



临床营养学

LINCHUANG YINGYANGXUE

胡 敏 · 主编



化学工业出版社

临床营养学

胡敏 · 主编



化学工业出版社

· 北京 ·

本书共分四章,包括营养学基础、人群营养、公共营养、临床营养。深入浅出地论述了人体需要的基础营养素;不同人群对营养素的需求;医院膳食(包括治疗膳食、特殊治疗膳食、儿科膳食、诊断和代谢膳食等)及食谱制定;营养素不足或过量对健康的不良影响;各种疾病的临床营养等内容。同时收录了新版中国居民膳食指南、中国居民膳食平衡宝塔、各类食物成分表。本书可供营养学专业学生、全国高等医学院校本科生学习临床营养学使用,也可作为临床营养师和重视临床营养治疗工作的临床医师的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

临床营养学/胡敏主编. —北京:化学工业出版社,
2017.10
ISBN 978-7-122-30577-0

I. ①临… II. ①胡… III. ①临床营养-营养学
IV. ①R459.3

中国版本图书馆CIP数据核字(2017)第218341号

责任编辑:邱飞婵
责任校对:王静

文字编辑:何芳
装帧设计:关飞

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)
印装:大厂聚鑫印刷有限责任公司
787mm×1092mm 1/16 印张15¼ 字数388千字 2018年1月北京第1版第1次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:49.00元

版权所有 违者必究

编写人员名单

主 编 胡 敏

副主编 姚伟荣 王广玲 段德华

编 者 (以姓氏笔画为序)

王广玲 卢斌华 冯 花 冯建高 刘 琴

刘海江 李映良 杨丽霞 何柳青 张中伟

金 巧 胡 敏 段德华 姚伟荣 徐群英

高虎云 梅 琼 喻 沁

前 言

近年来肠内、肠外营养支持在医疗中的作用日益突出，已为临床医学家所公认，使临床营养学的重要性受到医学界的广泛关注。临床营养学作为一门学科，已成为医学及营养学中的重要领域之一。

随着临床医学与营养科学的迅速发展，这两个领域的联系更为密切。临床营养学不只是营养缺乏病的防治，也不仅限于疾病的营养治疗，它覆盖了营养因素在发病过程中的机制，营养与机体对疾病抵抗力的关系以及营养在预防、治疗、康复和保健中的作用。

本书共分四章，包括营养学基础、人群营养、公共营养、临床营养，深入浅出地论述了人体需要的基础营养素；不同人群在不同生理和生活工作条件下的营养需要；公共营养的特点、工作内容及工作方法等；各种疾病的临床营养防治等。特别是临床营养部分，从医学膳食、住院患者的营养评价、营养缺乏病的营养治疗、营养素过量与中毒、各系统疾病与营养等进行了全面的论述。在编写上，本书注意理论知识与临床实践的融会贯通，对常见疾病予以完整的论述，以临床营养治疗为主线，充分体现临床营养学在临床治疗中的重要性，便于学生学习与理解。

本书可供临床医学、预防医学、医学护理等各医学专业的高等学校、高等专科、高等职业教育学生使用，也可供各医学专业成人高等教育学生使用和参考。本书还可以作为临床营养师、临床医师、公共营养师的参考手册、工具书。

临床营养学知识不断更新，加之时间仓促及编者经验所限，书中疏漏及不当之处在所难免，敬请各位专家、同仁和广大读者提出宝贵意见，以便进一步修订和完善。

衷心感谢为本书编写和出版提供支持帮助的有关单位、机构和个人。

南昌大学公共卫生学院 胡敏

2017年5月

本书获得南昌大学教材出版资助

目 录

第一章 营养学基础

第一节 概述	1	五、钾	18
第二节 热量	1	六、钠	19
一、概述	1	七、铁	20
二、人体的热量消耗	2	八、碘	21
三、人体一日热量需要的确定	4	九、锌	22
四、热量供给	4	十、硒	23
第三节 蛋白质	5	十一、铬	24
一、概述	5	十二、铜	24
二、蛋白质的组成	5	十三、氟	25
三、消化、吸收、代谢	6	十四、钴	26
四、生理功能	6	第七节 维生素	26
五、食物蛋白质营养学评价	6	一、概述	26
六、供给量、来源	8	二、维生素 A	26
第四节 脂类	8	三、维生素 D	28
一、概述	8	四、维生素 E	29
二、分类或特点	8	五、维生素 C	30
三、消化、吸收、代谢	9	六、维生素 B ₁	31
四、生理功能	9	七、维生素 B ₂	32
五、供给量、来源	10	八、烟酸	32
第五节 碳水化合物	11	九、维生素 B ₆	33
一、概述	11	十、叶酸	34
二、分类或特点	11	十一、维生素 B ₁₂	34
三、消化、吸收、代谢	14	十二、胆碱	35
四、生理功能	14	十三、生物素	36
五、供给量、来源	15	第八节 水	36
第六节 矿物质	15	一、概述	36
一、概述	15	二、生理功能	37
二、钙	16	三、水的代谢	37
三、磷	17	四、缺乏与过量	37
四、镁	18	五、需要量和来源	38

第二章 人群营养

第一节 婴幼儿营养	39	四、孕妇的膳食指南	57
一、婴儿的生理特点	39	五、孕妇建议每日供给食物	58
二、婴儿的心理发育特征	39	六、妊娠期营养不良的影响	58
三、婴儿的营养需要	40	第六节 产妇营养	59
四、婴儿的膳食指南	41	一、产妇的生理特点	59
五、婴儿常见营养性缺乏病及其预防 ..	43	二、产妇的心理发育特征	59
六、幼儿营养与膳食	44	三、产妇的营养需要	59
第二节 学龄前儿童营养	44	四、产妇的合理膳食	59
一、学龄前儿童的生理特点	44	第七节 哺乳期女性营养	60
二、学龄前儿童的心理发育特点	45	一、哺乳期女性的生理特点	60
三、学龄前期儿童的营养需要	45	二、哺乳期女性的心理特征	60
四、学龄前儿童的膳食指南	47	三、哺乳期女性的营养需要	61
五、学龄前儿童的合理膳食	47	四、哺乳期女性的膳食指南和 合理膳食	62
六、学龄前儿童建议每日供给食物	48	五、哺乳期女性建议每日供给食物	63
第三节 学龄儿童营养	48	第八节 老年人营养	63
一、学龄儿童的生理特点	48	一、老年人的生理特点	64
二、学龄儿童的心理发育特点	48	二、老年人的营养需要	64
三、学龄儿童的营养需要	49	三、老年人的膳食	66
四、学龄儿童的膳食指南	50	第九节 运动员营养	66
五、学龄儿童的合理膳食	50	一、运动员的生理特点	67
六、学龄儿童建议每日供给食物	51	二、运动员的营养需要	67
第四节 青少年营养	51	三、不同运动项目的营养需要	68
一、青少年的生理发育特点	51	四、运动员的膳食营养	68
二、青少年的心理发育特点	51	第十节 特殊环境与特种作业人群营养 与膳食	69
三、青少年的营养需要	51	一、高温环境人群的营养与膳食	69
四、青少年的合理膳食	53	二、低温环境人群的营养与膳食	70
五、青少年应注意的营养问题	53	三、高原环境人员的营养与膳食	71
第五节 孕妇营养	55	四、接触电离辐射人员的营养与膳食 ..	71
一、孕妇的生理特点	55	五、接触化学毒物人员的营养与膳食 ..	72
二、孕妇的心理发育特征	56		
三、孕妇的营养需要	56		

第三章 公共营养

第一节 概述	73	三、营养调查结果的分析评价	81
第二节 膳食营养素参考摄入量	73	第四节 居民社会营养监测	82
第三节 居民营养状况调查与监测	74	一、社会营养监测工作的特点	82
一、营养调查概述	74	二、社会营养监测的分类	82
二、营养调查方法	75	三、资料的来源与监测指标	82

第五节 膳食结构与膳食指南	82
一、膳食结构	82
二、中国居民膳食指南	83
第六节 营养配餐与食谱编制	86
一、营养配餐	86

二、食谱编制	88
第七节 营养教育	89
一、营养教育概述	89
二、营养教育相关理论	89

第四章 临床营养

第一节 医院膳食	90
一、基本膳食	90
二、治疗膳食	92
三、特殊治疗膳食	95
四、儿科膳食	99
五、诊断和代谢膳食	101
第二节 住院患者的营养评价	104
一、膳食调查的内容	105
二、人体测量	105
三、其他自觉症状和客观体征的 观察	106
四、实验室检查	107
五、营养评价的综合指标—— 预后营养指数	108
第三节 营养缺乏病的营养治疗	109
一、蛋白质-热量营养不良	110
二、维生素 A 缺乏病	111
三、维生素 B ₁ 缺乏病	112
四、维生素 B ₂ 缺乏病	113
五、烟酸缺乏病	115
六、维生素 C 缺乏病	116
七、维生素 D 缺乏病	116
八、巨幼细胞贫血	118
九、铁缺乏与缺铁性贫血	120
十、钙缺乏病	122
十一、锌缺乏病	123
十二、碘缺乏病	124
十三、硒缺乏与克山病	126
第四节 营养素过量与中毒	126
一、维生素 A 中毒症	126
二、维生素 D 中毒症	128
三、地方性氟中毒	128
四、硒中毒	130
五、碘过多病	132

六、铁中毒	133
七、锌中毒	134
八、铜中毒	135
第五节 循环系统疾病与营养	135
一、冠状动脉粥样硬化性心脏病	135
二、高血压	137
三、高脂(蛋白)血症	139
四、心肌梗死	142
第六节 消化道疾病与营养	143
一、消化系统与营养代谢	143
二、食管炎	144
三、消化性溃疡	145
四、胃炎	146
五、慢性结肠炎	147
六、肠结核	147
七、腹泻	148
八、便秘	149
第七节 肝胆胰疾病与营养	150
一、肝胆胰与营养代谢	150
二、急性病毒性肝炎	152
三、慢性肝炎	153
四、肝硬化	154
五、脂肪肝	156
六、肝性脑病	157
七、肝豆状核变性	159
八、胆囊炎和胆石症	159
九、胰腺炎	161
第八节 呼吸系统疾病与营养	163
一、肺炎	163
二、支气管炎	164
三、哮喘	164
四、肺结核	165
第九节 泌尿系统疾病与营养	165
一、肾脏的主要功能	166

二、肾脏病患者的常见营养问题	166	六、蛔虫病	201
三、肾脏病患者营养评价常用方法和 指标	166	七、遗尿	202
四、急性肾小球肾炎	167	八、水痘	203
五、慢性肾小球肾炎	168	九、麻疹	204
六、肾病综合征	168	第十四节 妇产科疾病与营养	206
七、急性肾功能衰竭	169	一、妊娠剧吐	206
八、慢性肾功能衰竭	169	二、妊娠高血压综合征	207
九、泌尿系统结石	171	三、妊娠水肿	207
第十节 代谢性疾病与营养	172	四、回乳	208
一、糖尿病	172	五、乳汁分泌障碍与催乳	209
二、肥胖症	175	六、痛经	210
三、痛风	180	七、功能失调性子宫出血	211
第十一节 内分泌疾病与营养	184	八、白带异常	212
一、甲状腺功能亢进症	184	九、更年期综合征	213
二、甲状腺功能减退症	185	第十五节 外科疾病与营养	214
三、骨质疏松症	186	一、外科营养治疗的重要性	214
第十二节 骨科疾病与营养	188	二、术前营养状况改善	215
一、骨折	188	三、术后营养代谢及供给	216
二、颈椎病	190	四、术后营养治疗	218
三、腰肌劳损	191	第十六节 烧伤与营养	223
四、类风湿关节炎	191	一、烧伤后营养代谢	223
第十三节 儿科疾病与营养	193	二、烧伤患者营养需要	225
一、小儿营养不良	193	三、烧伤患者营养治疗	226
二、感冒	194	第十七节 肿瘤与营养	229
三、儿童糖尿病	195	一、肿瘤的发病机制	229
四、婴儿腹泻	197	二、饮食与肿瘤	230
五、苯丙酮尿症	200	三、饮食营养与防治肿瘤	232
		四、放疗和化疗营养治疗	235

附录

附录一 各种营养素参考供给量标准	236	附录三 人体营养水平生化检验	241
附录二 常用体格测量标准	239	附录四 营养不足或缺乏的临床检查	242

参考文献

第一章 营养学基础

人类生长发育，维持生命和健康，需要物质基础；而这些物质基础就是营养素。营养素的不足或过量都可能对健康造成不良影响，适宜的营养素种类和数量以及适宜的各种营养素之间的比例都是维持生命、保持健康和繁衍必需的物质基础。

第一节 概述

“营养”的定义是“机体通过摄取食物，经过体内消化、吸收和代谢，利用食物中对身体有益的物质作为构建机体组织器官、满足生理功能和体力活动需要的过程”。

人类在生命活动过程中需要不断地从外界环境中摄取食物，从中获得生命活动所需的营养物质，这些营养物质在营养学上称为营养素。

人体所需的营养素有碳水化合物、脂类、蛋白质、矿物质、维生素、水，共六大类。碳水化合物、脂类、蛋白质在人体内代谢时可以产生能量，称为产能营养素。人们也把碳水化合物、脂类、蛋白质、水称为宏量营养素，把矿物质、维生素称为微量营养素。

营养师是指从事公众膳食营养状况评价，指导营养与食品知识宣传，促进人民群众健康工作的专业人员。

营养学主要研究食物中的营养素及其生物活性物质对人体健康的生理作用和有益影响。

第二节 热量

一、概述

人体维持恒定的 37℃ 体温需要消耗热量，人体的各种活动，包括心跳、呼吸、走路、工作等，都需要热量。

目前，我国法定的热量计量单位是焦耳 (J)，营养学常用的是千焦 (kJ)；以前常用卡 (cal) 和千卡 (kcal)；它们之间的换算关系是 $1\text{cal}=4.184\text{J}$ ， $1\text{J}=0.239\text{cal}$ 。

每克蛋白质、脂肪、碳水化合物在体内氧化时产生的能量称为能量系数。蛋白质的能量系数为 $16.74\text{kJ}(4\text{kcal})/\text{g}$ ；脂肪的能量系数为 $37.56\text{kJ}(9\text{cal})/\text{g}$ ；碳水化合物的能量系数为

16.84kJ(4kcal)/g。

食物中的生热营养素不可能全部被消化吸收，消化率也各不相同；消化吸收后，在体内也不一定完全彻底被氧化分解产生热量，特别是蛋白质。每克蛋白质、脂肪、碳水化合物在体外能量计中充分氧化燃烧分别产生能量 23.64kJ、39.54kJ、17.15kJ，它们在体内的消化率分别是 92%、95%、98%。蛋白质的最终代谢产物还有尿素、尿酸、肌酐，这些含氮物质在体外还可以产生 5.44kJ 的能量。1g 碳水化合物可产生 16.81kJ(4.0kcal)；1g 脂肪可产生 37.56kJ(9.0kcal)；1g 蛋白质可产生 16.74kJ(4.0kcal)；1g 乙醇可产生 29.3kJ(7.0kcal) 的能量。酒精吸收快，但是在体内氧化产生的热量只能以热的形式向外释放，不能用于机体做功，是“空热”。

二、人体的热量消耗

热平衡是产热和散热的平衡，膳食摄取的营养要与人体的各种散热、劳动、活动需要的能量平衡。摄入量大于消耗就可能肥胖；摄入量小于消耗可能消瘦。

(一) 基础代谢

基础代谢是指维持生命的最低热量消耗，即人体在安静和恒温条件下（一般为 18~25℃），禁食 12h，静卧，放松，而又清醒时的热量消耗。为了确定基础代谢的热量消耗（BEE），必须首先测定基础代谢率（BMR）。基础代谢率就是指人体处于基础代谢状态下，每小时每平方米体表面积的热量代谢的能量消耗。中国人正常基础代谢率平均值见表 1-1。

表 1-1 中国人正常基础代谢率平均值 单位：kJ(kcal)/(m²·h)

年龄/岁	11~15	16~17	18~19	20~30	31~40	41~50	>51
男	195.4 (46.7)	193.3 (46.2)	166.1 (39.7)	158.6 (37.9)	157.7 (37.7)	154.0 (36.8)	149.0 (35.6)
女	181.6 (43.4)	172.4 (41.2)	154.0 (36.8)	146.9 (35.1)	146.4 (35.0)	142.3 (34.0)	138.5 (33.1)

1. 用体表面积计算

$$\text{体表面积(m}^2\text{)} = 0.00659 \times \text{身高(cm)} + 0.012 \times \text{体重(kg)} - 0.1603 \quad (1-1)$$

2. 直接公式计算

$$\text{男 BEE} = 66.47 + 13.75 \times \text{体重(kg)} + 5.00 \times \text{身高(cm)} - 6.76 \times \text{年龄(岁)} \quad (1-2)$$

$$\text{女 BEE} = 655.10 + 9.56 \times \text{体重(kg)} + 1.85 \times \text{身高(cm)} - 4.68 \times \text{年龄(岁)} \quad (1-3)$$

或成人按每千克体重 4.184kJ(1kcal)/h 估算。

3. 影响基础代谢的因素

(1) 体格 体表面积大者，散发热量多，肌肉发达者基础代谢水平高。男性高于女性 5%~10%。

(2) 不同生理、病理状况 儿童和孕妇的基础代谢相对较高（10%~28%）。儿童年龄越小，基础代谢越高。生病发热时基础代谢增加，热量消耗增加。

- (3) 环境条件 寒冷、过多摄食、精神紧张都可以使基础代谢水平增高。
- (4) 兴奋神经的食物、药物 刺激中枢神经，兴奋性增加，基础代谢增加。
- (5) 内分泌 甲状腺素、肾上腺素能使基础代谢率增加。

(二) 体力活动（运动的生热效应，TEE）

一般情况下，各种体力活动所消耗的热量占人体总热量消耗的 15%~30% 或更多。人体热量消耗变化最大的部分是人体的体力活动的热量消耗，是保持能量平衡的最重要部分。中国成人活动水平分级见表 1-2。

表 1-2 中国成人活动水平分级

活动 分级	工作内容	体力活动水平(PAL)	
		男	女
轻	办公室工作、修理钟表、售货员、酒店服务员、化学实验操作、讲课等	1.55	1.56
中	机动车驾驶、电工安装、车床操作、金工切割等	1.78	1.64
重	非机械化农业劳动、炼钢、舞蹈、体育运动、装卸、采矿等	2.10	1.82

(三) 食物生热效应

在摄食过程中，机体对食物中的营养素进行消化、吸收、代谢和转化时需要消耗的能量称为食物生热效应，即食物特殊动力作用（TEF）。在此过程中同时伴随着体温升高和散热增加。不同成分的食物生热效应不等。脂肪的食物生热效应约消耗本身产生热量的 4%~5%，碳水化合物为 5%~6%，而蛋白质则为 30%，混合食物为 10%。

1. 食物特殊动力作用的机制

- ① 食物消化、肠蠕动、消化腺分泌等。
- ② 食物多余的热量转化为 ATP 时要消耗能量。
- ③ 供能营养素在体内合成代谢需要消耗能量。

2. 造成差异的主要原因

- ① 各种营养素转变成为 ATP 储存的量不同，其余的转变成为热量释放。
- ② 食物中的脂肪转化为人体的脂肪要消耗的能量，比葡萄糖转化为糖原或脂肪消耗的能量要低。食物中的蛋白质转化为人体蛋白质、脂肪消耗的能量最多。它们的排序为：蛋白质的生热效应 > 碳水化合物的生热效应 > 脂肪的生热效应。

3. 影响食物特殊动力作用的因素

- ① 食物的成分（蛋白质、脂肪、碳水化合物的比例）。
- ② 进食量（成正比）。
- ③ 进食频率（成正比）。
- ④ 进食速度（成正比）。

(四) 生长发育蓄积能量

婴儿、幼儿、儿童、青少年等时期需要积累能量供生长发育的需要；孕妇、乳母也需要额外的能量。

三、人体一日热量需要的确定

1. 计算法

此法简便易行，应用广泛，但相对粗糙。

(1) 计算热量消耗 热量的消耗包括基础代谢、体力活动和食物特殊动力作用，在这三者中只要记录好每天的各项活动情况，就可计算出一天的热量消耗。

(2) 膳食调查 健康人在食物供应充足、体重不发生明显变化时，热量摄入量基本上可反映出其热量的需要量。详细记录一段时间内食物摄入的数量、种类，可以计算出平均每日的热量需要量。

举例：一 25 岁男性青年，从事轻体力劳动，身高 1.74m，体重 65kg，试计算其一日热量的需要。

$$\begin{aligned} \text{按照式 (1-1), 体表面积} &= 0.00659 \times 174(\text{cm}) + 0.012 \times 65(\text{kg}) - 0.1603 \\ &= 1.776366(\text{m}^2) \end{aligned}$$

按照性别、年龄，查表 1-1：

$$\begin{aligned} \text{一天的基础代谢} &= 1.776366(\text{m}^2) \times 37.9[\text{kcal}/(\text{m}^2 \cdot \text{h})] \times 24(\text{h}) \\ &= 1615.78(\text{kcal}) \end{aligned}$$

按照轻体力劳动，查表 1-2：

$$\text{一天的能量代谢} = 1615.78(\text{kcal}) \times 1.55 = 2504.46(\text{kcal})$$

以式 (1-2)、式 (1-3) 计算或以成人按每千克体重每小时 1kcal (4.18kJ) 估算，结果基本相似。

2. 测量法

此法较准确，但操作复杂，设备价格昂贵，常用于特殊作业人群或研究工作。

(1) 直接测热法 人体释放出来的能量可以反映机体的热量代谢情况。人置身于特殊测量室，特殊测量室吸收所释放出来的所有热量，便可计算出消耗的能量，进而求得机体的能量需要。

(2) 间接测热法 营养素经体内彻底氧化后，产生 CO_2 和 H_2O 并释放出热量供机体的需要，因此只要测定氧气的消耗量，便可知道释放的热量（实际上只要测定呼出气即可。空气的含氧浓度基本恒定，在呼气、吸气之间能摄取的氧量恒定，混合膳食的呼吸商是 0.85，只要收集该时间的呼出气，就可以知道热量）。

四、热量供给

健康的成年人应该保持人体的热量平衡。基础代谢和食物生热效应不会有大的变化，而体力劳动强度是最大的影响因素。

能量的摄入与健康的关系很大，热量是三大产热营养素供给的综合反应。蛋白质-热量营养不良是典型的能量与营养素缺乏的表现。

热量供给量不足可导致消瘦，易疲劳，体力下降，工作效率下降，抵抗力下降，早衰，蛋白质-热量营养不良等。

热量供给量过多可导致肥胖、高血压病、心脏病、糖尿病等。

每人、每天的热量摄入量与人的生长发育阶段、性别和劳动强度有关，要分别制定。其中碳水化合物占 60%~65%、脂肪占 20%~25%、蛋白质占 10%~15%为好。中国成人

膳食能量推荐摄入量见表 1-3。

表 1-3 中国成人膳食能量推荐摄入量

单位: kcal

活动分级	男	女	活动分级	男	女
轻体力劳动	2400	2100	孕妇		+200
中体力劳动	2700	2300	乳母		+500
重体力劳动	3200	2700			

注: 1kcal=4.184kJ。

第三节 蛋白质

一、概述

蛋白质是生命和机体的重要物质基础,生命现象总是与蛋白质同时存在。机体所有组织都有蛋白质,蛋白质都参与其组成。蛋白质具有多种多样的结构,从而有各种各样的生物学功能,酶、激素、血红蛋白、肌纤维蛋白、抗体等都是由蛋白质构成的。蛋白质是构成细胞的主要物质。成人体内约含有 16.3% 的蛋白质。蛋白质含有的特殊元素是氮,食物蛋白质的含氮量平均是 16.2%,通常采用测定氮的方法计算蛋白质的量。

二、蛋白质的组成

1. 氨基酸

蛋白质由氨基酸组成,绝大多数的蛋白质由 20 种氨基酸组成。将氨基酸连接起来的键称为肽键(—CO—NH—)。根据肽键的多少可分为二肽、三肽,谷胱甘肽是由谷氨酸、胱氨酸、甘氨酸构成的三肽,具有自己的生理活性。通常将 10 个以下氨基酸组成的肽叫寡肽,11 个以上氨基酸组成的肽称多肽。

(1) 必需氨基酸 人体不能合成或合成速度不够快、必须由食物供给的氨基酸,称为必需氨基酸。能在体内合成的则称为非必需氨基酸。已知人体的必需氨基酸有 9 种,包括异亮氨酸、亮氨酸、赖氨酸、蛋氨酸、苯丙氨酸、苏氨酸、色氨酸、缬氨酸、组氨酸。

(2) 条件必需氨基酸(半必需氨基酸) 半胱氨酸和酪氨酸在体内可分别由蛋氨酸和苯丙氨酸转变而成。当食物能提供足够的蛋氨酸和苯丙氨酸时,可不需摄入半胱氨酸和酪氨酸,常将蛋氨酸和半胱氨酸、苯丙氨酸和酪氨酸合并计算。

(3) 非必需氨基酸 非必需氨基酸即人体可以自身合成、不一定需要从食物中直接供给的氨基酸。

2. 氨基酸模式

蛋白质中各种必需氨基酸的构成比例称为氨基酸模式。食物蛋白质氨基酸模式与人体蛋白质氨基酸模式接近,必需氨基酸在体内的利用率就高,这种食物的蛋白质营养价值高。动物蛋白质以及大豆蛋白质的氨基酸模式与人体蛋白质氨基酸模式较接近,它们的必需氨基酸在体内的利用率较高,被称为优质蛋白质。其中鸡蛋蛋白质的氨基酸模式与人体蛋白质氨基酸模式最接近,称为参考蛋白质。

3. 限制氨基酸

食物蛋白质中一种或几种必需氨基酸含量相对较低,导致其他必需氨基酸在体内不能被

充分利用，使蛋白质营养价值降低，由于这些氨基酸的不足，限制了其他氨基酸的利用，这种氨基酸称为限制氨基酸，含量最低的氨基酸称第一限制氨基酸。植物性食物的蛋白质中，赖氨酸、蛋氨酸含量相对较低，所以营养价值也相对较低。为了提高植物性蛋白质的营养价值，往往将两种或两种以上的食物混合食用，从而达到以多补少、提高膳食蛋白质营养价值的目的。这种不同食物间相互补充其必需氨基酸不足的作用叫蛋白质互补作用，如肉类和大豆蛋白可弥补米、面蛋白质中赖氨酸的不足。

三、消化、吸收、代谢

食物蛋白质未经消化不能吸收，蛋白质水解成氨基酸才能被吸收。胃内消化蛋白质的酶是胃蛋白酶。小肠是蛋白质消化的主要部位。蛋白质在小肠内消化主要依赖于胰腺分泌的各种蛋白酶，包括胰蛋白酶、糜蛋白酶等。蛋白质被水解为可被吸收的氨基酸。

氨基酸在体内主要是用来合成蛋白质。氨基酸分解代谢，合成尿素后，经肾脏随尿排出。

氮平衡是指氮的摄入量和排出量的关系。氮的摄入量和排出量的关系可用下式表示：

$$B=I-(U+F+S) \quad (1-4)$$

式中，B为氮平衡；I为摄入氮；U为尿氮；F为粪氮；S为皮肤氮。

蛋白质不能在机体内蓄积储存，过多的蛋白质只能以尿素形式排出。当摄取的氮多于排出的氮，认为是正氮平衡，生长期的新生儿、婴儿、幼儿、青少年等应该是正氮平衡；当摄取少于排出，认为是负氮平衡，老年人、消耗性疾病患者属于负氮平衡。正常成年人应该是氮平衡的。

四、生理功能

1. 蛋白质是人体组织的构成成分

人体的任何组织和器官都是以蛋白质作为重要物质组成的（包括坚硬骨骼、牙齿、指甲和液态的血液等）。因此，人体的生长需要蛋白质，新陈代谢需要蛋白质。人体每天有3%的蛋白质在代谢更新。损伤后的修复等都需要蛋白质。

2. 蛋白质是构成人体的重要物质

体内的重要物质如酶、激素、血红蛋白、肌纤维蛋白、抗体等均由蛋白质为基础组成。这些物质对水盐代谢、酸碱平衡、胶体渗透压等都起到重要的作用。此外，视觉的形成、血液的凝固、人体的运动等都与蛋白质有关。

3. 供给热量

每1g食物蛋白质能提供16.74kJ(4.0kcal)的能量，人体每天所需能量的10%~15%由蛋白质提供。

五、食物蛋白质营养学评价

食物蛋白质评价要从蛋白质的“量”和“质”上全面评价。完整的评价是各项指标的综合。

1. 蛋白质含量

蛋白质含量是一个基础指标，因为没有数量，也无从谈起质量。

常见食物的蛋白质含量：谷类含40g/500g，豆类150g/500g，蔬菜5~10g/500g，肉类

80g/500g, 蛋类 60g/500g, 鱼类 50~60g/500g。

2. 蛋白质的消化率

蛋白质的消化率是指食物蛋白质可被消化酶分解的程度。蛋白质的消化率越高, 被机体吸收利用的可能性越大, 其营养价值也越大。

$$\begin{aligned} \text{蛋白质消化率} &= \text{食物中被消化吸收氮的数量} / \text{食物中含氮总量} \\ &= [\text{食物中含氮总量} - (\text{粪中排出氮量} - \text{肠道代谢废物氮})] / \text{食物中含氮总量} \end{aligned} \quad (1-5)$$

肠道代谢废物氮(又称粪内源氮)是指肠道黏膜细胞和死亡的肠道微生物所含的氮, 一般以 0.9~1.2g/d 计。如果不计肠道代谢废物氮, 则成为“表观消化率”, 常用“表观消化率”。

常见食物的蛋白质消化率: 奶类为 97%~98%, 肉类为 92%~94%, 蛋类为 98%, 米饭 82%, 面包 79%, 土豆 74%, 玉米窝窝头 66%。

3. 蛋白质利用率

常用的蛋白质利用率包括: 生物价和蛋白质净利用率。

(1) 蛋白质的生物价(BV) 生物价是指食物蛋白质在体内被吸收后, 在体内储留的量。指真正被机体利用的氮数量的比值, 表示蛋白质被吸收后, 在体内被利用的程度。生物价是表示蛋白质真正在机体利用情况的最常用指标。

$$\text{蛋白质生物价} = \text{氮在体内的储留量} / \text{氮在体内的吸收量} \quad (1-6)$$

$$\text{氮的吸收量} = \text{食物中含氮总量} - (\text{粪中排出氮量} - \text{肠道代谢废物氮}) \quad (1-7)$$

$$\text{氮在体内的储留量} = \text{氮的吸收量} - (\text{尿中排出氮量} - \text{尿内源氮}) \quad (1-8)$$

尿内源氮来源于尿道黏膜细胞上皮的脱落和尿内微生物所含的氮。

蛋白质的生物价受多种因素影响。实验条件不同, 实验结果可以有很大的出入。如饲料中蛋白质的含量不同可以很大程度地影响实验结果。动物生长发育情况也有很大影响。

常见食物的蛋白质生物价: 鸡蛋为 94%, 牛奶为 90%, 鱼 83%, 牛肉 76%, 猪肉 76%, 大米 77%, 玉米 60%, 花生 59%, 高粱 56%。

(2) 蛋白质的净利用率(NPU) 蛋白质的净利用率是指摄入蛋白质在体内被利用的情况, 即在一定条件下, 体内储留蛋白质在摄入蛋白质中所占的比例。

$$\text{蛋白质净利用率} = \text{氮储留} / \text{氮摄入} \quad (1-9)$$

$$\text{事实上蛋白质净利用率} = \text{生物价} \times \text{消化率} \quad (1-10)$$

结合以上三者可以较全面地评价蛋白质的营养, 从以下食物的计算中可以了解各种食物的蛋白质营养状况。

$$80\text{g}/500\text{g}(\text{肉的蛋白质含量}) \times (92\% \sim 94\%)(\text{肉类的消化率}) \times 76\%(\text{肉的生物价}) = 56.5\text{g}/500\text{g};$$

$$60\text{g}/500\text{g}(\text{蛋类的蛋白质含量}) \times 98\%(\text{蛋类的消化率}) \times 94\%(\text{鸡蛋的生物价}) = 55.3\text{g}/500\text{g};$$

$$40\text{g}/500\text{g}(\text{谷类的蛋白质含量}) \times 82\%(\text{米饭的消化率}) \times 77\%(\text{大米的生物价}) = 25.3\text{g}/500\text{g}。$$

显然蛋类食物的蛋白质营养价值最好。

4. 蛋白质的功效比值

用以测定生长发育中幼小动物每摄入 1g 蛋白质所增长的体重(g)来表示蛋白质在体内

被利用的程度。一般可将刚断奶的大鼠用含有 9% 蛋白质的饲料喂养 28 天，然后计算相当于动物每摄入 1g 蛋白质所增加的体重。增加较多者，蛋白质营养价值较高。

$$\text{蛋白质功效比值} = \text{动物体重增加量(g)} / \text{摄入食物蛋白质质量(g)} \quad (1-11)$$

5. 氨基酸评分

被测食物中某种必需氨基酸的实际含量与参考蛋白质中该种氨基酸的含量之比，是该种氨基酸的评分。被测食物中各种必需氨基酸与参考蛋白质模式的一系列比值就是该种蛋白质的氨基酸评分。氨基酸评分反映蛋白质构成和利用率的的关系，能够发现限制氨基酸、第一限制氨基酸。

$$\text{氨基酸评分} = \text{被测蛋白质每克氮(或蛋白质)中氨基酸量(mg)} / \text{理想模式或参考蛋白质中每克氮(或蛋白质)中氨基酸量(mg)} \quad (1-12)$$

$$\text{经消化率修正的氨基酸评分} = \text{氨基酸评分} \times \text{真消化率} \quad (1-13)$$

六、供给量、来源

含蛋白质较多，蛋白质质量较好的食物为肉类、鱼类，其蛋白质含量为 10.0%~30.0%，奶类为 1.5%~3.8%，蛋类 11.0%~14.0%，干豆类 20.0%~49.8%，植物性食物中含蛋白质较高的食物是硬果类（花生、核桃、莲子等），含蛋白质 15.0%~26.0%，其他植物性食物含有 6.0%~19.0% 的蛋白质。蛋白质的供给，除粮食中蛋白质以外，还应考虑有一定比例的动物性蛋白和豆类蛋白，动物性蛋白如能争取达到占蛋白质总量的 20.0%~30.0%，对蛋白质的利用与效果将会有更大的好处。

第四节 脂 类

一、概述

脂类是一大类具有重要生物学作用的化合物，它们均能溶于有机溶剂而不溶于水。

脂类是甘油三酯（脂肪）、磷脂和固醇类的总称。食物脂类中 95% 是甘油三酯，5% 是其他脂类。在人体内储存的脂类中 99% 是甘油三酯。脂肪受营养状况的影响很大，称为“动脂”，正常人按体重计含脂肪为 10%~20%，主要存在于腹腔、皮下等。类脂包括磷脂和固醇类，占总脂量的 5%，是细胞的基本成分，不受营养状况和体力活动的影响，称为“定脂”。

二、分类或特点

1. 甘油三酯

甘油三酯也称脂肪或中性脂肪。人体内的甘油三酯主要分布在腹腔、皮下以及肌肉纤维之间。甘油三酯是由甘油和脂肪酸组成。

(1) 脂肪酸 按照性质可以分为长链脂肪酸（14 碳以上），中链脂肪酸（5~12 碳），短链脂肪酸（5 碳以下）。按照其含有的不饱和键的数量分为饱和脂肪酸、单不饱和脂肪酸、多不饱和脂肪酸。食物中的脂肪酸多数是以 18 碳为主。脂肪酸的碳链越长，饱和程度越高，其熔点也越高。动物脂肪中多含饱和脂肪酸，常为固态；植物脂肪多为液态。

(2) 必需脂肪酸（EFA） 某些多不饱和脂肪酸是人体生长发育与正常生理活动所必