

生命的能源

——微量元素与维生素

马昆山 徐欣 主编

SHENGMING DE
NENGYUAN



山东大学出版社

生命的能源

——微量元素与维生素

主 编 马 昆 山 徐 欣
副主编 马 新 武 马 进

山 东 大 学 出 版 社

图书在版编目(CIP)数据

生命的能源:微量元素与维生素/马昆山,徐欣主编.
—济南:山东大学出版社,2008.12
ISBN 978-7-5607-3679-2

I. 生…

II. ①马…②徐…

III. ①微量元素—营养卫生—普及读物

②维生素—营养卫生—普及读物

IV. R151.2-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 173138 号

山东大学出版社出版发行

(山东省济南市山大南路 27 号 邮政编码:250100)

山东省新华书店经销

山东旅科印务有限公司印刷

850×1168 毫米 1/32 4.375 印张 107 千字

2008 年 12 月第 1 版 2008 年 12 月第 1 次印刷

定价:11.80 元

版权所有,盗印必究

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社营销部负责调换

前 言

要健康长寿,保证旺盛的精力,就要坚持锻炼身体,培养规律的、良好的生活习惯,还必须注意对食物营养的摄取,以保证各种活动的能量来源。

食物的营养成分叫做营养素,它包括蛋白质、脂肪、糖类(碳水化合物)、微量元素(或矿物元素,无机成分)、维生素(有机成分)与水六大类,有人还提出加上纤维素。其中微量元素和维生素虽然在人体中含量甚微,但它们对机体的新陈代谢、生长发育、能量供应等却影响甚大,且无可替代,过多或过少都会罹患疾病。为保证身体健康与提高健康水平,就要对它们有一定的认识,不但要知道它们的重要性,还须了解它们在体内的变化与产生的生理功能,才能科学地去选取各种食物,全面地、有目的地摄取营养,以维持身体正常发展的需要。

编者希望本书能有助于丰富大家对食物营养与身体保健方面的知识和提高全民的健康素质。

目 录

第一部分 微量元素	(1)
第一章 必需常量元素	(3)
第一节 钙	(3)
第二节 磷	(10)
第三节 钠与钾	(14)
第四节 镁	(17)
第二章 必需微量元素	(21)
第一节 铁	(21)
第二节 铜	(26)
第三节 锌	(30)
第四节 锰	(35)
第五节 碘	(38)
第六节 硒	(42)
第七节 钼	(46)
第八节 氟	(48)
第九节 硅	(50)
第十节 钴	(52)
第十一节 铬	(55)
第十二节 镍	(57)

第十三节 锡	(60)
第三章 可能必需的微量元素(或稀散元素)	(63)
第一节 锗	(63)
第二节 砷	(66)
第三节 铝	(68)
第四章 有毒的矿物元素	(71)
第一节 铅	(71)
第二节 汞	(74)
第三节 镉	(77)
第二部分 维生素	(79)
第五章 脂溶性维生素	(81)
第一节 维生素 A	(81)
第二节 维生素 D	(86)
第三节 维生素 E	(89)
第四节 维生素 K	(92)
第六章 水溶性维生素	(94)
第一节 B族维生素	(94)
第二节 维生素 B ₁	(95)
第三节 维生素 B ₂	(97)
第四节 泛 酸	(100)
第五节 维生素 B ₆	(102)
第六节 维生素 B ₁₂	(104)
第七节 烟 酸	(108)
第八节 叶 酸	(110)
第九节 生物素	(113)
第十节 胆 碱	(115)
第十一节 维生素 C	(116)

第七章 其 他.....	(121)
附 录.....	(123)
附录一 与营养学有关的名词.....	(123)
附录二 与一些病症相关联的微量元素与维生素.....	(128)
参考文献.....	(130)
后 记.....	(131)

第一部分 微量元素

人和动物的组织是由许多元素构成的,为了研究方便,我们把这些元素分成四类:(1)必需常量元素(构成人体总量的99.95%),如钙、磷、钠、钾、镁、氢、氮、碳、氧、硫、氯11种元素;(2)必需微量元素(其标准量都不足人体总量的 1×10^{-4});(3)可能必需的微量元素,如锗、铝、砷、锂、硼、稀土族等;(4)有毒的元素,如铅、汞、镉等。现仅就其要者介绍,并且主要地研究必需微量元素。对于必需微量元素,铁是最早被发现的,直到20世纪70年代才确定了铁、铜、锌、锰、碘、硒、钼、氟、硅、钴、铬、镍、锡、钒14种元素,并且其中的锡还有争议;另外,砷尚未被公认,对硼,因它只参与植物的生命过程,对动物的作用尚未确定,所以它们都未被列入。

必需微量元素不仅对人体的能量转换、激素的合成、大脑的思维记忆、视力的灵敏度等都有密切关系,而且它还参与人体内的各种代谢、催化,细胞的分裂、繁殖与机体的生长发育过程,以及影响内分泌、免疫功能与遗传等,因而它是人类机体必需的元素。

我们每天的饮食尽管矿物质不同,但必需微量元素在机体内的量却是相对稳定的。机体既可排泄不需要的矿物质,也可保留

身体需要的必需微量元素。如果机体内的必需微量元素缺少或超过正常水平时,则将导致各种疾病,有数据表明人类 90% 以上的疾病几乎都与微量元素有关。调查表明,不少长寿地区的饮水中必需微量元素含量高于一般地区,不少患地方病的地区,必需微量元素都是缺乏或是过高,因而必需微量元素是影响人类健康长寿的一个重要因素。

由于必需微量元素在人体内不能自然合成,就必须依靠外界供给,我们利用食物、饮料与药物等都能摄取,并且以从食物中摄取最好,只有在患者有某些疾病或食物中摄取不足时,才有必要服用药物。

在中药中,多数中药都含有不同量的必需微量元素,并且发现具有扶正固本、益气安神的补益药,都富含锌、硒、锰、铁、铜、锗等微量元素;补肾的中草药、中成药,多富含锌、锰、铜、铁等;活血化瘀的中草药,多富含镁、锌、锰等。还发现中草药中,温热药含必需微量元素较多,而寒凉药中则含量较少。需要指出,中草药中对微量元素的含量一般因产地而各异,不应一律对待。

第一章 必需常量元素

第一节 钙

钙是人体内含量最多的矿物元素,占体重的 1.5%~2%。人体内含钙总量约为 1200g/70kg,并且 99%存在于骨与牙齿内,其余的 1%存在于软组织、细胞外液及血液中,并且约 1/2 与柠檬酸螯合,或者与蛋白质结合,约 1/2 为离子状态。

一、钙对机体的功能

钙对正常的骨生成,就像铁对于血一样重要。钙是骨骼、牙齿的主要成分,它还参与凝血过程。

1. 钙能使骨骼增长

我们发现在经常食用含钙较高的牛奶与奶制品的地区,人的身材一般比较高大。特别是青少年,正是骨生长的时期,如果能多吃富钙食物,其影响甚至比遗传还大。青少年在健康发育时,正处于生长期,骨端的软骨会逐渐老化,钙与胶原纤维增加,骨盐(如磷酸钙、碳酸钙、磷酸镁、磷酸钠等无机盐)沉积,软骨钙化成骨,使骨增长。骨盐形成羟磷灰石 $[3\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot \text{Ca}(\text{OH})_2]$ 晶体与无定

形磷酸钙等而存在于有机质(含胶原蛋白、糖—蛋白质复合物等)中,有机质决定骨的韧性与弹性,无机盐决定骨的硬度。羟磷灰石沉积在胶原纤维上。组成胶原纤维的几股胶原蛋白,每两股之间的排列错开 680nm($1\text{nm}=10^{-9}\text{m}$),而每一股上的两节胶原蛋白之间有 40nm 的间隙。胶原纤维的节长至少为 300nm,所以胶原纤维上有较多的供钙的磷酸化合物沉积的空间,这是骨生成的必要物理条件。因而在生长发育期不但要多吃富钙食物,还要多吃些富含胶原蛋白的动物蹄爪、肉皮、骨头汤等食物。

一般情况下,人体骨骼的生长在 20 岁前就完成了,从 20 岁到 30 岁期间还有一个加强阶段,35 岁左右骨密度达到最高峰。

2. 钙可使牙齿正常生长、发育

儿童的乳牙与青少年的恒牙都是在它们萌出前就生成了,如果在生牙期的早期能供给充足的钙,并增加维生素 D、维生素 C 来促进钙的吸收,就能生成好的牙齿;但是,牙齿一旦生成,再补给钙与维生素,对牙齿来说就无济于事了,这充分说明了正确喂养婴儿的重要性。

羟磷灰石晶体是沉积在牙面上的,它易被酸溶解而受到破坏,如果这时能补充适量的氟,就可形成成分是氟化磷灰石晶体的釉质,它难溶于酸,从而保护了牙齿,也提高了牙齿的强度。而氟只能在牙成长期间使釉质坚固,但不能改变已经坏掉的牙,因而对含氟牙膏应科学使用才能发挥它的作用。

3. 钙参与凝血过程

当人体某处出血时,该处就会由血小板释放出凝血致活酶,它跟钙离子与凝血酶原(维生素 K 是生成凝血酶原的必需要素)结合成活性凝血酶,在它的催化作用下,血浆中的可溶性纤维蛋白原会很快变成不溶性纤维蛋白,在凝聚成块后,自然就止住了血。如果血中缺钙,则凝血时间就要延长。

4. 钙能使身体处于钙平衡状态

当人的身体在排出钙量与摄入钙量相等时,身体就处于钙平衡状态。但是,在生长发育中的儿童,骨正在增长,正常情况下,它们体内的钙应呈正平衡,骨内储存的钙比排泄出去的钙要多一点;而老年人,则可能出现轻微的负平衡,这是自然的老化过程,不同于骨软化病。

在身体处于钙平衡时,体内的骨钙、血钙与软组织细胞中的钙含量的浓度存在着很大差别。骨钙占全钙量的 99%,血液中的钙几乎全部存在于血浆中,血钙在 100mL 血中仅含钙(即血浆钙)9~11mg。至于软组织细胞中钙的含量就更少了。人体的生命活动、细胞的代谢等都取决于机体对钙的调控和三者浓度的情况。一旦它们有了改变,机体就会出现疾病,尤其血钙浓度的改变影响更为显著。

血钙中离子钙与结合钙各占一半,结合钙与血浆蛋白结合不能透过毛细血管壁。结合钙与离子钙呈平衡状态,血中 pH 值增大时,结合钙升高,反之则降低。血液中钙的平衡主要指离子钙的平衡,它的自动平衡受到甲状旁腺素、降钙素与钙质动用激素三种激素的控制。当血液中钙离子浓度降低时,甲状旁腺就分泌甲状旁腺素,使钙离子增多。钙离子浓度与甲状旁腺的分泌活动呈反比关系。例如血钙浓度超过 12mg/100mL 时,血中甲状旁腺素极低。正常血钙浓度为 9~11mg/100mL,在正常钙离子浓度下,甲状旁腺维持一定的基础分泌量。甲状旁腺素是维持血钙浓度正常水平的重要因素,它除去可升高血钙外,还有降低血磷和酸化血液等的作用。甲状旁腺素一方面作用于骨质,使骨质溶解游离出钙,使骨钙减少,血钙增加;另一方面又促进肾脏合成钙质动用激素,它可使血钙升高。而血钙离子浓度升高时,又引发了甲状腺分泌降钙素,使血钙离子浓度迅速下降;甲状旁腺激素就这样周而复始地发挥着调节血钙的作用。由于降钙素的作用起效很快,但持续时间很短;而甲状腺的分泌很慢,持续时间也长。这样,以上三种

激素就在较小的范围内调节血钙离子浓度处于一个平均值,即出现血钙离子平衡。近年发现,高血压、心脏病、动脉硬化等疾病都与血钙离子浓度低下有密切关系。

至于细胞中的钙离子浓度,则与丘脑下部激素有关,例如,丘脑下部激素中的促甲状腺素释放激素,可刺激垂体激素(如促甲状腺素)的分泌速度加快,而它的分泌速度还与细胞外钙离子浓度密切相关。当促甲状腺素释放激素与脑垂体分泌的促甲状腺素细胞的质膜受体结合后,可增加细胞膜对钙离子的通透性,这种通透性除影响垂体细胞激素的分泌外,还可使胞内钙离子重新分布,令其钙离子浓度增加,并且会很快与胞外液中钙离子浓度达到平衡,维持细胞的正常生长。如失去平衡,亦会出现病症。

5. 钙可促使肌肉健康生长与维持神经传递

血液中的钙离子对传导电脉冲、维持神经与肌肉的兴奋性,以及使其得到正常的生长发育都有非常重要的作用。缺钙时,则电脉冲的传导就会受到影响,并可使肌肉的弹性下降,身体感到疲劳,甚至小腿抽筋。

二、机体对钙的吸收

食物中的钙盐形成水溶液,在维生素 D_3 (胆钙化醇)的作用下,在小肠中与蛋白质结合,只有在它穿过小肠壁进入血液后才会产生效果,发挥作用,否则就会从大便中迅速被排出。所以,不能只凭摄入钙的量去评估饮食的补钙作用,必须考虑它的吸收量。

人体对钙的吸收会受到若干因素的影响和干扰。

1. 植酸

钙与含植酸、鞣酸的食物(如菠菜、苋菜与茶等)可生成一种不能穿越小肠壁的不溶性物质(如草酸钙),而阻碍对钙的吸收。谷类既含有各种营养素,也含有植酸,并且豆类、谷物的麸皮与胚芽

含植酸的量最高。人们常用面粉中加钙的办法来弥补因植酸而导致的钙损失;也可选用含有植酸酶的小麦与黑麦面粉,在其发酵的过程中来分解植酸而减少其对钙吸收的干扰。

2. 肠道的酸碱性环境

肠内的碱性物质溶液会阻滞对钙的吸收,而酸性溶液则有利于对钙的吸收。钙的磷酸盐、碳酸盐等可溶于酸性溶液,而难溶于碱性溶液,溶解了的钙盐才可能被吸收。乳酸、氨基酸等都可以促进钙盐的溶解而有利于小肠对钙的吸收。

3. 纤维素

过量的食用纤维素(每日摄入量 10g 以上)就会阻碍对蛋白质与脂肪的吸收,而影响对钙的吸收,并可引起腹泻、胀气。

4. 雌激素

雌激素可影响机体对钙、磷的代谢,例如在雌激素降低时,可使机体对钙的吸收下降,因而绝经后的妇女有百分之五十缺钙。

5. 维生素 D₃

维生素 D₃ 可促进机体对钙的吸收,如果经常晒太阳或服用维生素 D,则可使血液中钙的利用加快。胆固醇在机体内可转变成 7-脱氢胆固醇,储存于表皮下,在紫外线的照射下可转变成维生素 D₃,因而 7-脱氢胆固醇常被称为维生素 D₃ 元。维生素 D₃ 在肾脏代谢中转变成 1,25-二羟胆钙化醇[1,25-(OH)₂-D₃]而起作用,它经血液转运到小肠黏膜细胞的胞浆内,再由一结合因子(受体)将其转运到细胞核。1,25-(OH)₂-D₃ 不但与小肠的吸收有关,且能促进小肠吸收磷酸,以提高血钙、血磷的含量,有利于骨钙化;还能与甲状旁腺素协同促进骨钙游离于血中,提高血与骨中的柠檬酸跟钙螯合成复合物,转运到新骨使之钙化。所以,维生素 D、甲状旁腺素与降钙素都是影响对钙、磷吸收的重要因素。

由于食物中的钙可与一些物质生成不溶性的盐,无法被机体吸收,就使钙随粪便排出体外,致使吃了含钙食物而不能补钙,因

而我们在摄取食物时就应选取能够促进钙吸收的最有效食物。已经发现蛋白质与乳糖中的钙最易被吸收,因而奶与乳酪是最好的含钙食物,当然对于不宜吃奶的人来说就另当别论了。另外,由于脂肪有助于肠对维生素 D 的吸收,因而摄入适量脂肪可间接地帮助对钙的吸收,所以绝对素食也会不利于机体的健康。

三、缺钙症

机体缺钙是我国普遍存在的现象,尤其是老年人、婴儿、妇女与孕妇缺钙现象更为普遍。据调查,城市男子每人每天摄入钙约 485mg,农村约为 378mg,而标准摄入量为 800mg,相差很大。许多老年人钙的摄入量尚不足标准量的一半。缺钙现象与我国的饮食习惯以植物性食物为主有关,致使机体对钙的摄入量与吸收量都不足,而出现缺钙症。

1. 成年人缺钙易产生骨质软化

人们在缺钙的早期对缺钙是难以觉察的,当机体中缺钙时,血钙降低,就会有一部分骨钙溶解到血液中,使血钙增加,但骨钙却减少了,导致骨质软化,特别是盆骨、胸骨与四肢骨等会出现骨质增生等症状。

2. 老年人易出现机能性缺钙

由于人到老年,机能逐渐衰退,各种器官退化,血红蛋白降低,白细胞、淋巴细胞总数减少,胃酸分泌不足,免疫力、内分泌功能也显著降低。例如,老年人常出现肾脏萎缩,使排尿功能减退。由于健康人吸收磷与排泄磷的速率是相等的,多余的磷从尿中排出,现在由于肾脏萎缩,排尿速率随之降低,则血磷增高。而 100mL 血液中的磷、钙含量的乘积为一恒量,因而,相对地血钙就降低了。同时,由于老年人的甲状腺分泌甲状腺素的功能也降低了,它主要调节机体的钙、磷代谢,因而老年人更不易取得钙磷平衡。如

果有的老年人喜欢吃鱼、肉、蛋、糖等酸性食物,使血液酸化(正常时呈弱碱性,pH 值平均为 7.4),骨钙则更易溶到血液中,而使骨骼缺钙。因而,老年人缺钙,不但要补肾,还要设法促进甲状腺与甲状旁腺的分泌,不能只单纯补钙。

老年人缺钙可导致高血压、骨质疏松、糖尿病、结石病与眼疾等,容易出现肢体麻木、肌肉抽搐、腰腿酸痛,以及更年期综合征等。如果长期缺钙,就易发生骨折,还可使神经、肌肉的应激性升高,因而常见老年人两手颤抖,面部肌肉不自主地跳动,小腿肌肉抽搐,脾气烦躁易怒,这些都是老年人机体缺钙的反映。

3. 儿童缺钙易导致佝偻病

儿童轻微缺钙时,可表现为神经质,易发怒,并伴有肌肉无力等症状。稍后即可患佝偻病,骨骼成畸形生长或胀大。首先是颅骨软化,接着骨结合处增大,脊椎变形,颅穹隆变薄形成颅骨突起,两岁后往往出现弓形腿。儿童缺钙,一般也缺乏维生素 D,影响钙与磷在小肠中的吸收与控制,致使颌骨也发育不好,而长出突牙与不整齐的牙。

4. 孕妇缺钙易出现手足抽搐症与妊娠高血压

有报道,孕妇缺钙易出现手足抽搐症与妊娠高血压。绝经的妇女缺钙时,可产生颈椎及腰椎肥大,骨质疏松病,以及股骨、颈骨骨折等。

对于骨折病人一般不必另外补钙,由于在骨折端常会释出一些钙质,并且因卧床出现废用性脱钙,都可使血钙升高,如再补钙,则血钙会更高,易诱发尿路结石、内脏的钙沉着,以及引起胃酸减少,营养吸收不好,反过来影响骨折的愈合。

为避免缺钙,应经常有目的地吃一些富钙食物,以保证身体经常处于钙平衡。如果一旦出现缺钙,除多吃富钙且易被吸收的食物和服用有关药物外,还应多吃含维生素 C 的食物,多晒太阳或补充维生素 D,以利钙的吸收。

成人每天约需摄入钙 800mg,在缺乏日晒、运动又少的前提下,若还抽烟、喝酒,则每天摄入的钙需达 1400mg 才能使身体处于钙平衡。孕妇与 65 岁以上的老年人每天需钙 1500mg 才能达到钙平衡;哺乳妇女每天需供给 2000mg 钙才能达到钙平衡。

四、钙的来源

在食物中常吃的虾皮含钙量最高,钙的最好来源是牛奶与干酪。其他如海带、紫菜、龙须菜、海藻、蟹、鱼、排骨、鸡蛋含钙亦较高。黄花菜、芹菜、椰花菜、韭菜、萝卜叶、油菜、洋葱、蚕豆、大豆、芝麻、花生、红薯、核桃、杏、葡萄等,都含有一定量的钙。

中药中的石膏、赭石、龙骨与牛黄解毒丸等都含有钙。醋蛋液是很好的补钙食物,饮食中的醋渍排骨也可提供丰富的钙。

第二节 磷

成年人体内含磷总量为 650~800g/70kg,大约 80%以上的磷存在于骨骼内,其余的存在于软组织与血浆中。

一、磷对机体的功能

磷必须成为游离的磷酸盐才能被吸收,即以磷酸根的形式参与许多重要的物质代谢过程,例如构成磷脂跟蛋白质结合等。因而食物中以无机酯形式出现的磷,必须先分解才能被吸收,它的分解过程是在肠道中由磷酸酯酶完成的。血浆中的磷脂主要为磷脂酰胆碱。

磷也具有与钙同样的重要性,钙所具功能的许多方面也适用