

# 第 1 章

## 绪

## 论

### 1.1 食品的定义和功能

#### (1) 食品的定义

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”。为维持正常生理机能而经口摄入体内的含有营养素的物料统称为食物，绝大多数是经过加工后才食用的，称为食品。

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。

#### (2) 食品的功能

食品的功能可分为生理功能和社会功能。

在生理活动中，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。食品生理功能概括为三点：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；另外还有一个作用不容忽视，即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，这就是食品的第三功能，具有这种功能的食品就是我们所说的“功能性食品”。

食品除具有生理功能外，还具有两个重要的社会功能。一是食品具有联络感情的功能，每当“有朋自远方来”、或有庆功、庆典时，经常要用好酒好菜招待；二是从较大的范围上看，食品还关系到国家和民族的兴亡，具有维持社会安定的功能。自古以来就有“民以食为天”、“穷乡僻壤出刁民”的说法，在当今社会也是一样，“省长要抓米袋子、市长要抓菜篮子”，各个国家和地区都把食品供应作为首要的工

作来抓。

在 20 世纪 90 年代初，美国科学家布朗提出一个严峻的问题：“20 世纪谁来养活中国？”中国是以世界 7% 的耕地养活占世界 21% 的人口，但已进入了 21 世纪，中国却仍在不断发展的过程中，没有出现布朗预测的问题，由此可见，中国政府的方针政策是正确和伟大的。

### (3) 食品的分类

根据食品原料的来源可分为动物性食品、植物性食品、矿物性食品；

根据营养特性可分为谷类及其制品、大豆及其制品、动物性食品（肉、蛋、奶、鱼）、果蔬及其制品、食用油脂类和糖酒类；

按食品在膳食中的比例可分为主食、副食。

了解食品的分类会帮助我们掌握食品的营养功能。

## 1.2 食品科学研究的内容

### 1.2.1 食品科学的研究领域

食品科学是以现代科学、技术与工程为基础，以食品生产、加工、包装、储藏、流通、消费、环保等为主要内容，以食品卫生、营养、感官品质等食品质量的变化、维护、检验为研究中心，并与现代管理科学、人文科学、市场营销等学科密切联系。因此，现代食品科学已发展为一门跨学科的综合性科学。其研究领域如下。

#### (1) 食品基础理论的研究

食品科学是一门综合应用科学，其理论研究涉及生物化学、微生物学、食品营养与卫生、植物和动物生理学、人体生物学和药物学等学科。

#### (2) 食品生产与加工的研究

包括食品原料的生产和各种食品的加工，是在保证食品安全和营养的条件下，研究在进行食品工业生产中的工艺可行性。

#### (3) 食品生产中的新技术应用

目前应用于食品工业中的高新技术包括无菌包装、微胶囊技术、膜技术、超临界技术和遗传技术等，在保证食品安全、增加食品的花色品种、调节生理活性物质的提取、营养保存等方面起着巨大的作用。

#### (4) 食品质量的研究

食品质量包括食品卫生质量、营养质量、感官质量和各种附加质量（如包装装潢）等方面，是食品科学研究的中心内容。主要是研究质量的构成与变化、影响质量变化的因素、食品质量的控制与保持等。

#### (5) 食品文化

食品文化是社会发展的组成部分，泛指一切与食品有关的文化现象。食品文化的研究内容包括：食源（种植业、养殖业、食用菌等），食物（粮食、果蔬、鱼肉蛋奶等），食机与食具（食具、餐具、茶酒器等），食艺、食法，食风与食俗，食礼与食仪，食生与食养（食疗养生），食制与食律（饮食规律与饮食禁忌等），食卫（饮食习惯与卫生），食诗与食欲（诗歌、民谣、歌曲等），食史、食典与食籍等。

食品是一种具有特定意义和功能的文化“载体”。俗话说“百里不同风，千里不同俗”。

我国幅员辽阔，民族众多，不同的历史渊源、人文地理环境，形成了东西迥异、南北殊同的饮食文化现象。

饮食是“味感美学”，与音乐之“听感”、绘画之“视感”、文学之“意感”一样，属精神文化的范畴。人们饮食的历史传统、习惯爱好、风味特点等，是一种文化现象。食物的色、香、味、形、意的表现，是一门博大精深的艺术，也反映了生产力的发展水平和社会的文明程度。

#### (6) 食品消费

俗话说“开门七件事，柴米油盐酱醋茶”，食品消费关系到每一个人的日常生活。对一个国家来说，国民的食物消费结构影响到国民的健康水平和社会生活的各个层面，因此，研究食品的营养卫生和膳食的平衡是指导食品消费的核心问题。

#### (7) 食品与环境的相互关系

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%。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。绿色食品的兴起，充分说明了人们对食品安全性的重视。

#### (8) 其他内容

包括食品包装与装潢、食品市场与经营、食品法律体系、食品流通、食品检验等等。

### 1.2.2 中国食品工业中面临的问题和任务

食品工业的发展直接影响人民的营养健康水平，影响人的智力和体魄，影响人的素质和国家的兴衰。天然、健康、营养、安全仍然是 21 世纪食品工业发展的主题。今后 10~20 年是我国居民消费结构、食物结构和营养结构迅速变化的重要时期，食物安全保障和食品产业发展将成为我国经济发展中一个具有全局性、战略性的焦点和热点问题。

目前我国食品工业主要面临三大矛盾：一是存在着食物资源供给与众多人口饮食需求之间的矛盾，我国及世界上的人口仍保持增长，而科学家预测地球上的所有植被最多只能养活 80 亿人，所以开发新的食品资源是当前亟待解决的问题；二是随着生活节奏的加快，人们要求更多更好的便于加工的食品，这导致了饮食现代化的社会需求与我国食品工业相对落后的矛盾；三是存在着膳食科学化与居民、食品企业、餐饮业营养科学知识贫乏之间的矛盾，有些人营养不良，有些人却因营养过剩产生肥胖、高血压、糖尿病等“富贵病”。

针对这些问题，食品工业面临的任务主要有以下几点。

#### (1) 充分利用、挖掘食品资源

我国人均耕地面积只有 1000m<sup>2</sup>，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，有的地区特别是农村蛋白质供给数量不足，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、储存手段的简陋造成各种食品腐败变质。目前我国大约有 1/3 的水果由于保藏及加工不及时而烂掉，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。

海洋可提供给我们巨大的生物资源，21 世纪应是向海洋进军的时代。也可以利用生物

技术改良农作物和动物，提高产量，同时开发新的食品资源，如昆虫、酵母等都是优质的蛋白质来源。要大力改进食品加工、保藏的方法，尽量减少食品的腐败变质，防止食品污染，加强开发及综合利用现有食品资源。

## (2) 普及营养知识，防止营养失调

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。导致大量疾病发生的原因中，来自于遗传基因的影响约占 20%，而由饮食、环境等因素的影响约占 80%， “文明病”不是因为物质文明的提高而造成的，而是精神文明不足、健康知识缺乏而产生的。美国饮食、营养与癌症委员会（DNC）预测：由于饮食的改善，至少可使美国的癌症发生率下降 35%，所以专家呼吁“千万不要死于无知”，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。

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。合理营养是健康的物质基础，而平衡膳食是合理营养的惟一途径。因此，在 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。

只有宣传营养知识，把知识交给每一个人才能让人们在各自的条件下尽可能获得最佳营养。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。

## (3) 发展方便的高营养食品

目前我国城市就业人口迅速增长，他们迫切要求减轻家务劳动，消除紧张工作带来的疲劳，以保持清醒的头脑，提高生活质量。满足这一人群的快餐食品、方便即食食品、娱乐消遣性食品、活力高能组合全营养性食品会有较大的需求，生产这些便于携带、方便随时食用、快速补充体力和能量的食品，也将是食品工业的发展方向和必然趋势。

# 1.3 食品营养与健康的关系及我国居民的营养状况

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。

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。

## 1.3.1 食品营养与健康的关系

### (1) 促进生长发育

生长是指细胞的繁殖、增大和细胞数目的增加，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。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

充分、合理的营养可以帮助机体处于最佳状态。当一个人与疾病做斗争、从事繁重的工作、或受到精神上的痛苦时，机体会承受较大的压力。营养充足的人通常能承受这些压力，这是因为营养过程可以增进健康，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。

## (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，如瑞士曾对百余所小学进行调查，学习不用心、成绩较差的学生约有 50% 处于贫血状态。

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，孕妇就应注意到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，因此要注意营养素全面均衡的摄取。如多种维生素和矿物质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。我国目前 60 岁以上老年人已达 1 亿，今后一段时间还有增长，我国人口老龄化已成定局，到 21 世纪中叶，工作人口和退休人口的比例将从现在的 10:1 增加到 3:1，如何供养这些退休老人，将成为国家发展繁荣和社会稳定的一个基本国情问题。

适合老年人食用的食品要有易消化吸收以及可以预防老年性疾病的功能，如注意避免热

量和动物脂肪的过多摄入，多吃水果、蔬菜等，可防止高血压、心脑血管疾病、糖尿病等的发生和复发。

### 1.3.2 我国居民的营养状况

世界卫生组织（WHO）用身体质量指数（BMI）评价成年人的营养状况时发现，在全世界上约有 9% 的人处于慢性营养不良的状态，还有 15% 的人处于超重或肥胖状态。根据有关部门调查，中国约有 1 亿肝炎病毒携带者，95% 的中老年人为高血压和高血脂病人，2000 万糖尿病患者，有 4 亿人生活在缺碘地区，有 600 万人忍受着甲状腺病的折磨，由于缺钙，有 49% 的三岁以下的小孩患有佝偻病。

近年来，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，平均每人每天标准摄入热量达 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。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%，在贫困地区特别是山区维生素 A、维生素 C、碘缺乏随处可见。而在北京和上海等地区，由于营养过剩导致的富贵病正在增加，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。因此，我国人民的营养状况仍不容乐观。

## 1.4 食疗的概念和发展简史

### 1.4.1 食疗的概念与作用

食养（食补）、食疗（食治）、药膳均为中医术语，它们之间既有区别又有联系，但都与饮食相关。前文中已经提到，饮食可以影响到人们的健康水平，食物与药物都能治疗疾病，每人每天都要饮食，食物与人们的关系比药物更加密切，所以古代医家有“药疗不如食疗”之说。而且在现代医学中，治疗疾病时大量使用抗菌药，这将产生许多不利的影响，主要是使病菌产生抗药性、使机体自身的抵抗力下降、破坏了肠道微生态环境等。因此，中西医都强调饮食营养的重要性。

食养是通过调节正常的膳食达到养生保健的目的。在饮食营养中首先强调不要偏食，各种食物合理搭配才能保证人的健康，如《素问》（南北朝）中指出：“肉谷果蔬，食养尽之，勿使过之，伤其正也”，“五谷为养、五果为助、五畜为益、五菜为充”。这种理论在今天仍被各国饮食专家所推重，与现代医学提出的各种食物具有不同营养功能及平衡膳食的要求是一致的。其次食养中强调饮食要有节制，不可贪食过饱，如“饮食自倍，肠胃乃伤”，“肥者令人内热，甘者令人中满”。三是饮食中生熟冷热要有度。四是饮食营养要适应环境，要因时、因地、因人而异，这与现代营养学家提出的营养素的供给要根据气候、地区、劳动强度

及生理特点的变化而变化的观点是一致的。

食疗是在中医理论的指导下，利用食物的特性或调节膳食中的营养成分，达到治疗疾病、恢复人体健康的目的。食疗和食养的区别在于，食疗是在人体有病或不健康的状态下，有一定目的地调整饮食的方法。人们称能用食物治病的医生为“上工”，孙思邈在《千金方》中就强调“药性刚烈，犹若御兵，若能用食平荷，释情遣疾者，可谓良工。夫为医者，当需先洞晓病源，知其所犯，以食治之，食乃不愈，然后命药。”可见，当时食疗已被医家们充分重视。

药膳是以辅助治疗某些疾病为目的，在膳食中加入一定的中药成分制成菜肴或其他类型的食物。与食疗的区别是在膳食中加入了一定的药物，而药物有一定的适用范围和规定的使用剂量，因此药膳要在医生的指导下服用，药膳的制作单位也需经过卫生行政部门批准。

但是我国自古有“药食同源”的说法，许多物品既是食物也是药物，如姜、枣、山药、山楂等，其界限难以划分。我国卫生部和国家食品药品监督管理局三次下文公布了“既是食品又是药品”的名单（见附录2），2002年3月5日卫生部又公布了《关于进一步规范保健食品原料管理的通知》，其中对药食同源物品、可用于保健食品的物品和保健食品禁用物品做出具体规定。

#### 1.4.2 食疗的发展史

我国药食同源食品源远流长，据资料记载已有三千年以上历史，饮食治疗是整个中华医学的一部分。

上古时代的人由吃生食进步到吃熟食是食疗由萌芽到形成雏形的一个重要因素。农业的发展，火的应用，人们开始吃熟食，这不仅避免了胃肠病，也使食物中的蛋白质易于消化吸收。这就大大保证了人类身体的健康和强壮，与食疗的发展有密切的联系。

在长期与自然和疾病的斗争中，人类采取了各式各样的方式和方法，食疗和医疗是与疾病做斗争中常用和比较重要的方法。《山海经》“神农尝百草，日遇七十二害”，对食物的鉴别完全是从经验中获得；《神农本草经》中共记载药物365种，并将这些药品分为上、中、下三品，其中上品多为日常食物，如薏苡仁、大枣、薯类等，这是食疗的开始。《黄帝内经》是我国最早的医学专著，提倡“药以祛之，食以随之”。

到周代，统治阶级为了保护健康和调制适宜的饮食，开始设置食医和食官以专司其事。据《周礼·天官》记载，一些因营养缺乏所致的疾病，如甲状腺肿、脚气病、夜盲症等都被认识，并用相关食物来进行治疗。晋代葛洪在其所著《肘后方》中也记载用海藻酒治瘰疬病（甲状腺肿）以及用猪胰治消渴病（糖尿病）。

东汉末年医家张仲景在《伤寒论》和《金匮要略》中采用不少食物用以治病，提出了“当归生姜羊肉汤”和“甘麦大枣汤”等典型的食疗方，还专门撰写了“禽兽鱼虫禁忌”和“果实菜谷禁忌”等篇章。

食疗经过早期的发展，到了唐朝集其大成，并出现了专著。唐代有“药王”之称的孙思邈在所著的《千金方》中有食治专篇，列于第二十六卷，分“果实、菜蔬、谷米、鸟兽虫角”四门来叙述，收载的食物约有150多种，书中提出动物肝脏可以治疗雀目，赤小豆、薏苡仁、麦谷皮能治疗脚气病等，是现存最早的营养疗法专篇。《水浒传》记载郓城县王公挑担卖药汤，给宋江吃醒酒“二陈汤”，也是宋代食治普及，小贩走街串巷叫卖保健饮料的社会实况的一个写照。

金人张从正著《儒门事亲》一书，主张食养补虚，“养生当论食补”，“精血不足当补之以食”。

元代饮膳太医忽思慧于天历三年著《饮膳正要》一书，这是我国第一部有名的营养学专著，全书共三卷，它继承了食、养、医结合的传统，对每一种食品都注意它的养生和医疗效果，因此本书所载的内容基本上都是保健食品。

明代李时珍的伟大著作《本草纲目》共载药 1892 种，增加新药 347 种，食物占 700 多种。清代的食疗著作很多，食疗受到医家的普遍重视。

中华人民共和国成立后，特别是党的十一届三中全会以后，现代科学技术的进步，使食疗事业得到蓬勃地发展。现在，可以用精确的科学方法计算各种食物的热量和营养成分，根据不同疾病选用不同饮食，更可使食疗发挥应有的作用。特别是近年来中西医结合的方法进行研究，对食疗取得了不少新的研究成果，有更多的食疗专著问世。

社会上的食疗实践也方兴未艾，如 1981 年成都同仁堂设立药膳餐厅，他们根据历代医家专著和民间验方，对滋补药膳分为四季五补，即春天“升补”，夏天“清补”，秋天“平补”，冬天“滋补”，四季“通补”，设计不同品种补膳以供进补之用。

## 第 2 章

# 食品的营养素及其生理功能

### 2.1 人体的化学组成与代谢

人体的化学组成很复杂，在生命活动中，能够保证人体生长、发育、繁衍和维持健康生活的物质被称为营养素，已知的有 40~45 种必需营养素，其中水、碳水化合物、蛋白质、脂肪、矿物质和维生素被合称为“六大营养素”。表 2-1 反映了一个体重 65kg 男子的基本化学构成。

表 2-1 人体的基本化学构成（65kg 体重，男性）

化学物质	蛋白质	脂肪	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

人体必须不断地补充基本营养物质来维持人体的生命活动，人类从外界获取食物满足自身生理需要的过程称为营养过程，包括摄取、消化、吸收和体内利用等。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，但总的说，维持人体的健康在人体的化学组成总是存在物质和能量两方面的平衡。

#### 2.1.2 人体的物质代谢与物质平衡

##### 2.1.2.1 物质代谢

食物在体内消化以后，营养素被吸收进入血液循环，同时发生许多化学反应，为机体提供能量或构成组织，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。

##### (1) 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。

### (2) 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。

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，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合成为复杂分子、作为机体组织的构成材料的过程，合成代谢是吸热反应，需要向反应输入能量。

### (3) 排泄阶段

代谢废物由尿、粪便、汗液而排出体外。人们对健康的研究表明，人体代谢废物在体内存留时间过长，是导致多种疾病的原因。

#### 2.1.2.2 物质平衡

##### (1) 酸碱平衡

酸碱平衡的调节是指控制体液的氢离子浓度或 pH 值。细胞的化学反应在很大程度上依赖氢离子浓度，为维持细胞生命活动，体液的正常 pH 值为 7.35~7.45，维持生命的极限 pH 值是 7.0~7.8。偏离此范围，会引起正常机体代谢的失调，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。

人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。

化学缓冲剂调节这些物质能与各种酸、碱结合，以防止体液出现较大的酸性或碱性改变，重要的化学缓冲剂是碳酸氢盐、磷酸氢盐和蛋白质等。其中，磷酸盐类缓冲剂在细胞内的浓度较大，缓冲容量较高，对保持细胞内液的正常氢离子浓度是非常重要的。

肾脏调节在细胞代谢过程中会生成许多有机酸，包括磷酸、硫酸、尿酸和酮酸等。这些酸进入体液可以引起酸中毒。正常情况下，这些多余的酸在生成后立即迅速地由肾脏排出体外，有效地防止氢离子浓度积累。

呼吸调节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。如果体内 1min 完全不呼吸，将使细胞内液的 pH 值从 7.4 降至 7.1，而过分呼吸，1min 内 pH 值可增高至 7.7。因此，由肺部通过呼吸可调节体内的酸碱平衡，锻炼身体时更要重视这个问题。

##### (2) 水平衡

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

体液中的水约有 27% 来源于饮料，约有 18% 来源于食物，另外 50% 以上是体内物质代谢产生的水。由皮肤蒸发和呼吸排出的水约有 42%，通过肾脏排尿约 54%，其他约 4% 由粪便中排出体外。

为了维持水在体内的平衡，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，控制口渴感和肾脏排水。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。

### 2.1.2.3 食物的消化和吸收

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。消化腺是分泌消化液的器官，主要有唾液腺、胃腺、胰腺和小肠腺等。

#### (1) 食物的消化

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具有生理活性的蛋白质，在正常体温状态下能催化生化反应。许多消化酶都是以非活性形式存在，这种状态的酶叫酶原。在一些激活剂如氢离子、金属离子和另一些酶的作用下，这些酶原开始活化。消化道中主要有胃蛋白酶、胰蛋白酶、胰脂肪酶、肠脂肪酶、唾液淀粉酶、胰淀粉酶等。当食物通过消化道时，发生的化学反应与酶的活性有关。

口腔对食物的消化作用是接受食物并进行咀嚼，将食物研磨、撕碎、并掺和唾液。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。

食道亦称食管，是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。

胃是膨胀能力最强的消化器官，有三个部分：向左鼓出的L形部分叫胃底；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，其中，胃底区的壁细胞分泌盐酸，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（pH1.6~3.2），胃蛋白酶被激活，可以水解一部分蛋白质。另外，胃还分泌凝乳酶，这种酶能凝结乳中蛋白，对于婴儿营养很重要。成人若长期不食用乳及其制品时，胃液分泌物中会缺少凝乳酶。

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和脂肪快些，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。各种食物通过胃的速度不同，使食物具有不同的饱腹感。正常成人食物通过胃的速度为4~6h。

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，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。

肠黏膜具有环状皱褶，并拥有大量绒毛，表面上的细胞又具有大量微绒毛，这样便构成了巨大的吸收面积（200~400m<sup>2</sup>），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。

胰脏是一个大的小叶状腺体，位于小肠的十二指肠处。胰脏分泌的消化液呈碱性，由水相和有机相两相组成，通过胰脏管直接进入小肠。消化液水相中富含碳酸氢盐，主要是中和在胃中产生的高酸性食糜，有机相中含有胰脏腺泡细胞产生的酶。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，以及一些化学缓冲剂。

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。肝脏消化吸收的作用还表现在储藏和释放葡萄糖，储存维生素A、维生素D、维生素E、维生素K和维生素B<sub>12</sub>等，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，包括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 1~7 天。

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。

## (2) 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、单酸甘油酯等，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。

当营养成分被消化吸收后，立即被运输到需要或储藏它们的组织。淋巴和血液是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。

蛋白质的吸收蛋白质在消化道内被分解为氨基酸后，在小肠黏膜被吸收，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。

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，可被直接吸收进入血液中；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。

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，一部分合成糖原在肝中储存，另一部分由肝静脉进入人体循环，供全身组织利用。

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，钠盐是靠钠泵吸收，氯离子、碳酸氢根等负离子是靠电位差进行吸收。

## (3) 生物转化

肝脏是进行生物转化的主要器官，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为生物转化。体内物质代谢产生的小分子活性物质或毒物，以及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。

很多因素会影响到生物转化反应的进行。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；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；严重的肝脏病会影响转化的进行，但是通过诱导作用，可使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。

#### (4) 排泄

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后，刺激肠壁，引起排便反应。

### 2.1.3 人体的能量代谢与能量平衡

#### 2.1.3.1 食物的能量

食物中糖类、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”。考虑机体对这些产能物质的消化、吸收情况（如纤维素即不能被人类消化），定义机体可利用的能值为生理能值，与食物能值有一些差异。几种营养素的食物能值和生理能值列于表 2-2。

表 2-2 几种营养素的食物能值和生理能值

营养素	食物能值/ $\text{kJ} \cdot \text{g}^{-1}$	尿损失/%	吸收率/%	生理能值/ $\text{kJ} \cdot \text{g}^{-1}$
蛋白质	23.6	5.2	92	17
脂肪	39.5	—	95	38
碳水化合物	17.2	—	98	17
乙醇	29.7	微量	100	30

在进行能量平衡的研究中发现营养素可按其所含能量彼此替代，如：1g 脂肪产生的能量相当于 2.27g 糖类或 2.27g 蛋白质所产生的能量。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，主要表现在以下几个方面：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；大脑每天实际需要的能量为 100~120g 葡萄糖，脂肪无糖的异生作用，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。因此，提供食物不能仅以能量来考虑。

#### 2.1.3.2 人体的热能需要量

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。人体中能量的消耗包括三个方面：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。

##### (1) 基础代谢消耗

基础代谢消耗是维持生命最基本活动所必需的能量需要，是指机体处于清醒、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，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。

正常情况下，以体重 60kg 的男子为例，24h 的基础代谢率为 6.0MJ，女性比男性约低 5%，老人比成人低 10%~15%。

人体安静时的能量代谢在 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，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、发汗及循环呼吸机能加强造成。

有研究表明，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 1.85kJ (0.4433kcal)，如我国东北地区成年居民热能需要量比中部地区高 7%~8%，比南方地区高 12%~13%。

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，而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%。

另外，基础代谢率还与营养及机能状况等有关。

## (2) 体力活动消耗

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），简单介绍如下。

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：大多数业务工作人员如作家、律师、医生、会计、教师、设计师、店员等，也包括有现代家用电器设备的家庭妇女。

中等体力劳动者：从事轻工业、手工业劳动者、学生等，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：农民、士兵、矿工、炼钢工人、运动员、林业工人、建筑工人、舞蹈演员等。

极重体力劳动者：伐木工人、铁匠、搬运工人、人力车夫、采石工等。

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，每日热能的需求（包括基础代谢和食物特殊动力作用）一般为 10032~16720kJ (2400~4000kcal)，孕妇和乳母须在原有基础上每天额外补加 1250kJ (300kcal)，具体标准见表 2-3。

表 2-3 我国热量每天供给量标准

劳动强度	热量供给量/kJ(kcal)		劳动强度	热量供给量/kJ(kcal)	
	男 性	女 性		男 性	女 性
轻体力劳动	10868(2600)	10032(2400)	重体力劳动	14212(3400)	12540(3000)
中等体力劳动	13375(3200)	10868(2600)	极重体力劳动	16720(4000)	孕妇、乳母+1254(+300)

## 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。食物特殊动力作用消耗的热能，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。

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%，摄入碳水化合物和脂肪的特殊动力消耗分别为 5%~6%和

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%。

### 2.1.3.3 热能的供给及食物来源

#### (1) 热能的供给比例

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，所以三者向人体提供能量时有一个适当的比例。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%。

#### (2) 热能的食物来源

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，具有较高的热量。

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 1g 产生 29.26kJ 热量，其中 70%可被机体利用，即提供 20.9kJ 的热量。

## 2.2 水

### 2.2.1 水的功能

#### (1) 机体的重要组成成分

水是人体含量最大和最重要的组成部分，是维持生命、保持体细胞外形、构成各种体液所必需的。年龄越小含水量越高，胎儿体内水的含量为 98%，婴儿体内含水约为 75%，成人体内含水为 55%~65%。缺水 2%时人会感到口渴，缺水达 20%时则无法存活。

体内不同细胞和组织的含水量不同：肌肉与薄组织器官（肝、肾、脑等）中含水为 70%~80%，皮肤为 60%~70%，骨骼中为 12%~15%，血液中含水约为 80%。人体内肌肉组织约占体重的 40%，所以肌肉的含水量约占全身总水量的一半。通常当机体内脂肪含量增加时含水量下降。

#### (2) 促进营养素的消化、吸收与代谢

水是很多有机与无机物质良好的溶剂。甚至一些脂肪和蛋白质也能在适当条件下分散于水中构成乳浊液或胶体溶液，以利营养素的消化、吸收、代谢和排泄。

水可作为体内各种物质的载体。水的流动性强，对于各种营养素的运输与吸收、气体的运输与交换、代谢产物的运输与排泄等起到了极其重要的作用。

水是体内生化反应的媒介，同时水本身也参与体内的化学反应。因此，水是各种化学物质在体内正常代谢的保证。

#### (3) 调节体温

水对体温的调节是由它的三个特性所决定的：一是水的比热容高，由于体内含有大量的水，所以在代谢过程中所产生的热能多被水吸收，保持体温的恒定；二是水的蒸发热大，当机体在 37℃ 时，每 1mL 水的蒸发热为 2.4kJ (0.579kcal)，因此蒸发少量水，即可散发体内

储存的大量的热；三是水的导热性强，水为非金属中最良好的导热体，虽然机体各组织代谢强度不一样，产热量不一样，但可通过水的导热作用来保证机体各组织和器官间的温度趋于一致。

#### (4) 作为润滑剂

水的黏度小，可使体内摩擦部位润滑，减少损伤。体内关节、韧带、肌肉、膜等处的活动都由水作为润滑剂。同时水还可以滋润身体细胞，使其经常保持湿润状态。水可以保持皮肤柔软，有弹性。水还可以维持腺体器官的正常分泌。

#### (5) 食品的重要组成成分

水是动植物食品的重要成分，水对食品的性质起着很重要的作用，如对食品的鲜度、硬度、流动性、呈味性、保藏和加工等方面都具有重要影响。另外，水的沸点、冰点及水分活度等理化性质对食品加工也有着重要的意义。

### 2.2.2 水的来源及需要量

#### (1) 水的来源

补充机体失水可通过以下三个途径。

饮料水包括茶、咖啡、水和其他各种饮料，占人体水分总来源的一半以上。

食物水食物水包括固体食物中水和与食物同时摄入的水分（如饭、菜、水果等），占人体水分总来源的 30%~40%。

代谢水体内约有 10%的水是来自代谢水，代谢水是由营养素在体内经过生物氧化过程后生成的，如 100g 碳水化合物在机体内完全氧化可以产生 60g 代谢水，100g 蛋白质氧化后可产生 42g 水，100g 脂肪氧化产生 110g 水。

水的补充也要考虑质量。在高加索地区有一个偏僻的小村，但许多老人寿命可高达 130~140 岁，科学家研究这个“长寿村”的长寿秘密时，发现该地区居民饮用的水为 pH6.5~8.5 山泉水，与人体的体液一样，呈现弱碱性；另有研究表明，经常饮用硬度低的水，即含钙、镁等离子浓度较低的水，可以导致患心血管病的人增多，且死亡率增加。因此最好的饮用水是呈弱碱性的矿泉水，新鲜的凉开水也是较好的饮水来源。

#### (2) 水的需要量

一般地说，成人每摄取 4.184J (1kcal) 能量约需水 1mL，婴儿则为 1.5mL。人体对水的需要量随年龄、体重、气候及劳动强度等情况的差异而有所不同。

婴儿和儿童对水的需求量相对比成人高。成人每天水的正常代谢量约为体重的 6%，而婴儿大约为 15%，即相当于每 1kg 体重约为 40~50g 水，婴儿所需要的水是成人的 3~4 倍。

体力活动、膳食、疾病等对水的需求也有影响。体力活动增加，水蒸气的排出量增加，当水的丢失较多时，如不及时补充水，体重会明显下降；在炎热干燥环境中，皮肤和肺排水量提高 50%~100%，如果出汗失水不及时补充即会发生中暑；高蛋白膳食可增加尿中氮的含量，要保证尿的正常排泄需补水；连续呕吐、长期腹泻、高烧引起水的大量丢失；手术后、渗出液、烧伤等引起的机体损伤也都会大量失水，如不及时补充会发生一系列病理变化，甚至引起死亡。

通常，一个中等体力劳动的体重 60kg 的成年男人每天与外界交换的水约为 2500~3000mL，若以每天需水量 2500mL 计，代谢水可提供 300mL，食物水可提供 1000mL，另外所需的 1200mL 水则必须由饮料水提供，若以 150mL 容量的茶杯计，就是 8 杯。

要注意的是，当人感到口渴时，说明体内已开始缺水，因此最好是在平时能定时定量地补充水分。而且，在夜间睡眠过程中，大量的水分由呼吸和汗排出体外，因此在睡觉前和起床后，要注意水分的补充。

## 2.3 碳水化合物

碳水化合物又称糖类，是生物界三大基础物质之一，是自然界最丰富的有机物质。主要是由 C、H、O 元素组成，其基本结构式为  $C_m(H_2O)_n$ ，由于组成的形式不同而产生不同的化合物，主要形成糖、淀粉、纤维素、树胶和有关物质。

### 2.3.1 碳水化合物的性质与分类

#### 2.3.1.1 单糖

单糖是不能被水解的简单碳水化合物。在食品营养学上比较重要的单糖有戊糖和己糖，戊糖主要有阿拉伯糖（聚戊糖）、木糖及机体生理代谢中起重要作用的核糖，己糖主要有葡萄糖、半乳糖、果糖等，具有重要的营养意义，以下介绍几种重要的单糖。

##### (1) 葡萄糖

葡萄糖主要是由淀粉等水解得到，是机体吸收、利用最好的单糖。葡萄糖在机体内吸收速度最快，向机体提供能量，并与其他物质一起构成机体的重要组成成分，如黏蛋白、糖蛋白、核糖核酸、脱氧核糖核酸、糖酯、脂类等。而且有些器官完全依靠葡萄糖供能，如大脑、骨髓质、肺组织、红细胞等。

人体内血糖为葡萄糖，葡萄糖在体内的运输是靠血液完成的。在正常情况下，糖的分解及合成保持动态平衡，使血糖浓度相对恒定。当血糖含量下降时，肝糖原就加速分解，保持人体血液浓度的相对恒定，对神经系统，特别是大脑的活动有重要作用。脑功能复杂，活动频繁，但大脑内储存的葡萄糖和糖原极少，仅能维持几分钟的正常活动，因此维持大脑的活动完全靠循环血液随时供给葡萄糖。

##### (2) 果糖

果糖多存在于水果中，蜂蜜中含量最高。机体内的果糖是由蔗糖水解为一分子的果糖和一分子的葡萄糖而得。在吸收时部分果糖被肠黏膜细胞转变成葡萄糖和乳酸。人体的肝脏是实际利用果糖惟一的器官，它可以将果糖迅速转化，其他部位果糖含量极低。果糖的代谢可不受胰岛素的制约，故糖尿病患者可食用果糖。随着人们对糖尿病患者的进一步认识，除血糖水平应保持接近正常人水平，还应避免引起严重的血糖过低症，因此，糖尿病学家和食品工艺学家一致认为果糖是糖尿病患者一种较好的功能性甜味剂。

果糖的甜度很高，是常用糖类中最甜的物质。若以蔗糖的甜度为 100，葡萄糖的甜度为 74，而果糖的甜度为 173。因此果糖是食品工业中重要的甜味剂。近年来利用异构酶成功地生产了果葡糖浆，果糖含量可达 90% 以上，为食品工业开辟了果糖的新来源。由于果糖甜度高，风味好，溶解度高，保湿性强，可用来制作面包、糕点、果酱、蜜饯、罐头及其他食品。

##### (3) 半乳糖

半乳糖在自然界几乎不单独存在。乳糖经消化后分解成一分子的葡萄糖和一分子的半乳糖。半乳糖为稍具甜味的白色晶体，吸收后在肝脏内转变成肝糖，然后分解为葡萄糖被机体