



# 食品营养卫生学

中国商业出版社

# 食品营养卫生学

金 园

中国商业出版社

E66/02

## 食品营养卫生学

金 园

\*

中国商业出版社出版

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

北京房山县印刷厂印刷

\*

787×1092毫米 32开 13.75 印张 308千字

1986年12月第1版 1987年6月北京第1次印刷

印数：1—12 000册

统一书号：15237·021 定价：2.10元

## 编者的话

《中华人民共和国食品卫生法》（试行）规定“食品生产经营企业的主管部门和食品生产经营企业必须建立本系统、本单位的食品卫生管理、检验机构或者配备专职或兼职食品卫生管理人员”，一九八一年——二〇〇〇年全国食品工业发展纲要明确提出了“提高食品的营养、卫生和质量水平”的要求。因此，为食品生产、经营企业培养具有一定水平的食品营养卫生知识的人才，是当务之急。本书正是为此目的编写的。全书共分五章，第一、二两章分别为营养和食品卫生的理论基础。第三章各类食品的营养与卫生，系将日常食物分为九大类，运用前两章的基础理论逐类进行讨论和介绍。第四章合理营养与膳食，主要叙述健康和不同生理状况下的人的营养要求；合理膳食构成的原则；如何安排平衡膳食及设计营养食品；食品加工和烹调对营养素的影响；食品的营养强化、方便食品；开发利用食品新资源的营养要求等。

本书可作为高等或中等院、校食品专业的教材，亦可作为食品企业广大职工和各食品专业户学习食品营养卫生知识的参考书。

由于水平所限，本书中错误缺点一定难免，衷心地希望读者批评指正。

编 者

1985年5月

# 目 录

第一章	营养学基础知识	( 1 )
第一节	能 量	( 1 )
第二节	产热营养素	( 11 )
第三节	非产热营养素	( 29 )
第四节	食物的消化吸收和新陈代谢	( 63 )
第二章	食品卫生基础知识	( 70 )
第一节	食品污染的概念及其对人体健康的影响	( 70 )
第二节	细菌及霉菌污染	( 83 )
第三节	化学农药污染与残留	( 114 )
第四节	工业毒物污染	( 122 )
第五节	化学致癌物污染	( 129 )
第六节	食品包装材料及容器的卫生	( 142 )
第七节	我国食品添加剂卫生标准	( 154 )
第八节	食品的放射性污染	( 172 )
第三章	各类食品的营养与卫生	( 178 )
第一节	谷类、薯类和豆类食品的营养与卫生	( 178 )
第二节	畜、禽肉类食品的营养与卫生	( 197 )
第三节	水产食品的营养与卫生	( 212 )
第四节	蛋类与蛋制品的营养与卫生	( 222 )
第五节	奶与奶制品的营养与卫生	( 231 )
第六节	蔬菜、水果的营养与卫生	( 240 )
第七节	食用油脂的营养与卫生	( 253 )
第八节	调味品、冷饮及各类饮料的卫生	( 264 )
第九节	罐头食品、糕点和糖果的营养与卫生	( 276 )

<b>第四章</b>	<b>合理膳食与营养平衡</b> .....	( 289 )
第一节	合理膳食的概念与健康人的营养需要.....	( 289 )
第二节	不同生理状况下的营养要求.....	( 302 )
第三节	改进我国的膳食结构.....	( 317 )
第四节	平衡膳食的安排和营养食品设计方法.....	( 326 )
第五节	食品加工与营养.....	( 336 )
第六节	食品的营养强化和方便食品的概念.....	( 352 )
第七节	发掘和扩大营养资源.....	( 365 )
<b>第五章</b>	<b>食品的卫生质量管理</b> .....	( 376 )
第一节	食品企业的卫生.....	( 376 )
第二节	食品卫生的法制管理.....	( 382 )

### 附录一

《中华人民共和国食品卫生法》(试行).....	( 386 )
-------------------------	---------

### 附录二

烹调对食品营养素的影响.....	( 397 )
------------------	---------

### 附录三

食物的营养成分.....	( 400 )
--------------	---------

# 第一章 营养学基础知识

## 第一节 能 量 (Energy)

### 一、能量的来源、表示方法和生理热能的概念

一切有生命的机体都需要能量。能量是一种作功的力量，以热能、光能、电能、声能、化学能等多种形式存在，并能互相转换。人体每时每刻都在消耗能量，这些能量都是由摄取的食物提供的。食物中能产生能量的营养素为蛋白质、脂肪、碳水化合物，它们经过氧化产生热能，以供机体维持生命、生长发育、从事劳动及各种活动等。

机体需要的能量是以化学能的形式贮存于食物中，而食物中化学能的根源来自太阳。绿色植物吸收空气中的二氧化碳和水分，经光合作用制造有机化合物，从而将太阳能束缚在碳和氢原子之间的化学键上，这些有机化合物就成为人和动物所能利用的产热营养素的主要来源。

营养学上表示热能的单位，过去用物理学中的热量单位——千卡来表示，1“千卡”是指将1000克水由15°C升高1度所需要的热量，其全称是“千克卡”(Kilogram Calorie)，简称“千卡”(Kilocalorie或Kcal)；现在，许多国家建议，所有形式的能都应以“焦耳”(joule)为单位。1“焦耳”是用1“牛顿”力把1公斤的重物移动1米所需要的能

量。1000“焦耳”是1“千焦耳”(Kilojoule或KJ)，1000“千焦耳”是1“大焦耳”(Mega-joule或MJ)。这两种单位间的换算关系是：

$$\begin{array}{ll} 1 \text{ 千卡} = 4.184 \text{ 千焦耳} & 1 \text{ 千焦耳} = 0.239 \text{ 千卡} \\ 1000 \text{ 千卡} = 4184 \text{ 千焦耳} & 1000 \text{ 千焦耳} = 239 \text{ 千卡} \\ & = 4.184 \text{ 大焦耳} \quad 1 \text{ 大焦耳} = 239 \text{ 千卡} \end{array}$$

将产热营养素放在量热计中燃烧所测得的热，称为粗热能，而在体内经过消化、吸收及中间代谢所产生的热称为生理热能。后者一般小于前者。这是因为蛋白质在量热计中完全燃烧时每克能产热5.65千卡，但在体内它不能完全氧化，代谢的最终产物除二氧化碳和水以外，还有尿素、肌酐及其它含氮物质，这些含氮物质若完全氧化，每克还能产热1.25千卡，所以蛋白质在体内每克仅能产热4.40千卡。脂肪和碳水化合物在体内能够完全氧化，与体外燃烧基本相同，最终生成二氧化碳和水，每克脂肪产热9.45千卡，每克碳水化合物产热4.10千卡。此外，由于食入的营养素不可能百分之百地被人体吸收，一般来说，健康人对蛋白质、脂肪、碳水化物的吸收率分别为92%、95%和98%，所以三者的生理热能大致上分别为：

$$\text{蛋白质} \quad 5.65 \times 92\% - 1.25 \doteq 4 \text{ 千卡/克} (16.7 \text{ 千焦耳/克})$$

$$\text{脂 肪} \quad 9.45 \times 95\% \doteq 9 \text{ 千卡/克} (37.7 \text{ 千焦耳/克})$$

$$\text{碳水化物} \quad 4.10 \times 98\% \doteq 4 \text{ 千卡/克} (16.7 \text{ 千焦耳/克})$$

## 二、人体对能量的需要

人体每日所需要的能量，可分为维持基础代谢所需能量，从事各种活动（包括体力和脑力或两者兼有的劳动）所消耗的能量和食物特殊动力作用所消耗的能量三个部分。



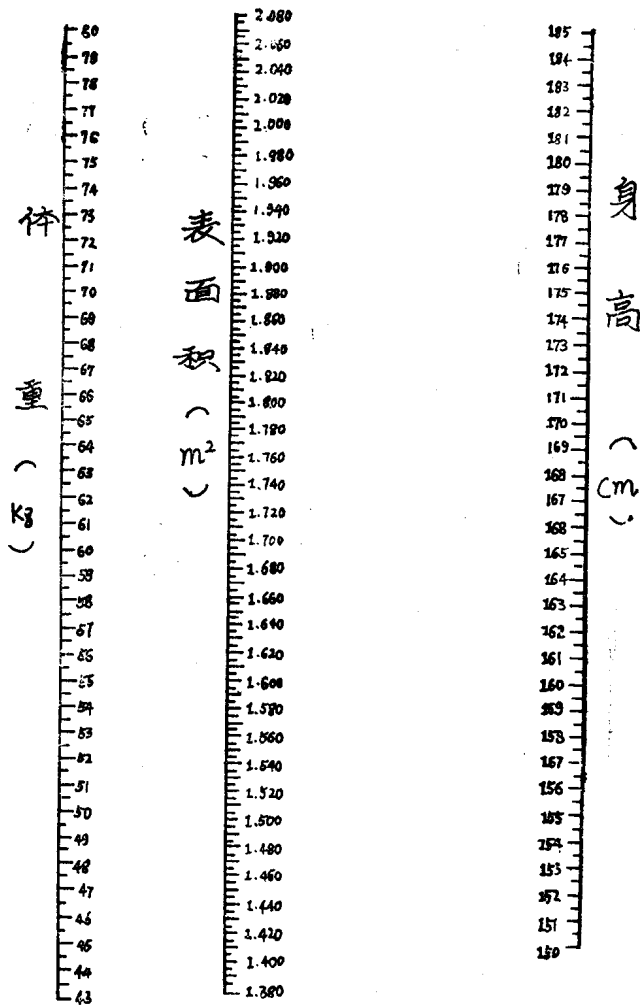


图1—1 体表面积检索表\*

用法：将被检者的身高和体重的两点联成一直线，此直线与表面积尺度的交点就是该人的体表面积

(一) 基础代谢的能量消耗 人体在空腹清醒而安静的状态下, 在适宜的气温 (18~25°C) 环境中维持基本的生命活动时的热能需要量称为基础代谢 (Basal Metabolism)。以健康成年男子为例, 其数值约为每公斤体重每小时 1 千卡, 亦即体重 65 公斤者, 每 24 小时基础代谢约为  $1 \times 65 \times 24 = 1560$  (千卡)。单位时间内人体每平方米体表面积所消耗的基础代谢热量称为基础代谢率 (Basal Metabolic Rate, BMR)。基础代谢首先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, 因而可根据公式求出:

体表面积 ( $m^2$ ) =  $0.00607 \times$  身高 (Cm) +  $0.0127 \times$  体重 (Kg) -  $0.0698^*$ 。亦可在检索表中查出 (图 1-1)。

不同性别、年龄的人体的基础代谢率亦可查表 (表 1-1)。因此, 根据个体的年龄、身高及体重, 即可从公式及图表求

表 1-1 人体基础代谢率 (千卡/平方米/小时)

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

出其基础代谢的能量消耗。

举例: 一个 25 岁的男子, 身高 170 厘米, 体重 60 公斤, 通过公式计算或从图 1-1 查出其体表面积为  $1.725m^2$ , 从表 1-1 查出其基础代谢率为 37.5 千卡/平方米/小时, 则其

\* 据赵松山等, 营养学报 6 (2) : 87-95, 1984

24小时的基础代谢能量消耗为：

$$1.725 \times 37.5 \times 24 = 1552.5 \text{ (千卡)}$$

基础代谢不仅和人的性别、年龄、体表面积有关，而且还受高级神经活动、内分泌系统状态、外界气候条件等因素的影响。体重相同时，瘦长者比矮胖者的体表面积大，基础代谢亦较高，因为瘦长者体内脂肪较少，肌肉等代谢较活跃的组织所占相对比例较大，而脂肪消耗的能量相对较少。女性基础代谢较男性约低2~12%，可能由于女性肌肉组织不怎么发达，脂肪组织相对较多所致。从年龄看，幼童时期基础代谢最高，随年龄增长而逐渐下降，唯青春期下降较慢（图1-2）。因此，儿童比成人约高10~12%，老年人比中年人约低10~15%。妇女在月经周期的基础代谢约增高2~5%，

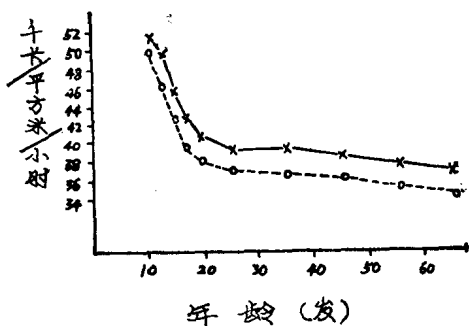


图1-2 年龄、性别与基础代谢的关系

怀孕6个月以后至分娩初期基础代谢也可增高7.6%。好运动者，其肌肉较发达，脂肪相对较少，其基础代谢较不常运动者约高5~6%。内分泌激素中，甲状腺激素的功能是调节全身各组织细胞的氧化代谢，因此，对基础代谢影响很大，医学上常用测定基础代谢的数值来确定甲状腺的机能是否正常，甲状腺机能亢进时，甲状腺素分泌增多，组织细胞中氧

化加速，基础代谢显著增高；减退时组织细胞氧化缓慢，基础代谢降低。情绪兴奋时，肾上腺素分泌增加，导致肌肉紧张、心跳气促、基础代谢增高。疾病发热时，体温每增高 $1^{\circ}\text{F}$ ，基础代谢可增加7.2%，因此，发热时要供应充裕的热能，否则体内的脂肪、蛋白质会有严重消耗。

一般情况下，基础代谢可有10~15%的正常波动。

(二) 从事劳动所消耗的能量 从事各种劳动及活动所消耗的能量是人体能量消耗的主要部分，它直接受劳动强度、持续时间、工作熟练程度的影响。例如，重体力劳动每小时消耗的能量为150~300千卡(627.6~1225.5千焦耳)，而轻体力劳动则为75千卡(313.8千焦耳)。我国营养学会将不同劳动强度划分为五种等级：

极轻体力劳动：以坐为主的工作，如办公室工作、组装修理仪器仪表等。

轻体力劳动：以站着或少量走动为主的工作，如教员讲课、一般化学实验操作、营业员售货等。

中等体力劳动：如学生的日常活动、机动车的驾驶、电工安装、金工切削等。

重体力劳动：如非机械化农业劳动、炼钢、舞蹈、体育运动等。

极重体力劳动：如非机械化的装卸、伐木、采矿、砸石等劳动。

以上只是概括地举例说明某些工作大概属于何级劳动。实际上同一种工作其强度也有不同，个体之间也有差别，故一般以群体作为对象。例如，我国学者所测定的大学生能量代谢，男大学生平均每人每日2,420千卡，女大学生平均每人每日2,170千卡。中型钢铁厂中各工种工人的能量消耗：

搬运工每人每日3964.5千卡，筛选工3576千卡，配料工3744千卡，烧结工(炉上炉下分别为3549.3千卡、3440.7千卡)，高炉工2857.2千卡。又如测定钨矿工的能量消耗为：风钻工2,600~3,100千卡，支柱工2,900~3,200千卡，手锤工3,000~3,600千卡，送矿工3,400~4,300千卡，运输工3,500~4,700千卡。测定以种蔬菜为主的城市郊区女农民田间劳动的能量消耗为2,770千卡。这些都说明不同劳动种类，其强度不同，能量消耗也有差别。

在正常情况下，体力劳动者的热能需要量是与食欲相适应的，当正常食欲得到满足时，其热能需要量一般地也可以满足，体重得以维持不变；如热能供给量过多或不足，则体重将增加或减轻。而脑力劳动时，额外的能量需要并不明显，这是因大脑经常处于活动状态，虽然在脑力劳动时神经组织的代谢增加，但对总的热能需要量影响不大。

(三) 食物特殊动力作用所消耗的能量 人类摄入任何食物后，都可使安静状态下机体的能量代谢增高，这是因为摄入的营养素对机体代谢起了特殊的刺激作用，使热能消耗量增加。此种由于摄取食物而引起的机体能量代谢的额外增高，称为食物的特殊动力作用 (Specific Dynamic Action)，这种作用只是增加机体的能量消耗，并非增加能量来源。各种食物和营养素都表现特殊动力作用，蛋白质最强，相当于其本身所供热量的20%，碳水化合物约为5~6%，脂肪约为4~5%。摄入普通混合膳食时，食物特殊动力作用所引起的额外能量消耗约为每日基础代谢的10%。

人们经过研究发现摄食所引起的消化道蠕动、消化腺分泌及吸收过程所消耗的能量，只占一小部分。食物或营养素中所含能量，在进食后，一部分立即被氧化利用，另一部

分转变成高能磷酸键（如ATP等）形式储存起来。（葡萄糖和脂肪所含能量有38~40%可转变成ATP，蛋白质有32~34%）；余下未能转变成ATP的那部分能量，机体不能利用，只能转变为热能向外界散失（此时若环境温度较低，则有助于体温的维持）。因此，摄入食物后会引起机体能量代谢的额外增高。

### 三、热能消耗量的测定方法

如前所述，食物中所含能量，一部分直接以热能形式向外界散失，另一部分储存于ATP中，供机体在各种生命过程中能量消耗之用，这些能量经组织细胞利用之后，绝大部分最后也将转变成热能而散失。所以测定机体向外散放的热能可以代表机体能量消耗，亦可反映机体能量代谢情况及机体热能需要量。一般可用直接或间接方法进行测量。

（一）直接测热法 让测定对象进入具有特别装置的隔热小室内，小室温度变化不受外界影响，则人体在室内进行的特定活动所发出的热量，可在室内用各种类型的测热仪器来准确测定。但此法所用仪器笨重复杂，目前已很少使用。

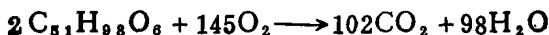
（二）间接测热法 由于食物在人体内氧化时，需消耗吸入空气中的氧，生成二氧化碳，释放出热量。因此，从测定人体消耗掉的氧气量和生成的二氧化碳量，可以计算出人体所生成的热量，此法称为间接测热法。测定时用气袋收集一定时间内受试者的全部呼出气，分析呼出气中含氧量，将吸入空气中的含氧量减去呼出气中的含氧量，即为此段时间内机体所消耗的氧的数量。此外，还要分析空气中和呼出气中的二氧化碳含量，算出二氧化碳生成量。同一时间内二氧化碳生成量与氧耗量之比，称为呼吸商（RQ）。呼吸商不

同，每消耗 1 升氧所产生的热能也不同。如下式所示，葡萄糖的呼吸商为 1。



$$RQ = \frac{6CO_2}{6O_2} = 1.00$$

而脂肪（以棕榈酸甘油酯为例）则为 0.703



$$RQ = \frac{102CO_2}{145O_2} = 0.703$$

混合膳食时，因三种营养素的 比例不同，呼吸商亦不同，每消耗 1 升氧的产热量（每立升氧卡值）也随之不同，见（表 1—2）。

表 1—2 不同呼吸商条件下氧的产能值

RQ	每立升氧卡值	RQ	每立升氧卡值	RQ	每立升氧卡值
0.718	4.693	0.81	4.794	0.91	4.903
0.72	4.695	0.82	4.804	0.92	4.914
0.73	4.706	0.83	4.815	0.93	4.925
0.74	4.717	0.84	4.826	0.94	4.936
0.75	4.728	0.85	4.837	0.95	4.947
0.76	4.739	0.86	4.848	0.96	4.958
0.77	4.750	0.87	4.859	0.97	4.969
0.78	4.761	0.88	4.870	0.98	4.980
0.79	4.772	0.89	4.881	0.99	4.991
0.80	4.783	0.90	4.892	1.00	5.002

通过测定呼出气中氧耗量和二氧化碳生成量，计算呼吸商，并查表计算，即可得出单位时间内耗氧量。

用直接测热法和间接测热法两种方法测得的结果是很吻合的，符合热力学定律，也就是说，热力学定律同样适用于人体的能量代谢。

在实际工作中，人们亦可通过膳食调查，先计算摄入食物的总量，并根据食物成分表，计算其中所含的热量，即可求出机体摄入的总热量。或通过能量消耗调查法来估计个体的能量需要，具体办法是：先记下每日各种活动的时间（分钟），然后按各种活动应消耗的能量（包括基础代谢和食物特殊动力作用在内），对照实测结果计算出一日总能量消耗。但对一个个体来说，当日摄入的能量不一定与当日的消耗完全一致，因此，对一个人观察一天，热能摄入量与消耗量之间往往不易呈现相关关系，而且个体间在食物吸收率等方面还有差异。只有对群体观察一定时间，才比较可靠。注意在选择群体时，在劳动性质相近的人群中至少选择10人，观察5~7天，将结果平均计算，则两者之间基本平衡。

#### 四、热能需要量和供给量

我国营养学会于1981年修订了每日膳食中营养素供给量标准，供作膳食工作的同志参考（见表1—3）。供给量的

表1—3

我国每日膳食中热能供给量(千卡)

成年男子 (体重60公斤) (20~40岁)	极轻体力劳动	2400	少年男子 (体重53公斤)	16岁~	2800
	轻体力劳动	2600	(体重47公斤)	13岁~	2400
	中等体力劳动	3000	少年女子 (体重48公斤)	16岁~	2400
	重体力劳动	3400	(体重45公斤)	13岁~	2300
	极重体力劳动	4000			
成年女子 (体重53公斤) (20~40岁)	极轻体力劳动	2200	儿童 (不分性别)	10~13以上	2200
	轻体力劳动	2400		7岁以上	2000
	中等体力劳动	2800		5岁以上	1600
	重体力劳动	3200		3岁以上	1400
				2岁以上	1200
				1岁以上	1100
	孕妇，后五个月	+ 300		6~12个月	100/公斤体重
	乳母，一年之内	+ 800		初生~6个月	120/公斤体重



含义与需要量不同。需要量是指维持正常生理功能所需的热量，低于这个数量则对身体产生不利影响。供给量是在满足身体的正常生理需要的基础上，按各国食物生产和饮食习惯而规定的适宜数量，因此，供给量应比需要量充裕。当摄入量稍低于供给量时，不一定就是不足，但不够安全。随着食品生产的发展，加工方法的改进，人民体质和劳动条件的改善，供给量需不断补充修订。

体重是校正热能供给量的基础。为避免超重（肥胖）或低重（过瘦）的偏差，应以一定身高时的体重为准。根据我国近期的调查，参照国际通用的年龄范围，暂取20~40岁，成年男子身高170厘米，体重60公斤；成年女子身高160厘米，体重53公斤为准。在此平均体重的±10%范围内，应视为正常体重。中年以后，基础代谢率逐渐下降，活动量逐渐减少，因而热能供给量可适当减少，其校正方法按FAO/WHO\*建议的数值为：

40~49岁	减5%
50~59岁	减10%
60~69岁	减20%
70岁以上	减30%

## 第二节 产热营养素

### 一、蛋白质(Protein)

(一) 蛋白质的生理作用 蛋白质是生物体的主要组成物质之一，是生命活动的基础。生命现象总是和蛋白质同时

• 联合国粮农组织/世界卫生组织