



辅酶 Q10 —— 人类健康食品的新资源

杨则宜

摘要: 辅酶 Q10 作为一种维生素类的辅酶在人体内发挥重要的生理功能。本文就辅酶 Q10 作为治疗药物的用途和保持动脉健康、增强维生素 E 效果、提高运动能力、抗衰老等方面的作用作了详细的介绍。同时, 阐述了辅酶 Q10 使用的推荐量及安全性, 并展示了它的应用前景。

关键词: 辅酶 Q10; 药物治疗; 运动能力; 抗衰老

中图分类号: G804.32 文献标识码: A 文章编号: 1006-1207(2007)02-0067-03

Coenzyme Q10 - C A New Source of Nutritional Supplement for Mankind

YANG Ze-yi

(National Research Institute of Sports Medicine, Beijing 100029, China)

Abstract: Coenzyme Q10 plays an important physiological foundation in human body. The article focuses on the effects of coenzyme Q10 as a medicine and its functions of keeping arteries healthy, improving the effects of Vitamin E, enhancing performance, retarding senility, etc. The article also elaborates on the recommended dosage and safety of coenzyme Q10 and reveals the prospects of its application.

Key words: coenzyme Q10; medicine treatment; performance; retarding senility

辅酶 Q10, 又名泛醌(ubiquinone), 是一种脂溶性醌类化合物。因其在人体器官中的存在以及在生理等方面的重要功能, 因此又叫维生素 Q 或维生素辅酶 Q10。辅酶 Q10 与线粒体内膜相结合, 在呼吸链中是一个辅酶, 起载体作用; 另外, 其醌式及侧链异戊烯基结构等特点, 使它在呼吸链中成为重要递氢体, 细胞能量生成要素, 并具有抗氧化和控制细胞内氧气的流动等性能, 发挥重要的生理功能。

人体中, 辅酶 Q10 在肝、心、肾、胰脏等组织器官中浓度较高。细胞中从酪氨酸合成辅酶 Q10 的生物合成途径中, 至少需要 7 种维生素 (VB₂、VB₃、VB₆、叶酸、VB₁₂、VC 和泛酸) 和若干种微量元素参与, 这些维生素和微量元素缺乏时会导致辅酶 Q10 的不足。食物中的辅酶 Q10 主要在脏器(心脏、肝脏、肾脏)、牛肉、豆油、沙丁鱼、鲑鱼和花生等食物中含量相对较高。摄入 500g 沙丁鱼、1000g 牛肉或 1250g 花生可分别为机体提供约 30mg 辅酶 Q10。所以要通过食物的摄取辅酶 Q10 来达到心脏病的治疗剂量 (50~150mg) 是不现实的。人体的辅酶 Q10 有多少来自生物合成, 又有多少来自饮食摄入仍然是一个谜。Folkers 认为体内辅酶 Q10 主要来源于自身生物合成。辅酶 Q10 缺乏的原因可能是由于饮食摄入不足、体内生物合成障碍、身体过度消耗或上述几种因素综合作用所致。处于过度疲劳、代谢亢奋或急性休克等状态时, 体内辅酶 Q10 的加速消耗将导致血辅酶 Q10 水平下降。此外, 当辅酶 Q10 被机体用作自由基清除剂时, 也会导致体内辅酶 Q10 缺乏。

随着辅酶 Q10 生物学等方面的功能不断被揭示, 国内外近几年来相继对其医学价值和临床应用等方面进行了大量研究, 并显示了较好的临床应用效果和前景^[1, 2]。

1 辅酶 Q10 的药物治疗作用

目前, 辅酶 Q10 在临床上主要用于治疗心血管病。Folkers 等发现心脏病患者的心肌辅酶 Q10 活性降低。66 名心血管病患者中, 55 名辅酶 Q10 缺乏量达 50% 以上。另外 132 名患者中有 98 名辅酶 Q10 缺乏量达 25% 以上, 而三尖瓣缺损者缺乏辅酶 Q10 最严重, 平均达 82%^[3, 4]。

除治疗心血管病以外, 辅酶 Q10 还用于治疗牙周病、偏头痛、帕金森氏病、肾衰竭、阿尔兹海默症、运动能力下降、乳癌、慢性阻塞性肺炎、爱滋病 (辅助治疗)、不育 (男性)、胰岛素抵抗综合症 (X 综合症)、肺癌、肌肉萎缩、前列腺癌等。

人们按照研究结果所显示的辅酶 Q10 的治疗效果, 将可

表 1 用辅酶 Q10 治疗的疾病及效果分类

等级	判断标准	相关疾病
显著改善	已经有大量的研究数据一致的显示该营养素对于相关健康问题具有显著的改善作用。	心绞痛、心脏病、高血压。
一定改善	初步研究显示该营养素具有相关改善作用, 或研究显示该营养素具有一定的改善作用。	心肌症、小脑性运动失调 (家族性的)、充血性心力衰竭、糖尿病、牙龈炎 (牙周病)、口臭或研究显示该营养素具 (当存在牙周疾病时)、偏头痛、帕金森氏病、肾衰竭、高胆固醇血症。
轻微改善	个别研究显示该营养素具有相关改善作用, 或研究显示该营养素具有轻微的改善作用。	阿尔兹海默症、运动能力下降、乳癌、慢性阻塞性肺炎、辅助爱滋病、不育 (男性)、胰岛素抵抗综合症 (X 综合症)、肺癌、肌肉萎缩、前列腺癌。

收稿日期: 2007-02-07

作者简介: 杨则宜 (1943~), 男, 研究员 博士生导师, 主要研究方向: 运动营养

作者单位: 国家体育总局运动医学研究所, 北京 100029



以用辅酶 Q10 治疗 (或辅助治疗) 的疾病分成显著改善、一定改善和轻微改善等 3 类。这些疾病列于表 1。

2 辅酶 Q10 的保健作用

2.1 清除自由基和抗氧化功能

2.1.1 保持动脉健康

辅酶 Q10 能通过氧化型 (CoQ10) 还原型 (CoQ10H₂) 结构的变换来清除自由基, 阻止脂质和蛋白质的过氧化。目前, 有关辅酶 Q10 抗氧化作用的研究大多集中在辅酶 Q10 与氧化应激相关疾病的相关关系上, 而辅酶 Q10 抑制动脉粥样硬化的形成和发展的作用更是研究的热点。人群调查发现, 高脂血症患者, 动脉粥样硬化患者, 动脉粥样硬化高危人群血浆 CoQ10H₂ 的水平比正常人群低。新加坡的一项调查发现, 不同种族人群辅酶 Q10 水平不同, 动脉粥样硬化发病率相对较高的印度人血浆辅酶 Q10 含量显著低于中国人, 提示辅酶 Q10 的含量下降也可能是动脉粥样硬化发生的高危因素。低密度脂蛋白 (LDL) 的氧化修饰导致血管内皮功能紊乱和泡沫细胞形成, 被认为是动脉粥样硬化开始和发展的关键。LDL 中含有多种不同的脂溶性抗氧化剂, 最丰富的是 α 生育酚 (α -TOH), 而 γ TOH、 β -胡萝卜素、CoQ10 的含量都比较少。研究发现, CoQ10H₂ 抗 Cu²⁺ 诱导产生的氧化应激的能力要强于 α -TOH, 同时 CoQ10H₂ 不仅可以保护 LDL 中的脂质成分; 而且可以保护 LDL 中的蛋白质成分免于氧化损伤。因此, 笔者认为辅酶 Q10 在抗 LDL 氧化过程中起着重要的作用。由此来看, 辅酶 Q10 在体内防止 LDL 氧化主要有 4 个特点: (1) 与水溶性抗氧化剂不同, 辅酶 Q10 能作用于脂蛋白, 具有位点特异性抗氧化作用, 既能保护脂质, 又能保护蛋白成分; (2) CoQ10H₂ 能在不同氧化应激条件 (强烈的或比较温和的) 下抑制 LDL 脂质过氧化; (3) CoQ10H₂ 是脂蛋白和血浆中第一线的脂溶性抗氧化剂, 能抑制多种氧化诱导剂的作用, 包括高亚氯酸盐、脂质氧化酶、过渡金属等; (4) CoQ10H₂ 的抗氧化能力强, 1 分子 CoQ10H₂ 可终止自由基链式反应中产生的 1~2 个自由基, 能高效终止自由基链式反应^[1、5]。

2.1.2 对维生素 E 的增效作用

辅酶 Q10 在阻止低密度脂蛋白氧化的作用上比维生素 E、胡萝卜素及蕃茄红素更强。虽然体内防止脂质氧化的主要物质是维生素 E, 但是在体内不同的条件下, 维生素 E 反过来会加快脂质的氧化。能够阻止此现象的就是辅酶 Q10。辅酶 Q10 还是维生素 E 增效剂。辅酶 Q10 可以使维生素 E 转换成稳定状态, 阻止脂质进一步的氧化, 因此, 辅酶 Q10 是维生素 E 发挥抗氧化作用的不可缺少的物质。辅酶 Q10 使维生素 E 活力再生作用与维生素 C 类似, 是唯一的一种天然存在的, 在人体中能再生 (转化成活性形式) 的脂溶性抗氧化剂^[1]。

2.2 增强人体免疫力和抗肿瘤

辅酶 Q10 是免疫环节的重要部分。当体内辅酶 Q10 的水平升高时, 免疫系统可以从抗生素和抗病毒药物的使用中得到更多的帮助。但是抗生素不能帮助免疫系统的重建。而辅酶 Q10 可以自然地刺激免疫系统, 从而得到更大范围的益处和抵御作用。早在 1970 年, 就有人报道了老鼠服用了辅酶 Q10 能提高机体免疫细胞杀死细菌的活力, 并提高抗体反应; 辅酶 Q10 能增加白细胞的数量, 增加胸腺活力, 激发免疫球蛋白和抗体数量增加。1985 年 Folkers 等研究了获得

性免疫缺陷症 (AIDS) 病人, 其血清中显示出较低的辅酶 Q10 浓度, 同时在临床上对 8 位成年病人经 60 mg/d 辅酶 Q10 治疗, 一个月后, 血清 IgG 含量明显提高。因此辅酶 Q10 作为机体非特异性免疫增强剂在抗肿瘤和提高机体免疫力等方面可以起较好作用。

研究发现, 癌症及 AIDS 病人体内辅酶 Q10 浓度与正常人相比其含量较低, 1994 年 Lockwood 等研究了各种各样癌症病人包括乳腺癌、前列腺癌、胰癌和结肠癌等病人, 对其体内辅酶 Q10 缺乏发生率进行研究, 对 32 位已转移至腋窝淋巴结的乳腺癌病人, 经服用辅酶 Q10 90 mg/d 并结合服用一定剂量的抗氧化剂如维生素 C, 维生素 E, β -胡萝卜素, 硒, ω -3、 ω -6 不饱和脂肪酸, 经一年试验, 病人均未发生肿瘤转移, 其中 6 病例其肿瘤发生部分消退^[1]。

2.3 提高运动能力

关于辅酶 Q10 对运动能力影响的研究结果未得到一致的结论。Rosenfeldt 收集了 11 篇关于辅酶 Q10 对运动能力作用的研究, 结果是 6 篇认为辅酶 Q10 对运动能力有中等增强作用, 另 5 篇认为没有作用^[6]。

Ylikoski 等对 25 名芬兰优秀滑雪运动员的双眼实验表明, 外源补充辅酶 Q10 可以显著改善受试者的运动能力, 与对照组比较最大摄氧量 (VO_{2max})、有氧代谢阈 (AET)、无氧代谢阈 (ANT) 等均显著升高。使用辅酶 Q10 的运动员 94% 的人感觉能力增强, 恢复加速, 但是未使用者有这样感觉的人数只有 33%。Karlsson 等发现血中辅酶 Q10 含量与马拉松比赛成绩成正相关 ($r=0.170$, $p<0.001$)。Faff 等的大鼠实验也显示, 补充 CoQ10 四周可以明显延长大鼠运动至力竭的时间。Braun 等对自行车运动员的实验表明, 补充辅酶 Q10 对运动成绩和最大摄氧量具有一定影响。而另一些实验则显示了不同的结果, Weston 等的研究表明, 给耐力运动员补充辅酶 Q10 28 天后, 其血浆辅酶 Q10 浓度明显升高 (由 $0.91 \pm 0.13 \mu\text{g/ml}$ 上升到 $1.97 \pm 0.27 \mu\text{g/ml}$, $p<0.05$), 但是对运动到衰竭时的时间、摄氧量、通气无氧阈、乳酸阈、血乳酸、血糖、甘油三酯动力学、血压、心率等指标均无影响。Snider 等对男子铁人三项运动员结合肌昔和维生素 E 补充辅酶 Q10 的实验显示, 与对照组比较平均至力竭时间, 力竭时血糖、血中游离脂肪酸、乳酸浓度组间均无显著差异。Porter 等对中年男性受试者的实验表明, 补充辅酶 Q10 对最大摄氧量和乳酸阈无影响。Laaksonen 等报道, 补充辅酶 Q10 对青年、老年及有训练者的有氧运动能力无改善作用^[6-9]。

2.4 抗衰老

人器官中辅酶 Q10 的含量在 20 岁时达到高峰, 然后迅速地减少。在心脏中辅酶 Q10 浓度的减少特别明显。77 岁的老人比 20 岁的年轻人心肌中的辅酶 Q10 减少了 57%。从事与辅酶 Q10 研究的一些专家认为: 年龄越大, 越容易缺辅酶 Q10, 并可从的补充中获益^[10]。动物实验显示, 补充辅酶 Q10 小鼠的寿命可以延长 50%。

辅酶 Q10 抗衰老的作用主要源于 3 个方面 (1) 辅酶 Q10 是一种潜在的抗氧化剂, 它的抗氧化功能对器官和组织起到保护作用; (2) 对心脏的支持作用。心肌像所有其他的肌肉一样需要更多的能量来收缩, 辅酶 Q10 是细胞能量的引火物, 可以帮助心肌的能量生成, 从而增加体力活动的量和对体力活动的耐受性; (3) 对大脑的保护和推动作用。辅酶 Q10 本



质上是一种大脑推动剂,有助于保护大脑,抵抗衰老和伴随而来的严重大脑疾病。辅酶Q10的减少会使线粒体能量下降,加上大量自由基的攻击,可使智力下降、记忆力丧失、运动障碍,出现变质性脑疾病。

辅酶Q10用于大脑的剂量并没确定下来,建议每日5mg可作为抗老化的剂量。如果患心脏病或有发生变质性脑疾病的危险,就要在医师指导下服用才更安全。

3 辅酶Q10的使用推荐量及安全性

对维持健康推荐的每日剂量为30 mg,在治疗各种疾病中需要相当高的量。辅酶Q10应与含有脂肪的膳食一起服用,甚至与豆油或植物油结合,这可增加它的吸收^[10]。

在过去的二十年中辅酶Q10的使用剂量,经过不断地摸索和改善。最初,针对心脏病病人可观测到的临床疗效,每天的用量只有30~45 mg。近年,更多的临床试验对心脏病病人使用了更大的剂量(一般心脏病病人50~150 mg,严重的心衰病人可以高达每天360 mg,但是每次的剂量不要超过180 mg)同时,也观测到了更好的效果。也有人用每天2 mg/kg/d的剂量标准。大多数的研究都将患者血液辅酶Q10水平作为重要的衡量标准。结果显示,机体吸收辅酶Q10的效率因人而异。一些患者每天服用100 mg辅酶Q10即可达到理想的水平,而另一些患者则需服用200 mg、甚至300 mg才能达到同样的状态^[12]。

辅酶Q10一个显著特点是无毒性、无致畸作用和无明显副作用,临床使用十分安全,每天服用200 mg,6~12个月或每天100 mg,6年,未见报道有重要的副作用^[11]。

Lampertico等意大利专家对2644名病人的22项研究表明,辅酶Q10只有轻微的副作用,发生率不到1%。典型的副作用是轻微的暂时性的恶心^[12、13]。

报道的副作用有:上腹不适(0.39%),食欲丧失(0.23%),恶心(0.16%),腹泻(0.12%)。还有人报道,口服辅酶Q10 300mg可导致无症状LDH和SGT升高。

4 辅酶Q10的应用前景与推进

辅酶Q10的消费主要集中在美国、日本、西欧以及澳大利亚。其中美国市场占到总消费能力的1/3。在美国,辅酶Q10除了应用在医药领域外,还作为一种维生素用于食品添加剂,作为一种非处方药和功能性食品在超市、食品连锁店和药店自由出售。这都决定了辅酶Q10在美国的高消费基础。欧洲地区也是辅酶Q10的重要消费市场,其主要用途同样是保健食品生产。日本厚生劳动省医药局也于2005年9月4日宣布,辅酶Q10具有良好的保健功能,它的作用已经被多年来的研究和应用所证实。辅酶Q10进入保健品市场有利于提高人民的健康水平。辅酶Q10的原料来源充分,质量可控。尤其是发酵法生产的辅酶Q10产品进入保健品市场是安全的。但目前在我国,辅酶Q10的应用则仅限于医药领域,还没有拓展到保健功能。

目前,世界市场对辅酶Q10原料的需求量已经达到400吨左右,并且仍然以每年10%的速度增长。从辅酶Q10的未来发展空间上分析,在保健品和食品方面的应用将是提高辅酶Q10市场需求的主要源动力。

参考文献:

- [1] 吴祖芳,翁佩芳,陈坚.辅酶Q10的功能研究进展[J].宁波大学学报(理工版),2001,14(2):85~88
- [2] 张鸿,吴玉荷.类维生素物质——辅酶Q10的研究进展[J].国外医学卫生学分册,2002,29(6):370~373
- [3] Folkecs K, Littarrv G P, Ho L. Evidence of a Deficiency of CoenzymeQ10 in Human Heart Disease. *Int J Vitam Res*,1970,40:380
- [4] Folkers K. Heart Failure is a Dominant Deficiency of Co. Q10. *Glin Investig*,1993,71: S51
- [5] 肖新才,冯翔,苏宜香.辅酶Q10抗氧化作用研究进展[J].国外医学卫生学分册,2003,30(4):216~221
- [6] F Rosenfeldt, D Hilton, S Pepe, and H Kruml. Systematic review of effect of coenzyme Q10 in physical exercise, hypertension and heart failure. *Biofactors*, January 1, 2003; 18(1-4): 91~100
- [7] Weston SB, Zhou S, Weatherby RP, Robson SJ., Does exogenous coenzyme Q10 affect aerobic capacity in endurance athletes?. *Int J Sport Nutr*. 1997 Sep;7(3):197~206. Related Articles, Links
- [8] Ylikoski T, Piirainen J, Hanninen O, Penttinen J., The effect of coenzyme Q10 on the exercise performance of cross-country skiers. *Mol Aspects Med*. 1997;18 Suppl:S283-90
- [9] 文立,蒋春笋,聂金雷,等.线粒体呼吸链电子传递载体辅酶Q与运动能力[J].中国运动医学杂志,2001,20(1):68~71
- [10] 王根华,钱和.辅酶Q10及其保健功能[J].江苏食品与发酵,2002,2(109):16~17
- [11] 张继忠,迟莉丽,沈亚领.辅酶Q10的生产及在医学领域中的应用[J].上海应用技术学院学报,2004,4(4):301~305
- [12] Lampertico M, Comis S., Italian multicenter study on the efficacy and safety of coenzyme Q10 as adjuvant therapy in heart failure. *Clin Investig*. 1993;71(8 Suppl):S129-33
- [13] Baggio E, Gandini R, Plancher AC, Passeri M, Carmosino G., Italian multicenter study on the safety and efficacy of coenzyme Q10 as adjunctive therapy in heart failure. *CoQ10 Drug Surveillance Investigators*. *Mol Aspects Med*. 1994;15 Suppl: s287-94

(责任编辑:何 聪)