亡率也随之升高.我国卫生部门的调查表明,自1990年至2008年,我国城市人口心脑血管疾病死亡率占总死亡率的比例由37%上升至40%.2008年11月,WHO Fact Sheet第310号文件指出,冠心病是心血管病的头号杀手,而导致冠心病的3个危险因素就是血清胆固醇浓度高、血压高和吸烟.

## 2 造成血清胆固醇升高的因素

D. Steinberg<sup>[5]</sup>研究表明,血清胆固醇浓度与冠心病成正比,平均胆固醇由250 mg/dL降到200 mg/dL,将使冠心病降低50%.美国健康和营养检查调查(NHANES III)显示,美国20—74岁成年人的血清胆固醇异常(>6.2 mmol)百分比高达20%,而血清胆固醇偏高(5.2~6.2 mmol)百分比为31%,正常(<5.2 mmol)百分比仅为49%.2002年和2011年中国居民营养与健康状况调查结果显示,我国大城市18岁及以上人群总胆固醇升高(标准:总胆固醇 $\geq$ 5.72 mmol)的患病率由4.5%上升至12.8%,60岁及以上的患病率由12.1%上升到21.6%.Z. Li等<sup>[6]</sup>研究了中国人血清胆固醇浓度与年龄的关系,结果表明,30—55岁期间,随着年龄的增长,血清胆固醇浓度逐渐变大,而且女性高于

男性;55岁之后,女性血清胆固醇浓度趋于平缓,男性血清胆固醇浓度则继续升高,而且高于女性.此外,我国膳食转型和西化也使血清胆固醇浓度升高.

饮食中导致血清胆固醇升高的因素有很多.K. Jung等<sup>[7]</sup>研究了24个国家中55—59岁冠心病的死亡率与平均每日摄入胆固醇的关系,结果表明,冠心病的死亡率与平均每日摄入胆固醇呈正相关性.A. Keys<sup>[8]</sup>研究了总脂肪的摄入与冠心病的相关性,结果表明,总脂肪摄入量由40%降到30%可将冠心病的发病率降低至40%.C. H. Ng等<sup>[9]</sup>通过动物实验研究得出,与胆固醇相比,氧化胆固醇升高血清胆固醇、增加大动脉血管粥样硬化斑的能力更强,而硬脂酸酯升高胆固醇的能力较弱.总脂肪摄入量的增加会大大提高冠心病的风险,饱和脂肪摄入量的增加也会增大冠心病的死亡率.F. B. Hu等<sup>[10]</sup>研究表明,不饱和脂肪与饱和脂肪摄入之比与冠心病呈负相关的关系.D. Kromhout等<sup>[11]</sup>研究得出,增加2%反式脂肪酸的摄入会使患冠心病的风险增加23%.

## 3 调节血清胆固醇含量的天然活性物质

Z. Y. Chen等<sup>[12]</sup>研究了胆固醇的代谢调节途径,降低胆固醇的天然活性物质主要分为以下6种.

### 3.1 HMG-CoA 还原酶抑制剂

HMG-CoA 还原酶抑制剂,即羟甲基戊二酰辅酶A 还原酶抑制剂(hydroxy methylglutaryl coenzyme A reductase inhibitor).该酶是肝细胞合成胆固醇过程中的限速酶,催化生成甲羟戊酸,抑制HMG-CoA 还原酶能阻碍胆固醇合成.

### 3.2 LDL 受体激活剂

低密度脂蛋白LDL(low density lipoprotein),主要功能是把胆固醇运输到全身各处细胞,运输到肝脏合成胆酸.LDL能够进入动脉壁细胞,并带入胆固醇.LDL水平过高导致动脉粥样硬化,使个体处于易患冠心病的危险.体内2/3的LDL是通过受体介导途径吸收入肝和肝外组织,经代谢而清除的.LDL受体激活剂可以增强对LDL吸收,从而降低血清中的胆固醇.

### 3.3 NPC1L1 抑制剂

NPC1L1是胆固醇吸收蛋白,该蛋白已被证实,在胆固醇的肠道吸收和胆汁分泌中发挥了关键作

用. NPC1L1 把食物中的胆固醇运输到细胞里,再储存到肝脏中. NPC1L1 抑制剂可以降低肠道对胆固醇的吸收.

### 3.4 Intestinal ACAT 抑制剂

酰基辅酶 A - 胆固醇酰基转移酶 ACAT (Acyl-CoA: cholesterol acyl transferase) 可以催化胆固醇 (C) 与长链脂肪酸连接形成胆固醇酯 (CE), 在胆固醇的吸收过程中起重要作用. 抑制 ACAT 能够降低血浆总胆固醇水平, 防止胆固醇酯化, 减少胆固醇酯在动脉壁上累积, 阻止动脉粥样硬化的形成.

### 3.5 胆汁酸再吸收抑制剂

1/3 的胆固醇的分解代谢是通过胆汁酸合成实现的. 胆汁产于肝脏而储存于胆囊内, 经释放进入小肠与被消化的脂肪混合. 在小肠尾部, 85% ~ 95% 的胆汁被重新吸收入血液, 肝脏重新吸收胆酸使之不断循环, 剩余的胆汁随粪便排出体外. 胆汁酸再吸收抑制剂可以增加胆汁的排泄, 肝脏需产生新的胆酸来弥补, 此时就需要消耗胆固醇.

### 3.6 CETP 抑制剂

CETP 是高密度脂蛋白 HDL (high density lipoprotein) 转变为 LDL 过程中的关键酶之一, HDL 是一种独特的脂蛋白, 可以将动脉粥样硬化血管壁内的胆固醇“吸出”, 并运输到肝脏进行代谢清除, 具有抗动脉粥样硬化的作用. 当 CETP 受到抑制时, HDL 升高, 可以加速胆固醇通过 HDL 向肝脏转运.

## 4 降低血清胆固醇的保健功能食品

1) 膳食纤维是一类植物多糖的混合物, 主要来自食物细胞壁的成分纤维素、半纤维素、木质素、果胶等. 它可以增加胆汁酸和胆固醇的排泄, 衰减胰岛素水平, 增加短链脂肪酸的产生, 从而降低血清胆固醇. M. A. Pereira 等<sup>[13]</sup>研究表明, 纤维素摄入由 12 g/d 增加到 25 g/d, 冠心病可降低 30%. L. Brown 等<sup>[14]</sup>研究得出, 摄入 25 g 纤维素可将血清胆固醇降低 0.8 mmol (30 mg/dL). 燕麦中的膳食纤维无疑是降低胆固醇的重要物质. 燕麦中的水溶性膳食纤维大部分是一种叫  $\beta$ -葡聚糖的物质, 俗称燕麦胶, 是降血糖、降血脂的有效成分<sup>[15]</sup>.

2) 植物甾醇可抑制胆固醇的吸收, 是一种 NPC1L1 抑制剂, 并且在小肠微绒毛膜吸收胆固醇时和胆固醇相互竞争吸收位点, 竞争结合胆固醇受体, 从而降低胆固醇的吸收<sup>[16]</sup>. 植物甾醇含量较高的植物食物包括植物油类、坚果种子类、豆类等. 谷

类中面粉植物甾醇含量远高于稻米, 五谷杂粮、荞麦面粉具有降低胆固醇的作用<sup>[17]</sup>. P. B. Mellen 等<sup>[18]</sup>研究得知, 谷类食物的摄入能使心血管疾病危险因子降低至 0.8. 粮谷类食品加工越精细, 植物甾醇含量越低, 采用稻米皮油<sup>[19]</sup>、玉米油烹饪食物, 是人体补充植物甾醇的有效途径.

3) 植物雌激素能够使 LDL 受体的含量上调, 是一种胆固醇合成抑制剂<sup>[20]</sup>. 含植物雌激素的植物主要有黄豆和葛根.

4) 饮用绿茶可降低心血管疾病和癌症风险, 因为绿茶中含有丰富的类黄酮物质, 特别是儿茶素类<sup>[21]</sup>.

此外, 研究发现: 山楂黄酮属于肠道 ACAT 抑制剂, 使 LDL 受体含量增加<sup>[22]</sup>. 蘑菇和木耳聚多糖具有显著的降胆固醇作用. 酸奶含有乳酸杆菌能显著降低血清胆固醇, 水解结合胆汁酸<sup>[23]</sup>. 红曲霉米、大蒜抽提物<sup>[24]</sup>是 HMG-CoA 还原酶抑制剂. 甘蔗、米糠、蜂蜡、高粱内核、小麦胚芽里含有的甘蔗醇<sup>[25]</sup>是 LDL 受体激活剂、胆汁酸再吸收抑制剂. 苹果多酚是 CETP 抑制剂<sup>[26]</sup>. 葡萄籽多酚可以增强 CYP7A1 的基因表达, 增加胆汁酸的排泄<sup>[27]</sup>. 辣椒素、豆苗、海藻抽提物也可降低胆固醇<sup>[17]</sup>.

总之, 膳食是每天必不可少的, 我国 20% ~ 30% 人口有略微高胆固醇症, 人们在日常生活中应注意改变膳食结构和生活方式, 控制饮食中的胆固醇含量, 以降低患冠心病的机率.

作者致谢: 本文是根据香港中文大学生命科学学院陈振宇教授的报告整理而成, 特此对陈教授的支持表示感谢.

### 参考文献:

- [1] 世界卫生组织. 世卫组织提醒全球有效控制高胆固醇 [J]. 生物学通报, 2011, 46(3): 55.
- [2] 赵崢, 倪鹏飞. 当前我国城镇化发展的特征、问题及政策建议 [J]. 中国国情国力, 2012 (2): 10.
- [3] 李立明, 饶克勤, 孔灵芝, 等. 中国居民 2002 年营养与健康状况调查 [J]. 中华流行病学杂志, 2005, 26 (7): 478.
- [4] 翟凤英, 王惠君, 王志宏, 等. 中国居民膳食营养状况的变迁及政策建议 [J]. 中国食物与营养, 2006(5): 4.
- [5] Steinberg D. An interpretive history of the cholesterol controversy (part V): The discovery of the statins and the end of the controversy [J]. J Lipid Res, 2005, 46: 179.
- [6] Li Z, Yang R, Xu G, et al. Serum lipid concentrations and

- prevalence of dyslipidemia in a large professional population in Beijing[J]. *Clin Chem*,2005,51:144.
- [7] Jung K, Song C, Barrett-Conno E. Association of reported nighttime sleep and daytime nap with 19-year mortality in older adults [J]. *European Neuropsychopharmacology*, 2009,19(3):334.
- [8] Keys A. Atherosclerosis: A problem in newer public health [J]. *J Mt Sinai Hosp*,1953(20):118.
- [9] Ng C H, Yao X Q, Huang Y, et al. Oxidised cholesterol is more hypercholesterolaemic and atherogenic than non-oxidised cholesterol in hamsters [J]. *Br J Nutr*, 2008, 99:749.
- [10] Hu F B, Manson J E, Willett W C. Types of dietary fat and risk of coronary heart disease: A critical review [J]. *J Am Coll Nutr*,2001,20:5.
- [11] Kromhout D, Menotti A, Bloemberg B, et al. Dietary saturated and transfatty acids and cholesterol and 25-year mortality from coronary heart disease: The seven countries study [J]. *Preventive Medicine*, 1995,24:308.
- [12] Chen Z Y, Jiao R, Ma K Y, et al. Cholesterol-lowering nutraceuticals and functional food [J]. *J Agric Food Chem*, 2008,56:8761.
- [13] Pereira M A, O' Reilly E, Augustsson K, et al. Dietary fiber and risk of coronary heart disease: A pooled analysis of cohort studies [J]. *Arch Intern Med*,2004,164:370.
- [14] Brown L, Rosner B, Willett W W, et al. Cholesterol-lowering effects of dietary fiber: A meta-analysis [J]. *Am J Clin Nutr*,1999,69:30.
- [15] Naumann E, Van Rees A B, Onning G, et al. Beta-glucan incorporated into a fruit drink effectively lowers serum LDL-cholesterol concentrations [J]. *Am J Clin Nutr*,2006, 83:601.
- [16] Chen J T, Wesley R, Shamburek R D, et al. Meta-analysis of natural therapies for hyperlipidemia: Plant sterols and stanols versus policosanol [J]. *Pharmacotherapy*, 2005, 25:171.
- [17] Chen J N, Jiang Y, Ma K Y, et al. Microalgae decreases plasma cholesterol by down-regulation of intestinal NPC1L1, hepatic LDL receptor and HMG-CoA reductase [J]. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*,2011, 59:6790.
- [18] Mellen P B, Walsh T F, Herrington D M. Whole grain intake and cardiovascular disease: A meta-analysis [J]. *Nutr Metab Cardiovas Dis*,2008,18:283.
- [19] Chan P T, Fong W P, Cheung Y L, et al. Jasmine green tea epicatechins are hypolipidemic in hamsters (*Mesocricetus auratus*) fed a high fat diet [J]. *J Nutr*,1999, 129:1094.
- [20] Guan L, Yeung S Y, Huang Y, et al. Both soybean and kudzu phytoestrogens modify favorably the blood lipoprotein profile in ovariectomized and castrated hamsters [J]. *J Agric Food Chem* 2006,54:4907.
- [21] Bursill C A, Roach P D. A green tea catechin extract up-regulates the hepatic low-density lipoprotein receptor in rats [J]. *Atherosclerosis*,2007,193:86.
- [22] Zhang Z, Ho W K, Huang Y, et al. Hawthorn fruit is hypolipidemic in rabbits fed a high cholesterol diet [J]. *J Nutr*,2002,132:5.
- [23] Chiu C H, Lu T Y, Tseng Y Y, et al. The effects of Lactobacillus-fermented milk on lipid metabolism in hamsters fed on high-cholesterol diet [J]. *Appl Microbiol and Technol*,2006,71:238.
- [24] Yeh Y Y, Liu L. Cholesterol-lowering effect of garlic extracts and organosulfur compounds: Human and animal studies [J]. *J Nutr*,2001,131:989S.
- [25] Ng C H, Leung K Y, Huang Y. et al. Policosanol has no antioxidant activity in human low-density lipoprotein but increases excretion of bile acids in hamsters [J]. *J Agric Food Chem*,2005,53:6289.
- [26] Lam C K, Zhang Z, Yu H, et al. Apple polyphenols inhibit plasma CETP activity and reduce the ratio of non-HDL to HDL cholesterol [J]. *Mol Nutr Food Res*,2008,52:950.
- [27] Jiao R, Zhang Z, Yu H, et al. Hypocholesterolemic activity of grape seed proanthocyanidin is mediated by enhancement of bile acid excretion and up-regulation of CYP7A1 [J]. *Journal of Nutritional Biochemistry*,2010,21:1134.