

“以质补量”与食物链元素平衡

“To Make Up for Deficiency in Quantity with Quality” and Elemental Balance in Food Chain

赵 霖 鲍善芬

(北京 301 医院临床基础医学研究所微量元素研究室, 副研究员 北京 100853)

裘凌沧

(中国水稻研究所, 研究员 杭州 310006)

人类社会的发展历史说明了食物链元素平衡对人类健康的重要性。机体内、外环境中整体、动态的元素相对平衡是生命与健康的重要前提,也是食物链元素平衡调控的依据。以人类健康为中心建立的生物地球化学食物链数学模型证实,食物链是调控元素平衡、增强健康素质切实可行的途径。据此,提出了“从营养健康角度进一步优化食物生产与消费,从食物链入手调控元素平衡、改善品质、增强体质”(即“以质补量”)的调控战略,并对生物、生物地球化学技术途径的调控方法及其可行性进行了探讨。

一、为何要关注食物链元素的平衡?

食物结构的改革促进了人类社会的发展,自人类掌握用火煮食、开始有农业生产起,几次历史性的食物结构改革都显著提高了生产力,改善了营养,增强了人类健康。可以毫不夸张地说,食物结构改革是促进现代人类社会发展的一个重要因素。现代人类社会的食物消费根据五项经济技术指标可划分为“吃饱求生存的温饱型”“好吃求口味的嗜好型”和“吃好求健康的营养型”三个不同阶段。与此相应,三个阶段的食物生产则分别具有“重数量”、“质、量并重”和“重质量”的特点。由于经济、文化发展的不平衡,上述三种模式在不同国家及国内不同地区都是存在的。随着生产力的提高,食物热量对人类健康的作用日益降低,除蛋白质、维生素外,矿物质元素(包括微量元素等微营养素),因生物体内不能自行合成,人类主要通过食物链摄取(或称之为环境元素),所以日益受到关注。

法国地质学家诺达克(W. Noddack)夫妇早在 30 年代就提出,“元素不仅存在于所有的矿物中,而且普遍存在于自然界的一切物体中”即“元素普遍存在律”。前苏联生物地球化学家维诺格拉多夫(A. P. Vinogradov)对 6 000 余种陆生生物进行了广谱元素分析,认为周期表上“全部”元素均以一定的“量”存在于活的有机体中。随着分析测试技术的进步,现在生命体中检测出的元素已有 80 余种,日益证实了元素存在的普遍性。

生命元素是构成人体或生物体生命活动的基本单元。生命起源于环境,并在其中长期生存、适应与进化,所以环境元素与生命健康息息相关。现已证实,与元素平衡失调有关的生物地球化学性地方病分布极广,严重威胁人类及动植物的健康。我国有 4 亿人口受到碘、氟不平衡导致的单纯性、地方性甲状腺肿与地方性氟中毒的影响。大约有 9 000 万人口生活在与缺硒有关的克山病与大骨节病病区,相应的白肌病也严重威胁当地的畜牧与野生动物的健康。上述被我国传统医学命名为“水土病”的地方病深刻地反映了自然界元素分布随时间、空间条件动态变化的不均一性对生命活动的影响。然而,伴随生产力的发展,人类食物结构的变化及食物链元素平衡的调控又对这一情况发生逆向的作用。改革开放以来,我国农村经济蓬勃发展,食物的商品交换大大增加,病区人群摆脱了祖祖辈辈受区域环境条件控制的状态,克山病病区发病率大幅度下降就是有力的证明。再如芬兰、新西兰等国虽是著名缺硒地区,但由于这些国家经济较为发达,人群食物结构中动物蛋白组成较高,该地区并未见克山病等地方病发生。这无疑与食物链元素平衡有

关。人所共知,不仅一些高死亡率的疾病如心血管病与肿瘤,而且人类的优生、智力、免疫力及衰老等均与从食物链中摄取的元素密切相关。所以,虽然不同社会发展阶段与国情有别,但是食物链元素平衡与健康却无一例外,都是人类共同面对的问题。

二、如何认识食物链元素平衡?

由于任何生物均不能在体内自行合成维持生命的无机元素,所以人体健康所需的矿物质与微量元素只能通过食物链从外界摄取。据统计,成人每日摄入的36种元素中有87.9%来自食物。不难看出,食物链元素与健康的关系极其密切。这也使我们认识到环境—动植物—人三者之间形成了一个密切联系、相互影响的食物链元素平衡系统。

伯特兰(Bertrand)建立的元素“最适营养浓度定律”生物效应模型在元素与健康研究中具有重要的理论和实践意义。该定律原是从讨论单一元素锰对健康的效应入手的,但这一生物效应的规律性(剂量—效应曲线)生动地反映了我国传统的哲学观点——“过犹不及”的深刻内涵。

大量研究证明,人是环境进化的产物,生命在环境中起源,并在其中生存、适应与进化。“判断一个元素对生命体是否必需,单纯地研究它们的生物化学性质是不够的,生物演化过程中地壳元素丰度似乎是一个更重要的因素”(李长生,1989)。70年代,汉密尔顿(Hamilton)发现,地壳、海水、人血元素丰度分布规律极为一致。这一事实告诉我们,“丰度效应”这一地壳丰度控制生命元素必需性的规律始终在影响生物的进化与生存。中国古代学者两千多年前提出的“天人相应”或“天人合一”论十分形象地描述了上述事实。

“平衡即健康”是我国传统医学的主导思想,它虽然比较模糊却又十分明确地提出了整体的动态与相对平衡是生命与健康的基础的概念。所以除了我们目前所了解的因个别元素丰缺引起的简单的“要素”病外,似乎更重要的是系统平衡与比例失调造成的“关系”病。正如彭安(1991)指出的:“要从分子水平上考察它们的相互作用,而不要只因为头发或血液中某一元素的过量或缺乏而决定政策”。相关分析表明,我国26种肿瘤的死亡率与我国61个地表土壤元素间有13.6%达到显著相关,就是很有说服力的例证。全国29个省市地表土壤中元素的周期变化节律有其共性,但比较肿瘤死亡率最高与最低的两个省的相应节律不难发现,两者存在着绝对含量与系统比例上的特异性。这种差异的显著存在可为病因分析提供有意义的线索。

三价砷及其氧化物以及汞的化合物,从西方还原论看是有毒性的,一些进口中成药的国家因其中

含微量砷和汞,曾为有关控制标准与我国有关部门进行过长时间商榷。殊不知,在中华民族传统医学几千年临床医疗实践中,这两种元素组成的药物广泛应用于多种方剂中,在治疗心血管病及一些杂病顽症中颇有效果。其含量较当代动物实验得出的最高摄入量高出甚至几百倍,却未见毒害。原因在于,首先,所使用的药物的存在形式不同,如砷(硫化汞)就是普遍应用而毒性相对很低的汞的化合物;此外,因中药本身是一个复杂的系统,整体不等于局部之和,其作用并不决定于个别成分的绝对量,而取决于基质(Speciation)和系统比例的综合效应。彭安以一位老汞矿工人为例作了分析,很有说服力。他的甲状腺和脑垂体等组织中汞含量为正常人的1000倍,退休16年后去世时并无汞中毒症状。经分析,其组织中的汞—硒比(Hg:Se)为1,虽是个别元素比,但明显抑制了汞的毒性。近十年来,有关砷元素必需性的研究也取得了一系列的进展,并发现砷在刺激哺乳动物造血方面有其独特的效果。

这些事例说明,自然界存在着整体的、动态而相对稳定的纵横向元素比例关系。它不仅遵循物质运动规律(周期律),更重要的是反映了生物进化漫长历程中综合作用过程(矛盾与统一、不平衡与适应等)中形成的生命活动规律。我们应展览视野,运用元素“群”、“谱”、“周期变化节律”及“纵横元素比”等概念,这比仅用有限元素的绝对量与相对比值作分析更有利于发现与解决问题。同时,切忌将平衡误解为是在一个封闭系统中的恒定状态。食物链元素的相关性,整体、动态与相对稳定的纵横向比例关系,反映了食物链元素丰度变化的有序性。正如普利高津(1969)所描述的:“自然界是一个远离平衡的开放系统,通过不断地与外界交换物质与能量,在外界条件变化达到一定阈值时,可能从原有的混沌无序状态转变为一种在时间、空间上或功能上的有序状态。”一切有生命的活体为适应外环境中元素质、量比的变化,维持其正常的生命活动,都是通过其内调节机制(homeostasis)或稳定过程(homeorhesis)进行自身调节,形成新的有序状态。从这种内、外稳态统一的生物进化规律中可以对食物链元素平衡得到更深刻的理解。

三、食物链是调控元素平衡,提高健康素质的主要途径

无机元素(包括宏量与微量元素)是生命体不能在体内自行合成的营养素,当元素不能及时得到补充时,生命活动的过程就会受阻或中止。因此生命体只有通过短程的(如自养生物直接的)或远程的(如异养生物间接的)主动或被动吸收环境中的

元素,才能维持其生命活动。环境元素直接影响自养生物(植物),而异养生物(动物及人)则主要通过食物链摄取环境元素。前面提到成人日摄入的 36 种元素中有 87.9% 来自食物有力地说明了这一点。长期以来,人们习惯于从特定对象的个别元素来进行探讨,即以孤立的元素、学科及对象为中心进行研究,因而对相关密切而又极为复杂的元素关系与对生命这个整体的认识存在局限性。从单一元素入手,如从食物链角度研究硒与地方病的关系,虽然是成功的,但毕竟比较少。不难看出,自然界普遍存在的生命元素与健康间的整体关系研究是十分薄弱的领域。个别因素的失调是重要,但关键在于整体。近期的大量研究日益证明了这一观点。如缺硒确实是引起一些生物地球化学地方病的重要因素,但已发现克山病还与钼、锰、镁失调有关;大骨节病同时伴随有其他 12 个元素的不平衡;甲状腺肿不仅是碘的缺乏或过量所致,也与氟、铜、锌、锰失调有关,还和水体中某些硫化化合物的存在有联系。我国台湾省沿海地区的地方病——乌脚病不仅与环境中的砷元素有关,还与土壤中腐殖酸类的影响有直接的联系。

当我们现将所掌握、测知的内外环境元素丰度数据如汉密尔顿曾做过的那样按原子序排列后,可以发现元素丰度的波动是有序的,而且所有对象的变化趋势是相似的,我们不妨称之为生命元素丰度周期变化节律。我国是稀土富国,近 20 年来稀土元素在农牧业、医疗保健应用上取得了明显的效果,但对其机理与远期效应并不清楚。我们的分析结果表明,所有研究对象体内稀土元素的节律要较周期表中其他元素更为一致。这为合理应用稀土的安全性提供了线索。大米是我国人民的主粮,与人全血的节律相比,同样有其一致性及特异性。人全血中的钠分别比大米高 140 倍,铁比大米高 29.2 倍,氯比大米高 9.7 倍。人虽长期在陆生环境中进化和适应,但其机体中的元素仍反映了生命起源于海水的特征。在日常生活中,人类不能脱离盐,并需从食物中摄取足量的铁及其他元素以适应其平衡的需要。

目前,在营养方面存在着对微营养素——微量元素营养的忽视,如各种粮食(大米、小麦等)的精制加工程序越来越复杂。在精加工过程中,不仅在麸皮中所含的维生素损失可观,微量元素成分常也不能幸免。

此外,在食物烹调加工过程中微量元素的损失也不容忽视。我们在研究医院老年病房四季全膳食中发现,由含铜丰富的原料加工出的菜肴,铜的含量下降很多,反映出食品加工烹调过程对某些微量元素有严重的影响。美国克莱维伊(Klevey)等人对其膳食微量元素成分研究中也发现了类似的现象。这一结果使人们不得不考虑某些老年性心脏病

是否同膳食中缺铜有联系。

集约化生产与现代的生活方式使动物与人类脱离了他们千万年在其中进化的自然环境,原始食物链的破坏产生了一些发人深思的现象。欧洲在机械化饲养的生猪中发现,新生仔猪如不注射铁剂就会患贫血症死亡。但研究表明,刚刚出生的家养仔猪与野生仔猪体内含铁并没有差异,唯一不同的是生活在森林中的野猪可依靠舐吃周围土壤获得铁的补充而健康生长,当给家养猪以这种条件时,虽然贫血症得以克服,免疫能力却很低下,因而易患其它疾病。这一事实反映出正常的食物链对健康具有多么重要的作用。

四、“以质补量”对食物链元素平衡调控的作用

“以质补量”是在我国人均粮水平较低条件下,通过改善粮食品质(营养、食味、加工),缓解粮食供需矛盾,提高民族健康素质的战略对策。这一策略在实践上是从食物链元素平衡调控入手。我国人民 70% 的热量和 65% 的蛋白质来自主粮谷物,是东方型高谷类、素食为主的食物结构,虽然能相对减少发达国家“文明病”的威胁,且人口出生预期寿命也接近了西方发达国家,但食物中仍存在蛋白质量少质差、矿物质元素与维生素相对缺乏的问题。目前还面对 1 亿人口营养不良,其中 4 000 万人还未解决温饱问题,因此我国农业决策机构长期以来将农业品质资源利用的重点放在产量上,相对忽视营养品质,这也是历史的必然。但联合国粮农组织(FAO)的波艾(Poey)等人 1979 年提出的生产率新概念对我国开拓利用优异种质资源具有较强的参考意义。其公式是:生产率=单产×营养价值×工艺价值。工艺价值可理解为精制加工及蒸煮食味等品质,其与食用、商业价值有关;而营养价值则是“以质补量”的核心。我们在这里着重研究相对薄弱的无机元素含量及其平衡。如以微量元素硒为例,我国自东北到西南缺硒带覆盖着约 9 000 万人口的地区,克山病大骨节病病区大多与玉米生长带重合。实践证明,如将病区中主粮玉米比例降低,将大米的食用率提高到 9% 以上,病情就可受到控制。在相近含硒量条件下,大米中蛋白质及硒的利用率比玉米高,这意味着大米的营养品质优于玉米。如能因地制宜,适当引种稻米,即可起到“以质补量”的效果。反之,在高硒地区,如我国陕西紫阳县、湖北恩施等地,为防止硒中毒,引入低硒的粮食品种,同样可起到“以质补量”的作用。

我国食物生产与消费目前正处于从基本解决温饱向小康过渡的转折阶段,但由于人口基数过

(下转第 45 页)

六、人民教育政府办,基础教育经费 应由中央和省级财政予以保证

以效益为中心的质量竞争是面向 21 世纪的中国教育面临的严峻挑战。政府应当是全国人民长远、总体利益的集中代表。人民教育政府办,基础教育经费应由中央和省级财政加以保证。

《中国教育改革和发展纲要》规定“基础教育应以地方办学为主”。基础教育的投入应由政府负责予以保证,不但是各国的通例,在我国似乎也没有争议。把基础教育的主要责任交给地方,有利于调动地方政府的积极性。因地制宜,分级决策,这是一大进步。值得进一步研究的是基础教育(特别是义务教育)的发展规模及速度。中央自上而下提出指标要求,尽管留有一些因地制宜的余地,地方决策的自主性仍往往有限。在对上负责(迎合中央要求)和对实际负责(特别是因地制宜,放慢一些地方的速度)有矛盾时,往往不得不选择前者。另一方面,将经费支持的责任层层下放(当然,中央和省拨经费仍有一定基数),在“人民教育人民办”的口号下,一些经济较困难的地区,教育经费不可能得到可靠的保障。

我国各地经济状况十分不平衡,主要表现在县、乡两级。人均 GNP 的差距,省与省只有一两倍,乡与乡可以上百倍,县与县也有差数十倍的。各地教育发展的要求固然不应一刀切,但面向 21 世纪,现代化的社会主义的中国不能再容忍在一些县仍然存在大面积的青壮年文盲。因此中央政府确定在全国有步骤地普及义务教育的目标是完全应该的。义务教育在全国统一的要求与地区之间经济水平(相关联的是对教育投入的能力)的巨大差异,要求基础教育投入的责任不能层层下放,应当以省为主,由中央和省两级共同负担起来,中央要承担起支持少数困难地方和在全国宏观调控的责任。基于此,如把保证教育投入、教师工资的责任主要放在县一级是不恰当的。

还要指出,前述生均经费指数概念不能简单地推广到省、地、县,因为在国家内部,工资水平主要决

定于全国的国民收入水平,而不取决于各地的经济水平。经济较发达的地方工资可能稍高一些,而一些边远地区尽管人均 GNP 低于全国平均甚多,但教师工资水平却往往趋高。这也进一步表明,基础教育经费至少应由省一级财政统筹。

保障基础教育投入的主要责任在省和中央财政,并不排斥多方集资乃至收费学校的存在。认为义务教育阶段一律不应收费,于情于理都是一种误解。义务教育、普及教育、免费教育是不同的概念。依法普及一定年限的教育,固然是实施义务教育的最终目的,但实施义务教育直到普遍实现(普及)是一个需数十年努力的渐进过程。新加坡没实施义务教育,基础教育的普及在世界上名列前茅;澳大利亚、美国等义务教育普及程度相当高的国家都有不少收费比较高昂的私立学校,公立学校收取部分费用(如学生实验课程所需费用)也屡见不鲜。实施义务教育,政府的责任在于,为那些不愿上私立学校或上公立学校无力交费的家庭的儿童、少年,提供良好的学习机会。基于此,提倡办一些私立学校,甚至将部分热门的公立学校改为收费学校,或者一些学校收取一定学费,并不悖于义务教育的宗旨。这样,政府财政可以集中精力办好所有的公立学校。

校办产业对短缺的教育经费来说确实不无小补。但有的同志提出,校办产业可以成为中小学生学习勤工俭学的基地。对此,我们也要有清醒的认识。以创收(主要机制为减免税收)为目的的中小学校办厂,能在多大程度上兼顾学生的勤工俭学,理论上有待商酌,实践上也有待考察。按照现代社会分工原则,中小学的主要任务是集中力量搞好教学,保证教育质量,其经费应由政府和社会予以保障。为了育人,现代中小学需要加强劳动和技术教育,更多创造学生动手操作,联系实际,了解社会的条件。要达到这些要求,非现在意义上的校办企业所能得兼的。何况,由于所处的地区环境,并不是多数中小学都具有举办以赢利为目的的校办产业的条件,因此对此不能对全国中小学寄以不切实际的期望。

(责任编辑 冷远猷)

(上接第 14 页)

大,虽然采取了严格的计划生育措施,人口绝对增长量仍居世界之冠;然而耕地资源有限,且呈不断减少之势,这就使我国人均粮在近期难以达到小康水平的下限。为摆脱这一困境在抓“增产节约”的同时,必须采取“以质补量”的战略对策,即在粮食供应较低的水平上,通过改善粮食及其他食用作物的营养品质来提高全民族的健康素质。这是品种资源、育种、生物工程、栽培、食品加工等与食品生产有关的诸多学科面临的新课题。

人所共知,大豆、猕猴桃原产我国,但西方发达国家为了提高其民族健康素质,“中为洋用”,“挖”了我国的资源潜力,“开”了增加外国人植物蛋白与维生素 C 的“源”。我们要接受“有宝不识宝”的沉痛教训,急起直追,根据四个现代化建设与食物结构调整的宏观要求,从营养健康角度优化食物生产与消费,从食物链入手调控元素平衡,改善品质,增强体质,为提高中华民族健康素质而做不懈的努力!

(责任编辑 刘先曙)