

某些微量元素与人体健康的关系*

张文玲¹, 孙瑞香¹, 魏洪芹¹, 周长祥¹, 安仰生²

(1. 山东省地质科学实验研究院, 山东 济南 250013; 2. 山东省第二地质矿产勘查院, 山东 兖州 272100)

摘要:人类是大自然的产物,是由多种元素组成的生命体,同时又是各种化学反应密切配合的体系。人体与外界环境存在着物质和能量的交换。人类生存需要各种常量元素和微量元素,维持人体正常机能所必需的 Fe, Cu, Zn, Sr, F, I, Se, Si 等微量元素,无论缺乏或过量都会导致人体产生疾病;而 Cd 等无生物功能作用的微量元素,对人体只能有毒害作用。

关键词:微量元素;人体健康;地质环境;常量元素;必需元素;有毒元素

中图分类号: Q581

文献标识码: A

微量元素与人体健康是新兴的由多学科相互渗透的研究领域,它与化学、生物学、医药学、环境科学、地学、食品营养学等有着密切的关系^[1,2,3]。现代化学痕量分析技术的不断完善、日益突出的环境污染问题及配位化学理论体系和研究方法的创立,促使该领域的相关研究不断深入^[4]。现从地质与环境、环境与微量元素入手,侧重阐述几种微量元素与人体健康的关系。

1 地质与环境

人类是地球演化过程的产物,人类的生命和生活与地质环境戚戚相关。早在两千年前的“黄帝内经”中就有人与天地相应的思想。

恩格斯指出:“地球表面和一切生活条件的渐次改变,直接导致有机体的渐次改变和他们对变化着的环境的适应……。”这一论断深刻地揭示了生物演化的根本规律。地壳演化不断为生命活动提供新的物质基础,而生命通过自然选择始终和地壳物质保持统一。当今的生物群落和人类都是地球演化到一定阶段的必然产物,和地壳物质始终保持平衡。地质背景不同会导致地质环境差异,例如:花岗岩区的风化物中富含 K, Rb, Cs (Li), Ba, ; 基性、中性岩区的纯土壤中都含有丰富的 Fe, Ti, Cu, V 的化合物;而超基性岩区的土壤中含有大量的 Cr, Ni, Co 和 Mg, 且

重金属离子与镁的含量成正比。而不同地质环境所分布的生物群落又有不同,从而不难理解植物和动物群落的界限常常与一定的地质建造界限相吻合,不同的土壤植物群落和动物群落显然不同。

2 环境与微量元素

地质环境是通过物质作用于生命体的,这种将环境与生命联系起来的最基本的物质,就是活跃于大自然的各种化学元素。在了解地质背景的基础上,深入研究各种元素在岩石—土壤—地下水和地表水—生物体的分布、赋存状态和迁移规律,有助于寻找地质环境与人体健康的相关性。

美国地球化学工作者汉密尔顿领导的实验室曾做了有价值的分析工作:在对数坐标中比较岩石和人体血液中元素的丰度,除了原生质中的主要成分 (C, H, O, N) 和岩石中的主要成分 Si 以外,两者元素丰度的吻合是惊人的。同时发现这些元素的含量在新陈代谢功能强的脏器内高些,在新陈代谢功能弱的脏器内低些,但是含量的变化仍沿袭元素在岩石中丰度变化的趋势。

随着痕量分析技术的进步,目前已知 92 种天然元素中,已有 81 种在人体中被发现 (除 He, Ne, Ar, Kr, Xe, Tc, Pm, Fr, Ac, Pa, At)。元素在环境与人体中的循环见图 1。

*收稿日期:2003-02-27;修订日期:2003-05-28;编辑:王先起

作者简介:张文玲(1954-),女,山东阳谷人,主要从事岩矿测试工作。

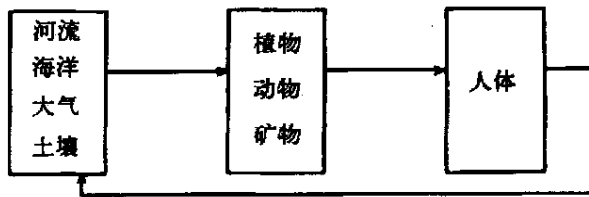


图1 元素在环境与人体中的循环

3 微量元素与人体健康

地球上的各种生物都是化学元素的物理、化学作用的结果。微量元素在环境中含量的不同,对人体健康的影响也可能不相同。当有机体由于缺乏某种必需的微量元素而生长不良或不能完成其生命循环时,补充适量的这种元素对有机体是非常必需的;但当供给量超过了有机体的需要时,同一种元素又可能起毒害作用。有些微量元素在人体中不论含量多少都会起毒害作用。

有益元素的浓度和有机体生长关系呈两边低中间平的曲线,曲线的平台部分指示了对有机体生长发育的最适宜浓度。不同元素可能有不同宽度的平台曲线。当环境中元素的供给量低于有机体所需要的最适宜浓度时,有机体的生长表现为缺乏症状;而环境中元素的供给量超过最适宜浓度,有机体就会中毒,甚至死亡。

地球化学元素通过地壳表面从岩石—水、土—生物,以及人体摄取的全过程,与人类健康相关联。当环境中某些元素超出或低于人类生理所能承受的极限时,就会影响人体的健康,患上地方病。

人类在生长、发育、繁衍等各个生命过程中需要许多元素,这些元素之间发生成千上万的化学反应,这些化学反应组成密切配合的体系,以提供生命所需的物质和能量。在人体所发现的众多元素中:

(1) H, N, C, O, P, S, K, Na, Mg, Ca, Cl 等 11 中元素是生命组成元素(全属周期表前 20 号元素),占人体总质量的 99.25%,又称为常量元素或宏量元素;其余 70 种元素仅占人体总质量的 0.01%~0.005%以下,称为微量元素或痕量元素。

(2) Fe, F, Zn, Cu, V, Sn, Se, Mn, I, Ni, Mo, Cr, Co, Br, As, Si, B, Sr 等 18 种微量元素,是人体维持正常机能所必需的,它们在人体内的不足或过剩都会影响健康,甚至危及生命。

(3) Rb, Al, Ba, Ti, Nb, Zr 等元素对人体无明显生物功能作用。

(4) As, Cd, Hg, In, Tl, Pb, Sb, Be, Ra, U, Bi, Ga 等元素对人体有毒性而无生物功能作用。

其中(1)和(2)两项又称为必需元素;(3)称为非必需元素,(4)称为有毒元素或有害元素。必需和非必需的界限是相对的,随着研究的不断深入,非必需元素可能明天会发现是必需的。主要微量元素对人体的影响如下:

(1) 铁(Fe)

铁是生命必须元素之一,在 60 kg 成人体内含铁总量为 2~3.5 g。其中 65%~70%存在于红细胞中,组成血红蛋白;约 25%存在于骨髓、肝、脾中,组成储存形式的铁蛋白或铁血黄素;约 4%~6%存在于肌红蛋白中;微量组成多种酶(各种细胞色素酶、琥珀酸脱氢酶等)。

铁是人体血液中运输和交换氧所必需的成分。铁参与血红蛋白,及各种酶等的合成,激发辅酶 A 等多种酶的活性,有促进造血、能量代谢、生长发育和杀菌的功能。人体缺铁易得传染病和贫血症;过量可引起中毒,表现为肝、肾受损。

(2) 铜(Cu)

铜是维持生命体活动所必需的微量元素之一,正常人体内铜的含量约 100~150 mg,主要存在于肝、肾、小肠及中枢神经等。铜在人体内以铜蛋白的形式存在,它具有多方面的生理功能。少量的铜离子就能活化那些含有脯氨酸或铬氨酸的短神经多肽,其中包括缓激啡、催产素和血管加压素。当人体处于应激状态时,这些物质增加人体的应激能力,使人体对疼痛的耐受力增强。

缺铜能使血液中胆固醇的含量迅速增加,导致冠状动脉粥样硬化而形成冠心病;缺铜能使酪氨酸丧失制造黑色素的能力,引起白癜风,白发等黑色素脱色症,并使毛发易折断和产生阶段性卷曲,有时还使患者双目失明;缺铜能影响大脑的正常发育,使患者智力降低,并出现惊厥等症状;缺铜还能使铁吸收及骨髓细胞的形成受到阻碍,并导致严重的贫血。而过量的铜能严重影响机体的正常代谢。

(3) 锌(Zn)

锌是人体必需的微量元素,能增强食欲、促进生长发育;有增强创伤组织的再生能力,促进组织愈合及壮阳等作用;有重要的营养价值。锌能保护心肌

免受异丙肾素导致的心肌损害。锌与利尿剂合用能增强作用,有利于控制冠心病的发生。人体缺锌将引起锌酸活力减退,产生营养不良、嗅觉和味觉丧失、视力下降、贫血、肝脾肿大、生殖器官发育不全等。锌过量会引起恶心、呕吐、痉挛、下痢等。

(4) 锶(Sr)

人体所有的组织都含有锶,锶的功能与骨骼的形成密切相关,为人体骨骼及牙齿的正常组成部分。它与血管的功能及构造也有关系,其作用机制可能是锶在肠内与钠竞争吸收部位,从而减少钠的吸收,增加钠的排泄。体内钠过多,易引起高血压,心血管疾病,而锶却能减少人体对钠的吸收,故也有预防血管疾病的作用。

锶还与神经及肌肉的兴奋有关,临床上曾用多种化合物治疗麻疹和副甲状腺功能不全而引起的抽搐症。

锶在人体内有强壮骨骼,防治心血管疾病的功效,人体缺乏锶,将会阻碍新陈代谢,产生牙齿和骨骼发育不正常等症状。锶过量时危及骨骼结构和功能。

(5) 氟(F)

氟是一种重要的生命必需微量元素,在人的骨骼、肌肉、血液和脏器中都有它的存在。氟过量导致牙齿变脆,出现褐斑,严重者周身骨质疏松,形成氟骨病。过量氟可抑制许多酶的活性,干扰基因合成,影响内分泌功能。生活在高氟区的人群往往有肢体麻木、知觉异常、反映迟钝、嗜睡不醒等症状。而氟缺乏可导致龋齿。

(6) 碘(I)

碘是人体必需的微量元素,也被称为智力元素。是甲状腺的成分,通过甲状腺素和三碘甲状腺原氨酸发挥生理作用。有促进蛋白质合成、活化多种酶、调节能量转换、加速生长发育、维持中枢神经系统结构的作用。

缺碘时可导致一系列的生化紊乱及生理功能异常。中度缺碘时会引起甲状腺肿。严重缺碘时可致生长发育停滞,妨碍儿童身体和智力发育;可引起脑的电活动降低,细胞代谢异常,皮肤毛发结构异常,生殖能力低下,神经发育受限,以致痴呆产生克汀病。

机体摄入碘量过多不但无益,反而有害。

(7) 硒(Se)

硒是人体必需微量元素中研究最广泛最深入的一个特殊元素,在人体各器官和组织中都有分布。各器官组织蓄积量由高到低的顺序为:肾—肝—脾—胰—睾丸—心—肺—脑。在肌肉、骨骼和血液中相对较低,脂肪中最低。硒在机体抗氧化防御体系中有举足轻重的作用。缺硒会造成克山病,大骨节病,白内障。而硒过量则有毒,会得脱发脱甲病,也会得白内障。

(8) 硅(Si)

硅是人体必需的微量元素之一,在人体所含所有必需微量元素中其含量最高。硅在人体的所有组织及器官中都有分布,以皮肤及肺部最高。硅是构成某些葡萄糖氨基糖和多糖羧酸的主要成分,参与多糖的代谢,为生物连接剂,与结缔组织的弹性和结构有关。硅元素可能诱发胶原的生物合成及骨的生成。硅对人体衰老可能有影响。另外硅在人体内与锗、钼、铝等多种元素有相互作用。

长期大剂量吸入游离的 SiO_2 引起矽肺。结晶 SiO_2 对动物有致癌作用。人体内硅含量高可引起肾脏疾病,摄入量过大对骨骼发育不利。

硅缺乏或硅代谢发生障碍时,可发生多种疾病,如引起心血管、骨、肾疾患,并有可能引起人体衰老。

(9) 镉(Cd)

镉不是人体的必需元素,而是有害元素。在新生儿的肾中几乎测不到它。人体内的镉都是从工业接触、食物、空气、水、吸烟等经消化道和肺吸收的。镉吸收入血液后,50%~70%存在于红细胞中,部分与血红蛋白结合,部分与金属硫蛋白结合。镉进入人体后分布于人体各个器官。被吸收的镉 $1/3 \sim 1/2$ 蓄积于肝和肾。

人在有烟尘(空气中镉含量达 $\text{mg} \cdot \text{m}^{-3}$ 级)的空气中呆1~16h,会引起急性中毒,其靶器官为肺脏。症状有咳嗽、胸闷、呼吸不畅、头痛、头晕、喉干、眼涩、肌肉骨骼疼痛,甚至引起化学性肺炎、肺水肿。食用含镉酸性食物会发生剧烈呕吐,大剂量时可引起肠道痉挛、呕吐、腹痛、腹泻等。

长期在含镉较高的环境中易引起慢性中毒,会造成肾损伤、肺损伤、骨损伤、嗅觉障碍、牙齿染黄、缩短红细胞寿命,对男性生殖能力造成破坏,甚至使人致癌。

中毒轻者会出现乏力、头昏、头痛、食欲下降、睡眠障碍等。

所有的有毒元素无论在人体内的多少,都会对人体产生不良影响,使人发病甚至死亡,因此对有害元素必须采取综合的防治措施。

参考文献:

- [1] 陈德潜,陈刚.实用稀土元素地球化学[M].北京:冶金工业出版社,1990,171-172.
- [2] 赵伦山,张本仁.地球化学[M].北京:地质出版社,1988,365.
- [3] 王夔,徐辉碧.生命科学中的微量元素[M].北京:中国计量出版社,1991,473-477.
- [4] 祁嘉义.临床元素化学[M].北京:化学工业出版社,2000,1-4.

Relation between Trace Elements and People s Health

ZHANG Wen - ling¹, SUN Rui - xiang¹, WEI Hong - qin¹, ZHOU Chang - xiang¹, AN Yang - sheng²

(1. Shandong Institute and Laboratory of Geological Sciences, Shandong Jinan 250013, China; 2. NO.2 Exploration Institute of Geology and Mineral Resources, Shandong Yanzhou 272100, China)

Abstract: Human being is one of the results from the development of the nature. It is made up of many kinds of elements, and also is a system which chemical reactions cooperate with each other. Human body exchanges materials and energy with environment. Human survives demands many macroelements and microelements. Some microelements as Fe, Cu, Zn, Sr, F, I, Se and Si which can keep demands of normal mechanism of human being, if they are lack or over, people will fall ill, while some elements such as Cd which have no biological function will do harm to human being.

Key words: Trace element; people s health; geological environment; macroelement; essential element; harmful element

(上接第 39 页)

Soil Sandization and Its Prevention of Old Yellow River Channel in Xiajin County

WANG Zhen - guo¹, SONG Gui - zhi¹, WANG Gui - ling²

(1. Lubei Geo - engineering Institute, Shandong Dezhou 253015, China; 2. Qingdao Geo - engineering Institute, Shandong Qingdao 266071, China)

Abstract: Soil sandization not only destroys natural environment, but also effect human being s living. Developing condition, damage degree and forming origin of soil sandization in old Yellow river channel in Xiajin county are analysed in this paper.

Key words: Soil sandization; developing condition; prevention and countermeasures; Xiajin in Shandong province