

第一章 宏量营养素与能量

学习目标

1. 掌握必需氨基酸、必需脂肪酸、氮平衡等基本概念；宏量营养素的主要食物来源及参考摄入量；能量的来源。
2. 熟悉宏量营养素的生理功能及其缺乏时的临床表现；影响人体能量消耗的主要因素。
3. 了解宏量营养素的体内代谢；食物蛋白质、脂类的营养评价指标；能量单位、能量系数。
4. 熟练掌握人体基础代谢的计算。
5. 具有合理安排饮食；科学地选择食物预防营养缺乏病的能力。

案例导学与分析

案例导学

李某，男性，50岁，身高175cm，体重80kg，目前从事轻体力劳动。日常饭量较大，特别喜欢吃动物性食物，不喜欢吃蔬菜水果。今年单位组织职工体检，其血脂检查结果如下：血甘油三酯严重超标，血胆固醇和低密度脂蛋白胆固醇稍微超标。

分析：

1. 请为李某分析其血脂超标的原因。
2. 分析膳食中脂肪酸对人体血脂水平的影响？
3. 需要给他怎样的膳食建议？

人类所需的营养素大约有40多种，根据其化学性质和生理功能可分为蛋白质、脂类、碳水化合物、矿物质、维生素五大类，其中蛋白质，脂类和碳水化合物因为需要量多，在膳食中所占的比重大，被称为宏量营养素(macronutrients)。宏量营养素又称为产能营养素，可以提供机体从事劳动和维持生命所需要的能量，同时在满足组织细胞生长与修复的需要，维持机体正常的生长、发育及生理功能方面发挥着重要作用。

第一节 蛋白质

蛋白质 (protein) 是化学结构复杂的一类有机化合物, 是机体细胞、组织和器官的重要组成成分, 是一切生命的物质基础, 没有蛋白质就没有生命。由于碳水化合物和脂肪中仅含有碳、氢、氧, 不含氮, 所以蛋白质是人体氮元素的唯一来源。正常成年人体内的蛋白质占体重的 16%~19%。

一、蛋白质的分类

(一) 氨基酸

氨基酸 (amino acid) 是蛋白质的基本组成单位, 由于氨基酸排列顺序不同, 氨基酸链的长短不同, 以及空间结构的异同, 就构成了各种功能各异的蛋白质。食物中的蛋白质必须经过肠胃道消化, 分解成氨基酸才能被人体吸收利用, 人体对蛋白质的需要实际就是对氨基酸的需要。构成人体蛋白质的 20 种氨基酸分别是甘氨酸、丙氨酸、缬氨酸、亮氨酸、异亮氨酸、苯丙氨酸、脯氨酸、色氨酸、丝氨酸、酪氨酸、半胱氨酸、蛋氨酸、天冬酰胺、谷氨酰胺、苏氨酸、天冬氨酸、谷氨酸、赖氨酸、精氨酸和组氨酸。营养学上将氨基酸分为必需氨基酸和非必需氨基酸两类, 见表 1-1。

表 1-1 构成人体蛋白质的氨基酸

必需氨基酸	非必需氨基酸
异亮氨酸	丙氨酸
亮氨酸	精氨酸
赖氨酸	天门冬氨酸
蛋氨酸	天门冬酰胺
苯丙氨酸	谷氨酸
苏氨酸	谷氨酰胺
色氨酸	甘氨酸
缬氨酸	脯氨酸
组氨酸*	丝氨酸
	条件必需氨基酸
	半胱氨酸
	酪氨酸

*组氨酸为婴儿必需氨基酸，成人需要量相对较少

1. 必需氨基酸 (essential amino acid, EAA) 必需氨基酸是指人体自身不能合成或合成速度不能满足机体需要，必须从食物中直接获得的氨基酸。这类氨基酸有 9 种，分别是赖氨酸、蛋氨酸、亮氨酸、异亮氨酸、苏氨酸、缬氨酸、色氨酸、苯丙氨酸、组氨酸。

组氨酸是婴儿必需的氨基酸，FAO/WHO 在 1985 年首次列出了成人组氨酸的需要量为 8~12mg/(kg·d)。但由于人体组氨酸在肌肉和血红蛋白中储存量较大，而人体对其需求量又相对较少，因此很难直接证实人体内有无合成组氨酸的能力，故尚难确定组氨酸是否为成人的必需氨基酸。

2. 非必需氨基酸 (non-essential amino acid, NEAA) 非必需氨基酸是指人体可以自身合成或由其它氨基酸转化而得到，不一定需要从食物中直接供给的氨基酸。

3. 条件必需氨基酸 (conditionally essential amino acid) 某些氨基酸在正常情况下能够在体内合成，为非必需氨基酸；但在某些特定条件下，由于合成能力有限或需要量增加，不能满足机体的需要，必须从食物中获取。因此，被称为条件必需氨基酸。

(二) 氨基酸模式与限制氨基酸

某种蛋白质中各种必需氨基酸的构成比例称为氨基酸模式 (amino acid pattern)，其计算方法是将该种蛋白质中的色氨酸含量作为 1，分别计算出其他必需氨基酸的相应比值，这一系列的比值就是该种蛋白质的氨基酸模式。几种食物蛋白质和人体蛋白质氨基酸模式见表 1-2。

表 1-2 几种食物蛋白质和人体蛋白质氨基酸模式

	异亮氨 酸	亮氨 酸	赖氨 酸	蛋氨酸+ 半胱氨 酸	苯丙氨 酸+酪氨 酸	苏氨 酸	缬氨 酸	色氨 酸
人体	5.0	9.8	7.5	3.7	6.3	3.8	6.5	1.0
全鸡 蛋	3.2	5.1	4.1	3.4	5.5	2.8	3.9	1.0
牛奶	3.4	6.8	5.6	2.4	7.3	3.1	4.6	1.0

牛肉	4.4	6.8	7.2	3.2	6.2	3.6	4.6	1.0
大米	4.0	6.3	2.3	2.3	3.8	2.9	4.8	1.0
大豆	4.3	5.7	4.9	1.2	3.2	2.8	3.2	1.0
面粉	3.8	6.4	1.8	2.8	7.2	2.5	3.8	1.0

当食物蛋白质氨基酸模式与人体蛋白质氨基酸模式越接近时,必需氨基酸被机体利用的程度也就越高,食物蛋白质的营养价值也越高。这类含必需氨基酸种类齐全,氨基酸模式与人体蛋白质氨基酸模式接近,营养价值较高,不仅可维持成人的健康,也可促进儿童生长、发育的蛋白质称为优质蛋白(或称完全蛋白质),如蛋、肉、奶、鱼等动物性蛋白质以及大豆蛋白等。鸡蛋蛋白质与人体蛋白质的氨基酸模式最接近,在实验中常作为参考蛋白(reference protein)。参考蛋白是指可用来测定其他蛋白质质量的标准蛋白。

反之,有些食物蛋白质中虽然含有种类齐全的必需氨基酸,但是氨基酸模式与人体蛋白质氨基酸模式差异较大,其中一种或几种必需氨基酸相对含量较低,致使其他必需氨基酸在体内不能被充分利用而浪费,造成其蛋白质营养价值降低,虽可维持生命,但不能促进生长发育,这类蛋白质被称为半完全蛋白。大多数植物蛋白都是半完全蛋白。而这些含量相对较低的必需氨基酸称为限制氨基酸(limiting amino acid),其中含量最低的称为第一限制氨基酸,以此类推。植物性蛋白质往往相对缺少下列必需氨基酸:赖氨酸、蛋氨酸、苏氨酸和色氨酸,所以其营养价值相对较低。如大米和面粉蛋白质中赖氨酸含量较少,赖氨酸就是这些食物的限制氨基酸。

那些含必需氨基酸种类不全、既不能维持生命又不能促进生长发育的食物蛋白质称为不完全蛋白质,如玉米胶蛋白、动物结蹄组织中的胶原蛋白等。

(三) 蛋白质的互补作用

在饮食中提倡食物多样化,两种或两种以上食物蛋白质混合食用,其中所含有的必需氨基酸取长补短,相互补充,使各种必需氨基酸的比例更接近人体的需要,从而提高蛋白质利用率的作用,这种现象称为蛋白质的互补作用。例如将大豆制品和米面按照一定比例食用,大豆蛋白可弥补米面蛋白质中赖氨酸的不足,同时米面也可在一定程度上补充大豆蛋白质中蛋氨酸的不足。

为了充分发挥蛋白质的互补作用,在膳食调配的时候应当遵循三个原则:①

食物种类越多越好；②食物的种属越远越好，荤素搭配、粮豆搭配比单一同类食物搭配更能发挥蛋白质的互补作用；③不同种类食物的食用时间越近越好，最好同时食用。

二、蛋白质的生理功能

（一）构成组织，供给生长、更新和修补组织

蛋白质是一切生命的物质基础，是机体细胞、组织、器官的重要组成部分，是人体组织更新和修补的主要原料。体内的这些蛋白质处于不断的分解、重建及修复的动态平衡中，每天约有 3% 的蛋白质参与更新，即使机体完全不摄入蛋白质，体内仍然进行着蛋白质的分解和合成。因此，每日必须从膳食中摄取一定量的蛋白质，以维持机体的氮平衡。

在一定时间内摄入的氮等于排出的氮，称为零氮平衡（zero nitrogen balance），一般见于成年人；若摄入的氮大于排出的氮，说明机体处于正氮平衡（positive nitrogen balance），一般见于婴幼儿、孕妇、乳母以及病后恢复期病人等；若摄入的氮低于排出的氮，则机体处于负氮平衡（negative zero nitrogen balance），见于衰老、饥饿、禁食和消耗性疾病。见表 1-3。

表 1-3 人体内蛋白质代谢状态

代谢状态	蛋白质代谢特点	常见人群或状态
零氮平衡	合成代谢约等于分解代谢	健康的成年人
正氮平衡	合成代谢约大于分解代谢	婴幼儿、孕妇、乳母、和病后恢复期病人
负氮平衡	合成代谢约小于分解代谢	衰老、饥饿、禁食和消耗性疾病病人

（二）参与调节生理功能

血浆蛋白帮助维持身体内的液体体液平衡和酸碱平衡，血浆蛋白浓度降低，血浆渗透压也下降，血浆中的水分流入组织引起水肿。蛋白质还可以调节机体生理生化及免疫功能。如：酶的催化作用，激素的调节功能，血浆蛋白的运输功能，胶原蛋白的支架作用及抗体的免疫作用等都需要充分的蛋白质来完成。

（三）供给能量

蛋白质是三大热能营养素之一。每克蛋白质可产生 16.7kJ（4kcal）的能量，人体每日所需要的能量有 10%~15% 来自蛋白质，当碳水化合物、脂肪提供的能

量不能满足机体需要时，蛋白质可被代谢水解，产生能量。

三、食物蛋白质营养价值的评价

（一）蛋白质含量

膳食蛋白质含量多少，是评价该膳食蛋白质营养价值的基础。蛋白质含氮较稳定，多数蛋白质平均含氮量为 16%，即每 1g 氮相当于 6.25g 蛋白质。通过凯氏定氮法，只要测定生物样品中的含氮量，再乘以换算系数就可以计算出其中蛋白质的含量，即食物中含氮量×6.25。不同膳食蛋白质含量不同，大豆蛋白质含量丰富（30%~40%），动物性食品也较为丰富（>10%），粮谷类含量较低（<10%），蔬菜水果类含量很少（1%~2%）。

（二）蛋白质消化率

蛋白质消化率 (protein digestibility) 不仅反映了膳食中蛋白质被机体消化酶消化分解的程度，还反映了消化后的氨基酸和肽被吸收的程度。消化率愈高，则表示蛋白质容易被消化酶分解为氨基酸，被机体吸收利用的愈多，其营养价值也愈高。蛋白质消化率测定的公式如下：

$$\text{蛋白质消化率(\%)} = \frac{\text{食物氮} - (\text{粪氮} - \text{粪代谢氮})}{\text{食物氮}} \times 100\%$$

蛋白质消化率受食物本身的影响，动物性食物蛋白质消化率一般为 90%以上，植物性食物蛋白质消化率一般在 80%以下。不同的加工烹调方法对食物蛋白质的消化率有影响，如煮黄豆的消化率仅为 60%左右，但将其加工成豆腐，除去了大豆中的纤维素等不利于蛋白质消化吸收的因素，蛋白质消化率可提高到 90%。

（三）蛋白质的生物学价值

蛋白质的生物学价 (biological value, BV) 值简称生物价，表示食物蛋白质消化吸收后被机体利用的程度。蛋白质生物学价值的高低取决于必需氨基酸的含量和比值。食物蛋白质的必需氨基酸比值与人体组织蛋白质中氨基酸比值越接近，该食物蛋白质生物学价值越高。公式如下：

$$\text{生物价} = \frac{\text{储留氮}}{\text{吸收氮}} \times 100\% = \frac{\text{吸收氮} - (\text{尿氮} - \text{尿内源性氮})}{\text{食物氮} - (\text{粪氮} - \text{粪代谢氮})} \times 100\%$$

生物价对指导肝、肾病病人的膳食有很多意义。生物价高，表明食物蛋白质中氨基酸主要用来合成人体蛋白，避免有过多的氨基酸经肝、肾代谢而释放能量

或由尿排出多余的氮，从而减少肝肾负担。常见食物蛋白质生物学价值见表 1-4。

表 1-4 常见食物蛋白质生物学价值

食物	生物价	食物	生物价	食物	生物价
全鸡蛋	94	大米	77	生大豆	57
鸡蛋黄	96	小麦	67	熟大豆	64
鸡蛋白	83	白面粉	52	豆腐	65
脱脂牛奶	85	小米	57	扁豆	72
鱼肉	83	玉米	60	蚕豆	58
牛肉	76	红薯	72	花生	59
猪肉	74	马铃薯	67	白菜	76

(四) 蛋白质净利用率

蛋白质净利用率 (net protein utilization, NPU) 能更全面反映膳食蛋白质的实际利用程度，它把膳食蛋白质的消化和利用两个方面都考虑到了。蛋白质净利用率高，表示摄入的蛋白质在体内实际被利用的越多，营养价值越高。公式如下：

$$\text{蛋白质净利用率 (\%)} = \text{消化率} \times \text{生物价} = \frac{\text{储留氮}}{\text{食物氮}} \times 100\%$$

BV 和 NPU 都是比较精确的方法，缺点是都要收集和分析大量的粪尿样品。

(五) 蛋白质功效比值

蛋白质功效比值 (protein efficiency ratio, PER) 是指摄入单位重量蛋白质时动物体重增加的量。一般用刚断奶的雄性大白鼠，喂养含 10%蛋白质的饲料 28 天，然后计算相当于摄入 1g 蛋白质所增加的体重克数。幼鼠体重增加和摄入蛋白质的量的比值来反映蛋白质的营养价值的指标。由于所测蛋白质主要被用来提供生长需要，所以该指标被广泛用来婴幼儿食品中蛋白质的评价。凡能使幼鼠体重增加较多者，蛋白质营养价值亦较高，公式如下：

$$\text{蛋白质功效比值} = \frac{\text{动物体重增加 (g)}}{\text{摄入食物蛋白质 (g)}}$$

(六) 氨基酸评分

氨基酸评分 (amino acid score, AAS) 又叫蛋白质化学评分，是目前广为

应用的一种食物蛋白质营养价值评价方法，不仅适用于单一食物蛋白质的评价，还可用于混合食物蛋白质的评价，氨基酸评分是食物蛋白质中某种必需氨基酸含量与等量参考蛋白质中该氨基酸含量的比值，公式如下：

$$\text{氨基酸评分} = \frac{\text{待测蛋白质每克氮(或蛋白质)中某种必需氨基酸 (mg)}}{\text{参考模式蛋白质每克氮(或蛋白质)中该氨基酸量 (mg)}}$$

氨基酸评分简单、费用低。可通过测得的限制氨基酸及缺乏程度，进行蛋白质互补或氨基酸强化。缺点是不能反映蛋白质在体内的利用情况。

除上述方法外，还有一些蛋白质营养价值评价的方法，如相对蛋白质值、净蛋白质比值等，一般使用较少。几种常见食物蛋白质质量见表 1-5。

表 1-5 几种常见食物蛋白质质量

食物	BV	NPU	PER	AAS
全鸡蛋	94	84	3.92	1.06
全牛奶	87	82	3.09	0.98
鱼	83	81	4.55	1.00
牛肉	74	73	2.30	1.00
大豆	73	66	2.32	0.63
精制面粉	52	51	0.60	0.34
大米	63	63	2.16	0.59
土豆	67	60	—	0.48

四、蛋白质的参考摄入量及食物来源

(一) 参考摄入量

根据氮平衡所测定的数据，以动物蛋白质为蛋白质来源时，供给量为 0.8/(kg·d)。我国的膳食结构以植物性蛋白质为主，蛋白质的消化率及利用率较低，蛋白质供给量应为 1.16g/(kg·d)。中国营养学会推荐成人蛋白质的 RNI 为：男性 65g/d，女性 55g/d。

(二) 食物来源

蛋白质广泛存在于动植物性食物中。动物性食物蛋白质含量丰富，生物价高，多为优质蛋白质。大豆类含蛋白质较高，且含有各种必需氨基酸，可以与动物性蛋白质媲美，是唯一能够代替动物性蛋白的植物蛋白，也属优质蛋白。谷类含蛋

白质 6%~10%，赖氨酸和色氨酸含量低，而含硫氨基酸量较高，可与豆类互补。薯类含蛋白质 2%~3%，蔬菜水果类极低。坚果类，如花生、核桃、葵花子等含蛋白质 15%~25%，可作为蛋白质来源的一个很好补充。

第二节 脂类

脂类 (lipids) 包括脂肪和类脂，正常成年人体内脂类占体重的 10%~20%。脂类也是膳食中重要的营养素，烹调时可以调节食物的色、香、味，增进食欲。适量摄入脂类可以满足机体生理需要，并促进脂溶性维生素的吸收和利用。

一、脂类的分类

1. 脂肪 脂肪又名甘油三酯（三酰甘油）或中性脂肪，是由一分子甘油和三分子脂肪酸形成，甘油三酯约占人体内脂类总量的 95%。

2. 类脂 包括磷脂 (phospholipid) 和固醇 (sterols)。前者在脑、神经组织和肝脏中含量丰富；后者主要为胆固醇和植物固醇，动物内脏、蛋黄等食物中富含胆固醇，而植物固醇主要来自植物油、种子、坚果等。人体中胆固醇的主要来源有两个，一个是动物性食物，一个是自身的合成，其中绝大部分为自身合成，通过食物摄入体内的胆固醇对体内的合成有负反馈作用。植物性食物不含胆固醇、所含有的其他固醇类物质统称为植物固醇。

知识拓展

胆固醇

胆固醇又称胆甾醇。胆固醇广泛存在于动物体内，尤以脑及神经组织中最为丰富，在肾、脾、皮肤、肝和胆汁中含量也高。胆固醇是动物组织细胞所不可缺少的重要物质，它不仅参与形成细胞膜，而且是合成胆汁酸，维生素 D 以及甾体激素的原料。胆固醇经代谢还能转化为胆汁酸、类固醇激素、7-脱氢胆固醇，并且 7-脱氢胆固醇经紫外线照射就会转变为维生素 D₃，所以胆固醇并非是对人体有害的物质。

胆固醇在体内有着广泛的生理作用，但当其过量时便会导致高胆固醇血症，对机体产生不利的影响。现代研究已发现，动脉粥样硬化、静脉血栓形成与胆石症与高胆固醇血症有密切的相关性。如果是单纯的胆固醇高则饮食调节是最好的办法，如果还伴有高血压则最好在监测血压的情况下只要经医生确定为高血压，则需要使用降压药物。高胆固醇血症是导致动脉粥样硬化的一个很重要的原因，

所以请引起注意。

在对待食物胆固醇的作用方面，一种观点认为胆固醇是极其有害不能吃的东西。说这种观点片面，是由于持这种观点的人对胆固醇在人体内的作用缺乏清楚的认识。事实上，胆固醇是细胞膜的组成成分，参与了一些甾体类激素和胆酸的生物合成。由于许多含有胆固醇的食物中其它的营养成分也很丰富，如果过分忌食这类食物，很容易引起营养平衡失调，导致贫血和其它疾病的发生。

二、脂肪酸的分类

脂肪酸 (fatty acids) 是构成脂肪的基本单位，是具有甲基端和羧基端的碳氢链，大多数脂肪酸含有排列成一条直链的偶数碳原子。目前已知存在于自然界的脂肪酸有 40 多种。

(一) 按碳链长度分类

脂肪酸按其碳链长短，可分为长链脂肪酸 (long-chain fatty acid, LCFA) 含 14~24 碳，中链脂肪酸 (medium-chain fatty acid, MCFA) 含 8~12 碳，短链脂肪酸 (short-chain fatty acid, SCFA) 含 6 碳以下。另外还有一些极长链脂肪酸 (very long-chain fatty acids) 主要分布在大脑和一些特殊的组织中，如视网膜和精子。脂肪组织中含有各种长度的脂肪酸。食物中主要以 18 碳脂肪酸为主，并且具有重要的营养学价值。

(二) 按饱和程度分类

按其饱和程度可分为饱和脂肪酸 (saturated fatty acid, SFA)，碳氢链上没有不饱和双键，如棕榈油；单不饱和脂肪酸 (monounsaturated fatty acid, MUFA)，其碳氢链有一个不饱和双键，如油酸；多不饱和脂肪酸 (polyunsaturated fatty acid, PUFA)，其碳氢链有两个或两个以上不饱和双键，如 n-6 系列的亚油酸、花生四烯酸、二十二碳四烯酸等和 n-3 系列的 α -亚麻酸、二十碳五烯酸 (EPA)、二十二碳六烯酸 (DHA) 等。

(三) 按空间结构分类

按其空间结构不同可分为顺式脂肪酸 (cis-fatty acid) 和反式脂肪酸 (trans-fatty acid)。在自然状态下，大多数的不饱和脂肪酸为顺式脂肪酸，只有少数的是反式脂肪酸。反式脂肪酸不是天然产物，是解氢化脂肪产生的，在氢化过程中某些天然存在的顺式双键转变为反式构型，如人造黄油。反式脂肪酸

具有耐高温、不易变质、存放更久等优点，目前一些快餐和油炸食品往往是使用含有大量反式脂肪酸的油脂制作的。反式脂肪酸摄入量多可使血浆低密度脂蛋白胆固醇上升，高密度脂蛋白胆固醇下降，增加冠心病的危险性。一些国家已经立法限制食物中反式脂肪酸的含量与使用。

三、必需脂肪酸

（一）必需脂肪酸的概念

必需脂肪酸 (essential fatty acid, EFA) 是指机体生命活动必不可少，但机体自身又不能合成，必须由食物供给的多不饱和脂肪酸。必需脂肪酸有亚油酸和 α -亚麻酸，

（二）必需脂肪酸的生理功能

1. 构成线粒体和细胞膜的重要组成成分 人体缺乏必需脂肪酸可导致线粒体肿胀，细胞膜结构功能改变、出现鳞屑样皮炎、湿疹等。

2. 参与脂类代谢 必需脂肪酸与脂质代谢关系密切，能降低血脂含量，减少血液的粘稠性，对保持微血管的弹性有一定作用，对维护毛细血管正常结构，防止血管脆性增加，保护皮肤正常结构和功能十分重要。必需脂肪酸还可以促进胆固醇的代谢，预防动脉粥样硬化。

3. 前列腺素合成的前体 前列腺素存在于许多器官中，具有多种生理功能，如使血管扩张、神经传导、影响肾脏对水的排泄等，奶中的前列腺素可以防止婴儿消化道损伤。近年来研究认为必需脂肪酸有减少血栓形成和血小板聚集的趋势，可能与必需脂肪酸作为前列腺素和凝血素的前体有关。必需脂肪酸还与动物的精子形成有关，缺乏可导致组织形成前列腺素能力减退及动物不育。

4. 其他 必需脂肪酸对 X 射线引起的一些皮肤损伤有保护作用，对促进生长发育，提高智力、视力有一定作用。

四、脂类的生理功能

（一）构成人体组织的重要成分

脂类约占人体体重的 10%~20%，主要分布在皮下、腹腔、脏器周围及肌间隙等处。细胞膜中患有大量脂类，是细胞维持正常的结构和功能的重要成分，比如磷脂缺乏会造成细胞膜结构受损，毛细血管脆性和通透性增加，皮肤细胞对水的通透性增高引起水代谢紊乱，从而发生皮疹。

（二）供给并贮存热能

脂肪是产能营养素中产能系数最高的营养素，体内每克脂肪可产生热能约 37.6kJ（9kcal）。当人体摄入的热能过多或不能及时被利用时，就被转变为脂肪而贮存起来。人体在休息状态下 60%的能量来源于体内脂肪，而在运动或长时间饥饿时，体内脂肪提供的能量更多。

（三）脂类是必需脂肪酸的重要来源

人体除了从食物中得到脂肪酸外，还能自身合成多种脂肪酸，包括饱和脂肪酸、单不饱和脂肪酸和多不饱和脂肪酸。

（四）提供脂溶性维生素

脂肪不仅是脂溶性维生素的重要食物来源，还能促进脂溶性维生素的吸收。膳食中脂溶性维生素常与脂肪并存，如鱼肝油中富含维生素 A、维生素 D，麦胚芽油含丰富的维生素 E。膳食中缺乏脂肪或脂肪吸收障碍时，会引起机体脂溶性维生素不足或缺乏。

（五）改善食品的感官性状，增加饱腹感

烹调油脂可增加食品的色、香、味，赋予食品特殊风味，促进食欲；摄入较多的脂肪，可刺激产生抑胃素，抑制胃肠蠕动，延迟胃的排空，增加饱腹感。

（六）其他

人体内重要脏器周围的脂肪组织可以缓冲机械冲击，避免内脏受到震荡而造成损伤，起到固定和保护内脏的作用；在皮下组织中储存的脂肪组织可以减少机体散发热量而起到保持体温的作用；磷脂还具有促进脂肪代谢，防止脂肪肝，降低血清胆固醇、改善血液循环、预防心血管疾病的作用；充足的脂肪可保护体内蛋白质不被用来作为能量来源，具有节约蛋白质的作用；皮脂腺分泌的脂肪能起到润滑护肤作用。

五、脂类的营养价值评价

（一）脂肪的消化率

脂肪的消化率与其熔点有关，进入十二指肠的脂肪必须是液体乳糜状才能被吸收。因植物脂肪的熔点低于动物脂肪，故植物脂肪的吸收率高于动物脂肪（表 1-6）。

表 1-6 常见油脂的消化率

名称	消化系数 (%)	名称	消耗系数 (%)
大豆油	97.5	猪油	97.0
花生油	98.3	鸡油	96.7
芝麻油	98.0	鱼油	95.2
玉米油	96.9	奶油	97.0

(二) 必需脂肪酸含量

脂肪中必需脂肪酸的含量越多，其营养价值越高。一般来说，植物油中必需脂肪酸含量较多，动物油中含量较少，鱼油中多不饱和脂肪酸含量较多，营养价值较高（表 1-7）。

表 1-7 几种常见食物中亚油酸的含量（相当于食物中脂肪酸总量的百分比）

名称	亚油酸含量	名称	亚油酸含量
大豆油	52.2	椰子油	6.0~10.0
葵花籽油	63.2	猪油	8.9
芝麻油	43.7	羊油	2.9
花生油	37.6	牛油	1.9
菜籽油	16.3	奶油	4.2

(三) 各种脂肪酸比例

机体对各种脂肪酸的需要应符合一定比例，有研究推荐饱和脂肪酸、单不饱和脂肪酸、多不饱和脂肪酸的比例应为 1: 1: 1，而日本学者则建议为 3: 4: 3。

(四) 脂溶性维生素的含量

脂溶性维生素含量高的，脂肪营养价值也高。豆、牛奶、肝脏和鱼肝油中富含维生素 A、D；植物油中富含维生素 E；其他动物性脂肪中几乎不含维生素。

六、脂类的参考摄入量及食物来源

(一) 参考摄入量

中国营养学会推荐摄入成年人脂肪摄入量应占总能量的 20%~30%。成年人亚油酸的适宜摄入量为占总能量的 4%， α -亚麻酸的适宜摄入量为占总能量的 0.6%。婴幼儿 DHA 的适宜摄入量为 100mg/d，孕妇和乳母 EPA+DHA 的 AI 值为 250mg/d，其中 DHA 为 200mg/d。一般来说，只要注意摄入一定量的植物油，就不会造成必需脂肪酸的缺乏。

（二）食物来源

人类脂肪来源主要是动物脂肪组织、肉类和植物的种子。动物性脂肪如猪油、牛油、羊油、奶油、蛋类及其制品含饱和脂肪酸较多，必需脂肪酸含量较少。水产品富含不饱和脂肪酸，如深海鱼类、贝类食物含有二十碳五烯酸（EPA）、二十二碳六烯酸（DHA）较多。植物性脂肪如菜子油、大豆油、大豆、花生、芝麻、核桃仁、瓜子仁等，在常温下呈液态，含不饱和脂肪酸较多，是必需脂肪酸的良好来源。磷脂含量较多的食品有蛋黄、肝脏、大豆、麦胚和花生等。含胆固醇丰富的食物是动物脑、肝脏、肾脏等内脏，海蜇胆固醇含量很少。

知识拓展

DHA（脑黄金）与智商

DHA，二十二碳六烯酸，俗称脑黄金，是一种对人体非常重要的不饱和脂肪酸，属于 ω -3 不饱和脂肪酸家族中的重要成员。DHA 是神经系统细胞生长及维持的一种主要成分，是大脑和视网膜的重要构成成分，在人体大脑皮层中含量高达 20%，在眼睛视网膜中所占比例最大，约占 50%，因此，对胎儿、婴儿智力和视力发育至关重要。

一直以来，多数人都通过给宝宝或孕妇自己补充 DHA 让宝宝更聪明。但是，宝宝大脑的发育不仅仅需要 DHA。我国儿科权威期刊《临床儿科杂志》早在 2003 年就发表了一篇《营养与儿童脑发育和脑功能》的论述。其中明确阐述了儿童脑发育所必须的 8 大营养素，分别是蛋白质、牛磺酸、脂肪酸、铁、锌、碘、硒、B 族维生素。其中蛋白质、铁、碘、硒和 B 族维生素在我们的饮食当中相对容易获取。牛磺酸、脂肪酸、锌则相对摄入较少。当然我们人体更加需要的是不饱和脂肪酸，包括 DHA、ARA 等。

第三节 碳水化合物

碳水化合物（carbohydrate）又称为糖类，由碳、氢和氧三种元素组成，分子式中氢和氧的比例恰好与水相同（2：1），如同碳和水的化合物，因而得名。碳水化合物是自然界最丰富的能量物质，是一切生物体维持生命活动所需能量的主要来源。

一、碳水化合物的分类

一般将碳水化合物根据化学结构分为三类：糖、寡糖和多糖（表 1-8）。

表 1-8 主要的膳食碳水化合物分类*

分类	亚组	组成
糖	单糖	葡萄糖、半乳糖、果糖
	双糖	蔗糖、乳糖、麦芽糖、海藻糖
	糖醇	山梨醇、甘露糖醇
寡糖	异麦芽低聚寡糖	麦芽糊精
	其他寡糖	棉子糖、水苏糖、低聚果糖
多糖	淀粉	直链淀粉、支链淀粉、变性淀粉
	非淀粉多糖	纤维素、半纤维素、果胶、亲水胶物质

* “主要的膳食碳水化合物分类” 引自 FAO/WHO, 2007

(一) 糖

糖包括单糖、双糖和糖醇。

1. 单糖：是指分子结构中含有 3~9 个碳原子的糖，如三碳糖的甘油醛；四碳糖的赤藓糖；五碳糖的核糖、木糖；六碳糖的葡萄糖、甘露糖、果糖、半乳糖。食品中的单糖以六碳糖（己糖）为主，主要有：①葡萄糖 (glucose)：广泛存在于动植物食品中，植物性食品中含量最丰富，如葡萄中含量高达 20%，在动物的血液、肝脏、肌肉中也含有少量的葡萄糖。葡萄糖是构成其他许多糖类物质的基本单位，人体的血糖就是指血液中葡萄糖的含量。葡萄糖也是双糖和多糖的组成部分。②果糖 (fructose)：存在于水果和蜂蜜中，为白色结晶体，是糖类中最甜的一种，食品中的果糖在人体内转变为肝糖，然后再分解为葡萄糖。③半乳糖 (galactose)：是乳糖、棉子糖的组成成分，由乳糖分解而来，不单独存在于天然食物中。它是白色结晶，具有甜味，在人体内转变成肝糖后而被利用。琼脂的主要成分是多缩半乳糖，半乳糖的醛酸是植物的果胶和半纤维素的成分之一，软骨蛋白中也含有半乳糖的化合物。

2. 双糖：由二分子的单糖通过糖苷键形成，营养学上有意义的双糖有蔗糖、麦芽糖和乳糖。①蔗糖 (sucrose)：由一分子葡萄糖的半缩醛羟基与一分子果糖的半缩醛羟基彼此缩合脱水而成，在甘蔗、甜菜及槭树汁中含量尤为丰富。是重要的食品和甜味调味品，日常食用的白糖、红糖、砂糖等都是蔗糖，其甜度仅次于果糖。②麦芽糖 (maltose)：由两分子葡萄糖缩合而成。在发芽的谷粒，

尤其是麦芽中含量较多。③乳糖 (lactose)：由一分子葡萄糖和一分子半乳糖缩合而成。主要存在于人和哺乳动物的乳汁中，人乳中含 6%~7%，牛、羊乳中含 4%~5%。甜味只有蔗糖的 1/6，较难溶于水。幼小的哺乳动物肠道能分泌乳糖酶分解乳糖为单糖。成年动物，包括除高加索人种外的多数人类体内乳糖酶的活性大大降低。由于乳糖酶分泌少，不能完全消化分解母乳或牛乳中的乳糖所引起的非感染性腹泻称为乳糖不耐症。

3. 糖醇：是一类多羟基醇，虽然不是糖但具有某些糖的属性。目前开发的有山梨糖醇、甘露糖醇、赤藓糖醇、麦芽糖醇、乳糖醇、木糖醇等。用糖醇制取的甜味食品称无糖食品，糖醇因不被口腔中微生物利用，又不使口腔 pH 值降低，反而会上升，所以不腐蚀牙齿，是防龋齿的好材料。糖醇对人体血糖值上升无影响，且能为糖尿病人提供一定热量，所以可作为糖尿病人提供热量的营养性甜味剂。

(二) 寡糖

寡糖又称为低聚糖，是由 3~9 单糖分子通过糖苷键构成的聚合物。目前已知的几种重要的功能性低聚糖有低聚果糖、异麦芽低聚糖、海藻糖、低聚木糖及大豆低聚糖等。其中异麦芽低聚糖被称之为“双歧因子”，它进入大肠作为双歧杆菌的增殖因子，能有效地促进人体内双歧杆菌的生长繁殖，抑制腐败菌生长，长期食用可减缓衰老、通便、抑菌、防癌、抗癌、减轻肝脏负担、提高营养吸收率，特别是钙、铁、锌离子的吸收率，改善乳制品中乳糖消化性和脂质代谢。

(三) 多糖

多糖是一类由 10 个及以上的同种单糖或异种单糖缩合而成的可被人体消化酶消化分解而吸收的大分子糖，可以分为淀粉和非淀粉多糖。多糖在多糖酶或酸的作用下，往往产生一系列的中间产物，最终完全水解得到单糖。

1. 淀粉 淀粉是葡萄糖分子聚合而成的，它是细胞中碳水化合物最普遍的储藏形式。因聚合方式不同分为直链淀粉和支链淀粉，直链淀粉遇碘呈蓝色反应，易使食物老化，形成难消化的抗性淀粉；支链淀粉遇碘呈棕色反应，易使食物糊化，从而提高消化率。淀粉存在于植物种子、根茎以及干果中，在消化道可缓慢分解为麦芽糖和葡萄糖而被人体消化吸收。淀粉在日常中应用广泛，可直接食用，也可用于酿酒，还可作为烹调辅料。

抗性淀粉(resistant starch, RS)是膳食纤维的一种,在小肠中不能被酶解,但在人的肠胃道结肠中可以与挥发性脂肪酸起发酵反应。抗性淀粉可以分为3类:①RS₁,指物理包埋淀粉,是由于机械加工而使淀粉颗粒发生物理屏蔽作用,被锁在植物细胞壁上,使淀粉酶不能直接接触,因而消化较慢。常见于全谷粒、轻度碾磨的谷粒、种子、豆粒等食品中。②RS₂,即生淀粉粒,如生的马铃薯淀粉和青香蕉所含的淀粉。RS₂只有糊化后才能被淀粉酶消化。③RS₃,又称变性淀粉,是直链淀粉和支链淀粉在经过烹煮或糊化处理时变性而成,也不能被淀粉酶消化。

2. 非淀粉多糖

80%~90%的非淀粉多糖是植物细胞壁的组成成分,是膳食纤维的一类,是由五碳糖、六碳糖和醛糖类组成的直连和支链多糖的混合物,如纤维素、植物胶质等。

膳食纤维主要包括纤维素、木质素、抗性低聚糖、果胶和抗性淀粉等,以及其他不可消化的碳水化合物。纤维素是植物细胞壁的重要成分,属于不可溶性膳食纤维,不能被人体肠道的酶所消化,纤维素具有亲水性,在肠道内起吸收水分的作用。半纤维素是五碳糖和六碳糖连接而成的多聚糖,在人的肠道内半纤维素比纤维素更易于被细菌分解。可溶性和不可溶性纤维素在食品中都有重要作用,如增大食物的体积等。在酸性溶液中,某些半纤维素能结合阳离子。木质素不是碳水化合物,而是苯基类丙烷的聚合物,具有复杂的三维结构,因为木质素存在于细胞壁中难以与纤维素分离,故在膳食纤维的组成成分中包括了木质素。果胶是一种无定形的物质,存在于水果和蔬菜的软组织中,可在热溶液中溶解,在酸性溶液中遇热形成胶态,因此常被用于食品加工工业来增加食品稠度和黏性。

二、碳水化合物的生理功能

(一) 构成机体组织结构及重要生命物质

每个细胞都有碳水化合物,其含量为2%~10%,主要以糖脂、糖蛋白和蛋白多糖的形式存在,分布在细胞膜、细胞器膜、细胞浆以及细胞间质中。如糖蛋白含有氨基己糖,参与细胞膜的构成;氨基多糖是由氨基己糖或其衍生物与糖醛酸构成的长链物质,参与细胞间质和结缔组织的构成;核糖核酸和脱氧核糖核酸由核糖和脱氧核糖参与构成,对遗传信息起传递作用;糖脂是含有糖的脂类,参与

神经组织的构成。一些具有重要生理功能的物质，如抗体、激素和酶等，也需要碳水化合物参与组成。

（二）贮存和供给热能量

碳水化合物是人体最主要和最经济的能量来源，每克葡萄糖产热 16.7kJ（4kcal）。人体摄入的碳水化合物在体内经消化变成葡萄糖或其它单糖参加机体代谢，并且其在体内氧化较快而彻底，能及时供给机体所需的能量。碳水化合物氧化的最终产物为一氧化碳和水，对机体无害。即使在缺氧条件下，碳水化合物仍能进行酵解，为机体提供部分能量。此外，神经系统和红细胞所需要的能量，只能由碳水化合物（葡萄糖）提供，故碳水化合物对维持神经组织和红细胞的功能具有重要意义。

（三）血糖调节作用

食物对血糖的调节作用主要在于食物消化吸收速率和利用率。碳水化合物的含量、类型和摄入总量是影响血糖的主要因素。不同类型的碳水化合物，即使摄入的总量相同，也会产生不同的血糖反应。食物中消化快的淀粉、糖等成分，可以很快在小肠吸收并升高血糖水平，而一些寡糖、抗性淀粉或者其他形式的膳食纤维，则不能显著升高血糖，而是一个持续缓慢释放的过程。因此在糖尿病人膳食中，合理使用碳水化合物的种类及数量是关键因素。

（四）节约蛋白质作用

当食物中碳水化合物不足，机体不得不动用蛋白质来提供能量，这将影响蛋白质构成组织，供给生长、更新和修补组织的作用，当体内碳水化合物供给充足时，蛋白质可执行其特有的生理功能，不会因提供能量而被额外消耗，即碳水化合物具有节约蛋白质的作用。长期不吃主食，碳水化合物摄入不足，就会对人体及器官造成损害，节食减肥的危害正在于此。

（五）抗生酮作用

脂肪在体内代谢需要葡萄糖协同作用。碳水化合物供给充足时，可增加 ATP 形成，也有利于氨基酸的主动转运而合成人体内蛋白质，使氮在体内存留量增加。当碳水化合物供给不足时，身体所需能量将大部分由脂肪来供给，脂肪运动加强，肝内生成酮体增多，超过肝外组织氧化酮体的能力而聚积体内，以致产生酮中毒。体内有充足的碳水化合物，就有抗生酮作用。人体每天至少需 50~100g 碳水化

合物才能防止酮血症的产生。

(六) 解毒保肝的作用

被机体吸收的单糖有的直接被组织利用,有的以糖原形式贮存在肝脏与肌肉中。动物实验发现,肝糖原不足时,动物对四氯化碳、酒精、砷等有害物质及对伴有细菌毒素疾病的抵抗力显著下降,摄入足够的碳水化合物,保持肝脏含有丰富的糖原,既可保护肝脏本身免受有害因素的毒害,又能保持肝脏正常的解毒功能。

(七) 膳食纤维的作用

见第二章第三节

三、碳水化合物的参考摄入量及食物来源

(一) 参考摄入量

一般说来,对碳水化合物没有特定的饮食要求。主要是应该从碳水化合物中获得合理比例的热量摄入。另外,每天应至少摄入 50~100g 可消化的碳水化合物以预防碳水化合物缺乏症。膳食中碳水化合物的摄入量主要根据民族饮食习惯、经济条件、劳动强度和 environment 因素决定。按我国目前碳水化合物的实际摄入量,中国营养学会 2013 年修订的中国居民膳食营养素参考摄入量中建议我国成年人碳水化合物的平均需要量为 120g/d,可接受的范围为占总能量的 50%~65%,膳食纤维的适宜摄入量为 25~30g/d。世界卫生组织建议添加糖,如蔗糖、糖浆等,提供的能量要控制在总能量的 10%以内,即每日不超过 50g。

(二) 食物来源

碳水化合物的主要来源是谷类、豆类、根茎类、干果类、薯类。蔗糖、蜂蜜、糖果、各种甜食、甜味水果及含糖饮料等则是饮食中单、双糖的主要来源。膳食纤维广泛存在于植物性食物中如谷类,根茎类、豆类、蔬菜水果类,动物性食物不含膳食纤维。普通的蔬菜、水果含糖量较低,一般在 10%以下,动物性食品中只有肝脏含有少量糖原,乳类中含有一定量的乳糖,其他食物则含糖量微。

第四节 能量

人体通过摄取食物中的蛋白质、脂肪和碳水化合物来获取能量,以维持机体的各种生理功能和生命活动。机体能量需要量与年龄、性别、生理状态、体重以及身体活动有关,人体能量摄入量与能量消耗量构成的能量平衡既受到摄食行为、

温度变化、体力活动等外环境因素的影响，也受到细胞因子、受体、激素等内环境因素的影响。任何原因导致的能量失衡均会引起一系列的健康问题。

一、能量单位与能量系数

（一）能量单位

营养学上使用的能量单位，多年来一直用（cal）卡或千卡（kcal）表示。目前，国际和我国通用的能量单位是焦耳（J）、千焦耳（kJ）或兆焦耳（MJ）作能量单位。其换算方法为：

1 卡（cal）=4.184 焦耳（J）

1 千卡（kcal）=4.184 千焦耳（kJ）

1000 千卡（kcal）=4.184 兆焦耳（MJ）

1 焦耳（J）=0.239 卡（cal）

1 千焦耳（kJ）=0.239 千卡（kcal）

1 兆焦耳（MJ）=1000 千焦耳（kJ）=239 千卡（kcal）

（二）能量系数

每 1g 碳水化合物、脂肪和蛋白质在体内氧化产生的能量值称为能量系数。产能营养素所产能多少可通过测热器进行测量。由于三种产能营养素在消化过程中不能完全被消化、吸收，特别是蛋白质可产生一些不能继续被分解利用的含氮化合物。因此，在营养学上根据食物产能营养素的产能多少，经过换算其能量系数分别是：每克碳水化合物为 16.81kJ(4kcal)，每克脂肪为 36.56kJ(9kcal)，每克蛋白质为 16.74kJ（4kcal）。

二、人体能量消耗的方式

成人每日能量消耗主要包括基础代谢、体力活动和食物热效应三方面；对于正在生长发育的婴幼儿、儿童和青少年还需要增加生长发育所需的能量；创伤病人康复期间需要额外的能量补充；孕妇要摄入更多的能量供给胎儿的生长发育及自身器官和生殖系统的进一步发育需要；哺乳期妇女要储存能量以准备泌乳。

（一）基础代谢

基础代谢（basal metabolism）又称为基础能量消耗（basic energy expenditure, BEE），是人体在适宜的气温（22~26℃）环境中，经过 10~12 小时空腹和良好的睡眠、清醒且安静的状态下维持最基本的生命活动所需的能量

称为。基础代谢是人体能量消耗的主要部分，占人体总能量的60%~70%。单位时间内人体每平方米体表面积所消耗的基础代谢称为基础代谢率（basal metabolic rat, BMR），表示单位是kJ/（m²·h）或kJ/（kg·h）。基础代谢率受到体型、体重、生理与病理状况、生活环境、工作环境等因素影响。同性别、同年龄的人在同一生理条件下基础代谢率基本接近，故测定基础代谢率可了解一个人代谢状态是否正常。不同年龄、性别的人每小时基础代谢率见表1-9。

表1-9 人体每小时基础代谢率 [kJ(kcal) / (m²·h)]

年龄 (岁)	男	女	年龄 (岁)	男	女
1	221.8 (53.0)	221.8 (53.0)	30	154.0 (36.8)	146.9 (35.1)
3	214.6 (51.3)	214.2 (51.2)	35	152.7 (36.5)	146.4 (35.0)
5	206.3 (49.3)	202.5 (48.4)	40	151.9 (36.3)	146.0 (34.9)
7	197.9 (47.3)	200.0 (45.4)	45	151.5 (36.2)	144.3 (34.5)
9	189.1 (45.2)	179.1 (42.8)	50	149.8 (35.8)	139.7 (33.9)
11	179.9 (43.0)	175.7 (42.0)	55	148.1 (35.4)	139.3 (33.3)
13	177.0 (42.3)	168.6 (40.3)	60	146.0 (34.9)	136.8 (32.7)
15	174.9(41.8)	15.8 (37.9)	65	143.9 (34.4)	134.7 (32.2)
17	17.07 (40.8)	151.9 (36.3)	70	141.4 (33.8)	132.6 (31.7)
19	164.0 (39.2)	148.5 (35.5)	75	138.9 (33.2)	131.0 (31.3)
20	161.5 (38.6)	147.7 (35.3)	80	138.1 (33.0)	129.3 (30.9)
25	156.9 (37.5)	147.3 (35.2)	—	—	—

常用推算基础代谢的方法有体表面积法计、Schofield公式等。

1. 体表面积法 计算公式如下：

$$\text{体表面积 (m}^2\text{)} = 0.00659 \times \text{身高 (cm)} + 0.0126 \times \text{体重 (kg)} - 0.1603$$

$$\text{人体24小时基础代谢耗能} = \text{体表面积} \times \text{基础代谢率} \times 24$$

例：某男性，40岁，体重70kg，身高180cm，按上述公式计算可得，体表

面积为 1.9079m^2 ，查表 1-9 得该年龄的基础代谢率为 $151.9\text{kJ}/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$ 或 $36.3(\text{kcal})/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$ ，故该男性 24 小时基础代谢所消耗能量为 $1.9079 \times 151.9(36.3) \times 24 = 6955.44\text{kJ}$ (1662.16kcal)。

2. Schofield 公式 目前, Schofield 公式最为公认的推算基础代谢方法(表 1-10)。按照此公式计算中国人的基础代谢偏高, 且我国尚缺乏人群基础代谢的研究数据, 因此, 中国营养学会建议将 18—59 岁人群按此公式计算的结果减去 5%, 作为中国人该人群的基础代谢能量消耗参考值。

表 1-10 按体重计算基础能力消耗的公式

年龄 (岁)	男		女	
	Kcal/d	MJ/d	Kcal/d	MJ/d
18~30	$15.057W+692.2$	$0.0629W+2.89$	$14.818W+486.6$	$0.0619W+2.03$
30~60	$11.472W+873.1$	$0.0479W+3.65$	$8.126W+845.6$	$0.0340W+3.53$
>60	$11.711W+587.7$	$0.0490W+2.457$	$9.082W+658.5$	$0.0379W+2.753$

(二) 身体活动

身体活动包括职业活动、交通活动、家务活动、休闲活动等。通常各种身体活动所消耗能量占人体总能量消耗的 15%~30%。不同身体活动所消耗的能量不同, 其能量的消耗与劳动强度、劳动持续时间以及工作的熟练程度有关。静态或轻体力活动者, 其身体活动的能量消耗约为基础代谢的 1/3, 而重体力活动者的总能量消耗可达到基础代谢的 2 倍或以上。影响身体活动能量消耗的因素包括: ①活动强度越大, 持续时间越长, 能量消耗越多; ②体重越重者, 做相同的活动所消耗能量越多; ③肌肉越发达者, 活动时能量消耗越多; ④工作越不熟练者, 消耗能量也就越多。

(三) 食物热效应

食物热效应 (thermic effect of food, TEF) 又称 食物特殊动作用 (specific dynamic action, SDA), 指机体因摄取食物引起的额外能量消耗。食物的热效应随食物而异, 其中蛋白质的食物热效应最大, 摄入蛋白质时增加的能量相当于蛋白质本身产生能量的 20%~30%, 碳水化合物为 5%~10%, 脂肪为 0%~5%。成人摄入一般混合膳食时, 每日由食物热效应所引起的能量消耗相当于基础代谢能量的 10%。如果基础代谢与体力活动的能量消耗为 2000kcal , 食物的特殊动力作

用所消耗的能量为 200kcal。

摄入食物越多，能量消耗也越多，进食速度快者比进食慢者食物热效应高，这主要是由于进食快时中枢神经系统较活跃，激素和酶的分泌速度快而且量多，吸收和储存的速率较高，能量消耗也就相对较多。

（四）特殊生理阶段的能量消耗

婴幼儿、儿童和青少年的生长发育需要能量，主要包括两方面，一是合成新组织所需的能量；二是储存在这些新组织中的能量。生长发育所需的能量，在出生后前 3 个月约占总能量需要量的 35%，在 12 个月时迅速降到总能量需要量的 5%，出生后第二年约为总能量需要量的 3%，到青少年期为总能量需要量的 1%~2%。怀孕期间，胎儿、胎盘的增殖和母体组织（如子宫、乳房、脂肪储存等）的增加需要额外的能量，此外也需要额外的能量维持这些增加组织的代谢。哺乳期的能量增加由两部分组成，一是乳汁中含有的能量，二是产生乳汁所需要约的能量。营养良好的乳母哺乳期所需要的额外能量可部分来源于孕期脂肪的储存。

三、人体能量的平衡

人体代谢最佳状态是人体摄入的能量与消耗的能量基本保持平衡，营养学上称为能量的平衡。能量平衡并不是要求每人每天的能量摄入消耗都要做到平衡，而是要求成年人在 5~7 天内其摄入与消耗的能量平均值趋于相等。如能保持能量平衡，则体重可维持在正常范围内，使机体保持健康。若能量长期摄入不足时，可使体重减轻，出现全身无力、怕冷、头晕、嗜睡、目光无神、皮肤苍白、粗糙、皮肤缺乏弹性等症状，各种生理功能受到严重影响。此外，当能量不足时，蛋白质用于提供能量，可继发蛋白质缺乏，出现营养不良性水肿、机体抵抗力降低、幼儿生长发育迟缓等一系列蛋白质缺乏症。反之，若能量摄入过多，易导致肥胖，增加糖尿病、高胆固醇血症、高血压、冠心病、关节炎、癌症等疾病的发病危险性。

目前我国居民的生活水平有了很大的提高，饮食结构也随之发生变化，肥胖人数明显增加。过量饮食、能量过剩是导致肥胖的重要原因。根据人有无明显的内分泌与代谢性疾病的病因而将肥胖症分为单纯性肥胖症、获得性肥胖症、病理性肥胖症三大类。其中单纯性肥胖症是由于婴幼儿期营养过剩引起体内脂肪细胞

数量增加，脂肪细胞体积增大所致的肥胖，自童年起就比同龄儿童显得肥胖，因此也称为幼年发病型肥胖症。这种肥胖如果不加以控制的话，肥胖程度往往较重，肥胖症甚至可以持续终生，此种肥胖对饮食减肥疗法不敏感，部分病人可能有家族遗传倾向。获得性肥胖指的是成年人因为多食或运动量减少引起的肥胖。一般认为，这种肥胖体内脂肪细胞的数量并不增加，仅仅表现为脂肪细胞的体积增大。获得性肥胖的病人一般都特别喜欢吃油炸类和甜食食品，这类病人往往是在成年以后因为营养过剩才引发肥胖，因此也称为成年发病型肥胖症，采用正确减肥疗法可以有效地控制获得性肥胖的发展。肥胖不仅影响体形美观，使人行动不便，而且肥胖本身就是一种疾病，同时还能引发心脑血管疾病、糖尿病、关节炎等病症，甚至并发乳腺癌、直肠癌、前列腺癌、胰腺癌和生殖能力下降等疾病。

故确定各类人群或者个体的能量需要量，对于指导人们改进膳食结构、维持能量平衡、提高健康水平非常重要。

四、能量的参考摄入量

根据我国居民以植物性食物为主、动物性食物为辅的饮食习惯，三大产能营养素占总能量比分别是：蛋白质 10%~15%，脂肪 20%~30%，碳水化合物 50%~65%。年龄越小，脂肪供能占总能量的比重应适应增加，但成年人脂肪摄入量不宜超过总能量的 30%。

(兰阳)

思考题

1. 如何评价食物蛋白质的营养价值？
2. 简要分析营养不良的危害。
3. 必需脂肪酸有何生理意义？
4. 保持机体的能量平衡在维持健康中有何作用？