

tures[J]. International dairy Journal, 1997a, 7:31—41.

[3] Klaver FAM, Kingma F, Weerkamp AH. Growth and survival of bifidobacteria in milk [J]. Netherlands Milk and Dairy Journal, 1993, 47:151—164.

[4] Sanders ME, et al. Performance of commercial cultures in fluid milk applications[J]. Journal of Dairy Science, 1996, 79:943—955.

[5] Sanders ME. Development of consumer probiotics for the

US market[J]. British Journal of Nutrition, 1998, 80: 212—218.

[6] Wrick KL. Consumer issues and expectations for functional foods [J]. Food Science and Nutrition, 1995, 35: 167—173.

[7] Giese J & Katz F. Ethical marketing of functional foods [J]. Foods Technology, 1997, 51:58—61.

中图分类号: R15, TS218, Q939. 11 文献标识码: E 文章编号: 1004 - 8456(2001)01 - 0043 - 03

## 铬与健康研究进展(综述)

王永芳

(卫生部食品卫生监督检验所, 北京 100021)

铬参与人体糖和脂肪代谢, 对人体的健康有着重要的生理功能, 是人体的必需微量元素。铬被确定为必需微量元素的主要依据是它能恢复大鼠葡萄糖耐量的作用。铬最常见的氧化态是 +2、+3 和 +6 价, 只有三价铬是人体必需的。自然界中的铬以三价最稳定。生物体内三价铬也是最为稳定的存在形式, 这是因为三价铬很容易和配位体生成一种比较稳定的络合物。六价铬是一种强氧化剂, 对人体有毒。目前关于铬与人体健康的研究报道很多, 现将近几年的有关研究做一综述。

### 铬与人体代谢

铬参与人体糖和脂肪代谢。胰岛素是糖代谢的核心物质, 而胰岛素发挥作用必需有铬参加。因为葡萄糖通过形成葡萄糖耐量因子或其它有机铬化合物, 同胰岛素发挥作用, 并体现其生理功能。严重缺铬的人易患糖尿病。铬能增加胆固醇的分解和排泄, 缺铬可使脂肪代谢紊乱, 出现高血脂症, 特别是高胆固醇血症, 因而容易诱发动脉硬化和冠心病。国外学者对冠心病患者进行补铬治疗试验, 50% 患者血脂下降, 动脉硬化好转。因此有人认为缺铬是冠心病的易感因素和危险因素, 也是冠心病的预测指标。铬与机体血中焦磷酸盐、核蛋白、蛋氨酸、丝氨酸等结合, 对蛋白质代谢起着重要作用。动物试验证明, 缺铬动物除糖耐量异常外, 甘氨酸、蛋氨酸、丝氨酸进入心肌的速度及数量均减少, 生长发育迟缓, 死亡率增高。对营养不良婴儿给予补铬试验治疗, 患儿生长发育速度加快, 体重增加, 体质改善。

铬对血红蛋白的合成及造血过程具有良好的促进作用。

### 铬与元素铁的关系

铬与铁有拮抗作用, 铬经过肠道吸收后, 进入血浆与蛋白质结合才能将铬运至肝脏及全身, 如果血铁过多, 蛋白质处于饱和状态, 铬离子与蛋白质结合部位被铁占有, 铬离子无法与蛋白质结合, 那么铬离子的运输代谢和利用发生困难。给糖尿病人补铬不会引起缺铁。因为人体补铬吸收量很低, 低于 5%, 同时由于机体内铁含量较铬含量多, 微量的铬不会对大量铁的代谢产生抑制作用。Campbell<sup>[1]</sup>对 18 名年龄在 56~59 岁之间的男性进行为期 12 周的耐力训练并给予吡啶酸铬 924 μg Cr/d, 发现铬对铁没有抑制作用。但体外动物试验表明, 过量的铬可以抑制铁与运铁蛋白的结合。每日给大鼠腹腔注射 1 mg Cr/kg BW, 45 d 后与生理盐水组比较, 大鼠的血清铁浓度、总铁结合量、血红蛋白量和铁蛋白量均下降。这显示过量的铬可以干扰动物的铁代谢, 有可能导致贫血和缺铁。Lukaski<sup>[2]</sup>等的研究也表明长期大量补铬有可能导致人体缺铁。

### 铬与糖尿病

1957 年 Schwarz 和 Mertz 首先观察到铬在糖代谢中的作用。并发现葡萄糖耐量因子含有铬。1973 年 Toepfer 等人证实葡萄糖耐量因子是一种含铬化学物质, 同时证实铬缺乏导致葡萄糖耐量降低、生长发育不良、寿命降低、血清胆固醇水平升高。Mertz

等推测,在胰岛素敏感组织内,三价铬作为葡萄糖耐量因子的活性成分,能把胰岛素结合到膜受体上,很可能是通过硫氢键实现的。许多研究表明铬的生物化学作用主要是作为胰岛素的加强剂,在与胰岛素相关的作用方面,例如葡萄糖摄入量、葡萄糖氧化成二氧化碳和葡萄糖转换到脂肪等,以及在依赖胰岛素的糖、蛋白质和脂肪代谢中,协助胰岛素发挥作用的,它参与了机体的糖、脂代谢。铬是葡萄糖耐量因子中的主要活性成分,铬缺乏使葡萄糖不能充分利用,不能正常分解或转化为脂肪储存起来,因而导致机体血糖升高,出现糖尿。Andersin<sup>[3]</sup>认为血内铬与胰岛素含量有平行关系,血清铬减少时,胰岛素内铬也减少,糖耐量受损,组织胰岛素的反应降低,严重时出现尿糖。补充铬后即可加速血糖的运转。使血糖进入细胞,增强糖的利用,从而使血糖降低。

许多研究发现糖尿病人体内铬含量储备不足,明显低于正常人。正常人口服铬的吸收率为0.69%,需要胰岛素的糖尿病患者,铬的吸收率几乎提高了3倍以上。这也说明糖尿病人体内缺铬。

关于人体补充铬后所产生的影响,Mertz<sup>[4]</sup>注意到在15项有对照的研究中,有12项因补充铬改善了受试者的胰岛素效能和血脂,只有三项研究表明对葡萄糖、胰岛素和血脂无影响。葡萄糖耐量有某种程度受损的受试者对补充铬的反应比其他受试者更大一些。给糖尿病人补充铬,结果相差较大。在一项研究<sup>[5]</sup>中,给非胰岛素依赖型糖尿病人补充200 μg 三氯化铬,对所测定的脂质参数、葡萄糖耐量或空腹血糖胰岛素水平均无影响。另一项研究<sup>[6]</sup>发现补充250 μg 铬平均11个月后血糖水平无改变。但也有人<sup>[7]</sup>注意到有13名糖尿病人在补充600 μg 铬后,空腹血糖明显提高。Anderson<sup>[8]</sup>给中国180例 型糖尿病人分别补充有机铬200 μg/d和1000 μg/d,两个月以后,不仅血糖、血胰岛素水平、糖化血红蛋白水平明显下降,而且胆固醇含量也明显下降,4个月后上述指标持续下降,且1000 μg/d剂量组效果显著,这一结果揭示在我国给 型糖尿病人补铬1000 μg/d较为适宜。

目前国外用三氯化铬作为补铬剂较少,使用较多的主要是富铬酵母、氨基酸铬和吡啶酸铬等有机铬化合物。富铬酵母是一种很好的补铬剂,在一些国家已经作为补铬制剂应用于糖尿病的治疗上,其铬的吸收率和生物利用率高于普通酵母和无机铬。有人<sup>[9]</sup>对富铬酵母中铬的形态和含铬量进行了研究,发现富铬酵母含有1580 μg Cr/g,而且其中

84%以上是以有机铬形式存在的。

### 铬与增强体质及减肥

铬可以促进动物如猪、牛、狗和鸡的生长速度,并能提高猪的瘦肉率。Page<sup>[10]</sup>等人发现在猪饲料中补充200 μg/kg的铬后,猪的每天体重增长,且肌肉所占体重的百分比增加。这表明补铬对动物体质有影响。1989年Evans首次进行了补铬对人体体质影响的研究。进行体重训练的10名男性每天补铬200 μg,40d后补铬组体重增加了但脂肪没有明显变化,对照组尽管体重也稍有增加,但同时脂肪也明显增加。因此作者认为,补铬能促进脂肪的消耗和肌肉的增加,有利于氨基酸转化成蛋白质形成肌肉,并抑制脂肪的沉积。Grant<sup>[11]</sup>对43例肥胖者进行体育锻炼和补铬实验。结果参加体育锻炼同时补充烟酸铬的受试者能明显减肥。目前美国专利已报导了一些含有有机铬的减肥配方。但也有不同观点,Clancy<sup>[12]</sup>对橄榄球运动员补充200 μg的吡啶羧酸铬9周,发现铬并未带来体成分或体力方面的变化。

### 铬的毒性

肠道对三价铬的吸收仅为1%左右,而对六价铬的吸收是三价铬的3~5倍。六价铬在胃中可被胃酸还原为三价铬,六价铬一旦进入血液中也马上还原为三价铬。另外,与生物大分子结合后的铬例如酵母中存在的铬,肠道吸收率高达25%。吸收入血液中的铬是与白蛋白结合而存在的。铬的毒性主要是由六价铬所致,六价铬主要来源于工业生产,职业性铬中毒是由六价铬化合物所致,如重铬酸钾对皮肤有刺激和致敏作用,对肝和肾都有毒性,对婴幼儿可发生中枢神经系统症状。铬酸盐烟和铬酸对呼吸道有明显的损害。有研究<sup>[13]</sup>指出,六价铬化合物的主要毒性是由六价铬在细胞内还原为三价铬的过程中的产物所引起。

很早以前人们就知道三价铬无毒。Anderson<sup>[8]</sup>给大鼠喂食系列高浓度的三氯化铬和吡啶酸铬,其剂量为每天5~100 mg Cr/g BW,24周后,发现无论三氯化铬还是吡啶酸铬均未产生血液学和组织学方面的毒性。以100 μg Cr/d的剂量推算,相当于70 kg的正常人食用1050 mg Cr/d,这与目前制定的安全适宜的饮食摄入量50~200 μg/d相差悬殊,据此Anderson认为三价铬化合物在体内无毒。但是Stearn<sup>[14]</sup>等体外试验发现吡啶酸铬能够对染色体产生损伤。这提示尽管有机铬短期的毒性很小,

但是长期的累计毒性尚有待于探讨。

### 铬的食物来源及饮食推荐量

人体内的铬主要由食物供给,含铬较多的食物以粗粮为多。干燥的食用植物中含铬 0.1 ~ 0.5  $\mu\text{g/g}$ ,谷类在精加工过程中可丢失大量的铬,故以精制食品为主的人多缺铬。红糖、植物油、鱼、肉、虾、贝类等也含有较多的铬。黑胡椒富含铬,含量可达 10  $\mu\text{g/g}$ 。某些蔬菜、水果也含有一定的铬,但活性小且不易吸收。大豆、种子类含铬高些。在美国,肉、禽、鱼以及奶制品的铬含量均偏低,而水果、蔬菜和谷类制品的铬含量差别较大。<sup>[15]</sup>有人<sup>[16]</sup>对我国谷类食物含铬量进行检测,大豆含量最高,小麦麸皮是面粉含量的 2.5 倍。另外啤酒含铬较高。加工过程也可能使食品中的铬增加。不锈钢制品一般含有铬,有研究<sup>[17]</sup>发现不锈钢餐具在烹调酸性食品时,铬可从不锈钢容器中溶出。

确定铬的安全界限有两个困难因素,其一是对人体尚无令人满意的关于副作用的报告,其二动物资料显示给动物口服三价铬十分安全。其参考资料剂量差异很大。计算机 Medline 数据库中也未见有人用铬出现副作用的报告,FDA 收集的资料也没有证据显示摄入含铬食品与健康的关系。美国国家食品营养委员会没有给出铬的膳食推荐量(RDA),取而代之的是估计的安全适宜的饮食推荐量(ESADDI),并将铬的 ESADDI 定为 50 ~ 200  $\mu\text{g/d}$ 。早在 1985 年 Anderson 等人对健康的成年人的膳食进行了调查,发现 90% 的人饮食中的铬的摄入量低于 50  $\mu\text{g/d}$ ,其中女性平均每天摄入 25  $\mu\text{g/d}$ ,男性 33  $\mu\text{g/d}$ ,均低于 ESADDI 值。据美国、芬兰、英国及瑞典的报道,这些国家铬的膳食摄入量均明显低于 50  $\mu\text{g/d}$ 。

### 参考文献:

[1] Campbell WW, Beard JL, Joseph LJ, et al. Chromium picolinate supplementation and resistive training by older men: effects on iron - status and hematologic indexes[J]. Am J clin Nutr, 1997, 66: 944.

[2] Lukaski HC, Bolonchuk WW, Siders WA, et al. Chromium supplementation and resistance training: effects on body composition, strength, and trace element status of men[J]. Am J clin Nutr. 1996; 63: 954.

[3] Anderson RA. Chromium as an essential nutrient for humans [J]. Regulatory Toxicology and Pharmacology, 1997, 26: S35 - S41.

[4] Mertz W. Chromium in human nutrition: a review [J]. J Nutr, 1993, 123: 626 - 633.

[5] Uusitupa M, Kumpulainen J, Voutilainen E, et al. Effect of inorganic chromium supplementation on glucose tolerance, insulin response, and serum lipids in noninsulin-dependent diabetics [J]. AM J Clin Nutr, 1983, 38: 404 - 410.

[6] Abrahan A, Brooks B, Eylath U. The effect of chromium supplementation on serum glucose and lipids in patients with and without non - insulin - dependent diabetes [J]. Metabolism, 1992; 41: 768 - 771.

[7] Grant K. Chromium and exercise training: effect on obese women [J]. Med Sci sports Exerc, 1997, 29 (8): 992 - 998.

[8] Anderson RA. Beneficial effects of chromium for people with diabetes [J]. Diabetes, 1997, 46: 1786 - 1791.

[9] 丁文军, 钱文芳, 柴之芳. 富铬酵母中铬的化学种态及结合形态的研究 [J]. 分析化学, 1999, 27 (9): 1061 - 1064.

[10] Page TG, Southern LL, Ward TL, et al. Effect of chromium picolinate on growth and serum and carcass traits of growing - finishing pigs [J]. J Anim Sci, 1993, 71: 656 - 662.

[11] Clancy S. Effects of chromium picolinate: scam of the hour [J]. Obesity Health, 1993, 7: 54.

[12] Mossop R. Effects of chromium on fasting blood glucose cholesterol and cholesterol HDL levels in diabetics [J]. Central African J Med, 1983, 29: 80 - 82.

[13] Cohen MD, Kargacin B, Klein CB, et al. Mechanisms of chromium carcinogenicity and toxicity [J]. Crit Rev Toxicol, 1993, 23: 255 - 281.

[14] Stearns DM, Wise JP, Patierno SR, et al. Chromium ( ) picolinate produces chromosome damage in Chinese hamster ovary cells [J]. FASEBJ, 1995, 9: 1643 - 1649.

[15] Andersin R, Bryden N, Polansky M. Dietary chromium intake: freely chosen diets, institutional diets and individual foods [J]. Biol Trace Elem Res, 1992, 32: 117 - 121.

[16] 赵秀兰. 谷类粮食中 17 种微量元素含量测定 [J]. 微量元素与健康研究, 1997, 14 (4): 53 - 55.

[17] Offenbacher EG, Pisunyer FX. Temperature and pH effects on the release of chromium from stainless steel into water and fruit juices [J]. J Agric Food Chem, 1983, 31: 89 - 92.

中图分类号: R15, O614. 61<sup>+</sup>1

文献标识码: E

文章编号: 1004 - 8456(2001)01 - 0045 - 03