

绪 论

一、食品、营养、卫生、健康的概念

1. 食品

根据我国 1982 年通过的《食品卫生法（试行）》的规定，食品是“指各种供人食用或者饮用的成品和原料，以及按照传统既是食品又是药品的物品，但是不包括以治疗为目的的物品”。

人类为了维持生命与健康，保持生长发育和从事劳动，每日必须摄取足够的，含有人体需要的各种营养的食物。以往所说的食品的作用为：一是为人体提供必要的营养素，满足人体营养需要；二是满足人们的不同嗜好和要求，如色、香、味、形态、质地等，其实还有一个作用不容忽视，即是某些食品中的某些成分具有调节人体新陈代谢、增强防御疾病、促进康复等作用，这在人们日常生活摄取食物中得到体现。

2. 食品卫生

根据世界卫生组织（WHO）所下的定义：从食品的生产、制造到最后消费之间无论在任何步骤，都能确保食品处于安全、完整及美好的情况。

食品的安全与卫生关系到食用者的健康和生命。由于生物圈遭到破坏，大量的工业三废污染、农药污染等，造成了严重的水污染和食品污染，种类繁多的污染物通过食物链的生物浓集作用，导致对人体的急性、慢性毒害和致癌、致畸、致突变，使人的健康和生命遭到威胁。目前已发现由于饮用水不符合卫生要求而导致的疾病有 50 多种，与环境因子及食物污染有关的死亡占死亡率的 90%，致癌因素中与饮食有关的占 35%。

绿色食品兴起，充分说明了人们对食品安全性的重视。目前世界各国都在极力推广绿色食品。绿色食品是指安全、营养、优质、无污染的食品。

3. 营养

人类从外界获取食物满足自身生理需要的过程称为营养，其中包括摄取、消化、吸收和体内利用等。营养素是指保证人体生长、发育、繁衍和维持健康生活的物质，目前已知有 40~45 种人体必需的营养素，其中人体最主要的营养素有碳水化合物、蛋白质、脂类、水、矿物质、维生素。

4. 健康

健康是指不但生病，而且机体与环境之间在生理上、心理上、社会上保持相对平衡，有适应社会生活的能力。营养是维持人体生命的先决条件，是保证身心健康的物质基础，也是人体康复的重要条件。

一个人生命的整个过程都离不开营养，人在胚胎阶段时必须从母体中吸取自己所需要的物质，孕妇的营养不仅影响胎儿的正常发育，也为孩子一生的健康打下重要的基础。婴幼儿和青少年的合理营养，对他们的身体和智力发育都起着决定性的作用。而合

理的营养对中老年人来说，可以保持生命的持久活力，延缓机体的衰老过程，达到延年益寿的目的。对于患者来说，合理的营养可以增强机体对疾病的抵抗力，从而促进身体早日康复。所以说，营养不仅与人类生长发育、智力、延寿、康复以及下一代的成长有关，而且对民族的兴旺、国家的强盛都具有重要的意义。

二、国内外的营养状态

1 世界性营养问题

当今世界的营养问题，按照不同地区的经济和社会发展状况，可分为两种类型：一种是在不发达的发展中国家，由于贫困、灾荒和战乱所造成的营养问题，主要是营养不良和营养不足、营养缺乏，如铁缺乏及贫血，维生素 A、维生素 D 缺乏，缺乏碘及微量元素等。据统计，约 7.5 亿人（占发展中国家人口的 20%）仍处于饥饿状态，没有机会获得足够的粮食来满足营养的基本需要量。

另一种营养问题是在发达国家中因营养不平衡和营养过剩导致肥胖症而引起的“富贵病”，如高血压、冠心病、动脉粥样硬化、糖尿病等。

2. 我国的营养状况

建国 50 年来，我国的国民经济有了飞速发展，人们生活水平有了很大的提高，我国国民的健康状况有了很大的改善，主要指标已跃居世界发展中国家的前列。婴儿死亡率从 1949 年的 20% 降到 3.14%；孕妇死亡率从 1.5% 降为 0.0619%；平均期望寿命从 1949 年的 35 岁提高到 70 岁。1992 年全国营养调查结果表明，平均每标准人日摄入量达 9744kJ，蛋白质达 68g，脂肪 58g，热能和蛋白质的摄入量分别占中国营养学会推荐的每日膳食供给量标准的 97.1% 和 90.3%，基本上满足了广大居民的生理需要。

但是，我国仍属发展中国家，城乡及地区发展不平衡。据 1990~1995 年我国《儿童营养监测与改善》项目调查结果表明，我国农村儿童中还存在许多营养缺乏问题，主要为蛋白质-热能营养不良，贫困农村儿童的身高、体重均低于世界卫生组织指标，低体重平均为 23.7%；矮小儿童或慢性营养不良平均达 36.2%；缺铁性贫血为 38%；佝偻病全国达 20%，贫困地区特别是山区高达 74%；维生素 A、维生素 B₂、维生素 C、碘缺乏。由此可见，我国人民的营养状况仍不容乐观。

三、合理营养与健康的关系

1. 促进生长发育

生长是指细胞的繁殖、增大和细胞间的增加，表现为全身各部分、各器官、各组织的大小、长短和质量的增加；发育指身体各系统、各器官、各组织功能的完善。影响生长发育的主要因素有营养、运动、疾病、气候、社会环境和遗传因素等，其中营养占有重要地位。人体细胞的主要成分是蛋白质，新的组织细胞的构成、繁殖、增大都离不开蛋白质，故蛋白质是儿童生长发育的重要物质。此外，碳水化合物、脂肪和钙、磷、维生素 D 等营养素也是影响生长发育的重要物质基础。近年来，人们普遍认为人体的身高与饮食营养有关，如日本的青少年的身高普遍比第二次世界大战时期增加了 12cm 左右，我国儿童的身高、体重也较新中国成立之前有明显的增长，这都与膳食营养质量的

提高有关。

2. 防治疾病

衡量营养状况的另一个标准是看压力对人的影响。当一个人与疾病作斗争，从事繁重的工作，或受到精神上的痛苦时，即可看出压力的影响。营养充足的人通常都能承受这些压力，这是因为营养过程可以帮助机体处于最佳状态。医生可以通过外部观察，如眼、舌、皮肤，或通过量血压、摸脉、听心跳及化验等检查疾病。合理营养可以增进健康，保持人体的精力旺盛，而营养不足或营养过剩都可引起疾病。由营养不足所引起的疾病为营养缺乏病，如缺铁性贫血、佝偻病、夜盲症等；由营养过剩引起的疾病称为“富贵病”，如糖尿病、胆石症、心血管病等。目前在我国营养缺乏病和富贵病同时存在，在边远山区和少数民族地区，儿童的缺铁性贫血和佝偻病发病率还很高，而在北京和上海等地区，由于营养过剩导致富贵病正在增加，如体重超出标准的肥胖儿童近年来不断增加，与膳食营养因素有关的高血脂、高血压、冠心病、癌症等发病率也在不断上升。营养不足和营养过剩，一方面与营养摄取不当有关，另一方面也与缺乏营养知识有关。普及营养知识，合理摄取营养，对于防治疾病具有重要意义。

3. 增进智力

营养状况对早期儿童的智力影响极大，到晚期就少多了。1980年联合国粮农组织(FAO)报告，有1.5亿非洲人面临饥荒，联合国儿童基金会(UNICEF)曾称，因营养不良和营养不足，有1亿多5岁以下的小孩身心健康受损，并处于危险之中，这些地方的孕妇由于营养不良，其子女的学习领会能力明显地受到不利的影响。儿童时期是大脑发育最快的时期，需要有足够的营养物质，如DHA(二十二碳六烯酸)、卵磷脂、蛋白质等，特别是蛋白质的供应，如果蛋白质摄入不足，就会影响大脑的发育，阻碍大脑的智力开发。

4. 促进优生

计划生育是我们国家的一项基本国策，而优生是计划生育的一项重要内容，影响优生的因素有遗传方面的，但营养也是一个不容忽视的因素，当怀孕初期，孕妇就应注意先天营养对婴儿体质的重要性，世界上有些地区，母亲的饮食缺乏营养，结果胎儿畸形、流产、死产，以及分娩时的各种问题发生率很高，母亲如每日摄入适量的营养物质，就能使胎儿正常生长，后天发育良好。

5. 增加机体免疫功能

免疫是机体的一种保护反应，是维护机体生理平衡和稳定的一种功能，营养与机体免疫系统的功能状态有密切的关系。营养不良者的免疫功能常低于正常人，从而导致人体特别容易受各种疾病的侵犯。因为营养不良患者的吞噬细胞对细菌攻击的应答能力降低，虽然对细菌的吞噬功能可能正常，但对已吞噬的细菌的杀伤力却降低和减慢了。单种营养素缺乏或过多都会对机体的免疫功能产生影响，故要注意营养素全面均衡的摄取，如维生素A、维生素B₆、维生素E和维生素C都有提高免疫功能的作用。

6. 促进健康长寿

人体的衰老是自然界的必然过程，长生不老的妙方是没有的，只有注意摄取均衡营养，才能推迟衰老，达到健康长寿的目的。人到了五六十岁，机体逐渐衰老，生理上发

生很多变化，需要有针对性地补充营养，避免热量和动物脂肪的过多摄入，防止高血压、脑血管病、冠心病、糖尿病等疾病的产生和复发。多吃蔬菜、水果等清淡食物，注意营养的合理搭配，以达到延年益寿的目的。

四、我们面临的任务

1. 充分利用、挖掘食品资源

我国人口众多，人均耕地面积只有 1000m^2 ，仅为世界人均耕地的 $1/3$ 。人均粮食占有量约 400kg 。动物性食物的摄入量大大低于世界水平，蛋白质供给，有的地区特别是农村供给数量不足，质量较低。另一方面由于食品加工落后，使本来不足的食品资源未能充分利用，食品运输、贮存手段的简陋造成各种食品腐败变质。目前我国大约有三分之一的水果被烂掉，全国大、中城市每年大约有 $1/3$ 的蔬菜被损耗，从而造成了食品资源的浪费。

目前我国尚有不少可供开垦的宜农耕地、浅海滩涂、内陆水面及海洋，特别是海洋，海洋的面积占地面面积的 71% ，21 世纪应是向海洋进军的时代，海洋可提供给我们巨大的生物资源。

大力改进食品加工、保藏的方法，尽量减少食品的腐败变质，防止食品污染，对现有食品工厂的“下脚料”、“废弃物”加强开发及综合利用。

2. 普及营养知识，防止营养失调

任何一种完整的天然食物都不能提供人类所需的全部营养素，其所含的各营养素之间的比例关系也并不能符合人体需要，只有宣传营养知识，把知识交给群众才能让人们在各自的条件下尽可能获得最佳营养。

此外，由于我国经济的发展，人们生活水平的提高，在一些地区和部分人群中开始出现肥胖、高血压、高血脂、动脉粥样硬化等大多因营养失调所引起的疾患，在北京、上海等大城市中所占的百分率不断上升，为此我们必须正确引导人们的食物消费，改变不科学、不文明的食物消费习惯。

3. 合理营养，平衡膳食

党和政府十分关心我国人民的身体健康。1998 年 9 月 14 日，卫生部以通告的形式发布了《中国居民膳食指南》、《特定人群膳食指南》和《中国居民平衡膳食宝塔》，这是对我们全国人民的关怀，是我国人民膳食的指南，我们应积极宣传、执行。

这些《指南》是以科学研究的成果为根据，针对我国居民的需要及膳食中存在的主要缺陷而制定的，具有普遍指导意义。专家委员会进一步提出食物的定量指导方案并以宝塔图形表示，它直观告诉居民食物分类的概念及每天各类食物的合理摄入范围。

合理营养是健康的物质基础，而平衡膳食是合理营养的唯一途径。根据膳食指南的原则并参照平衡膳食宝塔的搭配来安排日常饮食是通往健康的光明之路。

第一篇 人体需要的营养与能量

第一章 人体的化学组成与代谢

第一节 人体的化学组成

人类是他所存在环境的产物。人类的活动又可以改变他所生存的环境。在漫长的发展过程中，人类身体的结构在不断地发生变化，因此人体内各器官的组成成分比例也在发生着变化，在这些改变中，人与人之间，不同性别之间都有一定差异。人体的化学组成虽然很复杂。但是都是靠着基本营养物质来维持它们的生物活性的。

表 1-1 中反映了一个体重 65kg 男子的基本化学构成。

表 1-1 人体的基本化学构成* (65kg 体重, 男性)

化学物质	蛋白质	脂类	碳水化合物	水	矿物质
质量/kg	11	9	1	40	4
百分比/%	17.0	13.8	1.5	61.6	6.1

何志谦. 人类营养学. 人民卫生出版社, 1988

1. 构成人体的几类主要化学物质，在三大类组织中存在：

- (1) 细胞群 细胞群是机体各种活性组织，具有执行机体各种活动和做功的功能；
- (2) 细胞外支持组织 具有支持各种细胞的做功和维持细胞功能。其中包括细胞外液的支持作用，以及由矿物质、蛋白质所构成的人体骨架的支持作用。细胞外液包括血浆、淋巴液、滑囊中的液体、脑脊液等浸泡着细胞的各种液体。
- (3) 脂肪 它以脂肪组织的形式贮备人体的能量，并起到润滑和减缓机械损伤的作用。其中包括皮下脂肪、内脏周围的脂肪层等。

2. 三大类组织在人体中所占比例

不同个体、不同生理、生活条件下三大类组织有着较大差异，一般健康人体中细胞群约占人体总重的 55%，支持组织占人体总重的 30%，而脂肪组织约占 15%。

人体内的化学组成随年龄和身体状况的差异也有很大不同。

(1) 蛋白质 生长发育期，蛋白质的百分比仅稍有增加，但如果发生肥胖时，脂肪组织所占的比例相对加大，蛋白质则减少。发生消耗性疾病时，蛋白质比例降低，脂肪含量也下降。

(2) 脂类 脂类所占百分比随生长和年龄而正常增加，也因饮食营养条件而有较大的变异，男性和女性相比较，脂肪含量不同，男性平均为 13%，而女性可高达 29%~33%。

(3) 水 水在人体内随人的年龄增长和身体成熟含量增加明显下降。随着人体脂肪含量的增加，水的含量下降。

(4) 矿物质 矿物质所占百分比随年龄增加而稍有增加。

(5) 碳水化合物 人体内碳水化合物含量极少，总共占体重的 1.5%，主要以肝糖原、肌糖原及葡萄糖的形式存在于肝脏、肌肉和血液中。

第二节 人体的物质代谢与物质平衡

一、物质代谢

食物在体内消化以后，营养素即被吸收进入血液循环，供组织细胞的进一步利用。在其中，碳水化合物、脂肪、蛋白质、矿物质、维生素和水要发生多种不同的化学反应，并转变为能量或组织材料，这些反应总称为代谢。

物质代谢是生物体与其周围环境之间的物质交换过程，物质代谢过程包括消化吸收、中间代谢和排泄三个阶段。

(一) 消化吸收阶段

摄入的食物经过胃肠道蠕动的机械性消化和各种消化酶的作用，把蛋白质、糖及脂肪等复杂的大分子物质变为可溶解又能扩散的低分子物质，并通过消化管壁将低分子物质吸收进入血液循环，分布到全身。

(二) 中间代谢阶段

随血液循环分布到全身的各种物质在各个不同的组织细胞内进行中间代谢，以合成生物自身需要的新物质，同时体内原有的高分子物质又不断地分解为低分子物质，同由食物经过消化后吸收的低分子物质互相混合，被机体选择利用，不能被利用的物质则排出体外。因此，中间代谢可分为分解代谢和合成代谢两部分：

1. 分解代谢

分解代谢是将食物中的三种基本营养素，即碳水化合物、蛋白质和脂肪变成最简单分子。分解代谢分三个不同阶段进行。第一阶段是营养物质在细胞外的消化，使其变成小分子单体。第二阶段是小分子单体发生部分降解、氧化，成为更简单的小分子。第三阶段是将更简单的小分子进行彻底氧化并释放出能量。在整个分解过程中，各步的中间产物又在进行合成代谢。

2. 合成代谢

合成代谢是把营养素分子作为建筑材料合成为复杂分子的过程，合成代谢是吸热反应，需要向反应输入能量。

机体内的物质代谢过程的所有反应都是由酶催化进行的。通常大多数代谢的过程都是可逆的。

二、物质平衡

(一) 酸碱平衡

要使细胞外液的 pH 值或氢离子浓度保持正常，酸碱之间必须保持平衡。酸是可释

放氢离子的化学物质，而碱是可接受氢离子的物质。氢离子浓度高时体液呈酸性，为酸中毒；氢离子浓度低时体液呈碱性，为碱中毒。细胞的化学反应在很大程度上依赖氢离子浓度，进行酸碱平衡。

为维持细胞生命所必需，细胞外液的正常 pH 是 7.4，变化幅度为 7.35~7.45，维持生命的极限 pH 是 7.0~7.8。

酸碱平衡的调节是指控制体液的氢离子浓度。体液的 pH 保持在狭窄微碱范围 7.35~7.45 是非常重要的，因偏离此范围，会引起正常机体代谢的失调。体内酸碱平衡的稳定是由化学缓冲剂通过呼吸作用和肾脏来调节的。

(1) 所有的体液都含有化学缓冲剂。这些化学物质能完全与各种酸、碱结合，以防止较大的酸性或碱性改变体液的 pH。最重要的化学缓冲剂是碳酸氢盐缓冲剂、磷酸缓冲剂和蛋白质缓冲剂。

碳酸氢盐缓冲剂存在于所有体液中，是碳酸 (H_2CO_3) 和碳酸氢根离子 (HCO_3^-) 的混合物。当摄入强酸时，立即与 HCO_3^- 离子化合生成碳酸，这一缓冲系统使强酸变成弱酸，维持体液不致变成强酸性。当混合物中加入强碱时，便和碳酸化合物生成水及中性碳酸氢盐。

磷酸缓冲剂对保持细胞内液的正常氢离子浓度是非常重要的。因它在细胞内的浓度比碳酸氢盐缓冲剂大很多倍。

蛋白质缓冲剂和磷酸缓冲剂一样，在体内具有缓冲作用。但磷酸缓冲剂的缓冲容量高于蛋白质缓冲剂的缓冲容量。蛋白质缓冲剂包括血红蛋白，在细胞内特别重要。

(2) 二氧化碳与水及细胞内液的电解质化合生成碳酸。最终由肺控制人体的碳酸供应。如呼吸低于正常水平，二氧化碳将不能正常排泄，而在体液内积累，引起碳酸浓度的增加，结果使氢离子浓度升高。相反，如呼吸速率高于正常，即呼出二氧化碳速度大于二氧化碳的生成速度，则降低了二氧化碳和碳酸浓度。如果体内 1min 完全不呼吸，将使细胞内液的 pH 从正常的 7.4 降至 7.1，而过分呼吸，1min 内可增高至 7.7。因此，体内的酸碱平衡可由肺部通过呼吸进行调整。

(3) 除碳酸外，一些其他酸继续在细胞代谢过程中生成，包括磷酸、硫酸、尿酸和酮酸。这些酸进入细胞外液可以引起酸中毒。正常情况下，这些多余的酸在生成后立即迅速地经肾从体内排出去，防止氢离子浓度积累。

(二) 水平衡

水是机体的主要成分，约占体重的 $\frac{2}{3}$ 。它是生命本身最重要的成分，仅次于氧。体内严重缺水或过剩都会给人体健康带来极大损害。

为了维持水在体内的平衡，饮水量的增加或减少都会使水的排出量也相应的增加或减少。水以液体或食物中成分进入机体，包括在食物分解时产生的代谢水。

水从机体中排出的途径有：皮肤蒸发；肺脏呼出水蒸气，前两者排出约 42%；肾脏排尿约 54%；肠道排粪约 4%。

体液水的来源有：①液体食物约 27%；②固体食物约 18%；③体内代谢水约 50% 以上。

在正常情况下，机体通过体内丘脑下部的神经中枢等进行调节，它控制渴感和肾脏

排水。发烧、高蛋白膳食、干热气候、呕吐、腹泻和外伤损害都会扰乱机体对水的正常需要。

第三节 食物消化和吸收

一、食物的消化

根据位置、形态和功能的不同，消化道可分为口腔、咽、食道、胃、小肠、大肠、直肠和肛门 全长 10~16m(见图 1-1)。消化腺是分泌消化液的器官，主要有唾液腺、胃腺、胰、肝和小肠腺等。

(一) 消化道

1. 口腔

口腔对食物的消化作用是接受食物并进行咀嚼。咀嚼过程包括物理的研磨和将食物撕碎，并包括唾液的掺和。唾液对食物起着润滑作用，同时唾液中的淀粉酶开始降解淀粉。

口腔中最后一个简单动作是吞咽。在进行咽食动作时，由条件反射，通向喉头的路被勺状软骨所关闭，这样使食物只能进入食道，而避免食物进入呼吸道。

2. 食道

食道亦称食管，为一个又长又直的肌肉管，食物借助于地心引力和食道肌肉的收缩从咽部输送到胃中。食道长约 25cm，有三个狭窄处，食物通过食道约需 7s。

3. 胃

胃是膨胀能力最强的消化器官，常把它的形状描述为 J 形。胃有三个部分：向左鼓出的上部叫胃底；中间部分叫胃体；位于小肠入口之前的收缩部分叫幽门，食道入口叫贲门。

胃每天分泌约 2L 分泌物。胃底区的壁细胞分泌盐酸，盐酸可以水解少量蛋白质，盐酸的主要功能是造成一个酸性环境，有利于某些酶和激素的活化。同时，胃中的胃液素细胞分泌胃蛋白酶原。当胃蛋白酶原处于酸性环境时 ($\text{pH}1.6 \sim 3.2$)，胃蛋白酶被激活。胃蛋白酶可以水解一部分蛋白质中的肽键。另外，年幼的哺乳动物的胃分泌凝乳酶，这种酶能凝结乳中蛋白，对于婴儿营养很重要。成人长期不吃乳类时，胃液分泌物中缺少凝乳酶。

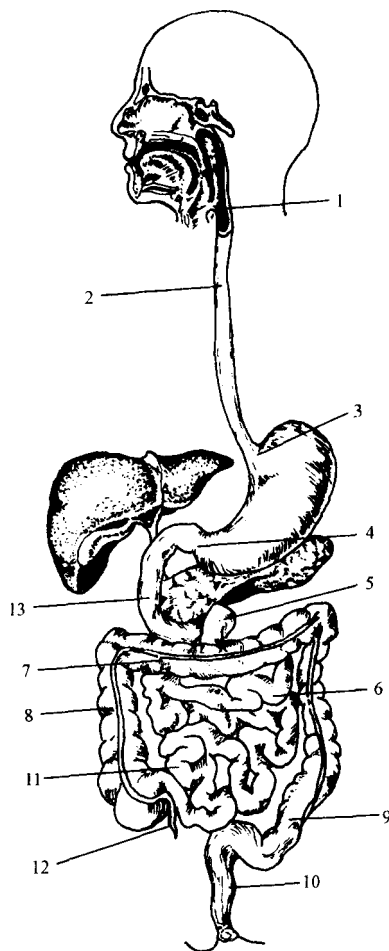


图 1-1 消化道模式图

- 1—咽 2—食道 3—贲门 4—幽门
5—十二指肠空肠曲 6—空肠
7、8、9—结肠 10—直肠 11—回肠
12—盲肠 13—十二指肠

食物通过胃的速度主要取决于饮食的营养成分。碳水化合物通过胃的速度要比蛋白质或脂肪快些，而脂肪速度最慢。水可以直接通过胃到达小肠，在胃中几乎不停留。各种食物通过胃速度不同，使食物具有不同的饱腹感。正常成人食物通过胃速度为 4~6h。

4. 小肠

小肠与胃的幽门末端相连，长约 5.5m，分为十二指肠、空肠和回肠三部分。小肠是食物消化和吸收的主要场所。在正常人中，90%~95% 的营养素吸收在小肠的上半部完成。

肠粘膜具有环状皱褶，并拥有大量绒毛及微绒毛，绒毛为小肠粘膜的微小突出结构，长度为 0.5~1.0mm，密度为 10~40 个/mm²。在绒毛的表面上拥有大量的细胞，这些细胞具有大量微绒毛，这样便构成了巨大的吸收面积（200~400m²），使食物停留时间较长。这些微绒毛形成了粗糙的界面，上面含有高浓度的消化酶。小肠的不断运动可以使食物和分泌物混合在一起，同时暴露出新的绒毛表面以便吸收营养。

5. 胰脏

胰脏是一个大的小叶状腺体，位于小肠的十二指肠处。胰脏所分泌的消化液通过胰脏管直接进入小肠。这种消化液呈碱性，由水相和有机相两相组成。水相中富含碳酸氢盐，主要用于中和在胃中产生的高酸性食糜，并且继续通过小肠。胰脏腺泡细胞产生的酶在有机相中被转移到十二指肠。通常胰脏分泌的成分有蛋白水解酶、脂肪酶、淀粉水解酶、核酸水解酶，以及作为缓冲剂的 Na⁺、K⁺、Ca²⁺、Mg²⁺ 阳离子和碳酸氢根、氯化物、硫酸根、磷酸根等阴离子。

6. 肝与胆

肝区包括肝、胆囊和胆管。肝的主要消化功能之一是分泌胆汁，然后储存在胆囊中。胆汁能溶解和吸收膳食脂肪，并帮助排泄一些废物，如胆固醇和血红蛋白降解产物。

胆汁中含有大量的盐分，这些盐是钠和钾与胆酸化合而产生的，有四种类型的胆盐：胆酸盐、脱氧胆酸盐、鹅脱氧胆酸盐和石胆酸盐。在小肠里胆盐与脂类结合生成微胶粒，脂类可被消化成能够通过小肠粘膜的产物——脂肪酸和甘油，并且进入淋巴系统。但是胆盐并不与脂类共同转移，有些物质被吸收以后通过门静脉进入肝脏，并经过胆汁进入肠中，又被肠再吸收，然后再被肝分泌出来。此种再循环过程叫做肝脏循环。

肝脏消化吸收的作用还表现在：贮藏和释放葡萄糖，贮存维生素 A、维生素 D、维生素 E、维生素 K 和维生素 B₁₂，以及对已被消化吸收的营养素进行化学转化。

除此之外，肝脏还有许多生理功能，如对有害化合物的解毒作用，产能营养素的代谢，血浆蛋白的形成，尿素的形成，多肽激素的钝化等。

7. 结肠与直肠

大肠长约 1.5m，分盲肠、结肠、直肠三部分。食物从胃到小肠末端的移动需 30~90min，而通过大肠则需 1~7d。在结肠中有三种类型的运动：

(1) 收缩 结肠袋的收缩运动为食物提供了一种混合作用，因此促进了从物质中吸收水分。

(2) 蠕动 蠕动的波慢而强，推进食物从结肠中通过。

(3) 排便 当有力的蠕动移动粪便物质进入直肠时，产生一种排便反射。

在大肠中含有以大肠杆菌为主的大量细菌。这些细菌影响粪便的颜色和气味。在消化过程中没有起反应的食物可以通过细菌进行改变和消化。这样某些复杂的多糖和少量简单的碳水化合物，如水苏糖（四碳糖）或棉籽糖（三碳糖）被转化为氢、二氧化碳和短链脂肪酸。没能消化的蛋白质残渣被细菌转化为有气味化合物。此外，大肠内细菌还可以合成维生素 K、生物素和叶酸等营养素。

(二) 消化

消化过程主要是由一系列消化酶完成的。酶是体内某些细胞所产生的有机催化剂，能在正常体温状态下加速生化反应。当食物通过消化道时，所发生的化学变化与酶的活性有关。许多消化酶都是以非活性形式存在，这种状态的酶叫酶原。在一些激活剂如 pH、金属离子和另一些酶的作用下，这些酶原开始活化，履行它们特有的消化功能。主要有胃蛋白酶、胰蛋白酶、胰脂肪酶、肠脂肪酶、唾液淀粉酶、胰淀粉酶、蔗糖酶、麦芽糖酶等。

食物中的纤维素、琼脂、海藻胶、半纤维素及果胶等是由 β -葡萄糖 1,4 苷键相连的多糖，由于体内没有 β -1,4 苷键水解酶，所以不能消化这类高聚糖化合物。

大豆中含有棉籽糖和水苏糖，它们分别是由二分子的半乳糖和一分子葡萄糖组成的三糖以及二分子半乳糖、一分子葡萄糖和一分子果糖相结合的四糖，人体内也没有这两种糖的分解酶，所以它们也不能被人体消化。

二、食物的吸收

食物经过消化，将大分子物质变成低分子物质，其中多糖分解成单糖，蛋白质分解成氨基酸，脂肪分解成脂肪酸、单酰甘油酯等，维生素与矿物质则在消化过程中从食物的细胞中释放出来，通过消化道管壁进入血液循环，这些过程称为吸收。吸收的方式取决于营养素的化学性质。食物进入胃之前没有吸收，胃只能吸收少量的水分和酒精等，大肠主要吸收在小肠没被完全吸收的水分和电解质，而营养物质的吸收主要在小肠进行，详见图 1-2。

当营养成分被消化吸收后，须把它们立即运输到需要或贮藏它们的组织。淋巴和血液是吸收营养物的主要运输介质。在肠道的膜内有淋巴毛细管网状组织。胆固醇、水、长链脂肪和某些蛋白质被淋巴系统最终传送到静脉系统。大部分低分子营养物质被吸收进入血液循环后，与血液中蛋白质分子结合，再运输到各组织细胞。

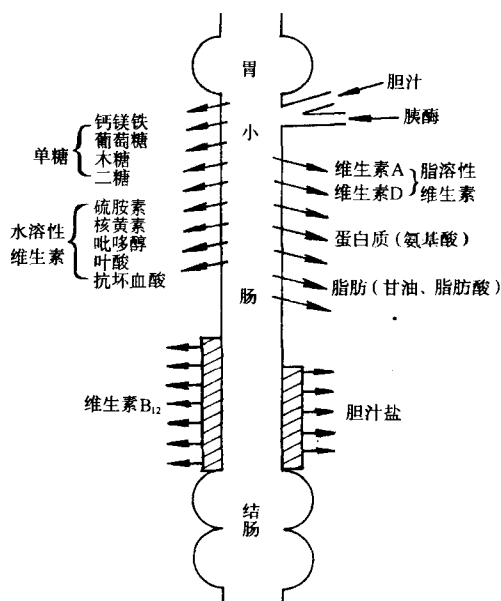


图 1-2 小肠中各种营养素的吸收位置

引自：Pick, R. Letal. 1984

它们包括运铁蛋白、运铜蛋白、视黄醇结合蛋白、运送固醇类激素、运维生素 B₁₂蛋白和内在因子，以及各种运输脂类物质的脂蛋白，有高密度脂蛋白（HDL）、低密度脂蛋白（LDL）、中密度脂蛋白（IDL）和极低密度脂蛋白（VLDL）等。血液中还有一类呼吸蛋白，用来输送氧气和二氧化碳，如红细胞内的血红蛋白。

（一）蛋白质的吸收

蛋白质在消化道内被分解为氨基酸后，在小肠粘膜被吸收，吸收后经小肠绒毛内的毛细血管而进入血液循环，为主动转运过程，天然蛋白质被蛋白酶水解后，其水解产物大约 1/3 为氨基酸，2/3 为寡肽，这些产物在肠壁的吸收远比单纯混合氨基酸快，而且吸收后大部分以氨基酸形式进入门静脉。

（二）脂肪的吸收

脂肪经消化道被分解为甘油和脂肪酸，甘油易溶于水，可被直接吸收入血；脂肪酸在消化道需与胆盐结合成水溶性复合物，才被吸收。脂肪酸被吸收后，一小部分进入小肠绒毛的毛细血管，由门静脉入肝；一大部分进入毛细淋巴管，经大淋巴管进入血液循环。脂溶性维生素也随脂肪酸一起被吸收。

（三）碳水化合物的吸收

碳水化合物经消化分解为单糖（主要为葡萄糖及少量的果糖和半乳糖）后，以主动转运方式吸收。然后通过门静脉入肝，一部分合成肝糖原贮存，另一部分由肝静脉入人体循环，供全身组织利用。

（四）水、水溶性维生素及无机盐的吸收

这一类物质，可以不经消化，在小肠被直接吸收。水在肠道是靠渗透压的原理被吸收；水溶性维生素是由扩散的方式吸收。在无机盐中，钠盐吸收最快，钠盐是靠钠泵吸收，氯及碳酸氢根等负离子的吸收是靠电位差进行。

三、生物转化与排泄

在人体内、营养与非营养物质在肝脏等组织中的化学转变过程称生物转化。体内物质代谢产生的小分子活性物质或毒物，进入体内的各种异物如药物、毒物、食品添加剂等在体内通过生物转化可以改变其结构和性质，然后通过肝脏或肾脏等途径排出体外。

肝脏是进行生物转化的主要器官，细胞内微粒体混合功能氧化酶起了重要的催化作用。

很多因素会影响到生物转化反应的进行。如个体差异因素及种族因素、营养不良（蛋白质、磷脂、维生素 A、维生素 C、维生素 E 等不足）会影响生物转化的进行；年龄方面如新生儿的生物转化能力较差，老年人的转化能力也趋于衰退；体内雄性激素、胰岛腺素可促进机体内的生物转化作用；严重的肝脏病则会影响转化的进行。通过诱导，肝脏等组织中生物转化酶类生成增多，活性增强，有利于非营养物质的转化与排泄，这是由于机体对非营养物质增多后的适应现象。

摄入的食物经过各段消化道反复吸收之后，最后进入直肠的为食物中不能被消化吸收的残渣、盐类、和少量剩余营养物质。当含有大量肠道微生物，胃肠道脱落细胞及食物残渣所组成的粪便进入直肠时，即刺激肠壁，引起排便反射。

第二章 热能

第一节 热能的单位

多年来，营养学界表示热能单位习惯于用卡（cal）或千卡（kcal）表示。1kcal是把1000g水由15℃升高到16℃所需要的能量，现在国际上通用的单位是“焦”（J），1J是1N的力作用在一质点上，使它在力的方向上移动1m距离所做的功。1J的1千倍为1kJ。1kJ的1千倍为1MJ。在营养学上热能的需要量较大，故在文献上多使用“MJ”。两种能量单位换算公式如下：

$$\begin{aligned} 1\text{kcal} &= 4.184\text{kJ} & 1\text{kJ} &= 0.239\text{kcal} \\ 1000\text{kcal} &= 4184\text{kJ} & 1000\text{kJ} &= 239\text{kcal} \\ &= 4.184\text{MJ} & 1\text{MJ} &= 239\text{kcal} \end{aligned}$$

第二节 食物能值

一、食物能值与生理能值

食物中具有供能作用的物质如糖类、脂肪和蛋白质被称为三大产能营养素。糖类和脂肪彻底燃烧时的最终产物均为二氧化碳和水。蛋白质在体外燃烧时的最终产物是二氧化碳、水和氮的氧化物等。

食物能值是食物彻底燃烧时所测定的能值，亦称“物理燃烧值”，或称“总能值”。生理能值即机体可利用的能值，在体内，糖类和脂肪氧化的最终产物与体外燃烧时相同，因考虑到机体对它们的消化、吸收情况（如纤维素即不能被人类消化），故两者的生理能值与体外燃烧时稍有不同。几种营养素的食物能值和生理能值列于表2-1。

表 2-1 几种营养素的食物能值和生理能值*

名称	食物能值		尿中损失		吸收率 /%	生理能值		生理系数
	kcal/g	kJ/g	kcal/g	kJ/g		kcal/g	kJ/g	
蛋白质	5.65	23.6	1.25	5.2	92	4.0	17	4
脂肪	9.45	39.5	—	—	95	9.0	38	9
糖类	4.1	17.2	—	—	98	4.0	17	4
乙醇	7.1	29.7	微量	微量	100	7.1	30	7

*刘志泉，食品营养学，1991

二、营养的等能值

Rwbner 在进行能量平衡的研究中提出营养素可按其所含能量彼此替代，即不论是

蛋白质、脂肪或糖类，作为能源都是为了满足能量的需要，可以互相取代，如：

$$1\text{g 脂肪} = 2.27\text{g 糖类} = 2.27\text{g 蛋白质}$$

$$1\text{g 糖类} = 1\text{g 蛋白质} = 0.44\text{g 脂肪}$$

显然，这只是从能量的角度，而且也只能在一定范围内才是合理的。从物质和能量整个情况来看则是不恰当的。必需氨基酸的发现首先动摇了上述“等能定律”。因为必需氨基酸作为蛋白质的组成成分，它不能在体内合成，故不能用糖和脂肪代替。脂肪也只能在一定范围内代替糖。大脑每天实际需要的能量为 100~120g 葡萄糖。脂肪并无糖的异生作用，蛋白质虽能异生葡萄糖，但产生 100~120g 葡萄糖需要 175~200g 蛋白质，很不经济。糖类在很大程度上可代替脂肪。但必需脂肪酸仍需由脂肪供给。

第三节 影响人体热能需要的因素

人体能量的需要量应与人体能量的消耗量相一致，即摄入量等于消耗量。人体中能量的消耗受三方面因素的影响：基础代谢消耗、体力活动消耗和特殊食物动力作用的消耗。对于正常生长发育的儿童，能量的消耗还包括满足生长发育的需要。

一、基础代谢

基础代谢消耗是维持生命最基本活动所必需的能量需要。具体地说，它是在机体处于清醒、空腹（进食后 12~16h）、静卧状态，环境温度 18~25 时所需能量的消耗。这包括：维持肌肉的紧张状态和体温、血液循环、呼吸活动，以及与生长有关的腺体分泌和细胞代谢活动等。

上述情况下所测定的基础代谢速率称为基础代谢率。人体热能的基础代谢率受到很多因素的影响，如身体大小、性别、年龄、气候、营养与机能状况等。按体表面积每平方米计，通常男性比女性高，儿童比成人高，寒冷气候中比温热气候中高。正常情况下。成年人相当体表面积 1m^2 的基础代谢约为 16736kJ (40kcal) /h 或 1kg 体重 1kcal/h 。以 60kg 重男子为例，24h 的基础代谢率为 $1 \times 60 \times 24 = 6.0\text{MJ}$ (1440kcal)。女性比男性约低 5%，老人比成人低 10%~15%。

人体安静时能量代谢，在 20~30 的环境中最为稳定。当环境温度低于 20 时，代谢率即开始增加，在 10 以下时，则代谢率显著增加。这主要是由于寒冷刺激，反射性地引起肌肉紧张性收缩加强。当环境温度超过 30 时，代谢率也会增加。这可能是由于体温升高，酶的活性提高，细胞生化反应速度加快，发汗以及循环呼吸机能加强造成。

于守洋教授研究表明，我国各地区热能摄取量与地区纬度之间呈明显正相关。纬度每差 10° ，热能摄取量相差 1.853J (0.4433kcal)，此数值相当于中等劳动强度，一日总热能的 15%。如以北纬 45° 、 35° 、 25° 分别代表我国东北、华北和华南，则东北地区居民热能摄取量比华北和华南分别高约 15% 和 30%。如我国东北地区成年居民热能需要量比中部地区高，男子高 8%，女子高 7%；比南方地区男子高 13%，女子高 12%。

儿童和青少年正处于生长发育时期，所以能量的供给除保证正常需要外，还要充分

保证生长发育对能量的需要。中年以后基础代谢率逐渐下降，活动量减少，对于能量的需求也相对减少。通常 40~49 岁减少 5%，50~59 岁减少 10%，60~69 岁减少 20%，70 岁以上减少 30%。

同时基础代谢率还与营养及机能状况等有关。

二、体力活动

从事各项体力活动所消耗的热能在人体的总需求量中占主要部分。体力活动所消耗的能量与体力活动强度大小、活动时间长短有关。体力活动强度越大，持续时间越长，能量的消耗越多。

我国把劳动强度分为五级：极轻、轻、中等、重和极重（女性没有极重一项）。每日热能的需求（包括基础代谢和食物特殊动力作用）10032~16720kJ（2400~4000kcal），孕妇和乳母须在原有基础上额外补加 300kcal/d。中国营养学会根据我国情况、劳动强度、生理特点制订了热量每天供给量标准，见表 2-2。

表 2-2 我国热量每天供给量标准

劳动强度	热量供给量/kcal	
	男性	女性
轻体力劳动	2600	2400
中等体力劳动	3200	2600
重体力劳动	3400	3000
极重体力劳动	4000	孕妇、乳母 + 300

极轻体力劳动者：

身体主要处于坐位的工作，看书、写字等办公室人员。

轻体力劳动者：

男性：大多数业务工作人员（作家、律师、医生、会计、教师、设计师、店员）

女性：教师、从事业务工作人员、有现代家用电器设备的家庭妇女。

中等体力劳动者：

男性：从事轻工业、手工业劳动者、学生等。

女性：轻工业和手工业工人、营业员、无现代化家庭设备的家庭妇女。

重体力劳动者：

男性：农民、体力劳动者、军队士兵、矿工、炼钢工人、运动员、林业工人、建筑工人。

女性：农民、舞蹈演员、运动员。

极重体力劳动者：

男性：伐木工人、铁匠、搬运工人、人力车夫、采石工。

女性：建筑工人。

三、食物的特殊动力作用

食物特殊动力作用是指机体由于摄取食物而引起体内能量消耗增加的现象。

摄入不同的营养素，特殊动力作用不同，蛋白质的特殊动力作用最显著。消耗相当于该蛋白质所产生热能的 30%，摄入碳水化合物为 5%~6%，摄入脂肪最少，为 4%~5%，正常人摄入混合食物而产生的特殊动力作用的热能每日约 627kJ (150kcal)，相当于基础代谢所需热能的 10%。

食物特殊动力作用消耗热能的因素，主要是营养素摄入后在体内的消化吸收需要能量，如蛋白质、脂肪的合成、氨基酸的转运、葡萄糖和脂肪间的转变等。

第四节 热能的供给及食物来源

一、热能的供给

糖类、蛋白质、脂肪为三大产能营养素。三种产能营养素在人体代谢中各自具有特殊的生理功能，碳水化合物与脂肪之间可以相互转化，它们对蛋白质有节约作用，所以三者在向人体供能方面应有一个适当的比例。通常碳水化合物向人体提供的热能较合适的比例应占总能量的 60%~70%，脂肪占 20%~25%，蛋白质占 11%~14%。

二、热能的食物来源

人体热能的来源主要由食物中的碳水化合物、脂肪和蛋白质所提供。

这三种产能营养素普遍存在于动物性食物中和植物性食物中，蔬菜和水果含热能量较少。动物性食品及豆类中主要是脂肪和蛋白质，而植物性食物，如谷类、根茎类含有大量的碳水化合物，它们是较经济的热能来源。坚果类如花生、核桃、葵花籽、松子、榛子等含有很多脂肪，具较高的热量。

各国的营养学家对乙醇在人体内的代谢问题已经进行过多次研究。通过实验已经证明，在适量饮用乙醇的情况下，乙醇是可以提供一定能量的。乙醇全部燃烧每 1 克产生 29.26kJ (7kcal) 热量，其中 70% 可被机体利用，即提供 20.9kJ (5kcal) 的热量。

第三章 蛋白质与氨基酸

蛋白质是组成人体一切细胞、组织最重要的成分。没有蛋白质就没有生命。从食品科学的角度来看，蛋白质除了保证食品的营养价值外，在决定食品的色、香、味及质构等特征上也起着重要的作用。

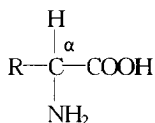
第一节 蛋白质的组成与分类

一、蛋白质的元素组成及构成单体

蛋白质含有碳、氢、氧和氮等元素，大多数还含有硫，一些蛋白质还含有磷，少数情况下含有锌、铁、铜、锰等元素。一般来说蛋白质的平均含氮量为 16%，所以用凯氏定氮法测定蛋白质时，将测得的氮乘以 6.25 ($100/16=6.25$)，就可得到蛋白质的含量。

蛋白质是由氨基酸组成、以肽键连接的高分子化合物。各种蛋白质的相对分子质量相差很大，从 1 万多至几十万或几百万甚至上千万。近年来，在测定蛋白质的氨基酸组成时采用多种高纯度的蛋白酶作为催化剂，使蛋白质完全水解而不损失氨基酸。

构成蛋白质的氨基酸（除脯氨酸、羟脯氨酸外），都是氨基位于羧基的 α -碳原子上的 α -氨基酸，具有下列通式：



二、蛋白质的分类

蛋白质分类方法很多：动物性蛋白质可以分为纤维蛋白类和球蛋白类；植物性蛋白质可以分为谷蛋白类和醇溶谷蛋白类。

（一）根据分子形状分类

1. 球蛋白类

这类蛋白质主要存在于动物性食品中，分子形状长短轴比小于 10，包括肌球蛋白、酪蛋白、白蛋白、血清球蛋白。这类蛋白质的营养价值往往较高，通常含有人体必需氨基酸，且易于被机体消化吸收。

2. 纤维蛋白

它是机体组织结构不可缺少的蛋白质，由长的氨基酸肽链连接成纤维状态或卷曲成各种盘状结构，成为各种组织的支持物质，如结缔组织中的胶原蛋白、肌腱和韧带等。这种蛋白质分子形状长短轴比大于 10，一般不溶于水。

（二）根据组成分类

1. 单纯蛋白质

单纯蛋白质的水解产物仅是氨基酸。

2. 结合蛋白质

结合蛋白质的水解产物由单纯蛋白质和非蛋白辅基组成。

(三) 根据溶解度分类

(1) 可溶性蛋白；

(2) 醇溶性蛋白；

(3) 不溶性蛋白。

(四) 根据氨基酸组成分类

1. 完全蛋白质

这类蛋白质所含必需氨基酸种类齐全，数量充足，各种氨基酸的比例也与人体所含的氨基酸比例相似，不但能保证人体生长的正常需要，而且也能促进儿童的生长发育。如奶类中的酪蛋白、乳白蛋白，蛋类中卵白蛋白和卵黄磷蛋白，肉类、鱼类中白蛋白和肌蛋白，大豆中的大豆球蛋白，小麦中的麦谷蛋白和玉米中的谷蛋白等都是完全蛋白质。

2. 半完全蛋白质

这类蛋白质所含的各种必需氨基酸种类还比较齐全，但由于种类多少不均匀，互相之间的比例不合适，如果把它们作为膳食中唯一的蛋白质来源时，只能维持生命，而不能促进儿童良好的生长和发育。如小麦和大麦中的麦胶蛋白就属于这类。

3. 不完全蛋白质

这类蛋白质中所含必需氨基酸种类不全，如果把它们作为膳食中唯一的蛋白质来源时，既不能促进儿童良好的生长发育，也不能维持生命。如玉米中的玉米胶蛋白，动物的结缔组织和肉皮中的胶原蛋白，豌豆中的球蛋白等。

第二节 蛋白质的功能

一、构成机体，修补组织

蛋白质是组成机体所有组织、细胞的重要成分。机体所有重要的组成部分都需要有蛋白质参与。人体内的神经、肌肉、内脏、骨骼，甚至指甲和头发，没有一处不含蛋白质。人体的生长发育、组织细胞的新陈代谢，都离不开蛋白质。人体蛋白质始终处于合成与分解的动态平衡过程，每天约有 3% 的蛋白质参与更新。

一般地说，蛋白质约占人体质量的 18%，占人体总固体量的 45%。

二、构成酶和激素的成分，调节生理机能

机体的新陈代谢是通过无数种化学反应来实现的，而这些反应的进行都是通过各种酶来催化。酶是蛋白质，它参与了机体内环境的各项生命活动，如肌肉收缩、血液循环、呼吸、消化、神经传导、感觉功能、能量转换、信息加工、遗传、生长发育、繁殖及多次思维活动。如果没有酶，生命将无法存在。调节生理机能的一些激素也有蛋白质