

全国中等卫生学校教材

营养与食品卫生学

(供卫生医士专业用)

周毓珍 主编

刘毓谷 主审

人民卫生出版社

全国中等卫生学校教材

营养与食品卫生学

(供卫生医士专业用)

周 韞 珍 主 编

朱 清 华
吕 震 亚 编 写

黄 连 珍

刘 毓 谷 主 审

人 民 卫 生 出 版 社

编写说明

本书是根据1983年11月卫生部在重庆召开的全国中等卫生学校教材审编会议上所制定的编写原则和教学计划进行编写的。主要供中等卫生学校卫生医士专业四年制教学之用，也可供其它中级医务、卫生防疫人员参考使用。本书由同济医科大学周韞珍主编，刘毓谷主审；同济医科大学朱清华、黄连珍和武汉市卫生学校吕震亚参加了编写。

全书共分六章，主要内容有营养学概论、食品卫生学总论、各类食品及其卫生、食物中毒及其预防、食品卫生监督和管理及实习指导。此外，并附有教学大纲、《每日膳食中营养素供给量》(1981年修订)、《我国食品添加剂使用卫生标准》(1981)和《中华人民共和国食品卫生法》。

在编写过程中，参照了1980年全国中等卫生学校试用教材《营养及食品卫生学》，并广泛征求了全国20余所中等卫生学校对本书初稿的意见，在定稿期间并邀请了浙江省卫生学校、陕西省卫生学校和常德市卫生学校的有关老师参加了讨论，各位老师对本书给予了热情的支持和提供了很多宝贵意见。最后并请同济医科大学刘毓谷教授进行了审阅和修改。人民卫生出版社对本书的出版，也予以了很大的支持和帮助。在此谨向上述单位和同志致以衷心地感谢。

编写中，编者虽力图在教材中体现辩证唯物主义和历史唯物主义观点，和贯彻少而精的精神，同时力求适合中等卫生学校的教学特点，但限于编者的水平和经验，肯定有不少缺点和错误，恳请同道和读者给予批评和指正。

编者

目 录

绪 论	1
第一章 营养学概论	7
第一节 营养学基础	7
第二节 合理营养	29
第三节 不同生理状况下和高温作业工人的营养与膳食	34
第四节 提高我国人民营养水平的途径	42
第五节 营养调查	43
第二章 食品卫生学总论	48
第一节 食品污染及其对人体健康的影响	48
第二节 食品的细菌污染与腐败变质	50
第三节 食品保藏	53
第四节 霉菌毒素对食品的污染	57
第五节 农药对食品的污染及其预防	66
第六节 有害金属对食品的污染	70
第七节 N-亚硝基化合物对食品的污染	75
第八节 食品容器和包装材料的卫生	77
第九节 食品的放射性污染及其预防	80
第十节 食品添加剂	83
第三章 各类食品及其卫生	98
第一节 谷类食品及其卫生	98
第二节 豆与豆制品及其卫生	101
第三节 蔬菜、水果及其卫生	103
第四节 肉类食品及其卫生	105
第五节 奶类食品及其卫生	111
第六节 水产食品及其卫生	116
第七节 禽、蛋食品及其卫生	117
第八节 食用油脂及其卫生	120
第九节 调味品及其卫生	122
第十节 酒类及其卫生	124
第十一节 冷饮食品及其卫生	126
第十二节 罐头食品及其卫生	128
第四章 食物中毒及其预防	132
第一节 食物中毒概述	132
第二节 细菌性食物中毒	133
第三节 有毒动植物组织中毒	148

第四节	化学性食物中毒	159
第五节	赤霉病麦和变质甘蔗的中毒	164
第六节	食物中毒的调查和处理	166
第五章	食品卫生监督和管理	172
第一节	食品企业卫生	172
第二节	公共饮食行业的卫生	177
第三节	集贸市场和摊床的卫生	178
第四节	食品卫生质量鉴定	179
第五节	食品卫生标准及其制定的依据和程序	181
第六节	食品卫生法	184
第六章	实习指导	193
第一部分	营养调查	193
实习一	膳食调查	193
实习二	体格检查和维生素的负荷试验	196
第二部分	食品卫生检验	210
实习一	食品中黄曲霉毒素 B ₁ 的测定	210
实习二	食品中有机氯农药残留量测定	215
实习三	塑料食具的卫生检验	218
实习四	冷饮食品中糖精钠的测定	220
实习五	冷饮食品中食用合成色素的测定	223
实习六	鲜奶的卫生检验	225
实习七	酒的卫生检验	229
实习八	食品中化学毒物快速检验及急性毒性简易动物试验	232
实习九	食物中毒事例资料分析	236
实习十	食品企业卫生调查	240

绪 论

一、营养与食品卫生学的定义和内容

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，是预防医学的一个组成部分。营养与食品卫生学包括营养学和食品卫生学两部分。研究营养与食品卫生学的目的是根据“预防为主”的方针，通过食物和营养来保证人民健康，增强人民体质，提高机体对疾病和外界有害因素的抵抗能力，降低发病率和死亡率，提高劳动效率和延长人类寿命。

营养和食品卫生工作都是卫生防疫工作中重要内容之一。以往卫生防疫部门多以食品卫生工作为主，但近年来改善我国人民营养状况已引起广泛重视，营养工作已提到议事日程。作为营养与食品卫生工作者必须掌握营养学和食品卫生学两方面的理论基础和实际工作方法。为此，本教科书包括以下几方面的内容：

1. 营养学概论 主要讨论人体对能量和营养素的正常需要，特殊生理和特殊劳动条件下的营养和膳食，以及提高我国人民营养水平的途径等。

2. 食品卫生学总论 主要阐明可能影响食品卫生质量的各种主要因素及预防控制措施。例如，细菌、霉菌及其毒素、农药、有害金属、食品保藏、包装材料、放射性污染和食品添加剂等。

3. 各类食品及其卫生 讨论几类主要食品的营养价值和生产、加工、储藏中的有关卫生问题。

4. 食物中毒及其预防 根据病原不同分别讨论引起食物中毒的食物、食物中毒的发病机理、中毒表现和预防措施等。

5. 食品卫生监督和管理 主要讨论保证食品卫生质量和食品卫生管理的工作方法，食品卫生质量鉴定方法，并重点讨论了我国《食品卫生法》和食品卫生工作者执法等问题。

6. 实习指导 包括营养学和食品卫生学实验室一般实验方法。

二、营养与食品卫生学在预防医学中的地位

营养是维持生命的物质基础。人类自胚胎期起至生命止息都需要营养的补充，它是人体生长发育和从事一切活动所必需的条件之一。营养状况的好坏关系着一个民族的繁衍昌盛，是衡量一个国家经济和科学文化发达程度的标志。一个人的健康素质除受先天遗传因素影响外，后天的营养状况也与其有密切的关系。以日本为例（见下表），日本由五十年代后国民经济的增长，人民膳食营养的改善，对儿童少年的体格发育起到了良好的促进作用。

据我国黑龙江省调查，由于人民营养水平的提高，在最近1~5年时间里5岁儿童的体重和14岁儿童体重与身高的变化是显著的。特别是14岁儿童体重身高的变化最为显著。在1983~1984年的时间里，男孩体重增加了3.83公斤，身高增加了4.61厘米，

日本6岁、12岁、15岁男性儿童身高的变化*

年份	6岁	12岁	15岁	
1939	109.1厘米	137.8厘米	158.1厘米	1935年平均每人每年食用肉类2.15公斤, 蛋2.15公斤, 乳和乳制品12.7公斤, 鱼虾9.45公斤, 油脂1.1公斤
1948(战后)	108.1	135.0	158.7	
1953	109.4	137.9	157.6	1970年平均每人每年食用肉类13.1公斤, 蛋14.95公斤, 乳及乳制品27公斤, 油脂9.45公斤
1955	110.3	139.2	158.5	
1960	111.7	141.9	161.2	
1965	113.4	144.7	163.6	
1970	114.5	147.1	164.3	

*引自沈治平:大众医学第1期, p. 2, 1979。

女孩体重增加了1.89公斤, 身高增长4.16厘米。这种变化是为近期营养改善的重要标志。5岁儿童在营养较好的国家其体重低于同龄标准体重的百分比小于5%, 而营养严重缺乏的国家则高达50%以上, 黑龙江省城镇该项指标由1979年的32.60%猛降到1984年的0.25%, 已达到发达国家的水平。

营养与许多疾病的发生和发展有着密切关系。身体缺乏某种营养素时, 可产生营养缺乏症, 如维生素A缺乏出现夜盲症; 缺铁产生缺铁性贫血; 缺碘引起甲状腺肿大等。而某些营养物质过多也可能引起疾病, 如食物中胆固醇含量高促进动脉粥样硬化; 高脂肪和高糖膳食使人肥胖。同时膳食组成与某些癌症如肝癌、胃癌、结肠癌、乳腺癌的发生也有一定的关系。

合理营养可以提高劳动效率。膳食中有足够的热量、蛋白质、维生素等营养素可以减轻疲劳, 增强体力。此外合理营养还具有解毒和增强人体免疫功能的作用。当机体营养不良时易患传染病, 这与免疫功能受损有关。

食品卫生学是研究食品卫生质量, 防止食品中有害物质损害人体健康的科学。有许多疾病是由于吃了不卫生的食物而引起, 例如食物中毒和胃肠道传染病等。近年来更值得注意的是由于食品被污染而带给人们的慢性潜在性的危害。随着工农业的不断发展, 食品被污染的情况日益严重, 如何防止和消除这种危害, 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。

我国要在本世纪末实现四个现代化, 为了实现这一宏伟目标, 解决好十亿人民在新长征路上的吃饭问题尤为重要。作为营养与食品卫生工作者就应肩负起使人民膳食构成合理化的责任, 要广泛宣传营养知识, 改变人民中一些不符合营养及食品卫生要求的饮食习惯和食品制做方式方法, 使人民不但能吃得饱, 而且吃得合乎营养科学, 合乎卫生, 使我国人民的体质进一步增强, 使我们的国家更加繁荣昌盛。

三、建国以来营养与食品卫生工作的主要成就

(一) 我国营养科学的发展

我国在本世纪初即开始建立了营养学, 但有较大发展还是在全国解放以后。尽管我国从1918年开始就有关于食品成分分析方面的报告发表, 但直至1950年为止, 发表的

报告也不过只有 37 篇。从 1949 至 1951 年我国对 293 项食物中 6 种维生素进行了测定，填补了一部分食物成分分析工作中的空白，并编著了《食物成分表》。1958 年以后陆续积累了 118 种食物的氨基酸含量数据，1976 年测定了 15 种油脂和 44 种其它食物中的 32 种脂肪酸，这些数据使食物成分表的内容更加充实。

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 万人的四季膳食调查，9 万人次的体格检查，2 万人的生化检验。通过调查，掌握了全国人民的基本营养状况，为政府的粮食定量分配政策提供了依据，为粮食加工提供了科学数据。在这个基础上，营养学会提出了我国每人每日膳食营养素供给量的推荐标准。通过调查，还发现我国一些地方病也与营养状况有关，并提出了相应的改善措施，对减轻这些地区人民世代代的病痛起到了良好作用。

1982 年我国又进行了第二次全国性营养调查，与 1959 年的调查相比较，我国人民的营养水平有了很大的提高，但是每人每日营养素的平均摄入水平，与我国营养素供给量推荐标准的要求，还有一定的距离。所以如何提高我国人民的营养水平，仍为摆在我们面前的一项重要任务。与此同时也要注意随着人民生活水平的不断提高而相应产生的某些营养摄取过量的问题。目前我国城市居民的脂肪热量已接近 30%，且动物性脂肪所占比例逐年增高。据统计我国的心血管疾病和恶性肿瘤的死亡率已列为疾病死亡率的第一、二位。故对我国人民的膳食应提高到何种水平为佳，也是值得考虑的问题，应避免步西方国家的后尘。

此外，在 1956 年我国创办了营养学专业杂志《营养学报》，对交流和促进营养这一学科的发展起到了一定的作用。

营养科学在党的三中全会以后有了更新的发展。原在中国生理科学会领导下的营养学会，于 1985 年正式由国家科委批准为中国营养学会。目前有公共营养、妇幼营养、老年营养、特殊营养、临床营养、科普和新资源等七个专业组，数万名营养工作者正在为营养事业努力工作。

(二) 食品卫生监督、检验、研究系统的建立

解放前，全国没有统一的食物卫生监督管理，更没有法规制度。新中国成立以后，在党和国家的关怀下，食品卫生工作才得以发展。1953 年在全国范围内，建立了县及县以上的各级卫生防疫站，开展了食品卫生监督工作。此外，还建立了有关的研究机构和专业机构。一方面结合爱国卫生运动对各种主要食品和食品企业进行卫生管理工作，同时在广泛调查研究的基础上陆续制定了许多食品卫生质量要求和卫生管理办法，例如对冷饮、酒类、奶类、蛋制品和肉类食品等制定了相应的管理办法。

六十年代为了加强饮食行业的管理，卫生部和商业部共同颁发了《食品加工、销售、饮食业卫生五·四制》。在此期间还颁布了食品添加剂的卫生标准和食品卫生管理试行条例，这是我国第一个食品卫生基本法规。

1974 年国务院批转了“关于防止食品污染问题的报告”。报告中提出要大力加强食品卫生工作，成立食品卫生领导小组和食品卫生监督检验机构。自此，从中央到地方相继成立了食品卫生领导小组和相应的食品卫生监督检验机构，加强了监督检验和研究的手段与技术力量，逐步建立起食品卫生监督检验研究系统。自 1981 年后，全国卫生系统中，卫生防疫站、医学院校以及一些研究机构内从事食品卫生工作的专业人员逐年增

加。据 1983 年全国 18 个省市自治区的统计，卫生系统已有食品卫生专业人员 10,709 人，估计全国约为 13,000 人。至 1984 年全国有 22 个口岸食品卫生检验所，负责对进口食品进行监督和检验；有 22 个大专医学院校及 30 余所中等卫生学校设立了营养与食品卫生学教研室（或组），肩负着培养营养与食品卫生工作人员的任务。此外，铁道交通系统以及厂矿也都设有卫生防疫站，从事本部门范围内的食品卫生监督管理工作。轻工、商业、外贸、化工等食品经营部门，为了保证其食品或产品的卫生质量，也都在近十年内，建立或加强了本系统的食品卫生监督、检验并开展了研究工作。这些部门的食品卫生监督工作，与卫生系统有着经常性的联系。这样全国食品卫生监督工作在以卫生部为主，其它各部系统为辅，形成了全国性的食品卫生监督网，为保障消费者身体健康起到了重大作用。

虽然如此，我国食品卫生监督工作的设施和这支队伍人员数目与其它先进国家比较，还存在着较大的差距。例如日本人口 1.2 亿，食品卫生监督员 6,000 人，每两万人即可配备一名；美国的情况也相类似。仪器设备和经费相差也较远。今后尚待不断增强和提高。

（三）食品卫生法制体系的建立

从我国自身发展情况看，应该说，我国食品卫生立法是比较快的，这也是党和政府决心迅速使国家法制化的具体体现之一。

五十年代我国颁布了 20 项法规，六十年代颁布 13 项法规，这对当时的食品卫生管理工作是十分必要的。但这些都是单项法规，不是在有系统有组织地对食品卫生工作进行研究的基础上制定的。

七十年代由于国内外形势的发展以及我国食品污染情况比较严重，在全国范围内开始了大规模的试验研究工作。在大量数据的基础上，制定颁发了 74 项法规标准。与五十年代、六十年代相比，不但有了量的增加而且有了质的变化，即依据科学数据来制定法规和标准。

1982 年全国人民代表大会常务委员会通过了《中华人民共和国食品卫生法(试行)》，将条例上升为法律，这是我国食品卫生工作的一大跃进。食品卫生法对新食品、食品添加剂等做了审批规定；对违法者明确规定了应负的法律法律责任。法律责任分行政处罚、损害赔偿、刑事责任三个方面。这些规定确保了人民享有食品安全卫生的权利，确保了食品卫生监督和管理机构贯彻执行国家法律，将我国食品卫生工作推向了一个新的阶段。

近几年来，在食品卫生法及其它有关法规的推动下，使得全国食品卫生工作有法可依，在各方面取得了相当的成绩：①提高了食品合格率；②加强了群众性卫生监督；③扩大了食品卫生专职人员的队伍；④使食品卫生监督和管理工作得以实施。

（四）食品卫生工作取得的成绩

1. 制定了一套比较系统的食品卫生标准，管理办法和检验方法。

1973 年以来我国对食品卫生的各类问题如黄曲霉毒素、有机氯农药残毒、“三废”污染、食品添加剂、食物中毒等进行了广泛的调查研究，积累了数十万个数据，制定了一套比较完整的食品卫生标准和管理方法，目前已有千余种食品和食品添加剂有了卫生标准。为了保证食品的安全性和了解其潜在危害，国家经过试验研究和专家评议，提出了我国“食品安全性毒理学评价程序”，并于 1983 年由卫生部颁发试行。这是我国毒理

学立法的开始，从此使我国食品中有关化学物质的安全性评价有了法律依据和比较严格的要求，结束了完全依靠国外资料对国内产品进行评价的时代。

2. 大力开展食品卫生科学研究，为食品卫生监督奠定了基础。

食品卫生监督要以检验为后盾，而检验又必需以研究为基础。研究的重点，一方面是为实验室提供手段，另一方面则为监督和检验提供科学数据。建国以来，我国在以下几个方面取得了显著成绩：

(1) 在食物中毒方面，建立了多种细菌检验方法，并对各种细菌引起食物中毒的条件和规律进行了探索，尤其对副溶血性弧菌的研究，在噬菌体分型和血清学分型方面取得了很大成绩。在肉毒中毒方面发现了在我国引起肉毒中毒的食品和中毒症状的特点，是国外未报道过的。对死亡率可高达100%的酵米面中毒查出为黄杆菌的外毒素所引起，并确定了其结构式，为预防酵米面中毒提供了科学依据。

在有毒动植物中毒方面发现2%碳酸钠可破坏河豚鱼卵巢的毒性，为利用河豚鱼内脏提供了可能性。制定了木薯去毒以后氢氰酸残留标准和防止急性中毒的氢氰酸允许限量。

(2) 霉菌及霉菌毒素方面着重进行了黄曲霉毒素的研究。对其在食品中的含量，慢性毒性、致癌作用以及防霉去毒等进行了广泛研究，尤其在去毒研究方面取得了明显效果。

(3) 农药残留和毒性研究 在毒理学研究方面取得较大成果，对我国使用的近百种主要农药进行了广泛的毒理学研究。成果较大的有有机氯农药，对一万余份食品进行了六六六、DDT的残留量测定，并制定了多类食品的残留量标准；毒性研究证明工业品六六六主要侵犯肝脏，而林丹主要侵犯肾脏，为国家制定农药政策提出了科学依据；在测定方面以取聆代替人体脂肪来检测有机氯农药对人体的污染，从而为研究其与人体肿瘤关系提供了切实可行的生物材料。对有机磷农药建立了多种残留量的测定方法，并制定了允许残留量标准。此外，我国在研究杀菌剂菌核利时发现它能引起动物发生白内障，敌枯双具有强致畸作用，工业品敌草隆有强致突变作用，对此国家及时地作出了相应的决策，避免了经济损失，保障了人民健康。

(4) 食品添加剂在食品工业中占有重要的地位，品种日益扩大。我国卫生系统自1973年以来，对食品添加剂进行了系统调查和研究，根据国际资料和国内测定结果和毒性试验，逐个进行评价，确定了允许使用的品种和范围并提出了有关卫生标准和管理办法，从而制止了滥用的现象。

此外，在“三废”污染、食品放射性污染和辐照食品研究等方面也有较大的发展。

综上所述不难看出，建国以来我国食品卫生工作的发展是十分迅速的，全国食品卫生面貌有了很大改变，食品卫生工作的成绩是显著的；但与其它先进国家比较，还存在着较大的差距，食品卫生的合格率尚达不到应有的水平，有待今后做更多的工作，以提高我国食品的安全性。

四、我国营养与食品卫生工作的重点

随着国民经济的发展和社会主义建设，以及科学技术的迅速发展，我国营养与食品卫生工作主要有以下几个方面：

1. 深入调查研究我国广大人民迫切需要解决的营养问题，并结合当前我国工农业

生产和人民生活实际情况，提出切实可行的具体措施。例如，随着我国农业生产的全面发展，参照保证合理营养的原则，调整我国广大人民的膳食结构，达到提高营养水平以增强体质的目的。

2. 研究食物新资源的营养，以满足人类对食物和营养的需要。加强对婴幼儿食品和方便食品的研究。方便食品省时省力，营养丰富，卫生安全，在发达国家其种类已超过12,000种。据调查，由于采用方便食品，美国一个家庭一天的烹调时间平均由119分钟缩短到32分钟。美国有80%的餐馆经营方便食品，470万家快餐店分布于全国，零售额每年达800亿美元。美国家庭的食品开支，70%用于方便食品。在日本的食品工业中，方便食品花色品种繁多，已成为食品工业的主体，其生产能力已达供应5,000万人食用的规模。

3. 深入探索随着工农业生产发展需要和食品卫生学进展而提出的有关食品卫生的新问题，特别是食品污染及预防的有关问题，例如霉菌及其毒素对食品的污染和对人体的危害，食品中残留农药、食品中致癌因素与工业三废对食品的污染以及食品添加剂的卫生学研究等。

4. 继续加强食物中毒及其预防措施的调查研究工作，阐明主要食物中毒的原因和致病机理，并提出有效的预防措施。

5. 大力开展营养学、食品毒理学和食品微生物学的基础理论研究；加强营养学和食品卫生学的基础工作，如增补食物成分表。充分利用现代生物科学中一些有关新进展和研究方法，使营养与食品卫生学不断发展。

6. 加强对食品卫生法的研究，根据国民经济的发展不断修订和提高，对违法的食品卫生问题坚决依法管理。

作为营养与食品卫生工作者应当热爱本职工作，奋发图强，为不断提高我国人民的营养健康水平和改善食品卫生质量而努力。

思考题

1. 营养及食品卫生学的定义和内容。
2. 我国营养及食品卫生工作的重点有哪些？

(周榭珍)

第一章 营养学概论

人类为了维持生命与健康，保证生长发育和从事劳动，每天必须摄入一定数量的食物。这些食物中含有人体所需要的各种营养素，并能供给能量，以保证合理营养的需要。

合理营养应具备的条件包括：

1. 膳食中含有机体所需要的一切营养素，即蛋白质、脂肪、碳水化合物、维生素、无机盐和水，通过这些营养素可以满足机体从事劳动和维持生命所需要的热量，提供细胞组织生长发育与修复的材料并维持机体的正常生理功能。
2. 人类摄入的食物应该易于消化，并能促进食欲，具有一定的饱腹感。
3. 食物本身无毒无害，也没有致病微生物与有毒物质的污染。
4. 膳食应多样化，色、香、味具全，在烹调加工过程中尽量减少营养素的损失。
5. 膳食制度要合理，即每天进餐时间有规律，各餐分配要合理。

为了满足机体的合理营养需要，每日必须通过膳食供给机体一定数量的各种营养素，该数量即称为每日膳食的营养素供给量。营养素的供给量是根据机体对营养素的需要量而确定的。营养素供给量与需要量不同。需要量是维持身体正常生理功能所必需的最低基本数量，如果一旦低于这个数量，将不能保持机体健康。供给量是在满足机体正常生理需要量的基础上，参照饮食习惯与生产供应情况而确定的最适宜数量，一般比需要量较为充裕。

第一节 营养学基础

一、蛋白质

蛋白质是机体重要的组成部分，是生命的物质基础。恩格斯曾经指出：“生命是蛋白质的存在方式”。也就是说，没有蛋白质，就没有生命。

(一) 蛋白质的生理功能

1. 蛋白质是组成人体一切细胞和组织的基本物质，大约占人体全部重量的18%左右。蛋白质分子中含有碳、氢、氧和氮，还可能含有硫和磷。而碳水化合物和脂肪中只含有碳、氢和氧，不含氮。所以在三大营养素中，只有蛋白质是人体中唯一氮的来源，碳水化合物和脂肪都不能代替它。细胞的原生质是蛋白质、脂肪、碳水化合物共同组成的胶体系统。如果长期缺乏蛋白质，这种胶体系统就会受到破坏，细胞就会受到损害，甚至死亡，致使机体无法维持生长。

2. 构成体内许多有重要生理作用的物质，如对代谢过程有催化和调节作用的酶和激素，运输氧的血红蛋白，维持肌肉收缩的肌纤凝蛋白和构成机体支架的胶原蛋白等。

3. 蛋白质也是体内抗体的重要组成部分，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它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，使机体对疾病的抵抗力降低。

4. 与维持体内酸碱平衡和遗传信息的传递以及许多重要物质的转运有关。

5. 促进生长发育, 增强细胞组织的再生和修复。

6. 供给能量, 但不是其主要功能。

在正常情况下, 成年人体内蛋白质含量相对稳定。虽然通过蛋白质不断分解与合成, 组织细胞不断更新, 但蛋白质的总量却维持动态平衡。所谓动态平衡, 就是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而被吸收, 然后通过血液送到身体的各组织, 再合成人体的各种蛋白质, 以补偿组织生长、更新和修复所消耗的蛋白质, 从而使人体蛋白质处于动态平衡状态。由于直接测定食物中所含蛋白质和体内消耗的蛋白质比较困难, 往往测定蛋白质组成中的氮含量, 以此来估计食物中的蛋白质含量。另外, 可以通过测定人体摄入氮和排出的氮量来衡量蛋白质的平衡状态。正常成人摄入的氮量与排出的氮量相等, 这表明组织蛋白质的分解与合成处于平衡状态。儿童、青少年正在生长发育, 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的消耗外, 还有部分形成新组织。因此摄入的氮量大于排出的氮量, 这种情况称为氮的正平衡。膳食中如果蛋白质长期供给不足, 则出现负氮平衡。负氮平衡的出现, 表示组织蛋白质分解加速, 特别是对有些更新速度较快的组织, 将首先受到影响。例如小肠粘膜, 约 1~2 天即更新一次。当蛋白质供给不足时, 肠粘膜及其分泌消化液的腺体将首先受到影响, 可以出现吸收不良, 慢性腹泻等。肝脏组织可以在 10 天内更新一半, 因此缺乏蛋白质, 肝脏也不能维持正常结构与功能, 出现脂肪浸润。膳食中蛋白质长期摄入不足, 幼儿和青少年表现为生长发育迟缓、消瘦、体重过轻, 甚至有智力发育障碍; 成人则出现疲倦, 体重显著下降, 肌肉萎缩、贫血、血浆蛋白特别是白蛋白含量下降, 并可逐渐发展成为营养性水肿。女性出现月经障碍, 乳汁分泌减少。氮平衡状态可用下式表示:

摄入氮 = 尿氮 + 粪氮 + 通过皮肤排出的氮

临床上测定患者氮平衡状况时, 为避免收集粪氮及皮肤损失氮, 可用一公式计算, 即 24 小时尿氮 = 24 小时尿素氮(尿中) + 2 克。粪氮与皮肤损失氮分别按每公斤体重 0.012 克与 0.005 克计算。如某人体重 60 公斤, 每日摄入 70 克蛋白质, 24 小时尿中尿素氮 9 克, 则估计其氮平衡状况如下:

$$\frac{70}{6.25} - (9 + 2) - (0.012 \times 60) - (0.005 \times 60) = 11.2 - 11 - 0.72 - 0.3 = -0.82 \text{ 克}$$

说明某人呈负氮平衡。

为了安全可靠起见, 往往摄入氮较排出氮多 5%, 才可认为确实处于平衡状态。

(二) 必需氨基酸

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过慢, 不能满足机体需要, 必需经由食物供给, 这些氨基酸称为“必需氨基酸”。另外一类氨基酸也是机体所必需, 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共有八种, 即亮氨酸、异亮氨酸、赖氨酸、蛋氨酸、苯丙氨酸、苏氨酸、色氨酸和缬氨酸。此外, 组氨酸对婴幼儿的生长也属必需。人体对于各种必需氨基酸有一定的需要量, 同时各种必需氨基酸之间有一定的比例, 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。因此每日膳食中蛋白质所提供的各种必需氨基酸也需要与此种比例一致, 才能在体内被充分利用。各种必需氨基酸间的相互比例称为氨基酸构成比例或相互比值(见表 1-1), 亦有人称为氮

表 1-1 人体每日必需氨基酸需要量的估计值及比值
(毫克/公斤体重/日)

氨基酸	成年人		儿童 (10~12岁)		婴儿(初生~6个月)		世界卫生组织暂定氨基酸构成比例 (毫克/克蛋白质)
	需要量	比值	需要量	比值	需要量	比值	
缬氨酸	10	2.8	33	8.3	93	5.5	50
亮氨酸	14	4.0	45	11.3	161	9.5	70
异亮氨酸	10	2.8	30	7.5	70	5.1	40
苏氨酸	7	2.0	35	8.8	87	5.1	40
苯丙氨酸 + 酪氨酸	14	4.0	27	6.8	125	7.4	60
色氨酸	3.5	1.0	4	1.0	17	1.0	10
蛋氨酸 + 胱氨酸	13	3.7	27	6.8	58	3.4	35
赖氨酸	12	3.4	60	15.0	103	6.0	55
组氨酸	0		0		28	1.6	—

WHO 1973

氨基酸模式。如果一种必需氨基酸的数量不足,则其它氨基酸也不能被充分利用,蛋白质的合成就受到障碍;相反,如果一种必需氨基酸过多,也会影响与其它氨基酸间的平衡。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,结果出现类似蛋白质缺乏的症状。例如蛋氨酸供给不足,可引起大鼠肝脏坏死;赖氨酸不足,大鼠可出现脂肪肝;色氨酸不足,可造成尼克酸缺乏。

(三) 食物蛋白质营养价值的评定指标

食物中蛋白质营养价值的高低,主要决定于其所含必需氨基酸的种类、含量及其相互比例是否与人体蛋白质相近似,愈相近似的营养价值愈高。一般说来,动物蛋白质所含的必需氨基酸从组成和比例方面都比较符合人体的需要,植物蛋白质则较差,故动物蛋白质营养价值比植物蛋白质高。

衡量食物蛋白质营养价值的高低,可以从食物中蛋白质含量、蛋白质消化率、蛋白质生物价、蛋白质功效比值、必需氨基酸含量及比值几方面加以评定。

1. 食物中蛋白质含量 食物中蛋白质含量的多少,固然不能决定一种食品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。

食物中蛋白质含量一般用凯氏 (Kjeldahl) 法测定,多数蛋白质的平均含氮量为 16%,所以测得的含氮量乘以 6.25 (100/16) 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,应按每类食物的含氮量分别采取表中不同的蛋白质换算系数(见表 1-2)。

表 1-2 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
大米	5.95	花生	5.46
全小麦	5.83	蛋	6.25
玉米	6.25	肉	6.25
大豆	5.71	乳	6.38

2. 蛋白质消化率 蛋白质消化率是指一种食物蛋白质可被消化酶分解的程度。各种食物或同一种食物由于加工和烹调方法不同，其消化率不同。例如大豆整粒食用时，其蛋白质消化率仅为 65.3%，如大豆加工为豆腐，蛋白质消化率就可提高到 92~96%。食物中蛋白质的消化率以蛋白质中能被消化吸收的氮的数量与该种蛋白质含氮总量的比值来表示。

$$\begin{aligned} \text{蛋白质真实消化率(\%)} &= \frac{\text{食物中被消化吸收的氮}}{\text{食物中含氮总量}} \times 100 \\ &= \frac{\text{食物中含氮总量} - (\text{粪中排出氮} - \text{肠道代谢废物氮})}{\text{食物中含氮总量}} \times 100 \end{aligned}$$

粪中排出氮量包括两部分，一部分是食物中不能消化吸收的氮，另一部分是脱落的肠粘膜细胞和死亡的肠道微生物，后者又称“肠道代谢废物氮”。肠道代谢废物氮的测定方法是受试者不吃任何含蛋白质的食物，测定 24 小时内粪便中的含氮量。一般 24 小时的肠道代谢废物氮为 0.9~1.2 克。在测定食物蛋白质消化率时，如将肠道代谢废物氮略去不计，则测得的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为低，实际上具有更大的安全系数，且使用方便，故一般多测定表观消化率。

3. 蛋白质的生物学价值 蛋白质的生物学价值是表示蛋白质被吸收后在体内被利用的程度，以氮在体内的储留量和吸收量的百分比表示：

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

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

氮储留量 = 氮吸收量 - (尿氮 - 尿内源氮)。所谓尿内源氮指当机体未进食蛋白质时，尿中所含的氮，它来自组织蛋白质的分解。成人 24 小时尿内源氮为 2~2.5 克。

蛋白质的生物学价值受很多因素的影响，同一食物蛋白质可因实验条件不同，而得出不同的生物学价值。蛋白质在膳食中占的比例和实验时间长短，都可发生影响。一般在测定蛋白质生物学价值时，多选用初断奶大鼠，其膳食中蛋白质含量占 10%。对不同食物蛋白质生物学价值进行比较时，应将实验条件统一，才较合理。几种常用食物蛋白质的生物价见表 1-3。

表 1-3 几种常用食物蛋白质的生物学价值

大米	77	马铃薯	67	白菜	76
小麦	67	玉米	60	白鱼	76
大麦	64	大豆	64	虾	77
高粱	56	蚕豆	58	牛肉	76
小米	57	绿豆	58	鸡蛋	94
甘薯	72	花生	59	牛奶	85

蛋白质的互补作用：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，这就是蛋白质的互补作用(见表 1-4)。根据试验结果认为二种食物最好同时摄入，间隔应不超过 5 小时为宜。超过 5 小时，直到 7 小时，虽仍有互补作用，但已随时间延长而逐渐降低。如超过 8 小时，两种食物蛋白质再不起互补作用。

表 1-4 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 (%)		
高粱	56	30		
玉米	60	50	75	40
小米	57			40
黄豆	65	20	25	20
蛋白质生物学价值		75	76	83

为了充分发挥蛋白质的互补作用，食品种类应多样化，避免偏食。在我们日常膳食中，常用的荤素搭配，粮菜混食，粗细粮配合的方式，都可以提高蛋白质的生物学价值。

4. 蛋白质的功效比值 以测定生长发育中的幼小动物每摄入 1 克蛋白质所增加的体重克数来表示蛋白质被利用于生长的效率。一般可将初断奶雄鼠 (21~23 天)，用含 10% 蛋白质的饲料，喂养 28 天，并以 10% 酪蛋白膳为对照，然后计算相当动物摄入每 1 克蛋白质所增加的体重克数。摄入同样重量不同食物的蛋白质时，凡体重增加越多者，此种蛋白质的营养价值即越高。

$$\text{蛋白质功效比值} = \frac{\text{动物体重增加克数}}{\text{摄入食物蛋白质克数}}$$

5. 蛋白质中必需氨基酸含量与评分 各种不同食物蛋白质中所含必需氨基酸种类越多，含量越高，则蛋白质的营养价值也越高，但更重要的是由于人体所需的氨基酸种类及其相互比值是有一定的。通常将生物学价值最高的鸡蛋蛋白质作为参考蛋白质，将每克待评蛋白质中各种必需氨基酸含量分别与每克参考蛋白质中相应的必需氨基酸比，各该种氨基酸含量的商，乘以 100，作为分值。此值小于 100 的氨基酸，称为待评蛋白质的限制氨基酸。以限制氨基酸中分值最低的作为该待评蛋白质的氨基酸评分 (又称化学分)，如全蛋，人奶化学分为 100，则稻米为 67，玉米为 47，分值计算公式如下：

$$\text{蛋白质的氨基酸评分} = \frac{\text{每克待评蛋白质中某种必需氨基酸量(毫克)}}{\text{每克参考蛋白质中某种必需氨基酸量(毫克)}} \times 100$$

(四) 蛋白质的供给量及食物来源

确定人体对蛋白质的需要量一般有两种途径。

1. 一种是测定在能量供给充足情况下，膳食中不含蛋白质时，机体所排出的氮(通过皮肤、粪、尿)，加上体内新组织细胞形成时所需的氮，即为人体对氮的最低需要量。

2. 另一种途径是测定成人维持氮平衡或儿童能满足正常生长发育所需的最低氮量，并以此作为人体对氮的最低生理需要量。在满足最低生理需要量的基础上，再增加一定数量作为供给量。中国生理科学会第三届全国营养学术会议 (1981) 修订的每日膳食中营养素供给量(见附表 I)。

1981 年国际营养科学联合会及联合国大学召开蛋白质与热能需要量讨论会，认为如

以动物性蛋白质为蛋白质来源供给,成人每公斤体重蛋白质需要量为 0.75 克;如以动植物混合膳食的人,蛋白质需要量为 1.05 克。

以所占热能表示,则蛋白质供给量成人应占总热量的 10~14%;儿童青少年为了保证生长发育的需要应为 12~14%。

蛋白质的主要来源是肉类、蛋类、鱼类、家禽类、奶类及其制品,它们均是蛋白质的良好来源,属优良蛋白质(亦称完全蛋白质)。大豆及其制品含蛋白质丰富,且含各种必需氨基酸,是植物性蛋白质中的优质蛋白质。谷类蛋白质缺赖氨酸,而杂豆类中缺蛋氨酸,二者单独食用,不能促进幼小动物的生长发育,故属不完全蛋白质。只有与大豆或多种杂粮混合食用,可以彼此取长补短,互补不足,以提高蛋白质的生物学价值。

(五) 蛋白质热能营养不良

蛋白质缺乏往往与能量缺乏同时发生,称为蛋白质——热能营养不良。蛋白质热能营养不良分为二种不同的类型。

1. 水肿型营养不良(Kwashiorkor) 它主要由于缺乏蛋白质引起。由于必需氨基酸的不足或不平衡,使血浆蛋白降低,肝功能损害。临床特征是:体重减轻,生长发育停滞,容易疲乏,肌肉无力,精神萎靡,创口愈合迟缓,腹泻和营养性水肿,以及由于抗体形成减少,对传染病的抵抗力下降。患者的头发稀软,无光泽。

2. 干瘦型营养不良(Maramus) 是蛋白质和能量都有严重缺乏所引起。见于 1 岁左右的儿童。该病主要特征是干瘦,肌肉萎缩,皮肤有明显皱褶。常有腹泻、腹胀以及一系列的生理机能紊乱。这种类型的缺乏病,往往伴有其它营养素缺乏症。

毛发的改变是恶性营养不良的特征。毛发色素减退、稀疏,比正常的容易折断。显微镜检查证明慢性干瘦型营养不良可见毛发根部结构发育不良,因此有人建议用显微镜和化学分析检查毛发作为人群中研究蛋白质热能营养不良的发病率的辅助手段。

在第三世界一些国家,由于长期受帝国主义和殖民主义的压迫和剥削,工农业生产落后,粮食不足,5 岁以下的儿童,患蛋白质-热能不足较多见,占该年龄组的 3%,并造成机体抵抗力下降,容易感染导致腹泻、肺炎,死亡率增高。

思考题

1. 什么叫合理营养?
2. 蛋白质对机体健康有何意义?
3. 评价蛋白质营养价值有哪些常用指标?
4. 膳食中蛋白质的来源及如何发挥蛋白质的互补作用?
5. 蛋白质、热能营养不良会产生哪些症状?

二、脂 类

脂类是人体重要的组成部分。它包括脂肪,即中性脂肪以及类脂质。前者是脂肪酸的甘油酯,日常食用的动植物油均属此类;而后者包括磷脂、固醇、脂蛋白等物质,其性质与脂肪类似。

(一) 脂类的营养意义、食物来源及其在膳食中的适宜热量比

1. 脂类的营养意义 脂类以多种形式存在于人体的各种组织中。脂肪是体内储存能