

卫生部规划教材

全国中等卫生学校教材

供预防医学专业用

# 营养与食品卫生学

第三版

主编 杜希贤



5-43  
人民卫生出版社

**营养与食品卫生学**

第三版

杜希贤 主编

人民卫生出版社出版发行

(100050 北京市崇文区天坛西里10号)

宏达印刷厂印刷

新华书店经销

787×1092 16开本 13 $\frac{1}{4}$ 印张 307千字

1987年9月第1版 1997年10月第3版第11次印刷

印数:98 921—108 920

ISBN 7-117-02561-1/R·2562 定价:12.00元

(凡属质量问题请与本社发行部联系退换)

著作权所有,请勿擅自用本书制作各类出版物,违者必究。

## 第三轮中等医学教材出版说明

卫生部曾于1983年组织编写、陆续出版全国中等卫生学校11个专业使用的77种教材。1992年又组织小修订，出版第二轮教材。为我国的中等医学教育作出了积极贡献。

为适应中等医学教育改革形势的需要和医学模式的转变，1993年11月，卫生部审定、颁发了全国中等卫生学校新的教学计划及教学大纲。在卫生部科教司领导下，我们组织编写（修订）出版第三轮全国中等医学12个专业96种规划教材，供各地教学使用。

这轮教材以培养中级实用型卫技人才为目标，以新的教学计划及大纲为依据，体现“思想性、科学性、先进性、启发性、适用性”，强调“基本理论知识、基本实践技能、基本态度方法”。教材所用的医学名词、药物、检验项目、计量单位，注意规范化，符合国家要求。

编写教材仍实行主编负责制；编审委员会在教材编审及组织管理中，起参谋、助手、纽带作用；部分初版教材和新任主编，请主审协助质量把关。第三轮中等医学教材由人民卫生、河北教育、山东科技、江苏科技、浙江科技、安徽科技、广东科技、四川科技和陕西科技九家出版社出版。

希望各校师生在使用规划教材的过程中，提出宝贵意见，以便教材质量能不断提高。

卫生部教材办公室

1995年10月

## 全国中等医学教材编审委员会

主任委员：姜寿葆

副主任委员：陈咨蓂 殷冬生

委员：（以姓氏笔画为序）

马惠玲 王同明 方茵英 王德尚 延民 那功伟  
朱国光 吕树森 李绍华 李振宗 李振林 陈心铭  
吴忠礼 杨华章 洪启中 洪思勳 郭常安 张冠玉  
张甫恭 殷善堂 董品沛 谭筱芳

## 前 言

本书是1994年卫生部组织编写、修订的中等医学第三轮规划教材,主编和编者由卫生部教材办公室审定聘任。该书是在第二版《营养与食品卫生学》教材的基础上,以1994年卫生部颁布的中等预防医学专业教学计划和教学大纲为依据进行修订的。

本教材突出体现专业培养目标和医学模式的转变,强化基础理论、基本知识和实践技能,适当反映本学科发展的新理论和新技术,注重理论知识与工作实际相结合的能力培养,为此,加强了食品卫生监督管理内容和实习实验部分,体现培养中级实用型卫技人才的目标。

本书也是该专业统编教材历届版本的延续,编写组担负着承前启后的任务,因此,在这次编写、修订过程中尽可能把前几版教材中的适宜内容继承下来,以对为本学科教材建设作出贡献的先辈们表示敬意。

在本教材编写、修订过程中,得到教材编审委员会的支持与帮助,在青岛医学院李珏声教授的具体指导下,完成了全书的编写、修订与审定任务,在此一并表示衷心感谢。编写组全体教师虽在编写、修订中尽了最大努力,但由于水平和经验所限,缺点和错误之处在所难免,恳请同道和使用本书的师生给予批评、指正。

编者

1996年8月

# 目 录

绪 论 .....	1
第一章 营养学概论 .....	5
第一节 人体营养基础 .....	5
一、蛋白质 .....	5
二、脂类 .....	10
三、碳水化合物 .....	12
四、热能 .....	14
五、无机盐与微量元素 .....	17
六、维生素 .....	23
第二节 各类食品的营养价值 .....	29
一、植物性食品的营养价值 .....	29
二、动物性食品的营养价值 .....	32
第三节 合理营养 .....	34
一、合理营养的概念与基本要求 .....	34
二、食物结构与膳食指南 .....	34
三、食物烹调的意义及合理烹调的要求 .....	36
第四节 特殊生理人群的营养与膳食 .....	37
一、孕妇、乳母的营养需要及膳食特点 .....	37
二、小儿的营养需要与膳食特点 .....	40
三、中老年人的营养需要及膳食特点 .....	41
第五节 营养调查 .....	43
一、营养调查目的和内容 .....	44
二、膳食调查的意义和方法 .....	44
三、营养状况临床检查和生化检验 .....	47
四、营养调查结果的分析与评价 .....	49
第二章 食品卫生学总论 .....	51
第一节 食品污染及其对人体健康的影响 .....	51
一、食品污染的概念和分类 .....	51
二、食品污染对人体健康的影响 .....	52
三、防止食品污染的一般措施 .....	52
第二节 食品的细菌污染与腐败变质 .....	53
一、食品的细菌污染 .....	53
二、食品腐败变质 .....	54
第三节 食品保藏 .....	56

一、低温保藏 .....	56
二、高温灭菌保藏 .....	57
三、脱水保藏 .....	58
四、盐腌、糖渍和酸渍法保藏 .....	59
五、辐照保藏 .....	60
第四节 真菌毒素对食品的污染及预防 .....	60
一、概述 .....	60
二、黄曲霉毒素 .....	63
三、与食品污染关系密切的其它真菌毒素 .....	64
第五节 农药对食品的污染与预防 .....	65
一、农药污染食品的途径 .....	65
二、常用农药对食品的污染和毒性 .....	66
三、控制农药对食品污染的措施 .....	68
第六节 有害金属对食品的污染及其预防 .....	69
一、汞对食品的污染 .....	69
二、镉对食品的污染 .....	70
三、铅对食品的污染、危害及预防措施 .....	70
第七节 N-亚硝基化合物对食品的污染 .....	71
一、N-亚硝基化合物污染食品的来源及合成条件 .....	71
二、N-亚硝基化合物污染食品对人体的危害 .....	72
三、防止食品污染措施 .....	72
第八节 食品容器和包装材料的卫生 .....	73
一、塑料容器、包装材料的卫生问题 .....	73
二、橡胶、涂料、陶瓷和包装纸的卫生问题 .....	75
第九节 食品添加剂 .....	76
一、食品添加剂的概念及使用要求 .....	76
二、常用的食品添加剂 .....	76
<b>第三章 各类食品的卫生 .....</b>	<b>81</b>
第一节 谷类食品的卫生 .....	81
一、谷类食品的主要卫生问题 .....	81
二、粮谷贮存、加工中的卫生问题 .....	82
第二节 豆类与豆制品的卫生 .....	82
一、大豆的合理加工 .....	82
二、豆制品的卫生要求 .....	83
第三节 蔬菜、水果的卫生 .....	84
一、蔬菜水果的主要卫生问题 .....	84
二、蔬菜水果的加工、贮存、运输和销售中的卫生要求 .....	85
第四节 肉类食品的卫生 .....	85
一、屠宰后肉品的理化变化 .....	85

二、屠宰过程的卫生要求 .....	86
三、肉品运输、销售过程中的卫生要求 .....	86
四、常见病畜肉的鉴定与处理 .....	86
五、熟肉制品的卫生要求 .....	88
<b>第五节 奶类食品的卫生 .....</b>	<b>89</b>
一、奶的理化特性 .....	89
二、奶的卫生问题 .....	89
三、挤奶过程的卫生 .....	90
四、奶的消毒 .....	90
五、奶的卫生质量要求 .....	91
<b>第六节 水产食品的卫生 .....</b>	<b>91</b>
一、鲜鱼死后变化及保鲜 .....	91
二、鱼类的主要卫生问题 .....	92
三、其它水产品的卫生问题 .....	93
<b>第七节 禽、蛋食品的卫生 .....</b>	<b>93</b>
一、禽肉的卫生问题 .....	93
二、蛋类的卫生问题 .....	94
<b>第八节 食用油脂和调味品的卫生 .....</b>	<b>95</b>
一、食用油脂的卫生问题及防止措施 .....	95
二、酱油、食盐、食醋、味精的卫生问题及防止措施 .....	97
<b>第九节 酒类和罐头食品的卫生 .....</b>	<b>98</b>
一、酒类的主要卫生问题及其预防 .....	98
二、罐头食品的主要卫生问题及卫生鉴定处理 .....	99
<b>第十节 冷饮食品的卫生 .....</b>	<b>101</b>
一、冷饮食品原料的卫生要求 .....	101
二、冷饮食品的污染问题 .....	101
三、冷饮食品生产过程的卫生要求 .....	102
四、冷饮食品的卫生管理 .....	103
<b>第四章 食物中毒及预防 .....</b>	<b>104</b>
<b>第一节 食物中毒概述 .....</b>	<b>104</b>
一、食物中毒的概念 .....	104
二、食物中毒的流行病学特点 .....	104
三、食物中毒的分类 .....	105
<b>第二节 细菌性食物中毒 .....</b>	<b>105</b>
一、概述 .....	105
二、沙门菌属食物中毒 .....	107
三、副溶血性弧菌食物中毒 .....	110
四、变形杆菌属食物中毒 .....	111
五、致病性大肠杆菌食物中毒 .....	113

六、葡萄球菌肠毒素食物中毒 .....	114
七、肉毒梭菌毒素食物中毒 .....	116
八、蜡样芽孢杆菌食物中毒 .....	118
第三节 有毒动植物中毒 .....	120
一、河豚鱼中毒 .....	120
二、鱼类引起的组胺中毒 .....	122
三、毒草中毒 .....	123
第四节 化学性食物中毒 .....	128
一、砷化物中毒 .....	128
二、亚硝酸盐中毒及肠原性青紫症 .....	129
第五节 赤霉病麦和变质甘蔗中毒 .....	132
一、赤霉病麦食物中毒 .....	132
二、霉变甘蔗中毒 .....	132
第六节 食物中毒的调查处理及管理 .....	133
一、食物中毒的抢救与组织 .....	133
二、食物中毒的现场调查和处理原则 .....	134
三、食物中毒的管理 .....	135
<b>第五章 食品卫生监督和管理 .....</b>	<b>137</b>
<b>第一节 食品企业预防性卫生监督 .....</b>	<b>137</b>
一、食品企业设计卫生审查 .....	137
二、产品配方及生产工艺审查 .....	139
三、食品从业人员的健康检查 .....	139
四、《卫生许可证》的发放与管理 .....	140
<b>第二节 饮食业与集体食堂卫生监督 .....</b>	<b>141</b>
一、饮食业与集体食堂的特点 .....	141
二、饮食业与集体食堂建筑设计卫生审查 .....	142
三、饮食业与集体食堂经常性卫生监督 .....	144
四、食具洗涤和消毒的卫生监测 .....	145
<b>第三节 食品卫生质量鉴定 .....</b>	<b>146</b>
一、食品卫生质量鉴定的应用 .....	146
二、食品卫生质量鉴定的步骤和方法 .....	146
<b>第四节 食品卫生标准及制定的依据和程序 .....</b>	<b>150</b>
一、食品卫生标准的内容 .....	150
二、食品安全性毒理学评价程序 .....	151
三、食品中有害化学物质食品卫生标准的制定 .....	152
<b>第五节 食品卫生的法律规范 .....</b>	<b>153</b>
一、食品卫生法 .....	153
附 中华人民共和国食品卫生法 .....	154
二、食品卫生法规体系 .....	160



三、食品卫生执法 .....	161
<b>实习指导</b> .....	167
实习一 维生素 B <sub>2</sub> 尿负荷试验及测定方法(荧光法) .....	167
实习二 蔬菜水果中总抗坏血酸测定(2,4-二硝基苯胍比色法) .....	168
实习三 膳食调查 .....	170
实习四 人体营养状况的体检与评价 .....	174
实习五 一周食谱的编制 .....	180
实习六 食品中食用合成色素的测定 .....	183
实习七 食品细菌学检验 .....	185
实习八 鲜奶的卫生检验 .....	188
实习九 白酒中甲醇含量的测定 .....	189
实习十 食品中化学毒物快速检验 .....	191
实习十一 食物中毒事例资料分析 .....	194
实习十二 食品卫生法违法案例讨论 .....	197
实习十三 食品企业现场参观 .....	200
<b>附表 推荐每日膳食中营养素供给量</b> .....	202

# 绪 论

## 一、营养与食品卫生学的概念和内容

营养与食品卫生学是研究人类营养和食物与健康关系的科学，是我国预防医学教育中的重要专业课程之一，也是重要的卫生防疫工作内容。这门课程实际上包含营养学与食品卫生学两门学科，二者各有自己的理论体系、研究范围、内容和方法学，而作为它们的主要研究对象又都具有人类的食物与人体健康的影响关系，所以，二者是既有区别又有密切联系的两门学科。营养学是研究人体营养规律及其改善措施的科学，它是人们合理饮食的指南。食品卫生学是研究食品中可能威胁人体健康的有害因素及其预防措施，提高食品卫生质量，保护食用者饮食安全的科学。总之，学习与研究营养与食品卫生学的目的是贯彻“预防为主”的卫生工作方针，通过食物和营养来保证人民健康，增强人民体质，提高人体对疾病和外界有害因素的抵抗力，降低发病率和死亡率，提高工作劳动效率和延长人类寿命。

随着我国社会经济、科学技术的发展和人民生活水平的逐步提高，要求营养与食品卫生工作的科学性和实践性愈来愈高，作为营养与食品卫生工作者必须掌握本门学科的基本理论和实践工作的技能，为此，本书主要阐述了以下内容：

1. 营养学概论 主要叙述人体对各种营养素和热能的需要，各类食品的营养价值，合理营养，特殊生理状况人群的营养与膳食以及营养调查。
2. 食品卫生学总论 讨论食品污染的主要因素、可能产生的危害及预防措施。如细菌、真菌及毒素、农药、有害金属、食品包装材料和食品添加剂等。
3. 各类食品的卫生 讨论几类主要食品在生产、加工、储存、销售过程中的卫生问题及卫生要求。
4. 食物中毒及其预防 简述食物中毒的概念、特点，根据病原不同分别讨论了食物中毒的发病机制、中毒临床表现和预防措施。
5. 食品卫生监督和管理 介绍保证食品卫生质量和食品卫生管理的工作方法，食品卫生质量鉴定的范围和食品卫生标准制定程序，重点讨论我国“食品卫生法”的内容和实施执法监督工作中的问题。
6. 实习指导 包括本课程十三个实习的实验操作方法。

## 二、营养与食品卫生学在预防医学中的地位

随着我国社会经济、科技、文化的发展和医学的不断进步，未来的卫生服务已不是单纯的治疗服务，而是集治疗、预防保健和社会医学服务于一体的综合性服务，21世纪的中国卫生事业将是以防保健为主，具有中国特色的社会主义卫生事业。因此，预防医学将成为医学发展的重点学科，营养与食品卫生学是预防医学范畴中的重要学科之一，也面临着新的发展前景。“中国2000年预防保健战略目标”重点强调了预防

疾病，增进人群健康和提高生命质量的问题。本学科研究的内容既包含食物的营养卫生和合理营养，又涉及与人的生长、发育、健康和长寿相关的问题。人从胚胎期开始到生命止息都需要营养供给，因此认为营养是维持生命的物质基础。人们每天通过进食吸取身体所需的各种营养素，以供给正常的生长发育和从事各种社会活动的需要。人体需要的营养素约有几十种，概括为七大类：蛋白质、脂类、碳水化合物、维生素、无机盐、水和食物纤维。各种营养素都有独特的营养功能，一种营养素可兼有几种生理功能，各种营养素的生理功能可归纳为构成身体细胞、组织，供给热能和调节生理功能。

我们的祖先很早就认识到饮食营养在保健中的重要作用。2000多年前，我国最早的医书《黄帝内经·素问》即总结出“五谷为养、五果为助、五畜为益、五菜为充”科学的配膳原则，确切地指出配制正常人合理膳食所需的食物及各类食物在膳食中的地位。五谷杂粮供给人类热能以养生；动物性食品供给动物蛋白质以补充主食之不足，有益于健康；水果生食以供给易破坏的维生素辅助饮食其它成分；蔬菜可供给无机盐、维生素以及食物纤维，有充盈的作用。这些观点也是符合现代营养科学观点和原则的。随着科学的发展，人们逐渐掌握了生、老、病、死的规律，更加明确营养在生命过程中的重要作用。认识到合理营养不仅能提高一代人的健康水平，而且关系到改善民族素质，造福子孙后代。反之，如果营养失调，营养过剩或不足都会给健康带来不同程度的危害。如饮食无度，营养过剩可导致肥胖症、糖尿病、胆石症、动脉硬化、高血压及心脑血管疾病，还可成为某些肿瘤和多种疾病的诱因。营养缺乏或不足所产生影响也很复杂，涉及到优生、优生、免疫功能、预期寿命和劳动能力等各个方面。如孕期营养不良可导致早产、流产，甚至畸胎、死胎。婴幼儿营养不良，可发生体格瘦弱，智力发育不良，患病率和死亡率增高。合理营养可促进婴幼儿的生长发育，改进成年人的健康状况，使人精力充沛，体格健壮，生产、工作效率提高，对疾病的抵抗力增强，并可使壮年期延长，防止过早衰老，从而延长寿命。

食品的卫生质量对人体健康的影响更加直接和重要，食品受到病原微生物的污染可引起食物中毒、胃肠传染病和寄生虫病，有害化学物质污染食品不仅可引起急、慢性中毒，还可给人们带来慢性潜在性危害。随着工农业生产的发展，工业“三废”（废气、废水、废渣）和农药、化肥对食品的污染问题日益严重，食品工业生产中使用食品添加剂和各种容器及包装材料，也成为食品污染的重要问题，如何防止和消除这些危害是当前食品卫生工作的重要内容，所以营养与食品卫生学是直接关系着人民健康的一门科学，它在预防医学中占有极其重要的地位。

### 三、建国以来营养与食品卫生工作的主要成就

建国以后，在中国共产党和人民政府的领导下，我国的营养科学和人民的营养事业有了进一步发展。建国初期整顿设置了营养科研机构，在各级医学院校开设了营养卫生课程、培养人才建立专业队伍。1949年至1951年对我国293项食物中六种维生素进行了测定，填补了部分食物成分分析工作的空白，并编著出版了《食物成分表》。1959年开展了我国历史上第一次全国性营养调查，完成了27个省、市、自治区中50万人口的四季膳食调查，9万人次的体格检查和2万人次的生化检验。通过调查掌握了

全国人民基本营养状况，为政府制定粮食定量分配政策提供了科学依据。在此基础上，1963年中国生理科学会提出了我国每人每日膳食营养素推荐供给量。1982年和1992年我国又进行了第二、第三次全国性营养调查，与1959年的第一次调查结果比较，显示我国人民的营养水平在逐步提高。1988年中国营养学会根据我国人民的实际营养状况和社会经济发展水平，修订了每人每日膳食中营养素推荐供给量（见附表），这个现行推荐供给量与1981年推荐供给量比较，营养素供给量定的更加具体合理，并增加微量元素锌、硒、碘和维生素E的供给标准，因此，该推荐供给量对评价人群膳食，制定食物发展计划更具有参考价值。根据全国营养调查和卫生部门的疾病统计资料，表明我国居民既有食物品种单调或短缺造成的营养缺乏病，也有由于膳食不平衡所形成的与营养失调有关的疾病，而体重超常或肥胖，无论在儿童或成年人已成为我国经济发达地区的现实营养问题，营养指导已是全社会刻不容缓的需求。为此，中国营养学会1989年10月又提出我国居民膳食指南：“食物要多样，饥饱要适当，油脂要适量，粗细粮要搭配，食盐要限量，甜食要少吃，饮酒要节制，三餐要合理”。这个“指南”对于指导居民科学搭配膳食和合理消费食物具有重要的意义。随着我国经济的发展和人民生活水平的提高，我国人民的食物状况已发生了深刻的变化，开始进入一个新的重要发展阶段，国务院于1993年2月9日发布了我国《九十年代中国食物结构改革与发展纲要》，这个“纲要”对正确地引导我国食物结构的改革和调整，促进食物生产与消费的协调发展，尽快建立科学、合理的食物结构，不断提高我国人民的营养水平和身体素质，具有重要而深远的意义。

我国建国前食品卫生工作基础十分薄弱，全国没有统一的食品卫生监督管理机构和法规。建国之后，在预防为主卫生工作方针指引下，食品卫生工作才得以发展。1950年我国开始建立各级卫生防疫站，内设食品卫生科（组），开展了食品卫生监督管理工作，同时，还建立有关的研究机构和专业机构，陆续制定了许多食品卫生质量要求和卫生管理办法。在此基础上，1978年和1979年先后制定并公布了全国食品卫生标准和食品卫生管理条例，这个标准和条例的公布执行，一方面为食品卫生监督管理工作提供了法规依据，推动了食品卫生工作，同时规定了全国统一食品卫生检验方法，作为食品卫生技术规范，对保证食品卫生质量起了重要作用。1982年全国人民代表大会常务委员会通过并发布了《中华人民共和国食品卫生法（试行）》，依法施行了食品卫生监督，开创了我国食品卫生法制管理的新纪元。近十多年来，全国依照食品卫生法（试行）进行食品卫生监督管理工作，在食品卫生领域取得显著成绩：①建立健全了食品卫生监督检测机构；②加强了食品卫生监督管理工作；③扩大了食品卫生专业队伍；④提高了食品卫生合格率。随着我国社会主义市场经济体制的建立，食品卫生监督管理工作也要逐步适应市场经济的特点，为尽快建成具有中国特色的食品卫生监督管理体制，国家立法机关及时修订了《食品卫生法（试行）》，全国人民代表大会常务委员会于1995年10月30日又通过并发布了《中华人民共和国食品卫生法》，将我国食品卫生监督管理工作推向一个新的阶段。

#### 四、我国营养与食品卫生工作的重点

我国的营养与食品卫生工作经过过去的发展建设，已经取得显著的成绩，为进一

步发展提高奠定了良好的基础。展望未来，随着我国社会经济的发展和人民物质文化生活的提高，特别是市场经济体制下，出现食品生产经营和第三产业大发展的新形势，将给营养与食品卫生工作带来更加繁重的任务，因此，本专业今后的工作重点主要是以下几个方面：

1. 深入调查研究我国人民迫切需要解决的营养问题，从当前我国的国情出发，提出切实可行的解决措施。以我国的膳食指南和《九十年代中国食物结构改革与发展纲要》为依据，合理调整广大群众的食物结构，不断提高我国人民的营养水平，增强全民族的身体素质。

2. 加强对《食品卫生法》的学习与研究，进一步完善我国的食品卫生法制管理体制和机构，补充制定与《食品卫生法》配套的有关管理办法和细则，培训食品卫生执法监督队伍，提高监督人员的素质和业务水平。

3. 继续加强食物中毒及其他食源性疾病预防措施的研究，提高科学管理水平，强化报告制度和实行目标管理，建立食物中毒预防和管理规范。

4. 开展营养与食品卫生宣传教育，普及科学知识，通过各种宣传媒介和卫生咨询服务等多种渠道，提高群众的饮食营养和食品卫生知识水平。

5. 进一步研究与完善食品添加剂、食物新资源的安全性评价、标准制定和审批等方面的工作程序及工作方法。

6. 不断研究与提高食品卫生质量鉴定和食品毒理、食品微生物、食品化学的检测水平，进一步开发准确、迅速、方便的现场食品卫生质量检验法和掺杂使假的检出法。

总之，我国的营养与食品卫生工作任重而道远，作为预防医学专业的学生要热爱本专业的各门学科及其实际工作，立志为人民的卫生保健事业做出自己的贡献。

(山东省淄博第二卫生学校 杜希贤)

# 第一章 营养学概论

“营养”这个词虽然早已为人们的日常生活所习用，但是，对它的确切含义未必都能正确理解。“营养”一词即是“谋求养生”的意思，确切地说，应当是“利用食物中有益成分谋求养生”。但在通常的语言中有时把“营养”当作食物中的营养成分含量多少和质量好坏来使用，比如常说某种食物“有无营养”，或说某人需要“增加营养”等等。比较准确的含义是：营养是人体摄取、消化、吸收和利用食物中的营养素来维持生命活动的整个过程，营养是一种作用，而不宜简单理解为营养物质。

随着我国社会主义经济的日益发展和人民物质文化水平的逐步提高，人民群众也愈来愈迫切地要求了解营养知识。由于过去对营养学的基础理论和基本知识的普及不够，人们对营养有许多错误的理解，不仅造成经济上的一些浪费，也给健康带来不良影响，因此，普及营养知识，指导人们讲求合理营养与食物消费，也是预防医学工作者义不容辞的职责。人体需要的营养素约有几十种，现在概括为七大类：蛋白质、脂类、碳水化合物、维生素、无机盐、水和食物纤维。各种营养素都有独特的营养功能，一种营养素可兼有几种生理功能，各种营养素的生理功能可归纳为构成身体细胞组织、供给热能和调节生理功能。

(山东省淄博第二卫生学校 杜希贤)

## 第一节 人体营养基础

### 一、蛋白质

蛋白质是生命的物质基础，是机体的重要组成成分。成人体内蛋白质约占体重的16%~19%。

#### (一) 蛋白质的生理功能与缺乏症

1. 构成身体组织，促进生长发育 蛋白质是构成细胞、组织、器官的主要成分。儿童在生长发育期间，新细胞不断形成，组织、器官不断发育，蛋白质是主要原料。成年人新陈代谢过程中，体内组织蛋白的不断分解，或由于组织损伤和疾病造成的组织破坏，均需蛋白质补充修复。

2. 构成体内许多有重要生理作用的物质 如在机体代谢中具有催化和调节作用的酶和激素，运输氧的血红蛋白，肌肉收缩的肌纤维蛋白和构成支架的胶原蛋白等。

3. 免疫系统重要的物质基础 蛋白质是体内抗体及白细胞的重要组成部分，并参与免疫系统和对一些有毒物质的解毒作用，使机体对外来微生物和其他有害因素具有一定的抵抗力。机体摄入蛋白质不足，可使白细胞和抗体量减少，降低机体的抵抗力。

4. 维持体内的酸碱平衡和水分在体内的正常分布，蛋白质还与遗传信息的传递及许多重要物质的运输有关。

5. 供给机体热能 蛋白质的元素组成主要有碳、氢、氧和氮，还可能含有少量的

硫和磷等。碳水化合物和脂肪中只有碳、氢、氧，不含氮，在三大营养素中蛋白质是人体中氮的唯一来源。人体每日消耗的热能也有部分来自蛋白质。

正常成年人体内蛋白质含量相对稳定。人体每天必须从食物中摄取一定量的蛋白质，并在肠道内分解成各种氨基酸和小分子的肽而被吸收，然后通过血液送到身体各组织，再合成人体的各种蛋白质，以补偿组织生长、更新和修复的消耗，使人体蛋白质处于动态平衡。直接测定食物中所含蛋白质和体内消耗蛋白质比较困难，常用测定蛋白质中氮的含量来确定食物中蛋白质含量。人体蛋白质需要量和评价蛋白质的营养状况通常以氮平衡来测定。氮平衡状态有三种情况：①氮平衡，即摄入氮与排出氮相等，表明组织蛋白质的分解与合成处于平衡状态，见于正常成年人；②正氮平衡，摄入氮量大于排出氮量，正常生长发育的儿童、青少年，孕妇及恢复期病人体内大量组织新生，其摄入的蛋白质除了补偿组织代谢消耗外，还有部分新组织形成，均处于正氮平衡；③负氮平衡，摄入氮量小于排出氮量，蛋白质摄入不足、消耗性疾病及吸收不良时出现负氮平衡。负氮平衡的出现，表示组织蛋白质分解加速，特别是更新速度快的组织如小肠、肝首先受到影响。氮平衡状态可用下式表示：

$$\text{摄入氮} = \text{尿氮} + \text{粪氮} + \text{通过皮肤排出的氮}$$

经测定膳食中完全不含蛋白质时，65kg体重的成年男子每天仍将排出约3.5g氮，相当于22g蛋白质，这种氮的损失是机体不可避免的消耗，称为必要的氮损失。故要维持成年人氮平衡每天至少从膳食中补充22g蛋白质。对于儿童、青少年、孕妇、乳母除维持蛋白质更新外，还要考虑新组织形成的需要。

当蛋白质长期摄入不足，幼儿及青少年表现为生长发育迟缓、消瘦、体重过轻，甚至智力发育障碍；成年人则出现疲倦，体重显著下降，肌肉萎缩、贫血、血浆蛋白降低，严重的可引起营养性水肿；女性出现月经障碍，乳汁分泌减少。蛋白质缺乏往往与热能缺乏同时发生，称为蛋白质-热能营养不良（PEM）。蛋白质-热能营养不良分为两种类型：①水肿型营养不良；又称恶性营养不良，以蛋白质缺乏为主。②干瘦型营养不良：是蛋白质和热能都严重缺乏所引起的，多见于1岁左右的儿童。

## （二）必需氨基酸的概念、种类和氨基酸模式

人体蛋白质由20多种氨基酸组成，其中有些氨基酸人体不能合成或合成速度比较慢，不能满足机体的需要，必须由食物供给，这些氨基酸称为必需氨基酸。另一些氨基酸也是机体所必需的，但能在体内合成或可由必需氨基酸转变而来，不一定通过食物来供给，称为非必需氨基酸。人体需要的必需氨基酸有八种，即亮氨酸、异亮氨酸、赖氨酸、苯丙氨酸、蛋氨酸、苏氨酸、色氨酸和缬氨酸。此外，组氨酸对婴幼儿也是必需氨基酸。近年来有人证明组氨酸也是成人必需氨基酸，WHO并于1985年提出成人每日需8—12mg/kg。由于胱氨酸与酪氨酸可分别由蛋氨酸和苯丙氨酸转变而成，膳食中胱氨酸与酪氨酸充裕时可以节约蛋氨酸30%和苯丙氨酸50%，所以计算氨基酸数量应将蛋氨酸和胱氨酸、苯丙氨酸和酪氨酸分别合并计算。因为组成人体各种组织细胞蛋白质的氨基酸是按一定比例组成的，所以人体对各种必需氨基酸的需要也要有一定数量及比例关系。每日膳食中提供的各种必需氨基酸也需要与此比例一致，才能在体内被充分的利用。各种必需氨基酸间的相互比例称为氨基酸构成比例，或称氨基酸模式。FAO/WHO提出的人体必需氨基酸需要量和氨基酸组成模式见表1-1。

表 1-1 每日必需氨基酸需要量估计及氨基酸需要量模式\*

氨基酸	需要量 [mg/ (kg·d)]				氨基酸模式	
	3~4 月龄婴儿	2岁 幼儿	10~12 岁	成人	比值 (mg/g)	比值
组氨酸	28	?	?	8-12		
异亮氨酸	70	31	30	10	40	4.0
亮氨酸	161	73	45	14	70	7.0
赖氨酸	103	64	60	12	55	5.5
蛋氨酸+胱氨酸	58	27	27	13	35	3.5
苯丙氨酸+酪氨酸	125	69	27	14	60	6.0
苏氨酸	87	37	35	7	40	4.0
色氨酸	17	12.5	4	3.5	10	1.0
缬氨酸	93	38	33	10	50	5.0
合计(组氨酸不计)	714	352	261	84	360	

\* FAO/WHO, 1983

如果一种必需氨基酸数量不足, 则其它氨基酸也不能被充分利用, 蛋白质则合成受限; 相反, 如果一种必需氨基酸过多, 同样会影响氨基酸间的平衡。所以当必需氨基酸供给不足或不平衡时, 蛋白质合成均受影响, 可出现蛋白质缺乏的症状。

### (三) 蛋白质的互补作用和食物蛋白质营养价值的评价指标

当几种蛋白质营养价值较低的食物同时混合食用时, 其中的必需氨基酸可相互补充, 使各种必需氨基酸在比例上接近人体的需要, 这样比原有的任何一种蛋白质的生物学价值都高, 称为蛋白质的互补作用(表 1-2)。混合膳食是我国居民的传统饮食形式, 常用的荤素搭配、粮菜同食、粗细粮搭配都可以提高蛋白质利用率。产生互补作用的食物最好同时食用, 间隔不宜超过 5 小时。随着时间的延长而逐渐降低, 如超过 8 小时, 食物之间便不再起互补作用。为了充分发挥蛋白质的互补作用, 食物种类应多样化, 避免偏食。

表 1-2 几种粮食的蛋白质互补作用

食 物	蛋 白 质 生物学价值	粮食的组成 (%)		
		(1)	(2)	(3)
高 粱	56	30	—	—
玉 米	60	50	75	40
小 米	57	—	—	40
黄 豆	65	20	25	20
混合蛋白质生物学价值		75	76	83

评价食物蛋白质营养价值的高低, 可以从食物蛋白质含量、蛋白质消化率、蛋白



质生物学价值、蛋白质功效比值、必需氨基酸含量及氨基酸模式几方面加以衡量。

1. 食物蛋白质含量 食物中蛋白质含量虽然不能决定一种食物蛋白质营养价值的高低，但评定一种食物蛋白质营养价值时应以含量为基础。多数蛋白质的平均含氮量为16%，所以测得含氮量乘以6.25（100/16，即蛋白质换算系数），即为蛋白质含量。实际上各种蛋白质的换算系数不同，准确计算时，应按各类食物的含氮量分别采取不同的蛋白质换算系数（表1-3）。

表1-3 常用食物蛋白质的换算系数

食 物	蛋白质换算系数	食 物	蛋白质换算系数
米	5.95	棉 籽	5.30
全小麦	5.83	蛋	6.25
玉 米	6.25	肉	6.25
大 豆	5.71	奶	6.38
花 生	5.46		

2. 蛋白质消化率 蛋白质消化率是反应蛋白质被机体消化酶分解程度的指标。公式为：

$$\text{蛋白质真实消化率 (\%)} = \frac{\text{食物中被消化吸收的氮}}{\text{食物中含氮总量}} \times 100$$

$$= \frac{\text{食物中含氮总量} - (\text{粪中排出氮} - \text{粪代谢氮})}{\text{食物中含氮总量}} \times 100$$

粪中排出氮包括食物中不能被吸收的氮和脱落的肠粘膜细胞及死亡的肠道微生物两部分，后者又称“粪代谢氮”。粪代谢氮是在人体进食足够热量，但完全不含蛋白质的情况下测得粪中的氮量，一般24小时粪代谢氮为0.9~1g，在测定食物蛋白质消化率时，如将粪代谢氮略去不计，则测得结果称为蛋白质表观消化率。由于表观消化率比真实消化率的计算值低，实际上增大了安全系数，并且使用方便，故一般多使用表观消化率。

各种食物蛋白质因种类及加工烹调方法不同其消化率不同。植物性食物由于含膳食纤维多，常包裹蛋白质，影响蛋白质的消化吸收率。不同加工烹调方法对蛋白质的消化率也有很大影响，大豆如整粒食用蛋白质消化率仅为65%，若加工成豆腐，蛋白质消化率可提高到92%~96%。

3. 蛋白质生物学价值 蛋白质生物学价值是表示蛋白质吸收后在体内被利用的程度。生物学价值越高该蛋白质利用率越高。公式为：

$$\text{蛋白质生物学价值} = \frac{\text{氮储留量}}{\text{氮吸收量}} \times 100$$

$$\text{氮吸收量} = \text{食物氮} - (\text{粪氮} - \text{肠道代谢废物氮})$$

$$\text{氮储留量} = \text{氮吸收量} - (\text{尿氮} - \text{尿内源氮})$$

尿内源氮为机体不摄入蛋白质时尿中所排出的氮，主要来源于组织分解，成年人24小时尿内源氮为2~2.5g。几种常用食物蛋白质的生物学价值见表1-4。