

钙和磷的营养作用与食品加工

胡 嘉 鹏

(一)

1669年德国人H. 勃拉德发现磷元素, 1808年英国化学家H. 戴维发现钙元素以来, 人们逐步认识到钙和磷与人体生命之间有着重要的联系。十八世纪, 瑞典化学家J. 加恩指出, 动物与人的骨骼是由大量磷酸钙所组成的。1882年, 英国医生S. 林格指出了, 钙在血液中起着助凝作用。1905年, 英国人A. 哈登发现磷酸根在生物化学中起重要作用。德国人K. 罗曼于1929年发现了三磷酸腺苷(ATP)。1941年德国人F. 利曼进一步发现ATP在生物体内的重要作用, 并认为ATP是生命的能源。

在人体内, 钙和磷主要以无机盐的形成式存在。据测定, 钙约占人体体重的2%, 磷约占人体体重的1%, 人体的总钙量的99.7%以上和总磷量的87.6%以上是以 $3\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot \text{Ca}(\text{OH})_2$ 的形式构成骨盐, 存在于骨骼和牙齿中, 余下的钙和磷分布在体液和软组织中。尽管它们在体液中的含量较低, 但其生理意义十分重要。

钙对血液凝结、体内某些酶的活化都有促进作用, 此外, 还与维持神经的传导、肌肉的伸缩、毛细血管正常的渗透压和体内的酸碱平衡有关。磷是组成核酸的重要元素, 另外, 磷对葡萄糖、脂肪和蛋白质的代谢也有一定作用。

钙在人体内的代谢可以简示如图1。磷在

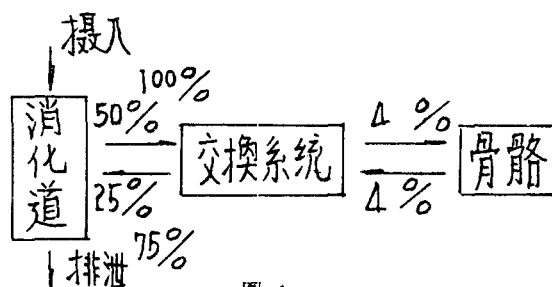


图 1

人体内的代谢与钙大体相同。

钙和磷在体内的吸收与代谢与以下三个因素有很大关系:

1. 食物中的钙、磷含量及其在体内的浓度当食物中钙的含量较高, 即进入肠道中钙浓度较高时, 钙被吸收得也多。但是, 过多的钙会与磷酸结合为溶性盐, 妨碍磷的吸收, 相反, 过量的磷酸盐也会抑制钙的吸收。因此, 对人体特别是对幼儿来说, 食物中的钙磷比是有一定意义的。当缺少钙和磷, 或钙磷比值不平衡时。常会引起幼儿的佝偻病, 目前, 对食物中的钙磷比的要求并无一致看法。一般认为 Ca/P 在1:1至2:1为好。此外, 也有人建议 $\text{N}:\text{Ca}:\text{P}$ 在7:1.5~1:1为好。

2. 人体对钙、磷量的需要性

当机体消化等系统发生变化时, 会影响钙和磷的吸收。研究认为, 钙的吸收量随年令增长而减少, 在食物中, 尽管 Ca/P 值正常, 但由于其中某一元素的吸收受到妨碍, 就会破坏体内的 Ca/p , 使另一元素的吸收受到影响, 在人体肠道内的酸度增加(如乳酸、氨基酸)时, 可以促使钙的吸收。在胃部, 由于 pH 较低, 磷酸钙容易溶解。

3. 食物中其它成份的影响

金属离子, 如 Mg 、 Fe 等可以和磷酸结合成不溶性或难溶性盐。如果在食物中这些元素过多, 就会妨碍磷的吸收。而在食物中若含过多的碱性磷酸盐、草酸盐、脂肪酸等, 则会和 Ca 结合成不溶性化合物而影响钙的吸收。

食物中的维生素D或在体内转化生成的维生素D(主要为 D_2 和 D_3)都可以在体内再变成1.25-二羟维生素 D_2 (D_3), 并在人体细胞中合成出特殊的蛋白质 Ca-Bp 来, Ca-Bp 与钙、磷的结合力比较强, 因此增加了钙、磷的吸收。

每日膳食中钙供应量的推荐值 (克/日)

表 1

国 别	中 国	荷 兰	英 国	美 国	西 德	瑞 典	加 拿 大	南 非	澳 大 利 亚	日 本
提 议 年 份	1977	1975	1969	1974	1975	1971	1975	1956	1970	1969
新 生 儿 0 ~ 6 月	0.6	每公斤 × 0.1	0.6	0.36	0.5	0.4 ~ 0.5	0.5	0.8	0.5 ~ 0.7	0.4
7 ~ 12 月	0.6	每公斤 × 0.1	0.6	0.54	0.5	0.6	0.5	0.8	0.5 ~ 0.7	0.4
儿 童 1 ~ 3 周	0.6	0.8	0.5	0.8	0.6	0.7 ~ 0.8	0.5	0.6	0.4 ~ 0.8	0.4
3 ~ 7 岁	0.6	0.8	0.5	0.8	0.7	0.8 ~ 0.9	0.5	0.7	0.4 ~ 0.8	0.5
7 ~ 9 岁	0.6	0.8	0.5	0.8	0.8	1.0	0.7	0.8	0.6 ~ 1.1	0.6
少 年 (男) 10 ~ 13 岁	0.8	1.2	0.7	1.2	1.0	1.2	0.9	0.8	0.6 ~ 1.4	0.6
13 ~ 16 岁	0.8	1.2	0.7	1.2	1.0	1.4	1.2	1.2	0.5 ~ 1.4	0.8
16 ~ 19 岁	0.9	1.2	0.6	1.2	0.9	1.4	1.0	1.2	0.5 ~ 1.4	0.9
少 年 (女) 10 ~ 13 岁	0.8	1.2	0.7	1.2	0.9	1.2	1.0	1.0	0.6 ~ 1.4	0.8
13 ~ 16 岁	0.75	1.2	0.7	1.2	0.9	1.3	0.8	1.3	0.5 ~ 1.3	0.9
16 ~ 19 岁	0.8	1.0	0.6	1.2	0.8	1.3	0.7	1.3	0.5 ~ 1.3	0.7
成 人 (男)	0.6	0.8	0.5	0.8	0.8	0.8	0.8	0.7	0.4 ~ 0.8	0.6
成 人 (女)	0.6	0.8	0.5	0.8	0.7	0.8	0.7	0.6	0.4 ~ 0.8	0.6
孕 妇	1.5	1.3	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	—	0.9 ~ 0.3	1.0
乳 妇	2.0	1.5	1.2	1.2	1.2	1.3	1.2	—	0.9 ~ 1.3	1.7

每日膳食中磷供应量的推荐值 (克/日)

表 2

国 别	美 国	西 德	加 拿 大
提 议 平 份	1974	1975	1975
新 生 儿 0 ~ 6 月	0.24	0.12 ~ 0.4	0.25
7 ~ 12 月	0.4	0.12 ~ 0.4	0.4
儿 童 1 ~ 3 岁	0.8	0.6	0.5
3 ~ 7 岁	0.8	0.7	0.5
7 ~ 10 岁	0.8	0.8	0.7
少 年 (男) 10 ~ 13 岁	1.2	1.0	0.9
13 ~ 16 岁	1.2	1.0	1.2
16 ~ 19 岁	1.2	0.9	1.0
少 年 (女) 10 ~ 13 岁	1.2	0.9	1.0
13 ~ 16 岁	1.2	0.9	0.8
16 ~ 19 岁	1.2	0.8	0.7
成 人 (男)	0.8	0.8	0.8
成 人 (女)	0.8	0.7	0.7
孕 妇	1.2	1.2	1.2
乳 妇	1.2	1.2	1.2

此外,食物中的乳糖、柠檬酸、氨基酸、蛋白质等都可以有助于钙的吸收。有报告说,食物中的镁钙比在1:2~1:1时还可预防高血压、心脏病等电解质组成不平衡症。

各国对人体需要钙和磷的量作了许多研究,一般认为,人体从食物中获得的磷是可以满足需要的。表1、2分别为各国有关部门提出的每日膳食中钙和磷供给量的推荐值。

(二)

钙在食物中的存在形成大多为磷酸钙,也有以碳酸钙、酒石酸钙、草酸钙等形式天然地存在于食物中的。

谷物中,钙和镁一起形成难溶的植酸钙镁混合盐。在果蔬的外皮中也含有一定量的钙,它的含量与果蔬外皮的坚韧度成正比。果胶分子中的半乳糖醛酸常可与 $-OCH_3$ 结合

成甲氧基果胶，但甲氧基含量过低时(<7%)，即使在高含量糖中也无法形成凝胶，如果有Ca²⁺存在时，便可以与果胶的羧基团结合成网状结构，在低糖条件下也可形成凝胶。

乳类中，钙和磷的存在形成为胶体状和可溶状两种。其中，形成酪酸钙、磷酸钙和柠檬酸钙胶体状的钙占三分之二，钙对牛乳的稳定性影响很大。当钙（与镁）过剩时，常会引起牛乳的凝固。同时，钙被聚磷酸盐螯合后（图2），还可以破坏肌肉蛋白质的网状结构，使肌肉蛋白质中一些亲水性基团外露，从而增加肉类制品的持水性。肉类本身的钙含量不高，钙磷比也低至0.07~0.14，因此添加钙盐可改善肉类的钙含量。在蛋类中，钙含量虽高于肉品（蛋壳除外），但也无法作为钙源。但制成咸蛋后，蛋的含钙量可大大增加，达到512毫克%。

食物中的磷一般以复杂的磷酸盐的结合形式存在（例如糖磷酸酯、磷蛋白、磷脂、核酸、植酸等）。在消化道中的磷酸酶作用下才分解为无机磷酸盐，而为人吸收。因此食物中存在的磷如果结合成难溶的或难分解的化合物时，就会影响磷的吸收。在谷物中的植酸（C₆H₁₈O₂₄O₆）中（图3），尽管含磷较多，但因其中的磷难被吸收，因此并非好的磷源。大豆中的磷酸有70~80%是以植酸盐形式存在的。

在蛋黄中，磷大多以卵磷蛋白、磷脂体、甘油磷酸等形式存在，它们在贮藏的过程中会逐步分解，变成无机磷酸，有助于人体吸收。

为了进一步提高加工食品的质量和营养价值，不仅要选用富含各种营养成分的食物原料，同时要注意其搭配与加工方式。在考虑了主要营养成分的配比后，还应考虑诸如钙、磷元素等含量及添加量。对于钙、磷有特殊要求的婴幼儿食品、疗效食品、

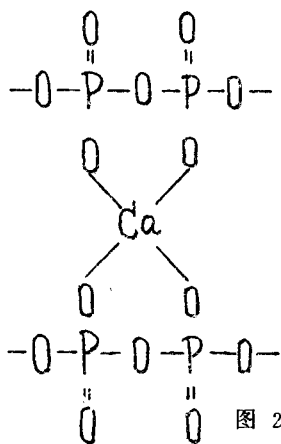


图2

强化食品尤应注意。

1.判断或确定加工食品中钙磷量的标准一般可考虑和了解以下几方面情况，然后加以综合。

(1)该加工食品中各种食物原料的配比以及各自的含钙、磷量；

(2)该加工食品在每日膳食中占的比重；

(3)该加工食品的食用对象及其日需摄入量；

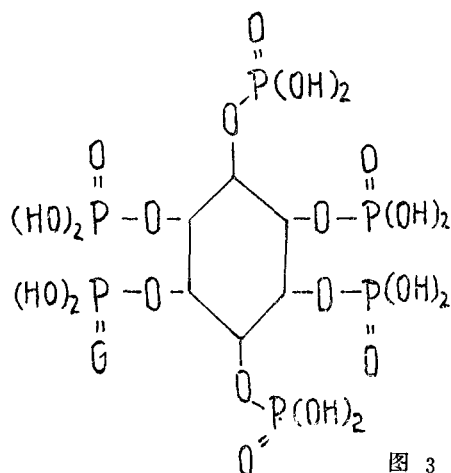


图3

(4)人体对该食品中钙磷的吸收率；

(5)加工工艺对钙磷含量及存在形式的影响；

(6)加工食品中其它成分对钙磷含量或吸收的影响；

2.选用合适的钙磷添加剂；

对一些钙磷含量明显不足、钙磷比过分不协调的加工食品，或者为了改善质量性状，可以添加合适的钙磷添加剂。

钙的添加剂有乳酸钙、胶体乳酸钙、磷酸氢钙、葡萄糖酸钙等，其中以乳酸钙最常用，其理论含钙量为13%左右。

磷的添加剂有正磷酸盐、焦磷酸钠、三聚磷酸钠、偏磷酸钠等，它们较多地用于改良食品的性状。以增加含磷（及钙）量为主要目的的磷添加剂有骨粉等。常用的为脱胶蒸骨粉，其中P₂O₅含量为24~30%。

3.提高加工食品中钙和磷的保存率，

有报告说，在食物中添加一定量的橙汁可以提高钙、磷等的保存率。又有认为，食用过

（下转32页）

钙和磷的营养作用与食品加工

胡 嘉 鹏

(一)

1669年德国人H. 勃拉德发现磷元素, 1808年英国化学家H. 戴维发现钙元素以来, 人们逐步认识到钙和磷与人体生命之间有着重要的联系。十八世纪, 瑞典化学家J. 加恩指出, 动物与人体的骨骼是由大量磷酸钙所组成的。1882年, 英国医生S. 林格指出了, 钙在血液中起着助凝作用。1905年, 英国人A. 哈登发现磷酸根在生物化学中起重要作用。德国人K. 罗曼于1929年发现了三磷酸腺苷(ATP)。1941年德国人F. 利曼进一步发现ATP在生物体内的重要作用, 并认为ATP是生命的能源。

在人体内, 钙和磷主要以无机盐的形成式存在。据测定, 钙约占人体体重的2%, 磷约占人体体重的1%, 人体的总钙量的99.7%以上和总磷量的87.6%以上是以 $3\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot \text{Ca}(\text{OH})_2$ 的形式构成骨盐, 存在于骨骼和牙齿中, 余下的钙和磷分布在体液和软组织中。尽管它们在体液中的含量较低, 但其生理意义十分重要。

钙对血液凝结、体内某些酶的活化都有促进作用, 此外, 还与维持神经的传导、肌肉的伸缩、毛细血管正常的渗透压和体内的酸碱平衡有关。磷是组成核酸的重要元素, 另外, 磷对葡萄糖、脂肪和蛋白质的代谢也有一定作用。

钙在人体内的代谢可以简示如图1。磷在

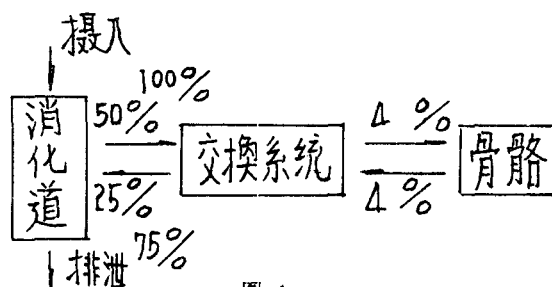


图 1

人体内的代谢与钙大体相同。

钙和磷在体内的吸收与代谢与以下三个因素有很大关系:

1. 食物中的钙、磷含量及其在体内的浓度当食物中钙的含量较高, 即进入肠道中钙浓度较高时, 钙被吸收得也多。但是, 过多的钙会与磷酸结合为溶性盐, 妨碍磷的吸收, 相反, 过量的磷酸盐也会抑制钙的吸收。因此, 对人体特别是对幼儿来说, 食物中的钙磷比是有一定意义的。当缺少钙和磷, 或钙磷比值不平衡时。常会引起幼儿的佝偻病, 目前, 对食物中的钙磷比的要求并无一致看法。一般认为 Ca/P 在1:1至2:1为好。此外, 也有人建议 $\text{N}:\text{Ca}:\text{P}$ 在7:1.5~1:1为好。

2. 人体对钙、磷量的需要性

当机体消化等系统发生变化时, 会影响钙和磷的吸收。研究认为, 钙的吸收量随年令增长而减少, 在食物中, 尽管 Ca/P 值正常, 但由于其中某一元素的吸收受到妨碍, 就会破坏体内的 Ca/p , 使另一元素的吸收受到影响, 在人体肠道内的酸度增加(如乳酸、氨基酸)时, 可以促使钙的吸收。在胃部, 由于 pH 较低, 磷酸钙容易溶解。

3. 食物中其它成份的影响

金属离子, 如 Mg 、 Fe 等可以和磷酸结合成不溶性或难溶性盐。如果在食物中这些元素过多, 就会妨碍磷的吸收。而在食物中若含过多的碱性磷酸盐、草酸盐、脂肪酸等, 则会和 Ca 结合成不溶性化合物而影响钙的吸收。

食物中的维生素D或在体内转化生成的维生素D(主要为 D_2 和 D_3)都可以在体内再变成1.25-二羟维生素 D_2 (D_3), 并在人体细胞中合成出特殊的蛋白质 Ca-Bp 来, Ca-Bp 与钙、磷的结合力比较强, 因此增加了钙、磷的吸收。