

SHIPIN YINGYANGXUE

食品营养学

王银瑞 胡 军 解柱华 编

陕西科学技术出版社

前 言

随着物质文化水平的不断提高,人们对饮食也愈来愈讲究,不仅仅满足于吃饱,而更注重食品的营养,关心饮食是否有利于身体健康,所以就迫切需要获得食品营养方面的科学知识,饮食科学化就成为人们十分关注的问题。本书内容主要包括:营养学基础知识,不同生理状况下对营养的需要和供给,粮食、肉、奶、蛋、水果、蔬菜等各类食品的营养价值,烹调、加工、贮藏过程对营养素保存的影响以及如何调配膳食、计算营养素的摄入量、评价身体营养状况和提高营养水平的措施。

本书可作为各类院校食品专业的教科书、食品培训班教材,也可作为食品企业广大职工和家庭主妇学习营养知识的参考书。

由于编写时间和编者水平所限,不妥之处在所难免,衷心希望广大读者指正。

编 者

1992.9

目 录

绪 论	(1)
第一章 热能	(5)
一、人体热能的来源与表示方法	(5)
二、决定人体热能需要的因素	(7)
三、人体热能需要量的测定与推算	(11)
四、热能的供给量与食物来源	(13)
五、膳食热能不足或入超的危害	(15)
第二章 蛋白质	(17)
一、世界蛋白质营养水平	(17)
二、蛋白质的组成和分类	(17)
三、蛋白质的生理功能	(21)
四、蛋白质的吸收与代谢	(23)
五、氮平衡	(24)
六、必需氨基酸及氨基酸评分	(26)
七、蛋白质的营养评价	(35)
八、膳食中蛋白质供给量与食物来源	(42)
九、大豆和花生的蛋白质营养	(44)
十、蛋白质营养缺乏症	(48)
第三章 脂类	(50)
一、脂类的分类与生理功能	(50)
二、脂类的消化吸收	(55)

三、必需脂肪酸.....	(57)
四、食物脂肪的营养价值.....	(59)
五、脂类的供给量与食物来源.....	(62)
第四章 碳水化合物	(64)
一、食物中碳水化合物的分类与生理功能.....	(64)
二、碳水化合物在人体中吸收代谢的特点.....	(69)
三、膳食中碳水化合物供给量与食物来源.....	(74)
四、膳食纤维.....	(75)
第五章 无机盐与微量元素	(79)
一、钙.....	(79)
二、磷.....	(86)
三、铁.....	(87)
四、锌.....	(92)
五、硒.....	(94)
六、碘.....	(96)
七、其它无机盐的功能与食物来源.....	(98)
第六章 维生素.....	(101)
一、维生素的发现和命名	(101)
二、脂溶性维生素	(107)
三、水溶性维生素	(120)
第七章 水.....	(139)
一、人体内水的分布	(139)
二、水的生理功能	(140)
三、人体需水量和水的来源	(141)
四、水的硬度与人体健康	(142)
第八章 不同生理状况下的营养与膳食.....	(145)
一、孕妇的营养与膳食	(145)
二、乳母的营养与膳食	(151)

三、婴幼儿营养	(155)
四、学龄前和学龄儿童的营养与膳食	(169)
五、中老年人的营养与膳食	(176)
第九章 各类食品的营养价值	(192)
一、谷类食品的营养价值	(193)
二、薯类食品的营养价值	(200)
三、豆类食品的营养价值	(201)
四、硬果类食品的营养价值	(204)
五、蔬菜、水果和食用菌类食品的营养价值	(205)
六、乳和乳制品类食品的营养价值	(206)
七、鱼类和其它海产品的营养价值	(208)
八、肉与肉制品的营养价值	(210)
九、蛋类食品的营养价值	(212)
十、酒类食品的营养价值	(214)
十一、强化食品的营养价值	(216)
十二、调味品及其它食品的营养价值	(217)
第十章 储藏加工与食品营养	(220)
一、储藏加工与食品营养	(220)
二、常温储藏与食品营养	(226)
三、烹调加工与食品营养	(227)
第十一章 平衡膳食与食品营养质量评价	(237)
一、平衡膳食	(237)
二、食品营养质量评价	(247)
第十二章 营养调查	(253)
一、膳食调查	(253)
二、身体营养状况检查	(263)
三、实验室生化检查	(268)
附录一 推荐的每日膳食中营养素供给量(中国营养学会	

	1988年10月修订)	(271)
附录二	世界卫生组织建议各种营养素每日摄入量.....	(275)
附录三	FAO 推荐的摄入量标准(1973)	(277)
附录四	美国每日营养素供给量标准.....	(279)
附录五	日本人膳食营养供给量(1979,厚生省公共卫生 局营养处)	(280)
参考文献		(283)

绪 论

人必须从外界摄取食物,以满足正常的生理需要。食物在体内经过消化、吸收、代谢,以满足人自身生理需要的整个过程称为营养。食品营养学就是研究这个过程以及与这个过程有关的问题的科学。它是饮食的指南,对保证人的身心健康起着重要的作用。

人类在漫长的生活实践中,对营养的认识已经从感性经验上升到理性认识。从我国医学发展的全部历史来看,营养学在我国形成较早,但在古代不称为“营养学”,而称之为“食养”、“食疗”。我国古代有关营养学的论著颇多,内容极为丰富。早在 2000 多年前,我国最早的医书《黄帝内经·素问》,已总结出“五谷为养、五果为助、五畜为益、五菜为充”的符合现代营养科学观点的平衡膳食原则,至今仍然是我国食物结构的基本模式。元朝忽思慧著《饮膳正要》,是我国医学史上第一部营养学专著,书中记载了常用食物的性、味及效用,对配膳的论述也十分详细。另外,还论述了饮食营养、饮食卫生习惯与健康的关系,并提出了具体措施,对研究现代营养学有重要的参考价值。明代医学家李时珍撰写的《本草纲目》,虽然是一部药学专著,但其中包含了许多有关饮食营养方面的内容。记载了谷、菜、果、虫、介、禽、兽等动、植物食物七百余种,还有许多“食疗”方面的内容。唐代孟选撰写的《食疗本草》,对当时可供食用并兼有疗效的食物均予以收载,主要论述了“食疗”方面的问题,对中医营养贡献较大,是研究古代营养学不可缺少的资料。“食疗”被广泛应用于临床,在我国也有悠久的历史。

现代营养科学于 18 世纪中叶奠基,19 世纪至本世纪初,是发现和研究各种营养素的鼎盛时期。本世纪中期,科学技术有了很大

的进步,这就为营养科学的发展提供了理论依据和分析手段。西方现代营养科学于本世纪初开始传入我国,使我国传统的营养学理论获得了科学的解释和提高,并应用于实践。1939年我国已有自己的食物成分分析和一些人群营养状况的调查报告,同年提出了我国第一个营养素供给量建议,但由于旧中国人民生活极端贫困,营养措施难以实施和收到成效。全国解放后,我国营养事业开始得到发展,政府对部分食物实行统购统销和价格补贴政策,使群众对主要食物的基本需要得到保证。1959年进行了第一次全国性的营养调查,建国后第一个营养素供给量建议也于1963年由中华医学会提出。“十年浩劫”使营养事业也遭受破坏。党的十一届三中全会以来,随着经济的发展和人民生活的不断改善,营养事业也得到了进一步发展。1982年进行了第二次全国性的营养调查,这次调查的结果,不仅是记载我国改革早期人民膳食营养的历史资料,而且为国家在改革期间制定和实施新的营养策略提出了科学依据。1992年6月第三次全国性的营养调查也已开始,这将对改革开放十年来实施的营养政策和措施进行检验,并为实现小康型营养水平制定新的策略。中国营养学会、中国食品协会营养指导委员会以及一些相应的营养组织机构的建立,都充分证明了营养事业在近十年来的蓬勃发展和受到各方面的重视。

随着科学技术的发展,人们逐渐掌握了生、老、病、死的规律,更加明确了营养在生命过程中的重要作用。认识到合理营养不仅与人类生命和健康有关,而且与民族的兴旺、社会经济的发展息息相关。例如日本,在第二次世界大战以后,处于战败国地位,经济十分困难,但日本政府对提高“国民素质”的各项事业十分重视,他们以很大的国力用来开发国民智力,增强国民体质,着重发展教育、医疗和营养事业,制定和颁布了一系列营养法规,将日本国民从孕育直至老死的营养问题都管起来。第二次世界大战后,日本这样快地成为经济和科技强国,日本人的智力体力健旺,能够实现高效

率、快节奏的工作和生活方式，这与他们重视营养有很大的关系。又如美国，在第二次世界大战后，被称为“世界粮仓”，国民的生活比较富裕。但是，由于没有很好地开展营养指导，高热能、高蛋白、高脂肪的饮食，造成了严重的营养过剩，与膳食有关的“文明病”，如肥胖病、糖尿病、高血压和心血管疾病等的发病率相当高。我国在全国解放以后，由于生活水平的不断提高，人民营养状况得到了改善，最明显地反映在儿童体格形态发育的增长、人口自然死亡率下降和平均寿命的延长，这与我国营养事业的发展、人民营养水平的提高，有着极为密切的关系。

我国是一个拥有 11 亿人口的大国，解决 11 亿人口的吃饭问题至关重要。随着经济的发展，人们对食品的要求越来越高，农业也就显得越来越重要。新中国成立 40 多年来，我国政府始终坚持把农业作为国民经济基础的发展方针，发扬独立自主、自力更生和艰苦奋斗的精神，以不到世界 7% 的耕地，养活了占世界 22% 的人口。尤其是在党的十一届三中全会以来，我们贯彻以经济建设为中心，坚持四项基本原则，坚持改革开放的总路线，在农村实行了以联产承包责任制为主的经济体制改革，调动了亿万农民的生产积极性，农业生产取得了举世瞩目的成就，解决了中国人民的温饱问题，现在正在向小康水平过渡。1988 年以来，我国把调整食物结构作为一项重要工作来抓，不少专家研究并制定了我国人民的食物结构，并根据食物结构来确定农业、食品工业的生产结构和群众的食物消费结构。

农业(农、林、牧、副、渔)是食物生产的基础产业部门，与营养和健康有着不可分割的内在联系。人类的营养来源于农业生产的食物。因此，农业能否提供符合人类营养要求的数量充足、品质优良、品种多样的食物，直接决定着人们的膳食构成，从而影响着人们的身体健康。作为农业科技工作者，不仅要有增产增收的技能，而且还应该掌握营养科学知识，根据人们的营养需要，合理地调整

动、植物食物的生产比例和结构,以创造一个结构比较合理的营养源。对于从事食品研究和食品生产的科技人员,只有在了解不同人群生理状况和从事各种活动对营养的要求的基础上,进行食物的研究和生产,才能有目的的为人们提供安全卫生、富有营养、品种多样的食品。

食品营养学包括的主要内容有:

营养学基础知识。介绍人体对热能和各种营养素的正常需求规律和各种营养素的供给标准。

不同生理状况下(包括孕妇、乳母、婴、幼儿及老年人)对营养的特殊需要和对食品营养的要求。

各类食品的营养价值以及如何科学地选择食品和调配膳食。

食品在储藏加工和烹调过程中的营养变化及营养素的保存问题。

营养调查的方法和如何评价人体营养状况,制定提高营养水平的措施。

第一章 热 能

人体需要热能,以供代谢、生长、维持体温和从事各种体力活动等的消耗。人每时每刻都在消耗能量,不仅劳动时要消耗能量,就是机体处于安静状态也要消耗一定的能量。例如心脏跳动、血液循环、肺的呼吸及腺体分泌等,没有能量就没有生命活动。因此,人每天都必须从食物中获得能量,以满足身体需要。

一、人体热能的来源与表示方法

(一)生物氧化与能量代谢

人每天摄入各种各样的食物,在体内经酶的催化,进行一系列复杂的化学反应,逐步地释放出其中所蕴藏的能量。碳水化合物和脂肪在体内氧化分解,最后生成二氧化碳和水,释放出能量;蛋白质分解成氨基酸后,脱去氨基,变成脂肪酸,同样也被氧化分解成二氧化碳和水,释放出能量。上述三种产热营养素,在体内被氧化分解为二氧化碳和水并释放出能量的过程,称为生物氧化。在生物氧化过程中,有贮能物质三磷酸腺苷(ATP)生成,三磷酸腺苷作为能量的传递物在细胞内普遍存在。当机体需要能量时,三磷酸腺苷将贮存的能量转变为热能(维持体温)、机械能(肌肉收缩)、电能(神经冲动)、渗透能(吸收、分泌)以及用于组织合成的化学能等。然后营养物质继续进行氧化分解,释放能量,再合成三磷酸腺苷。体内能量的贮备和利用过程,主要是通过三磷酸腺苷的合成与分解来完成的,所以说三磷酸腺苷是一种贮备能量和供给能量的物

质。但从整个能量代谢过程来看,碳水化物、脂肪和蛋白质在氧化分解过程中,所释放的能量,实际上仅有少部分以三磷酸腺苷的形式供给机体利用,其余大部分以热能的形式向外散失,仅对维持体温有一定作用。

(二)产热营养素与生理有效热能

人体所需要的热能来源于每天摄入各种食物中的碳水化物、脂肪和蛋白质三种营养素,在营养学上将这三种营养素称为“产热营养素”或“热源质”。

三种产热营养素在体内氧化分解能释放多少热能,取决于这些物质的化学本质。由于其化学本质不同,体外燃烧与体内氧化有类似之处,也有不同的地方,所以释放的热能也不相同。实验测得体外燃烧,每 g 碳水化物、脂肪和蛋白质所产生的热能分别为 4.1kcal、9.45kcal 和 5.65kcal。在体内碳水化物和脂肪可以完全氧化,所产生的热能与在体外燃烧所释放的热能相同。而蛋白质在体内则不能完全氧化成二氧化碳和水,其代谢产物中还有尿素、肌酐等含氮有机物生成,这些物质不能再进行分解而随尿排出体外。将每 g 蛋白质所产生的这些含氮有机物再在体外燃烧,则可释放出 1.30kcal 热能。因此,在计算蛋白质产热时,应将这一部分扣除。实际上 1g 蛋白质在体内氧化,只能产生 4.35(5.65~1.30)kcal 热能。另外,三种产热营养素在人体内不能全部被消化吸收,平均消化率碳水化物为 98%、脂肪为 95%、蛋白质为 92%。除去消化过程中的损失,每 g 产热营养素在体内实际产热能分别为:

碳水化物 $4.10 \times 98\% = 4\text{kcal}$

脂 肪 $9.45 \times 95\% = 9\text{kcal}$

蛋 白 质 $4.35 \times 92\% = 4\text{kcal}$

在营养学中,将每 g 产热营养素在体内氧化分解后为机体供给的净能,称为生理有效热能或生热系数。

(三)热能的表示方法

机体摄入和消耗的热能,我国多年来都使用热量单位 cal(卡)或 kcal(千卡)来表示,营养学中多用 kcal。近年来,国际上建议各种形式的能(包括热能),一律用 Joule(焦耳)为单位表示。1J 是 1N(读作牛顿)的力使 1kg 重量移动 1m 所需要的能量。1000J 是 1kJ(千焦),1000kJ 是 1MJ(兆焦)。在营养学中能量的供给与消耗一般都超过 1MJ,现在文献中也多有 MJ 的,但我国仍习惯用 kcal 表示热能。两种能量单位的换算方法如下:

$$1\text{kcal}=4.184\text{kJ}$$

$$1000\text{kcal}=4184\text{kJ}=4.184\text{MJ}$$

$$1\text{kJ}=0.239\text{kcal}$$

$$1000\text{kJ}=239\text{kcal}$$

$$1\text{MJ}=239\text{kcal}$$

通常以 1000kcal 折合 4.2MJ,1MJ 折合 240kcal。

二、决定人体热能需要的因素

人体热能的需要与消耗是一致的,无论是从需要还是从消耗来说,主要取决于下面三个因素:即维持基础代谢所需要的热能、从事各种劳动所需要的热能和食物特殊动力作用所需要的热能。其中最主要的是从事各种劳动所需要的热能,占的比重较大。

(一)维持基础代谢所需要的热能

基础代谢是指机体处于清醒、静卧、空腹(饭后 12~15h)、外界环境安静、室温 20℃左右,为维持体温和人体基本的生命活动(指呼吸、循环、腺体分泌和肌肉的一定紧张度)所需要的热能,称为基础代谢。

1. 基础代谢热能需要的计算

基础代谢所需要的热能,通常以基础代谢率来表示。基础代谢率,是指每 h 每 m^2 体表面积所散发的热能。基础代谢与个体的体表面积密切相关,而体表面积又与身高、体重相关。目前,我国常用于测定成人体表面积的公式为:

$$m^2 = 0.00659H + 0.0126W - 0.1603$$

式中 m^2 、H、W 分别为以 m^2 、cm、kg 表示的体表面积、身高及体重。

因此,成人一日基础代谢所需要的能量,常以其体表面积乘以相应年龄别的基础代谢率(见表 1-1 及 1-2),再乘以 24h。即:

$$\text{基础代谢能量需要(kcal)} = m^2 \times \text{基础代谢率} \times 24$$

一般情况下,成年人 $1m^2$ 体表面积,基础代谢所需要的能量为 40kcal/h,或 1kg 体重,基础代谢所需要的能量为 1kcal/h,以此计算更为方便。

表 1-1 人体的基础代谢率(kcal/ m^2 /h)

年龄(岁)	1	3	5	7	9	11	13	15
男	53.0	51.3	49.3	47.3	45.2	43.0	42.3	41.8
女	53.0	51.2	48.4	45.4	42.8	42.0	40.3	37.9
年龄(岁)	17	19	20	25	30	35	40	45
男	40.8	39.2	38.6	37.5	36.8	36.5	36.3	36.2
女	36.3	35.5	35.3	35.2	35.1	35.0	34.9	34.5
年龄(岁)	50	55	60	65	70	75	80	
男	35.8	35.4	34.9	34.4	33.8	33.2	33.0	
女	33.9	33.3	32.7	32.2	31.7	31.3	30.9	

表 1-2 我国正常人的基础代谢平均值(kcal/ m^2 /h)

年龄(岁)	11~15	16~17	18~19	20~23	31~40	41~50	51 以上
男	46.7	46.2	39.7	37.7	37.9	36.8	35.6
女	41.2	43.4	36.8	35.0	35.1	34.0	33.1

2. 影响基础代谢的因素

基础代谢受多种因素的影响,但主要是年龄、性别、体型及生理状况等因素的影响。

(1)年龄 年龄越小基础代谢率越高,特别是生长期的儿童,基础代谢比成人高,青壮年期较稳定,40岁以后有所下降,老年人基础代谢降低。

(2)性别 同年龄组的男子基础代谢率高于女子,这与男子去脂组织尤其是骨骼肌肉相对发达有关。

(3)身体组成及体型 肌肉不发达、体脂含量多者,基础代谢率低,身体瘦长者基础代谢高于肥胖者。

(4)生理状况 妊娠期和哺乳期的妇女,基础代谢高于同年龄组的一般妇女。

(5)气候 寒冷气温下的人基础代谢高于温热气温下的人。

此外,基础代谢还受营养状况、种族、疾病和内分泌等多种因素的影响。

(二)从事各种劳动所需要的热能

除基础代谢外,从事各种劳动是决定人体热能需要的主要因素。从事各种劳动所需要的热能与劳动强度、持续的时间以及动作的熟练程度有关。强度大,持续时间长,动作不熟练,热能需要多。按劳动强度,我国一般将成年男子分为五级,成年女子分为四级(无极重体力劳动),具体划分为:

极轻体力劳动 以坐着为主的工作,如办公室工作、组装和修理收音机与钟表等工作,业余可有一定的文体活动。男子每人每日热能供给量为 2400kcal(10.0MJ),女子为 2100kcal(8.8MJ)。

轻体力劳动 以站着或有少量走动为主的工作,如店员售货、一般实验室操作、教员讲课等。男子每人每日热能供给量为

2600kcal(10.9MJ),女子为2300kcal(9.6MJ)。

中等体力劳动 如学生的日常活动、机动车驾驶、电工安装、金工切削等。男子每人每日热能供给量为3000kcal(12.6MJ),女子为2700kcal(11.3MJ)。

重体力劳动 非机械化农业劳动、炼钢、舞蹈、体育运动等。男子每人每日热能供给量为3400kcal(14.2MJ),女子为3000kcal(12.6MJ)。

极重体力劳动 非机械化的装卸、伐木、采矿、砸石等劳动。男子每人每日热能供给量为4000kcal(16.7MJ)。

由于现代生产工具的不断革新和机械化、自动化程度的日益提高,准确地划分劳动强度等级比较困难,在实际分级时,还应按当时的具体情况进行划分。

(三)食物特殊动力作用所需要的热能

机体摄入食物以后,都可发生能量代谢的增加,使机体向外散发的热能比摄入食物以前有所增加。这种由于摄入食物而引起机体能量消耗额外增加的现象,称为食物特殊动力作用,也有人称为食物特殊生热作用。食物特殊动力作用只是增加了机体能量的消耗,并不增加能量的来源。

各种产热物质都表现有食物特殊动力作用,但作用不一。以蛋白质为最强,相当于蛋白质本身所产生热能的30%左右,其次为碳水化合物,为其所产生热能的5%~6%,脂肪约为其热能的4%~5%。一般情况下,食用混合膳食时,食物特殊动力作用所消耗的能量约为150~200kcal,相当于人体每日基础代谢能量的10%。

关于食物特殊动力作用的机理,曾有过不少研究,但至今仍无一致看法。早些的研究认为,是由于进食以后消化道一系列活动引起能量消耗的增加,但不能解释体外输入营养物质引起食物特殊动力作用的原因。其后的研究认为,摄入食物以后,体内的合成代

谢需要能量,包括蛋白质的合成、脂肪酸合成为甘油三酯或葡萄糖转变为甘油三酯等,都需要能量,特别是蛋白质的合成似乎关系较大。

三、人体热能需要量的测定与推算

人体热能的需要量实际上就是对热能的消耗量。测定人体热能消耗量在生理学和临床上使用直接测热法或间接测热法比较准确,在营养学中多采用生活作业观察法和简易的推算方法。

(一)直接测热法与间接测热法

直接测热法 直接测定机体在静卧或从事各种不同活动时向外散发的热能,可计算出基础代谢或从事各种不同活动所消耗的热能。具体测定方法,是让被测定者进入一个绝缘良好的小室中,小室四周被水包围,人在室内从事不同的活动,其所散发的热能即被水吸收,通过附设的仪表,准确记录一定时间内水温上升的度数,以此计算出在一定时间内机体从事各种不同活动所消耗的能量(见表1—3)。

间接测热法 测定机体在一定时间内的 O_2 消耗量和 CO_2 产生量,计算呼吸商(CO_2/O_2)值,根据相应的氧热价,间接计算出这段时间内机体的热能消耗。但在实际应用中,因受试者食用的是混合膳食,此时呼吸商相应的氧热价,即消耗 $1LO_2$ 产生的热量为 $4.825kcal$,故只要测定出一定时间内的 O_2 耗量,就可计算出受试者在该时间内的产热量:

$$\text{产热量(kcal)} = 4.825(\text{kcal/L}) \times O_2 \text{耗量(L)}$$

此法较直接测热法简便,但受试者仍需背上呼吸袋。

直接测热法与间接测热法都需要相应的仪器设备和一定的技术条件,营养学中一般不易采用。