

食品营养学

一、课程的性质、地位和任务

食品营养学为食品类专业各专业的方向选修课。其任务是介绍营养学基础、特殊条件人群的营养、膳食类型于儿童食品、营养失调、食品的营养强化、未来的营养问题。使学生掌握食品营养学的基础理论知识以及世纪的应用能力。

二、课程的基本教学和考核要求

- a) 在生物化学、食品化学的基础上，系统地接营养学基础理论知识。
- b) 重点论述食品加工对食品营养素的影响，特殊条件人群的营养、膳食类型与食品的营养强化等。
- c) 对食品营养的某些基础知识，如食品的消化与吸收、营养与能量平衡以及营养需要和营养失调等作统一介绍，使学生建立食品营养学的整体观念。

第一章 绪论

营养是有机物体从外界吸收需要的物质来维持生长发育等生命活动的过程。农业——食物——营养是一个不可分割的整体。人必须通过摄入食物获取营养，而食物主要来源于农业生产。农业是食物生产的基础产业部门，除了水和盐等少数食物以外，大多数食物来自于农业的种植和养殖业，以及农产品的贮藏加工业。

农业工作者一方面承担向社会提供数量充足、品质优良和品种多样的是物的任务，另一方面也承担着向广大农民宣传普及营养知识和改善农民营养状况的责任。须知，在中国离开了八亿农民的营养与健康，提高整个中华民族的身体素质只是一句空话。

有许多社会的和自然的因子会影响到农业——食品——营养体系，从而影响到食品的生产 and 食物的生产，影响全体国民的营养健康状况。

营养学是研究在当前工农业生产水平和人民生活条件下，使人民得到合理营养，保证人民健康的科学。所谓合理营养，就是在卫生的前提下，合理的选择和配合食物，合理的贮存、加工、烹调食物，使食物中的营养数的种类，数量及比例都能适应人们的生理、生活和劳动的实际需要。

营养学包括下列内容

- 1、营养学基础知识，讨论人体对能量和营养素的正常需要（第二章至第五章）
- 2、不同胜利状况下和特殊环境下的人群的营养和膳食问题（第六章至第八章）
- 3、提高人民营养水平的途径（第九章至第十二章）
- 4、在食品加工厂贮藏和新食品开发中的营养问题（第十三章至第十四章）

营养学是一门范围广泛的自然科学，它涉及化学、物理学、农学、医学、社会学的基础

理论和基础知识。农业院校和医学院校开设的营养学又不同侧重点，前者偏重涉及下表的左面的内容，后者偏重于右面所列科学的内容，然而两者的目的是共同的：提供中华民族的营养状况和健康状况。

营养学是人类在进化过程中不断寻找食物、选择食物和改进膳食中发展起来的。我国古代人民通过长期的实践和总结，在饮食营养和养生之道方面为人列文明做出了巨大的贡献，建立了与西方膳食相对应东方膳食。

我国早在《黄帝内经素问篇》中就提出“以五谷为养，五果为助，五禽为益，五菜为充”的合理营养理论，至今认识我国食物结构的基础模式。《食经》、《千金食治》、《食疗本草》、《食物本草》、《食医心鉴》、《饮膳正要》等专著提出了食疗同源和医膳的理论基础，元朝忽思慧所著《饮膳正要》全面地阐述了食物、营养、食谱和食疗的知识，是我国古代的一部内容丰富的营养专著。近代西方营养学的引入，是我国传统的营养理论获得了科学解释和充实提高，但是并没有出现现象中医西医并立的格局和膳食结构全盘西化的格局。这充实证明我国传统膳食文化的强大生命力。预测将来的世界，决不会是东方膳食或西方膳食一枝独秀的局面，必然走上相互融合，取长补短的道路。

中华民族历来重视吃饭问题，所谓“民以食为天”就是这个意思。我国是拥有十一亿人口的发展中国家，解决这么多人口的吃饭问题，不仅对中国至关重要，而且对世界的安全也十分重要。新中国成立四十年以来，始终坚持把农业作为国民经济基础的方针，已不到世界百分之七的耕地，养活着占世界五分之一多人口，尤其在党的十一届三中全会以来，在农村推动了以联产承包责任制为中心的经济体制改革，调整了农产品价格，调动了亿万农民的生产积极性，取得了举世瞩目的成就。八亿农民的温饱问题已经基本解决，城乡人民的生活水平有了很大的提高。目前人们已不再满足于吃饱肚子，开始注意平衡膳食和合理营养。1988年我国提出要把调整食物结构作为一项重要工作来抓。

食品营养对提高人民健康和民族素质的重要作用已越来越为我国人民所认识，人民迫切要求学习和掌握食品营养的科学知识。高等农业院校担负着培养高等农业技术人才的任务，有必要在普及宣传方面做出积极的贡献。我国的农业工作者一定要奋发图强，艰苦奋斗，为不断发展农业——食品——营养事业，为不断提高我国人民的营养健康水平而努力拚搏。

第二章 食物的消化与吸收

人体在生命活动过程中，必须不断的从外界摄取营养物质，以供新陈代谢的需要，只是有消化系统来完成的。营养物质主要来自食物，其中的水、无机盐和维生素可以直接被吸收利用，而蛋白质、脂类和大多数的糖类一般都是大分子的物质、分子结构也极复杂，不能直接被人体吸收和利用，必须先消化道内经过消化使之成为结构简单的小分子物质，才能透过肠壁细胞进入血液和淋巴循环而被机体利用。食物在消化道内进行分解的过程称为消化，分解后的物质透过消化管壁进入血液循环的过程称为吸收。消化与吸收是两个紧密联系的过程，不能被吸收的物质残渣则由消化道末端排出体外。

第一节 人体消化系统

人体消化系统由消化道和消化腺两大部分组成。

一、 消化道

消化道是指由口腔至肛门粗细不等的弯曲管道，长约九米，包括口腔、咽、食管、胃、小肠、（又分十二指肠、空肠及回肠）等部分。

二、 消化腺

消化管壁内，如食管腺、胃腺、肠腺等。

第二节 食物的消化

消化包括机械性消化和化学性消化，两者密切相关，机械性消化由消化道的运动完成，它的作用在于磨碎食物，使之与消化液相互混合，并推动食物向消化道的下端移动和促进吸收，最后将食物残渣排出体外。化学消化主要由消化腺所分泌的消化酶来完成。

一、 各种消化液的成分及作用

各种消化液含不同的消化酶给予消化有关的一些有机物及无机物。

（一）唾液的成分及作用

由唾液腺分泌的唾液是无色的、无味的液体， $\text{PH}=6.6\sim 7.1$ ，其中水分约占 99%，有机物之主要为粘蛋白，它使唾液具有粘稠性质，此外还含有唾液淀粉酶、溶菌酶、氨基酸、尿素等。唾液重的无机物有 Na^+ 、 K^+ 、 Ca^{2+} 、 HCO_3^- 和微量的 CNS^- 。唾液中还含有少量的气体 O_2 、 N_2 、 CO_2 等。

经口腔咀嚼的食物与唾液充分混合形成面团后便于吞咽，并引起气味味觉；唾液中的唾液淀粉酶可使淀粉水解为麦芽糖；唾液的流动可以冲洗口腔粘膜上的有害物质，溶菌酶和微

量 CNS^+ 有杀菌作用。

绝大多数为味觉刺激，尤其是算未能引起大量的唾液分泌。当一个人嗅到或吃到他特别喜欢的食物时，唾液分泌量远远超过他所厌恶食物的唾液分泌量，狼吞虎咽的进食方法不利于唾液分泌及食物唾液的充分混合，影响消化。

（二） 胃液的成分及作用

纯净胃液是一种无色呈酸性的混合液体，PH 约为 0.9~0.5。正常人日分泌量为 1.5~2.5L。胃液主要成分包括水、HCl、 Na^+ 、 K^+ 等无机盐以及粘蛋白、胃蛋白酶等有机物。

1、盐酸 胃液中的盐酸也称为胃酸，由胃腺壁细胞分泌，整个机体中只有胃才有这种酸性分泌液，他是胃液的 PH 低于 2。

胃中盐酸具有多种功能。它能激活胃蛋白酶原使之转变胃蛋白酶，以利水解蛋白质；它使食物中蛋白质变形易于消化；盐酸还有抑制和杀灭胃内细菌的作用；胃酸进入小肠后能刺激胰液和小肠液的分泌，并引起胆囊收缩排出胆汁；胃酸还有助于小肠对铁和钙的吸收。胃酸分泌过少会引起消化不良，出现明显的食欲减退并有饱闷感等，胃酸过多对胃壁和十二指肠壁有损伤作用。

2、胃蛋白酶 胃蛋白酶能是蛋白质水解为 胨、氨基酸。蛋白酶得最适 PH 为 2。

3、粘液 粘液的主要成分为糖蛋白，其次是粘多糖等大分子。粘液有润滑作用，又可保护胃粘膜，以减少食物和胃酸对胃粘膜的刺激和损伤。

4、内因子 正常胃液中含有“内因子”它是分子量为 53000 的一种糖蛋白。它与维生素 B_{12} 结合并促进其吸收。胃粘膜萎缩或胃癌患者因胃液中缺乏“内因子”引起维生素 B_{12} 缺乏，从而影响红细胞的生成患恶性贫血。

一般混合食物入胃后 30 分钟以后便开始离胃而入十二指肠，4—5 小时完全排空，液体食物在胃内仅停留 5 分钟，碳水化合物类约停留 1~3 小时，脂肪的完全排空则需 4~5 小时以上。

（三） 胆汁的成分及作用

肝除了在中间代谢中有许多重要功能外，它是人体中最大的腺体，成人的肝约重 1500g 肝细胞具有分泌胆汁的功能，胆汁沿着肝内胆道系统流出，贮于胆囊并被浓缩胃胆囊胆汁，成人每日约分泌 0.8~1L，胆囊胆汁经胆总管流入十二指肠。

胆汁的主要有机物使胆汁酸盐、磷酸、胆固醇、胆色素、粘蛋白等。无机物出水外还有

Na^+ 、 K^+ 、 Ca^{2+} 、 HCO_3^- ，胆汁 PH 7.4 左右。胆汁酸盐可激活胰脂肪酶，使其催化脂肪水解的作用加速；胆盐、胆固醇和磷酸可作乳化脂肪，减低脂肪的表面张力从而增加与胰脂肪酶的作用面积；胆盐还可以与脂肪酸、甘油一脂结合形成水性复合物促进这些物质的吸收。此外胆汁对促进脂溶性维生素的吸收也有重要意义。

（四） 胰液的成分及作用

胰是人体中第二大消化腺，胰腺由许多分泌胰液的腺泡，所分泌的胰液流入肠腔。胰液是无色碱性液体，PH 7.8~8.4，成人每日约分泌 1 ~ 2 L，其主要成分有 NaHCO_3 和各种消化酶，如：胰淀粉酶、胰脂肪酶、胰蛋白酶、胰糜蛋白酶等。 NaHCO_3 能中和由胃进入小肠的 HCl，为小肠各种消化酶提供适宜的弱碱性环境，胰液中的多种消化酶对淀粉、蛋白质、油脂都具有重要的消化作用。

（五） 小肠液的成分及作用

小肠液由小肠粘膜内肠腺所分泌的，PH 约为 7.8。成人每日分泌 1 ~ 3 L，小肠液中除含肠激酶外，还含有多种消化酶，如：氨基肽酶、二肽酶、麦芽糖酶、乳糖酶、蔗糖酶、肠脂酶等。小肠液的作用是进一步分解肽类、二糖和脂类使其成为可被吸收的物质。

（六） 大肠液的成分及作用

大肠粘膜有肠腺，分泌少量碱性液体，PH 8.3~8.4 主要成分是粘液蛋白，它能保护肠粘膜和润滑粪便，大肠液含酶很少，没有明显的消化作用，大肠内有许多细菌，主要来自空气和食物，大肠内的酸碱度和湿度对细菌的繁殖极为适宜，食物残渣中的糖类经细菌发酵后的产物有如酸、醋酸、 CO_2 、 CH_4 等；脂类发酵产物有甘油、胆碱等；蛋白质经细菌发酵分解后产生氨、胺、氨基酸、氨、硫化氢、组织氨、吲哚等。其中有些成分有毒的。正常情况下机体一方面通过肝脏对这些毒物进行解毒作用，另一方面通过大肠将这些毒物排出体外。细菌代谢产物中有少量维生素 K 和某些 B 族维生素，其中一部分可被人体吸收。

二、各类食物的消化

（一） 糖类的消化

正常人膳食中糖类的主要来源为淀粉，存在所有谷类食物中，其次是蔗糖及牛乳中的乳糖。

食物中的糖类经消化各种酶的作用，水解成单糖后才能被吸收，其消化过程如图。

（二） 脂肪的消化

膳食中的脂肪主要是中性脂肪，也称甘油三酯，其次为少量的磷脂。胆固醇和胆固醇脂，它们的某些理化特性及代谢特性类似中性质。在胃脂肪酶影响下只有少量的脂肪可以在胃内被消化，绝大部分的脂肪主要在小肠中被胰脂酶及肠脂肪酶等水解。

（三） 蛋白质的消化

膳食中的蛋白质基本上是在胃和小肠段被消化的。胃蛋白酶是蛋白质水解为胨和少量氨基酸，此外胃蛋白酶是唯一能消化胶原的酶，胶原是肉中纤维组织的主要成分，它必须先消化才能使肉中其他成分受消化酶的作用，在小肠中蛋白质进一步在胰蛋白酶、胰糜蛋白酶、氨基肽酶、二肽酶等的催化作用下最终水解为氨基酸。如图

以上是食品中单纯蛋白质的消化过程，至于食物中的结合蛋白质，如核蛋白、血红蛋白等它们在消化道中酶的作用下辅基先与蛋白质部分分离开，蛋白质部分则按照上述过程逐步水解而成氨基酸，而辅基部分则分别在相应的酶催化下进行分解。

第三节 营养物质的吸收

一、小肠是营养物质吸收的主要场所

在口腔和食道内，食物实际上不被吸收的。在胃中仅可以吸收酒精和少量的水。大肠主要吸收部分水分和无机盐。

小肠是吸收的主要部位，人小肠的长度为 5 ~ 6 m，它的粘膜具有环状皱折并拥有大量指状突起的绒毛，绒毛上的每一上皮细胞可有 600 条微绒毛，是小肠吸收面积大为扩大，游人估计全部小肠内约有 250m²的吸收面积。

二、吸收原理

胃肠道粘膜进行吸收的方式由被动转运和主动运转两种。

（一） 被动转运

被动运转主要包括滤过、渗透和扩散等作用。滤过作用靠膜两边的流体压力差，如果肠腔内压力超过毛细血管压时，水分或其他物质可借压力差滤入毛细血管内，渗透作用则有赖于半透膜两边存在的渗透压差，水分从渗透压较低一侧进入渗透压较高一侧。

（二） 主动转运

某些营养物质可以由浓度低的一侧通过膜向浓度高的一侧转运称为主动转运，主动转运需要消耗能量并需载体协助。

物质主动转运中载体是一种脂蛋白，它具有高度的特异性，载体在运转物质是能量来自 ATP。

三、 糖类的吸收

食物中的碳水化合物被消化成单糖在小肠上段被吸收，但各种单糖的吸收速度不同，若以葡萄糖的吸收速度为 100，则半乳糖为 110，果糖为 43，甘露糖为 19 等，由此可推测单糖的吸收不是简单的扩散而是消耗能量的主动转运，在肠粘膜上皮细胞刷状缘的肠腔面运入细胞内，再扩散入血。因载体蛋白对各种单糖的结合不同，各种单糖吸收速率也就不同。

单糖的主动转运与 Na^+ 的转运密切相关，当 Na^+ 的主动转运被阻断后，单糖的转运也不能进行。因此认为单糖的主动吸收需要存在，载体蛋白与 Na^+ 和糖同时结合后才能进入小肠粘膜细胞内。

糖被吸收后进入血液，经门静脉进入肝脏，然后在肝内贮存或参加全身循环。

四、蛋白质的吸收

蛋白质在小肠内分解为氨基酸后而被吸收。氨基酸的吸收进行得很快，当食糜到达小肠末端时一切氨基酸一般都被吸收。吸收部位主要是小肠上段。

氨基酸的吸收机理一般认为与单糖相似，为主动转运，也需要钠的参与，当钠的主动转运被阻断后，氨基酸的转运便不能进行。

目前在小肠上皮细胞已确定四种转运氨基酸，第一中转运中性氨基酸，第二种转运碱性氨基酸，第三种转运酸性氨基酸，第四种对脯氨酸和羟脯氨酸的转运具有很强的亲和力。

五、脂肪的吸收

脂肪经胆盐乳化在十二指肠中与各种脂肪酶接触，被水解为甘油一酯、甘油和脂肪酸。这些脂肪的水解产物靠胆盐微粒“引渡”到小肠粘膜细胞的刷状缘以扩散方式被吸收。10C 以上的长链脂肪酸和甘油一酯在小肠粘膜内在酯化为甘三酯，以乳糜微粒的形式进入淋巴循环后在进入血液，10C 以下的中、短链脂肪酸即以游离态通过小肠粘膜细胞与白蛋白结合，直接进入血液循环经门静脉入肝。

六、无机盐和维生素的吸收

小肠和大肠的各种部位都可以吸收无机盐，吸收的速度取决于多种因素：PH、载体、饮食成分等。关于无机盐吸收的机理有的已经得到了说明，如铁和钠是以主动转运的机制进行吸收的，而且维生素 C 和 E 有利于铁的吸收；钙的吸收则需要载体蛋白和扩散作用，同时钙的吸收还需要维生素 D。

大多数的维生素是在肠道的上部吸收。水性维生素吸收的速度快；但脂溶性维生素的吸收依赖于脂肪吸收，而脂肪的吸收通常速度较慢。

七、水分的吸收

正常成人每日来自食物、饮料及消化液中的水约 5~10L 进入小肠，而每天只有 150ml

的水从粪便中排出体外，绝大部分水都被消化道吸收。水的主要吸收部位在小肠，大肠也可继续吸收通过小肠所余的水分，而胃中则吸收的很少。

小肠吸收水分的主要方式是渗透，在吸收其他物质过程中所形成的渗透压，是促使水分的重要因素。此外小肠收缩时使肠腔内流体压力则增高也是部分水分以滤过方式而吸收。

复习思考题

- 1、体内的消化液对食物的消化作用有何意义？
- 2、食物中的蛋白质需要经过哪些酶促反应才能变为氨基酸？
- 3、糖、油脂、蛋白质的水解产物在小肠处吸收各有何特点？

第三章 热能

人体为了维持生命及从事各项体力活动，必须每日从各种食物中获得能量以满足需要，不仅体力活动需要能量，而且机体处于安静状态时也需要能量来维持体内器官的正常生理活动，如心脏的跳动、血液循环、肺呼吸及腺体分泌等。这些能量的来源是食物中的糖类、脂肪和蛋白质等三种营养，而食物中的无机盐和和维生素不能供给能量。

第一节 体内能量的来源、转移、贮存和利用

一、产能营养素的能量系数

人体所需要的能量来自糖类、脂肪和蛋白质在体内的氧化分解。1g 产能营养素在体外氧化燃烧时糖类、脂肪和蛋白质分解释放 4.10KCal、9.45 KCal 和 5.65 KCal 的能量，在人体内糖类、油脂完全氧化与其在体外氧化燃烧放出的能量相等。而 1g 蛋白质在体内蛋白质不完全氧化，代谢废物中还含有 N 有机物（尿素、尿素肌酐等）随着尿液排出体外，如把 1g 蛋白质代谢所生成的这些物质在测热气内燃烧氧化可放能量 1.3KCal，因此 1g 蛋白质在体内氧化只产能 $5.65-1.3=4.35$ KCal。在一般的混合膳始终，正常人对糖类、脂肪和蛋白质消化吸收率分别为 98%、95% 和 92%，这样三种产能营养素的生理有效能即能量系数是：

糖类	$4.1 \times 98\% = 4$ KCal/g
脂肪	$9.45 \times 95\% = 9$ KCal/g
蛋白质	$(5.65-1.3) \times 92\% = 4$ KCal/g

二、ATP 与磷酸肌酸

贮存在体内营养物质中能量主要是通过氧化磷酸过程转移给 ATP。ATP 存在场所有细胞的胞浆和核浆中，在生命活动如合成代谢、运动等需要能量时，ATP 可很方便的提供能量，随后细胞内产能营养素继续逐步氧化放能在合成 ATP，因此 ATP 常被称为体内能量的“通货”。

ATP 生成后当其浓度很高时，它可将高能磷酸键转移给肌酸生成磷酸肌酸，使能量暂时贮存与磷酸肌酸中，而当细胞内 ATP 有少量消耗时，磷酸肌酸又生成新的 ATP，虽然磷酸

肌酸不能象 ATP 那些直接为生理机能系统提供能量，但机体内磷酸肌酸的贮存量远比 ATP 为多，在肌肉中含量更为丰富，约占肌肉重量的 0.5%。

由此可见 ATP 在能量代谢过程中起着营养物质与生理机能系统之间能量传递作用，而磷酸肌酸则由于它能量暂时贮存高能磷酸键，因此在能量的释放和利用之间起着缓冲作用。

经常运动和进行体育锻炼的人，肌肉中 ATP 和磷酸肌酸的含量较一般人多，与代谢有关的酶活性液较强。反之，肌肉萎缩、肌无力时肌肉中这些物质的含量则较低。

三、体内能量的转移、贮存和利用

产能营养素在体内氧化分解为 CO_2 和 H_2O ，同时伴随能量的释放和转移，其中约一半的能量为维持体温而散发体外，另一半能量则转移到ATP和磷酸肌酸等含高能键的物质中，需要是再转移到细胞的功能系统而被利用，最重大部分仍转变为热散发掉，如肌肉收缩所需要的能量用于克服肌肉本身和组织的粘度使机体运动，同时引起组织内的摩擦而产生热。因此要了解人体在某段时间的能量代谢情况，可以直接测定一定时间内人体散发的总热量。体内能量的转移，贮存和利用可概括如图

第二节 决定人体能量消耗的因素

人每天的能量消耗主要由维持基础代谢，食物的特殊动力作用以及从事各种活动所消耗的能量等三种方面构成。

一、基础代谢的能量消耗

基础代谢指人体在清醒、静卧、空腹（食后 12~14 小时）、思想放松、室温适宜（ 20°C 左右）时为维持必须的生理过程所消耗的能量。必须生理过程包括呼吸、循环、腺体分泌、肌肉的一定紧张度和维持正常体温等，没有这些过程生命将会停止。

（一）基础代谢率

单位时间内人体每平方米体表面积所消耗的基础代谢能量称为基础代谢率（BMR）单位是 $\text{KCal}/\text{m}^2/\text{h}$

（二）基本代谢率的测定

由于基础代谢与个体表面积密切相关，而人得体表面又与身高及体重相关，我国成人可以用以下公式计算体表面积

$$M^2=0.00659H+0.0126W-0.1603$$

式中 M^2 、H、W分别用 M^2 、cm、Kg表示体表面积、身高、体重

因此人体一日基础代谢的能量消耗= $\text{BMR} \times 24 \times$ 体表面积（KCal）

（三）影响基础代谢能量消耗的因素

年龄 生长期的儿童基础代谢率较高；青壮年期较稳定；老年人基础代谢率应较低。

性别 同年龄组的男性基础代谢率高于女子；妇女妊娠期基础代谢率随生理变化而增高。

体型 身体瘦长者基础代谢率高于胖体型。

环境温度 寒冷气温自傲人基础代谢高于温热带气温下的人

种族 相同体表的人中以爱斯基摩人和印第安人的基础代谢率最高；欧美人次之；亚洲人较低。

此外人体激素分泌、神经紧张程度，营养状况及疾病等影响基础代谢的能量消耗。

二、食物特殊力作用的能量消耗

进食后人体热能消耗比进食前有所增加，这种由于摄食而引起能量消耗额外增加的现象称为食物特殊力作用。若食物是蛋白质则这种“额外”增加的能量消耗占蛋白质供能的 30%；若是糖和脂肪则增加的能量约占其供能 4~6%，使用普通混合膳食的特殊动力作用约消耗能

量 150KCal, 相当于人体每日基本代谢的 10%。

关于食物特殊动力作用的机制, 有人认为时由于产能营养素特别是蛋白质在体内的某些代谢过程耗能而引起的。

三、体力活动的能量消耗

体力活动所消耗的能量与活动强度、持续时间以及动作的熟练程度有关。即活动强度越大、持续时间越长及动作越不熟练消耗的能量越多。我国将一般成人的体力活动分成以下五级:

极轻体力劳动: 身体主要处于作为的工作, 如办公室工作、开会、读书和装配或修理钟表等。

轻体力劳动: 主要是站立为主的工作, 如教师讲课、实验室操作、商店售货员等。

中等体力劳动: 肌肉活动较多的工作, 如重型机械操作、机车驾驶及学生的日常活动等。

重体力劳动: 非机械化的农业劳动、半机械化搬运工作、炼钢和体育活动。

极重体力劳动: 非机械化装卸工作、采矿、伐木和开垦土地等。

现在选出几种有代表性的的体力活动, 列出其能量消耗以供参考

第三节 能量需要量的测定及推算

一、能量需要量的测定

人体能量的消耗量实际就是其能量的需要量, 通常测定能量消耗量有两种方法。

(一) 直接测热法

使测定对象进入一间绝缘良好的小室中, 小室四周被水包围, 人体在室内作不同强度的各种活动所产生和放散的热能即被水吸收, 通过附设的仪表可推确测出在一定时间内水温上升的读书, 即表示该时间内机体所放散的热量。但此法所用的设备投资大, 出实验研究外, 在实际工作中很少用, 常用下述间接测热法来测定能量消耗。

(二) 间接测热法

间接测热法的原则使测定机体在一定时间内的 O_2 消耗和 CO_2 产生量, 推算呼吸商(CO_2/O_2)值, 根据相应的氧热价间接计算出这段时间内机体的能量消耗。实际应用中, 因受试者使用混合膳食, 此时呼吸商相应的氧热价, 即消耗 1L氧产生的热量为 4.825KCal, 只要测定出一定时间内的 O_2 耗量可计算出受试者在该时间内的产热量。

$$\text{产热量 (KCal)} = 4.825(\text{KCal/L}) \times O_2\text{耗量(L)}$$

气体分析的方法很多, 可将受试者在吸入空气条件下, 一定时间内呼出的气体收集于气袋中, 通过气量计算测定呼气量, 再转入气体分析器中, 进而计算出 O_2 耗量, 例如: 某受试者工作 5 分钟 O_2 耗量为 4L, 求该受试者工作一分钟耗能多少?

$$\text{能量消耗} = 4.825 \times 4 \div 5 = 3.86 \text{KCal/min}$$

以上方法较直接测热法简便, 但受试者必须悲伤呼吸袋, 太累赘。新近研究出可连续测定心跳速度的袖珍电子装置, 轻便且对人的活动无干扰, 只需先测出受试者的心跳速度和 O_2 耗量的关系。但这方法都需要相应的仪器和一定的技术。通常可采用下列简易推算法得知人体每日的能量消耗。

三、能量需要量的推算

(一) 生活作业观察法

对调查对象进行 24 小时的跟踪观察, 详细记录各项活动的连续时间 (用秒表计时), 参照各种动作, 能量消耗常数, 根据气体表面积即可推算出被调查对象一日的能量消耗。观察

日数越多，代表性越强。

（二）膳食摄入能量与体重变化推算能量需要

正常成人的食欲往往与其能量需要相适应，此间体重保持相对平衡。因而如准确的计算一定时期（不少于 15 天）摄入的食物能量，并观察此时期体重变化即可推算其能量消耗。当体重保持恒定，则表示摄入能量=消耗能量；如观察结果时体重增加则表示摄入能量）消耗能量；体重减轻则相反。总之体重每增或减 1g 相当于盈或亏 6.8KCal 进行校正。当然恒定体重不一定是理想体重。此法精确性较差，但方便易行。

（三）世界粮农组织（FAO）按下列共识粗略推算人体每日能量需要。

男子： 体重（kg）×46=每日能量需要量（KCal）

女子： 体重（kg）×40=每日能量需要量（KCal）

并按 0.9（轻微活动）、1.17（积极活动）、1.34（激烈活动）三个系数进行调整上述值。

（四）我国建议的膳食热能标准

中国营养学会 1988 年 10 月修订的我国每日膳食营养素供给标准(Recommended dietary allowance, RDA) 提出了热能供给标准，成人组适用于 18~44 岁，身高 170cm，体重 63kg 男子；和身高为 160cm 体重为 53kg 的女子，在此平均体重的±10%以内可作为正常。45 岁以后能量供给随年龄增加而逐渐减少。儿童少年生长期及妇女妊娠期因处于特殊生理变化阶段，热能供给按每 kg 体重的供给量大于成人，详见附录 1，现仅举成人的热能供给量于后。

思考题

- 1、 决定人体能量消耗的因素有哪些？
- 2、 某男 20 岁，在基础状态下 1 小时的O₂耗量为 15L，气体表面积为 1.5m²。文词人基础代谢率（BMR）是否正常？
- 3、 轻连续登记自己三天的活动情况，并列表及推算每日能量需要。

第四章 营养素（一）

营养素使一些维持人体正常生长发育、新陈代谢所必需的物质，它们是保证人体健康的基础物质。来自食物的营养物质种类繁多，但按其化学性质或物理性质可分为糖类、脂类、蛋白质、维生素、无机盐和水六大类。

今年研究，显示膳食纤维对人体具有特殊的生理意义，因此也可把膳食纤维列为第七类营养素。各类营养素互相联系、互相配合，错综复杂的完成体内各种生理功能。

第一节 糖类及膳食纤维

糖类又称碳水化合物，是粮谷类、薯类、某些豆类及蔬菜水果的主要组成部分。对人体具有多种重要的生理功能，碳水化合物是人类的主要供能物质。

一、食品中的主要糖类

- （一） 葡萄糖：是构成双糖的组成成分，也是淀粉、糖元、纤维等多糖物质的基本单位。葡萄糖广泛存在于一般蔬菜水果中。
- （二） 果糖：分布广泛，蜂蜜中含量最丰富。是天然糖类中最甜的。现代技术可以利用玉米生产晶体果糖，是加工食品的理想甜味剂，小孩食用不易生成去吃的菌斑，并且有环节酒精中毒的功能。
- （三） 蔗糖：由葡萄糖和果糖各一分子脱水缩合而成。存在于甘蔗、甜菜及有甜味的

果实之中，是日常生活中主要食糖。

以上三种糖在常见水果、蔬菜中含量见表

- (四) 麦芽糖：由两分子葡萄糖脱水缩合而成，大量存在发芽的谷粒。特别是麦芽中。淀粉、糖元被淀粉酶水解也可生成麦芽糖。
- (五) 乳糖：由葡萄糖和半乳糖各一分子脱水形成。它是哺乳动物如牛、人乳中主要的糖（牛乳含乳糖 4%，人乳含 5.7%），也是婴儿主要的糖类来源，婴儿肠道中微生物能将未吸收的乳糖转化为乳酸，肠道酸度增高即可抑制有害微生物的生长。
- (六) 淀粉：有数百个葡萄糖分子缩合脱水形成。大量存在植物的种籽、根茎及干果中。淀粉的特性取决于淀粉分子中所含葡萄糖分子的数目及其排列方式。不同来源的淀粉（如马铃薯、大米、小麦等）尤其独特的溶解性、增稠力及风味。总之人体能将所有的煮熟的淀粉分解为葡萄糖供细胞利用。
- (七) 糖元：是人和动物体内贮存的多糖、分布于所有组织之中，而以肝脏和肌肉中含量最多，成人体内通常贮存的糖元约 300~400g，仅能维持人体半天的能量需要。
- (八) 菊粉：是一种多缩果糖，存在洋葱、大蒜根部。

二、糖在体内的动态变化

（一）糖在体内的转移、贮存和利用

各种单糖被小肠粘膜细胞吸收由小血管经门静脉入肝，在肝中被吸收的各种单糖均转化为了葡萄糖参与代谢。体内糖有以下三个基本去向。

1、进入血液被氧化利用，血糖是糖在体内的运输形式，血糖主要来源于食物中的糖类经消化吸收后的葡萄糖，空腹时血糖来源于肝糖元的分解或糖的异生作用。血糖随血液流经各组织细胞后大部分被氧化分解作为能源而消耗掉。葡萄糖在有氧的条件下彻底氧化成 CO_2 和 H_2O 并释放大能量供有机体利用；当人体在缺氧或供氧不足的情况下，组织细胞内的葡萄糖则通过酵解途径生成乳酸释放少量能量。

在某些特殊情况下糖酵解对人具有重要的生理意义，如激烈运动、人从平原进入高原初期及病理情况（肺或心血管疾患）引起机体缺氧时，组织细胞可以增强酵解以获得的能量，而且有少数组织即使在有氧系统下仍进行酵解，如表皮 50%~75%的葡萄糖可以经酵解产生乳酸，成熟的红细胞则仅靠葡萄糖酵解产生能量。

2、成糖元贮存。人在进食后，由于大量的葡萄糖进入血液，血糖浓度高于正常含量。葡萄糖则合成糖元暂时贮存于体内。人肝糖元约 100~110g，肌糖元 200~300g。体内糖元的合成与分解与血液中糖元浓度有密切关系。如进食后血液浓度升高，则体内糖元合成加速；饥饿时肝糖元分解加速以补充血糖。但肌糖元则不能直接分解为血糖，当肌肉活动激烈时肌糖元发生酵解生成大量乳酸，这些乳酸需经血液送入肝脏才能转变为肝糖元或血糖，以上的乳酸循环也是糖在体内运输、贮存的重要过程。

3、转变为非糖物质，主要转变为脂肪。人体合成糖元的能力有一定限度，人体吸收多余的糖无法排出体外的，一旦食用糖过剩时，人体内可通过肝脏将葡萄糖转化为脂肪酸、甘油等合成中性脂肪酸贮存于人体脂肪组织。

（二）血糖浓度的调节

血糖浓度在 24 小时内稍微有变动，正常人空腹血糖浓度为 80~120mg%，血糖浓度有血糖来源和去路两方面的动态平衡决定。人体血糖保持相对恒定具有重要的生理意义，如大脑、红细胞等组织必须依靠血糖的机制，因而在饥饿早期和较长时间运动时，血糖含量略低于正常。

肝脏是体内调节血糖最主要的器官，肌肉等组织对血糖的摄取和利用速度也对血糖浓度发生一定影响。各组织中糖代谢还受中枢神经和某些激素的调节，中枢神经系统不仅直接

影响糖元分解，而且通过管制激素的分泌间接控制血糖浓度。

胰岛素有降低血糖的功能。肾上腺素、胰高血糖素等则可升高血糖浓度。它们对血糖的调节主要是通过影响各器官的糖代谢而实现的，两类激素相互联系相互制约共同维持血糖浓度的相对恒定。

三、糖的主要功能

(一) 供给能量

糖类是人的主要功能物质。我国人民膳食中总能量的 60~70%来自糖类(以谷物为主)，而且有糖类提供的能量较及时，氧化的最终产物为 CO₂ 和水对生理无害。神经系统活动所需的能量只能由葡萄糖提供。

由于人体所需的能量主要由葡萄糖供给，因而不致使脂肪在体内大量氧化，产生过多的酮体，引起酮症；同时也不致使组织蛋白质过分分解而形成负氮平衡。因此糖类在生理上还起着抗生酮作用和节约蛋白质的作用。

(二) 构成组织

糖类也是有机的组成成分。如糖与脂类形成的糖脂是细胞膜与神经组织的结构成分。糖和蛋白质结合生成的糖蛋白是构成软骨、骨骼和眼球角膜以及玻璃体的组成成分。糖还参与构成 DNA 和 RNA。

(三) 保护肝脏

糖类摄入充分，可是肝脏贮存丰富的糖元从而可以提高机体对毒物的解毒能力，保护肝脏少受化学药品的毒害。现已知葡萄糖醛酸直接参与肝脏的解毒作用。

(四) 增进食欲

有甜味的糖可增加口味，某些食品在加工或烹调是需要加有甜味的糖以调节食品的风味，从而增进食欲。

四、膳食纤维

膳食纤维指植物类食物中不能被人体消化吸收得一类大分子物质，它们包括纤维素、半纤维素、木质素及果胶等。这类物质虽然不能供给热能，但对人体有重要的生理意义。

膳食纤维在肠内相对的不溶解，但结肠中的细菌酶可以使其一部分分解，产物为短链脂肪酸、水、二氧化碳、氢气和甲烷。一般约有 50%~90%的膳食纤维可被降解，但个体差异很大，且与食物来源有关。膳食纤维虽然不能为人体提供能量，但近年来根据调查资料表明：胆石症、结肠癌、便秘、冠心病疾病等的发生于膳食纤维的摄入不足有关，引起了人们的重视，因而有人认为应将膳食纤维列为第七类营养素。

膳食纤维可促进肠蠕动，减少肠粘膜于粪便接触时间，降低肠道中某些致癌物质的产生，以减少肠癌发病率。特别对习惯性便秘或老年性便秘的患者有通便的功能。

此外高膳食纤维摄入过多也会影响钙、铁、锌等营养素的吸收。正常人每日摄入 4~7g 膳食纤维适宜。

五、糖的代谢异常

(一) 高血糖

指空腹血糖高于 130mg%，其原因可能是生理性，如饮食性糖尿病或情感性糖尿，血糖可暂时性上升。属于内分泌障碍或肾阈降低性糖尿则是病理性的

(二) 低血糖

指血糖低于 70mg%，功能性低血糖可能由于葡萄糖来源减少或需要量增高时出现。有时由于内分泌失调或某些重要器官发生损害时引起病理性低血糖，血糖浓度过低脑组织可因能源短缺而头晕、心悸、出冷汗并有饥饿感。

(三) 不耐乳糖症

有的人由于体内缺乏乳糖酶，喝了少量牛奶其中的乳糖不能被水解，则会出现腹泻。胃

肠胀气的不适症状。但经发酵后的制品如酸奶、干酪的食用后不会发生以上症状。

六、糖类的来源及供给量

糖类主要存在植物性食物中，米面、杂粮、根茎、果实、蜂蜜等食物中糖的含量都很丰富，特别是鼓舞中淀粉约占 50~70%，动物性食物中只有肝脏含有糖元，乳中含有乳糖。

膳食中糖的供给量主要根据民族饮食习惯、生活条件等而定，一般认为糖类所供热量约占全日能量的 50~70% 为宜。孩子食用过多白糖、果糖有不注意口腔卫生容易发生龋齿。中老年人也应控制每日精糖的摄入量以利健康。

第二节 脂类

脂类是油脂和类脂的总称，它们是动植物的重要组成部分。日常食用的植物油如花生油、大豆油、芝麻油、菜子油等及动物脂肪如猪油、牛油等其主要成分为甘油三酯即油酯。类脂包括各种磷脂及类固醇，它们也广泛存在于许多动植物食品中。

一、人体内的脂类物质

人体内的脂类按其存在及功能可以分为储存脂和固定值。

(一) 贮存脂

主要指存在人体皮下结缔组织、腹腔大网膜、肠系膜等处甘油三酯，他是体内剩余能量的贮存形式，脂肪细胞贮存的甘油三酯可达到细胞体积的 80~90%，人若长期摄入能量过多，活动过少可使贮存脂增高，人发胖，相反饥饿或摄入能量小于消耗量则使贮存脂减少或耗竭，人消瘦。

(二) 结构脂

存在细胞膜和细胞器中，主要成分为磷脂、鞘脂及胆固醇等，它们在各器官和组织中含量比较稳定，即使长期饥饿也不会被动用。

磷脂是所有细胞的组成成分。卵磷脂普遍存在与组织脏器中，在脑、精液、肾上腺和红细胞中含量相对较稳定，而且它对脂肪在体内的运转和代谢起这种要作用。脑磷脂存在于脑髓、学校板等处，与血液凝固有关。

鞘磷脂在神经鞘中含量丰富，与神经传导密切相关，糖鞘磷脂存在红细胞表面，与血型专一性有关。

胆固醇使人体细胞的重要组成成分，在体内有重要生理功能。

(三) 血浆脂蛋白

血液中脂类的运输是有血浆脂蛋白等四类，详见表

二、必需脂肪酸

1、必需脂肪酸的化学结构

机体生理需要而体内不能合成，必须有食物供给的多不饱和脂肪酸称为必需脂肪酸。如：亚油酸、亚麻酸、花生四烯酸、但严格来说只有亚油酸才是真正的必需脂肪酸。其他两种在一定程度上可被代替。它们化学结构如下：

2、必需脂肪酸的重要性

机体主要用必需脂肪酸合成磷脂，而磷脂是所有细胞结构的组成成分，尤其是线立体

的组成成分。在体内花生四烯酸可由亚麻酸合成，而花生四烯酸则合成前列腺素的前体。

新近的研究表明前列腺素在人各组织细胞内均可合成，并分布在体内各重要组织和

体液中，其特点是含量少、代谢快、分而广、生理作用多样化。如对神经、内分泌、生殖、物质代谢都具有一定的调节功能。

对人和动物的试验观察说明，缺少必需脂肪酸会出现皮炎（主要为婴儿皮炎）、生长缓慢、水分消耗增加和停滞、生殖力下降、代谢率增强等。其机理尚待进一步研究。由于亚麻酸广泛存在动植物油脂中，成人一般不易发生缺乏。

三、脂类在体内的动态变化

（一）甘油三酯在体内的转运、分解与贮存

由摄食进入体内的甘油三酯与体内的贮存脂在代谢上构成一种可以互换的动态平衡，共同参与分解代谢。体脂在分解代谢之前由前述脂蛋白转运至肝脏、经过一系列反应变为活性较高的物质在进行分解代谢。此外，人体贮存脂相当大一部分是由糖转化而来的，食物所含的脂肪只是构成体内脂肪的原料，其中的脂肪酸必须在肠壁、肝脏、脂肪组织中进行碳链长短与饱和度的改造才能变为贮存脂。体内的贮存脂大部分存在于脂肪组织作为能源贮备，需要是动用。一部分作为新细胞的组成成分。存于脑、肾、心、脾、肺等重要器官。还有一部分在肝内转变为磷脂和糖原贮存。

体内各组织细胞除成熟的红细胞外几乎都是有氧利用脂肪的能力，脂肪氧化时首先在脂肪酶的催化下进行水解生成甘油和脂肪酸，在进行氧化分解，由鱼肝油所占的比例很小，脂肪供应的能量主要来自脂肪酸。1 分子三硬脂酸甘油酯彻底氧化成 H_2O 和 CO_2 时总共产生 458 分子ATP，而一分子葡萄糖彻底氧化只产生 36 分子ATP，可见体内脂肪的发热量比糖高的多。

体脂的分解与合成受神经与激素的调节，如肾上腺素、甲状腺素促进体脂释放游离脂肪酸，而胰岛素则促进体脂的合成。以上脂肪在体内的动态变化可用下图表示。

（二）磷脂、胆固醇在体内的转运与利用

随食物进入人体消化道的磷脂在小肠部分被磷脂酶水解而吸收，一部分未经水解直接随乳糜微粒进入体内，其吸收机制与脂肪相似。磷脂不足时，体内各组织细胞可合成磷脂。合成磷脂的原料为磷酸、甘油、脂肪酸、胆碱或胆胺。其中只有必需脂肪酸由食物供给，其他原料可在体内合成。磷脂是构成细胞的重要成分，在肝细胞中卵磷脂的代谢更新很快，肝脏卵磷脂的半衰期不到 24 小时，脑组织中脑磷脂半衰期可达数月。

人体内的胆固醇一部分由动物性食物中来称外源性胆固醇，大部分由体内各组织细胞合成，称内源性胆固醇，肝脏是合成胆固醇的主要场所，其次是小肠，胆固醇在体内可转变成一系列有生理活性的物质如：胆汁酸、类固醇激素、维生素 D_3 等。

正常人血浆中胆固醇浓度 150~250%，人体血胆固醇含量过高可在血管壁沉积形成粥样斑块，促使动脉硬化。大部分胆石都含有胆固醇结晶。

四、脂类的生理功能

（一）供给热能、维持体温

脂肪是提供营养素，产热量高，贮存的体脂是人体的“能量库”。饥饿时，机体首先消耗糖元和体脂，保护蛋白质，此外脂肪导热性低，皮下脂肪有保持体温、保护脏器的作用。

（二）构成组织、细胞

磷脂是构成细胞膜、神经髓鞘外膜和神经细胞的主要成分。脂类也是器官和神经组织的防护性隔离层。

（三）提供必需脂肪酸

（四）脂溶性维生素的携带者及溶剂

奶油、蛋黄油、鱼肝油中含有维生素 A 和维生素 D；许多植物油如麦胚油、玉米油、菜油、芝麻油等都含有维生素 E。膳食中有适量脂肪存在有利于脂溶性维生素的吸收，特别是胡萝卜素的吸收。

（五）其他

膳食中的脂肪可改善食物的感官性状，引起食欲，增加食物的风味，同时因脂肪在胃中停留的时间长而给人以饱腹感。

五、脂肪代谢异常

脂肪代谢与碳水化合物密切相关，饥饿禁食或患糖尿病时糖代谢障碍，大量动用体脂以致肝内生成大量酮体，并超过了肝外组织转化利用酮体的能力，体内酮体堆积引起酮血症和酮尿症。由于酮体中的乙酰乙酸和 β -羟丁酸都是强酸性物质，在血中浓度过高可导致代谢性酸中毒。

由于糖代谢紊乱，动用过多的体内的贮存脂肪使肝中脂肪含量增多，脂蛋白合成减少，不能将脂肪运出，在肝脏积累形成脂肪肝，甚至发展成肝硬化，严重损害肝功能。

六、食用油脂的营养价值

油脂的营养价值，取决于它的消化率、稳定性、脂肪酸组成及维生素含量等。

（一）消耗率

食物油脂的消化率与其熔点有密切关系。油脂中含不饱和脂肪酸多，熔点相对较低、消化吸收率高；牛羊脂的熔点高于正常体温，在消化道中较难乳化和消化。黄油、奶油是乳融性脂肪，容易吸收。

（二）稳定性

油脂在空气中长时间放置或受理化因素影响产生刺鼻臭味发生变质酸败，变质酸败的油脂不但有异味而且营养价值降低，因为其中的维生素、脂肪酸被破坏，发热量讲的，甚至产生了有毒物质，不宜食用。

促进油脂变质的原因很多，与其本身所含脂肪酸的结构和所含天然抗氧化剂有关，而且油脂的贮存条件和加工方法也会影响其稳定性。

大豆中所含的维生素 E 和芝麻中所含的芝麻酚是油脂的天然抗氧化剂，有利于加强某些植物油的稳定性。

在烹调过程中，在高温下油脂可受热分解或聚合，如在 200℃ 以上长时间加热还会生成致癌烃，但一般烹调过程不易达到这样的高温。

（三）必需脂肪酸含量

油脂中必需脂肪酸含量、脂溶性维生素含量高被认为营养价值较高。通常植物油中的亚油酸高于动物脂肪，动物脂肪中鱼肝油、奶油、蛋黄油中含有较多维生素 A 和 D，也容易消化吸收所有营养价值高。此外与油中含有丰富的二十碳五烯酸（EPA）和二十二碳六烯酸（DHA），今年的研究表明以上两种多不饱和脂肪酸有降低血脂的功能，并提示吃鱼多的居民和人群心脏病的发病率较低。

七、脂类的食物来源及供给量

膳食中的油脂主要来源于各种植物油及动物脂肪，各种食物中含有一定的油脂和类脂。植物食品中如大豆、花生、芝麻等含油都较丰富，此外动物性食物如肉、鱼等因部位及体脂含量的多少而有差异，动物的脑、心、肝、肾等富含磷脂，乳脂及蛋黄是婴幼儿脂类的良好来源。核桃、葵花子等硬果或果仁中有脂含量也很高，但因人们进食量有限不能视为主要来源。一般的谷物、蔬菜、水果类食物油脂含量很微，作为油脂的来源没有实际意义。

膳食中脂肪的供给量常因年龄、季节劳动性质和生活水平而定，但脂肪在总能量中占的比例应保持适中。我国营养学会建议：儿童少年脂肪热比为 25~30%，成人为 20~25%、老年人以不超过 20% 为宜。目前我国随着人们生活水平提高，脂肪摄入量有逐渐升高的趋势。西方发达国家膳食脂肪热比超过 40%，这样的高脂膳食常常造成肥胖，而且冠心病的发病率也较高。

摄入脂肪的种类一般认为动物脂与植物油混合食用对健康有利，可使油脂中饱和脂肪酸、

单不饱和脂酸与多不饱和脂酸保持适当的比例，最好各占 1/3。这样及提供了一定数量的必需脂酸又有利于脂溶性维生素的消化和吸收。

第三节 蛋白质

蛋白质是由许多 α —氨基酸按不同比例、不同顺序、互相之间以肽键相连并具有一定空间结构的一类高分子化合物，它是一切生物体的重要组成成分，是生命活动中起关键作用的物质。如：体内的各种酶、抗体、血红蛋白、肌肉蛋白、生物膜蛋白及某些激素等，其本质均为蛋白质，而且蛋白质在遗传信息的控制、高等动物的记忆及识别机构等方面有十分重要的作用。

蛋白质分子中除含碳、氢、氧元素外，还含有氮、有的蛋白质还含有硫和磷。因此蛋白质是人体氮的唯一来源。

一、食物蛋白质的分类及必需氨基酸

蛋白质通常按其化学组成为单纯蛋白质和结合蛋白质，按性状可分为球形蛋白和纤维状蛋白等，但营养学上习惯把食物蛋白质按实验动物的生存、生长情况分为完全蛋白质、半完全蛋白质及不完全蛋白质。

1、完全蛋白质

能维持动物的生存并能促进幼小动物的生长发育。如乳中的酪蛋白、乳白蛋白、蛋类中卵黄磷蛋白；肉类中的白蛋白和肌蛋白；大豆的大豆蛋白；小麦的麦谷蛋白和玉米中的谷蛋白等，都是完全蛋白质。

2、不完全蛋白质

这类蛋白质若作为膳食中唯一的蛋白质来源时可维持动物生存但不能促进生长发育。如小麦、大麦中的麦胶蛋白。

3、不完全蛋白质

当把这类蛋白质作为唯一的蛋白质来源时，它即不能促进生长发育，也不能维持其生存。如玉米中的玉米胶蛋白，动物结缔组织，肉皮中的胶质蛋白，豌豆中的豆球蛋白等。

(二) 必需氨基酸

人体蛋白质有 20 多种氨基酸组成，其中大多数在人体内合成，但有 8 种是人体不能合成必需由食物蛋白来供应，才能维持人体正常生理需要，这些氨基酸称为必需氨基酸。它们是异亮氨酸、亮氨酸、赖氨酸、蛋氨酸、苯丙氨酸、苏氨酸、色氨酸及缬氨酸。组氨酸对婴儿也是必需氨基酸。此外胱氨酸与酪氨酸可分别由蛋氨酸与苯丙氨酸转变而来。若膳食中胱氨酸与酪氨酸充裕时，可节约必需氨基酸中的蛋氨酸与苯丙氨酸。所以有是考虑食物必需氨基酸组成时，可将苯丙氨酸与酪氨酸、蛋氨酸与胱氨酸分别合并计算。

机体合成蛋白质时对各种必需氨基酸的种类和数量有一定要求，如果某一种氨基酸过多或过少都会影响其他氨基酸的利用。WHO 和 FAO 等国际组织对必需氨基酸需要量研究资料进行归纳如表

体内蛋白质在代谢中各种必需氨基酸之间存在着一个相对比值，即有一定的模式 (Pattern) 才能适应人体蛋白质的合成需要。它们是以色氨酸为 1 进行比较的。

若食物蛋白质中必需氨基酸的相对比值达到或接近以上人体需要的模式被认为是营养价值最好的蛋白质，如全鸡蛋蛋白的必需氨基酸模式与人体需要接近，选其作为参考蛋白 (reference Protein) 以便其他食物蛋白质的比较。见表

有些食物蛋白质与参考蛋白比较，其中相对不足的必需氨基酸称为限制氨基酸 (limiting amino acid)，如谷类的限制氨基酸为赖氨酸其次为蛋氨酸、苯丙氨酸；而豆类的限制氨基酸是含硫氨基酸其次为苯丙氨酸。

食物蛋白质中的必需氨基酸的相互比值各有不同，若将不同食物蛋白质适当混合在食用，使不同的食物蛋白质之间相对不足的氨基酸相互补偿，使其比值接近人体需要的模式从而提供蛋白质的营养价值，也包括提高生物价，这种现象称为蛋白质的互补作用（supplementary action）。

二、蛋白质在体内的动态变化

（一）氮平衡

氮平衡就是将摄入食物中所含蛋白质的氮与人体排泄出的氮加以对照，从而可以了解整个人体蛋白的增加或损失情况。测定证明成人膳食中完全不含蛋白质的排出体外的含氮物是恒定的，一个 65kg 体重的成人每日通过粪便、尿液、汗液等排除的氮约为 3.5g，相当于 22g 体蛋白质的分解丢失，这是一种不可避免的丢失，为防治蛋白质的纯丢失，成人每日必需至少摄入 22g 的优质蛋白质才能保持身体的氮平衡。氮平衡（nitrogen balance）可以用下式表示

$$\text{摄入 N} = \text{尿 N} + \text{粪 N} + \text{皮肤排出 N}$$

如果摄入的氮与排泄氮相等，我们就认为这个人处于氮平衡状态，即说摄入的蛋白质正好的可以修补或更新人体组织，但人体组织未增加或未长大。实际上成人进食 22g 的食物蛋白质还是不足以维持以上氮平衡，因为食物蛋白质的组成与人体蛋白质组成不可能完全相同，加上消化率的影响，根据实验成人每日约需进食 45g 蛋白质才能补偿体蛋白质的分解损失。

如果摄入氮大于排泄，即会出现氮的正平衡，这是人体组织就会增加，人体组织中蛋白质的合成速度超过其损失的速度。如生长期的儿童、少年；怀孕期和哺乳期的妇女；病后恢复期的个体等都应保持这样正平衡。对于特殊生理需要的人群供给充足的蛋白质具有重要的意义。

反之，如果排泄氮大于摄入氮，称为负氮平衡。如饥饿、消耗性疾病、膳食中缺乏蛋白质等由于体蛋白质的分解超过摄入的蛋白质，可以出现日渐消瘦，抵抗力降低等。

（二）氨基酸在体内的运转、贮存和利用

食物蛋白在消化道中的多肽被小肠吸收。进入体内的氨基酸由门静脉进入肝脏，有肝脏送至总的循环系统，最后送入各组织的细胞内进行利用。

餐后血中氨基酸浓度立即升高，但通常每百毫升血液只升高数毫克，因为氨基酸从消化道进入血后在 5~10 分钟内就被全体细胞所吸收，血中不可能有大量氨基酸堆积。血中氨基酸的浓度相对较恒定，正常值为 35~65mg%，由于氨基酸的水溶液中可电离，而且大多数氨基酸呈负离子，血中约有 2~3 毫当量的负离子是由它形成的。

血液氨基酸在进入人体细胞后，在细胞内酶的作用下几乎立即结合成细胞蛋白质，因此细胞内氨基酸的浓度中比较低，即是说氨基酸并非以游离形式贮存于人体细胞内，而它们主要是以蛋白质的形式贮存于细胞内的。许多细胞内的蛋白质在细胞内溶酶体消化酶类的作用下可以很快的再次分解为氨基酸，并且这些氨基酸可再次运输处细胞回到血中。正常情况下，氨基酸进入血液与其输送到组织细胞的速度几乎相等的。放射性同位素技术证实，人体蛋白质实际上是处于动态平衡状态，组织与组织之间以及新吸收的氨基酸同原有的氨基酸之间组成氨基酸代谢库，不断的互相交换。

各种组织的细胞能够贮存蛋白质的能量有一个最高限度，一旦细胞充满到它的限度，多余的氨基酸则通过血液返回肝脏经过脱氨基作用后进行代谢或氧化产生能量，或转化为脂肪贮存起来。

以上说明体内氨基酸的动态平衡是以血液氨基酸为平衡枢纽，肝脏则使血液氨基酸的重要调节者。可用下图表示。

（三）体蛋白质的周转量和周转率

体内每日合成和分解的蛋白质量是相当大的，一个成年男子体内约含 10kg 蛋白质，用标记 15N 的氨基酸进行测试，每日约有 300g 的蛋白质被更新，这一数量相当于膳食中所含蛋白质量的 4 倍。各种组织在身体蛋白质周转中的两个不相同，如每日大约有 70g 内源性（endogenous）蛋白质分泌到肠道。约 20g 血浆蛋白质从肝内释放至大循环，肌肉组织在全身蛋白质的周转中所占比重更大，具体的量因测定方法不同而较大的出入。

不同组织蛋白的周转率相差很大，小肠粘膜可能 1~2 天更新一次，红细胞寿命 120 天，而胶元的更新则更慢，可长达几年，人体蛋白质的半衰期（half—life）可表示如下：

若蛋白质供给不足是蛋白质周转更新愈快的组织所受的影响愈大。肠粘膜及分泌消化液的腺体首先受累，结果引起消化不良，导致腹泻、失水、失盐。这是蛋白质营养不良的早期表现。进一步肝脏也受影响，表现出脂肪浸润，不能合成血浆蛋白，从而使血浆蛋白质含量降低，最后导致水肿。以后骨骼肌正常结构不能维持，导致肌肉萎缩。骨骼也不正常，影响血细胞的产生导致贫血。由于胶原破坏和更新率慢，因此对结缔组织影响较小。此外若蛋白质严重缺乏，对幼儿还影响其智力的发育。

以上食物蛋白质供给不足，体内蛋白质的合成和分解速度也随之降低。如图，而且血浆清蛋白的浓度也随着降低。

三、蛋白质的生理功能

（一）供给生长、更新和修补组织

蛋白质是构成生物组织的重要成分，成人体内约含蛋白质 16.3%，机体生长发育需要蛋白质组成新的细胞组织，胶原蛋白和弹性蛋白等在骨骼、肌腱和结缔组织中成为身体的支架。治愈外伤如烧伤、骨折、出血等都需要合成新的蛋白质。训练期间，运动员徐合成新的蛋白质使体力增强，妊娠期和哺乳期妇女都需要额外的蛋白质来适应特殊的生理变化。虽然正常成年人组织不继续长大，但需要每日补充一定量的蛋白质以维持机体的总氮平衡。

（二）参与调节生理功能

人体水平衡和渗透压平衡受血浆蛋白质调节，正常人血浆与组织液间不停的交流水分，保持平衡状态，血浆胶体渗透压是由所含蛋白质的浓度决定的。缺乏蛋白质，血浆中蛋白质含量减少，血浆胶体渗透压就会降低，组织间隙水分滞留过多。出现水肿。由于蛋白质具有缓冲作用，它还可调节体液的酸碱平衡，维持人体中性。

在代谢中起催化作用的酶及调节人体代谢过程的激素如胰岛素、肾上腺素、生长激素及胃肠道激素等其本质都是蛋白质。凝血机制也与蛋白质有关。

（三）运送营养素及其他物质

各种营养素透过肠道进入血液，从血液送到各组织再透过细胞膜进入细胞，这一切都是通过蛋白质输送的。对呼吸极端重要的血红蛋白在体内担负运氧的任务。

（四）增强免疫力

机体的体液免疫主要由抗体与补体完成，构成白细胞和抗体、补体需要有充分的蛋白质。吞噬细胞的作用与摄入蛋白质有密切关系，长期缺乏蛋白质，这些组织显著萎缩，失去制造白细胞和抗体的能力，从而使机体抗病能力下降。

（五）供给热量

当糖类和脂肪所供热能不足或蛋白质摄入量超过体内蛋白质更新的需要时，蛋白质也是热能来源。人体每日所需热能约 10~15% 来自蛋白质。

五、食物蛋白质的营养评价

评价食物中蛋白质的营养价值是个比较复杂的问题，通常可根据食物中蛋白质含量、消化率及在体内的利用率等方面进行综合评价。

（一）食物中蛋白质含量

食物中蛋白质含量可用测定其含 N 量来进行推算。即：粗蛋白含量=含 N 量（%）× 6.25

(蛋白质系数)。换算系数因食物种类不同而略有差异。见表

(二) 蛋白质消化率

食物蛋白质在体内消化率的高低是评价食物营养价值的重要因素之一。消化率可以由人体或动物实验测定得。

$$\text{消化率 (\%)} = \frac{\text{吸收N}}{\text{摄入N}} = \frac{\text{摄入N} - (\text{粪N} - \text{粪代谢N})}{\text{摄入N}} \times 100$$

粪 N 绝大部分来自未能消化吸收的摄入食物的 N, 同时也包括消化道脱落的肠粘膜细胞、肠道分泌的部分消化液以及少量的肠道微生物的 N, 后三者称为粪代谢 N。这些 N 也是前面提到的人在进食蛋白质食物只进食足够热量食物食的粪便中的 N, 一般 24 小时的粪代谢 N 约为 0.9~1.2g。如在测定中不减去粪代谢 N, 所得结果称为表现消化率; 如区分代谢 N 则称为真消化率。由于表现消化率实际上比真消化率低, 对蛋白质的营养价值估计较低, 但具有更大的安全系数且测定方法较为简单, 故一般测定多用表现消化率。

蛋白质的消化率不仅与食物来源而且与人的消化功能有关。如动物来源的蛋白质的消化率较高, 植物来源相对较低, 但也受加工方法的影响, 如整粒大豆其消化率仅 60%, 而豆腐豆浆的消化率可提高到 90%

(三) 蛋白质利用率

蛋白质利用率指食物蛋白质被消化吸收进入人体内后被利用的程度。

1、 蛋白质的生物价 (Biological Value, BV) 生物价表示蛋白质吸收后在体内贮留的程度。

$$\text{生物价 (BV)} = \frac{\text{贮留N}}{\text{吸收N}}$$

$$\text{吸收 N} = \text{摄入 N} - (\text{粪 N} - \text{粪代谢 N})$$

$$\text{贮留 N} = \text{吸收 N} - (\text{尿 N} - \text{尿内源 N})$$

尿内源 N 指摄取无蛋白质膳食后的尿 N。

生物价是通过蛋白质摄入量低于需要水平的标准条件下, 根据 N 的摄入和丢失而测定的。它是衡量吸收 N 利用效率的一个标准。它主要决定膳食蛋白质的氨基酸成分, 通过常选用大白鼠做实验动物。

玉米、小麦等谷物蛋白质的生物价都低于 70, 如与大豆等混合食物, 可提高其生物价。详见表。

2、 蛋白质净利用率 (Net Protein Utilization, NPU)

蛋白质净利用率表示摄入蛋白质被机体贮留的程度, 同时也体现出各种蛋白质的不同消化率。

$$\text{蛋白质净利用率 (NPU)} = \frac{\text{贮留N}}{\text{摄入N}} \times 100$$

这公式可简化为 $\text{NPU} = \text{生物价} \times \text{消化率}$

3、 蛋白质功效比 (Protein Efficiency Ratio, PER)

蛋白质功效比表示实验动物在规定的实验条件下每摄取 1g 蛋白质体重增加的量。

$$\text{蛋白质功效比 (PER)} = \frac{\text{动物体重增加克数}}{\text{食用蛋白质克数}}$$

设施测定蛋白质质量最简便的方法，它不需要进行复杂的化学分析。它假设：生长期动物体重的增加与体内蛋白质质量的增加呈正比。这个方法及简便，但由于它没有扣除维持生存的蛋白质需要量，也有不完善之处。

4、氨基酸评分法（Amino Acid Score, AAS）

氨基酸评分法是用化学方法测定一种食物蛋白质的必需氨基酸含量，在分别与参考蛋白中相应的氨基酸含量进行比较，其中最不足的一种被定为蛋白质的限制氨基酸。

$$\text{氨基酸 (AAS)} = \frac{\text{每克待评蛋白质中某种氨基酸(mg)}}{\text{每克参考蛋白质中的该种氨基酸(mg)}} \times 100$$

通过只计算赖氨酸、蛋氨酸、胱氨酸和色氨酸。以马铃薯的蛋白质为例说明如下：

通过以上计算可知马铃薯蛋白质的限制氨基酸为蛋氨酸+胱氨酸。下表为常见食物蛋白质质量不同方法的比较。

六、影响蛋白质在体内利用效果的因素

（一）氨基酸组成不平衡

有表可知动物蛋白质的必需氨基酸组成较植物蛋白合理，各项利用率均高于植物蛋白。植物蛋白中玉米蛋白质质量较其他品种差。动物蛋白中明胶由于缺乏色氨酸，如果它作为膳食蛋白的唯一来源时还会使实验动物体重减轻。

（二）摄入热量不足

当膳食中的热量很低时，吸收的氨基酸有一部分作为能源被消耗，氮在体内的贮留也减少，如果膳食中热量供给充足，蛋白质在体内的利用效果才主要由蛋白质的需要量和质量来决定。

（三）体力活动少

人体合成蛋白质的能力还受体力活动的影响，经常从事体力活动的人肌肉发达，同一个体如长时期不从事体力活动，在体重不变化的情况下，常常是肌肉变得松弛而体脂增加。久卧床上的病人尤其是老年人也仍会出现负氮平衡。

（四）伤害

人受伤后氮的排泄会增加，采用普通膳食的人，每天损失的氮可高达 20g，只有到痊愈后才能恢复失去的氮，因此受伤的病人膳食中应保证充足的优质蛋白。

（五）情绪波动

忧郁、恐惧、发怒等异常精神压力是肾上腺素的分泌量增加，进而促使糖原分解加快并促进脂肪氧化及蛋白质分解，是氮的丢失增加。如：学生在考试紧张时也会出现以上现象，因而考试期间应特别注意学生膳食中的蛋白质供给。

七、蛋白质的供给量及食物来源

（一）蛋白质的供给量

FAO/WHO 于 1985 年提出成人男女蛋白质的安全摄入量为每日每公斤体重 0.75g，这是按优质蛋白质如乳、禽蛋等而言的。我国目前膳食仍以植物食品为主，蛋白质质量和消化率等不如动物蛋白高，因此仍规定较高，在 1.9~1.2g 范围内，但如膳食中有动物食品和大豆提供的蛋白质达总摄入蛋白质的 40%以上，则蛋白质的供给量可以减少。蛋白质供给量如按能量计算，成人占总能的 11~12%、儿童和青少年为 13~14%均可保证生理需要。1 岁以内婴儿的蛋白质供给量为 2~4g/kg 体重。其中母乳喂养者为 2g/kg 体重、牛乳喂养者 3.5g/kg 体重、混合喂养者为 4g/kg 体重。

（二）蛋白质的食物来源

动物食品的蛋白质质量较高，其中畜禽肉类和鱼类蛋白质含量为 10~20%，鲜奶类

1.5~3.8%，蛋类 11~14%；干豆类的蛋白质含量为 20~40%，花生、核桃等硬过夜含蛋白质 15~30%，薯类只含 2~3%，谷物中一般含蛋白质 6~10%，生理价值不如蛋白质和豆类蛋白，但因我国人民每日摄入的谷类数量相对比较大，如成人每日食用 400~500g 谷物食品即可从中获得蛋白质 35~40g，因此谷类食物仍是我们的主要蛋白质来源。

复习思考题

- 1、产能营养素有哪些？他们在人体总热能供给中各占多少为宜（成人）
- 2、糖有哪些重要的生理功能？
- 3、什么是膳食纤维？它对人体健康有何意义？
- 4、什么是必需脂肪酸？脂类有哪些重要的生理功能？
- 5、过多摄食精糖和油脂对人体健康有何影响？
- 6、人体必需氨基酸有哪些？为什么评定食物蛋白质的氨基酸要选用鸡蛋作为比较标准？
- 7、食物蛋白质的消化率、生物价、氨基酸分别如何确定？

第五章 营养素（二）

第一节 维生素

维生素是多种彼此无关的维持机体正常生理功能所必需的某些有机物的总称。每一种维生素都具有特殊的生理功能。维生素具有以下特点：①是天然食物的微量成分。②是维持机体生长与健康所必需的微量的有机物，日需要量少，通常以毫克或微克计量。③大多数维生素在体内不能合成，也不能充分贮存。④当膳食中缺乏维生素或吸收不良是，可产生特异的营养缺乏症。

一、脂溶性维生素

（一）维生素 A（甲种维生素、抗干眼病维生素）

1、理化特性

通常所指的维生素A为维生素A₁又称视黄醇（retinol）主要存在海产鱼类肝脏中，是自然界中存在的最普遍形式。纯品为黄色晶体，性质活泼。易被空气氧化及紫外线照射所破坏，应避光保存，在油脂中较稳定。由于维生素A以酯的形式存在与大多数食物中，一般的烹调方法对它的影响很小。

植物中所含的胡萝卜素具有与维生素 A 相似的结构特点能在人体内转变为维生素 A，通常称维生素 A 原，以 β-胡萝卜素生理活性为最高。

2 吸收、转运和贮存

维生素 A 从食入到被利用或排泄出经过多次的化学变化。食物中的维生素 A 以酯的形式进入小肠，在肠腔内被水解为视黄醇和脂肪酸，它们在胆汁的协助下被收入肠粘膜细胞，在粘膜细胞内视黄醇又迅速被脂化随糜微粒经淋巴系统进入血液。食物中视黄醇在小肠中一小部分可被氧化为视黄醛、视黄酸而被吸收，视黄醛和视黄酸在体内都一致的生理功能，但视黄酸对视觉等无作用，它很快的代谢通过胆汁或尿液等排出。

胡萝卜素进入肠道后被肠粘膜细胞吸收，并转化为视黄醇，但食物中胡萝卜素大约 1/3 被吸收，所吸收的胡萝卜素中 1/2 能转化为视黄醇。含有维生素 A 酯（被酯化的视黄醇）的乳糜微粒在肝外组织除去其中大部分的甘三酯，所剩的维生素 A 酯几乎全部进入肝脏而贮存。而肺、肾及体脂组织则只贮留少量。当机体需要是再释放入血中。估计一般成人肝脏贮存的维生素 A 够 4 个月的需要（以膳食质量和吸收量而定）。婴儿和儿童无这样大的贮存能力，因此他们对缺乏症特别敏感。血浆中维生素 A 是以视黄醇结合蛋白（RBP）的形式存

在而被转运到各组织的。

凡能影响脂肪吸收的因素，同样会影响维生素 A 和胡萝卜素的吸收。但膳食中脂肪、蛋白质、维生素 E 摄入不足时可能会影响维生素 A 和胡萝卜素的吸收、转运和代谢。

3、生理功能及缺乏症

(1) 维生素 A 与视觉有关。维生素 A 是视色素的组成成分，并可使人在暗光下保持一般是绝。眼睛视网膜上有两种视觉细胞，它们按形状和功能不同分为锥状细胞（锥体）和杆状细胞（杆体），锥体适应视力的强光（明视）；杆状适应视力的暗光（暗视）。

人体缺乏维生素 A，开始表示为暗适应缓慢，以后出现夜盲症，起作用机制目前已得到证实。杆状细胞中含有一种特殊的视色素称为视紫红质（rhodopsin），它在光中分解，在暗中再合成，视紫红质是由顺—视黄醛与视蛋白结合成的一种结合蛋白。

关于杆状细胞中视紫红质的转化可用途来说明：当被光线照射时，视紫红质变为反式视黄醛并与视蛋白分离，此间将引起神经冲动，传导大脑即转变为影像，这一过程称为光适应此时若进入暗处，因视紫红质的消失对光不敏感而不能见物，如从明亮处进入光线暗的剧场会瞬间失去视觉。体内若有充足的维生素 A，则可通过不同反应生成顺—视黄醇在暗光下再与视蛋白结合使视紫红质重新生成，恢复对光的敏感性，从而可在暗光下见物。这一过程称为暗适应（dark adaptation），在以上转化过程中可损失掉一部分视黄醛，这就需要从膳食中或肝脏贮存的维生素 A 库中得到补充。人体维生素 A 充足，视紫红质的再生快而完全，暗适应的时间短；反之人体维生素 A 缺乏。暗适应时间较长，严重者因视紫红质合成不足，暗光下看不清四周物体，这便是夜盲症。

(2) 维生素 A 能维持上皮组织健全。维生素 A 营养良好时，人体上皮组织粘膜细胞中糖蛋白的生物合成正常。分泌粘液正常，这对维护上皮组织的健全十分重要，当体内维生素 A 缺乏时上皮细胞角质化，易受感染，眼睛结膜干燥、变厚、角化和角膜浑浊，甚至视力衰退等，称为干眼病，营养不良的婴儿和儿童可能发生此症，所以维生素 A 又称抗干眼病维生素。

(3) 维生素 A 能促进人和动物的正常生长。动物膳食中缺乏维生素 A，待体内贮存的维生素 A 耗尽生长停止。因此维生素 A 是儿童生长和胎儿正常发育必不可少的重要营养物质。

(4) 维生素 A 具有抗癌作用。膳食中有充足的维生素 A 在预防癌症方面发挥一定的有益作用。因为它可以促进上皮细胞正常分化并控制其恶变。近年流行病学调查说明膳食之内维生素 A 充足的人其癌症发病率明显低于维生素 A 摄入不足的人。

(5) 维生素 A 又促进动物生殖力的作用。维生素 A 缺乏多数动物的生殖能力明显降低。

目前资料表明维生素 A 能影响粘多糖、蛋白质及糖蛋白的合成。因此它维持细胞膜及细胞器膜的结构完整性和通透性方面具有重要意义，但其在体内的作用机理还待进一步的阐明。

4、维生素 A 过多症 长期摄入过量的维生素 A 可在体内蓄积，引起维生素 A 过多症，主要症状为厌食、过渡兴奋、长骨末端外围部分疼痛、肢端动作受限、头发稀疏、肌肉僵硬和皮肤瘙痒症。

成人每日摄入 15000 μ g 视黄醇当量的维生素 A 3~6 个月后即可出现上述中毒现象，但大多数是由与摄入维生素制剂或吃野生动物肝或鱼肝而引起的，摄入普通食物一般不会发生维生素 A 过多症。

5 食物来源及供给量 维生素 A 仅存在于动物是品种,以肝脏、鸡蛋、奶油和牛油为最好的来源。鱼肝油中维生素 A 的含量很高,可以作为婴幼儿的补充来源。胡萝卜素以绿色和黄色蔬菜中的含量为最多,如胡萝卜、菠菜、韭菜、油菜等都含有丰富的胡萝卜素。

我国建议每日膳食中维生素 A 的供给量成人 800 μg 视黄醇当量 (RE)。孕妇、乳母应增至 1000~1200 μg 。

β -胡萝卜素在人体内的利用率平均为摄入 1/6。即 1 μg β -胡萝卜素相当于 1/6 μgRE 。

1 国际单位 (I.U) 维生素 A=0.3 μgRE 。

维生素 A 使我国目前膳食中比较容易缺乏的一种营养素,随着人民生活水平的提高,我国近年维生素 A 缺乏主要特点是以亚临床性缺乏表现为主如血清维生素 A 含量不足、暗适应时间延长等,出现临床体征(干眼病、夜盲症)者仅占极少数。同时发现在维生素 A 摄入水平相近的人群中孕妇、乳母和儿童血清维生素 A 含量明显低于一般人,患病者低于健康人,这与国外资料报道相一致。

鉴于维生素 A 对机体健康的重要性,以及它在膳食中的摄入量目前还处于较低水平,因此它是现在带有普遍意义的营养问题。如果每人每日食入一个鸡蛋或每周食用一次猪肝再加上每日 250g 富含维生素 A 原的黄绿色蔬菜,这样就可以使我们膳食中的维生素 A 摄入量有明显的改善。

(二) 维生素 D (丁种维生素、抗佝偻病维生素)

1、理化特性 维生素 D 是类固醇的衍生物,具有抗佝偻病 (rickets) 的作用。有维生素 D 活性的化合物有多种,其中以维生素 D₂ 和维生素 D₃ 较为重要,二者结构十分相似,维生素 D₂ 在侧链上多一个双键和一个甲基。

人体内可将胆固醇转变为 7-脱氢胆固醇,贮存于皮下,在日光和紫外线光照射下转变为维生素 D₃,因此多晒太阳也成为预防维生素 D 缺乏的方法之一。植物油或酵母中所含的麦角固醇不能被人体利用,也需在日光和紫外线光照射下转变为维生素 D₂ 才能被利用。

维生素 D₃ 为白色结晶,溶于脂溶性溶剂,不溶于水。维生素 D 性质稳定、不受酸、碱和氧的影响,而且耐热,通常的烹调加工不会引起维生素 D 的损失,但脂肪酸败可引起维生素 D 的破坏。维生素 D₂ 与 D₃ 在人体内效果相同。

2、吸收及其它在体内的转化 食物中维生素 D₃ 进入消化道后,需要胆汁的协助才能吸收,吸收以后随乳糜微粒经淋巴进入血液被运送至肝脏,维生素 D₂ 在肝脏经 25-羟化酶作用形成 25-OH-D₃,再运至肾脏,25-OH-D₃ 又在肾 1-羟化酶的催化下进一步生成 1,25-(OH)₂-D₃。1,25-羟基 D₃ 才是维生素 D₃ 在体内的活性形式。维生素 D₃ 主要贮存在骨骼肌及脂肪组织中,肝肾的组织中也含少量。1,25-(OH)₂-D₃ 运至小肠粘膜及骨骼等组织进一步发挥生理作用。以上转换过程如图

体内贮存的维生素 D 比体内贮存的维生素 A 少。维生素 D 的排泄主要途径是经胆汁进入小肠随粪便排出体外,只有少量由尿中排出。

3、生理功能及缺乏症 维生素 D 主要的生理功能是参与钙、磷的代谢,它不仅能促进钙、磷在体内的吸收,而且影响钙磷在骨骼组织内的沉积。

现已证明,钙在肠道内的吸收需要一种结合蛋白 (CaBP),而 1,25-(OH)₂-D₃ 的作用机理在于激活肠粘膜细胞内 CaBP 的合成,以促进钙在小肠的吸收,进而运至血液,使血浆钙和磷的水平升高,为骨的钙化提供有利条件。

膳食中缺乏维生素 D 或人体缺乏日光照射,钙磷的吸收受到影响,同时也影响肌肉神经系统的正常功能,严重时儿童发生佝偻病,成人缺乏维生素 D 特别是生育期妇女可发生骨质疏松等。此种缺乏症以怀孕及授乳期的妇女较易发生。

4 食物来源及供给量 维生素 D 主要存在与动物是品种,如含脂肪丰富的海鱼(鲱鱼、

沙丁鱼、金枪鱼)、蛋黄、肝、奶油等是维生素的良好来源,瘦肉和牛奶中含有少量,因此以奶类为主食的小儿需适当补充鱼肝油对其生长发育有利,但切不可过量。对成人而言经常接受日照就是取得维生素D₃最好的来源,一般不需要在补充。鱼肝油制剂是维生素D最丰富的来源,但它不是日常是平的组成成分,可以用作婴幼儿配方食品中维生素D的强化剂。

维生素D的需要量必须与钙、磷的供给量联系起来考虑。在钙、磷供给充足的条件下成人每日5 μg维生素D₃即可满足生理需要,儿童、孕妇、乳母加至10 μg。

1 μg维生素D₃=40 国际单位 (I.U.)

即 1I.U 维生素 D=0.025 μg 维生素 D₃

不适当地过量服用鱼肝也会引起维生素 D 过多症。每日超过 2000I.U 可引起中毒,表现为食欲不振、恶心、呕吐、多尿及便秘腹泻交替等异常症状。摄取一般食物不会引起维生素 D 过多症。

(三) 维生素 E (生育酚)

1、理化性质 维生素 E 又称生育酚 (tocopherols),它是一系列具有 α-生育酚的生物活性的化合物,目前已知具有维生素 E 活性的生育酚共计把中,其中以 α-生育酚的生物活性最高。

维生素 E 广泛存在绿色植物中,动物体内含有微量。维生素 E 为黄色油状物,无臭无味,不溶于水,酸性条件下性质稳定,无氧条件下对热稳定,但在有氧、碱等存在下即遭破坏,在一般烹调温度下,维生素 E 受到的破坏不大,如长期在高温下油炸,则活性大量丧失。由于维生素 E 对氧极为敏感,碳环上的羟基以被氧化,因此它常可保护比它稍南洋化的物质,如不饱和脂肪酸、含巯基的化合物及维生素 A 等在体内发挥抗氧化的功能。在食品加工中也可用作油脂的抗氧化剂而有助于油脂的保存。

2、吸收、转运及贮存 维生素 E 其他脂溶性维生素一样需要胆汁和脂肪的存在才能吸收、食物中维生素 E 约有 20~30%穿过肠壁进入淋巴。进入体内的维生素 E 附着在血液 β-脂蛋白上进行运输。脂肪组织、肝和肌肉是维生素 E 的主要贮存场所,身体其他组织都含有少量维生素 E。它的排泄途径主要是粪便,少量由尿中排泄。

3、生理功能及缺乏症 目前认为维生素的主要功能是抗氧化作用,它能抑制细胞、细胞器及红细胞膜内的多不饱和脂肪酸的氧化,与硒协同保持细胞膜和细胞器的完整性和稳定性。此外它还能保护巯基不被氧化而保护许多酶系的活性,因而认为维生素 E 也能调节组织呼吸及氧化磷酸化过程。

由于维生素 E 能保护红细胞的完整性,如有些小肠吸收不良患者长期维生素 E 摄入不足,可发生溶血性贫血,给与维生素 E 可以延长红细胞寿命。早产婴儿因体内缺乏维生素 E 易患溶血性贫血,也可用维生素 E 治疗。

动物式样发现维生素 E 与性器官的成熟及胚胎的发育有关,临床上用治疗习惯性流产。但食物中维生素 E 的来源比较充裕,人类尚未发现因维生素 E 缺乏而引起不育的。

动物食用缺乏维生素 E 的饲料还会发生肌肉萎缩。大白鼠实验表明维生素 E 对多种化学毒物特别是空气污染物具有防护作用,防癌作用和抗衰老作用,长期服用维生素 E 的猴子平均寿命延长 15~75%,对于人体是否也有以上功能还需要进一步研究证实。

4、食物来源及供给量 各种植物油、谷物的胚芽、豆类、花生、蔬菜、牛奶鸡蛋黄等均含有维生素 E,它也能在人体肠道内合成一部分,通常成人每日供给量 10mg。

(四) 维生素 K (凝血维生素)

1、理化特性 维生素K是一类能促进血液凝固的甲基萘醌衍生物。其中维生素K₁和K₂是天然产物,维生素K₃和K₄是人工合成品。

维生素K₁是黄色油状物,K₂是淡黄色晶体,它们均为脂溶性。在热、氧环境中稳定,但对光和碱敏感,故保存时避光。

临床上常用的维生素K₃和K₄是人工合成品，它们均是甲基萘醌衍生物，但性质较K₁和K₂稳定，而且能溶于水。

2、生理功能及缺乏症 维生素K的吸收需要胆汁和胰脂酶，它由空肠经淋巴吸收，在血中随β-脂蛋白一起转运。

维生素K的主要生理功能是促进肝脏合成凝血酶原（即凝血因子II）。它还调节另外三种凝血因子的合成。缺乏维生素K时血中这几种凝血因子均减少，因而凝血时间延长，常发生皮下、肌肉及胃肠道出血。

此外维生素K具有萘醌式结构，能还原成无色氢醌，它可能像萘醌那样参加呼吸链，在黄酶与细胞色素之间传递电子并参与氧化磷酸化。

维生素K还可以增加肠道的蠕动和分泌功能，缺乏维生素K平滑肌张力及收缩减弱。

一般情况下，由于人类肠道中细菌可合成足量的维生素K供生理需要，正常人不会缺乏但当胆道梗阻或严重腹泻、或长期服用抗菌素又可能引起维生素K缺乏，应注意补充。新生儿因肠道尚无细菌而不能合成维生素K可能导致缺乏凝血酶原，为了保护子能而可能在临产几天开始给产妇服用维生素K或给新生儿补充维生素K（约需5~7天）。

近10年来，有关肝脏产生血浆蛋白凝血酶原及其调节代谢活动的生化知识有了很大发展，维生素K虽然是脂溶性维生素中最后一个被鉴别出来的，但目前它很可能是在分子水平上了解其作用机制的第一个脂溶性维生素。

3 食物来源及供给量 维生素在食物中分布较广，绿叶蔬菜如莴苣、甘蓝中含量都大于100μg/100g，每100g绿茶中含712μg的维生素K。其次在动物肝、肉、蛋、奶、小麦、青豌豆等中都含有，肠道细菌也可合成。从食物中成人每日供给50~70μg即可满足生理需要。。天然形式的维生素K不产生毒性，人工合成的维生素K每日用量在5mg以上可产生中毒。婴儿会出现黄疸。因此有国家已明确规定食物中不允许添加维生素K制剂。

二、水溶性维生素

水溶性维生素都易溶于水，在体内不易贮存，每日必须通过食物供给，通过肾脏由尿中排出。除维生素C以外，其他的水溶性维生素总称为B族复合体（简称B族），B族维生素的化学结构各不相同，生理功能也各有所异，但它们中大多数都以辅酶或辅基形式参与糖，油脂及蛋白质的中间代谢，它们在肝和酵母中含量都较丰富。

（一）维生素B₁（硫胺素）

1、理化特性 维生素B₁又称硫胺素，分子由含硫的噻唑环和嘧啶环组成，是维生素中最早被发现的。维生素B₁为白色针状晶体，易溶于水，微溶于乙醇，不溶于脂溶性溶剂。在酸性介质中，加热到120℃仍不分解破坏，但碱性条件加热极易破坏，高压灭菌和紫外光也能破坏。通常烹调可损失25%的硫胺素，干烤、油炸食品会损失更多。食品加工时如使用亚硫酸盐可将硫胺素破坏。

2、吸收及其在体内的转化 维生素B₁易被小肠吸收，但它不具有生物活性，它运至肝脏中被进一步磷酸化形成焦磷酸硫胺素（TPP）时才具有生物活性。硫胺素在人体内贮留量很少，成人体内仅含30mg左右，其中80%以TPP形式存在，肝、肾、心、大脑、肌肉和骨髓中硫胺素的浓度稍高于血液。如果饮食中缺乏硫胺素体内1~2周后正常的维生素B₁则会降低而影响健康。如摄入超过生理需要量则会通过尿排出体外，摄入不足时尿中排泄量随之减少。

3、生理功能及缺乏症 维生素B₁在体内主要以TPP的形式作为羟化酶和转酮基酶的辅酶参与能量代谢。丙酮酸和α-酮戊二酸氧化脱羧都必须有TPP参与。

体内如缺乏硫胺素，TPP合成量不足导致丙酮酸、α-酮戊二酸等在体内蓄积使糖的有氧化受阻，进而影响能量代谢，由于能量供给不足，蛋白质、脂类在体内的合成也受影响。此外由于TPP是转酮基酶的辅酶，它是葡萄糖经过磷酸戊糖途径代谢的重要酶之一，因而

TPP 也直接影响体内核糖的合成。转酮酶存在于红细胞、肝、肾及其他组织中。硫胺素海体内胆碱脂酶活动性有关，缺乏时会干扰正常的神经传导以致影响内脏及周围神经功能。

人如长期以食用精米、精白粉为主，又无其他多种副食品补充及其他杂粮进行调济，就容易造成硫胺素缺乏而患脚气病（beriberi），目前脚气病仍在世界许多地方出现。主要发生在东方以精白米为主食的国家（如菲律宾等国）。脚气病的主要症状为多发性神经炎、消瘦或水肿以及心脏功能紊乱。脚气病按其形态和症状可以分为以下三类。

干脚气病（组织萎缩） 主要症状为多发性神经炎，表现为肢端麻痹或功能障碍，肌肉萎缩，消瘦甚至引起瘫痪。

湿脚气病（组织水肿） 主要症状为水肿，特别是下肢，其他还有食欲不好、气喘和心脏机能紊乱。

婴儿脚气病 婴儿脚气病主要发生在 2~5 月龄，由于乳母膳食缺乏硫胺素，使靠此母乳喂养的婴儿缺乏硫胺素，而且发病异常迅速，如不在数小时内及时治疗常常造成死亡，主要症状为哭声微弱。发绀（皮肤呈青紫色）、心跳过速有时伴有呕吐。

4、食物中的抗硫胺素因子 某些生鱼或海产品，特别是鲤鱼、鲱鱼、青蛤和虾含有硫胺化酶，它能裂解硫胺素分子。因而不能生食鱼类和软体动物。此外饮入大量酒精也会影响硫胺素的吸收及利用。

5、食物来源及供给量 谷类、豆类、硬果、肉类、动物内脏、蛋类都含有丰富的硫胺素，此外酵母含量也丰富。蔬菜水果类含量不高。谷类过分碾磨精细或烹调前淘洗过度都会造成硫胺素的大量损失。

由于硫胺素与糖代谢密切相关，因此硫胺素的供给量随热量需要增加而增加。成人每日按 0.5mg/1000KCal 硫胺素供给，轻体力劳动男子每日供给量为 1.3mg。

（二）维生素 B₂（核黄素）

1、理化特性 维生素 B₂ 由 D—核醇和 6, 7—二甲基异咯嗪组成。为黄色晶体，溶于水，水溶液呈黄绿色荧光。在酸性和中性溶液中对热稳定，即使加热到 120℃，6 小时也仅破坏少部分。但在碱性溶液中则很容易被破坏。

核黄素的异咯嗪环上第 1 及第 10 位氮原子与活泼双键相连，能接受氢而被还原成无色物质，还原后很容易在脱氢，因此具有可逆的氧化还原特性，在体内有传递氢或电子的功能。

2、吸收及其在体内的转化 核黄素是在小肠上部被吸收，在小肠粘膜细胞内磷酸化，然后进入血液循环在流到各组织，在那里它以磷酸盐或黄素蛋白的形式出现。虽然在肝、脾、肾、心肌等组织含有相对较高的核黄素，但身体贮存核黄素能力是有限的，每日必须从膳食中摄取一定量，排泄基本上通过尿排出，当摄取量高时，排泄也高。摄取量少时，排出也少，此外汗液中也可排出少量核黄素。肠细菌虽然也能合成核黄素但不能被人体吸收。

3、生理功能及缺乏症 核黄素是黄素单核苷酸（FMN）和黄素腺嘌呤二核苷酸（FAN）的组成成分，它们是体内许多酶系统的重要辅基。这些辅基与特定蛋白质结合形成黄素蛋白（flavoprotein）。黄素蛋白是组织呼吸过程中重要的一类递氢体，若机体核黄素缺乏则引起体内物质和能量代谢紊乱。口角溃疡、唇炎、舌炎、角膜炎、脂溢性皮炎、阴囊炎以及伤口难愈合、疲劳等。如妇女妊娠期间缺乏核黄素将影响胎儿发育，严重时可能造成胎儿骨骼畸形。

当然缺乏核黄素使人类不至引起十分严重的疾病。但由于核黄素主要存在动物是品种，对于发展中国家的人民因肉、蛋、奶供应不足，常常不同程度的发生核黄素缺乏症，尤其是儿童。核黄素缺乏将影响儿童的正常生长发育，因此儿童、孕妇等的核黄素供给是值得重视的营养问题。

4、食物来源及供给量 动物的肝、肾、心等内脏组织含核黄素较其他食物多，此外蛋类、瘦肉、大豆、蘑菇、鳝鱼都是核黄素的良好来源，绿叶蔬菜也含有一定量，谷类和一般

蔬菜含量较少。

核黄素供给量也与能量供给有关，成人按 0.5mg/1000KCal 供给，儿童和青少年增加至每 1000KCal 热能 0.6mg。

(三) 烟酸（尼克酸）

1、理化特性 烟酸（niacin），在体内以烟酰胺（niacinamide）的形式存在。二者都是无色或白色的针状晶体，它们对热、光、酸、碱及在空气中都较稳定。是维生素中最稳定的一种。烟酸在水中的溶解度较小，但烟酰胺则易溶于水，它在酸性或碱性溶液中加热被水解为烟酸。

2、吸收及体内的转化 正常烟酸在小肠内被吸收并于机体内转变为烟酰胺，成为辅酶 I、辅酶 II 的组成成分。它广泛分布于人体内但不能贮存。它在体内代谢后绝大部分以 N—甲基烟酰胺的形式由尿中排出。成年人代谢的烟酸中，大约三分之二来自色氨酸。平均 60mg 色氨酸可以转变为 1mg 烟酸。

3、生理功能及缺乏症 辅酶 I 即尼克酰胺腺嘌呤二核苷酸磷酸盐（NADP），它们都是脱氢酶的辅酶，为生物氧化过程中的递氢体。辅酶 I 和辅酶 II 参与糖原酵解和三羧酸循环。烟酸缺乏时，糖代谢受阻。神经细胞得不到足够的能量，致使神经功能受影响。典型的烟酸缺乏症成为癞皮病（Pellagra），其症状为皮炎、腹泻及痴呆。癞皮病的皮炎有特异性，几乎仅发生在与阳光接触的部分，而且又对称性，发病区与健康区域界限分明。当胃肠粘膜受影响时患者出现腹泻等症状，进而头痛，失眠、产生幻觉，直至忧郁而死亡。

4、食物来源及供给量 动物肝、肉类、花生、豆类等食品中烟酸含量丰富，牛奶和鸡蛋的烟酸含量虽然很低，但色氨酸含量高，所以以烟酸当量也高。

$$\text{烟酸当量 (mg)} = \text{烟酸 (mg)} + \frac{1}{60} \text{色氨酸 (mg)}$$

谷物烟酸含量较低而且大部分存在种皮中，在碾磨过程中损失较多，而且一部分烟酸为结合型不能被人体吸收。如玉米分钟结合型烟酸占其含量 64~73%，食用前加 0.6~1% 的碳酸氢钠蒸熟，可以使大部分结合型烟酸变为游离型并可不影响其中的硫胺素和核黄素。以玉米为主食的地区可以用此法预防癞皮病的发生。

烟酸的供给量按每日 1000KCal 5mg 供给，儿童青少年增至 1000KCal 6mg。

(四) 维生素B₆（吡哆醇、吡哆醛、吡哆胺）（Pyridoxinc、Pyridoxal、Pyridoxamine）

1、理化特性：维生素B₆包括吡哆醇、吡哆醛和吡哆胺三种化合物。

吡哆醇主要存在植物食品中，吡哆醛、吡哆胺主要存在与动物食品中。

以上三种化合物都是白色结晶，易溶于水和乙醇，微溶于脂溶性溶剂，对光敏感，对热稳定。

2、生理功能及缺乏症 食物中的维生素B₆在小肠被吸收，随血液循环流到各组织，其中肝的含量最高。体内的维生素B₆是经磷酸化以后的磷酸吡哆醛或磷酸吡哆胺的形式作为辅酶而具有生物活性。主要的代谢产物时 4—吡哆酸经尿而排出。

磷酸吡哆醛、磷酸吡哆胺是体内蛋白质、氨基酸代谢中多种酶的辅酶，其中包括转氨酶、脱羧酶、消旋酶、脱水酶、合成酶及羟化酶等；它参与色氨酸的代谢，含硫氨基酸的脱硫。维生素B₆除了与蛋白质、氨基酸代谢密切相关外，它还与体内花生四烯酸的合成、辅酶 A 的生物合成、肝糖元的分解以及与某些激素（胰岛素、生长激素）都有关，因此也有人称维生素B₆为“主力维生素”。

由于维生素B₆广泛存在于动植物食品中，人体肠道细菌也可合成一部分，一般情况下成人不会缺乏。

维生素B₆缺乏会引起蛋白质、氨基酸代谢异常，表现为贫血、抗体减少、皮肤损伤（特别是鼻尖），小儿还出现惊厥、生长不好等。

在某些特殊情况下如：怀孕、受电离辐射照射、高温下生活、服用雌激素类避孕药及异烟肼等情况下需要增加维生素B₆的供给量。

临床上在治疗维生素B₁、B₂和烟酸缺乏症时，同时给与维生素B₆常可增进疗效。也常用维生素B₆治疗婴儿惊厥和妊娠呕吐。

3、食物来源及供给量 维生素B₆存在于谷物、谷胚及蔬菜中，肉、蛋、奶中含量丰富。一般认为维生素B₆的需要量与蛋白质的摄入量有关，美国规定膳食中蛋白质含量在 100g以上时，维生素B₆供给量为 2.0mg，我国暂时还无规定。

（五）、泛酸（维生素B₃）

1、理化特性 泛酸由泛解酸和β—丙氨酸组成。纯品为粘稠的黄色油状物，溶于水，在中性溶液中稳定，在酸、碱溶液中或干热 2 小时以上易破坏。

2、生理功能及缺乏症 泛酸在小肠被吸收在进入血液循环，在组织内大部分泛酸用于辅酶 A 的合成，泛酸以辅酶 A 的形式存在一切活组织中，肝、肾中浓度较高，并通过肾随尿排出体外。体内贮存很少。

泛酸作为辅酶 A 的组成成分而在体内发挥作用，辅酶 A 在脂肪酸的合成和降解中是必需的物质，辅酶 A 参与三羧酸循环，因此与体内的能量释放密切相关。此外辅酶 A 还影响抗体的合成、内分泌腺的功能，是体内合成血红素、维持正常血浓度所必需。一般膳食可提供生理的泛酸，很少发生缺乏。

给予缺乏泛酸膳食的人体实验表明，人体缺乏泛酸可表现过敏、足底灼痛、肌肉痉挛、容易疲劳、胃肠道不适等症状。

3、食物来源及供给量 泛酸来源广泛，动物的肝脏、心、肾含量丰富，此外瘦肉、蛋黄、花生、菜花、卷心菜、全谷粒、牛奶及一些水果中含有泛酸。泛酸需量尚未定论，一般认为正常人每日供给量 5—10mg。

（六）叶酸

1、理化特性 叶酸因存在绿叶植物中含量丰富而得名。叶酸分子由蝶呤啶、对氨基苯甲酸及谷氨酸结合而成。

叶酸为深黄色晶体，加热至 250℃时即分解；不易溶于水，其钠盐溶解度较大，在中性及碱性溶液中对热稳定，而在酸性溶液中温度超过 100℃即被分解破坏，对光敏感。

2、生理功能及缺乏症 膳食中的叶酸在小肠被吸收。在体内需转化为四氢叶酸才具有生物活性，肝脏贮留的四氢叶酸较其他组织多。

四氢叶酸得主要功能是作为一碳单位（—CHO、—CH=NH、—CH₃、>CH₂等）的载体参加代谢，此时它对氨基酸代谢、核酸的合成以及蛋白质、生物合成都有重要的影响。

由于叶酸在核酸合成中的重要作用，所以当叶酸缺乏时将引起红细胞中核酸合成受阻，红细胞的发育和成熟受到影响，产生巨幼红细胞性贫血。可用叶酸治疗，所以叶酸又称抗贫血维生素。

一般情况下除膳食供给外，人体肠道细菌能合成部分叶酸不易发生缺乏。但当吸收不良或组织需要增多及长期使用抗菌素等情况下造成叶酸缺乏。

3、食物来源及供给量 叶酸广泛存在于绿叶蔬菜中，肝脏小麦胚芽含量丰富。其他如肉、蛋、鱼、谷类都含有。食物烹制时如长期加热、制作罐头都可使叶酸有较大的损失。通常认为成人每日供叶酸 0.3mg 可够生理需要，但安全起见，美国和 WHO 的成人推荐量 0.4mg；妊娠加至 0.8mg。

（七）维生素B₁₂（钴胺素）

1、生理特性 维生素B₁₂是一切维生素分子中分子最大，最复杂的，分子的主体是一个以钴为中心元素的卟啉环、钴原子除了通过配价键与卟啉环的N原子相连外，还通过磷酸腺苷、氨基丙酸与卟啉环支链上的丙酸相连。此外与钴相连的还有氰基或甲基、羟基、亚硝基

等。它们分别称为氢钴素、甲钴素、羟钴素、硝钴素，均在体内具有大致等同活性。

氢钴胺素为粉红色针状晶体，溶于水和乙醇，在 PH4.5~5 的水溶液中稳定，在强酸或碱中则易分解，在有氧化剂、还原剂及二价铁存在时极易分解破坏。

2、吸收及其在体内的贮存 食物中的维生素B₁₂蛋白质复合物进入体内后，在胃酸和肠消化酶的作用下，维生素B₁₂从上述复合物种释放出来，与胃粘膜分泌的“内因子”（一种糖蛋白）结合才能在回肠被吸收，现已知Ca⁺⁺参与上述过程，体内如缺乏内因子，维生素B₁₂则不能被吸收。维生素B₁₂一旦被吸收后边进入血液，并再度同特异性蛋白结合由血液循环送到体内各组织。多余的大部分贮存于肝脏。人体内约含维生素B₁₂ 2~4mg，其中约 60%贮存于肝，30%存于肌肉、皮肤和骨组织，少量存于肝、肾、脾。排泄主要由于尿排出，部分从胆汁排出。

3、生理功能及缺乏症 进入体内的维生素B₁₂必需转变为辅酶形式才能具有生物活性，简称辅酶B₁₂，如腺苷钴胺素、甲基钴胺素等，前者为一个腺苷取代氰钴胺素氰基的位置直接与钴原子相连，后者为甲基与钴相连。

辅酶B₁₂能提高叶酸利用率促进核酸和蛋白质的合成以利于红细胞的发育成熟。如体内缺乏辅酶B₁₂，红细胞不会正常的成熟，而形成大的未成熟细胞（巨幼红细胞）并被释放到血液中引起巨幼红细胞性贫血。

辅酶B₁₂对为是神经系统的正常功能有重要作用，这是因一方面辅酶B₁₂参与神经组织中髓磷脂得合成，另一方面它能使谷胱甘肽保持还原状态（—SH）而有利于糖的代谢，因为神经系统的能源几乎全靠糖的分解代谢供给。缺乏维生素B₁₂可引起神经障碍、脊髓变性等，并可引起严重的精神症状。年幼患者还可出现神经忧郁、智力减退等。严重是最终昏迷而死。因此维生素B₁₂可用于预防脊髓变性等精神系统病变。

给予肝病患者维生素B₁₂可以防止发生脂肪肝。总之由于维生素B₁₂在体内与叶酸协同参加一碳单元的转移与合成，又参与体内许多重要物质的合成，所以它对人体的作用是综合性的，起作用的全部机理还有待进一步的研究。

4、食物来源及供给量 自然界中的维生素B₁₂都是由微生物合成的，动物胃瘤和结肠中的细菌可合成，因此只有动物食品才有丰富维生素B₁₂，特别是草食动物的肝、心、肾、其次为肉、蛋、奶类。另外发酵的豆制品如腐乳、豆豉等食品中也含有。一般的植物性食品含量很低，因为植物只能从生长的土壤（土壤微生物合成）中吸收微量维生素B₁₂，通常素食者、动物食品摄入很低的人群及营养供给不足的孕妇、乳母易患维生素B₁₂缺乏症，人体肠道微生物也可合成部分维生素B₁₂，但由于合成部位已处于结肠下部，人体的吸收极微，成人的推荐量为 3 μg，我国暂时还未作规定。

（八）维生素 C （抗坏血酸）

1、生理特性 抗坏血酸是一种六碳化合物，植物和多数动物可利用葡萄糖等六碳糖合成它， 人体内不能合成，必需靠摄食供给，自然界存在氧化型和还原型两种抗坏血酸均可被人体利用。它们可以互相转变，但还原抗坏血酸一旦生成二酮古洛糖酸后就不能再复原而失去生物活性。

维生素 C 是无色或白色晶体，易溶于水，微溶于乙醇。固态的维生素 C 性质稳定，溶液中的维生素 C 性质不稳定，在有氧、光照、加热、碱性物质、氧化酶及痕量铜、铁存在时维生素 C 则被氧化破坏。因此食物在加碱处理或水蒸煮时流失或破坏较多，而在酸性，冷藏及防止暴露于空气中时损失较少。

2、吸收及贮存 食物中的维生素 C 进入体内后在小肠上部被迅速吸收，随血液循环流经各组织被利用。肾上腺和眼睛的视网膜维生素 C 的含量特别高，脑、肝、脾、骨髓的组织都含有一定量，健康成人体内可贮留 1500~4000mg 维生素 C，可保证在数周内不摄入维生素 C 也不至发生缺乏症，当体内贮留量低于 300mg 时将出现明显的缺乏症（坏血病）。维

生素 C 主要通过尿排泄，摄入多组织饱和时排泄量大，摄入少排泄少。

3、生理功能及缺乏症 维生素 C 同大多数 B 族维生素不一样，它不是任何酶的组成成分。但维生素 C 是维持人体健康不可缺少的物质，它在体内有多种生理功能。

在胶原蛋白合成中有特殊作用，胶原蛋白能将细胞连接在一起如象灰浆将砖石粘连在一起一样，胶原蛋白中含有较多的羟脯氨酸和羟赖氨酸，它们由脯氨酸和赖氨酸羟化而成，维生素 C 的作用是激活此羟化酶。若维生素 C 缺乏，胶原蛋白合成受阻将使伤口愈合延缓；有可使微血管脆柔弱而产生不同程度出血；由于胶原蛋白合成减少还会影响骨、牙、软骨和结缔组织的功能使骨松动、容易发生骨折等。以上伤口愈合慢、微血管出血、牙松动、易骨折等为坏血病的典型症状。

体内酪氨酸、色氨酸的代谢也需要维生素 C 参与，起作用原理据认为仍是激活有关的酶。维生素 C 能增进肠道铁的吸收，它能将 Fe^{+++} 还原为 Fe^{++} 以利吸收，并促使运铁蛋白的铁转移到器官铁蛋白中，以利铁在机体内的贮存。

维生素 C 也参与肝脏内胆固醇的羟化作用形成胆酸，降低血液中胆固醇的含量。它还能促进叶酸在体内转为活性形式，因而维生素 C 可用于婴幼儿防止巨幼红细胞性贫血。此外维生素 C 在体内还有解毒的功能、增强人体抵抗力的功能等等。

4、食物来源及供给量 抗坏血酸广泛分布在蔬菜、水果中，特别是青椒中含量较丰富，水果中以柑桔类含量较多，动物食品一般含量较少。我国的供给量标准为成人每日 60mg，孕妇加至 80mg。

第二节 无机盐（矿物质）

食物或机体灰分中那些人体生理功能所必需的无机元素成为无机盐（矿物质），在体内含量较多的如钙、磷、硫、钾、氯、钠、镁等统称为常量元素。在体内含量较少如铁、氟、锌、铜、硅、锡、锰、碘、钼、铬、钴等称为微量元素。

一、钙

（一）钙的生理功能

成人体内含钙的总量 1200~1500g，其中 99%集中在骨骼—牙齿中存在的主要形式为羟磷灰石结晶（hydroxy apatita, $Ca_9(PO_4)_6Ca(OH)_2$ ），也有部分是无定型的，其余 1%的钙或柠檬酸螯合，或与蛋白质结合，但大多成离子状态存在于软组织、细胞外液及血液中，这一部分钙统称为混溶钙池（miscible calcium pool），它与骨骼中的钙维持动态平衡。钙有以下重要生理功能。

1、钙是构成骨骼和牙齿的主要成分。生长期的儿童和少年由体重的变化，骨骼的形状和重量也不断变化，而且钙的需要量随骨骼的生长速度而变化，13~14 岁时需要量最大。

2、1%的钙调节以下生理功能

- （1） 血液凝固：在凝血酶原转变为凝血酶时钙起催化剂的作用，然后凝血酶将纤维蛋白原聚合为纤维蛋白造成血的凝固
- （2） 肌肉的收缩和舒张与钙有关。
- （3） 正常的神经脉冲传导需钙参与（乙酰胆碱的释放需钙的调节）。
- （4） 钙离子影响细胞的通透性。
- （5） 钙离子可激活多种酶包括 ATP 酶。脂肪酶和某些蛋白质分解酶
- （6） 某些激素的分泌与钙有关。

（二）钙缺乏症

人体缺乏钙、磷、维生素 D 时对婴儿幼儿的健康影响较大，首先表现为生长发育迟缓，体型矮小甚至成年后也较矮；此外骨牙的质差，当钙缺乏不严重时，体型大小可能不受影响，但骨骼纤细、脆弱、牙畸形、牙质差易受损坏，然而在今后很长时期难以消除。缺钙严

重时患佝偻病。成人缺钙、维生素 D 表现为骨质疏松和骨质软化症，具体症状如下。

1、佝偻病 是一种儿童由于缺钙、磷、或维生素 D 严重时而引起的。其典型的症状为前额突出似方匣、鸡胸、脊柱弯曲、腕和踝骨增大、弓形腿、膝外翻、胸骨与肋骨连接处增大以及生长发育缓慢等。

2、骨质软化症 这是相应的成人佝偻病。骨质软化症是由于膳食中长期缺钙、缺磷或缺维生素 D 所引起。其特点为骨骼变软易弯曲，导致四肢、脊柱、胸廓和盆腔畸形。骨的钙还可伴随背下部和腿部的风湿痛和疲劳。

3、骨质疏松病 常见于 50 岁以上的老人，特别是绝经期后的妇女，这是由于体内激素代谢失调或成年早期或妊娠、哺乳期营养不良长期吃低钙膳食而引起。目前也有人认为骨质疏松症与中老年人缺乏必要的体力活动有关。其症状的特点为矿物质减少、背下部疼痛、骨的质量减少便随身高缩短、骨质酥脆，断裂后恢复很慢。

4、手足抽搐症 血清钙的异常降低可导致手足抽搐，其特点为严重的、间歇性的痉挛性肌肉收缩和肌肉痛。

（三）吸收、贮留与排泄

1、钙的吸收 膳食中的钙盐在酸性溶液中较易溶解，因此钙吸收主要在小肠上部。食物中的钙仅有 20~30% 被小肠吸收，吸收率的高低常常依赖于身体对钙的需要量，如生长期的儿童、少年、孕妇或乳母对钙的需求量大，他们对钙的吸收率也比较大，有时吸收率可高达 40%。另外膳食中的某些因素有利于钙的吸收，如维生素 D 的适当供给，膳食含的一定量的蛋白质、含有乳糖及酸性介质都对钙的吸收有利。

干扰钙吸收的因素有维生素缺乏。钙—磷不平衡，一岁以内理想的 Ca : P 为 1.5 : 1，一岁以后为 1 : 1。食物中含植酸多及草酸含量高也不利于钙的吸收，谷物发酵后植酸含量大为减少，某些蔬菜如厚皮菜、儿菜、园叶菠菜草酸含量高于钙含量，烹制时应先去掉后炒。此外膳食中脂肪含量过高或患某些脂肪消化不良疾病时，钙可与脂肪酸形成钙皂而降低其吸收率。

2、钙的贮留 机体对钙的需要量影响钙在体内的贮留，需要量大，贮留也增多。只要膳食供给的钙量适当，机体可根据其需要量增强或减弱对钙的吸收与排泄，使成年人维持平衡，使正在生长发育的机体维持正钙平衡。调节以上平衡关系的有甲状旁腺激素增强溶骨作用，使钙血增加；降钙素促进成骨作用降低血钙的深度，维生素 D 促进钙的吸收。总之体内的混溶钙池与骨骼钙形成动态平衡，实际上幼儿的骨骼每 1~2 年全部更新一次，成人更新一次则需 10~12 年。而牙齿一经形成后，几乎觉察不出其变化，因此儿童牙钙化的各关键时期钙的供给尤为重要。

3、钙的排泄 机体通过粪、尿、汗三条途径排出不需要的钙。粪钙大部分是膳食中未被吸收的钙、其次为内源性粪钙（每日约 150mg），来自脱落的上皮细胞和消化液。通过尿排泄的钙每日约 1500mg，由汗液仅每日丢失 150mg，高温工作大量出汗可能丢失 100mg 以上的钙，钙在体内的平衡可见图。

（四）食物来源及供给量

食物中的钙以奶及奶类制品最好，不但含量丰富而且吸收率高。是婴幼儿最理想的供钙食品。豆类和蔬菜含钙量也丰富。此外芝麻、葵瓜子、海带、发菜等食品中含量也相当高。

钙的供给标准我国成人推荐量每日 800mg，青少年、孕妇、乳母因生理需要量大应增加钙的供给。

二、磷

磷和钙也一样是构成骨骼和牙齿的重要材料，正常成人骨中含有 600~900g 磷，约占机体总磷量的 80%。磷又是体内软组织结构的重要成分，如很多结构蛋白都含磷，RNA 和 DNA 含磷，细胞膜类脂含磷，磷酸盐参与维持体液的渗透压和酸碱平衡，ATP、磷酸肌酸等参

与能量代谢的全过程，磷也是许多重要酶系统的组成部分及激活剂。磷在体内所起的作用没有一种矿物元素能超过它，全身每一个细胞都含有磷，食物中的磷比钙容易吸收，约 70% 被吸收，其余 30% 随粪排出。吸收部位在小肠，食物磷大部分是磷酸酯的形式，因此在吸收前必须裂解为游离磷再以无机磷酸盐的形式被吸收。膳食中钙、磷比例对二者的吸收与利用都有干扰。在代谢过程中磷和钙受同样因素的影响。如维生素 D 缺乏可使血清无机磷酸盐下降，因佝偻病患儿的血清无机磷常常低于正常值。

由于磷广泛存在于动植物食品中，缺磷的情况很少见，磷缺乏的症状为疲劳，食欲下降和骨骼失去矿物质。

食物中的磷主要与蛋白质、脂肪结合成核蛋白、磷蛋白及磷脂。也有少量其他形式的磷。

我国和其他许多国家都未明确规定磷的供给量，原因是一岁以下的婴儿只要能按正常要求喂养，钙能满足需要，磷也必然能满足需要；一岁以上的幼儿至成人，由于所吃的食物广泛，磷的来源不成问题，所以实际上没有规定供给量的比要。一般情况下若摄入的钙和蛋白质食物充分，则所得到的磷也充分。

三、铁

（一）铁在人体内的分布

成人体内铁总量为 3~5g，其中 60~75% 存在血红蛋白中，约 3% 存在肌红蛋白中，各种酶系统中达不到 1%，其余为贮存铁、运输铁等。

（二）生理功能及缺乏症

铁的生理功能主要是以血红蛋白的形式参加氧的运输和以细胞色素系统参与组织呼吸，推动生理氧化还原过程。

铁缺乏可引起缺铁性（营养性）贫血。它是一种世界性的营养缺乏症，在我国患病率也很高，处于生长阶段的儿童、青春期女青年、孕妇及乳母若膳食中摄入铁不足就可造成营养性贫血。

贫血的症状有：皮肤粘膜苍白、易疲劳、头晕、对寒冷过敏、气促、心动过速、记忆力减退等。体内血中红细胞和血红蛋白的含量减少。

（三）吸收、运转及贮留

铁的吸收主要在小肠上部。食物铁先被胃酸作用释放出亚铁离子再与肠内抗坏血酸、某些糖及氨基酸等形成螯合物以利铁离子的吸收。被吸收进入小肠粘膜细胞的铁首先与一种称为脱铁铁蛋白的粘膜受体结合形成铁蛋白（ferritin）贮留在粘膜细胞中。当身体需要时铁又从铁蛋白中释放出与另一种称为运铁蛋白（transferrin）的 β 球蛋白结合而带入血液中运往需要铁的组织中去。失去铁的脱铁铁蛋白又从肠道吸收新的铁而恢复其铁蛋白形式。

铁主要以铁蛋白形式储存于肝、脾、骨髓及肠粘膜细胞中，贮存铁的总量约为 1g；铁在体内的代谢中可反复被利用，红细胞因无细胞分裂能力，平均寿命 120 天，衰老的红细胞被破坏分解为胆红素、氨基酸及铁。铁又通过血液循环运输到红骨髓参与造血，这样每日约 20~25mg。

通常除肠分泌以及皮肤、消化道等的上皮脱落造成的一些损失外（每日约 1mg），几乎不从其他途径损失。因此只要从食物吸收的铁能弥补这些损失，即能满足身体对铁的需要。妇女月经期由于失血或怀孕妇女需将铁转移给胎儿，消耗较多，故应提高铁供给量。

铁在体内的动态可由图 5—4 说明

（四）铁在食物中的存在方式

铁广泛存在于动植物食品中，但其存在形式对吸收率影响很大。铁在食物中的形式主要有以下两类：

1、非血红素型铁或离子铁 这类铁主要以 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 络合物的形式存在于食物中，与

它结合的有机分子有蛋白质、氨基酸及其他有机酸等。这种形式的铁需与有机部分分开，冰还原成亚铁离子才能被吸收许多膳食因素可能影响此过程，如食物中较多植酸根或磷酸根存在，则可形成不溶性铁盐而将地地铁的吸收率，谷类等植物食品因以上原因铁的吸收率可降低至5%以下，抗坏血酸存在有利于铁的吸收，它一方面可把高铁还原为亚铁而且还与亚铁离子形成可溶性螯合物以利吸收。半胱氨酸对铁的吸收也有类似作用。肉类食品因肉类因子（meat factor）不但自身所含铁利用率高，而且与植物类食品共食还可提高植物形式品中铁的利用率。

2、血色素型铁 是与血红蛋白及肌红蛋白的卟啉结合的铁。血色素型铁不受植物酸、磷酸的影响，也不受抗坏血酸的加强作用，血色素型铁以卟啉形式直接被肠粘膜上皮细胞吸收，然后在粘膜细胞内分离出铁与脱铁蛋白结合，因此吸收率较高。

植物性食物的铁吸收率一般较低，低于10%以下，如大米1%、大豆7%、玉米和黑豆3%、小麦5%、苜蓿4%。动物性食品中铁吸收率较高，鱼类11%、动物肌肉及肝脏22%。蛋黄因含一种卵黄磷蛋白干扰铁的吸收，其吸收率仅为3%。通常混合膳食铁的吸收率可按10%计。

（五）食物来源及供给量

食物中铁的良好来源为动物肝脏、全血、肉类及某些蔬菜（如白菜秧、油菜、冬苋菜等）虽然今年研究指出蛋黄铁吸收率不高。但因为其含铁丰富，加上其他优点，因此蛋黄仍是婴儿的良好辅助食品。牛奶食品血食品。由于铁每日从体内的丢失很少，根据生理特点，我国铁推荐标准成年男子每日12mg，女子18mg，孕妇、乳母加至28mg。

四、锌

锌在人体约含1.4~2.3g，约为铁含量的一半。锌的吸收与铁相似，也受肠粘膜细胞含锌量的调节。锌主要存在于骨骼和皮肤中（包括头发），发锌量可反映膳食中锌的长期供给水平。锌主要由肠道排出，少量有尿排出。

锌是体内很多金属酶的组成成分或酶的激活剂，现已知与锌有关的酶在20种以上，如碳酸酐酶、碱性磷酸酶、胸腺嘧啶核苷激酶、乳酸脱氢酶等都与锌有关。近年来以证明锌主要参与DNA的合成，对RNA和蛋白质合成间接的影响。

人体缺乏锌表现为食欲不振、生长停滞、少年期性器官发育幼稚化（Sexual infantilism）、自发性味觉减退、伤口愈合慢等症状，孕妇缺锌严重时甚至可使胎儿畸型。

动物食品一般含锌较高，食物含锌量因地区品种有较大差异。肉类、肝脏、蛋类、鱼类含2~5mg/100g；豆类、花生约含3mg/100g；谷物、蔬菜水果中的含量很缔约在0.5mg/100g以下。谷物随碾磨精细丢失锌较多，如全麦含锌3mg%，而特粉仅含0.8mg/100g。目前许多人吃原粮减少，精加工用量增多，不少人也处于缺锌的边缘。发酵谷物制品因植酸有一部分被水解，锌的吸收率高于未发酵制品。

我国推荐新的供给量成人每日15mg。孕妇乳母每日20mg。

五、碘

碘是维持人体代谢不可缺少的物质，成人体内约含25mg碘，其中10mg含在甲状腺中。它是甲状腺激素——甲状腺素（T₄）、三碘甲腺原氨酸（T₃）的组成成分。二者在代谢上具有重要的作用。

食物中的碘化物大多是以碘原子的形式存在，进入消化道后被还原为I⁻后被吸收进入血液，其中约30%被甲状腺摄取，用于合成T₃、T₄。甲状腺从血中吸取和浓缩碘的能力很强。剩余的大部分从中排出。少量从粪汗中丢失。

碘的唯一功能是用来合成上述的甲状腺激素——T₃、T₄。该激素促进能量代谢并促进生长发育。甲状腺素促进细胞内的氧化作用，使糖、脂肪的氧化加强，从而加速氧化磷酸化的过程而使ATP生成量增加，为蛋白质合成及机体的生长发育提供充足的能量。据估计细胞中

约有 100 种以上的酶系统受着甲状腺素的影响。

碘缺乏的碘性特征是甲状腺肿（颈基底部的甲状腺肿大）、头发粗糙、肥胖及血胆固醇增高。缺碘母亲生孩子可换一种称为侏儒的呆小症，患儿甲状腺机能低下。甲状腺肿、智力迟钝及生长迟缓。

含碘最丰富的食物为海产品如海带、紫菜等。机体需要的碘可从饮水、食物及食盐中获得。远离海洋的内陆山区不易被海风吹到的地方，其土壤和空气含碘量较少，因而该地区的水及食物含碘量也不高，而可能成为地区性甲状腺肿的高发区。

预防地区性甲状腺肿可经常食用含碘高的食物如前述的海带、紫菜、发菜、淡菜等海产品。无条件经常食用海产品的内陆山区可采用食盐加碘的办法最有效。食盐与碘化钾的配合比以十万份食盐加一份碘化钾较为合宜。这样如每日摄含碘食盐 20g 可获得碘化加 200 μg ，相当于摄入碘 150 μg ，孕妇、乳母应适当增加。

六、硒

硒存在与机体的多种功能蛋白、酶、肌蛋白的 RNA 中。估计人体内硒的 1/3 存在于肌肉，尤其是心肌。

硒是谷胱苷肽过氧化物酶的组成成分，这种酶普遍存在体内各重要组织中。如肝脏、肾、心、肺、胰、骨骼肌、眼睛水晶体、白血球和血浆中。现已知硒和维生素 E 协同保护细胞免受氧化作用的损伤。硒的作用是破坏过氧化物，而维生素 E 则是存在与细胞的膜成分中防止过氧化物的形成。

硒除了是谷胱苷肽过氧化物酶的组成成分之外，它还能保护组织部受有毒物质（砷、锡、汞）的损害，其机制可能是硒能以某种方式与这些有毒元素结合降低这些毒物的危害。

此外我国学者发现，克山病是一种以心肌坏死为特征的地方性心脏病，病因虽未完全明了，但已知发病与硒缺乏有关，并且以用亚硒酸钠预防取得成功。

肝、肾、海产品及肉类为硒的良好来源，谷物含硒量随该地区土壤含硒量而定。我国的推荐供给量承认每日为 50 μg 。

七、其他无机盐

第三节 水

一、水在人体内的分布

水占成年人总体的 60%，体内水分随年龄增长和人体脂肪组织的增加而减少，介于 50%~75%之间。初生儿为 75%，60 岁的老人下降到 50%。水是人体内一切细胞的成分，不同组织含量不一样。血液中含水高达 97%以上，肌肉为 72%，脂肪为 20~35%，骨骼为 25%，牙齿仅含水 10%。

二、主要生理功能

水在体内由润滑和帮助消化的作用。如泪液可防止眼球干燥，唾液及消化液有利于咽部润滑和胃肠消化。此外在人体的关节部位，在内脏与内脏之间，都需要水来润滑保护。

水是体内物质代谢必不可少的，营养物质溶于水能被充分吸收，物质代谢的产物也必须通过水运送及排除。

水能调节体温。一方面因为水的比热大，人体遇热时体温可以升高不多；另一方面人可通过出汗调节体温；此外水是血液的主要成分，由于血液循环，可以把物质代谢产生的热迅速均匀的分布全身各处。

水还能使皮肤保持柔软、有伸缩性。

三、人体水的平衡

四、水的来源

从上表可知体内水分来源有：

饮料水：往往水年龄、气候、劳动和各种生理慰问而不同

食物水：水所进食和食物种类而不同

体内氧化水：指糖、脂肪、蛋白质在体内氧化时产生的水。每 100g 糖氧化可产生 55ml 水、100g 脂肪氧化产生 107ml 水，100g 蛋白质产生 41ml 水，一般混合膳食每生热 100KCal 约产生 12ml 水。

水的需要量水体重、年龄、气候及劳动强度而不同，下表是正常情况每天的需水量。

复习思考题

- 1、维生素包括那两大类？各包括那些？
- 2、维生素 A 和胡萝卜素有何区别和联系？他们各在体内有和重要性？
- 3、维生素 B₁、B₂、烟酸及抗坏血酸有什么重要生理作用？它们各富含在那些食物中？
- 4、钙有哪些重要的生理功能？钙的吸收和利用与那些因素有关？
- 5、缺铁性贫血与巨幼红细胞性贫血有和不同？他们可能有什么膳食因素引起？
- 6、碘、锌缺乏对人体有和危害？富含碘、锌的食物分别有哪些？

第六章 不同生理状况下的营养要求

妇女从妊娠开始到哺乳期终止期间。由于孕育胎儿、分娩及分泌乳汁的需要，母体经受了一系列的生理调整过程，对多种营养素的需要较正常时增多。孕妇及乳母的营养不仅与本身的健康有关，还直接影响胎儿、婴儿及其至青少年时期的健康及智力发展。因此孕妇及乳母的营养是关系到优生、优生，提高人口素质的重大问题。

一、孕妇营养的重要性

孕妇营养缺乏可导致胎儿、新生儿得体重过低。胎儿生长发育的营养源泉来自孕妇、若孕妇营养长期缺乏则胎儿发育不良，出生时体重不足，正常新生儿体重为 3000g 或更多，小于 2500g 为低体重儿。足月底体重儿常常不能经受外界环境中各种不利因素的冲击，抵抗力差。

孕妇营养影响婴幼儿的智力发育。自胎龄 12 周至出生后半年是胎儿、婴儿体格生长迅速、大脑发育的关键时期，至出生后 12~15 月脑细胞分化繁殖基本停止。脑细胞的增殖（细胞分化增生）、增殖与体积增大同步、细胞体积增大三个阶段，而脑细胞增殖具有“一次性完成”的特点，如果在脑细胞增殖阶段缺乏营养则明显影响脑细胞数目的多少，这是以后再也无法弥补的。人们可以通过测定脑中 DNA 数量来计算脑细胞数目，在人脑发育过程中，DNA 合成由两个高峰期接近产期，这两次高峰期相当于神经元分化及神经胶质分化速度最快的时期。在细胞分化增殖期若母体摄入能量与蛋白质及缺乏，可引起细胞分化停止，至使某些器官细胞数目不足而造成包括脑在内的体内各器官永久性减小。孕妇严重营养不良时新生儿脑细胞数目可能减少到正常的 80%，营养不良的胎儿到学龄期有 30% 出现智力低下入反应迟钝、记忆力差等。现代营养学认为优生不仅指婴儿体格健壮同时也指脑发育正常聪敏。

孕妇维生素不足影响胚胎发育。动物实验证明孕鼠缺乏维生素 E、维生素 A、维生素 B₁、叶酸等均可引起先天异常。孕妇缺乏维生素 A 新生儿发生角膜软化，缺乏维生素 D 婴儿患先天性佝偻症及低钙血症。

孕妇营养不良可引起孕妇自身及新生儿贫血。妊娠期中孕妇自身血容量增加，常出现生理性贫血。WHO 认为 Hb 低于 10g/100ml 者诊断为贫血，（正常成年女子 Hb 不应低于

12g/100ml)。妊娠贫血具有一定的危害性，轻者引起孕妇自身及婴儿抵抗力降低，严重时则出现早产使新生儿死亡率增高。据报道，我国妊娠期妇女贫血者较多，应引起重视。

此外运气的营养合理才能适应孕妇因妊娠引起的各器官、系统发生的重要生理变化。若妊娠期热能摄入不足、蛋白质、脂类维生素、无机盐等营养素普遍缺乏，孕妇自身不能适应孕期的重大生理变化，孕妇则已出现呼吸道、泌尿系统感染等。严重时可引起妊娠毒血症、子痫症等。

二、孕妇的营养需要

(一) 孕期体重增加

根据胎儿生长发育情况，通常将妊娠分为三阶段。

第一阶段：妊娠 0~3 月，此间胎儿生长较慢，平均每日约增重 1g，孕妇体重增加不明显。

第二阶段：妊娠 4~6 月，此阶段胎儿生长增快、每日增重 10g，对热能及各种营养素的需要明显增加，孕妇除了供应胎儿生长需要和自身活动之外还需要在体内贮备蛋白质及脂肪等，因此孕妇体重增加较快。

第三阶段：妊娠 7~9 月，此间胎儿生长很快，其中尤其以 32~38 周时生长最快（每日约增重 35g），但到足月时又下降（每日约增 13g）。这一阶段孕妇在体内贮留的各种营养素也相应较多。因此应特别重视妊娠最后三个月的营养补充。足月妊娠母体通常体重增加 10~11kg。

(二) 热能

由于母体及胎儿新生组织生成和脂肪在体内的大量贮留，使孕妇基础代谢升高，消耗能量高于未孕时期，因此孕妇热能需要增加。自妊娠 4 月开始，每日可增加 200KCal 热能供给，热能增加多少，还应根据孕妇的活动消耗量来考虑，一般认为孕中后期体重每周增加 0.3~0.5kg 为最理想。

葡萄糖为胎儿代谢所必需的重要物质，妊娠中后期膳食中碳水化合物所提供能量仍应占总热能的 55~60% 为宜。由于肠蠕动减慢、孕妇常患便秘，因而膳食中应有一定数量的膳食纤维以促进排便。

体内脂肪在整个妊娠期约 2~4kg，其中包括孕后期胎儿体内的脂肪贮备。由于脂类对胎儿脑及神经系统发育极为重要，脑组织脂肪酸的 1/3 位亚油酸和亚麻酸，因此孕妇膳食中仍应充足的脂肪以利提供必需脂肪酸。但脂肪总量不宜太多，脂肪供能以占总能量的 25% 为宜。

(三) 蛋白质

为了保证胎儿的正常发育及孕妇自身的生理调整，妊娠期必需供给充足的蛋白质食物。足月胎儿体内含蛋白质 400~500g，加上胎盘及孕妇其他有关组织增长的需要供需贮留 900 余克的蛋白质。

热能及蛋白质供给充足是新生儿健康的保证，前面已提到如胎儿时期蛋白质营养不良则胎儿大脑发育受到的不利影响是后天无法弥补的。由资料表明蛋白质摄入量充分的母亲，婴儿的身长较高。膳食中蛋白质不足的妇女所生的婴儿不但外形体小，而且出生后容易感染疾病。

WHO 建议妊娠后半期每日增加优质蛋白质 9g，相当于牛奶 300ml，及蛋 1.5 个或瘦肉 50g。我国因摄入植物食品较多 1988 年 RDA 推荐孕妇 4~6 个月每日增加蛋白质 15g，妊娠第三阶段 7~9 月每日应增加蛋白质 25g。有条件的尽量是优质蛋白质占蛋白质量的 2/3 为宜。

(四) 无机盐

1、钙 胎儿体内钙含量与体重增长呈线性关系，胎儿骨、齿的钙化从妊娠第三阶段迅速增快，指出生时胎儿约含钙 25~30g，此外孕妇自身也要存积 30g 钙以备泌乳的需要，孕

妇每日要摄入充足的含钙丰富的食物以满足生理需要。我国 RDA 建议妊娠 4~6 个月孕妇每日钙的供给量 1g，妊娠 7~9 月孕妇每日钙的供给量为 1.5g。增加膳食中钙供给量的同时也要增加维生素 D 的供给。

2、铁 妊娠期铁的需要量比正常妇女高，这是因为一方面胎儿的血液和肌肉等组成需要铁，胎儿还需要贮留一部分铁在肝脏内，以供出生约 6 个月的消耗。另一方面因妊娠生理需要孕妇血浆容量增加较多，血液相对稀释常引起生理性贫血，加之孕妇自身还需在体内贮留一部分铁以备补偿分娩时的出血。所以孕妇膳食中应补充含铁丰富的食物。我国 RDA 建议妊娠中后期妇女每日铁的供给量为 28mg。

3、锌 人体内蛋白质合成过程必需由含锌的酶催化，胎儿期蛋白质合成旺盛，因此孕妇需要通过食物摄入较多的锌。我国 RDA 建议妊娠中后期锌供给量每日 20mg。

4、碘 碘是甲状腺素组成成分，妊娠期甲状腺机能旺盛，碘的需要量增加，此期间缺乏碘，孕妇容易发生甲状腺肿大，并影响胎儿的发育，产生克汀病（先天性甲状腺功能不全）。我国 RDA 建议孕妇中后期碘供给量为每日 175 μg。

（五）维生素

妊娠期孕妇的生理功能有较大的变动，因而各种维生素的需要也随胎儿的长大及热能消耗增加而增加。

1、维生素 A 由于胎儿发育的需要，胎儿肝脏需贮存一定量的维生素 A，母体为泌乳需要也比非孕妇女需增加维生素 A 的贮留。我国 RDA 建议妊娠中后期维生素 A 供给量为每日 1000 μg 视黄醇。

2、维生素 D 为维持孕妇正钙平衡，孕期维生素 D 应比平时增加，我国 RDA 建议孕妇中后期维生素 D 供给量为 10 μg。

3、维生素B₁、B₂、烟酸 人体内水溶性维生素的贮留不多，妊娠期中母体水溶性维生素主动进入胎体，而尿排出量又增加，加之妊娠中后期热能消耗增多，因而孕妇对维生素 B₁、B₂、烟酸的需要量较非孕妇女多。我国RDA建议妊娠中后期维生素B₁、B₂每日供给量为 1.8mg，烟酸为每日 18mg。

4、叶酸 叶酸在细胞（如红细胞、白细胞）快速增生过程起着极为重要的作用，它同血液的生成密切相关。妊娠期雌激素、孕酮分泌增加影响了叶酸的代谢，因而妊娠期若叶酸缺乏常易引起巨红细胞性贫血，严重时还会引起流产，死胎及产后出血等。因而孕妇叶酸得需要量较非孕妇女约增加一倍。WHO 建议每日叶酸供给量为 800 μg。

5、维生素 C 胎儿骨、齿的正常发育、造血系统的健全和集体抵抗力增强都需要大量的维生素 C。我国 RDA 建议妊娠期维生素 C 的每日供给量为 80mg。

三、孕妇的合理膳食

（一）妊娠早期膳食

妊娠早期（怀孕 1~3 月）胎儿生长发育缓慢，孕妇膳食中热量及各种营养素的需要量可与孕前基本相同，由于孕妇机体经历一系列的调整过程，晨起或饭后常常表现不同程度的恶心、呕吐、厌食、厌油、偏食、嗜酸等异常反应，此间膳食宜清淡易消化，早餐可食用烤馒头片、面包片等，在不妨碍健康的原则下尽量随嗜好的变化选择口味的食品，少吃多餐，一般午后恶心减少，下午或晚餐可稍多吃一些。

（二）妊娠中、末期膳食

妊娠中、末期（怀孕 4~9 个月）胎儿生长发育很快，母体开始在体内储备蛋白质、脂肪、钙、铁等多种营养素以备分娩和泌乳期的需要。特别是妊娠 7~9 月胎儿生长最快，膳食中优质蛋白质、富含钙铁的食物要充足。

在条件许可的情况下每日应摄入以下食品：

牛奶或豆浆 250~500g

蛋类 1~2 个
肉类 100~150g (每周一次肝、血)
大豆及其制品 50~100g
新鲜蔬菜 500g 其中有色蔬菜应占一半以上
谷类 (最好由多种杂粮) 350~400g
食用油 15~30g
有条件者加水果 100g

四、乳母的营养需要

母乳为婴儿的理想食品，期所含各种营养素比较全面，而且与婴儿的生长发育和胃肠功能相适应。以有资料说明乳母乳汁的质和量直接与膳食营养有关。如乳母膳食中某些营养素供给不足，首先动用母体的营养储备以稳定乳汁的营养成分。乳母营养长期供给不足将导致母体营养缺乏，乳汁分泌量减少。因此在哺乳期中，应重视乳母的营养以保证母婴健康。

1、热能 授乳期妇女基础代谢上升 10~20%；分泌乳汁需消耗能量，加自带孩子的操劳热能消耗增多。通常每产生 100ml 奶需要消耗 90KCal 热量，若按每日分泌 850ml 乳汁计算则需要消耗 765KCal 热能。我国 RDA 建议乳母热能消耗比非孕妇女多 800KCal/日。

2、蛋白质 人乳蛋白质含量平均 1.2%，按日泌乳量 850ml 计，每日乳汁中蛋白质约需 10g，而且是高生物价的蛋白质，考虑到一般蛋白质都达不到理想的标准，因此 RDA 建议乳母蛋白质供给量以非孕妇女多 25g。

3、脂类 膳食中供给的脂肪小于每公斤体重 1g 时泌乳量下降，乳中脂肪量也下降。人乳脂肪酸的种类与膳食有关。当膳食中脂类所含必需脂肪酸多时则乳汁中相应的必须脂肪酸也增多，因此乳母最好每日能食用数个核桃和少量花生、芝麻等。

4、无机盐 乳汁中钙含量较为稳定，而且不论乳母膳食中钙含量是否充足都是如此。正常乳汁中应含钙 30~34mg%，即乳母每日通过乳汁分泌损失钙 250~300mg，当膳食中钙供应不足是势必动用母体骨牙组织中的钙贮备来维持乳中的钙量稳定，如母体长期处于钙的负平衡状态则会出现骨牙酸痛，中者引起骨软化症。我国人民膳食中改良普遍偏低，除尽量选用含钙丰富的食品外还应适量补充乳酸钙、骨粉等钙制剂，同时补充维生素 D，乳母钙供给量为每日 1500mg。

铁与铜不能通过乳腺、人奶中铁铜含量极少 (0.1mg%)，不能满足乳儿需要。6 个月内婴幼儿靠除生前的贮存可满足需要，但为了防治母体贫血和产后复原，膳食中仍应多供给含铁丰富的食物。一般每日供给铁 28mg 为宜。

5、维生素 膳食中各种维生素必须相应增加，以维持乳母健康，促使乳汁分泌。

脂溶性维生素中，维生素A能少量通过乳腺，如食物中富含维生素A，乳汁中的量可满足乳儿需要，但食物中的维生素A转到乳汁中的数量有一定限度，即使大量摄入，而乳汁中含量并不按比例增加。维生素D几乎不能通过乳腺、婴幼儿应适量多晒太阳或补充鱼肝油等。水溶性维生素可大量自由通过乳腺，但乳腺有调节作用，达到饱和后乳汁中含量不会继续升高。乳母每日应供给维生素A 1200 μg视黄醇、维生素B₁ 2.1mg、维生素B₂ 2.1mg、烟酸 21mg、维生素D、E同孕期供给量相同。

6、水分 乳汁分泌量与摄入量密切相关。水分不足时，直接影响泌乳量。乳母除每天日饮茶水外，还要多吃流质食品如肉汤、骨头汤、各类粥类，即可补充水分又可补充其他营养素。

(二) 乳母的合理膳食

乳母对各种营养需要量都增加，因而必须选用营养价值较高的食物，合理调配、组成平衡膳食。为保证母婴健康，乳汁分泌量多质好，每天可吃五餐，最好持续到断奶为止。一般人产后第一个月吃得很好，以后就减少到平时一样，这样影响乳汁的质量。有些人产假后上

班乳汁逐渐减少，这与工作紧张、休息不好营养状况都有关系。如条件许可乳母应每日供给以下食品：

牛奶 250g

蛋类 200g

肉类 150~200g

豆制品 100g

新鲜蔬菜 400g

食糖 20g

烹调用油 20g

谷类 450~500g

我国民间习惯产妇鸡蛋、红糖、小米和芝麻，南方提倡多吃猪蹄煮汤等都是符合营养原则的，但是满足平衡膳食的需要以上各类食物是不可少的。

第二节 婴幼儿的营养

婴幼儿正处于生长发育旺盛阶段，需要大量的各种营养素。但婴幼儿的各种生理机能尚未发育成熟，消化吸收功能较差，因而婴幼儿的膳食有以特殊要求不同与成人。正在生长发育的应有儿，各种组织细胞都在不断增大，除必须每日摄入一定数量营养素供体内热能消耗和组织细胞修复更新需要外，还要提供生长发育所需的全部营养素，所以婴幼儿营养所需要相对较成人高。

一、婴幼儿营养需要

（一）热能

婴幼儿的热能消耗除基础代谢、活动和食物特殊动力作用外，还有生长发育消耗的热能，这是婴幼儿热量需要的特点。生长发育所需的热能与生长发育速度有关，如婴儿时期发育速度最快，到青春期又经过一个高速发育期估计增加 1g 体重需要 54KCal 的热能，此外婴幼儿基础代谢较高，实际上婴幼儿基础代谢很难与生长发育所消耗的能量截然分开，因为机体处于安静清醒状态下生长发育仍然在进行，通常婴幼儿基础代谢约占总热量需要的 60%。初生到半岁热能按每日 120KCal/kg（体重）供给详见 RDA（附录）

（二）蛋白质

生长旺盛的应有而必须有充足的蛋白质为生长发育提供必需的物质基础，自初生到一岁每日蛋白质供给为 2~4g/kg（体重）。这一时期如以母乳喂养蛋白质为 2g/kg（体重）；以牛乳喂养则应为 3.5g/kg（体重）；如全部以代乳品喂养则为 4g/kg（体重）。

（三）糖类

糖类可为婴儿提供热能，一般应占总热量的 50%。充足的糖类对保证体内蛋白质很重要。但糖类也不能过多，特别是精糖的摄入要适度，否则从小养成偏爱甜食的习惯，影响正常食欲，而且生龋齿。

（四）脂肪

一般认为婴儿每日每公斤体重需脂肪 4g。约占总热能供给的 35%，随着婴儿组建长大脂肪供给量略有减少，至 6 岁时每日每公斤体重 3g。脂肪除供给必需脂肪酸外还促进脂溶性维生素的吸收，人奶所含热量由 48~54% 来自脂肪，牛奶为 46~50%。

（五）无机盐

人体所需无机盐中对婴幼儿特别重要的有钙、磷、铁、碘、锌。

钙和磷是骨、牙的基本组成成分，对生长发育特别重要。一般情况下磷不易缺乏，而钙的

供给应特别注意，婴幼儿如长期缺乏足够的钙可影响发育，并易患佝偻病。婴幼儿体钙占体重的 0.8%，到成年为 1.5%可见在长期钙存积很多，新生儿贮留钙每日可高达 450mg。婴幼儿生长期每日约需钙 600~800mg，而且钙与磷之比最好是 1:1.5。母乳的钙磷比适宜，所以母乳喂养的患营养不良与佝偻病者明显低于人工喂养的婴儿。

铁在乳中含量不高，人乳含铁仅为 0.08mg%，牛乳为 0.05%，但人乳中铁的吸收率可高达 75%，但仍不能满足婴幼儿生理需要，必需动用婴幼儿体内的铁储备，这些铁的吸收储备来自胎儿期，一般可维持至出生后 3~4 个月，自第 4 个月起即应补充其他含铁食物如蛋黄等，蛋黄可以逐渐 1/4 个，1/2 个直到全蛋黄，半岁后可供肝泥菜泥等食品。婴幼儿、特别是 7 个月至 2 岁的小儿是易患营养性贫血的年龄，铁在婴幼儿营养中占有重要地位。

锌对婴幼儿发育极为重要，缺锌的小儿食欲降低，发育迟缓，通常含蛋白质丰富的动物性食物中一般含锌都较丰富，儿童缺锌问题近年来世界各国都很重视；我国儿童缺锌问题也存在，婴儿断奶前应注意乳母膳食中锌的含量，断奶后应注意选择适于婴幼儿食用的含锌丰富的食品。

小儿年龄愈小需水量愈大，进食量大、摄入蛋白质和无机盐多者水的需要量增多。牛奶含蛋白质及无机盐较人奶多，因此人工喂养儿水分需要增多。婴儿需水约每日 150ml/kg（体重），一般小儿为每日 120ml/kg（体重）。

（六）维生素

婴幼儿缺乏任何一种维生素都可影响其正常的生长发育，在膳食中应特别注意维生素 A、维生素 D、维生素 B₁、维生素 B₂、烟酸和维生素 C 的供给。

维生素 A 生理功能中促进生长和提高机体抵抗力的作用对婴幼儿最为明显，缺乏维生素 A 的婴幼儿发育迟缓，体重不足，也易患传染病。乳类是婴幼儿维生素 A 的主要来源。婴儿断奶后应多吃肝、蛋黄和各种绿叶蔬菜。必要时可补充维生素 A 制剂或鱼肝油。维生素 A 不能摄入过多，否则会引起中毒，中毒常由服用的维生素 A 制剂或鱼肝油引起。服用浓缩鱼肝油的婴幼儿要防止过量。

维生素 D 促进体内钙磷的吸收，对正在发育的婴幼儿预防佝偻病发生极为重要，普通食物中维生素 D 含量较少，婴幼儿也可通过补充鱼肝油而获得维生素 D，担负用鱼肝油也会引起中毒。此外婴幼儿应多接触阳光。

维生素 B₁、维生素 B₂ 和烟酸这三种水溶性维生素的供给量，原则上应与热能摄入量成比例。乳母如长期食用精白米、面又缺乏肉类、大豆制品的供给则乳汁中也将缺乏维生素 B₁，以致引起婴儿脚气病。维生素 B₂ 主要来源是肝、蛋、乳类等动物食品，其次为大豆、花生及鲜的绿叶蔬菜，是我国人民膳食中容易缺乏的维生素，因此对婴幼儿也应特别注意。

维生素 C 对骨、牙、毛细血管间质细胞的形成非常重要。人乳中含有一定量的维生素 C，母乳喂养的婴儿不易缺乏。牛奶中含量较少，且在消毒煮沸和存放过程中易于破坏损失，以牛乳喂养的婴儿出生 2 周后即可补充菜汤、柑桔汁或西红柿等富含维生素 C 的食品，必要时也可补充维生素 C 制剂。

婴幼儿各种营养素的供给量详细参考附录 1。

二、婴幼儿喂养

（一）婴儿喂养

喂养在婴儿时期很重要，它关系着婴幼儿的正常生长和发育。婴儿生长发育快，但消化功能尚未完善，喂养不当容易发生腹泻和营养不良。母乳喂养是婴儿喂养的最好办法，近年来世界各国都提倡母乳喂养。无母乳时，如能正确掌握人工喂养也可以使婴儿生长发育正常。通常婴儿喂养分母乳喂养、混合喂养和人工喂养。

1、母乳喂养 健康母亲的乳汁可供婴儿食用至四个月不会出现营养不良。母乳由母亲直接哺喂，不易污染且温度适宜、经济方便，从人乳的成分看还有以下优点。

- ① 人乳含乳蛋白多，遇胃酸生成小凝块，易消化，还含有 α -乳白蛋白（含硫氨基酸比例合理）、乳铁蛋白及溶菌酶（有杀毒作用）。
- ② 人乳的脂肪球较小，易消化并结合有比牛乳多的必要脂肪酸。
- ③ 人乳内乳糖含量比牛乳高，对婴儿大脑发育有利，同时能使肠道PH值下降，促进肠道内乳酸杆菌生长并抑制大肠杆菌的繁殖，减少发生腹泻的机会。
- ④ 人乳中矿物质含量较牛乳为少，新生儿的肾功能尚未发育完善，人乳喂养不致肾负荷过度。
- ⑤ 人乳内有双叉乳杆菌有抑制肠道致病菌生长的作用。
- ⑥ 人乳中还含有免疫球蛋白，能与肠内细菌及病毒结合而去毒。由于母乳喂养优点很多，应尽量可能保证婴儿吃到8个月或一年。

婴儿出生后12h即可喂奶。3个月以前每日6~7次，3个月以后每日5次，两次喂奶间可喂些水（30ml或随月龄增加而增大）。通常6个月后可开始用牛乳或豆浆代替1~2次人乳，7个月后可逐渐增加牛乳量及其他辅助食品。8~12个月逐渐断奶。断奶对小儿来说就是停止吮吸，改用小勺和杯子吃东西，从吞咽流质食物改为咬、咀嚼半流质、半固体食物。

2、混合喂养及人工喂养 凡不用人乳而以牛乳、羊乳或其他代乳品喂养婴儿的称人工喂养；若母乳和牛乳等同时喂养的称混合喂养。

牛乳是人工喂养应用最普遍的。由于牛奶蛋白质含量高，糖含量低，因此常用水或米汤稀释再加少量白糖使其蛋白质和糖含量接近人乳。牛乳被污染机会较多，食用前需煮沸消毒。

豆浆中蛋白质营养价值略低于牛乳，但取材方便价格便宜也常用的代乳食品。其他代乳食品如豆制代乳粉（大豆粉、豆油、米粉、维生素等混合）、鸡蛋米粉等都是可因地制宜的选用。

3、辅助食品及断奶食品 无论用人乳、牛乳或代乳品喂养，随婴儿的发育进程，将逐渐不能满足婴儿发育，必须补充一些辅助食品才能保证婴儿正常发育。给婴儿增加辅助食品时，无论品种和数量都必须由少到多，循序渐进，并随时观察婴儿的消化能力和适应状况，不断加以调整。

维生素C和维生素D含量较多的食品应首先补充。出生1个月以后主要补充新鲜菜煮水及柑桔汁等，维生素D可选用浓鱼肝油滴剂，每日 $10\mu\text{g}$ ，同时应多晒太阳。含锌丰富的食物4个月期开始补充蛋黄，半随后可喂肝泥，此外可以喂胡萝卜泥、水果泥等。

含淀粉丰富的食物如稀粥等半岁后可添加，7~8个月可喂烤馒头片、面包片培养小儿的咀嚼能力，有利于牙齿的发育。

蛋白质丰富的食物鱼肉、肉末、豆腐、切碎煮烂的蔬菜等8个月后可逐渐喂给。

逐渐断奶的时期应特别注意养成婴幼儿适应多种食品、不偏食、不择食的良好饮食习惯。10~12个月可以断奶。

我国6个月以上的婴儿生长曲线偏低，其原因与断奶后增添的辅助食品质量不好有关。为此要根据小儿营养需要结合食物供给情况，尽量为婴幼儿制作一些多样化的断奶食品。断奶食品的作用在与补充婴幼儿生长时期的营养，通过喂食母乳以外的其他食物，加强婴儿的吞咽能力，咀嚼能力和消化能力。

（二）幼儿膳食

断奶后的幼儿虽已能适应多种食品，但咀嚼力和消化力仍未完全成熟，有一定限度，对其膳食仍须细心照顾。一方面按照幼儿营养需要，特别注意富含蛋白质、钙、铁和维生素的食品供给，同时要求食物通过烹饪后达到软、细、碎烂便于幼儿咀嚼。而且品种要多样化注意色、香、味促进幼儿的食欲。饮食要定时，除三顿主食外，上午10时及下午4时各加一餐点心。

三岁以上正常幼儿每日仍可保持三顿饭和一餐点心，除脂肪太多，糖太多，浓茶、辣椒和其他刺激性物品或不易消化的食物外，大人吃的东西都可以食用。

第三节 学龄儿童及青少年的营养需要

学龄儿童（7~12岁）及青少年（13~19岁）的营养需要，即不同与婴幼儿也不同与成人。7~12岁儿童体重增长平稳，平均约每年增2kg，但智力发育增快，体力活动增大，至青春发育期。体重升高又剧烈增快，女孩子十岁开始，身高体重增长速度加快的高峰在12~14岁，以后渐缓慢。男孩子11岁开始至15岁增长速度增快，14岁时为最高峰。一般以12~18岁为青春发育期。18~25岁为青年期。大约人体总体重的50%，身高的15%，是青春期获得。这时期的青少年在生理上、心理上的变化都很大。各器官发育成熟，思维能力极为活跃，使人一生中长身高，长知识的关键时刻，营养的供给必需根据儿童及青少年的生理特点给予保证，使其在德、智、体各方面都健康的成长。

一、学龄儿童的营养与膳食

目前我国学龄儿童（小学生）的热能摄入量已基本达到标准，但蛋白质热比仅达到12%，生长期的儿童蛋白质热比应为12~14%，这说明我国小学生蛋白质摄入仍处于低标准，而且动物食品的蛋白质和豆类蛋白也仅占蛋白质摄入量的22%左右。钙的摄入量还低于供给标准；维生素A和胡萝卜素的摄入量未达到供给标准，核黄素普遍不足。有的地方贫血患病率高达50%。近年来由于城乡居民生活水平提高，家长大量选择精致食品及甜食给孩子吃，营养摄入不平衡。

由于学龄儿童活泼好动，大脑活动量激增，应保证热能供给充足，不少学童由于晨起胃口欠佳，加之早餐食物品种单调致使早餐质和量都不合乎要求，通常早餐供给热量应占全天热量的25%左右。凡有条件的除面包、馒头等以淀粉为主的食品外还应配有牛奶、蛋类或一定量的豆制品等。一些城镇小学在推行上午10点增加一次课间餐，这对儿童健康起了一定的积极作用，但目前课间餐多以甜食为主，营养素不平衡是值得改进的。

在热能供给充足的前提下要注意蛋白质的供给，增加优质蛋白质的比例，使每餐除粮谷类食品外应有一定量的动物食品和豆类食品，新鲜的蔬菜、水果、按照供给量标准注意提供富含钙、铁、锌及维生素A、B₁、B₂、C等的食物。在考试期间由于高级神经系统的活动紧张更应注意学童的膳食营养质量。

二、青少年的营养与膳食

中学生正处在生长发育速度最快的高峰期，但我国近年中学生膳食调查结果指出：中学生的热能供给量满足需要，但膳食中谷类热量达到75%，动物来源食品的热量仅为9%，豆类热量仅为2.2%。由于动物食品摄入偏低，致使钙、铁、维生素A、B₂等营养素低于供给标准，蛋白质摄入处于低限。目前学生身体、体重虽有所改进，但胸围增加不够，体型向瘦高发展并非健壮型等是值得注意的。

处于青春期发育的青少年营养供给一定要充分，若营养不良青春发育期可推迟二年。但如儿童原有营养不良，青春发育期开始就得到充足的合理膳食，可在青春期改善营养状况，赶上正常发育的青年。青少年热能需要相对的高于成人。蛋白质热比最好达到13~15%，有人试验，男孩在热能充足蛋白质热比15%时可满足氮平衡。由于体重、身高增长加速，钙、铁等的供给应充足，锌、碘、维生素等均等于组织增长有关。一日主要食品应包括谷类400~600g，瘦肉类100g，鸡蛋1~2个，大豆制品适量，蔬菜500~700g，烹调有油30~50g，通常男孩活动量大，各种营养素的供给均大于女孩。考试期间营养更应供给充足。

三、大学生的营养与膳食

大学生处于生长发育的最后阶段，营养供给也十分重要，近年一些高校膳食调查发现大学生的膳食营养结构不够合理，某些营养素如维生素A、B₂明显摄入不足，优质蛋白的比例偏低，部分女学生热能达不到应有水平，一部分学生脂肪摄入量过高，有的女学生有怕胖的心理而摄食过少，有的高年级学生不重视早餐甚至有不吃早餐的习惯等，这些都大大影响了学生的健康状况和全面发展，有的高校开始试行营养配餐，使用餐者每日按规定摄取品种多样、荤素搭配、营养素合理的膳食，明显的提高了学生体质，这需要一面向大学生宣传普及营养学知识，另一方面要大力改进膳食管理。

当前向学生宣传早餐的重要性很有必要，早餐对所有的人都是重要的，没有别的营养代用品能代替充足的早餐，早餐能提供可迅速加以利用的糖，使血糖水平很快升高，同时使反应时间缩短，这样人体的功能便大大增强。此外不吃早餐的人钙、铁、硫胺素等摄入量减少10~30%，这对青少年的健康是极为不利的。青少年时期最容易忽略早餐，而这一阶段又是形成一生饮食习惯的关键时刻，所以对这一问题不能掉以轻心。不吃早餐的理由不外乎是没有时间，没胃口、想睡懒觉、要梳妆大坂、怕发胖等等。实则均不是正理。

第四节 老年营养要求

岁人类社会的不断进步，人类平均寿命逐渐延长，日本是当代平均寿命提高最快的国家，日本男性平均寿命74.5岁，女性平均为80.6岁。我国人口的平均寿命，1949以前仅为35岁，而现在平均寿命已提高到68.94岁，其中男性为66.9岁，女性为70.98岁。说明环境因素对寿命的影响是相当大的，而在环境因素中，营养又是一个重要方面。目前一般老人对营养要求倾向于注意其不足而忽略其过度与不当。丰盛的饮食不一定能延年益寿，营养不足与营养不当均为缩短寿命的因素。因此如何应用现代营养学知识、选择与安排合理的平衡膳食是预防早衰、延年益寿的重要方面。

一、衰老机制简介

一般以60~79岁为老年，80~89岁为高龄，90岁以上为长寿老人、衰老的机制有多种学说，尚未肯定，现择要列出六种理论如下：第一种“残渣理论”，它将细胞功能的丧失归咎细胞中废物积累的增多；第二种叫磨损——撕裂学说，认为衰老同细胞功能的机械损耗有关；第三种叫躯体突变理论，认为躯体细胞停止活动；第四种为自体免疫论，认为通常只攻击细菌和外来细胞的抗体开始进攻和消灭正常的人体细胞；第五种成为交叉连接学说，认为胶原分子因自由基交叉连接而固定了；第六种脂类过氧化理论，认为细胞膜中脂类的氧化破坏了它们的完整性，结果使细胞受到损害，里面积累了很多脂褐质微粒（氧化的脂蛋白）。另外据推测，随着人的衰老，细胞会将脱氧核糖核酸形成有缺陷的核糖核酸。不健全的核酸又会形成不健全的酶，这种酶是无法发挥正常的细胞功能的。当许多细胞失去再生力之后，虽然每个细胞仍在工作，但是器官的细胞数会减少，体积会缩小，功能会减弱。

二、老年期生理代谢特点

老年期的特点是机体结构和功能的衰老变化。主要表现在实质细胞减少、脂肪组织增加、脏器萎缩和功能下降，胃肠蠕动减慢、消化液和酶分泌减少、结缔组织老化、胶原硬化、牙齿缺损、味觉嗅觉失灵、身体体重下降等。老年期代谢特点，主要表现在组织蛋白以分解代谢占优势，易于出现负氮平衡；代谢脂肪的能力减低，中性脂肪及脂类再血浆中浓度增高；对糖类代谢能力下降，血糖增高；重要的无机盐和维生素在体内含量减少。

三、老年期营养需要

（一）热能

试验证明老年人的基础代谢比青壮年时期要降低10~15%。因体力渐衰，活动量逐渐减

少,较少从事体力劳动,因而热能的消耗也随之降低,一般认为以20~39岁,平均体重63kg(男)或53kg(女)的热能供给量为基础,相应的减少,51~60岁减少10%,61~70岁减少20%,71岁以上的老人减少30%。衡量热能摄入是否恰当可以用测量体重的方法。如保持恒定理想体重就表示热能摄入恰当。

理想体重(kg)=身高(cm)-100

身高165以下:

老年男子的体重(kg)=身高(cm)-105

老年妇女的体重(kg)=身高(cm)-100

实际体重与平均体重相差10%以内为正常,超出标准10%以上属偏重,超出20%以上属肥胖。相反,低于平均体重10%者属体重偏轻,低于20%者为消瘦。据调查,肥胖的人容易发生代谢性疾病及心血管疾病,瘦人容易发生呼吸道疾病。

(二)蛋白质

蛋白质对老年人极为重要,衰老过程中,蛋白质以分解代谢为主,蛋白质的合成过程逐渐缓慢,如:血红蛋白合成减少,血中氨基酸含量降低,影响红细胞的生成,因此老年膳食中应多供给生理价值高的蛋白质,一般认为优质蛋白质应占蛋白质总量的50%左右。老年人由于消化道功能降低,肾脏功能减退,过高的蛋白质又会加重肝、肾负担,还可能增加体内胆固醇的合成,通常按1~1.2g/kg(体重)或蛋白质的热比12~14%供给适合。

(三)糖类

老年人空腹血糖增高,对葡萄糖耐受差,对糖类代谢能力下降,易发生糖尿病,糖类过高可诱发糖源性高血脂症,因而老年人糖类供给要适宜,尤其蔗糖摄取不宜过高。按我国饮食状况,碳水化合物供热以不超过总量的65%为宜。膳食纤维可防止便秘、降低血胆固醇等,因此膳食中应有适当的粗粮和蔬菜水果。

(四)脂肪

老年人血清总脂、甘油三酯、胆固醇的含量都较青壮年为高。在一定的脂肪负荷下,血脂上升快,峰值高,可能与分解排泄迟缓有关。高胆固醇血症和高甘油三酯血症是动脉粥样硬化的危险因素,老年人不宜过多进食脂肪,通常按1g/kg(体重)或脂肪热比20%左右供给适合。同时注意选用一些不饱和脂肪酸的豆油、花生油、芝麻油等与动物脂混合食用。

(五)老年人肠道吸收钙能力低,与老人胃肠道功能差、胃酸少有关。老人对钙的利用与储存能力也下降继而引起代谢障碍,甚至出现骨骼脱钙及骨质疏松症,腰腿疼痛多见。因而最好增添富含钙的乳类及豆类制品,并坚持适当的户外活动多晒太阳,每日摄入800mg钙才能达到供给标准。

老年人对铁的吸收率比一般成人差,同时循环系统机能也相应较差,重要器官血流量减少,造成血功能也衰退,血中血红蛋白减少,老年性贫血较为多见。老人应多摄入吸收率较高的血红素铁。此外锌和硒也应注意供给充足。

(六)维生素

老年人需要充足的维生素,因机体老化的一些表现与某些维生素缺乏症近似,如上皮组织干燥、增生、过度角化、机体代谢及氧化过程减弱等,而老人由于牙齿脱落咀嚼不好,胃肠道消化功能减退等等原因,蔬菜水果食用量受限制或烹调过于烂致维生素损失太多,因而易出现维生素缺乏。一般人膳食中易缺乏的维生素A、B₂、C对老年人更需要充分供应。近年有人提出补充维生素E后可以减少衰老细胞中特有的脂褐素,并可改善皮肤弹性。维生素C能使胆固醇宜于排泄,防止老人血管硬化过程加速,又可增强老年人体抵抗力,延缓衰老过程,老人对维生素B₆、B₁、B₁₂、叶酸需要量较大。

复习思考题

- 1、孕妇的合理营养有和重要性？
- 2、婴儿采用母乳喂养由那些有点？
- 3、为什么说青春发育期的青少年营养供给一定要充分？
- 4、老年期的生理代谢特点与营养供给有和关系？

第七章 特殊环境条件和劳动作业时的营养要求

第一节 特殊环境条件下的营养要求

一、高温条件下的营养

一部分人群不得不在高温环境中生活和工作，高温必然影响人体的生理和营养代谢。

（一）水和无机盐

在高温条件下，人体大量出汗，每天出汗达到 3~5L。汗液中 99% 为水，0.3 为无机盐，还有少量的氨基酸等。无机盐中钠占 55~65%，钾占 20~40%，钙占 20%，镁占 10%，铁占 5%。如不及时补充水和无机盐，人就会中暑，表现为出汗减少，体温升高，头晕心悸，肌肉痉挛等症状。

高温作业者应及时按出汗数量饮水，饮水以多次饮用为宜，冷饮的温度以 10℃ 为宜。在膳食和饮料中应补充食盐。全天出汗量为 3L 的，每日需要食盐 15g，出汗量为 5L 的需要 20g。在进入高温环境的头几天，失水和无机盐最严重。此时可服用无机盐片，每片含钠离子 144mg，钾离子 244mg，钙离子 20mg，镁离子 12mg，柠檬酸盐 445mg，乳酸盐 89mg，氯离子 266mg，硫酸根离子 48mg，磷酸根离子 119mg，碳酸氢钾 2.5g，柠檬酸 2.1g，每天 2~4 片，配成 0.1~0.2% 的饮料摄入。

连续若干天生活在高温环境中，机体的调节机能发挥作用。汗盐和尿盐的排出量减少，因此机体对无机盐的需要量并不如最初几天那么大。

（二）蛋白质

在高温条件下，体内蛋白质分解增加，汗氮排泄量增加，而且损失的氨基酸有三分之一是必需氨基酸，如赖、蛋和苏氨酸，高温工作者应保证蛋白质供应量 90~120g，适当增加动物性蛋白质所占的比重。

（三）维生素

汗液排泄使人体损失较通常情况下更多维生素，特别是维生素 C、B₁ 和 B₂。因为高温工作者应多食用素菜、每日摄入维生素 C、B₁ 和 B₂ 的量应达到 150mg、2.5mg 和 3mg。

（四）食欲

高温下人体表现出食欲减退、消化机能下降、胃液、胰液、胆汁和肠液等消化液分泌量减少，胃液中盐酸生成量显著降低，食物在胃中停留的时间缩短，饭菜可口，清淡带酸，以促进高温工作人员的食欲。

二、低温条件下的营养要求

低纬度和高海拔冬季的寒冷温度严重影响人体的营养代谢。在寒冷环境中，人体散热量增加，笨重的防寒衣服使人行动不便，消耗较多的体力。低温引起的寒颤也是造成热能需要量增加的一个因素。如经过 20 分钟的寒颤，体温可升高 0.6~0.8℃。在低温条件下，甲状腺素分泌增加，使氧化和磷酸化解联，也就是说碳水化合物氧化释放的能量不能组装成 ATP，而是以热的形式向体外散发。

为了满足增加碳水化合物和脂肪的供应。当机体忽然从常温进入寒冷环境时，应该优先考虑增加碳水化合物的摄入。在持续长时间的低温试验中，高脂肪较高碳水化合物更具有提高机体抗寒能力的作用。但应注意，动物对高脂肪膳食有一个适应过程。当膳食脂肪大量增加时，机体需要一段时间来改善体内的酶系统，把能量代谢从碳水化合物型调整到脂肪型。一般认为，脂肪应占总能量的 35~40% 为宜。

在寒冷环境中机体对蛋白质供应量并无特殊的要求，许多研究者认为过多的蛋白质对提高机体的抗寒能力并无多大裨益。近年来已经注意到一些必要氨基酸对机体耐寒能力有一定影响，其中以蛋氨酸最为主要。

在寒冷地区进行的营养调查指出，低温使人对维生素B₁、B₂、尼克酸和C的需要量有较大的增加。B₁、B₂和尼克酸的增加是为了适应体内氧化产能过程加强的需要。试验证明每公斤提供 10mg 维生素B₂的动物较给 5mg 者在寒冷环境中具有较高的存活率。有豚鼠进行急性低温暴露试验，发现维生素C营养水平高的动物耐寒的能力高，对低温的适应性强。因此低温条件下的作业人员每人每天应摄入 70~120mg 维生素C，血中维生素C含量维持在 1mg/100ml 的水平为宜。

总之，在寒冷地区应在保证蛋白质基本需要的前提下增加碳水化合物和脂肪的供应量，增加维生素B₁、B₂、C、尼克酸的供应量，增加新鲜蔬菜和水果，并尽量做到热饭热菜。

三、高原地区的营养要求

高原地区的特点是低气压、缺氧、寒冷、干燥和紫外线强，其中缺氧是影响人体健康和营养膳食的主要原因。平原居民初进入 3000 米以上的高原地区生活，常发生急性高原病，表现为血氧饱和度下降，组织缺氧，呼吸加速，厌食恶心呕吐，腹胀痛腹泻，肺水肿和全身水肿。在高原环境下生活一段时间以后，大多数人能适应缺氧环境，这种适应叫做高原习服。

在高原缺氧条件下，机体营养代谢发生变化，在同等劳动强度下，高原工作者的热能需要量高于平原工作者，在高原适应 5 天以后，机体对热能的需要量比海平面提高 5%，9 天后提高 17~35%，重体力劳动时，提高的幅度更高。

在三种生热营养素中，碳水化合物分子中含氧最多，在氧化生热过程中消耗机体的氧最少，因此能有效的帮助人们耐受高原低氧环境，有人提出，在 6200 米的高度上习服期中，膳食应含 70% 碳水化合物，20% 脂肪，10% 蛋白质；习服以后，膳食应含 80% 碳水化合物，10% 脂肪和 10% 蛋白质，总值在高原缺氧地区的作业人员应保证热能的供应，特别是碳水化合物的摄入量。

高脂膳食不利于初进高原人群的习服，表现为血和尿中酮体的增加，耐受缺氧能力降低。然而长期生活在高原地区的居民却适应高脂膳食。生活在 3500m 处的居民每日摄入 128~198g 脂肪，消化利用率可达 96%。而且尿中未检出酮体。

在高原缺氧的习服过程中，机体需要摄入足量优质蛋白质，以增加红血球和血红蛋白的数量，提高单位体积血液的氧饱和度，某些氨基酸如谷、酪、赖氨酸对机体适应缺氧又积极的作用，但是过高的蛋白质膳食则不利与缺氧习服，因为蛋白质氧化时消耗氧最多，进入高原后的一段时间内尿量增加，这是正常的适应性反应。因此急性高原反应患者应摄入含钾多的食品，适当限制钠的摄入量。Waterlow 建议登山运动员每天补充 70 毫克当量的氯化钾。在高原缺氧初期，骨髓生成较多的红细胞，因此应按每日 300mg 硫酸亚铁补充，以提高机体的适应能力。在缺氧情况下从事体力劳动者还应较多地摄入维生素A、B₁、B₆、C 和尼克酸。

第二节 特殊劳动作业人员的营养要求

一、运动员的营养要求

要使运动员具有健康体质，能顺利地进行各项训练和比赛，必须十分重视期营养要求。在大多数运动项目中，运动员的骨骼肌快速做功。消耗大量的体力和能量，机体活动消耗的能量比基础代谢消耗的能量大几十倍。例如一个体重 70 公斤的男子在睡眠时每小时消耗 65KCal 的能量；在摔跤运动时每小时消耗 900KCal，为睡眠时的 14 倍；在登山运动时每小时消耗 1100KCal，为睡眠时的 17 倍。

在激烈运动时，运动员必需在短时间内支出大量的能量，因此只能依靠碳水化合物氧化产能，不能期望动用脂肪来应急，也就是说糖类的能量是装在口袋里直接可取用的“现钱”，脂肪使远水救不了近火的“存款”。因此在大运动之前和之中必需供给适当的糖类。淀粉分解氧化产能仍太费时，因此最好供应易消化的降解淀粉，即能快速功能，又能因渗透压较小不致使人感到口渴，运动员在排泄 1L 汗水时约消耗 600KCal 的热量，因此在运动现场供应运动的饮料中每生硬含有 150g 低聚糖。

进食大量脂肪对大多数运动项目来说不利的。脚踏车测力试验和登山试验都发现，高脂膳食使运动员成绩下降，这是因为脂肪不能及时供应能量，而且高脂膳食引起高血脂，阻碍了红细胞膜的氧气交换，减弱了血液在毛细血管中的流速。

这就产生了一个明显的矛盾，一方面膳食应包含 5000KCal 甚至更高的热量，另一方面膳食中又不能包含较多的脂肪，一日食物的总量又不能超过 2.5 公斤，以免消化道体积过大或者渗透压不正常。目前可用中链甘油三酯来解决这个矛盾。中链甘油三酯（MCT）是指 C6 至 C12 的脂肪酸构成的甘油酯。MCT 可被胰脂酶迅速水解，形成的中链脂肪酸（MCTA）可被肠腔迅速完全吸收，经过门静脉系统达到肝脏，氧化产生乙酰辅酶 A，进入三羧酸循环，立即释放出大量的热能。

蛋白质供应对运动员也很重要，膳食中蛋白质数量的减少，常使运动员成绩显著下降，运动员在大运动量训练和肌肉增长阶段，需要较多的蛋白质，以每 kg 体重 2g 为宜，保持成绩需要每 kg 体重 1.2~1.5g 蛋白质。一定要供给高生物效价的蛋白质，因为在大量供给蛋白质时，机体对蛋氨酸的需求量也相应增加了，过多地供应蛋氨酸含量较低的豆类蛋白质，会造成氨基酸平衡失调。

对大多数运动项目来说，运动员需要较多的维生素和无机盐，特别是在强化训练和比赛阶段。

各项运动项目对营养又不同的要求。田径运动包括 40 多个项目。短跑运动员不仅要速度快，还要灵敏性高，膳食应高蛋白质、高糖、足够的磷。跳高和跳远运动员基本上同短跑运动员。投掷运动员应摄入比短跑运动员更多的蛋白质、脂肪和糖。马拉松、长跑和竞走运动员应摄入较高的糖、维生素 B1、C、铁、钾、钠、钙、镁、适当摄入脂肪和蛋白质。

球类运动员应具有较高的体力、速度、耐力、灵敏等素质，应提供含有丰富糖、蛋白质、维生素 B1、C 和磷。在比赛中途应提供含电解质和维生素的饮料。举重、摔跤和柔道消耗能量较多，要求糖、蛋白质和脂肪都要充分供给，并注意钾、钠和钙的补充。

体操和技巧运动员要求高度的速度，协调和灵敏，因此需发热量高，蛋白质和维生素 B1、C、磷、钙供应充足的食物、限制脂肪的摄入，游泳运动员要求速度、力量、灵敏、耐力、而且在水中机体散热较多，因此应供给足够营养素和维生素 B1、C 和磷等。射击、射箭和击剑项目队视力要求特别高，因此增加维生素 A 十分必要。

登山运动员在高山缺氧环境中进行，食物应以碳水化合物为主，辅以适量蛋白质，维生素 C 供应一定要充足。滑雪运动在寒冷地区进行，食物应有足够的糖和脂肪，以及一定数量的维生素 B1、磷和氯化钠。

二、军人的营养要求

军人无论在平时训练或是在战时，活动量均较大，能量消耗极大。军人的营养需要一般和运动员相类似。生热营养素的摄取量可以参考表，蛋白质每天供给量应保持在每 kg 体

重 2g 的水平, 维生素 B1 位 0.6~1mg/1000KCal、维生素 C 为 18~25mg/1000KCal, 尼克酸 20~25mg/1000KCal、维生素 B2 3mg/1000KCal、磷和钙增加 1.5~2 倍, 铁增加 20%, 镁增加 30%。

三、飞行员和驾驶员的营养需求

飞行员和汽车驾驶员的作业时思想高度集中, 神经紧张、视力劳累, 基础代谢增加, 血中和尿中许多维生素的含量都明显下降。因此飞行员和驾驶员应增加热量和脂肪, 增加维生素 A、B1、B2、C、尼克酸等。

四、放射性核技术工作者的营养要求

放射性射线会引起机体紊乱, 严重时还会引起一系列病理和生理变化, 如蛋白质分解代谢加剧, 氮代谢负平衡, 尿氮增加。在照射后一周, 尿中氨基酸排出量明显增加, 在 16 天时达到最高峰。高蛋白膳食有防治辐射损伤的效果。因此核技术工作人员应充分足够的优质蛋白质。维生素 B1、B6、尼克酸和叶酸对预防和减轻辐射损伤有较好的效果。

五、接触有毒物质作业人员的营养要求

职业性接触有毒物质可是机体正常生理机能变化。为保护作业人员的健康, 首先应该加强环境保护, 改善工艺, 减少作业人员接触有毒物质的机会; 其次应该选择正确营养膳食, 以减少有毒物质的吸收和累积, 加速有毒物物质在体内的代谢和排泄, 提高机体的抵抗能力, 减轻危害程度。

(一) 铅作业人员的营养

铅作业人员应摄取较多的蛋白质, 以占总热量的 15% 为宜。膳食中不应有较多的脂肪, 应为脂肪会促进铅在小肠中的吸收。维 C 有明显的预防和治疗作用, 铅作业人员每天应补充 125mg 维生素 C, 以有中毒症状者每天应摄入 200mg 维生素 C。铅作业人员每日应供应一餐少钙多磷的酸性膳食, 钙磷比为 1 : 8, 此时铅呈磷酸氢铅形式排出体外, 不致在骨骼中沉积。当发生急性中毒时, 应供应多钙少磷的碱性膳食, 使铅以磷酸三铅的形式占时沉积在骨骼中, 俟急性期过后, 改用酸性膳食, 骨中的铅又以磷酸氢铅形式溶出排出体外。

(二) 苯作业人员的营养

苯对神经细胞、骨髓造血机能和血管壁有破坏作用。苯的解毒作用在肝脏中进行, 与维 C 的含量有关。因此苯作业人员应提高蛋白质的供应; 每天补充维生素 C 120mg, 铁 1.5g。

(三) 磷作业人员的营养

磷中毒表现为肝功能紊乱, 蛋白质分解加剧, 尿氮增高, 体内磷钙比平衡破坏, 骨组织脱钙而血清钙含量增加。磷作业人员应摄入生物效价较高的蛋白质, 每日蛋白质供应量为 90 克。相当多的磷作业人员缺乏维生素 C, 牙龈出血, 因此每日应补充维生素 C 150mg, B1 4mg。为保证体内正常的钙代谢, 膳食中应有较多的钙质。

(四) 农药作业人员的营养

生产和使用农药的人员会受农药的危害。常用的农药是有机氯和有机磷, 在进入体内后可长期蓄积, 损害中枢神经系统和肝肾等实质器官。酪蛋白高的膳食可缓解农药造成的危害。接触农药者还应每日补充维生素 C 150mg。

(五) 汞工作也人员的营养

汞的毒害表现在中枢神经和肾脏受损。接触汞的人员应补充优良蛋白质, 蛋白质中半胱氨酸的巯基可与汞结合排出体外。果胶物质能与汞结合, 加速汞离子的排出。硒和维 E 有缓解汞中毒的作用。Sloewsand (1974) 喂鹌鹑甲基汞 (含汞 20ppm), 在 2 周内 90% 的动物死亡, 若喂甲基汞的同时喂硒 5ppm。则长达 9 周无动物死亡。

六、矿工的营养要求

矿工劳动强度大, 长时间在地下作业, 受粉尘和有毒气体的危害。对矿工的营养膳食应给与充分的重视, 膳食应为高热能, 4000~5000KCal。各工种的热能消耗有区别。装车汞

每分钟 7.23KCal, 推车工 5.49KCal, 打眼工 4.5KCal。矿工还应补充较多的维生素 C 和胡萝卜素。

复习思考题

- 1、高温条件下工作的人员有何特殊营养需要?
- 2、运动员有哪些特殊营养要求?
- 3、接触有毒作业人员的膳食应注意哪些问题?

第八章 营养与疾病

第一节 营养与免疫功能

人体的免疫功能俗称抵抗力,使人体与疾病作斗争的自身防线。它包括皮肤与粘膜。血液中白细胞(巨噬细胞、中性细胞等)对病原微生物的吞噬作用、肝脾等中的网状内皮细胞的吞噬消化作用及人体接触病原体后血清中产生的抗体(antibody)和免疫细胞(T细胞、B细胞等)。

营养状况的好坏直接影响这体内以上这些器官的结构及机体的发挥。因为无论是上皮细胞、粘膜细胞、血中白细胞、胸腺、肝、脾以及血清中的抗体都是蛋白质和其他各种营养素所构成的,使人体免疫功能的物质基础。

一、营养不良对免疫功能的影响

营养不良中最典型的是蛋白质热能营养不良(Proteinenergy malnutrition, PEM), PEM患者极易发生感染,特别是细菌、病毒的感染,主要由于患者的免疫功能受到显著抑制,具体表现为T—细胞明显减少,巨噬细胞、中性细胞对病原体的杀伤能力减弱,同时营养不良还导致体内重要组织和器官萎缩而丧失其机能。

二、维生素、微量元素对免疫功能的影响

维生素或微量元素缺乏往往与营养不良并存,已知某些维生素、微量元素缺乏对免疫功能有不利的影响。见表 8—2

(一) 维生素 A

维生素 A 除了在维护上皮细胞的结构和功能的完整性方面起这重要作用外,在 T 和 B 淋巴细胞分裂反应中也具有重要作用。维生素 A 缺乏常常导致 T 和 B 淋巴细胞对病原微生物等抗原的反应能力降低,患者易并发呼吸道和消化道感染。

(二) 维生素B₆

维生素B₆是正常核酸和蛋白质合成所需要的物质。维生素B₆缺乏可明显的使T和B淋巴细胞减少和功能减退。

(三) 维生素 C

维生素 C 参与免疫球蛋白的合成。维生素 C 摄入不足降低 T 淋巴细胞的功能。

(四) 锌

由于锌是许多酶的组成成分或酶的激活剂。因此缺乏锌影响包括免疫系统细胞在内的酶活性及细胞的增值。锌摄入长期低下,机体易感染疾病,而且免疫球蛋白比例异常。

(五) 铜

铜也是组成体内很多酶的组成成分,铜缺乏动物易受致病微生物感染而且死亡率明显上

升。人膳食中铜过度缺乏，体内吞噬细胞数量减少，活性也降低。铜对超氧化物歧化酶的功能有密切关系，超氧化物歧化酶对保持细胞完整性起重要作用。

(六) 铁

缺铁引起贫血，贫血患者免疫功能降低。具体表现为体内 T 淋巴细胞百分率降低。缺铁干扰核酸合成。因此骨髓细胞核酸含量减少。此外还引起吞噬细胞对细菌杀伤能力降低等。

第二节 营养与中老年多发病

某些疾病由长期膳食不合理而引起，其中有的在青壮年时期已开始潜伏，到了中老年期，机体代谢功能减退，这些疾病开始出现和加剧，通常称为中老年多发病。

一、肥胖病

肥胖病是人的体重超过标准体重 20% 以上的疾病。经济发达国家居民肥胖症剧增。美国患肥胖病的人高达 20~30%，我国居民中随着生活逐渐富裕，饮食条件有明显改善，一些人喜欢吃高脂和高食糖的精加工食品，加之机械化程度增加，人体力劳动相应减少，只是在较长时期内摄入的热量大于消耗的热能，是体内脂肪贮聚过剩而逐渐发胖。

轻度肥胖没有明显的自觉症状，而肥胖症则会出现疲乏，心悸、气短、耐心差并且容易诱发糖尿病、高血压、冠心病等。甚至由专家指出由于摄入热量过高引起肥胖的人其死亡率往往高于体重正常会体重偏低的人。

引起肥胖的原因还有遗传因素、内分泌失调等，但大多数的肥胖症是由环境因素造成，甚至幼年时期的过度营养可导致成年后的肥胖。成年人体中脂肪细胞的数目很大程度决定于机体早期生活中形成了过多的脂肪细胞，因为肥胖婴儿体内新脂肪细胞生成速度特别快，而这一过程在肥胖的幼儿中又以较低的速率持续多年直至成年。因此有人指出至少有 1/3 的肥胖成人，其肥胖是由儿童时期开始的。许多儿童由于父母过分溺爱，迫使他们养成每餐摄入超过身体需要的高能的食物习惯，这种摄食方式他们可能会在相当长的时间内保持下去。这种状况在我国独生子女的家庭尤其值得注意。儿童时期就已形成得过多的脂肪细胞一旦成年后基础代谢降低、体力活动减少仍摄入过多的食物必然导致肥胖。

此外也有人认为某些人进食单一，体内缺乏能使脂肪转换为能量的某些营养素也是使人发胖的原因。如当人体缺乏烟酸、核黄素、维生素 B₆ 等时，会引起体内丙酮酸氧化酶、羧化辅酶的缺乏而使体内脂肪不宜转为能量而不断增加贮存而使人发胖。

二、高血压病

高血压病是常见的一种综合症。其诊断是根据成人的舒张压持续在 90mm 汞柱以上水平属高血压，收缩压超过正常值（收缩压随年龄增高有一定正常范围值，如 39 岁以下 < 140mm 汞柱、40~49 岁 < 150、50~59 岁 < 160、60 岁以上 < 170 = 也为血压升高。

高血压病并发中风，也可是心、脑、肾等主要器官受损害，其死亡机制至今不清楚。我国今年对 15 岁以上 25 万人进行大面积普查其患病率为 0.34~19.14%。其中 40 岁以下发病率为 3.4%。60 岁以上可升至 24.1%；超重发病率为 17.39%，正常体重者为 5.89%；脑力劳动者发病率为 7.78%，体力劳动者为 4.68%。此外也与性别、遗传等因素有关、与膳食营养因素有关的除高热膳食导致肥胖易引起高血压外，还与钠、钾、钙等的摄入量有关。

新近的研究资料指出长期过多地摄入钠、可导致人体血管收缩，血压增高，食物中钾对钠有拮抗作用。测 2000 名老人血压与尿中钠钾含量的关系发现，高血压病人的尿中，大多数钠高钾低，受试者若同时摄入高钠和高钾食物，血压就不会升高，因而可以认为膳食中钾供给充分对血管有保护作用。高血压病患者应多吃富含钾的蔬菜和水果。我国城市中高血

压发病率为北京天津广州，北京高血压发病率为广州的 4.4 倍。这与北方人口味重于南方人有关。为了有效防治高血压提倡控制食盐和酱油等地摄入量是十分必要的。

钙与钾一样有拮抗钠升高血压的作用，这可能是由于钙能使血管平滑肌松弛，外周血管的阻力下降从而使血压下降。

三、冠心病

冠心病是管状动脉粥样硬化性心脏病的简称。在发达国家冠心病死亡率居各种疾病死亡率之首，我国冠心病的发病率和死亡也有逐年上升的趋势。

冠心病有冠状动脉粥样硬化引起。冠状动脉为心肌供血的动脉。冠状动脉粥样硬化于血脂代谢紊乱有关，当动脉血管的内膜因受损伤或因细胞更新不正常而变粗糙，此时如果血脂代谢不正常，脂类物质就会沉积在内膜上，逐渐形成斑块，使光滑的内膜斑驳不均犹如粥粒粘附，血管因此硬化、管腔因此便狭，致使冠状动脉对心机供血不足，心脏由此引起缺氧和缺营养，继而出现一系列的症

状。诱发冠心病的因素除遗传、体质、年龄、性别等因素外，与高血压、糖尿病、肥胖、高血脂以及缺乏体力活动、吸烟都有关系。但膳食营养则更重要的因素。

脂肪的质和量对血脂水平有影响。高脂肪、高精糖膳食与冠心病率呈正相关。。多不饱和脂肪酸/饱和脂肪酸 (P/S) 与冠心病发病率呈负相关，P/S>1 可降低血中胆固醇含量。还与脂肪、月见草油、红花油、中华猕猴桃种子油等有明显的降低血清胆固醇的作用，其次米糠油、芝麻油、豆油等也是冠心病患者可敬常用的油脂。花生油、菜子油、则无上述作用。另据调查心肌梗塞患者精糖食用量为普通人的二倍。燕麦、荞麦及魔芋都有降低胆固醇的作用。

含胆固醇高的食品及用纯胆固醇喂饲家兔等动物可产生典型的动脉硬化症。但一般人膳食中胆固醇摄入量对血清胆固醇水平的影响小于脂肪的作用，是由于摄入量增高其吸收率降低。尽管有很多理论和实践证明动脉粥样硬化于食物中胆固醇、脂肪酸的种类和含量有关，然而仍有一些科学家持有不同看法。

维生素中目前已知烟酸是强解脂药物、维生素C有降血胆固醇水平减缓动脉粥样硬化的作用、维生素A及E有减少大动脉斑形成的作用、维生素B₆有利胆固醇氧化为胆汁酸毅力排出的作用等。

无机盐中某些元素与冠心病有一定关系。膳食中缺镁可引起冠心病，严重镁缺乏可引起实验动物的心肌坏死。中老年人多吃含镁丰富的绿叶菜及坚果对冠心病预防有一定作用。用缺铬的饲料喂饲大白鼠可发现动脉硬化症，未精制成的粗糖、麦胚及麦麸含有丰富铬。锰对冠心病患者的脂代谢也有一定影响，此外膳食中铜摄入过低血胆固醇上升。膳食纤维可以降低血脂及血胆固醇已被大家所公认。

防止冠心病的食物除上述几类外目前认为海藻食物（如：海带、紫菜）、蕈类（香菇、花菇、口蘑）、洋葱、大蒜、生姜、乌龙茶、云南沱茶、中华猕猴桃、刺梨及蔬菜中的芹菜、菜花、黄瓜等都有降血清胆固醇的作用。

冠心病虽是老年性多发病，但科学家发现，在完全健康的儿童身上，也曾找到过腹部大动脉和冠状动脉上有硬化迹象。认为动脉硬化过程始于儿童时期，在进入成年期以后才开始出现症状，所以预防冠心病，应从幼年时期开始。

第三节 营养与癌症

癌症是严重威胁人民健康和生命的常见多发病，据估计世界上每年死于癌症的人为 200~300 万人，并有升高的趋势。癌症在我国某些地区已居死因的首位。

营养与癌症的关系涉及多方面的问题。一方面由于癌肿在人体内与正常组织争夺重要营养素,可使患者丢失大量的蛋白质并影响一些器官的生理功能,并使食欲减退、消化吸收不量等最终使患者营养缺乏或发生低蛋白血症。第二方面使营养在癌症治疗中的作用。对癌症病人进行治疗期间,尤其是手术、放射治疗与化学治疗期间,需要对病人给予营养补充或支持以提高治疗效果。第三方面是饮食营养与癌症病因及预防的关系。据流行病学调查表明,90%以上的人类肿瘤是由外界因子所引起的,而膳食因素有是其中重要、影响最大的因素。膳食导致癌症的发生可能有以下原因。

一、某些食物中含有致癌物质

如有的食物中含致癌物——亚硝胺。犹如某些地区的居民有食苏铁的叶和果实的习惯、苏铁中含的苏铁素为致癌物。有的是物种含 3、4 苯并芘,也是一种致癌物。

二、食入某些加工过程中不合理的食物

如含油脂高的肉类烟熏食品中含致癌物苯并芘;高温油炸食品、烤焦的蛋白质食品可产生少量的致癌物质;鱼肉制品中加入的亚硝酸盐进入体内可转变为亚硝胺;我国林县为食道癌高发区,居民有常吃腌酸菜的习惯,这种酸菜中一种微生物能分泌致癌的白地霉素。

三、食用被致癌物污染的食物

人们如食用被黄曲霉毒素污染的粮食和花生或食用被农药厂、化工厂废物废水污染的食物也都有致癌的可能。

四、营养不当能引起癌症

(一) 营养缺乏是癌症发生的因素之一

以上营养缺乏导致的癌肿已被大量流行病学所证实。因营养缺乏使机体免疫功能下降。

(二) 过度营养是癌症发病的另一因素

高脂肪膳食能促使结肠癌与乳腺癌的发生。高脂肪食物使胆分泌胆汁增多,胆汁中的初级胆汁酸在肠道厌氧菌的作用下转变成脱氧胆酸及石胆酸,而脱氧胆酸和石胆酸是致癌物质。而乳腺癌的发生与雌性激素分泌过多有关,肠道细菌可将胆汁中的固醇类物质转变成次性激素固醇。

(三) 高盐膳食与胃癌发病有关

日本 46 个都、府、县的胃癌死亡率的高低与居民盐腌的食品中盐的浓度呈正相关。秘鲁印第安人、抓哇的马来亚人、非洲本地人食用食盐很低,其胃癌发病率也低。

(四) 低纤维膳食是结肠癌发病的另一重要原因

膳食纤维摄入少且肉食品摄入高的人群结肠癌发病率高,膳食纤维缩短了潜在致癌物在肠道停留时间。二十三个国家妇女食肉量与结肠癌关系的研究证明,食肉量与结肠癌发病率呈正比关系,并证明少渣食物可增加患大肠癌的危险。此外不良的饮食习惯也能导致癌肿的发生。如长期大量吸烟、饮酒的人,咽下食物过粗过烫等都可损伤消化道引起炎症而成为诱发癌症的辅助因素。

有的致癌物在早期进入人体后有可能潜伏 10~20 年,甚至更长,然而在各种因素的综合作用下才开始发病,既是说预防癌症应从儿童和青少年时期就注意给予合理的平衡膳食并养成良好的生活习惯。

思考题

- 1、营养不良对免疫功能有何影响?
- 2、营养与中老年多发病有何关系?
- 3、那些膳食因素可能与癌症的发生有关?

第九章 各类食品的营养价值

食品是用来满足人体营养需要的物质。食品通常按来源可分为植物食品和动物食品。

食品营养价值 (nutritional value) 指食品中营养素满足人体营养需要的程度。食品种类繁多, 营养素组成及含量千差万别, 除个别的食品如母乳 (婴儿食品)、宇航员特殊食品等外, 食品的营养价值都是相对的。谷物作为主要功能食品营养价值较高, 但蛋白质含量不高, 质量也不理想; 大豆含较高的脂肪和蛋白质但糖类含量相对较少; 蔬菜、水果类含有丰富的膳食纤维、矿物质和某些维生素但蛋白质含量极低; 即使通常认为营养价值较高的奶、蛋类其铁的营养价值不高。由于不同食物各有其营养特点人们应按自己的生理需要选择多种动物食品并进行合理的搭配。

第一节 谷类食品的营养价值

一、谷粒的构造及营养素分布

谷粒外层是种皮、种皮内是谷皮, 种皮和部分谷皮加工时已去除。谷皮里面是糊粉层, 它由厚壁的多角形细胞构成, 糊粉层里面中央是胚乳, 胚乳占谷粒的绝大部分。谷粒的一端有胚芽。

谷皮主要有纤维素和半纤维素组成, 其中含有多量无机盐; 糊粉层含有较多蛋白质、脂肪和纤维素; 胚乳则含有大量淀粉、较多的蛋白质和少量脂肪、无机盐和纤维素。胚乳中氮的含量约占全谷总氮量的 70%, 但其相对含量不如糊粉层和胚芽多。粮谷的谷皮和胚芽中有极丰富的 B 族维生素和维生素 E、蛋白质、脂肪和糖类, 各种无机盐含量也相对较高。胚芽和谷皮还含有各种酶, 如 α -、 β -淀粉酶、蛋白酶、脂肪酶和植酸酶等。

谷类由于种类、品种、加工方法、种植地区不同所含营养成分很大差异。

二、谷类的营养特点

(一) 水分

谷类所含水分约为 11~14%, 水分对酶活性、微生物及仓库虫害都有一定影响。

(二) 蛋白质

谷类中小麦蛋白质含量 9~12%、玉米 6~9%、大米 6~8%、高粱 5~9%。大米蛋白质含量较低, 但质量比其他谷物的好, 其蛋白质生物价糙米为 73, 全小麦为 66、全玉米 60、小米 56。大米中的蛋白质主要是谷蛋白、球蛋白、白蛋白和醇溶蛋白组成。谷粒谷皮中蛋白质含量约占全粒含量的五分之一, 一般粮谷蛋白质所含的必需氨基酸中, 赖氨酸、苯丙氨酸都较低。其中小米、小麦面粉中赖氨酸含量很少, 而某些薯类如甘薯、马铃薯则较丰富, 如粮谷类与薯类混合食用蛋白质氨基酸可有互补作用。此外通过新品种的培育增高谷类蛋白质的含量机体高谷物蛋白质的生物价也是今后努力的方向。

(三) 脂肪

粮谷脂肪含量仅为 1~3%, 主要存在糊粉层及胚芽部, 其中除了甘油三酯外还含有少量植物固醇和卵磷脂。米糠油含有植物固醇有防止动脉营养的作用, 但米糠油易酸败变质。

(四) 糖类

粮谷中糖类, 约占谷物重量的 70%或更多, 其中主要为淀粉, 此外还含有糊精, 戊聚糖、葡萄糖、果糖等。整粒小麦的糖类约 93%可被利用, 大米利用率可达 95%, 它们是人类主要的能量来源。

(五) 无机盐

粮谷无机盐含量为 1.5~3%, 大部分集中于谷皮和糊粉层中。磷、钙中一部分形成植酸钙镁盐, 几乎不能被身体利用。各种谷类铁含量不等, 稻米为 1.6~3%, 此外还含有其他矿

物元素镁、锰、锌、铜、钼、钴、硒、氟、碘等。谷物经发酵后如制成面包等对无机盐的吸收利用有利。

（六）维生素

谷物所含 B 族维生素大部分存在胚芽和谷皮中，其中硫胺素 0.3~0.5%、核黄素 0.06~0.1mg%、烟酸 5.5%，此外还含有泛酸、生育酚等。

三、谷类加工的营养原则

谷类加工可改善感官性质、有利消化吸收。谷粒中的蛋白质、脂肪、维生素及无机盐主要分布在谷皮和胚芽中，胚乳中含量较少，过分碾磨精细这些营养素将大部分丢失，长期使用精白米还会引起脚气病，而且造成粮食浪费。但加工过分粗糙则感官性状差、消化吸收率低，甚至影响同时使用的其他食物营养成分的吸收利用。因此粮谷加工的程度需考虑及保持较高的消化率和较好的感官性状又要最大限度的保留所含营养成分，我国的标准米面就是根据以上原则而加工制成的，烹制时过分淘洗也会增加可溶性营养素的损失。

四、杂粮

通常将米、麦以外的谷物成为杂粮。某些地区作为主粮，主要品种有高粱、玉米、小米及甘薯，甘薯虽不属谷物但其营养特点与谷物类似。

（一）高粱

高粱由黄、红、黑、白等不同品种，其蛋白质含量 5~9%，高粱蛋白质中赖氨酸和苏氨酸含量较低。脂肪及铁笔大米高。高粱中淀粉约含 60%，但淀粉粒细胞膜较硬，不易糊化，虽经煮熟后仍不及大米、面粉易糊化。

（二）玉米

玉米含蛋白质 6~9%，玉米蛋白质中色氨酸和赖氨酸含量较低，但苏氨酸和含硫氨基酸较大米较高。玉米胚芽中油脂含量丰富，除含甘油三酯外还有卵磷脂和生育酚，黄色玉米还含有一定量的胡萝卜素。

（三）小米

小米分粳、糯两种，含蛋白质 10%左右，起色氨酸含量较一般谷物多，生物价为 56。脂肪和铁的含量高于大米，维生素B₁、B₂都很丰富，也含少量胡萝卜素。因此小米粥也是一种营养丰富的谷物食品。

（四）甘薯

甘薯可作主食也可与其他谷类混合食用。鲜甘薯含水为 69%，蛋白质 1.9%，其余大部分为糖类，甘薯蛋白质生物价与大米相似。甘薯糖类约含 28%，大部分为淀粉、其他糖有蔗糖、糊精、麦芽糖、甘露糖、肌醇等，所以甘薯有一定的甜味，鲜甘薯中的胡萝卜素、抗坏血酸以及钙的含量都较大米高。

第二节 豆类及硬果类的营养价值

豆类品种多，常见的有大豆、蚕豆、豌豆、绿豆、赤豆等，按豆类的营养组成可分为两大类：一类是大豆，含有较高的蛋白质和脂肪，糖类含量相对较少。另一类为其他干豆类如蚕豆、豌豆等，它们含较高的糖类而油脂含量很少，但含中等量的蛋白质。硬果指硬壳不属豆类，但其营养特点与大豆很相似故此讨论。

一、豆类

（一）大豆

大豆包括黄豆、青大豆及黑大豆等，大豆蛋白质含量较高，约 40%，大豆蛋白的生物价为 73，与猪肉、牛肉蛋白生物价接近。大豆蛋白的氨基酸组成使植物蛋白中较好的，但

含硫氨基酸是其限制氨基酸,含赖氨酸丰富,如大豆蛋白与谷物蛋白混合食用可以互补作用。大豆含有制约为 18%比其他豆类高许多倍,而且大豆油富含多不饱和和脂肪酸如亚油酸、亚麻酸等,含有丰富的磷脂,所以大豆油的营养价值较高。大豆还富含无机盐,含钙、磷、钾较其他大多数植物食品高,并含有铁、铜、钼、锌、锰等多种微量元素。大豆含多种维生素,其中维生素B₁较其他豆类高,核黄素、烟酸、维生素E等都含有,干大豆不含维生素C。

(二) 其他干豆类

除大豆外的其他干豆类包括蚕豆、豌豆、绿豆、赤小豆、豇豆、云豆等。这些豆类脂肪含量为 0.5~2%;他们含糖类高达 55~60%;含蛋白质 20~25%,蛋白质组成中赖氨酸丰富,缺乏硫氨基酸。此外含钙、磷、铁等无机盐和复合维生素 B。缺少胡萝卜素,不含维生素 C。

(三) 豆制品

1、未发酵豆制品 传统豆制品有豆浆、豆腐脑、豆腐、豆腐干等。制作过程中经过大豆浸泡、磨细、过滤、加热等处理,减少了膳食纤维,提高了蛋白质消化率。但在制作过程中有一部分 B 族维生素溶在水里被丢弃,但豆浆、豆腐脑的损失较少。

2、发酵豆制品 豆豉、黄酱、豆瓣酱、腐乳等都是经过发酵过程蛋白质被分解,并使谷氨酸游离出来,味道鲜美,而且维生素B₁₂和核黄素的含量有所增加。

3、豆芽 干豆不含维生素 C,但经发芽后维生素 C 和烟酸增加较多,如黄豆芽、绿豆、豆芽是我国人民喜食的蔬菜。

(四) 豆类的抗营养因子

各类豆类都含有某类抗营养的物质,不利人体健康,统称为豆类抗营养因子。

1、蛋白质抑制剂 (Protease inhibitor, PI) 大豆、棉籽、花生、菜豆等多种植物种子特别是豆科都含有抑制胰蛋白酶、糜蛋白酶、胃蛋白酶等的物质,称为蛋白酶抑制物,有代表性的是胰蛋白酶抑制剂 (TI) 钝化 TI 的方法是常压加热 30 分钟,或大豆用水浸胀含水量 60%是水蒸 5 分钟也可以,因此大豆食品应彻底煮熟,切忌是半生不熟的大豆及其制品。

2、植物红细胞凝集素 (PHA) 它是一种能凝集人和动物学红细胞的一种蛋白质,加热可使其破坏。

3、胀气因子 豆类中的糖因含有棉子糖、水苏糖等引起不能消化已被肠道微生物发酵,产生大量的气体而使人胀气,因此消化功能较差的老人,幼儿不易多食整粒豆类食品。

4、抗维生素因子 生大豆中含有抗维生素因子,具有破坏多种维生素的作用,但加热可以除去其有害因素。

此外豆类也含有植酸,对人体无机盐的吸收不利。因此豆类食品需彻底熟透或制成豆浆、豆腐、或发制成豆芽或发酵后再烹制食用。可基本上消除上述有害因素对健康影响。

二、硬果类

常见的硬果可分两类。一类富含脂肪和蛋白质如花生仁、核桃仁、杏仁、榛子仁、葵花子、松子等。另一类含糖类高而脂肪较少,如白果、栗、莲子等。硬果类除栗子外所含的蛋白质都很高,而且富 B 族维生素及钙、磷、铁、锌等矿物质。

(一) 花生

花生是我国产量丰富食用面广的一种硬果。花生蛋白质所含的精氨酸与组氨酸较多,但异亮氨酸、蛋氨酸含量很低故营养价值不及大豆蛋白。花生油颜色清澈,气味清香,是我国主要食用油之一。花生 100g 供热 546KCal 高于大豆。花生中维生素B₁和烟酸含量丰富。此外还有丰富的磷脂、维生素E、B₂、胆碱和铁等。去壳花生和花生粉在温湿条件下易被黄曲霉污染而变质,花生黄曲霉素是一种较强的致肝癌物质,因此注意花生的保存条件,不可食用霉烂花生。

(二) 芝麻

芝麻分黑白两种。芝麻富含蛋白质和油脂，芝麻蛋白质氨基酸组成中蛋氨酸含量丰富，赖氨酸是限制氨基酸。脂肪中富含多不饱和脂肪酸、芝麻含铁比猪肝多一倍，也富含钙、磷、锌等多种矿物元素。维生素B₂和维生素B也很丰富。芝麻中含有芝麻酚，因此用芝麻为原料加工成的香油、芝麻酱等食品都是营养丰富、香味宜人的优良食品。

（三）核桃

核桃又名胡桃，在我国分布较广，品种也多。核桃含有丰富的蛋白质、脂肪、糖、胡萝卜素、维生素B₁、B₂、E和铁、镁等多种营养素。其有之中的多不饱和脂肪酸含量丰富。核桃又富含磷脂，对脑神经有良好的作用，核桃中的维生素E能延缓人衰老，因此芝麻、核桃被认为是良好的强身健脑食品。

第三节 蔬菜、水果类的营养价值

新鲜的蔬菜和水果含水分大都在 90%以上，糖类的含量不高，蛋白质很少，脂肪含量更低。因此不能作为热能和蛋白质来源，但它们含有多种维生素、丰富的无机盐及膳食纤维，因而在膳食中具有重要位置，水果色、香、味诱人，为人们所喜欢。以下按所含营养素分述于后。

一、糖类

蔬菜水果所含糖类包括可溶性糖、淀粉及膳食纤维，可溶性糖有果糖、葡萄糖、蔗糖等。成熟水果的可溶性糖高甜味增加。根茎类蔬菜如芋头、藕类含一定量淀粉。香蕉在过程重淀粉由 26%降至 1%，而可溶性糖由 1%增至 20%。蔬菜中含糖分高的还有胡萝卜、西红柿及西瓜等。平均每 100g 鲜菜供热能 10~40KCal，根菜马铃薯、与头等每 100g 供热能 80KCal。

二、维生素

蔬菜和水果含有丰富的抗坏血酸，蔬菜中深绿色菜 100g 中含抗坏血酸 30mg 以上，含量最丰富的青椒（185mg/100mg）、菜花（88mg/100g）等。瓜、茄等抗坏血酸含量相对较低。含抗坏血酸最丰富的水果有鲜枣（300~600mg/100g）、山楂（90mg/100g）、柑桔（40mg/100g）。苹果、梨、桃等含量通常不到 5mg/100g。

蔬菜和水果含有丰富的胡萝卜素，黄绿色蔬菜如油菜、苋菜、莴笋叶等胡萝卜素含量超过 2mg/100g；水果中黄色的芒果、杏、枇杷、红桔等也含有 1.5~3mg/100g 的胡萝卜素。这些蔬菜水果中所含的胡萝卜素使我们目前膳食中重要的维生素 A 来源。

蔬菜中的核黄素虽含量不算丰富，但目前在我们膳食中也是维生素B₂的重要来源。

三、无机盐

蔬菜、水果中含有较丰富的钾、钙、镁及铜等无机盐，这些碱性元素对维持人体内的酸碱平衡必不可少，许多绿叶蔬菜钙、铁等重要元素含量丰富，但由于又含有草酸，因此吸收率不算高。

四、膳食纤维

蔬菜水果含有丰富的膳食纤维（纤维素、半纤维素、木质素及果胶等），对人体具有特殊的保健作用。

水果中含有果胶物质，他在一定条件下可形成凝胶，可利用此特性制造果酱和果冻。

五、其他

蔬菜水果中还含有天然色素如叶绿素、类胡萝卜素、花青素、花黄素等，使这类食物具有鲜艳的色泽以利增进食欲。

水果中有的柠檬酸、苹果酸和酒石酸等有机酸使水果具有独特的果酸味，可增加消化

液的分泌以利食物的消化吸收。

某些蔬菜水果中含有促进消化的酶，如萝卜中含有淀粉酶，菠萝和无花果中含有蛋白酶。

大蒜提取液不仅有杀菌功能，还有降低血胆固醇，阻断致癌物质亚硝胺的合成作用。

黄瓜含丙醇二酸，在体内有抑制糖类转化为脂肪的作用，今年被誉为减肥食品。南瓜能促进胰岛素的分泌，因此南瓜被列为糖尿病人的保健食品。

附：食用蕈的营养特点

我国食用蕈种类很多，可分野生和人工栽培两种，仅野生蕈就有 200 多种，常见的如牛肝蕈、鸡油蕈、口蘑和羊肚蕈等；现已人工栽培的有香菇、草菇、黑木耳、银耳等。食用蕈味道鲜美，脂肪量很少，含有多种必需氨基酸，100g 干蘑菇含赖氨酸 1~2g，赖氨酸是谷类蛋白的限制氨基酸，今年发现蘑菇提取液对治疗白细胞减少，病毒性肝炎有明显疗效。此外米谷还具有降低胆固醇和防止便秘的作用。所以说食用蕈是一类营养丰富有味人们喜爱的保健食品。

第四节 畜禽肉及水产品的营养价值

一、畜肉

主要包括猪、牛、羊等大牲畜的肌肉、内脏及其制品，肉类食品营养丰富、消化吸收率高、饱腹作用大，可烹调成各种美味佳肴。

畜肉含蛋白质 10~20%，但因动物种类、年龄、肥瘦程度以及部位而异。一般瘦肉蛋白质含量大于肥肉，牛肉（含 20%）多于羊肉（11%）及猪肉（9.5%）。家畜的内脏如猪肝等蛋白质含量达 21%左右。畜肉蛋白质为完全蛋白，其氨基酸组成与人体组织蛋白质的氨基酸组成相似，营养价值较高。

畜肉脂肪含量猪肉平均为 59%、羊肉 28%、牛肉约为 10%，其主要成分为各种脂肪酸的甘油酯，脂肪酸中以不饱和脂肪酸含量较多。此外还含有少量卵磷脂、胆固醇等。肉类脂肪可供较多的热量，而且对食品的香味、滋味及口感等有一定影响，肥畜肉含胆固醇约为 100~200mg/100g，内脏含胆固醇也高，高胆固醇血脂患者不宜过量摄取。

维生素在肌肉组织和内脏器官中含量差别较大。肌肉组织中维生素A、D和C含量少，但B族维生素的含量却较高。猪肉中维生素B₁的含量较牛羊高，牛肉和叶酸含量又高于羊、猪肉。各种内脏器官都富含B族维生素，尤其是肝脏，它是动物组织中各种维生素最丰富的器官。

畜肉无机盐含量为 1%左右，其中钙含量金为 7~11mg/100g，磷含 127~170mg/100g，铁为 6.2~25mg%，也含锌、铜、锰等多种微量元素，肉类中的多种矿物元素消化吸收率高于植物食品，尤其是铁的吸收率均高于其他类食品。

肉类烹调后味道鲜美，鲜味主要来自含氮浸出物，包括肌凝蛋白、多肽、鲜味核苷酸、肌苷、肌酸及谷氨酸等，非氮浸出物还有少量的糖元、葡萄糖、琥珀酸、乳酸等。这些浸出物与肉食品的风味、滋味、气味有密切关系。

二、畜肉

畜肉食品通常指鸡、鸭、鹅等野畜以及板鸭、风鸡等加工制品。畜肉所含营养成分与大牲畜肉相接近。是一类营养价值很高的食品。

畜肉一般含蛋白质 10~20%，其中鹅肉含 10%，鸭肉为 16.5%、鸡肉 21.5%。畜肉能给人体各种必要氨基酸。一般畜肉较牲畜肉较多的柔软结缔组织，且均匀的分布于一切肌肉组织中，故畜肉较牲畜肉更细嫩，并容易消化。

畜肉中脂肪含量很不一致，鸡肉约含脂肪 2.5%，而肥的鸭、鹅脂肪量可达 10%或更高。畜肉的脂肪含丰富的亚油酸（占脂肪量的 20%）营养价值高于畜肉脂肪。

畜肉中脂肪含量的亚油酸（占脂肪量的 20%）营养价值高于畜肉相近，其中烟酸含量较高为 4~8mg/100g，并含维生素 E 为 90~400 μg，对中老年人健康极为有益。内脏富含维生素 A 和核黄素。

畜肉也是人类无机盐的良好来源，钙、磷、铁等的含量均高于猪、牛、羊肉。畜肝铁含量为主干、牛肝铁含量的 1~6 倍，畜肉所含氮浸出物与年龄有关，同一品种幼畜肉汤中含氮浸出物小于老畜，因而幼畜肉汤不如老畜肉汤鲜美。人们常习惯老母鸡煨汤而以仔鸡炒食。野畜肉汤中除以上所述鲜味物质外还含有一定刺激异味物，因此野畜不宜煨汤，适用煎、炒、焖的方法烹制。

三、水产品

水产品包括鱼类、虾、蟹、贝类和藻类。其中以鱼类为主。

鱼类的营养成分与畜肉基本相似。鱼肉含蛋白质 15~20%，是膳食蛋白质的良好来源，结缔组织含量较少使鱼肉较畜肉鲜嫩易消化。虾、蟹、贝类的蛋白质含量也在此范围。鱼肉特别适合儿童食用。

鱼肉脂肪含量约为 1~10%，一般在 1~3%。鱼脂中不饱和脂酸可高达 80%，故呈液态较易氧化酸败，新鲜预知消化吸收率高（95%），海产鱼贝类脂肪中含二十二碳六烯酸（约占脂肪 10~40%），国外已用以预防动脉粥样硬化症收到良好疗效。

鱼肉中维生素也很丰富，如鳕鱼、海蟹及河蟹含核黄素较高，还与中富含维生素 A、D。一般鱼肉中都含有 B 族维生素。生鱼种含有硫胺酶可破坏硫胺素，因此鲜鱼宜尽快加工烹制以减少硫胺素的损失。有的贝类还含有维生素 B12。鱼肉含无机盐为 1~2%，高于畜类。鱼肉中钾、钙、镁、铁、锌都较丰富。钙含量明显高于畜肉类。而且一些必须的微量元素铁、铜、锌的含量也很高。虾、蟹、贝类也都富含多种矿物元素，如牡蛎使含锌、铜最高的海产品。

藻类也是我国人民喜欢的水产品，如海带、紫菜物美价廉，他们含丰富的蛋白质，紫菜蛋白质含量高达 28.2%，蛋白质中赖氨酸和胱氨酸含量都较高。海藻中含有多种维生素。紫菜中尤其较多，如维生素 A、B1、烟酸、B6、B12、C 等都含有。无机严重钾、钙、氯、钠、硫及铁、锌、碘含量都高，特别是一般是中容易缺乏铁、碘而海带、紫菜等藻类中含量相当高。此外海藻中含有粗纤维 3~9%由预防便秘的作用。

鱼贝类的呈味物质有肌苷酸等鲜味核苷酸、多肽、鲜味氨基酸、甜菜碱及氧化三甲胺（淡甜味）等。氧化三甲胺极易被微生物还原为三甲胺，而具有鱼的特殊腥味。

一些珍贵的水产品只是因为稀少而名贵，它们昂贵的价格与营养价值并不相称，如鱼翅、海参虽然它们蛋白质含量高达 75~80%，但其氨基酸组成很不平衡，缺乏色氨酸，因而它们蛋白质的营养价值还不及一般鱼肉。

第五节 蛋类食品的营养价值

各种畜类的蛋在营养成分上大致相同，食用比较普遍的是鸡蛋。蛋类不仅营养价值高，而且对成人、儿童、老人、孕妇、乳母、病人都适合食用。

鸡蛋每个约重 40~50g，鸭蛋约 50~60g 一个，鹅蛋每个约重 200g。其中蛋黄占 32%，蛋清占 57%、蛋壳占 11%。蛋的可食部中水 70%、蛋白质 13~15%、脂肪 11~15%。

鸡蛋所含蛋白质是天然食物中最优良的蛋白质，蛋黄、蛋清的生物价都极高，氨基酸组成适合人体需要，利用率也很高。

蛋类的脂肪都集中在蛋黄中，蛋黄脂肪呈乳融状，易于消化和吸收。鸡蛋的脂肪由大

量磷脂和胆固醇，通常一个鸡蛋约含胆固醇 250mg。

鸡蛋所含的无机盐主要都存在于蛋黄中，含有磷、镁、钙、铜、锌、氟等。蛋中含钙没有牛奶多，但铁高于牛奶。

蛋类是维生素含量较丰富的动物性食品，特别富含维生素 A、D 和 B2，也含少量 B1 和烟酸，维生素也大部分集中在蛋黄里。

蛋类制熟后易于消化。但在高温中油炸的蛋老人小孩食用不易消化，宜蒸制食用。生食鸡蛋一方面蛋白质未变形不利消化，而且生蛋清中含有抗生素蛋白，它能使生物素失活而对健康不利，此外生蛋未经消毒也不卫生。

咸蛋是我国民间喜食的蛋制品，通常用蛋重量 1/10 的盐水炮制，也可用粘土食盐敷在蛋的表面约经一个月即可煮制食用，咸蛋营养成分与鲜蛋相同。

皮蛋又称松花蛋是我国特有的一种蛋制品，由于制作过程中加入了碱，使蛋清呈暗褐色透明体，使蛋黄呈褐绿色，但 B 族维生素在碱存在下被破坏，而维生素 A、D 与鲜蛋接近。

第六节 乳类的营养价值

乳类食品主要指动物乳类，不包括人乳在内。婴儿发育到一定阶段，母乳的质和量方面逐渐不能满足需要，须以动物类或其他辅食来补充。此外母乳无奶或奶量不足的婴儿疾病人、老人、特殊作业人员等军需每日摄入一定量的动物乳。我国一般食用牛奶或羊奶为主。

牛奶是一种营养丰富、食用价值较高的食品，含有丰富的蛋白质，脂肪、无机盐和维生素等各种人体所需的物质，而且易消化吸收。

牛奶蛋白质平均为 3.5%，其中酪蛋白占 86%，其余为白蛋白 11%、球蛋白 3%，这三中蛋白都是完全蛋白，它们的消化率和生物价仅次于鸡蛋。

牛奶中脂肪含量平均为 3.5%，与母乳大致相同，牛奶脂肪中脂肪酸又一定量的低级和中级的脂肪酸，也含磷脂和必要脂肪酸。牛奶油脂熔点约为 28.4~33.3℃，且脂肪呈小球形表面有一层蛋白质被膜呈高度分散的稳定状态，消化吸收率可高达 98%。

牛奶中的糖为乳糖，约为 4.5%，在肠中经消化酶作用可水解为葡萄糖和半乳糖并有助于肠乳酸菌的繁殖，从而改善肠菌丛分布使腐败菌减少。

牛奶中含有婴儿生长需要的几乎全部无机盐，总量约为 0.7%，特别富含钙、磷、钾，因而牛奶属碱性食品。牛奶中的该不仅含量高而且吸收率也高。此外奶类还含有许多微量元素如铜、锌、锰、碘、氟、钴等属于人体所必须。

牛奶中含维生素 A、D、B1、B2。脂溶性维生素 A、D 含在乳脂中。维生素 A 的含量与牛的饲料有关，夏日青饲料多奶中维生素 A，冬季含量相应减少。鲜奶中仅含及少量的维生素 C，此外牛奶中还含有生物素、叶酸、泛酸、维生素 B6、维生素 B12。烟酸含量很微，仅含 0.08mg/100g，但奶和奶制品仍列为抗癞皮病的有效食品，这是因为牛奶中烟酸利用率完全，另一方面牛奶蛋白质含色氨酸在体内可转化为烟酸。

市售全脂奶粉是将鲜奶去水喷雾干燥而成，便于携带和保存，一份奶粉加四份水其溶解成分与鲜奶接近。维生素和无机盐的损失很少。

脱脂奶粉是鲜奶除去脂肪后的牛奶，脱出去的脂肪加工制成黄油。脱脂奶含有全奶大部分蛋白质及全部的钙，并含 B 族维生素，因除了奶脂所以失去了脂溶性维生素。

酸奶由全脂鲜奶（也可用脱脂奶）经乳酸菌发酵而成。酸奶易于消化，能阻抑肠内有害菌的繁殖，对乳糖不耐症患者或老年人更宜食用。

第七节 调味品及其他

一、食油

按来源分动物油如猪油、牛油、羊油等；来自植物种子的食用油如豆油、花生油、菜油、芝麻油、茶子油、精致棉子油等。

食用油脂主要分为甘油三酯，是高能食物。也是人体的主要热能来源之一。油脂供给人体必需脂肪酸并有助于脂溶性维生素的吸收。油旨在胃内停留时间长，饱腹作用强。用油脂烹调食物可使事物获得特别的香味、色泽和滋味。在事物内或食物中掺入油脂可使食物柔软。

二、食盐

食盐主要成分是氯化钠，没有精致的粗盐还带有少量碘、镁、钙、钾等。海盐含碘较多。精盐则是比较纯的氯化钠。正常人每日仅需食盐 6g 左右，但目前食盐的食用量为 15~20g/日或更多，近年认为摄入食盐过多与高血压发病率成正相关，提倡从婴幼儿开始培养不要过咸的口味。剧烈运动等原因引起大量出汗，氯化钠丢失多可考虑适量补。某些疾病如高血压、心脏病、肾脏病应适当限制食盐用量。

三、酱油

酱油是我国烹调中传统调味品，它是由大豆（或豆饼）和麦（或麦麸）经酿造而成的。酿造酱油特殊风味，其成分十分复杂含有少量的蛋白质、氨基酸、钙、镁、钾及维生素B₁、B₂等。酱油含食盐 18%，每 100g 酱油可功能 70~90KCal，但因酱油味咸，摄食量不大在供给热能和营养素方面意义不大。

四、食醋

食醋是由谷类、果实类、酒糟等醋酸菌发酵酿造而成，其中含醋酸 3~4%，还有少量的乳酸、乙醇、甘油、脂类、糖类、氨基酸等。食醋有调味、促进食欲的作用。用于烹调小鱼、排骨等有助于骨中的钙盐溶解，增加吸收利用。醋还有去鱼、虾腥味的的作用。日本人在 80 年代掀起食用健康醋的高潮，认为食醋有消除疲劳、预防动脉硬化、促进代谢等作用。

五、酒

酒都是由制酒原料中的糖类经过酿造而成。酒中含有酒精和糖，在体中可产生热量，每克酒精产热 7KCal。一般的烈性就是将发酵形成的酒醪再经过蒸馏而成，有的还要经过较长时间的存放，酒精含量可达到 40~60%，如茅台酒含酒精 45%，每 100g 供热 326KCal。发酵酒如黄酒、葡萄酒、啤酒得酒精含量在 15% 以下，如红葡萄酒酒精含量为 11.6%，每 100g 可供热能 127KCal。啤酒含酒精 3.6% 左右，每 100g 功能 43KCal。

烹调是常用黄酒去腥除膻，如鱼虾中含的三甲胺可溶解在乙醇中，经加热后可随乙醇一起挥发而消失。

含酒饮料中的乙醇进入人体后少部分被胃吸收，大部分由肠道吸收，进入血循环，肝和肾中含有乙醇脱氢酶，能将乙醇转化为供人体需要的热量或转化为脂肪而贮存起来。饮酒后 1~1.5 小时，血中乙醇达到最高峰。血液中酒精浓度如升到 0.15%，则出现酒精中毒，如达到 0.4% 则造成呼吸停止。总之过量饮酒会严重损伤肝脏，也会引起低糖和酮症。

六、茶与咖啡

茶是我国人民的一种传统饮料，茶叶中含丰富的胡萝卜素和一些水溶性维生素，如每 100g 绿茶中含胡萝卜素 8~10mg、维生素B₂ 1.2-1.4mg、维生素C 36~66mg，红茶中含量较少。一般用开水泡茶 10 分钟 80% 的水溶性维生素可渗出在茶汁中。茶叶还含有一定的钾、钙、磷、铁、锰、氟等矿物元素。因茶叶中含有咖啡碱和茶碱，它们是黄嘌呤的衍生物，可使中枢神经系统兴奋并有舒张血管和利尿的作用。由于含有鞣酸又具有收敛作用，所以轻度腹泻可饮淡茶水又止泻功能。近年有报道指出茶汁在体内还具有阻断亚硝酸胺形成的功能。如能每日饮茶 5g 人体健康有一定保健作用。但有胃炎和胃溃疡患者不能饮浓茶。

咖啡是由咖啡树种子咖啡都经磨碾焙烤制成。速溶咖啡是浓的咖啡提取液经脱水干燥而得的粉状物，咖啡含咖啡碱、鞣碱及多量钾盐等，作为饮料有兴奋神经和利尿作用。

复习思考题

- 1、以谷物为主有何优点有何不足？
- 2、为什么不提倡食用过精白的米、面？
- 3、大豆及其制品由那些营养特点？
- 4、为什么每日应食用一定量的蔬菜水果类食物？
- 5、花生、芝麻的营养价值如何？
- 6、禽畜肉的营养价值如何？
- 7、为何不提倡用烈性酒？

第十章 合理营养与平衡

合理营养与平衡膳食(balanced diet)，就是要求提供一种基本营养素配比适宜和必要营养物质含量充足的膳食。它是一个综合的概念，随着营养科学的发展，对合理营养与平衡膳食有了更深入的理解和更高的有求，但它的目的是为了广大人民身体的健康、生长发育和长寿，使人们以充沛的精力从事学习和劳动。

合理的平衡膳食既应满足人体的生理需要，又应避免膳食结构的比例失调和某些营养素过剩而引起人体不必要的负担与代谢紊乱。例如婴儿期蛋白质热能不足可导致幼儿时脑功能障碍。而糖和油脂的摄入长期过剩又可导致肥胖和心血管疾病。

因此讲究合理营养与平衡膳食已不再局限与营养学家的研究工作，是一切从事食品加工、烹饪的工作人员及现代家庭都应掌握的知识。

第一节 各主要营养之间的互相关系

我国营养学会推荐的每日营养素供应表（附录）中，虽然已提出不同人群每日热能和营养素的条件下，营养素在体内既相互作用又相互制约，因此了解各种营养的适当配合是解决平衡膳食的一个重要方面。

一、产能营养素之间的关系

（一）糖和脂肪对蛋白质的节约作用

各种产能营养素在体内最终都通过三羧酸循环完全氧化放出能量，糖类价格便宜，在体内消化吸收快，可迅速提高血糖水平。脂肪的产热量高，如果膳食中糖类和脂肪供给充分可以减少蛋白质单纯作为热源，从而有利于改善体内的氮平衡并增加蛋白质贮留。

（二）三种产能营养素在膳食中的适当比例

蛋白质占总能供给量 11~14%为宜。其中儿童、青少年为 13~14%，成人为 11~12%。

油脂占总能量的 20~30%为宜，不宜超过 30%，其中亚油酸提供能量占总能量的 1~2%。

糖类供给在我国目前膳食仍占很大比重，城乡之间，个人经济收入不同，动物是物品摄入多少有一定差距，糖类（以淀粉为主）供给占总能的 60~70%为宜。

二、维生素影响营养素之间的关系

（一）某些维生素影响能量及物质代谢

维生素B₁、B₂、烟酸的供给量与热能供给呈正比；高蛋白膳食许多供给维生素B₆；膳食中多不饱和脂酸高，需维生素E，缺乏生物素影响葡萄糖和脂肪酸的合成。

（二）某些氨基酸是维生素的前体或参与维生素在体内的利用

色氨酸在体内可转变为烟酸，蛋氨酸能增加肝中叶酸的含量。

（三）脂肪位置溶性维生素的携带者，并促进其吸收。

三、氨基酸之间的相互关系

必须氨基酸和非必须氨基酸都是合成蛋白质的原料，不能单纯供给必需氨基酸，蛋白质的供给不能离开数量而单纯强调质量。某些非必需氨基酸可代替部分必需氨基酸如胱氨酸和酪氨酸可分别代替部分蛋氨酸和苯丙氨酸。而某些非必需氨基酸又是形成必需氨基酸的原料。

某一种氨基酸过量，则不论是必需氨基酸还是非必需氨基酸都会引起氨基酸的不平衡。必需氨基酸之间的比例适宜有利于体内蛋白质的合成和氮平衡。

四、维生素之间的相互关系

维生素在体内的相互作用可有补益，协同或拮抗等关系。

维生素E对维生素A和维生素C有保护作用，并促进肝内维生素A的贮存。

维生素B₁₂有维持维生素C在血液中正常水平的作用并增加叶酸在肝中的含量。

维生素C供给量充足，可组织维生素B₂缺乏症的出现。

大量维生素C可钝化维生素B₁₂的利用；过量的维生素E可影响维生素K在人体的利用是凝血时间延长。

缺乏生物素会引起体内泛酸缺乏。维生素B₁缺乏，影响维生素B₂在体内的利用。维生素B₆不足又可引起烟酸缺乏。

以上说明各种维生素的供给量应保持平衡。

五、无机盐之间与其他营养素见的关系

无机盐之间，以及与其他营养素之间的关系十分错综复杂。

膳食中氮、钙、磷比例适宜有利幼儿的生长发育。氮、钙、磷之比为 5—7：1—2：1 为宜。

维生素E与硒协同在体内共同发挥抗氧化功能。

钾、钠、钙、镁相互配合又有拮抗共同维持神经肌肉的应激性，某些激素、氟等又与改的代谢、骨牙的形成有关。

维生素C又促进铁的吸收的功能。维生素D有促进该吸收的功能。

体内某些无机盐不平衡可能是一些疾病的原因。如锌铜比值不当可使血清胆固醇浓度升高，促进动脉粥样硬化。缺乏铜即使铁供给充足也会引起缺铁性贫血。

第二节 酸性食品与碱性食品

酸性食品（acid foods）

凡食品中含有硫、磷、氯等元素的总量较高，它们在体内经过代谢最终产生CO₂和H₂O并有SO₄⁻、HPO₄⁻、Cl⁻生成或这类食品燃烧成灰后，试验时呈酸性的称为酸性食品。

常见的酸性食品有谷物；畜、鱼、肉类；硬果中的花生、核桃；蛋类；果品中的李、梅。

碱性食品（basic foods）

凡食品中含有钙、钠、钾、镁等元素总量较高，它们在体内经过代谢产物或这类食品燃烧成灰后，试验时呈碱性的称它们为碱性食品。

常见的碱性食品有蔬菜、水果、豆类、牛乳等食品。如柑桔类水果虽有酸味，但因含有柠檬酸和柠檬酸盐，在体内代谢后产生 CO₂ 和水而留下金属离子，所以仍属于碱性食品。

食用油和食糖不含上述的呈酸元素或呈碱元素，代谢或燃烧成灰后呈中性，呈它们为中性食品。

在山是重要注意酸碱性食品的适量配合，有利于维持体液酸碱平衡。

第三节 平衡膳食的要求及食谱编制

一、平衡膳食的要求

(一) 要求根据不同年龄、性别、劳动强度、不同生理状况下人群的需要，提供能满足其生理需要的种类齐全、数量充足、互相配比适宜的营养素。

(二) 每日膳食应包括下列五大类食品

1、谷类、薯类、干豆（除大豆外），主要提供糖、蛋白质、B 族维生素，叶使我国膳食主要热能来源。

2、动物性食品，包括肉、畜、蛋、鱼、乳类等，主要提供优质蛋白质、脂肪、无机盐、维生素 A 和 B 族维生素。

3、大豆及其制品。主要提供蛋白质、脂肪、膳食纤维、无机盐及 B 族维生素。

4、蔬菜、水果类。主要提供膳食纤维、无机盐、维生素 C 和胡萝卜素。

5、纯热能食品。包括动植物油脂、食糖，主要提供热能及必需脂肪酸。

食物种类多样化才能使人们摄入较全的营养素。

(三) 要有合理的膳食制度

1、餐次及间隔 我国一般习惯三餐，每餐时间 4~6 小时，因为一般混合膳食在胃中停留的时间为 4~6 小时。

2、每餐所占热量适宜 据研究早餐占全日总能量的 30%、中餐占 40%、晚餐占 30% 比较合理。

此外食品必需清洁卫生、色、香、味俱全，引起食欲。进餐环境安静、清洁使进餐者心情愉快以利消化液的分泌和营养素的吸收利用。

(四) 食谱编制的一般步骤

通常利用我国推荐的每日营养素供给量表和食物成分表可为不同生理需要的人按以上平衡膳食的要求编制食谱。可按以下简洁方法进行。

1、根据用餐者的年龄、性别、劳动强度、分别列出每日热能和营养素的供给量。

如：一个参加中等活动的男子、按 RDA 要求，应每日供给 3000KCal 热能。

蛋白质占 12% 为 90g

油脂占 25% 为 83g

糖类占 63% 为 473g

2、确定每日主食数量（可参考国家定量标准确定）

如每日摄入

标准米 300g 可供蛋白质 23g、油脂 4g、糖 230g。

标准面 200g 可供蛋白质 20g、油脂 3.5g、糖类 150g

干薯 200g 可供蛋白质 3.6g、油脂 0.5g、糖类 60g

这样以上主食可提供蛋白质 46.6g、油脂 8g、糖 440g，供给热能 2020KCal。

3、副食品的配置 副食品一般考虑每日供给瘦肉 100g、大豆 50g（可换算成豆制品），烹饪用油 30g 左右，蔬菜、水果 500g，其中一半为黄绿色蔬菜，在加 10g 左右的食糖，以上副食品可供给蛋白质 43g、油脂 70g、糖 33g。供给热能 934KCal。如有条件可在加 25~50g

鸡蛋。

4、按平衡膳食每餐的要求及日常生活习惯排出一日三餐的食物名称，最后总计一日食物供给的营养素与 RDA 比较，如果在标准的±10%以内认为是合理的。

(五) 应用食品交换份法编制营养食谱

I 类：富含糖类的各类食物（包括块根类蔬菜及淀粉类食物，如土豆、山药、粉丝、粉皮等）

II 类：富含无机盐、维生素和粗纤维的蔬菜及水果类食物。

III 类：富含蛋白质的肉、乳、蛋类食物（包括鱼、畜、干豆类、豆制品、乳制品等）。

IV 类：供给热能的油脂类、硬果类、纯糖类食物。

2、算出各类食物每单位交换份所含主要营养素，如表 10—2

3、列出各类食物每单位交换份重量，如表 10—3、10—4、10—5、10—6 所示

4、列出不同热能供给量的食品交换份数，如表 10—7

复习思考题

1、平衡膳食由那些要求？

2、请为轻体力劳动南、女设计一天的营养？

第十一章 营养调查

营养调查是全面了解个体或群体的膳食和营养的调查研究工作。营养调查的目的是了解在各种生理状态下和生活劳动条件下，不同人群的膳食组成、营养状况和健康状况，其进一步提高人民的营养和健康水平提供基本资料，为政府和生产管理部门制定食物生产和供应计划提供资料，为医疗保健部门提供预防、诊断和治疗的依据。

完整的营养调查包括三部分，膳食调查、身体营养状况检查和实验室生化检查。膳食调查是了解在一定的时间内，调查对象通过膳食摄取的热能和各种营养的数量和质量，及其满足正常营养需要的程度，身体营养状况检查是应用临床方法检查受检者的体格、功能和体征，以确定受检者的营养水平和健康水平。实验室生化检查是借助生理生化的实验手段，检查集体的营养储备水平，及早掌握营养失调征兆和发现亚临床营养缺乏症，以便及时采取预防措施。

营养调查的三方面检查结果互相联系和相互验证，才能客观和全面的反映一个地区或一组人群的总体的营养水平。

营养调查一般应包括调查范围内的全体居民，根据居民的居住、职业、性别、年龄、经济生活水平等类别，按一定的比例抽样调查，也就是说先按地区划分为大中小城市、集镇和农村，地区内在分为农、工、职、学、一般居民等人群，每个人群内在按性别、年龄、经济生活状况取代表性的样本进行调查。调查硬每年春夏秋冬各进行一次。

第一节 膳食调查

膳食调查时营养调查最基本的内容，使定量了解受检人群在一段时间内的营养构成，然后折算出每人每日的平均营养摄入量，最后对照营养供给量表评价受检者或受检人群获取的热能和营养素满足正常营养需要的程度。

一、膳食调查的方法

一般采用称量法、查账法和询问法。三种方法是用于不同场合。

称量法即对某一伙食单位所消耗的食物全部进行称重。生重量是烹调前食品可食用部分重量，并非指洗切后的重量，而是指食品拣选以后洗以前称重。调味品的重量也应考虑在内。熟重量是指烹调以后熟食品的重量。由于可计算出每单位重量熟食相当于生食品的重量，叫做生熟比例。根据调查结果即可算出每人每日平均摄取食品的数量克数。按食物成分表中每百克食品可食部分所含各种营养素计算每人每日的热能和营养素摄入量。这种方法特别是用于部队、学生和幼儿园的食堂。在这类食堂就餐的人员比较固定，年龄、劳动强度和进餐数量没有很大的差异。

查账法，对建有详细伙食账目的集体或是单位，可查阅一段时间的账目，求出食品的消费总量，再根据就餐人数粗略的计算每人每日各种食物的摄取量。就餐人员的年龄、性别和劳动强度较一致时可按“人日数”计算就餐人数。如果就餐人员的年龄、性别和劳动强度有较大差别时，可一定出相应的“进食系数”，加权后计算就餐人数，例如以热能需要量为3000KCal的人为1.0，则需2400KCal的人为0.8，需3600KCal的人为1.2等。

询问法适用于家庭或个人，调查了解家庭成员的姓名、年龄、性别、职业、饮食习惯、食物种类（主食、副食、水果、点心和零食）和数量，即可求得每人每日的平均进食量，并计算每人每日热能和营养素摄取量。

食品成分表仅能提供一个参考数值，食品成分随产地、季节、烹调方法等不同有一定差异。研究人员已经注意到天然食物中维生素含量近年来又很大的变化。如畜牧业中有的应用配合饲料，可使猪肝中维生素A含量提高3.3倍。而黄绿色蔬菜中胡萝卜素和维生素C的含量有下降的趋势。因此在精确的研究工作中应该对熟食的热能和营养素含量进行全面的化验分析。

热能和营养素的数据处理也有统一的规定。碳水化合物、热能、维生素A、钙、磷的克数、千卡数、国际单位数和毫克数只保留整数。蛋白质、脂肪、铁、尼克酸、维生素C的克数和毫克数保留小数点以后一位数。硫胺素、胡萝卜素、核黄素的毫克数保留小数点后2位或3位数。

二、评价满足需要的程度

“每日膳食中营养素供给量表”规定的热量供给量与实际需要量极为接近，因此当热量摄取量为供给量的90%及其以上即属正常，低于80%即为摄入不足。

“供给量表”规定的其他营养素的供给量比一般平均需要量高一些，这是因为人体对各种营养素的需要量有相当大的个体差异，选择较高的临界值，就有了足够的保险系数，才能保证大多数人的健康。所以当其他营养素的摄取量在供给量的80%以上时，对于大多数人来说尚不至于表现出临床的缺乏症状。但是如果长期处于低于供给量80%的水平，就会逐渐消耗体内营养储备，表现出亚临床的缺乏症状。低于60%的水平。就被认为是严重不足。

第二节 身体营养状况检查

一、体格功能检查

体格的生长发育状况反映了人体的长期营养水平的高低，常用的体格功能检查指标卫生高、体重、头围、脑围、坐高、上臀围、皮下脂肪厚度、肺活量、背肌力、血压和脉搏等。把测定值与人体正常值（或标准值）相比较，即可知道受检查者的营养和健康状况。

（一）体重和身高

标准体重可用下列公式进行计算：

标准体重（kg）=身高（cm）-100

当男子升高小于 165cm 时，

标准体重 (kg) = 身高 (cm) - 105

体重测量值在标准体重 ± 10% 范围内者为正常，± 10~20% 为瘦弱或超重，± 20% 以上这为极瘦或肥胖。

称量体重的受检者应只穿内衣裤，以免引起误差，测量身高时受检者应立正站立，考虑到人体长度在一日之内有变动，应在早上进行测定。

7~12 岁儿童的体重可按下式计算

标准体重 (kg) = 年龄 (岁) × 2 + 7

(二) Kaup 指数可用来衡量人体总的营养水平

$$\text{Kaup 指数} = \frac{\text{体重(kg)}}{\text{身高(cm)}^3} \times 10^4$$

此指数 < 10 为消耗性疾病，10~13 为营养失调，13~15 为瘦弱，15~19 为正常，12~22 为良好，22 以上为超重。

(三) Rohrer 指数是表示身体充实程度的指标

$$\text{Rohrer 指数} = \frac{\text{体重(kg)}}{\text{身高(cm)}^3} \times 10^7$$

当指数 < 92，92~109，109~140，140~156，> 156 时，分别代表身体为甚瘦、瘦、中等、较肥、很肥。

(四) Vervaeck 营养指数可根据身高、胸围和体重确定成年人营养状况

$$\text{Vervaeck 营养指数} = \frac{\text{胸围(cm)} + \text{体重(kg)}}{\text{身高(cm)}}$$

当男 21 岁以上和女 20 岁以上时，营养指数小于 0.80 时为营养不良。

(五) 皮褶程度是一个很有用的参数

测量部位通常为脐周（脐水平线与乳头垂直线的交界处）、肩胛下部和三角肌等三处的皮褶厚度。营养状况好的运动员，皮褶厚度低于一般健康人。测定食用手指将以上规定部位蓄的皮肤连同皮下脂肪捏起呈皱褶。再用特制的皮厚计测量。

脐周和肩胛下皮褶度之和，男为 10 以下、10~40 和 40mm 以上分别为瘦、中等和肥胖。女为 20 以下、20~25、55mm 以上分别为瘦、中等和肥胖。

(六) 幼儿臀围测量

此法快速简便，比侧身高体重容易。由于 1~5 岁之间健康儿童的上臀围无大的变化啊，在这个年龄范围内健康儿童的上臀大约为 16cm。因此测量是不必知道儿童的精确年龄。当 1~5 岁儿童的臀围在 12.5~13.5 之间时示营养不良。

在体格检查中，除对身高、体重和肺活量等体格功能进行检查之外，还检查受检者的头发、棉布、眼睛、唇部、舌部、牙齿、牙龈、甲状腺、皮肤、指甲、皮下组织、骨骼系统、肌肉、神经系统等，观察有无营养缺乏症的症状。岁人民生活水平的提高，许多过去常见多发的营养缺乏症已经较难发现，通常遇到的是不典型的亚临床症状，如不注意观察往往会被忽略。并且在下结论时充分注意到许多症状并非专一地有营养原因引起的，也可能由重金属中毒或白血病引起的。若难于和其他疾病相区别时，实验室生化检查就显得十分重要了。常见得体征与营养缺乏的关系见下表。

第三节 实验室生化检查

人体的营养不良在表现为明显的缺乏症状以前，已经可以用实验室生化方法检验出来，因为生化检查较为准确，易于进行，有利于早期诊断，及时采取预防措施，避免营养缺乏继续发胀，造成不可挽回的实质性器官的损伤。

生化检查索取的样品应能确切地反映出受检者的营养水平，并易于获得，最常取的样品是血、尿、头发、指甲等。取样的时间或方式至关重要。血液中营养成分的含量在很大程度上受近期膳食的影响，因此已采取早晨空腹血样，分析结果才有较大的参考价值。

现在常见的实验室检查项目及参考数值列于下表，这些参考数值常受地区、民族、体质、等因素的影响，在食用时应充分予以注意。

复习思考题

- 1、膳食调查有哪些方法？各适合于那些场合？
- 2、用询问法登记某人（或自己）三日膳食情况，并根据营养学的要求进行评价。

第十二章 调整食物结构

调整食物结构是一项基本国策，是利国利民的战略问题，他不仅关系到宏观控制各类食物的生产计划，也关系到我国 11 亿人口的温饱和整个民族的体制和健康水平。所谓健康，就是说没有疾病、人体各种生理功能正常，有正常的应激能力、耐力、适应性、创造性、劳动能力并长寿。调整食物结构也是一项十分复杂的系统工程，涉及到人口、营养、农业生产、食品工业、商业、民族风俗、饮食习惯、文化教育等方面，缺一不可。

每个人岁年龄、工作和生活条件、居住地区、消费水平、文化教育水平的变迁而不断改变其食物结构。我国是一个多民族的国家，各民族的生活条件、生产方式和文化、习俗不同、不能制定一个统一的食物结构模式，这里仅从国家发展战略角度讨论整个国民的食物结构问题。

第一节 我国食物结构的现状

一、温饱型食物结构的特点

一个民族的食物结构主要取决于两方面，经济发展水平和民族的传统文化、习俗。从经济发展水平而言，我国有悠久的历史，对养生之道有极宝贵得经验，数千年积累和总结的食物结构的合理部分，完全符合近代营养科学的基本理论，值得认真整理、提高和发扬。那种对本民族食物结构全盘否定的态度，是极端错误的。

西方国家把它们食物结构的发展分为 5 个阶段。第一阶段为提高总热量阶段，谷类消费增加。第二阶段为嗜好因素上升阶段，砂糖消费增加。第三阶段为重视营养阶段，肉类和砂糖消费增加。第四阶段为嗜好兴趣达到高峰阶段，脂肪增加谷类减少。第五阶段为注意健康阶段，谷类增加，脂肪和砂糖减少。大家可以看到西方国家在寻求合理食物结构走出了曲折的道路。

我国的食物结构经历过一条独特和曲折的发展道路。在数前年的中国历史中交替地周期性地出现繁荣和衰落。在繁荣时人民丰衣足食，唐代人均年占有粮食超过千斤，开元年间曾

达到 1700 斤，当时又不能出口，只能充作饲料，因此动物蛋白供应充足。在衰败时，饿殍遍野，十室九空，解放前中国人的平均寿命近 35 岁。

我国目前的食物结构属于温饱型，随着经济发展和生活水平的提高，将逐步向小康型和科学营养型发展。温饱型食物结构的特点是以粮食、豆类、蔬菜、水果等植物性食物为主，禽、畜、蛋、乳、鱼等动物性食品为辅。热能和蛋白质主要来源于植物性食品，特别是谷类，每人每日摄取热能约为 2500KCal，热能摄取基本能满足生理需要，谷类食物提供的热能约占 75%，动物性食物提供热能约占 8%。蛋白质摄入每人每日为 66.7g，其中动物性蛋白质仅占 11%。值放射如每人每日 40~60g，由脂肪提供的热能占总热能的 15~20%，脂肪主要是植物油脂。

温饱型食物结构存在着三个主要的营养缺陷。一是蛋白质摄入量过低，骨类蛋白质比动物性蛋白质的质量差，吸收率低，容易处于生长发育期的婴幼儿和青少年缺乏赖氨酸等必需氨基酸。二是食品中某些维生素供应不足，特别是维生素 A 和维生素 B1、B2。三是谷类食物中植酸含量多，影响人体对食物中钙、铁和磷等营养素的吸收。缺钙使北方儿童佝偻病发病率达到 32%，儿童缺铁性贫血发病率达到 30%。

我国食物结构存在缺陷将随着经济发展而逐渐加以克服。然而即是我国人民的生活水平提高到足够的高度，我们也不应盲目学习西方，而应该坚持东方膳食的特点，坚持植物性食物为主的食物结构，五谷为养，五果为助，五畜为宜，五菜为充，使我们中华民族创造的养生之道的核心。

二、东西方食物结构的比较

西方的食物结构与东方相反，动物性食物占较大的比重，营养结构具有三高的特点，即高热能、高蛋白和高脂肪。热能为 3300~3500KCal，其中动物性食品供给的热能占总热能的 83%。蛋白质摄入量为 106g，其中动物性蛋白 72g，脂肪摄入量为 130~160g，脂肪供给的热能占总热能的 42%，其中多为动物性脂肪，饱和脂肪酸提供的热能占总热能的 16%。食糖的摄入量亦较高，纤维素的摄入量每日平均 4g。西方食物结构带来了肥胖症、高血压、糖尿病、心血管病、乳癌，已经严重的影响人们的健康。因此这种食物结构为智者不取。西方的 Buffet 自助餐厅更是大量制造胖子的场所，交纳一定费用以后可以敞开肚子吃，拼命地吃岂能不胖。

面临严重营养问题的西方营养学家正试图从东方膳食结构中寻找出路，美国康纳尔大学的科林·坎贝尔同来自中国和英国的三名同事一起，对中国大陆 65 个县的 6500 个中国人进行了为期 6 年研究，发现中国人血浆胆固醇水平为 90~175mg/L，比美国人低一倍半左右，因此心血管疾病以及血浆胆固醇有关的结肠癌的发病率较低。虽然按每公斤体重计算，中国人摄取的热量比美国人高，但患肥胖病者却较少，这是因为中国人的平均活动量高于美国人。在中国脂肪摄入量占食物总热量的 15~20%，而美国为 40%，没有迹象表明低脂肪饮食会损害健康，或这引起有人担心的那样促发结肠癌增加。中国人每天吃的纤维素为美国人的 3 倍，有人认为纤维素食物会影响人体吸收矿物质，事实上这种完全是多余的，中国人血液中锌、铁和镁的含量与高纤维素摄取没有关系。

第二节 我国 2000 年的食物结构模式

一、小康型食物结构的特点

食物结构的调整要符合我国的国情，也就是说要与国民经济的发展基本协调，与各类食品的生产能力基本协调，与城乡居民的经济收入水平基本协调，与传统的饮食文化基本协调。

到 2000 年我国人民的生活水平达到小康水平，与此相适应的小康型食物结构仍以植物

型食品为主，保证谷物供给，大力开发豆类蛋白，适当提高肉、畜、蛋、奶、鱼的比重。这种食物结构的营养构成时，每人每日摄取热能 2400KCal，其中谷类所提供的热能占总热能的 60~65%，蛋白质每日摄入量为 70g，其中豆类蛋白质占 20%，动物蛋白质占 15~20%。

蛋白质 (P)、脂肪 (F) 和碳水化合物 (C) 所提供热能占总热能的比例叫做 PFC 指数。到 2000 年时我国 PFC 指数达到 12 : 25 : 63, 接近世界卫生组织提出的理想 PFC 指数 12 : 30 : 58。

二、实现小康型食物结构的可能性

“人均粮占有水平”是验证上述目标是否时显得根本指标。1989 年我国粮食产量达到 4.07 亿多吨，达到 1984 年的历史最高水平，但尚未达到 1984 年的人均粮占有量。到 2000 年我国人口为 12.5 亿或 12.8 亿，如按人均占有粮 400kg 计算，到 2000 年就要生产 5 亿多吨粮食，比 1989 年多一亿吨。就是说从 1990 年开始每年增加 1000 万吨，即每年增加 2.5%。过去四十年的平均增长率也在 2.5 左右。根据上述分析，可以认为达到以上目标是可能的，但尚须做十分艰巨的工作。第一控制人口增长，我国每年新增人口一千五百万，是一个巨大的压力。第二严格控制耕地占用，全国每年耕地减少 1800 万亩，今后要用耕地占用税作为耕地开发基金，每年新开耕地 1000 万亩。第三改造中产低产田，每年改造 3000 万亩，按每亩新增 20~30% 计算，则可增产粮食约 6000 万吨。第四增加投入，扩大灌溉面积，增加化肥用量。2000 年我国化肥施用量 1.3 亿吨，比 1989 年增加 3000 万吨，可增产粮食 6000 万吨。

社会的食物结构除了取决于社会生产力发展水平以外，还取决于社会的消费水平，指城乡居民的收入水平，可用于生活费的收入水平，以及食物支出占家庭总支出的比重（所谓恩格尔系数）。如 1981 年至 1986 年我国城市居民人均收入增长约 87.8%。1986 年城乡市居民人均消费的肉、畜、蛋、鱼比 1981 年增加了 52.4%，肉类人均消费量达到 21.6kg，蛋类达到 7.1kg。

我国目前恩格尔系数城市为 58%，乡村 59%。随着人均国民生产总值的增加，恩格尔系数呈下降趋势，到 2000 年时我国人均国民生产总值将达到 800 美元至 1000 美元，恩格尔系数下降至 45%。这是根据世界各国人均国民生产总值和恩格尔系数之间的关系推算出来的。例如土耳其、毛里求斯等国人均国民生产总值为 1000 至 1200 美元，恩格尔系数为 43% 至 45%。荷兰、日本、法国和英国等国家人均国民生产总值为 8000 美元至 9000 美元，恩格尔系数为 20%~27%。

小康型食物结构仍然保持东方膳食的特点，容易为中国人民所接受。

三、实现小康食物结构的措施

调整食物结构是一项艰巨的系统工程，在确定营养战略以后，必须制定一系列的营养政策。

（一）发展农业，增加粮食生产

必须在执行正确的农业政策，增加对农业的投入和发展科学技术三方面齐头并进，才能保证农业稳定持续的发展。根据食物结构规定的目标调整农业生产的比重，扩大耕地面积，扩大灌溉和增施肥料，改进作物品种和耕地方法，提高单位面积产量，加强食品贮藏保险和综合利用。

（二）发展大豆生产和大豆食品加工工业

大豆是我国的传统食品，含蛋白质 40% 左右。1kg 大豆的蛋白质相当于 2kg 的瘦牛肉，或 3.5kg 的鸡蛋，或 12kg 的牛奶。我国大豆生产一直徘徊不前，1986 年全国大豆产量为 1156 万吨仅达到 1936 年的水平。我国应大力发展大豆生产使大豆年产量提高 2000 万吨，使每年人均水平达到 33 斤，接近 50 年代的年平均水平（1956 年每人平均 37 斤）。我国每年加工豆类油的大豆约 300~400 万吨，由于加工工艺落后，产生得饼粕不能作人和动物很好利用

的大豆蛋白。1986年生产大豆组织蛋白仅1500吨，其他豆饼用作酱油、饲料和肥料，这是对资源的极大浪费。

（三）发展畜牧业和水产业，增加动物蛋白

调整畜牧业结构，在稳定发展生猪生产同时，大力发展草饲动物（牛羊兔等）和饲料报酬高的动物（如鸡、鸭、鹅等）。积极开发草资源，概算草原畜牧业，改良品种，健全饲料工业体系和畜牧业生产服务体系。把水产业作为增加居民动物蛋白的重要突破口，鱼蛋白品质好，养鱼的转化率高，鱼的肉料比为1:2，发展水产业，必需推广和应用精养高产技术，积极发展远洋捕捞业。

（四）发展饲料工业

我国饲料生产存在耗粮高，结构不合理的状况。1987年我国生产饲料1300万吨，耗粮700万吨，农民直接用于饲养业的粮食更多，发展饲料工业必需开发能量饲料资源和蛋白饲料资源，充分利用粮油加工的副产物，利用植物秸秆替换一部分粮食。

（五）开发利用新的食物资源

利用微生物和藻类直接作为食物原料，或者作为动物饲料的研究，在我国应得到足够的重视。

（六）加强食品工业，调整内部结构

在食物结构的战略思想指导下，调整食品工业结构，增加品种，提高质量，改进工艺，减少对营养的破坏，控制粮食加工精度，发展强化食品，保健食品，特殊人群食品。利用蛋白质互补原理生产混配食品。

（七）培养营养学专门人才，普及营养学知识

教育单位应大力培养高级和中等的营养人才，全国农业院校应普遍开设营养学概论作为选修课，以适应调整食物结构的需要。食品工业企业应配备主管营养的技术人员，在营养学指导下从事食品加工。电视、广播和杂志等传播媒介应广泛持久的宣传普及营养学知识，使每个国民都懂得自我保健，懂得吃什么和怎么吃接近理想的食物结构，并注意食物多样化，营养良好的膳食习惯和科学用餐。饮食应适度，反对大吃大喝，铺张浪费的不文明不科学的饮食习惯。

四、不能照搬西方的食物结构模式

我们因该吸取西方食物结构模式中的合理部分，但绝不能照搬西方的食物结构模式，这并不是根据下面简单的机械推理：中国的政治制度不能照搬西方的政治制度，因此食物结构也不能照搬。这是因为存在着以下两个原因。一是西方的食物结构存在着一些不科学不合理的部分，严重的影响人民的身体健康，带来了严重的社会问题。二是西方膳食结构不适合我国国情，超出我国农业的承受能力和生产力发展水平，不符合我国国民的饮食习惯。

西方的食物结构中动物性食品占相当大的比重，而动物性食品是以植物性生产为前提的。从生态学观点来看，食物生产过程是通过生态系统中食物链各个营养级之间能量转移的过程。例如绿色植物——食草动物——食肉动物——人，他是一个包括4个营养级的食物链。绿色植物叫做初级生产者，食草动物叫做消费者1，依此类推。初级生产者是一切有机体的唯一能量，个体数目最多，生物量最大。食草动物（第二营养级）只能将摄入的食物能量的10%转化为自身贮存的能量。能量随营养级别由下而上逐渐递减。每一营养级大约以10%左右的比率数送给上一级。这个规律叫做十分之一定律。

这是指能量转移比率而言的，同样动物蛋白质来自鱼饲料中的蛋白质，即使在最佳的饲养条件子啊，饲料蛋白质也比可能完全转化为可食的畜产品蛋白质，其转化率不可能高于20%。因此要使11亿国民每人每日平均增加1g动物蛋白质，每年需耗饲料粮蛋白质200万吨，相当于饲料粮2千万吨。

按小康性食品结构，每日摄取70g蛋白质，其中动物蛋白质占15~20%，击毙目前的食

物结构增加动物蛋白质 3.02~6.52，全国需消耗的饲料粮为 0.6~1.3 亿吨，占 2000 年时全国粮食总产量 5.5 亿吨的 11~24%。如果硬搬西方的食物结构，则需增加 12.5 亿吨饲料粮，为全国粮总量的 2.3 倍，这是完全不可能的。

我国由 15 亿亩耕地，占世界耕地 7%，生产占世界 18.4% 的粮食，养活占世界 22.4% 的人口，并且平均寿命达到 68 岁，这已经是很了不起的了。使我国粮食产量长期保持 2.5% 的增长率也并非易事。因为在一定科学技术水平下，对于以生物为对象的农业生产而言，每单位投入的产出将会减少，这就是所谓的报酬递减现象。再加上还有人口增长和耕地减少等困难，因此我们必须保持清醒的头脑，要实现小康型食物结构必然困难重重，不容盲目乐观。

第三节 膳食指南

膳食指南是指一个国家或者一个地区在一定时期内对所有具名或特殊人群的总指导原则。平时在宣传媒介中讲到的营养知识，有的尚在研究阶段并无定论，有的则片面强调某一点，使读者和听众感到莫衷一是，无所适从。因此需要政府医学卫生部门或权威的科学机构提出一些基本原则，指导人民该吃什么食物，哪些应该多吃，哪些应该少吃。

目前世界上已有 13 个国家提出 17 种膳食指导方针。中国营养学会 1989 年 10 月提出我国的膳食指南，其主要内容于后。

一、食物要多样化

任何一种天然食物都不能提供人体所需的全部营养素，因此适宜的膳食必须由多种食物组成。每日应包括平衡要求的五大类食物。

二、饥饱要适当

太胖或太瘦都不利于身体健康，使热能和蛋白质的摄入与消耗相适应，避免身体超重或消瘦。成人经常称重是衡量饮食是否适度的简易方法。

三、油脂要适量

避免吃太多脂肪，每日膳食中总脂肪所供热能以占膳食总热能的 20~25% 为宜。

四、粗细要搭配

每日要吃不同类型的富含膳食纤维的食物，并提倡多吃粗米、面和杂粮，少吃精白米、面。

五、食盐要限量

因食盐摄入过多与高血压发病有关，我国膳食中食盐用量较多，人均每日 15~16g，应减至每人每日不超多 10g 为宜。

六、甜食要少吃

甜食摄入过多易引起龋齿，为保持牙齿的卫生吃完甜食应漱口。

七、饮酒要节制

过度饮酒对健康不利。严禁酗酒。孕妇、儿童均忌饮酒。成人欲饮者可少量引用低度白酒、啤酒和果酒。

八、三餐要合理

提倡吃好早餐，三餐热能分配合理。少吃零食，切忌暴饮暴食。

复习思考题

- 1、实现小康型食物结构应采用哪些措施？
- 2、调整我国人民的食物结构，为何不能照搬西方的食物结构？

第十三章 在贮藏加工中食品营养价值的变化

在贮藏加工过程中食品的营养价值有时提高，有时下降。只有掌握全面系统的营养学知识，才能避免营养素的破坏和损失，并较大程度的提高食品的营养价值。

第一节 在贮存过程中食品营养价值的变化

食品保藏方法很多，归纳起来有物理的、化学的和生物的保藏法，目前最常用的是干制、高温杀菌、低温冷藏、辐射、加防腐剂等。

一、常温小保藏

大多食品目前是在常温下保藏的。粮食在储存初期，淀粉酶仍较活跃，淀粉被水解成麦芽糖和糊精，继续贮存酶活力下降。蛋白质也水解为氨基酸。上述变化随着粮食含水量的增加而增加，玉米在正常储存条件下 100g 玉米游离氨基酸为 110mg，在储存不当时可增加至 3200mg。小麦含水量 12% 时贮存 5 月维生素 B₁ 损失 12%；含水量为 17% 时，损失 30%。隔绝空气可以减缓变化，稻谷连壳贮存时维生素 B₁ 基本无损失。

水果和蔬菜在贮存期损失最多的营养素是维生素，苹果贮存 2~3 月后，维生素 C 含量减少到原有的三分之一。绿色蔬菜在室温下贮存数天维生素损失殆尽，而在 0℃ 贮存则可保存一半。刚收获的马铃薯维生素 C 含量很高，为 30mg/100g，贮存 3 月后下降为 20mg/100g，贮存 7 月后仅为 10mg/100g。

畜牲在屠宰后的贮存过程发生一系列的变化，包括肉的僵硬，解僵和自溶三个阶段。僵直状态的肌肉持水低。成熟后的肉、风味和营养价值都得到高。但是继续贮存在常温下，肉就腐败，氨基酸脱羧形成胺，如组、酪、色氨酸形成组胺、酪胺和色胺等有毒物质，营养价值下降。

蛋在贮藏中浓厚蛋白稀化，此时卵粘蛋白（一种糖蛋白）变性，蛋白的 PH 由 8 提高到 9，蛋黄的 PH 却由 6 提高到 7，含氮量和游离脂酸含量增加。在长期贮存中蛋的苏氨酸和维生素 A 损失较多。

牛乳在贮存期损失较多的维生素 B₂。在室内光线条件下保存一天，维生素 B₂ 损失 30%；在室外阴天搁置 2 小时损失 45%，对维生素 B₂ 破坏最大的是 420~560nm 的光，维生素 B₆ 也敏感，在阳光下放置 8 小时损失 21%，但在紫外线照射下牛乳中麦角甾醇转变为维生素 D₂，因而有人采用紫外光照射薄层流动的牛乳，使其维生素 D 含量提高到 400IU/L。

氧气的存在是维生素的破坏加剧。方便食品常用复合薄膜包装，包装中残存的空气量与食品营养价值的保存相关，当残存空气量为 5、10、20 毫升时，食品维生素的损失率分别为 2.8%、12.4%、20.7%。

二、冷冻贮藏

大多数食品在冷冻状况下贮藏可以减少营养素的损失，柑桔冷藏半年维生素 C 的损失近 5~10%。低温再加上缺氧和低 PH，可进一步减少维生素 C 的损失，浓缩桔汁在 -20℃ 保存一年，维 C 损失仅为 2.5%，冷冻食品特别是动物食品在化冻时会流失较多的维生素和矿物质，解冻流出液带走了食品中 10% 的可溶性的营养素。

冷冻可使蛋白质发生不可逆变性，蛋白质侧链暴露出来，在水结晶的挤压下，蛋白质凝集沉淀。冷冻后鱼肉干韧，风味变劣，而豆腐冷却后，蛋白质质构化、风味变佳。冷冻速度越快，形成的水结晶越小，挤压作用越小，变性也越小。

三、辐射保藏

五十年代世界各国开始采用辐射线保藏食品，我国自 1958 年开始农畜水产品的辐射保藏的研究和应用。大多数学者认为辐射不会影响食品的营养价值。美国用 5.58Mev 辐射食品，发现食品蛋白质、碳水化合物、脂肪等营养成分无明显变化，对照组蛋白质营养利用率为 85.9%，照射组为 87.2%。日本学者用 15Krad 照射马铃薯，然后贮藏三个月，测定维生素和氨基酸含量，发现无明显差别。但是他们承认辐射食品会影响风味，肉辐射后呈砖红色，有不快气味，“类蘑菇”异味。采取低温加抗氧化剂可以减少辐射味的形成。

但是少数学者认为辐射使食品的营养价值少有降低。Metsa 证明牛肉和牛乳以辐射后蛋白质的消化率无明显变化，但营养价值降低 8%。

第二节 在加工过程中食品营养价值的变化

无论是动物性食品还是植物性食品一般所需要经过加工可食用。食品加工法很多，大致可归纳为加热、冷冻、脱水、发酵、盐渍和糖渍等。在这些物理、化学和生物因素的作用下，食品中原有的营养价值发生积极或消极的变化。

一、食物加工的前处理

食品加工必须进行清理、修整和漂洗处理。如谷类经碾磨去除壳，可改善食品的感官性质，便于食用和易于消化，但一部分无机盐和维生素受到损失。碾磨去除愈精，营养损失愈大。九二米 B_1 、 B_2 、尼克酸含量分别为 1.15、0.3 和 13.5mg/100g，精白米分别为 0.35、0.15 和 6.5mg/100g。稻谷加工精白米时，锌、锰和铬分别减少 16%、45%和 75%。淘米时营养损失惊人，损失率 B_1 为 29~60%， B_2 和尼克酸为 23~25%，无机盐为 70%，蛋白质为 15.7%，脂肪为 42.6%，碳水化合物为 2.0%。

学生食堂和职工食堂在蒸饭前不淘米，但米饭表面往往结壳，有些学生饱表面的米饭弃去，造成极大的浪费，要解决此问题只要推广清洁米（不淘洗大米）即可，即在碾磨机出口处加上强风力装置，去除米粒上的细糠等杂物。这种节精密即能免去淘米，又能避免米饭结壳。

在蔬菜和水果的前处理中，营养素大量流失，特别是水溶性的无机盐和维生素，损失率分别为 35%和 60%，损失取决于浸泡的时间和水温。蔬菜切碎后，维生素的损失巨大，黄瓜切片放置一小时，维生素 C 素损失 33~35%。食品中铁的有效性也在加工中下降，一方面食品中的亚铁被氧化为高铁，一方面可溶性的铁转化为植酸铁和草酸铁，是吸收利用率下降。

二、热处理的影响。

热处理对食品营养价值有积极的和消极的影响。加热使蛋白质变性，肽键展开，加热也可使淀粉颗粒膨胀，容易受到消化酶的作用，从而提高了消化率，加热破坏了新鲜食物中的酶，杀灭了微生物，从而使营养物质免遭氧化、分解和损失。加热还破坏了食物中的天然有毒蛋白质。生鸡蛋清含有抗生物素，加热可破坏抗生物素。生大豆中含有抗胰蛋白酶因子、植物血球凝集素和其他有害物质，也是烹调加热时间继续增加，又会使大豆蛋白质的生物价降低。因此掌握豆类的加热时间，对于提高蛋白质的生物价是个关键。

加热的不利作用表现在氨基酸和维生素的破坏，一些必需氨基酸如赖氨酸、胱、色、精氨酸易受热的破坏。赖氨酸受热影响最严重，赖氨酸的 ϵ —氨基在梅拉德反应中与还原糖反应，形成的 ϵ —N—去氧酮糖赖氨酸，不能被人体吸收利用，从而使蛋白质的生物效价降低。糕点在 200℃烘烤 15 分钟，赖、苯、丙、酪、丝氨酸被破坏 5~17%，使蛋白质生物价降低，糕点中加入牛奶，损失率提高。

淀粉加热糊化，有利于消化，但当淀粉冷却时即会凝结老化，老化的淀粉不易被消化，

加热对维生素的破坏最为显著，粮食中维B₁再烹调中的损失情况见下表。

在蔬菜水果罐头热处理时，维生素C损失 13~16%，维生素B₁ 2~30%，维生素B₂ 5~40%。短时高温的损失比长时低温要少一些，热处理后迅速冷却可减少损失，牛奶在加热时损失最严重的是维B₁和维C。

中国的烹调技术在发扬加热对营养价值的积极作用和克服加热的消极作用方法方面有其独特的高明之处，根据各种食物的特点选择蒸、煮、煎、焖、熏、炖、扒、熨、余等措施，讲究刀工和火候，习惯采用细丝薄片淀粉挂糊和大火急炒，时加热时间缩短，营养素损失减少到最低限度。猪肉切丝打火急炒，使加热时间缩短，维生素B₁、B₂、尼克酸损失分别为 13、21 和 45%，如切块文火炖熟则损失为 65、41、和 75%。西方国家在食用蔬菜使爱走两个极端，要么生吃，要么煮烂。生吃固然可维持维生素，但使其他营养素的吸收降低，煮的稀烂，营养素损失太多，风味极差，不符合科学道理。

三、碱处理的影响

在制作面条等食品时，加入食品中的碱对食品蛋白质的影响很大，变化最多的氨基酸是丝、赖、胱、精氨酸。大豆在 PH12.2 和 40℃ 的条件下加热 4 小时，上述氨基酸的含量下降，赖氨酸和丙氨酸结合成赖氨及丙氨酸，而后几乎不被人体吸收利用。碱处理玉米可使其中的精、胱氨酸损失 15%。碱性条件还会使精、胱、色、丝、赖氨酸由 L—型变为 D—型。而使营养价值降低。

与碱处理相反，在烹调中有时加入醋等调料，除了能促进使与以外，还能是维生素B₁、B₂、C稳定免遭破坏，使骨中无机盐溶出，增加了食品的营养价值。

四、脱水处理

脱水干燥使蛋白质的结合水损失。同样会引起蛋白质的变性。脱水加工时食品维生素的损失和加热灭菌的损失相同，维B₁的损失最大。胡萝卜在冷冻干燥时脂溶性维生素损失小于 10%，而在空气中干燥时胡萝卜素损失可达 26%。牛乳喷雾干燥制成奶粉时，维生素A和B₁的损失在 10%，如传统的滚筒干燥法，损失可达 15%。

五、膨化处理

膨化处理是对营养素破坏较少的方法，却使营养素的消化率有所增加。小鼠对大米蛋白质的消化率为 75.93%，对膨化后的大米粉为 83.84%，对大米饭总糖消化率为 99.10%。膨化加热对维生素的破坏较一般的加热方法少。

六、生物加工

生物加工方法通常增进食品的营养价值，大豆炒熟食用，其蛋白质消化率为 60%，制成豆腐后，豆腐蛋白质的消化率达到 92~96%。在豆类发酵制成豆腐乳、豆豉、黄酱、酱油的过程中，蛋白质水解为肽和氨基酸，因而更易消化吸收，豆类发酵对营养价值最大的贡献是增加了维B₁₂的含量。维生素B₁₂在一般食品中含量极少，而在发酵食品中相对较多。

黄豆和绿豆发芽后蛋白质营养基本不变，但棉子糖、鼠李糖等部被人体吸收使腹部胀气的寡糖消失、植物凝集素和植酸盐分解，磷和锌等矿物质释放出来。黄豆发芽到根长 1.5~6.5cm时，绿豆芽长 4~6cm时，维生素C的含量最高，分别为 15.58mg/100g和 19.5mg/100g。豆芽很短时，维生素C含量并不高。在高寒地区的冬季可以把豆芽作为维C的良好来源。除维C以外，在黄豆芽发芽过程中胡萝卜素含量增加 2 倍，B₂增加 3 倍，尼克酸增加 2 倍，B₁₂增加更多。大家知道，植物不能合成B₁₂，豆类含有少量B₁₂来自于根瘤中的寄生菌，然而大豆在无菌条件下长成豆芽的过程中，B₁₂增加了 10 倍。

复习思考题

- 1、食品在热处理加工时，营养素发生了那些有利和不利变化？
- 2、食品的生物加工对营养素由那些影响？

第十四章 新食品和新食品资源的开发

营养学和食品科学是不可分割的两个领域，营养学不仅指导食品的贮存和加工，以减少营养成分的损失，提高营养素的利用程度。而且导致新食品和新食品资源的开发利用。

世界食品正朝着营养丰富全面、卫生安全方便、有一定的保健强身的方向发展，从而行了行色色的新食品，如强化食品、配方食品、工程食品、方便食品、太空食品等。

第一节 强化食品

一、概述

食品强化是根据营养学的理论以增强食品的营养为目的，项食品中添加营养素或天然食品工艺处理。食品强化既是具有重大社会效益的公共营养措施，由是具有重大紧急效益的食品深加工工业。

食品强化最初由美国于 1936 年提出，在 1942 年公布了食品强化法案，对食品强化的定义、范围和标准都做了明确的规定。其后加拿大（1944）、菲律宾（1948）、欧洲各国（五十年代）和日本都先后建立了食品强化的监督管理体制。我国食品强化工作虽属于起步阶段，也已经取得了明显的社会效益。我国在地方性甲状腺肿流行地区供应得食盐中加碘，有效改善了整个地区人口的碘营养，使甲状腺肿发病率从 35% 以上降低至 5% 以下。这充分说明食品强化是大规模改善群体身体素质的有效的营养干预措施。

二、食品强化的基本原则

（一）针对需要、缺啥补啥

根据膳食调查和营养不良体征的调查资料，选择应强化的营养种类和数量。例如食用精白米面地区普遍缺乏维生素 B_1 ，果蔬缺乏地区维生素 C ，内陆地区往往缺碘。为特殊地区或特殊人群制作的强化食品应在包装上注明服务的对象，才能收到效果。然而食品强化仅仅是改善食物营养质量的辅助手段，不能代替食物的生产和供应。在食物供应全面不足的情况下，仅单纯依靠营养强化来解决问题，是十分片面的。食品强化也不能替代医药治疗，仅能起到预防和部分治疗作用。

（二）力求平衡

强化食品设计时应照顾到各营养素之间的平衡，如氨基酸平衡， B_1 、 B_2 、尼克酸和热能之间的平衡，钙磷平衡等等。强化是强化剂用量过低，达不到强化目的；强化剂用量过多，则会造成新的不平衡，甚至由毒害作用。例如；婴幼儿食品中赖氨酸和色氨酸之比应为 6~7:1，如果单纯增加赖氨酸，破坏了此比值，不仅对婴儿的健康没有帮助，还会引起代谢紊乱，产生副作用。维生素 A 、 D 和铁的强化用量过大是对人体有毒害作用。一般而言，天然强化剂和水溶液维生素相对的较为安全。还应注意强化不会与食品中原有成分起化学反应，或者干扰原有营养素的吸收利用。

（三）稳定卫生、经济合理

很多强化剂与光、热、氧会被破坏，因此应该选用稳定性较高的强化剂，或者添加稳定剂，或者改进强化工艺，以减少强化剂的损失。强化剂本身应该符合卫生要求，不带杂菌和有毒物质。经济合理和工艺简便也是推广强化食品时应考虑的因素。

（四）保持原有的食品风味

选择强化剂的种类和数量时，一定要使产品保持原有的风味，不致降低食用价值和使消费者厌恶。例如加入维B₂会使产品颜色变黄，加入铁盐会使脂肪酸败，鱼肝油会改变食品的气味。

四、强化剂

被强化的食品称为载体，增加到载体中的营养素称为强化剂。载体一般选用适用范围广、消费量大、适合强化工艺处理，易于保存运输的食品，如米、面条、面包等主食；乳制品、儿童食品；饮料、罐头、酱油核试验等调味品。强化主要由必需氨基酸类、维生素类、矿物质类和天然食品。我国优先考虑的强化剂有赖氨酸、蛋氨酸、色氨酸、苯丙氨酸、维生素A、D、B₁、B₂、C、叶酸、钙、锌、硒、大豆粉、鱼粉、骨粉、酵母、谷胚、大豆蛋白等。

(一) 赖氨酸

赖氨酸是八种必需氨基酸之一，各类食品中赖氨酸的利用率见表。谷类食物中赖氨酸含量和利用率低。因此在谷类食物中添加赖氨酸，可大大提高营养价值。例如面粉中蛋白质的利用率(NPU)为48%，加入0.2%赖氨酸后利用率可提高到84%；若加入0.4%赖氨酸和0.15%苏氨酸，则面粉蛋白质的营养价值与鸡蛋蛋白相媲美。

用于粮食制品时，赖氨酸可先溶于温水中添加到糕点、面包原料或其他粮食复制品中。加工过程中应控制温度不超过180℃，以100℃以下为宜，也可直接加入已蒸好的米饭或面条中食用。日本每100g面粉中添加赖氨酸150mg，100g面包中添加100mg。

(二) 维生素

食品中常见的强化维生素A、B₁、B₂、D。维生素A常见鱼肝油或提纯的胡萝卜素。维生素B₁在酸性条件下较为稳定，因此在强化工艺中注意制品的酸碱度，避免食用碱性的面粉发泡剂。维生素B₂的溶解性较差，强化时应注意混合均匀，否则产品带黄斑点。维生素D通常添加在牛奶中或人造奶油中，每升鲜奶油中添加400IU维生素D，每100g人造黄油中添加500IU维生素D。

(三) 无机盐

常见的铁盐是柠檬酸铁盐和硫酸亚铁，前者颜色深，会影响食品的外观；后者色泽较前，但易氧化和潮解。100g面粉中加入9.62mg硫酸亚铁，相当于4mg铁，尚不至于影响大食品的色香味，也有用乳酸亚铁的。

钙质强化剂有碳酸钙、磷酸氢钙、乳酸钙、葡萄糖酸钙或骨粉等。每100g面粉中添加150mg乳酸钙，尚不至于影响到食品的色香味。磷用磷酸钙、磷酸氢钙和磷酸二氢钙等。镁用醋酸镁、碳酸镁、氯化镁和硫酸镁等。碘用碘化钾和碘化钠等。锌用醋酸锌、氯化锌、乳酸信和硫酸锌等。硒用硒酸钠。氟用氟化钠。

在婴儿食品中钙和磷之比以1.5:1为最佳。

(三) 大豆蛋白

大豆蛋白包括全脂大豆蛋白、脱脂大豆粉、大豆浓缩蛋白和大豆分离蛋白等4种。全脂大豆蛋白粉是大豆蒸汽处理后，去皮，磨成的粉。脱脂大豆粉是大豆滚压去皮碾成薄片，用己烷萃取脱脂肪，加热处理破坏天然毒性蛋白质后的粉。全脂大豆粉含蛋白质41%，脱脂大豆粉含53%。大豆浓缩蛋白是酒精水溶液洗去脱脂大豆粉中的碳水化合物等物质，调节PH至4.5，分离中和干燥而得，蛋白质含大于70%。大豆分离蛋白是用PH7~9的稀碱溶液萃取脱脂大豆粉，调节PH为4.5，得到沉淀，喷雾干燥，蛋白质含量大于90%。

大豆蛋白添加于玉米粉、小麦粉、精致大米中可是谷物的蛋白质利用率明显增加。面粉中加入十分之一的大豆蛋白粉，蛋白质的生物价可提高一倍以上。玉米分中加入十分之一的大豆蛋白粉，蛋白质的生物价提高2倍。若面粉中掺入过多的大豆蛋白粉，面团筋力变差，膨化体积变小，有豆腥味。生产面包时一般添加5%，挂面和方便面为2~3%，饼干糕点2~3%。

（五）棉籽蛋白

棉籽含油 30%，含蛋白质 35%，榨去油以后的棉籽饼粕含蛋白质更高，但是饼粕中含的约 0.5 的游离棉酚和 1.2% 的总棉酚，不能直接用于食用，需经脱酚处理后是游离棉酚不超过 0.06%，方可用作强化剂。

（六）鱼粉

鲜鱼经干燥脱脂去腥后加工纯净的食用鱼粉，蛋白质含量达 80%，其赖氨酸含量为 6.98%。在每 kg 粮食中添加 20g 鱼粉，相当于增加 16g 优质蛋白质。鱼粉作为婴儿食品的强化剂最好。

（七）酵母

酵母含蛋白质 40~60%，其中赖氨酸含量占 10%，B 族维生素特高。酵母可用作饼干、军粮、面条、汤料的强化剂，添加量为 0.5~3%，产品不会有异味，但长期贮存后有酵母味。酵母中核酸含量过高，过多食用会引起血浆中尿酸浓度升高。

（八）谷物胚芽

谷物胚芽指小麦胚芽和米胚芽，不但是优质的蛋白质，而且每 100g 含 0.8~2mg 维生素 B₁，0.6~1.4mg 维生素 B₂，1.8~2mg 尼克酸。我国规定九二米和八一面的加工标准，使大部分胚芽保留在产品中。随经济的发展，人们不合理的要求食精米精面，暴殄天物，浪费营养，危机健康。因此可从加工营养获得的糠麸中将谷胚芽分离出来，净化后添加到饼干等食品中去。

五、强化剂添加量

强化剂添加量视载体的种类、强化剂种类以及强化工艺而定。氨基酸、微量元素和脂溶性维生素强化剂应从严，天然强化剂和水溶性维生素可放宽。具体添加量可变动在三分之一供给量至全部供给量的范围内，添加到一日正常食用数量的食物中，国家公共营养事业管理机构应做出严格的规定，取缔粗制滥造，保护人民身心健康。

六、各国强化食品的实例

米每 100g 添加 0.5mg 维生素 B₁，0.5mg 维生素 B₂。

面粉每 100g 添加 0.8mg 维生素 B₁，0.5mg 维生素 B₂，150mg 赖氨酸，150mg 钙

人造奶油每 100g 添加 5000I.U 维生素 A

牛乳每立升添加 400I.U 维生素 D

谷类制品每 100g 添加 1.5mg 铁，75mg 钙

果酱、果汁、水果罐头分别每 100g 添加 60、20、30 维生素 C

食盐每 kg 添加 0.2 碘化钠，100mg 氟化钠

酱油每立升添加 17.5mg 维生素 B₁。

水每立升添加 2.2mg 氟化钠

七、强化工艺实例

（一）面粉的强化工艺

1kg 维生素 B₁ 加水溶解，与 100kg 面粉混合均匀，喷雾干燥。每 kg 成品中含 7.14g 维生素 B₁，扩大 2000 倍后，每 kg 面粉中含 3.07mg 维生素 B₁。

（二）面包的强化工艺

面粉加水、砂糖和酵母，发酵 2~5 小时，加入强化剂，二次发酵，制胚、装盘、后发酵 1.5 小时，烘烤即成。美国强化剂每磅面包添加 150I.U 维生素 D、1.1mg 维生素 B₁、0.7mg 维生素 B₂、10mg 尼克酸、300mg 磷、8mg 钙。日本强化极为每 100g 面包添加 0.3~0.5mg 维生素 B₁、0.2~0.4mg 维生素 B₂、0.1~0.2mg 钙、100mg 赖氨酸。

米在强化剂的稳定水溶液中浸泡 2~4 小时，浸吸收溶液为米重的 10%，在 40℃ 的热空气中搞糟。为使强化剂牢固地吸附在载体上，可在表面涂覆一层保护膜，涂抹溶液为果胶、

阿拉伯胶、火棉胶、蔗糖脂肪酸酯、淀粉等。

第二节 配方食品、工程食品和方便食品

一、配方食品

国际伤疤应用于特殊胜利状况和特殊病理状况营养要求和常人有区别的食品叫做特殊用途食品，例如人工喂养食品、孕、产、哺乳妇女食品，过敏反应患者食品，糖尿病患者食品等。任何单一的天然食物都不能满足这种特殊的营养要求，因此不得不把若干种食品按一个选择的配方，以工业化生产方式制成专门的食物，即配方食品。在我国配方食品首推母乳化乳粉、代乳制品和离乳食品。

(一) 母乳化乳粉

婴儿最适合的食物是母乳。由于疾病或者其他原因不能进行母乳喂养时，一般用牛乳或牛乳粉代替。牛乳和母乳在组成和营养结构上有很大的区别。因此有必要以牛乳为原料，添加其他营养素，使产品在组成和营养质量上接近母乳，这种产品就叫做母乳化乳粉。牛乳中酪蛋白多而乳清蛋白较少，因此应加入乳清蛋白，使两者比例接近于母乳。母乳中亚油酸占脂肪总量的 12.8%，而牛乳中仅为 3%，因此应添加亚油酸使含量为 13%，牛乳中乳糖含量比母乳 (7g/L) 低，因此应添加乳糖。牛乳中无机盐比母乳高三倍，应用连续脱盐机使钠、钙降低，使 K/Na 为 2.88，Ca/P 为 1.4 的理想平衡状态。母乳化乳粉中还强化了微量元素铜、镁、锰、铁以及维生素 A、B₁、B₆、C、D 和叶酸等。由于母乳化调制乳粉比脱脂乳粉和全脂乳粉更适宜于婴儿的喂养和健康，因而愈来愈多受到世界各国的重视。

(二) 代乳粉

我国很早就研究利用大豆为主要原料生产人工喂养的配方食品，其中以中国医学科学院研制的 5410 乳儿糕和上海益民食品厂的光名牌代乳粉最为有名。大豆经温水浸泡后在 1.4kg/cm² 蒸煮 10 分钟，破坏其中的抗胰蛋白酶等天然有毒因素，粉碎，加入蛋黄粉以强化限制氨基酸，添加碳水化合物、骨粉、豆油、维生素 (B₁、C) 等即成。每 100g 5410 代乳糕含蛋白质 18.8g，脂肪 13.6g，碳水化合物 58.1g，热量 430KCal，粗纤维 0.9g，灰分 3.6g，该 661mg，磷 419mg，铁 5.6mg，胡萝卜素 0.35mg，维生素 B₁ 0.09mg，维生素 B₂ 0.66mg，尼克酸 1.4mg。

(三) 离乳食品 (断乳食品)

婴儿从单纯喂母乳到喂食一般食物的过渡时期称为离乳期，婴儿出生时平均体重约 3kg，到 4~6 月时体重增加到 6~7g，母乳的分泌量已不能满足婴儿的需要，就应逐步添加离乳食品。离乳食品应该营养丰富易消化，热量、蛋白质、维生素、矿物质 (钙和铁等) 含量高，绝对禁止食用色素、人造甜味剂和防腐剂，食盐添加量小于 0.2%，卫生安全，在食品包装上应注明平均营养组成、热量以及使用注意事项。我国目前各家各户自制离乳食品，随着经济的发展将以社会性大规模生产为主。

二、工程食品

工程食品是将天然食物加以分解提纯，再以其中的某些成分作为基础材料，按不同的需要重新构成安全的营养食品。人造食品的外观和口感上应尽可能地与天然食品相仿佛。里儒将大豆分离蛋白溶液混合植物胶、色素和风味料，通常直径 0.18 毫米得细孔挤压，丝状物在高压蒸其中凝固成类似肉组织的纤维。还有专供宇航员吃的人造菠萝，可用水草和海藻的抽提物，加上果胶、香精、食用色素职称、即可乱真。

三、方便食品

方便食品是指在销售前已完成传统的烹调加工处理，便于保存和运输，不经烹调或稍加处理即可食用的食品。方便食品最大的优点是节约时间，因此深受消费者的欢迎。在学习国

外先进经验的基础上,应用公共营养理论,食品包装技术和食品卫生学的知识,根据我国人民的饮食习惯和经济生活水平,发展具有中国特色的方便食品,即地方风味食品 and 传统食品方便化。下列方便食品在我国有广泛的发展前途:方便面、速煮米粉、份饭、面包、糕饼、粽子、包馅食品(饺子、烧麦、馄饨、春卷)、膨化食品、香肠、红肠、饮料、软包装榨菜、泡菜、方便汤料等。

我国的方便食品以主食为主。方便食品的热量分配以早中晚餐各占总热量的 30%、40%、30%为宜。中小學生课间餐的热量应占全天热量的 10%,在午饭中扣除。托儿所和幼儿园的兒童上下午各加一次点心,分别占全天总热能的 5%,在午饭中扣除。

四、混配食品

混配食品是利用粮豆蛋白质互补的原理生产的营养价值较高的食品。例如玉米、小麦和大豆三者单独食用时,各蛋白质的胜利价值为 60~57 和 64,如果将其三者以 40:40:20 的比例混配成新的食物,生理价值可提高到 73。各地已创造了一些营养价值较高的混配食品,如:大豆、玉米和大米制成三和粉;用玉米粉、面粉和脱脂大豆粉各三分之以制成混配通心粉;用 70:27:3 的比例把面粉、大米和大豆分制成混配面包;用 75:25 的玉米面和黄豆免制作发糕等。

第三节 新食品资源的开发利用

卫生部 1987 年颁布了《食品锌资源卫生管理办法》,对食品新资源定义如下:“我国传统上不做或很少做食用的和在各别地区有食用习惯的,拟利用其生产食品和食品添加剂的物品”新食品资源包括四类,第一种为改良的植物品种,如新的玉米品种;第二类为人们过去没有充分利用的物质,如油籽饼粕;第三类为单细胞蛋白;第四类为少数地区有食用习惯的野生动植物,如沙棘、猕猴桃、刺梨、蕨菜、蜗牛、蚯蚓等。必须指出,目前有些厂家在开发新产品资源的“旗帜”下,在食品中滥用药物,这是违反中华人民共和国食品卫生法的行为,是对广大人民群众身体健康极不负责任的违法行为,应该严加禁止。被使用得最多的药物有人参、党参、虫草、黄芪、白芍、鹿茸、黄精、天麻、三七、绞股蓝、黑丑、白丑、番泻叶、牵牛子、谷维素等。《食品卫生法(草案)》第八条规定,“食品中不准加入药物,按照传统既是食品又是药物的以及作为调味品与食用强化的除外。”亦药亦事物的有大枣、山楂、核桃、莲子、薏苡仁、木耳、葱等;亦药亦调料地有姜、蒜、桂皮、三奈、八角、胡椒、丁香等。如硬要用某些中药材做新资源生产食品,生产经营者必须按照食品卫生法第二十二条的规定,提出所需卫生评价和营养评价,经规定程序批准后方可食用。如果以治疗帷幕的,把药物加入食品中,并宣传其疗效,则应属于药物,应有药政部门审批和管理。

下面把几种有希望的食品新资源介绍与后

一、畜血

猪牛等畜血营养丰富,猪全血蛋白质含量为 19%,磷、钙和铁的含量丰富,蛋应有色泽和腥味而很少利用。猪血可喷干成血粉作为动物饲料,也可水解脱色除腥后制成水解蛋白粉。

二、骨粉和骨糊

牛猪的骨和骨髓营养丰富。我国目前将牛古蒸煮粉碎制成骨粉,作为儿童食品的添加剂。国外将带肉猪骨经超微粒碎后制成骨糊,添加在香肠和肉馅中。

三、油籽饼粕

油籽饼粕含蛋白质较多。大豆、花生、棉籽、芝麻和菜籽的饼粕分别含粗蛋白 45、40、45、45 和 35%。但是棉籽饼粕中含有棉酚,大豆饼粕中含有胰蛋白酶抑制因子、植物血球凝集素和豆腥味,菜籽饼粕中有导致甲状腺肿物质和胰蛋白酶抑制因子。因此利用油籽饼粕

制作食品是，一定要把这些有害物质先行除去。

四、单细胞蛋白

单细胞酵母、真菌和细菌等。利用糖厂废糖蜜和淀粉厂废液培养酵母等微生物，分离干燥即得可食用的干酵母，含蛋白质 48%，碳水化合物 38%，还含有较高的钙、铁、维生素 B₁、B₂等。酵母利用的主要问题是核酸含量太高，达 8~25%，大量食用会引起血浆的尿酸浓度升高，因此必须限制每日核酸的摄入量在 2g 以内。

用正烷烃培养假丝酵母菌可得到石油酵母，称为石油蛋白，中、美、英、德、苏、捷等国家已经成功的用石油发酵产生柠檬酸、谷氨酸和维生素。石油蛋白的主要问题是正烷烃听众残留的 3、4—苯并芘和芳香族化合物会积累在产物中。

五、藻类

藻类包括淡水微形藻类。淡水微形藻类如小球藻和珊藻，可进行人工培养获得。小球藻含蛋白质 40%，脂肪 20%，胡萝卜素 113mg%，维生素 B₁0.38mg%，B₂316mg%，尼克酸 12mg%。成人每日食用小球藻和珊藻的耐受量为 100g，过多时会出现恶心、呕吐、腹胀腹痛、便秘等不适。

海藻生长快，产量高，富含矿物质，灰分含量为 10~20%。绝大多数海藻的蛋白质质量低、碳水化合物难于消化。

六、叶蛋白

将豆类、薯类、麻、向日葵、甜菜、烟草的叶子磨浆过滤，调整 PH 为 8.5，加热沉淀干燥，即可供人食用，但往往具有不良的气味和颜色。

七、蚕蛹和昆虫

蚕蛹、蜂蛹、白蚁、蝉等营养素丰富，但要解决人工饲养、改善风味和改变人们的习惯等问题。剧作者测定，脱脂蚕蛹中粗蛋白含量 66%，粗脂肪 3%，灰分 4%。蚕蛹具有较浓的不被接受的蚕蛹味，可用水蒸气蒸主半小时，或者 1.4kg/cm²蒸汽处理 15 分钟，可除去蚕蛹臭。

复习思考题

- 1、设计一人应用于特殊人群的强化食品。
- 2、新食品资源畜血、油籽饼粕、单细胞蛋白质、叶蛋白、昆虫的开发利用中存在的主要问题是什么？
- 3、配方食品、工程食品和方便食品有何区别？