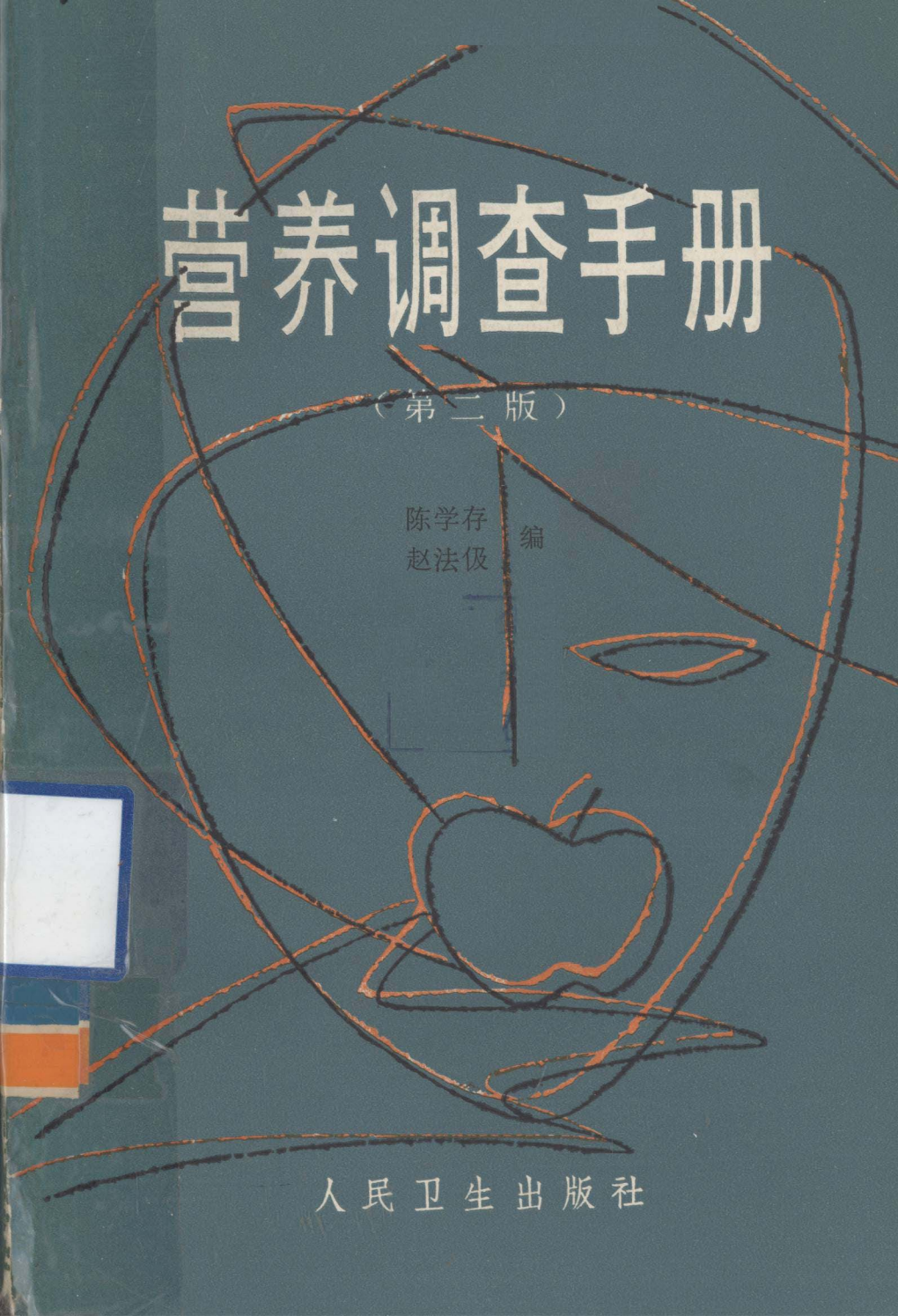


营养调查手册

The background of the cover is a dark teal color. Overlaid on this is a large, abstract sketch in orange and black lines. The sketch depicts a human face in profile, looking towards the right. The lines are expressive and somewhat chaotic, with many overlapping loops and strokes. In the lower right portion of the face sketch, there is a simple outline of an apple. The overall style is that of a hand-drawn conceptual illustration.

(第二版)

陈学存 编
赵法伋

人民卫生出版社

营养调查手册

(第二版)

陈学存 赵法伋 编

人民卫生出版社

责任编辑 亚 利

营 养 调 查 手 册

(第 二 版)

陈学存 赵法伋 编

人 民 卫 生 出 版 社 出 版

(北京市崇文区天坛西里10号)

北 京 市 卫 顺 排 版 厂 印 刷

新 华 书 店 北 京 发 行 所 发 行

850×1168毫米32开本 10印张 9插页 278千字
1959年6月第1版 1987年2月第2版第2次印刷
印数: 4,001—7,900

统一书号: 14048·1661 定价: 2.65元

〔科技新书目133—81〕

前 言

本书初版于 1959 年,它的问世,给我国营养工作者提供了一本较为实用的参考书,尤其在三年自然灾害期间,更发挥了它的作用,当时全国各地卫生工作者,特别是临床医生,由于过去对营养调查方法比较生疏,所以在实际工作中需要将这本手册作为参考。

营养学是一门范围广泛的自然科学,它与预防医学、临床医学、基础医学以及农牧业和食品工业都有密切的关系。营养调查是了解人体营养状况的基本手段,可以帮助营养学工作者发现人们所存在的营养问题,为人们提出合理的饮食指南,从而达到保证人们的身体健康和增进体质的目的。

近年来经常接到各地读者的来信,要我们再版本书以供参考。为了满足他们的要求,在有关方面的支持下,特邀请赵法伋同志共同合作,并由沈铁夫同志协助,将本书加以修订,增加了许多新内容。由于编写时间仓促,其中难免有错误之处,尚望读者指正。

陈 学一 存

目 录

第一章 正常营养纲要	1
第一节 热能	1
一、热能的单位	1
二、热能的来源及食物的热价	2
三、决定人体热能需要量的因素	3
四、膳食中的热能供给量	7
第二节 蛋白质	8
一、蛋白质的生理功用	8
二、蛋白质的营养价值	9
三、蛋白质的供给量及必需氨基酸需要量	17
第三节 脂肪	20
一、脂肪的生理功用	20
二、必需脂肪酸	21
三、脂肪的供给量	22
第四节 碳水化合物	23
一、碳水化物的生理功用	23
二、食物纤维	24
三、碳水化物的供给量	26
第五节 无机盐及微量元素	26
一、钙与磷	27
二、铁与铜	29
三、钠、钾、氯、镁	30
四、其他微量元素	30
第六节 维生素	36
一、维生素A	36
二、维生素D	41
三、维生素E	43
四、维生素B ₁ (硫胺素)	44

五、维生素 B ₂ (核黄素).....	46
六、烟酸(尼克酸).....	47
七、维生素 C (抗坏血酸).....	48
第二章 营养缺乏病发生的原因及其发展过程.....	52
第一节 原发性营养不良.....	52
一、不良的饮食习惯.....	53
二、过多食用精制食物.....	53
三、经济的因素.....	53
第二节 继发性或条件性营养不良.....	54
一、食物摄取机能的障碍.....	54
二、营养素需要量的增加.....	55
三、营养素吸收的障碍.....	56
四、营养素利用的障碍.....	57
五、营养素排泄的增加.....	58
六、营养素破坏的增加.....	59
第三节 营养素在体内的贮存及营养缺乏病发生的过程.....	59
一、组织中营养素的缺乏.....	60
二、生物化学的变化.....	60
三、功能的改变.....	61
四、形态的病变.....	61
第四节 急性与慢性营养缺乏症的意义.....	61
第三章 营养调查.....	64
第一节 膳食调查.....	65
一、询问法.....	65
二、记账法.....	66
三、称量法.....	68
四、饭票制公共食堂的膳食调查方法.....	77
五、个人的膳食调查法.....	79
六、全国或地区性的膳食调查法.....	79
七、膳食调查的注意点.....	92
八、膳食调查结果的评定.....	94
九、公共食堂的评价.....	94

第二节 体格营养状况检查	96
一、身体测量	97
二、营养缺乏症检查	101
第三节 实验室检查	136
一、检查项目	136
二、血、尿样品的采集与保存	142
三、血清(血浆)总蛋白测定	144
四、血清白蛋白和球蛋白的测定	156
五、血红蛋白测定	160
六、血清运铁蛋白测定	163
七、血清胆固醇测定	164
八、血清甘油三酯测定	166
九、血清钙测定	168
十、血清碱性磷酸酶测定	172
十一、血浆及头发中锌、铜、铁的测定	173
十二、血、发、尿中微量硒测定	176
十三、血清中维生素A及胡萝卜素的微量测定	179
十四、血清维生素A测定	180
十五、红细胞转酮酶活力测定	182
十六、尿中硫胺素测定	185
十七、全血中谷胱甘肽还原酶活性系数测定	189
十八、尿中核黄素测定	191
十九、尿中N'-甲基尼克酰胺测定	193
二十、血清中总抗坏血酸微量测定	195
二十一、尿中总抗坏血酸测定	196
二十二、尿中还原型抗坏血酸测定	198
二十三、尿中肌酐的测定	199
二十四、尿羟脯氨酸测定	200
二十五、暗适应的检查	202
二十六、角膜血管新生的检查	204
二十七、毛细血管脆性的测定	205
二十八、色液皮内注射	207

第四节 热能消耗调查·····	208
第四章 营养调查结果评价·····	213
第一节 膳食调查结果评价·····	213
一、热能和营养素摄入量·····	213
二、热能营养素来源分配·····	214
三、热能食物来源分配·····	215
四、蛋白质来源分布·····	215
五、膳食组成·····	215
六、三餐热能分配·····	216
第二节 体格营养状况检查结果评价·····	216
一、身体测量结果·····	216
二、营养缺乏症检查结果·····	223
第三节 实验室检查结果评价·····	225
第四节 营养调查的综合评价·····	226
附录一 我国每日膳食中营养素供给量·····	229
附录二 美、英、苏、日营养素供给量标准·····	236
附录三 我国人民身高、体重表·····	243
附录四 人体生化检验正常值·····	259
附录五 各种活动的热能消耗率·····	263
附录六 常见食物成分表·····	277
附录七 用微型计算机进行大容量膳食调 查数据的处理·····	306

第一章 正常营养纲要

人体为了维持生命与健康，保证正常生长发育和从事劳动，每天必须从食物中获得营养物质，即营养素 (nutrient)。营养素可分为蛋白质、脂肪、碳水化合物、维生素、无机盐和水等六类。这些营养素在体内的主要功用是供给能量、构成及修补组织、调节生理功能。人体对热能和营养素的数量和质量都有一定要求，许多国家对膳食中的营养素供给量均订有标准。我国 1981 年修订的每日膳食中营养素供给量见附录一。

每日膳食中营养素供给量 (allowance) 标准，是作为保证正常人体身体健康而提出的膳食质量标准，供计划膳食工作的参考。营养素供给量的含义与营养素需要量 (requirement) 不同。需要量是指维持身体正常生理功能所需要的数量，低于这个数量将对身体产生不利的影响。供给量是在满足身体正常生理需要的基础上按食物生产和饮食习惯等情况而规定的适宜数量，一般要比需要量充裕。随着食物生产的增加，加工方法的改变，人民体质和劳动条件的改善以及营养科学的发展，供给量是可以不断修订的。

本章兹就正常人的合理营养需要进行叙述。

第一节 热能 Energy

人体为了维持生命活动和从事劳动，每天必须从食物中获得能量，以满足机体需要。一般情况下，健康成人从食物中摄取的能量和消耗的能量经常保持平衡，否则就将引起体重减轻或过重。

一、热能的单位

营养学上所使用的热能单位，多年来一直用卡 (calorie)

或千卡 (kilocalorie), 表示一般多用千卡。1 千卡相当于 1000 克水温度由 15℃ 升到 16℃ 所需要的热量, 相当于物理学卡的 1000 倍。

近年来, 国际上建议各种形式的能量 (包括热能) 一律用焦耳 (joule) 为单位。1 焦耳就是 1 牛顿的作用力使 1 公斤重的物体在力的方向上通过 1 米的距离所做的功, 常用其 1000 倍 (千焦耳, KJ.) 或其 10^6 倍 (兆焦耳, MJ.) 作为单位。目前两种单位都可以使用, 其换算为:

1 千卡 = 4.184 千焦耳	1 千焦耳 = 0.239 千卡
1000 千卡 = 4184 千焦耳	1000 千焦耳 = 239 千卡
1000 千卡 = 4.184 兆焦耳	1 兆焦耳 = 239 千卡

二、热能的来源及食物的热价

人体所需要的热能来源是食物中的碳水化合物、脂肪、蛋白质。这些营养素在体内的氧化过程与在体外燃烧有类似之处, 但由于其最终产物不同, 所释放的热能并不完全相同。据用弹式热量计测定, 每克碳水化合物在体外燃烧时平均产热 4.1 千卡; 每克脂肪平均产热 9.45 千卡; 每克蛋白质平均产热 5.65 千卡。但在体内氧化时, 情况略有不同。碳水化合物和脂肪在体外燃烧或在体内氧化时, 其最终产物都是二氧化碳和水, 因此, 在体内氧化时释放的热能与体外燃烧时基本相同。蛋白质在体外燃烧时最终产物是二氧化碳、水、氨和氮气等; 而在体内氧化时, 最终产物为二氧化碳、水、尿素、肌酸和其它含氮有机物, 不如体外燃烧彻底。若将 1 克蛋白质在体内氧化时所产生的尿素等含氮有机物, 在体外继续燃烧, 还可产热 1.3 千卡。所以, 每克蛋白质在体内氧化时仅释放热能 $5.65 - 1.3 = 4.35$ 千卡。

另外, 食物中所含营养素在消化道内, 并非 100% 被吸收。正常人吃普通混合膳食时, 碳水化合物平均吸收率为 98%、脂肪为 95%、蛋白质为 92%; 因此, 三种营养素在体内氧化时所产生的热能应按每克碳水化合物 4 千卡、每克脂肪 9 千卡、每克蛋白质

4千卡计算。1克营养素在体外燃烧或在体内氧化时所产生热能的数量，称为食物的热价 (caloric value) 或卡价；1克营养素在体外燃烧时所产生热能的数量，称为物理卡价；在体内氧化时所产生热能的数量，称为生理卡价。见表 1-1。

表 1-1 三种营养素的热价

营 养 素	体外燃烧	热量(千卡/ 克) (A)	体内氧化	生理卡价 (A × B)
	热量 (千卡/克)		吸收率 (%) (B)	
碳水化合物	4.10	4.10	98	4.0
脂肪	9.45	9.45	95	9.0
蛋白质	5.65	4.35	92	4.0

至于供给热能的营养素在膳食中所占的比例，可因它们的特点、在机体中的作用、饮食习惯和各地食品的种类而不同。一般情况下，我国人民膳食中，碳水化合物约占总热量的 60~70%；脂肪占 16~20%；蛋白质占 10~14%。所以碳水化合物是最重要的热能来源，其次是脂肪。蛋白质虽然也提供一部分热能，但其在机体内的主要功用，并非供给热能。

三、决定人体热能需要量的因素

人体的热能需要量，主要决定于三个方面：即维持基础代谢所需的能量；从事劳动所消耗的能量；食物特殊动力作用所消耗的能量。近年，日本修订营养需要量标准时应用下式计算热能需要量。

$$A = B + Bx + \frac{1}{10}A \quad (1)$$

$$\text{或 } A = (B + Bx) \times 1.1 \quad (2)$$

式中：A——每日热能需要量

B——维持基础代谢所需要的能量

x——生活活动指数，轻劳动为 0.35；普通劳动

为 0.5；稍重劳动为 0.75；重劳动为 1.0

$$\frac{1}{10} A \text{——食物特殊动力作用}$$

(一) 基础代谢

基础代谢率 (basal metabolic rate) 是指人体在清醒而又极端安静的状态下，不受肌肉活动、环境温度、食物及神经紧张等影响时的能量代谢率。在这种情况下，各种生理活动都比较稳定，因而代谢率也是比较恒定的。基础代谢率通常用千卡/平方米体表面积/小时来表示。

基础代谢受许多因素的影响，特别是身体体表面积、性别、年龄和气候等。一般说来，男性比女性高，儿童和青少年比成人高，寒冷气候条件下比温热气候条件下高。

基础代谢率的测定，通常利用代谢率测定器，测定受试者单位时间内(通常为 6 分钟)的氧耗量，然后间接推算出产热量。在实际工作中还可根据体表面积、年龄、性别，按下式计算 24 小时基础代谢。

$$24 \text{ 小时基础代谢 (千卡)} = \text{体表面积 (米}^2\text{)} \times \text{基础代谢率 (千卡/米}^2\text{/小时)} \times 24 \text{ (小时)}$$

体表面积可根据身高、体重的测量结果查表或查图；也可按下式计算：

$$\text{体表面积 (米}^2\text{)} = 0.0061 \text{ 身高 (厘米)} + 0.0128 \text{ 体重 (公斤)} - 0.1529$$

正常人的基础代谢率平均值如表 1-2 所示。

(二) 劳动 (肌肉活动)

从事劳动所消耗的能量在人体总能量消耗中占主要部分。劳动所消耗的热能与劳动强度、劳动持续时间以及工作熟练程度有关，即劳动强度越大、持续时间越长、工作越不熟练，热能消耗越多。其中以劳动强度为主要影响因素。

劳动强度的划分，一般多分为五级。但由于生产工具的不断

表 1-2 人体基础代谢率 (千卡/平方米/小时)

年龄(岁)	男	女	年龄(岁)	男	女
1	53.0	53.0	25	37.5	35.2
3	51.3	51.2	30	36.8	35.1
5	49.3	48.4	35	36.5	35.0
7	47.3	45.4	40	36.3	34.9
9	45.2	42.8	45	36.2	34.5
11	43.0	42.0	50	35.8	33.9
13	42.3	40.3	55	35.4	33.3
15	41.8	37.9	60	34.9	32.7
17	40.8	36.3	65	34.4	32.2
19	37.2	35.5	70	33.8	31.7
20	38.6	35.3	75	33.2	31.3
			80	33.0	30.9

革命, 机械化程度的日益增长, 确切地划分劳动强度的等级比较困难, 下面只是概括地说明哪些工作大概属于哪一级劳动。

极轻体力劳动: 如办公室工作、组装和修理收音机与钟表等工作。

轻体力劳动: 如店员售货、一般化学实验操作、教员讲课等。

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。

不同劳动强度的热能需要量见表 1-3。

(三) 食物特殊动力作用

人类摄入任何食物后, 都可使安静状态下的机体发生能量代谢增高, 使机体向外界散失的热量比进食前有所增加。此种由于摄取食物而引起的机体能量代谢额外增高, 称为食物特殊动力作

表 1-3 不同劳动强度的热能需要量

劳动强度	热能需要量 (千卡/公斤体重/日)
极轻体力劳动	35~40
轻体力劳动	40~45
中等体力劳动	45~50
重体力劳动	55~60
极重体力劳动	65~70

用 (specific dynamic action), 也有人称为食物特殊生热作用。由食物特殊动力作用额外增加的热量, 因只能维持体温, 不能支持动作, 所以, 只是增加机体的能量消耗, 而不能增加能量的来源, 在计划膳食时应作为热能消耗的一个方面予以补充。

食物特殊动力作用, 一般从食后 1 小时左右开始, 延续到 7~8 小时; 食后 2~3 小时代谢率升高达最大值。各种营养素或食物都有食物特殊动力作用, 其中蛋白质最强, 相当于蛋白质本身产热的 30%; 碳水化合物次之, 约为碳水化合物本身产热的 5~6%; 脂肪最少, 约为脂肪本身产热的 4~5%。一般吃混合膳食时, 食物特殊动力作用所引起的额外能量消耗约为 150~200 千卡, 相当于基础代谢的 10%。

关于食物特殊动力作用的机理, 曾有不少研究。过去曾有人认为是肠道和消化腺的活动所引起的。但事实证明, 肠道和消化腺活动引起的代谢率升高是微乎其微的; 而食物本身并不能成为一般代谢的刺激物。在有关这种现象的研究中, 注意到食后代谢率升高的最大值并不是在食后立即出现, 而多半是错后一段时间; 而且将氨基酸注入静脉内, 可出现与经口给予时相同的代谢率升高。这些事实使人推测食后的额外热量可能来源于肝脏处理蛋白质分解产物时额外消耗的能量。因此, 有人提出假设认为肝脏在脱氨基反应过程中消耗了能量, 这可能是产生额外热量的原因。

四、膳食中的热能供给量

著名的膳食热能供给量标准有 Voit (1881)、Atwater (1918)以及前国联卫生组织 (1935) 和美国国家委员会 (1943) 所提出的数值。根据 Voit 的调查, 一个普通德国劳动者, 每日从食物中所摄取的热能约 3050 千卡。Atwater 报告每日从事中等体力劳动 10 小时的成年男子需要供给热能 3500 千卡。Gusri 所定的热能供给量则为每日从事 8 小时中等劳动的成人 3300 千卡, 相当于净得 3000 千卡 (减去所摄入的食物由排泄所损失的热量)。前国联的标准为 2400 千卡, 代表居住在温带不从事体力劳动, 只维持日常生活的成年男女所需供给的热能; 在此基础上另加每日从事劳动所需供给的热能。这样, 每日从事 8 小时中等劳动的成年男子的热能供给量为 3000 千卡。1943 年美国国家研究委员会制定的成年男子热能供给量为: 轻体力劳动每日 2400 千卡, 中等体力劳动 3000 千卡, 重体力劳动 4500 千卡。对妇女及不同年龄与性别的儿童另有规定。

上述结果是根据欧美受试者所测定的, 亚洲的研究结果不多, 1937 年前国联在远东国家农村卫生讨论会上规定, 日本普通成年男子的热能供给量为 2400 千卡; 印度为 2600 千卡。

世界粮农组织 (FAO) 热能需要量委员会在 1951 与 1957 年又回到 Atwater 的观点, 提出了参考男子与参考女子的热能需要量, 一直沿用 20 多年。参考男子为年龄 20~39 岁、体重 65 公斤、身体健康、每日从事 8 小时中等体力劳动、睡眠 8 小时、4~6 小时极轻劳动、2 小时走路与家务劳动, 其热能供给量为 3000 千卡。参考女子为年龄 20~39 岁、体重 55 公斤、身体健康、每日从事 8 小时家务或其它中等体力劳动、8 小时睡眠、4~6 小时极轻劳动、2 小时走路或家务劳动, 其热能供给量为 2200 千卡。

1971 年 FAO/WHO 专家委员会所规定的热能供给量, 根据职业的不同分为四类: 体重 65 公斤每日从事轻体力劳动的标

准男子为 2700 (2300~3100) 千卡；中等体力劳动为 3000 (2600~3400) 千卡；重体力劳动为 3500 (3100~3900) 千卡；极重体力劳动为 4000 (3600~4400) 千卡。体重 55 公斤的标准女子则分别为 2000 (1800~2200)；2200 (2000~2400)；2600 (2400~2700) 及 3000 (2800~3200) 千卡。

1981 年 FAO/WHO 专家委员会规定，体重 65 公斤、从事轻体力劳动的男子，平均每日需要供给热能 2583 千卡；体重 50 公斤与 80 公斤者则分别为 2130 与 2945 千卡。该委员会注意到基础代谢与热能需要量更为密切，所以应以基础代谢率表示热能与蛋白质的需要量，而比用体重表示更为合理，但习惯上仍多以每公斤体重来表示。该次会议规定的热能需要量与前届相差不大。

我国人民膳食热能供给量，1981 年中国生理科学会修订的结果如附录一。1962 年修订时是以年龄 20~30 岁、体重 60 公斤 (男) 和 50 公斤 (女) 的成年人、生活在年平均气温 10℃ 的温暖环境为标准。1978 年参照国际上通用的年龄范围，改以年龄 20~39 岁、体重 65 公斤 (男) 和 55 公斤 (女) 的成年人为标准。在这个年龄范围内，人体的生理状况、身体成份、体重以及劳动强度变动不大，故列为一个年龄组。在此以上的年龄应适当减少热能供给量：40~49 岁减 5%；50~59 岁减 10%；60~69 岁减 20%；70 岁以上减 30%。关于气候与人体热能需要量的关系，现在认为影响不大，故不做校正。

第二节 蛋白质 Protein

蛋白质是生命的存在形式，也是生命的物质基础。其分子中含有碳、氢、氧和氮；有的还含有硫和磷。由于碳水化合物、脂肪中只含有碳、氢和氧，不含氮，所以，蛋白质是人体唯一氮的来源，碳水化合物和脂肪都不能代替。

一、蛋白质的生理功用

(一) 构成和修补身体组织

身体各种组织，如血液、肌肉、骨、软骨、腱、膜等，主要是由蛋白质所组成。儿童的生长发育，系由新细胞的不断增生，故对婴幼儿和儿童的蛋白质供给应加倍重视。成人身体中蛋白质也在不断分解，也需要不断补充新的蛋白质。

(二) 调节生理功能

某些氨基酸在体内有解毒作用，如胱氨酸、甘氨酸和蛋氨酸等。血浆白蛋白能协助维持细胞内外液的正常渗透压；血液中的血红蛋白也有助于维持体液的酸碱平衡等。

(三) 制造有特殊生理功用的物质

酶本身即为蛋白质所制成。许多激素，如甲状腺素、肾上腺素、胰岛素、副甲状腺素等，均由氨基酸所组成。凝血酶原、纤维蛋白原以及抗体亦为蛋白质所组成。此外，许多重要物质的转运以及遗传信息的传递都与蛋白质有关。

(四) 供给热能

蛋白质也是供给热能的营养素之一，但若将所摄取的蛋白质都作为身体的热能来源，则不甚经济。所以，在膳食中应有充分的碳水化合物与脂肪来供给热能，以节省蛋白质的消耗。

二、蛋白质的营养价值

(一) 蛋白质的营养分类

组成蛋白质的基本单位是氨基酸。由于各种食物蛋白质的氨基酸组成(种类、数量、比例)不同，其营养价值也各不相同；在营养上一般可分为三大类：

1. 完全蛋白质 乃指一类含有必需氨基酸(essential amino acid)种类齐全、数量充足、相互比例适当的蛋白质。用此类蛋白质作为膳食蛋白质唯一来源时不但能维持人体生命与健康，且能促进生长与发育；例如乳类中之酪蛋白、乳蛋白，蛋类中之卵蛋白，肉类中之白蛋白及黄豆中之黄豆蛋白等。

所谓必需氨基酸是指人体内不能合成或合成速度不能满足机体需要，必须从每日膳食中供给一定的数量，否则就不能维持机