



普通高等教育“十二五”规划教材
全国高等院校食品专业规划教材

食品营养学



耿越 主编

Food
Nutrition



科学出版社

013061751

TS201.4-43
02



普通高等教育“十二五”规划教材

全国高等院校食品专业规划教材

食品营养学

耿越 主编



出版 科学出版社

北京 100071

http://www.sciencep.com

源航后公限有须文文登原京南

编印后公限有须文文登原京南

科学出版社



北航 C1669637

TS201.4-43

-02

013061251

林慧斌 耿越 主编 “十二五” 普通高等教育



内 容 简 介

本书主要介绍了食品营养学基本理论、植物化学物、食物的营养价值、加工和贮藏对营养的影响、合理营养与营养相关疾病、食物中的功效成分与保健食品及现代营养学的发展。编者力求尽可能全面地介绍食品营养学的主要内容,力争能满足食品专业本科主干课程的需求。

本书可作为高等院校食品科学与工程、食品安全、食品检验等专业的本科生教学用书,也可作为相关专业研究生、营养师、科研人员、临床医务人员以及食品营养相关人士的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

食品营养学 / 耿越主编. —北京: 科学出版社,
2013. 7

全国高等院校食品专业规划教材
ISBN 978-7-03-037744-9

I. ①食… II. ①耿… III. ①食品营养—营养学—高
等学校—教材 IV. ①TS201.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 121405 号

责任编辑: 陈 露 郭建宇 张韶茹
责任印制: 刘 学 / 封面设计: 殷 靓

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街 16 号
邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

南京展望文化发展有限公司排版

上海叶大印务发展有限公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2013 年 7 月 第 一 版 开本: 889×1194 1/16

2013 年 7 月 第 一 次 印 刷 印张: 12½

字数: 384 000

定价: 36.00 元

全国高等院校食品专业规划教材

《食品营养学》编辑委员会

主 编

耿 越

编 委

(以姓氏笔画为序)

刘 源 上海海洋大学

陈雪君 杭州师范大学

单毓娟 哈尔滨工业大学

赵长峰 山东大学

耿 越 山东师范大学

崔 波 山东轻工业学院

章志量 杭州师范大学

韩晓英 山东师范大学

魏海香 济宁学院

全国高等院校食品专业规划教材 筹备专家组

王锡昌 上海海洋大学

刘成梅 南昌大学

叶兴乾 浙江大学

李和生 宁波大学

辛嘉英 哈尔滨商业大学

崔波 齐鲁工业大学

朱珠 吉林工商学院

刘光明 集美大学

沈波 杭州师范大学

白晨 上海商学院

马汉军 河南科技学院

张兰威 哈尔滨工业大学

陆启玉 河南工业大学

赵国华 西南大学

王鸿飞 宁波大学

李燕 上海海洋大学

耿越 山东师范大学

任丹丹 大连海洋大学

蒋小满 鲁东大学

郑艺梅 闽南师范大学

赵利 江西科技师范大学

姚兴存 淮海工学院

(以上专家排名不分先后)

前言

中国传统的中医药学对食品和营养的认识已经达到了极高的理论水平,为我国的食物养生、食物营养与保健的发展打下了重要的基础。现代营养学的发展起源于200年前的欧洲,随着基础化学、分析化学、生理学、解剖学等学科的不断进步,人们认识到生物体内含有蛋白质、脂肪、碳水化合物,到20世纪,随着维生素、矿物质在生物体内的不断发现,逐步建立起系统而又全面的现代营养学。值得我们骄傲的是在现代营养学建立的过程中有中国科学家作出的贡献,如杨光圻教授等对硒元素与克山病关系的研究,及硒元素作为人体必需微量元素的确定。

随着我国经济的迅猛发展,人民生活水平迅速提高,食品营养学已不仅仅是局限于书斋和实验室中的高深学术,而是与广大消费者的日常生活联系越来越密切,人们不仅希望获知“吃什么”,“如何吃”的知识,更希望知道如何吃得健康,如何吃得安全。

“民以食为天,食以安为先”。近五年来食品安全问题屡屡曝光,消费者对各种有毒、有害、假冒伪劣的食品深恶痛绝。但是不了解营养学的基本知识,盲目追求价高、稀有食品的消费倾向,追求高蛋白、高脂肪的不良习惯,同样会带来各种食源性疾病。如心血管疾病、肥胖、糖尿病、癌症等的发病率、病死率逐年上升与不正确和不健康的饮食方式有很大的关系,对个体和社会的危害不亚于有毒有害食品。

作为今后投身食品科学和食品加工行业的专业人才,必须懂得现代营养学知识,致力于传播营养学知识,并合理地利用相关知识生产、加工可以满足不同人群需求的、安全可靠的食品,本教材可以提供相关基础理论知识。

2012年7月27日在济南召开的编委会议上确定了本书的编写大纲。参与本书编写的各位老师,来自不同类型的学校,绝大多数从事营养学教学多年。编写分工也尽量发挥每位老师的特长,扬长补短,集各家所长。具体分工如下:第一章、第十章、第十一章由山东师范大学耿越编写;第二章和第九章第一、二、三、四节由杭州师范大学章志量编写;第三章、第四章的第一节由上海海洋大学刘源编写;第四章的第二节和第六章由哈尔滨工业大学单毓娟编写;第四章的第三节由山东济宁学院魏海香编写;第四章的第四节和第五章的第一节由山东师范大学韩晓英编写;第五章的第二节和第九章的第五节由山东大学赵长峰编写;第七章由杭州师范大学陈雪君编写;第八章由山东轻工业学院崔波编写。

由于篇幅所限,本书没有收录食物营养成分表,相关的资料和数据请查阅有关书籍及资料。

本书力求能满足不同类型院校食品科学及食品工程专业基础课的要求,由于编者的水平所限,难免存在不足之处,恳请各位老师、同学提出宝贵意见,以利于今后改正。

感谢科学出版社的信任,感谢全体编者的奉献,感谢所有为此书付出关心和帮助的人。

耿越

2013年2月于泉城济南

目 录

前 言

第一章 绪 论

1

第一节 营养学发展史的回顾 /1

第二节 营养学的基本概念和研究内容 /2

第三节 学习食品营养学的意义 /3

第二章 食物的消化与吸收

4

第一节 人体消化系统 /4

一、消化系统的组成与功能 /4

二、消化管平滑肌的生理特征 /4

三、消化管的形态与结构 /5

四、消化腺的分泌与功能 /6

第二节 食物的消化 /7

一、机械性消化 /7

二、化学性消化 /8

三、生物性消化 /9

第三节 食物的吸收 /9

一、吸收部位 /9

二、主要营养物质的吸收 /9

第三章 能 量

12

第一节 人体的能量消耗 /12

一、能量单位 /12

二、基础代谢 /12

三、食物热效应 /13

四、活动的能量消耗 /14

五、生长发育等特殊生理状况的能量要求 /14

第二节 人体能量消耗的测定 /15

一、能量消耗量的测定 /15

二、食品能量的测定 /16

三、能量系数 /16

四、能量需要量的计算 /17

第三节 能量的参考摄入量及食物来源 /17

第四章 宏量营养素

19

第一节 蛋白质 /19

一、蛋白质的组成、分类及生理功能 /19

二、蛋白质的消化、吸收与代谢 /22

三、蛋白质的营养学评价 /24

四、蛋白质的需要量及食物来源 /29

第二节 脂类 /31

一、脂类概述 /31

二、脂肪的消化吸收 /33

三、脂肪酸 /34

四、膳食脂肪的营养学评价 /37

五、脂类的食物来源及膳食参考摄入量 /38

第三节 碳水化合物 /38

一、碳水化合物的术语和分类 /38

二、碳水化合物的生理功能 /48

三、碳水化合物的供给和膳食参考摄入量 /49

四、碳水化合物的食物来源 /49

第四节 水 /49

一、人体内水的含量与分布 /49

- 二、水的生理功能 /50
- 三、水平衡 /50

- 四、常见的饮用水 /51

第五章 微量营养素

53

第一节 矿物质 /53

- 一、钙 /55
- 二、磷 /56
- 三、镁 /57
- 四、钾 /58
- 五、钠 /59
- 六、氯 /60
- 七、铁 /61
- 八、锌 /62
- 九、硒 /63
- 十、碘 /63
- 十一、铜 /64
- 十二、铬 /65
- 十三、氟 /66
- 十四、钼 /67
- 十五、钴 /67
- 十六、锰 /68

第二节 维生素 /68

- 一、概述 /68
- 二、维生素 A /69
- 三、维生素 D /72
- 四、维生素 E /73
- 五、维生素 K /75
- 六、维生素 B₁ /76
- 七、维生素 B₂ /77
- 八、烟酸 /79
- 九、维生素 B₆ /80
- 十、叶酸 /81
- 十一、维生素 B₁₂ /83
- 十二、生物素 /84
- 十三、泛酸 /85
- 十四、胆碱 /86
- 十五、维生素 C /86

第六章 植物化学物

89

第一节 多酚类植物化学物 /89

- 一、槲皮素 /89
- 二、原花青素 /90
- 三、大豆异黄酮 /91

第二节 异硫氰酸盐类 /92

- 一、异硫氰酸盐的结构、类型 /92
- 二、异硫氰酸盐的吸收、代谢及生物转化 /93
- 三、异硫氰酸盐的生物学活性研究 /93

第三节 类胡萝卜素 /94

- 一、番茄红素 /94
- 二、叶黄素 /95

第四节 硫化物 /95

- 一、结构、类型 /96
- 二、生物学活性研究 /96

第五节 皂苷 /96

- 一、大豆皂苷的结构类型 /96
- 二、大豆皂苷的生物学活性研究 /96

第六节 植物甾醇 /97

- 一、植物甾醇的结构、类型 /97
- 二、植物甾醇的生物学活性研究 /97

第七节 叶绿素 /97

第七章 各类食物的营养价值

99

第一节 各类食物营养价值的评定和意义 /99

- 一、食物营养价值评定 /99
- 二、食物营养价值评定意义 /100

第二节 谷类食品的营养价值 /100

- 一、谷粒的构造及营养素分布 /100
- 二、谷类的营养成分 /100
- 三、谷类食物合理利用 /102

第三节 豆类及其制品的营养价值 /102

- 一、豆类的营养成分 /102
- 二、豆类及其制品的合理利用 /103

第四节 蔬菜、水果的营养价值 /104

- 一、蔬菜类主要营养成分 /104
- 二、水果类主要营养成分 /106
- 三、水果的合理利用 /108

第五节 肉类和水产类食物的营养价值 /108

一、畜禽肉及内脏 /108

二、水产品 /110

第六节 乳及乳制品的营养价值 /111

一、乳类主要营养成分 /111

二、乳制品 /112

三、乳类及乳制品的合理利用 /113

第七节 蛋和蛋制品的营养价值 /113

一、蛋和蛋制品的主要营养成分 /113

二、蛋类的合理利用 /115

第八章 加工和贮藏对营养的影响

116

第一节 加工对食品营养素的影响 /116

一、加工对碳水化合物的影响 /116

二、加工对蛋白质和氨基酸的影响 /118

三、加工对脂类物质的影响 /120

四、加工对矿物质的影响 /121

五、加工对维生素的影响 /122

第二节 贮藏对食品营养素的影响 /127

一、常温贮藏对食品营养素的影响 /127

二、低温冷藏法对食品营养素的影响 /127

三、气调冷藏法对食品营养素的影响 /130

四、减压贮藏法对食品营养素的影响 /131

五、辐照贮藏法对食品营养素的影响 /132

六、化学保藏法 /132

七、干制贮藏法 /133

八、罐藏贮藏法 /134

第三节 食品营养强化 /135

一、食品营养强化的概况 /135

二、食品营养强化的意义和作用 /136

三、谷物及其制品的营养强化 /138

四、油脂的营养强化 /139

五、乳及其乳制品的营养强化 /140

第九章 合理营养与营养相关疾病

141

第一节 膳食营养素参考摄入量 /141

一、DRI 产生的背景 /141

二、有关 DRI 的基本概念 /141

三、DRI 的应用 /142

四、DRIs 应用的前提 /142

五、营养素摄入不足或过多的危险性 /143

第二节 膳食结构与膳食指南 /144

一、膳食结构 /144

二、膳食指南 /146

第三节 营养调查 /147

一、膳食调查 /148

二、膳食营养评价 /149

三、人体体格测量 /150

四、人体营养水平的生化检验 /151

第四节 食谱编制 /152

一、食谱的定义、分类、原则 /152

二、食谱编制的方法和步骤 /153

三、食谱的评价与调整 /154

第五节 营养相关疾病 /154

一、蛋白质-能量营养不良 /154

二、肥胖病 /155

三、冠心病 /157

四、糖尿病 /159

五、恶性肿瘤 /161

第十章 食物中的功效成分与保健食品

164

第一节 概述 /164

一、保健食品定义 /164

二、保健食品的发展 /165

三、保健食品的功能 /166

第二节 食品中的功效成分 /166

一、主要功效因子类别 /166

二、主要功效因子 /167

第三节 保健食品的功能原理 /170

一、有助于增强免疫力 /170

二、有助于降低血脂 /170

三、有助于降低血糖 /172

四、有助于改善睡眠 /172

五、抗氧化功能 /173

六、缓解体力疲劳 /173

七、有助于减少体内脂肪 /174

八、有助于增加骨密度 /174

九、有助于改善缺铁性贫血 /175

十、有助于改善记忆 /175

- 十一、清咽 /175
- 十二、有助于提高缺氧耐受力 /175
- 十三、有助于降低乙醇性肝损伤危害 /176
- 十四、有助于排铅 /176

- 十五、有助于泌乳 /176
- 十六、有助于缓解视疲劳 /177
- 十七、有助于改善胃肠功能 /177
- 十八、有助于促进面部皮肤健康 /178

第十一章 现代营养学的发展

180

- 第一节 概述 /180
- 第二节 主要研究方法和技术 /181
- 第三节 食品组学和代谢组学的主要研究应用领域 /182
 - 一、食物中营养素和活性成分的研究 /182
 - 二、营养素代谢调控作用的研究 /183

- 三、代谢组学在食品品质鉴别中的应用 /183
- 四、代谢组学在食品产地鉴别中的应用 /183
- 五、代谢组学在食品安全中的应用 /184
- 六、饮食对表观遗传学的影响 /184
- 第四节 发展前景及展望 /184

- 主要参考文献 /186
- 附录 /187

第一章

绪论

第一节 营养学发展史的回顾

在我国 5 000 多年的文明历史中,饮食文化源远流长,我国是最早提出膳食指导的国家。《黄帝内经·素问·脏器法时论》云:“五谷为养,五果为助,五畜为益,五菜为充,气味合而服之,以补精益气”。这就是说,人们必须要以谷、肉、果、菜等类食物的互相配合以补充营养,增强体质。又提及:“谷肉果菜,食养尽之,勿使过之,伤其正也。”也就是说,谷、肉、果、菜等虽是养生之物,但若过食偏食,非但不能补益,反而有伤正气,于健康不利。

成书于东汉的《神农本草经》中,记载了许多食物既可以食用,还可以药用。中国古代对营养的认识局限于食品的物质层次,从整体角度对食品是否可食,是否具有药效进行区分,如中医学对各种食物进行寒/热/平等类别划分。

欧洲文艺复兴和工业革命使欧洲的实验科学有了突破,对营养成分进行深入的分析。1783 年 Lavoisier 发现了氧,并证明呼吸是一种燃烧过程。1842 年 Prout 将人体主要成分归类为蛋白、脂肪和糖三类,为食物的化学分析奠定了基础。1850 年 Liebig 认为所有含蛋白质的食物均含有氮,而氮的多少与营养好坏有关。19 世纪以后,有学者对体内含有的矿物质进行了分析,如铁、钙、磷等。1850 年 Chatin 从甲状腺中分离出碘,还进一步明确钙与人体骨质发育的关系。1912 年 Funk 通过对患者观察和动物实验,发现了“生命胺”,这是第一个维生素,以后称之为硫胺素。至第二次世界大战结束后,已发现的维生素有水溶性和脂溶性两大类共 16 种。微量元素的问题同时提到日程上来。1935 年,Underwood 发现牛羊的消瘦病是由于牧草中钴元素缺乏所引起。以后陆续在动物实验中发现多种机体所必需的微量元素。如 Richert、Schwartz 分别提出钼、硒,是人及动物所必需的, Mertz 证实铬是大鼠所必需的。1973 年世界卫生组织已认定 14 种元素为机体所必需,称为必需微量元素。

在漫长的人类历史中,早期因为对营养知识的无知而付出过沉重的代价。最典型的是航海中发现的坏血病。1498 年葡萄牙航海家 Vasco da Gama 首先发现坏血病,航海中 160 人中有 102 人死亡。1740 年英国海军上将 Anson 带领 6 艘战舰和 1 955 名水手作环球航行,4 年后返回英国时丧失了五艘战舰,死去 1 051 名海军将士,均系患一种出血不止的疾病,即坏血病。但法国海军在同一年代,却因指定的口粮中每人配给酸果汁一桶,而未发生同类事件,战士幸免于难。1928 年 Gyorgyi 从柠檬中分离出维生素 C,坏血病的致死原因才真相大白。其实早在 1405~1433 年,我国郑和曾多次带领船队下西洋,人数多达 2.7 万人,最远的航程达今天的肯尼亚与坦桑尼亚,但未有死于坏血病的报道,其原因就在于沿途停泊,随时补给蔬菜,及船队在甲板上种植蔬菜的做法。这是当时中国航海的奇迹。

18 世纪末到 19 世纪初,因为维生素缺乏仍引起大量人群病死。在地中海沿岸国家、美国南部种植园以玉米为主食的地区,癞皮病(pellagra)猖獗,以皮肤粗糙、腹泻及精神失常为特征,严重时引起死亡。当时认为是一种传染病,后来 Goldberger 发现这种疾病与病区的食物有关。1937 年 Elvehjem 从酵母中提取出烟酸,才了解这是一种维生素缺乏症。类似情况在亚洲也曾发生过。工业革命后,以蒸汽机为动力的大型碾米机出现,使米碾得很白,亚洲广大以米为主食地区即出现广泛的脚气病(beriberi),患者数千万计,直到 Eijkman 在动物实验中证明米糠可治疗鸡或鸽子的软脚病,该病的治疗才得以突破,后从米糠中分离出了硫胺素。

中国营养学家在现代营养学的研究中作出过突出贡献,以硒与人体营养的研究最为出色。克山病是一种原因不明的地方性心肌病,在我国分布广,死亡率高。杨光圻等在人群调查中首先观察到克山病与缺硒有关,并且证实克山病是一个与人体硒缺乏有关的生物地球化学疾病,并以亚硒酸钠预防取得成功。杨光圻所在的中国医学科学院克山病防治科研小分队,于1984年在第三届“硒在生物学和医学中的作用国际讨论会”上被国际生物无机化学家协会授予施瓦茨奖。

第二节 营养学的基本概念和研究内容

1. 营养 人类从外界获取食物满足自身生理需要的过程称为营养(nutrition)。也可以说是人体获得并利用其生命运动所必需的物质和能量的过程。它研究人们应该“吃什么”,“如何吃”才能更好地保证机体健康,保证机体正常的生长、发育、繁衍以及其他各种活动和劳动。“吃什么”是研究如何选择和搭配食物;“如何吃”与食品加工密切相关,即对食品原料如何加工处理。

2. 食品 2009年6月1日起施行的《中华人民共和国食品安全法》第九十九条规定:“食品,指各种供人食用或者饮用的成品和原料以及按照传统既是食品又是药品的物品,但是不包括以治疗为目的的物品。”

按此定义食品分为:

食品	{	食物原料——食料(foodstuff) 食品(food product)	}	食物或食品(food)
----	---	---	---	-------------

此外,食品还包括传统上既是食品又是药品,即药食同源的物品。

一般来说食品的作用有三方面:

- 为人体提供必要的能量和营养素,满足人体的营养需要。
- 满足人体的不同嗜好和要求,如色、香、味、形态、质地等。
- 某些食品对人体产生不同的生理反应,如兴奋(wakefulness)、镇静(calmness)、过敏(allergies)等。

能源是生命活动的基础,蛋白质是构成细胞的主要成分,约占人体体重的16%,又由于新陈代谢平均每隔80d就要更新一半蛋白质,所以人体必须进食足够的蛋白质,与此同时,也需摄取含有足够的其他营养素的食物。

3. 营养素 营养素(nutrient)是人体用以保证生长、发育、繁衍和维持健康生活的物质,已知有40~45种。从营养学和食品科学或食品加工的角度来说,应尽量使这些营养素不受破坏。依化学性质和生理功能,主要包括蛋白质、脂肪、碳水化合物、矿物质、维生素、水六大类,也有把膳食纤维作为第七大营养素。

可以将营养素分为宏量营养素、微量营养素和其他膳食成分三大类,分别为:蛋白质、脂肪、碳水化合物;矿物质、维生素;水、其他生物活性物质。

4. 营养价值 营养价值(nutrition value)指在特定的食品中的营养素及其质和量的关系。一般认为含有一定量的人体所需的营养素的食品,就具有一定的营养价值;含有较多营养素且质量较高的食品,则营养价值较高。

食品营养价值的高低与食品中营养素的种类是否齐全,数量多少,相互比例是否适宜,是否易于被人体消化、吸收和利用有关。一般来说,食品中营养素含量越高,比例越接近人体组成,容易消化吸收,则该类食品的营养价值越高。

5. 营养素密度 营养素密度指食品中以单位热量为基础所含重要营养素的浓度。包括维生素、矿物质和蛋白质三类。

$$\text{营养密度} = \frac{\text{一份食物满足某种营养素 RNI 的 \%}}{\text{由该份食物满足能量 RNI 的 \%}} = \frac{\text{食物中某种营养素含量/该营养素的 RNI}}{\text{该食物提供的能量/能量的 RNI}}$$

RNI,推荐摄入量(recommended nutrient intakes)

能够提供丰富的营养素,而相对热量较低的食物,如瘦肉、牛奶、绿叶蔬菜、乳制品、鱼类等为高营养密度食物。提供少量的营养素,而相对有较高的热量,如油炸食品、蛋糕、糖、酒等为低营养密度食物。

6. 营养标签 营养标签指在预包装食品标签上向消费者提供食品营养信息和特性的说明,包括营养成分表、营养声称和营养成分功能声称。营养标签强制标示的内容包括能量、核心营养素的含量及其占营养素参考值(NRV)的百分比。2013年1月1日实施的《食品安全国家标准预包装食品营养标签通则》规定,核心营养素包括蛋白质、脂肪、碳水化合物和钠,要求标明其占营养素参考值百分比。生产企业要确保标注内容真实、客观,不得标示虚假信息,不得夸大产品的营养作用或其他作用。

7. 食品加工 加工的目的:①为了贮存和运输;②适应人们不同的饮食习惯和嗜好;③满足特殊的需要。

食品加工包括肉制品加工、调味品加工、水果制品加工、酒类加工、淀粉及其制品加工、糖果制品加工、饮料加工、水产品加工、禽蛋制品加工、乳制品加工、豆制品加工、蔬菜制品加工、综合加工技术等。

随着生活水平的提高,以及家务劳动的社会化,新的加工食品,如方便食品、快餐食品、婴幼儿食品、模拟食品、强化食品、疗效食品和宇宙食品等应运而生。

这种将食品原料经过不同的加工、处理、调配制成各种加工食品的过程可统称为食品加工(food processing)。

食品加工一方面要最大限度地保持食品中的营养素不受损失,另一方面必要时还可添加一定的营养素,以满足人们的需要。

8. 营养不良与平衡膳食 广义的营养不良(malnutrition)应包括营养不足或缺乏以及营养过剩两方面,由不适当或不足饮食所造成。通常指由于摄入不足、吸收不良或过度损耗营养素所造成的营养不足,但也可能包含由于暴饮暴食或过度的摄入特定的营养素而造成的营养过剩。

从营养科学来讲,能使营养需要与膳食供给之间保持平衡状态,热能及各种营养素满足人体生长发育、生理及体力活动的需要,且各种营养素之间保持适宜比例的膳食,叫平衡膳食。

不同种类食物富含的营养素不同:动物性食物、豆类富含优质蛋白质;蔬菜、水果富含维生素、矿物质及微量元素;谷类、薯类和糖类富含碳水化合物;食用油富含脂肪;肝、奶、蛋富含维生素A;肝、瘦肉和动物血富含铁。这些营养素之间相互配合,相互制约,只有均衡全面足够的膳食才能够满足人体的所有营养需求。

第三节 学习食品营养学的意义

营养学是研究人体营养规律及改善措施的科学。主要内容包括营养学基础、各类食品的营养价值、不同人群的营养、营养与有关疾病及社区营养。食品营养学(food nutrition)主要研究食物、营养与人体生长发育和健康的关系,以及提高食品营养价值的措施。随着经济的迅猛发展,我们已从满足吃饱的基本要求,开始转向如何吃出“健康”和“安全”。

当前与膳食因素密切相关的主要疾病有心脑血管疾病、糖尿病、肥胖等。不健康的生活方式与心脑血管疾病等非传染性流行有必然的联系,且不以人们的意志为转移,非药物可控。不健康的生活方式是完全可以改变和避免的。其中对营养学知识的了解、掌握和应用是非常重要的。

食品营养学是研究人体如何以最有益于健康的方式来利用食品的科学。通过学习食品营养学可以知晓如何选择、搭配有利于自身健康的食品,珍惜自身健康,而不是盲目追求时尚、高端,满足一时口腹之欲。同时通过学习可以传播、普及食品营养学知识。通过营养信息的交流,帮助个体和群体获得食物与营养的基本知识,培养健康的生活方式,推动大众食品消费的科学化,使膳食结构更加合理,饮食更为多样,达到膳食平衡的目的。

无论是主动学习还是被动接受食品营养学知识,最终目的是要树立正确的营养理论,提倡合理饮食,改善不良饮食习惯,提高我国居民营养健康水平,提升中华民族的整体素质。

食物提供人体所需的能量,以及健康细胞生长繁殖所需的养分。机体消化食物和吸收营养素的结构总称消化系统。消化(digestion)是指机体通过消化管的运动和消化腺分泌物的酶解作用,使大块的、分子结构复杂的食物,分解为能被吸收的、分子结构简单的小分子化学物质的过程。包括机械消化和化学消化。通过机械作用,把食物由大块变成小块,称为机械消化;通过消化酶的作用,把大分子变成小分子,称为化学消化。前者指通过消化管壁肌肉的收缩和舒张(如口腔的咀嚼,胃、肠的蠕动等)把大块食物磨碎;后者指通过各种消化酶将分子结构复杂的食物水解为分子结构简单的营养素,如将蛋白质水解为氨基酸,脂肪水解为脂肪酸和甘油,淀粉水解为葡萄糖等。食物经消化后营养物质通过消化管黏膜上皮细胞进入血液和淋巴的过程称为吸收(absorption)。消化和吸收是以摄取营养为目的相辅相成、紧密联系的两个过程,从而为机体的生命活动提供能量。

第一节 人体消化系统

一、消化系统的组成与功能

消化系统由消化管和消化腺两大部分组成(图 2-1)。消化管包括口腔、咽、食管、胃、小肠、大肠和肛门等各段;消化腺则有唾液腺、胃腺、肠腺、胰腺和肝脏等。消化系统的主要功能是消化食物、吸收营养素和排出食物残渣。此外,消化黏膜上皮制造和释放多种内分泌激素和肽类,与神经系统一起共同调节消化系统的活动和体内的代谢过程。

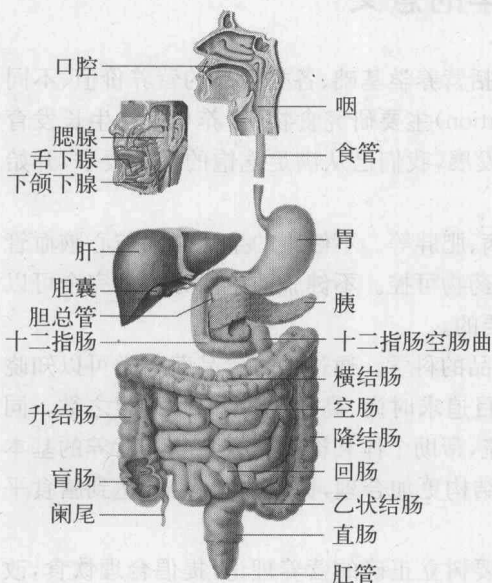


图 2-1 消化系统解剖图

二、消化管平滑肌的生理特征

消化管中咽、食管上端和肛门的肌肉是骨骼肌,其余消化管肌肉均为平滑肌。消化管平滑肌虽然具有肌肉组织的共同特性,如兴奋性、传导性和收缩性,但与骨骼肌、心肌并不完全相同,有其自身的特殊性。

1. 低兴奋性 与骨骼肌和心肌相比,消化管平滑肌的兴奋性低,收缩弛缓,收缩的潜伏期、收缩期和舒张期的时程均较长。

2. 富有伸展性 消化管平滑肌能适应实际的需要而作很大的伸展,在进食之后,它可以比平时伸长数倍,胃表现得最为明显,可容纳数倍于自己原体积的食物,而心肌和骨骼肌的伸展性不能超过原来长度的 50%。对一个中空的容器器官来说,这一特性可以使它多容纳食物而不发生明显的压力变化。

3. 紧张性 消化管平滑肌经常保持一种微弱的持续收缩状态,称为平滑肌的紧张性或紧张性收缩。由于这种紧张性的存在,能使消化管内经常保持着一定的基础压力,并使胃肠道保持一定的位置和形态。消化管的各种收缩运动,也都是在平滑肌紧张性收缩的基础上进行的。平滑肌的紧张性是肌源性的,切断支配

平滑肌的外来神经后,紧张性仍然存在,但在整体情况下,消化管平滑肌的紧张性在一定程度上受中枢神经系统和激素的调节。

4. 自动节律性 消化管平滑肌在离体后,置于适宜的环境中,仍能进行自主的节律性运动,但较心肌缓慢且不规则。一般认为其节律性运动的产生也属肌源性的,在整体情况下受中枢神经系统和激素的调节。

5. 对化学、温度和牵张刺激敏感 消化管平滑肌对不同性质的刺激,敏感性不同,对化学、温度和牵张刺激很敏感,而对电刺激较不敏感。对某些化学物质的刺激特别敏感,如微量的乙酰胆碱能引起其收缩,微量的肾上腺素则使其舒张;迅速改变温度可引起消化管平滑肌收缩的改变;突然轻度的牵拉刺激也引起平滑肌强烈反应。消化管平滑肌对上述刺激敏感的特性,并不依赖神经支配。

三、消化管的形态与结构

消化管是从口腔至肛门的连续性管道,依次分为口腔、咽、食管、胃、小肠和大肠。消化管管壁(除口腔和咽外)由内向外分为黏膜、黏膜下层、肌层及外膜四层。其中黏膜由上皮、固有层和黏膜肌层组成,是消化管各段结构差异最大,功能最重要的部分,黏膜肌层是消化管壁所特有的结构。

1. 口腔(mouths) 口腔是消化管的起始部。口腔是指唇、腭、面颊和口腔底之间的空间,向上它与鼻腔相通。向后口腔与两个颌弓后的咽腔相连。口腔中重要的器官有舌、牙和唾液腺。口腔周围的咽、唇和脸颊也是非常重要的。口腔主要完成咀嚼功能,以机械性消化为主,唾液腺分泌唾液协助消化。舌尖两侧对甜、咸敏感,舌头中部周围对辣味敏感,舌头两侧对酸最敏感,舌根对苦最敏感。口腔通过嘴与外部世界相通,口腔内部温度恒定、湿度高,有许多狭窄的地方,是微生物生长的理想地方,目前已经确定的在口腔内生存的细菌有 300 多种。

2. 咽与食管

(1) 咽:咽(pharynx)上起颅底下至第六颈椎平面,长约 12cm,前后扁平,上宽下窄,略呈漏斗形的黏膜肌性管腔,下端相当于环状软骨下缘与食管口相连,是呼吸道和消化道上端的共同通道。分为鼻咽(nasopharynx)、口咽(oropharynx)、喉咽(laryngopharynx)三部分。

(2) 食管:食管(esophagus)在平时是呈现扁平状,当有食物通过时便会扩大。食物并非靠着地球重力落入胃中,是借由食管壁的肌肉进行像波浪般蠕动,强制将食物推入胃中,此外食管还会分泌一种黏液,让食物可以很容易地通过。在正常情况下,食物从咽部到达胃的贲门所需时间是:液体约 4 s,固体食物 6~9 s。如果有外伤、异物、炎症或肿瘤,食物下咽就会发生困难。食管除运送食物外,在最尾端与胃相接的地方有一个括约肌确保胃酸不会逆流至食管中。这是因为,这一段食管内的压力一般比胃内压力要高,有“高压区”之称,故起到了天然“阀门”的作用。口腔中的食物经过复杂的吞咽活动被送到食管,当食物进入食管末端时,胃的贲门突然打开,一旦确保食物通过,又马上关闭。

3. 胃(stomach) 胃作为“人体食物处理器”负责把食物磨碎成细小的颗粒,它分泌的胃液也展开多种作用,经过胃部收缩搅拌、挤压混合,将食物变成食糜。接着靠胃的蠕动将食糜推出胃部进入小肠。

(1) 胃的解剖:胃分为贲门胃底部、胃体部、幽门部三个区域。胃壁从外向内分为浆膜层、肌层、黏膜下层和黏膜层。胃腺一般有三类:即贲门腺、幽门腺和泌酸腺。前两者分别分布于贲门区和幽门区,均分泌黏液。泌酸腺主要存在于胃体和胃底的黏膜内,有三类细胞,即主细胞、壁细胞和黏液细胞,除均可分泌水和无机盐外,每种细胞各有其特殊的分泌物:主细胞分泌胃蛋白酶原,壁细胞分泌盐酸和内因子,黏液细胞分泌黏液。胃接受交感神经和副交感神经支配。交感神经来自腹腔神经节,副交感神经为迷走神经,胃有丰富的血管和淋巴管。

(2) 胃的生理:胃具有运动和分泌两大功能,通过其接纳、贮藏食物,将食物与胃液研磨、搅拌、混匀,初步消化,形成食糜并逐步分次排入十二指肠为其主要的生理功能。此外,胃黏膜还有吸收某些物质的功能。

4. 小肠 小肠绒毛的面积很大、壁很薄,而且其中富含毛细血管和毛细淋巴管,在此处除了大部分甘油和脂肪酸进入毛细淋巴管,经淋巴循环,最终进入血循环外,其余的各种营养成分都由毛细血管直接进入血循环。

(1) 小肠的分部: 小肠长5~7 m,是消化管最长的一段,小肠(small intestine),一般根据形态和结构变化分为三段,分别为十二指肠(duodenum)、空肠(jejunum)和回肠(ileum),是食物消化和吸收的最重要场所。

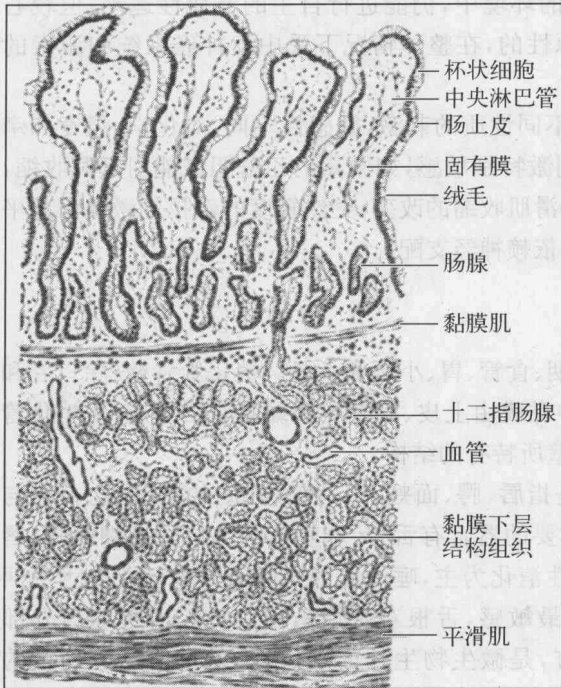


图 2-2 小肠微绒毛结构

(2) 小肠壁的结构特点

1) 环状壁和绒毛: 小肠黏膜,特别是空肠,具有许多环状皱襞和绒毛。绒毛根部的上皮下陷至固有层,形成管状的肠腺,其开口位于绒毛根部之间。绒毛和肠腺与小肠的消化和吸收功能关系密切。环状壁和绒毛大大扩大了黏膜的表面积,可达 200 m² 以上。巨大的表面积使营养物质能够在 1~2 h 内得以迅速吸收。小肠绒毛的壁很薄,只由一层上皮细胞构成,而且绒毛中有丰富的毛细血管,这种特点有利于营养物质的消化和吸收(图 2-2)。

2) 黏膜上皮: 绒毛部上皮由吸收细胞、杯状细胞和少量内分泌细胞组成;其中吸收细胞(absorptive cell)最多,绒毛表面的吸收细胞游离面在光镜下可见明显的纹状缘,电镜观察表明它是由密集而规则排列的微绒毛构成。每个吸收细胞约有微绒毛 1 000 根,每根长 1~1.4 μm,粗约 80 nm,使细胞游离面面积扩大约 20 倍。

3) 黏膜下层: 黏膜下层为疏松结缔组织,含较多血管和淋巴管。十二指肠的黏膜下层内有十二指肠腺(duodenal gland),为复层管泡状的黏液腺,其导管穿过黏膜肌开口于小肠腺底部。此腺分泌碱性黏液(pH8.2~

9.3),可保护十二指肠黏膜免受酸性胃液的侵蚀。最近研究表明,人十二指肠腺还分泌尿抑胃素(urogasterone),释入肠腔,具有抑制胃酸分泌和刺激小肠上皮细胞增殖的作用。

4) 肌层: 由内环行与外纵行两层平滑肌组成。

5) 外膜: 除十二指肠后壁为纤维膜外,小肠其余部分均为浆膜(图 2-3)。

5. 大肠 大肠是人体消化系统的重要组成部分,为消化管的下段,食糜进入大肠后,大肠担负着回收水分的重要任务。

(1) 大肠的分部: 成人大肠全长约 1.5 m,起自回肠,包括盲肠、升结肠、横结肠、降结肠、乙状结肠和直肠六部分。全程形似方框,围绕在空肠、回肠的周围。大肠在外形上与小肠有明显的不同,一般大肠口径较粗,肠壁较薄。盲肠和结肠的特征性结构: ① 结肠带,在肠表面,沿着肠的纵轴有结肠带,由肠壁纵行肌增厚形成。② 结肠袋,由肠壁上的横沟隔成囊状的结肠袋。③ 肠脂垂,在结肠带附近由于浆膜下脂肪聚集,形成许多大小不等的脂肪突起称肠脂垂。

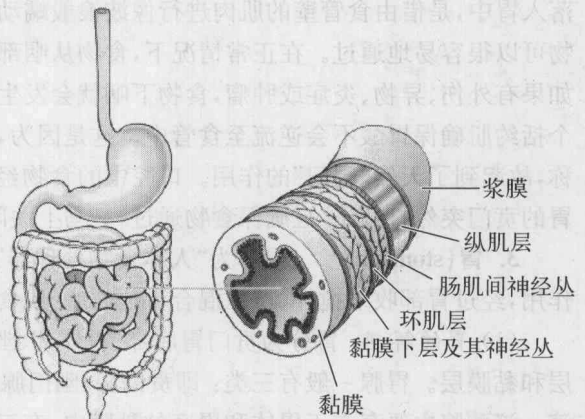


图 2-3 小肠壁结构

(2) 大肠的功能: 大肠的主要功能是进一步吸收粪便中的水分、电解质和其他物质(如氨、胆汁酸等),形成、贮存和排泄粪便。同时大肠还有一定的分泌功能,如杯状细胞分泌黏液中的黏液蛋白,能保护黏膜和润滑粪便,使粪便易于下行,保护肠壁防止机械损伤,免遭细菌侵蚀。

四、消化腺的分泌与功能

1. 消化腺的分泌 消化腺是分泌消化液的器官,属外分泌腺。消化腺包括唾液腺、胰腺、肝脏、胃腺和肠腺。均可分泌消化液,除胆汁外,消化液中含有消化酶。每人每天由各种消化腺分泌的消化液总量达

6~8 L。

唾液腺所分泌的唾液输入口腔。成人每天分泌 1~1.5 L,唾液中含有的唾液淀粉酶,能使淀粉分解成为麦芽糖。另外,唾液中还含有溶菌酶,有杀菌作用。

胃腺是胃壁黏膜内陷形成的,可以分泌胃液(主要由盐酸和胃蛋白酶构成),能初步消化蛋白质。肠腺分泌小肠液,弱碱性,含有肠致活酶和多种消化酶,含有消化淀粉、蛋白质、脂肪的酶(肠淀粉酶、肠麦芽糖酶、肠肽酶、肠脂肪酶),成年人每日分泌肠液 1~3 L。有的酶可能不是肠腺分泌,而是脱落的肠上皮细胞溶解后进入肠液的。离幽门越远,小肠液的分泌量越少,酶的含量也越少。

胰腺分泌的胰液,经胰管注入十二指肠。胰液呈碱性,含消化蛋白质、淀粉和脂肪的酶(胰淀粉酶、胰蛋白酶、胰脂肪酶)。

肝脏是人体最大的消化腺,肝脏能分泌胆汁,呈碱性,虽然不含消化酶,但可帮助脂肪的乳化,使脂肪变成脂肪微粒。肝细胞分泌的胆汁,均先运到胆囊中暂存,待有食物进入十二指肠,引起胆囊的收缩,把胆汁挤压出来,经总胆管注入十二指肠总胆管的末端与胰管合并而共同开口于十二指肠,该处也有括约肌的控制,平时紧缩,在进食时才会舒张而打开,使胆汁和胰液经此流入小肠。

2. 消化腺分泌的过程 消化腺细胞分泌消化液的过程是主动活动过程,包括三个主要步骤:①腺细胞从其周围的血液中摄取原料;②在腺细胞内合成分泌物并贮存起来;③当腺细胞受到适宜刺激时,则将分泌物排出。消化液的各种消化酶的分泌过程、胃液中盐酸的分泌过程均是这种主动活动过程。整个分泌过程需要消耗能量,能量主要来自腺细胞内的 ATP。

3. 消化液的功能 消化液(digestive juice)主要由消化酶、电解质和水组成。消化液的主要功能是:

- ① 改变消化腔内的 pH,适应消化酶活性的需要。
- ② 分解复杂的食物成分为结构简单、可被吸收的小分子物质。
- ③ 稀释食物,使之与血浆渗透压相等,有利于吸收。
- ④ 通过分泌黏液、抗体和大量液体,保护消化道黏膜,防止物理性和化学性的损伤。

第二节 食物的消化

食物在消化过程中包括机械性消化、化学性消化和生物消化三种形式。机械性消化、化学性消化和生物性消化三种功能同时进行,共同完成消化过程。

一、机械性消化

食物经过口腔的咀嚼,牙齿的磨碎,舌的搅拌、吞咽,胃肠肌肉的活动,将大块的食物变成碎小的,使消化液充分与食物混合,并推动食团或食糜下移,从口腔推移到肛门,这种消化过程叫机械性消化,或物理性消化。

1. 食物的粉碎 食物入口,首先要经牙齿咀嚼、切断、撕裂、磨碎,使食物和消化液接触。口腔中的舌的味觉可避免吃下有害的物质,在咀嚼食物时,又可借助舌的运动,将食物与唾液拌和成食团,以便吞咽。食物入胃后,还受到胃液的化学性消化和胃壁肌肉运动的机械性消化。胃部会搅动(强烈的蠕动),将来自食管的固体食团搅碎为半固体的食糜。贲门括约肌控制食管的固体的食团流入胃部的速率,亦能防止食团倒流。幽门括约肌控制胃部的半固体的食糜流入十二指肠的速率。

2. 食物的运送

(1) 吞咽:食物在口腔中存在时间短,一般是 15~20 s。吞咽是一种复杂的反射性动作,它使食团从口腔通过食管进入胃。根据食团在吞咽时所经过的部位,可将吞咽动作分为下列三期。第一期:由口腔到咽。这是在来自大脑皮层的冲动的影下随意开始的。第二期:由咽到食管上端。这是通过一系列急速的反射动作而实现的。第三期:沿食管下行至胃。这是由食管肌肉的顺序收缩而实现的。食管肌肉的顺序收缩又称蠕动(peristalsis),它是一种向前推进的波形运动。在食团的下端为一舒张波,上端为一收缩波,这样,食团就很自然地推送前进,推至食管下端,胃的括约肌舒张,食物进入胃。