

食品

营养学

SHIPIN YINGYANGXUE



© 宋春丽 任健 主编

 哈尔滨工程大学出版社
Harbin Engineering University Press

食品营养学

主 编 宋春丽 任 健
副主编 孙天颖

内 容 简 介

食品营养学是研究人体营养规律的一门学科,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。本书共10章,其中第1章至第8章主要讲述糖类、蛋白质、脂肪等各种营养素结构、生理功能、人体需要量及食物来源等,第9章和第10章介绍各种食物的营养价值及不同人群的营养需要。

本书适合高等院校食品科学与工程、食品质量与安全、粮食工程等专业的学生作为教材使用,同时也可供其他相关专业的学生和科研工作人员参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

食品营养学/宋春丽,任健主编. —哈尔滨:哈尔滨工程大学出版社,2018.8

ISBN 978 - 7 - 5661 - 2072 - 4

I. ①食… II. ①宋… ②任… 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(2018)第164517号

选题策划 薛 力
责任编辑 夏飞洋
封面设计 刘长友

出 版 哈尔滨工程大学出版社
社 址 哈尔滨市南岗区南通大街145号
邮政编码 150001
发行电话 0451 - 82519328
传 真 0451 - 82519699
经 销 新华书店
印 刷 北京中石油彩色印刷有限责任公司
开 本 787 mm × 1 092 mm 1/16
印 张 12.5
字 数 309千字
版 次 2018年8月第1版
印 次 2018年8月第1次印刷
定 价 35.00元

<http://www.hrbeupress.com>

E-mail: heupress@hrbeu.edu.cn

前 言

食品营养学在我国具有悠久的历史,早在西周时期,官方医政制度将医学分为食医、疾医、疡医和兽医四大类,其中食医是专事饮食营养的医学。中医经典著作《黄帝内经》中,已经对膳食平衡的概念进行了精辟的论述,唐代名医孙思邈明确提出了“食疗”概念。《神农本草经》《本草纲目》《食经》《千金食治》等书籍反映了我国古代在营养学方面的成就,而我国的现代营养学在新中国成立之后也取得了较快的发展,《食物成分表》《中国居民平衡膳食宝塔》《膳食营养素参考摄入量(DRIs)》等基础资料和指南相继出版并修订完善。

本书共分两部分:第一部分食品营养学基础知识,这是本书的主体,即第1章至第8章内容。这部分内容详细介绍了食品营养学的一些基本概念、人体消化道结构和食物的消化与吸收,以及各种营养素的营养原理,重点介绍了三大产能宏量营养素糖类、蛋白质、脂肪,以及微量营养维生素、矿物质的分类、结构、营养生理功能、代谢、膳食营养素参考摄入量、食物来源等。第二部分为食品与公共营养,重点介绍了食物的营养学评价方式,以及谷类、豆类、蔬菜、水果、肉类、水产品、乳和乳制品、蛋类及其制品的营养价值。同时着重阐述了孕妇和乳母、婴幼儿、学龄前及学龄儿童、青少年、老年人等不同人群和不同生理状况群体的营养与膳食。本书既详细阐述了营养学的基础知识,又简要介绍了营养知识的应用,理论联系实际,是食品相关专业学生和营养学工作者一本理想的教材或参考书。

本书作者多年从事食品科学与工程、食品质量与安全专业本科学学生食品营养学的教学工作,并多年从事食品营养师培训工作,积累了相当丰富的经验,在此基础上,编写了这本《食品营养学》教材。作者在编写过程中秉持实用性、先进性和理论性的原则,注重总结,编写条理清晰,参考了近年来出版的有关书刊等资料,并采纳和利用了一些营养学资料的观点,为本书的编写提供了借鉴和帮助,在此谨表谢意!

本书由齐齐哈尔大学食品与生物工程学院宋春丽、任健任主编,孙天颖任副主编。宋春丽编写了第4章至第7章;任健编写了第1章至第3章;孙天颖编写了第8章至第10章。

本书可供高等院校食品科学与工程、食品质量与安全、粮食工程等专业的学生作为教材使用,同时也可供其他相关专业的学生和从事与食品营养相关工作的科技人员、管理人员参考使用。

由于编者的水平有限,书中的错误和缺点在所难免,对食品营养学的一些问题分析得不够透彻、不够全面,希望广大读者给予批评指正。

宋春丽 任健

2018年6月

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 饮食与营养	1
1.2 营养学发展历史及研究对象	3
1.3 食品营养与食品加工	6
第 2 章 食物的消化与吸收	7
2.1 消化系统概况	7
2.2 食品的消化	11
2.3 吸收	14
第 3 章 营养与能量平衡	18
3.1 能量与能量单位	18
3.2 能量来源	19
3.3 影响人体能量需要的因素	23
3.4 能量在食品加工中的变化	26
3.5 能量的供给与食物来源	28
第 4 章 糖类	34
4.1 糖类的功能	34
4.2 食品中重要的糖类物质	35
4.3 食物纤维及其作用	45
4.4 碳水化合物的代谢	48
4.5 膳食参考摄入量与食物来源	50
4.6 食物血糖生成指数	51
第 5 章 脂类	54
5.1 脂类的功能	54
5.2 脂类的组成及其特征	56
5.3 脂肪的消化吸收	64
5.4 脂肪在精炼加工过程中的变化	65
5.5 脂类在食品加工、保藏中的营养问题	67
5.6 脂肪的供给与食物来源	69
第 6 章 蛋白质和氨基酸	72
6.1 蛋白质的组成和分类	72
6.2 蛋白质的功能	80
6.3 蛋白质的需要量	83
6.4 蛋白质的消化与吸收	87
6.5 食物蛋白质的营养评价	87
6.6 蛋白质的营养不良及营养状况评价	92

6.7	蛋白质和氨基酸在食品加工时的变化	94
6.8	蛋白质的供给与食物来源	97
第7章	维生素	100
7.1	维生素概述	100
7.2	水溶性维生素	103
7.3	脂溶性维生素	120
7.4	维生素在食品加工时损失的一般情况	130
第8章	水和矿物质	133
8.1	水	133
8.2	矿物质	136
第9章	各类食品的营养价值	158
9.1	食品营养价值	158
9.2	各类食品的营养价值	159
第10章	人群营养	170
10.1	孕妇和乳母的营养与膳食	170
10.2	特殊年龄人群的营养与膳食	176
参考文献	192

第1章 绪论

教学目的:学习和理解食品营养学的研究内容和一些基本概念。

教学要求:本章重点为食品营养学的研究内容,要求学生理解和掌握食品、营养、营养素、营养价值、营养密度、营养标签、营养生理需求量、膳食中营养素的供给量等基本概念。

1.1 饮食与营养

1.1.1 营养学的基本概念

1. 饮食

饮食指人类从外界摄取物质和能量的过程。健康饮食的关键是平衡饮食,即适量摄入各种不同食物。主要食物有谷物、水果、蔬菜、蛋白质、奶制品、脂肪或者糖等。

2. 营养

营养指人体摄取食物(物质和能量)后,在体内消化和吸收其中的营养素,以维持生长发育、组织更新和处于健康状态的总过程。

3. 营养素

营养素指具有营养功能的物质,包括蛋白质、脂类、碳水化合物、维生素、矿物质、水六大类。现研究表明,人体至少需要40多种营养素,其中主要包括:9种必需氨基酸、2种必需脂肪酸、14种维生素、7种常量元素、8种微量元素、1种糖类又水。

4. 营养学

营养学指研究机体营养规律和改善措施的科学,即研究食物中对人体有益的成分及人体摄取和利用这些成分以维持、促进健康的规律和机制,在此基础上采取具体的、宏观的社会性措施改善人类健康,提高生命质量。因此,它主要涉及食物营养、人体营养和公共营养三大领域。还可将其分为基础营养、食品营养、公共营养、特殊人群营养和临床营养这五大领域。而本书主要阐述的内容是食品营养。

5. 食品营养学

食品营养学是研究食品与人体健康关系的一门学科,主要研究食品对人体的影响,或者说人体以最有益于健康的方式来利用食品的学科。

6. 食品营养价值

食品的营养价值通常是指在特定食品中的营养素及其质和量的关系。

7. 食品营养密度

食品的营养密度是指食品中以单位热量为基础所含重要营养素(维生素、矿物质和蛋白质三类)的浓度。

8. 营养不良

营养不良指由于一种或一种以上营养素的缺乏或过剩所造成的机体健康异常或疾病

状态。

9. 营养生理需求量

营养生理需求量指维持人体正常生理功能所需营养素和能量的最低数量。

10. 膳食营养参考摄入量(DRIs)

膳食营养参考摄入量指一组每日平均膳食营养素摄入量的参考值,包括以下4项内容指标。

(1) 平均需要量(EAR)

平均需要量指满足某一特定性别、年龄及生理状况群体中50%个体需要量的摄入水平。这一摄入水平不能满足群体中另外50%个体对该营养素的需要。EAR是制订推荐摄入量的基础。

(2) 推荐摄入量(RNI)

推荐摄入量指满足某一特定性别、年龄及生理状况的群体中97%~98%个体需要量的摄入水平。长期摄入RNI水平,可以满足身体对该营养素的需要,保持健康和维持组织中有适当的储备。

RNI的主要用途是作为个体每日摄入该营养素的目标值。

(3) 适宜摄入量(AI)

适宜摄入量指通过观察或实验获得的健康人群对某种营养素的摄入量。AI的主要用途是作为个体营养素摄入量的目标,同时用作限制过多摄入的标准。当健康个体摄入量达到适宜摄入量(AI)时,出现营养缺乏的危险性很小。

(4) 可耐受最高摄入量(UL)

可耐受最高摄入量是平均每日摄入营养素的最高限量。这个量对一般人群中的几乎所有个体不会引起不利于健康的作用。当摄入量超过UL进一步增加时,损害健康的危险性随之增大。

UL并不是一个建议的摄入水平。“可耐受”指这一剂量在生物学上大体是可以耐受的,但并不表示可能是有益的。

1.1.2 饮食对人体健康的重要性

人体为了维持正常生命活动和从事劳动,必须每日不断地摄取食物,食物中含有各种人体必需的有机物和无机物,这些对身体有益的有机物和无机物称为营养素。“民以食为天”中的“食”实际上指的就是食物中的营养素。因此,饮食对人体的重要作用就是从食物中摄取能量和各种营养素。食物中所含营养素种类繁多,达数十种,目前已经明确并得到公认的人体营养素有40多种,其中包括9种必需氨基酸(赖氨酸、蛋氨酸、色氨酸、缬氨酸、苏氨酸、苯丙氨酸、亮氨酸、异亮氨酸和组氨酸)、2种必需脂肪酸(亚油酸和 α -亚麻酸)、14种维生素(维生素A、C、D、E、K、B₁、B₂、B₆、B₁₂、烟酸、泛酸、叶酸、胆碱、生物素)、7种常量元素(钾、钠、钙、镁、硫、磷、氯)、10种微量元素(铁、碘、锌、硒、铜、铬、钼、钴、锰及氟)、1种糖类和水。不同营养素对人体的作用各有差别,但总的来说,有三大功能。

1. 提供热能

碳水化合物、脂类(其中绝大部分为脂肪)和蛋白质在人体内氧化产生热能供维持生命和从事活动时使用,所以这三类为产能营养素,又称热原质。

2. 构成身体组织

从化学结构来看,身体是由蛋白质、脂类、碳水化合物、矿物质、水和维生素所组成的。由于维生素在体内含量甚微,以毫克或微克计,可以省略不计。肌肉主要含有水分和蛋白质。骨骼主要含矿物质,其次为水和蛋白质。血液主要含水分,其次也有相当数量的蛋白质。从人体整体构成来看,主要是水分,其次是蛋白质和脂肪。

3. 调节生理活动

维生素、矿物质、蛋白质和水都具有各自不同的调节生理活动作用。很多维生素是各种酶的辅基。很多矿物质是酶的激活剂。蛋白质是酶、激素、抗体等的组成成分。以上这些因子都是机体完成复杂的生命活动所必需的物质。

1.2 营养学发展历史及研究对象

1.2.1 营养学发展历史

1. 西方古典营养学

公元前 400 年至 18 世纪中期,许多营养学家称这段时间为营养学发展的自然主义时期。在这一时期,人们虽然知道要生存就必须饮食,但并不了解各种食物的营养价值。人们对食物的认识非常模糊,不少观念出于医道或一些经验积累性的营养知识,当然也有的是出于迷信。古希腊的名医,世称医学之父的西伯克拉底(Hippocrates)在公元前 300 多年就认识到膳食营养对健康的重要性,确信健康只有通过适宜的饮食和卫生才能得到保证。在那时他已经开始用海藻来治疗甲状腺肿和用动物肝脏来治疗夜盲症,同时也提到人们将烧红的宝剑淬火用过的含铁的水用来治疗贫血的事情。

2. 中国古代的营养学

早在公元前约 1100 年至公元前 771 年的西周时期,官方医政制度将医学分为四大类:食医、疾医、疡医和兽医。食医排在诸医之首,是专事饮食营养的学科,也可以说是世界上最早的营养师。在战国至西汉时代编写的中医经典著作《黄帝内经》中,已经对膳食平衡的概念进行了精辟的论述,对人们由摄取食物获得营养以维持正常活动有了明确的认识。强调“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”的原则,可以认为是世界上最早的“膳食指南”。唐代名医孙思邈在饮食养生方面,强调顺应自然,特别要避免“太过”和“不足”的危害,与现代膳食平衡的观点非常接近。孙思邈还明确提出了“食疗”概念。他认为就食物功能而言,“用之充饥则谓之食,以其疗病则谓之药”。在《神农本草经》和《本草纲目》等中医学经典中记载有数百种食物的性质和对人体的影响。此外,历史上还有《食经》《千金食治》等书籍,都反映了我国古代在营养学方面的成就。

3. 现代营养学的发展

(1) 国外营养学的发展

现代营养学奠基于 18 世纪中叶。欧洲的文艺复兴打破了宗教的思想禁锢,人们的思想空前活跃,诞生了许多人文科学和自然科学的伟人。随之而来的工业革命也要求自然科学为提高生产力开辟道路,因而物理、化学有了突飞猛进的发展,科学方法学和实验技术也得以建立。营养学应用了化学、微生物学、生理学、医学等多门学科的基本原理,使自身得到不断进步。

1783年,拉瓦锡发现氧元素,并证明呼吸和燃烧都是氧化作用。随后一大批化学工作者陆续发现了蛋白质、脂肪、碳水化合物和常量矿物元素,并证明它们是人体必需的营养素。19世纪和20世纪初期是发现和研究各种营养素的鼎盛时期。1842年,德国化学家、农业化学和营养化学奠基人之一李比希提出,机体营养过程是对蛋白质、脂肪、碳水化合物的氧化,并开始进行有机分析。他建立了碳、氢、氮定量测定法,并由此确立了食物组成与物质代谢的概念。在1909—1914年,人们认识到色氨酸是维持动物生命的基本营养素。1912年芬克发现第一种维生素——硫胺素,到第二次世界大战结束,科学家们共发现了14种脂溶性和水溶性维生素。在此期间,科学界接受了维生素C缺乏病、脚气病、佝偻病、癞皮病、眼干燥症病等致残、致死性疾病是营养素缺乏性疾病的观点。

在1934年美国营养学会成立后,营养学正式被承认为一门科学;到20世纪50年代,40多种营养素被识别及定性,其功能得到系统的探讨;到20世纪60—70年代,由于化学分析技术灵敏度和精密度的提高,陆续发现一些微量元素对人体健康的重要意义;1973年,世界卫生组织(WHO)专家委员会根据动物研究的成果,将当时发现的14种微量元素确定为动物必需的微量元素,并提出了它们的日摄入量范围;1990年FAO(联合国粮食及农业组织)/IAEA(国际原子能机构)/WHO联合委员会确定8种元素是人体必需的微量元素,对防治贫血、地方性甲状腺肿及克山病等疾病起了重要作用;20世纪中后期,营养学的研究工作日益深入,从营养素的消化、吸收、代谢、生理功能、需要量等问题进展到用分子生物学手段从微观水平阐明营养素生理功能的机制,进一步探索各种营养缺乏病的发病机制和防治手段;20世纪70年代以来,人们开始研究膳食纤维及其他植物化学物(Phytochemicals)的特殊生理功能;目前营养学已经进入了重视和深入研究膳食中各种化学成分与预防疾病特别是某些慢性病关系的新时期。

营养学研究在微观领域深入发展的同时,宏观营养研究也取得很大进展,出现了专门研究群体营养的公共营养学,包括营养调查、监测与各种人群的干预研究等。1943年,美国学者首次提出推荐营养素供给量(RDA)的概念和一系列的数量建议。随后欧洲和亚洲许多国家也提出了自己国家的营养素供给量建议。许多国家还编制本国的《膳食指南》以指导民众合理地选择食物。在各国政府改善国民健康的决策中,营养科学的宏观研究起着不可或缺的作用。

(2) 中国现代营养学的发展

中国现代营养学初创于20世纪早期,其发展可以分四个历史阶段。

第一阶段:萌芽时期,20世纪初到1923年。我国营养研究最早开始于医学院及医院,主要有当时齐鲁大学的阿道夫(Adolph)进行的山东膳食调查种大豆产品的营养价值研究;协和医院的瑞德(Read)对荔枝进行的分析;威尔逊(Wilson)进行的中国食物初步分析等。这一时期开创了我国现代营养学的研究。

第二阶段:成长时期,1924—1937年。在此时期内,中国的营养学、生物化学及其他各门科学都有很大发展。1927年,中国生理学杂志问世,开始刊载营养将相关内容的论文。此外,中华医学杂志、中国化学会会志,以及北平农学院的营养专报、中国科学社生物研究所论文丛刊等刊物也间或有营养将相关内容的论文发表,营养学的研究在此期间有了长足的进步。

第三阶段:动荡时期,1938—1949年。此时日本入侵,但各营养研究机构在抗日战争中均曾积极努力致力于食物营养的研究,推进了营养学在此期间的发展。1939年,中华医学

会提出了我国第一个营养素供给量——中国人民最低营养需要量的建议。1941年和1945年,中央卫生实验院先后召开了全国第一次、第二次营养学会议,并于第一次全国营养学会议上酝酿组织成立中国营养学会,1945年中国营养学会正式成立。中国营养学杂志亦在第二年正式出刊,但于出版两卷后停刊。

第四阶段:发展时期,1949年中华人民共和国成立后,中国营养学进入一个空前发展时期。在宏观和微观两个方面的研究工作都得到不断的扩展和深入。1952年我国出版了第一版《食物成分表》,至今已多次更新和改进;1956年创刊了营养学报;1959年对全国26省市的50万人进行了四季膳食调查;1962年提出了新中国成立后第一个营养素供给量建议;1982—2002年,每隔十年进行一次全国性营养调查;1988年中国营养学会修订了每人每日膳食营养素供给量并于1989年又提出我国居民膳食指南。中国营养学会在1997年修订了膳食指南;并发布了《中国居民平衡膳食宝塔》,广泛开展了营养知识的普及宣传;2000年公布了我国第一部《膳食营养素参考摄入量(DRIs)》,标志着我国营养学在理论研究和实践运用的结合方面又迈出了重要的一步。

1.2.2 营养学研究内容与研究方法

营养学研究的是食物如何滋养人体的问题,是一门引人入胜并经常被人们谈论的科学。人的身体在持续不断地进行着自身结构的更新,每天都会造出一些新的肌肉、骨骼、皮肤和血液,用以代替旧的组织。如果摄入的能量过多,身体就会增加一些脂肪。所以最好的食物应该能制造并维持强健的肌肉、完好的骨骼、健康的皮肤和充足的血液,食物不仅提供能量,还要包含充足的营养素,即足够的水、糖类、脂肪、蛋白质、维生素和矿物质。重点就是精心选择搭配食物,以提供充足的能量和各种营养素,防止营养不良。豆类、奶类消费量偏低,脂肪摄入量过多,部分地区营养不良的问题依然存在,超重肥胖问题凸显与膳食营养相关的慢性病对我国居民健康的威胁日益严重。学过营养学以后,你就会知道哪些食物适合自己,明智地选择食物、安排三餐,合理地设计膳食结构。食品营养学研究对象包括以下六个方面:

- (1) 食品的营养成分及其检测。
 - (2) 人类对食物的摄取、消化、吸收、代谢、排泄等过程。
- 以上两点属于人类营养的需要。
- (3) 营养素的作用机制与它们之间的相互关系。
 - (4) 营养与膳食问题。
- 以上两点属于食品的营养价值。
- (5) 营养与疾病的防治。
 - (6) 食品加工对营养素的影响与营养知识的应用。

以上两点属于营养知识的应用。

由此,我们也可以认为营养学主要包括三个方面的内容:一是人类的营养需要;二是食品的营养价值;三是营养知识的应用。

营养学研究方法,按研究目的可分为营养流行病学、营养缺乏病研究方法、营养代谢研究方法、营养状况评价方法、营养相关功能研究方法、食物营养与相关成分测定等。

1.3 食品营养与食品加工

1.3.1 食品

1. 食品的概念

食品指各种供人食用或者饮用的成品和原料,但不包括以治疗为目的的物品。如人参等药品。通常人们将食物原料称为食料(Food stuff),而将加工后的食物称为食品,(Food product),但也统称为食物或食品。

2. 食品的作用

(1) 为人体提供必要的营养素,满足人体的营养需要,这是主要的作用。

(2) 满足人们的不同嗜好和要求,如色、香、味、形态、质地等。

(3) 对人体产生不同的生理反应,如兴奋(Wakefulness)、镇静(Calmness)和过敏(Allergies)等。

1.3.2 食品加工

食品加工是指直接以农、林、牧、渔业产品为原料进行的谷物磨制、饲料加工、植物油和制糖加工、屠宰及肉类加工、水产品加工,以及蔬菜、水果和坚果等食品的加工活动,是广义农产品加工业的一种类型。简单地说,食品加工是指食品原料经过不同的加工处理、调配等制成各种加工食品的过程。

1.3.3 食品加工对食品营养价值的影响

食品的营养价值不仅取决于食品中营养素的种类、含量,还受食品加工、烹饪和储藏等影响。食品经过加工或烹调后,一方面可改善食品感官性状,除去或破坏一些抗营养因子,提高消化吸收率;另一方面会导致部分营养素损失或被破坏,因此,食品加工的基本原则是在保证食品安全的前提下最大限度地保存食品中的营养素,所以食品加工过程中应选择科学合理的加工方法。

思考题

绿色食品、保健食品、有机食品、黑色食品的概念及区别是什么?

第 2 章 食物的消化与吸收

教学目的:学习和理解消化、吸收的概念,消化系统的组成,食物和营养素(糖、蛋白质、脂肪)的消化过程,以及消化后的营养素的吸收。

教学要求:要求掌握糖类、蛋白质、脂肪三大营养素的消化、吸收过程,重点是对吸收理论的理解。

2.1 消化系统概况

2.1.1 消化和吸收

什么是消化和吸收呢?

食品在消化道内的分解过程称为消化。

食品经过消化后,透过消化道黏膜进入血液循环的过程称为吸收。

食品在消化道内的消化有两种形式。

一种是靠消化液及其消化酶的作用,把食品中的大分子物质分解成可被吸收的小分子物质,叫作化学性消化。

另一种是靠消化道运动把大块食物磨碎并使之与消化液充分混合,再将其推送到消化道下方,进行进一步分解和吸收,最后把不能被吸收的残渣排出体外,叫作物理性消化。

2.1.2 消化系统的组成与功能

人体消化系统主要功能是消化食物、吸收营养和排除未被吸收的食物残渣,维持人体内环境的相对稳定。消化系统的功能正常是机体正常运行的一个重要基础,其某些部位出现问题,会影响机体正常运行,引起人体不良反应,因此了解人体消化系统的结构和功能,对探索常见因消化系统问题引起的不良反应的病因,以及寻求解决的方法都非常重要。

人体消化系统由消化道和消化腺两部分组成,如图 2-1 所示。

消化道是一条起自口腔,延续为咽、食管、胃、小肠、大肠,终于肛门的狭长的肌性管道,消化道既是食品通过的管道,又是食品消化、吸收的场所。根据位置、形态和功能的不同,消化道可分为口腔、咽、食管、胃、小肠(十二指肠、空肠、回肠)、大肠(盲肠、阑尾、升结肠、横结肠、降结肠、乙状结肠、直肠)和肛门,全长 8~10 m。其中口腔到十二指肠为上消化道,空肠以下为下消化道。

消化腺是分泌消化液的器官,主要有唾液腺、胃腺、胰、肝和小肠腺等。这些消化腺有的就存在于消化道的管壁内,如胃腺和小肠腺,其分泌液直接进入消化道内;有的则存在于消化道外,如唾液腺、胰腺和肝脏,它们有专门的腺管将消化液送入消化道。

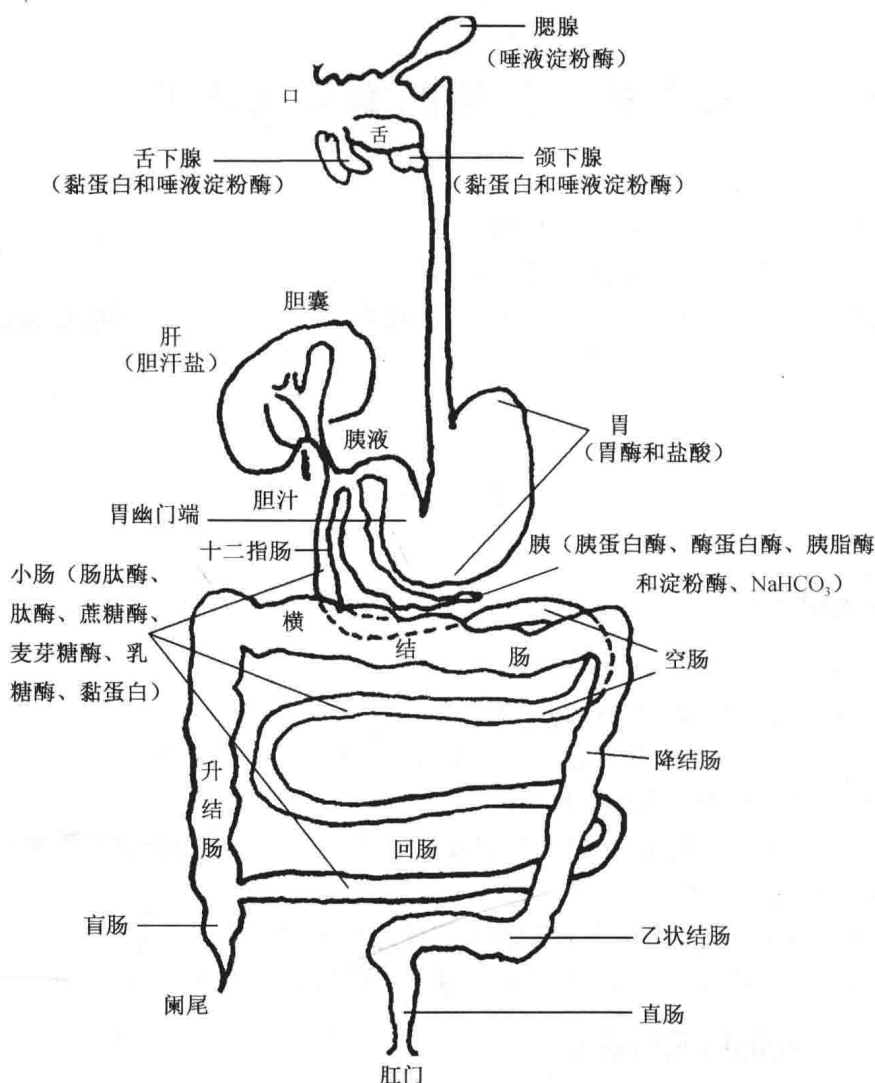


图 2-1 消化系统概况

1. 口腔

(1) 口腔

口腔是消化管的起始部,由两唇、两颊、硬腭、软腭等构成。口腔内有牙齿、舌、唾液腺等器官。在口腔内,以牙列为分界线,将口腔分为牙列内的固有口腔和牙列外围的口腔前庭。口腔作为消化管的起始部位,包括很多种器官,主要有口唇、面颊、腭、牙、舌和口腔腺。食物从口进入,牙执行咀嚼功能,把进入的食物切碎、撕断和研磨;舌起搅拌、感受冷烫和味道的作用;口腔腺则分泌唾液溶解食物;最后通过唇、颊、腭和舌的共同作用将食物推送到咽喉下部。

(2) 牙齿

牙齿的内部空腔称牙腔,位于牙根内的称牙根,与牙槽相通。牙齿就是用来撕咬、切碎、嚼烂食物。牙齿的咀嚼可以把食物磨碎,从而可以减轻胃肠的负担。

(3) 舌头

舌头,搅拌食物,使其与唾液充分混合,利于吞咽,舌头上有味蕾可以品尝味道。其主

要功能是将口腔咀嚼后形成的食物泥团,借由蠕动分段输送至胃脏。

(4) 唾液腺

唾液腺能分泌唾液,唾液的主要作用是湿润口腔和食物,便于吞咽;唾液中含有的唾液淀粉酶能促使一部分淀粉分解为麦芽糖;唾液中含有的溶菌酶有一定的杀菌作用。

2. 咽与食道

(1) 咽

咽是一前后略扁的漏斗形肌性管道,位于第1至第6颈椎前方,上端附于颅底,向下于第6颈椎下缘或环状软骨的高度续于食管。咽有前壁、后壁及侧壁,其前壁不完整,故咽向前分别与鼻腔、口腔及喉腔相通。咽腔分别以软腭与会厌上缘为界,分为鼻咽、口咽和喉咽三部分。咽具有吞咽、呼吸、保护和防御功能以及共鸣作用。此外,咽也是一个重要的发音共振器,对发音起辅助作用。在消化系统中,咽的主要功能是下吞食物,使之从口腔转入食管。

(2) 食道

食道处于咽喉和胃之间,是一条由肌肉组成的通道。食道可分为颈部、胸部和腹部三部分,其中颈部和腹部都很短,绝大部分位于胸部。人类的食道长度为20~25 cm。食道肌肉层的上方三分之一处为横纹肌,中间三分之一处为横纹肌与平滑肌,而下方三分之一处为平滑肌,可以帮助食团的蠕动作用,而其黏膜仅能分泌黏液,不分泌消化酶,因此食道仅能帮助食物的通过而不具有消化或呼吸的功能。食道上方有两处生理括约肌,分别是上食道括约肌及下食道括约肌。下食道括约肌又称为贲门括约肌,可以防止食物经由胃逆流回口腔。食道位于脊椎之前、气管之后,由咽喉的末端开始往下经食道裂缝贯穿横膈膜,而终止于胃上方的食道肉质管子。其主要功能是将口腔咀嚼后形成的食物泥团,借由蠕动分段输送至胃脏。

3. 胃

胃是消化管最膨大的部分,可以分为贲门部、胃底部、胃体部、幽门部四部分。其中贲门部上接食管,幽门下接十二指肠,可以把胃比喻成食物的贮运场和加工厂,其庞大的体积可以暂时储存食物,而其分泌的胃液可以消化食物,对食物起到加工的作用。胃的蠕动还可以推动食物向前进入十二指肠。胃的功能有吸纳食物、调和食物、分泌胃液,以及具有内分泌机能,能够产生一些激素,促进肠胃活动。

4. 小肠

(1) 小肠的分类

小肠是消化道中最长的一段,上连胃幽门,下接盲肠,分为十二指肠、空肠和回肠三部分。十二指肠是小肠的起始段,位于腹腔的左上部,从右侧包绕胰头,可分为上部、降部、水平部和升部四部分。大消化腺中的肝和胰分别以胆总管和胰管开口于十二指肠,将胆汁和胰液注入肠内,确保食物在小肠内得到充分的消化。空肠上端起于十二指肠空肠曲,下端与回肠相连,长2~3 m,占据腹腔的左上部,其消化和吸收力强,蠕动快,肠内常呈排空状态,因而得名为空肠。回肠介于空肠和盲肠之间,占据腹腔的右下部,与盲肠交界处的环形肌增厚,起着括约肌的作用,可以防止回肠内容物过快地进入大肠,有利于小肠内容物的充分消化和吸收。小肠是消化吸收的主要场所,其无法消化吸收的食物残渣则从小肠进入大肠。小肠位于腹中,上端接幽门与胃相通,下端通过阑门与大肠相连。小肠与心互为表里,是食物消化吸收的主要场所,全长3~5 m。小肠内消化是至关重要的,因为食物经过小肠

内胰液、胆汁和小肠液的化学性消化及小肠运动的机械性消化后,基本上完成了消化过程,同时营养物质被小肠黏膜吸收了。

(2) 小肠的运动形成

①紧张性收缩,它是其他运动形式有效进行的基础,使小肠保持一定的形状和位置,并使肠腔内保持一定压力,有利于消化和吸收。

②分节运动,其作用是使食糜与消化液充分混合,增加食糜与肠黏膜的接触,促进肠壁血液淋巴回流,这都有助于消化和吸收。

③蠕动,其作用是将食糜向远端推送一段,以便开始新的分节运动。

(3) 进入小肠的消化液

胰液、小肠液、胆汁均为碱性物质,可帮助小肠内部保持碱性,有利消化液作用,因为小肠中的消化液必须在碱性环境才能发挥最大的效用。胆汁是在肝脏合成,储存在胆囊,再分泌至肠道,作用为乳化脂肪,使脂肪由大分子乳化为小分子。小肠液含有多种消化酶,把进入小肠的养分分解,使之变成能被细胞吸收的小分子。胰液亦含有多种消化酶,可分解蛋白质、淀粉、脂质等养分。

5. 大肠

大肠是人体消化系统的重要组成部分,为消化道的下段,成人大肠全长约 1.5 m,起自回肠,包括盲肠、阑尾、结肠、直肠和肛管五部分。大肠是对食物残渣中的水液进行吸收,而食物残渣自身形成粪便并排出的脏器。全程形似方框,围绕在空肠、回肠的周围。大肠的主要功能是进一步吸收食物残渣中的水分、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,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。

6. 消化腺

消化腺是分泌消化液的器官,属外分泌腺,主要有唾液腺、胃腺、胰腺、肝脏和肠腺等。这些消化腺有的存在于消化道的管壁内,如胃腺和小肠腺,其分泌液直接进入消化道内;有的则存在于消化道外,如唾液腺、胰腺和肝脏,它们有专门的腺管将消化液送入消化道。

人体主要消化腺、分泌的消化液、排入位置和净化的营养成分如表 2-1 所示。

表 2-1 人体消化腺

腺体	分泌的消化液	排入位置	消化的营养成分
唾液腺	唾液	口腔	淀粉
胃腺	胃液	胃	蛋白质
肝脏	胆汁	小肠	乳化脂肪
胰腺	胰液	小肠	糖类、蛋白质、脂肪
肠腺	肠液	小肠	糖类、蛋白质、脂肪

(1) 胃腺

胃腺是由胃壁内黏膜上皮凹陷而形成的,胃腺开口在胃壁的内表面。胃腺能分泌胃液。胃液呈酸性,pH 为 0.9~1.5,成人每日分泌的胃液为 1.5~2.5 L。胃液的主要成分有胃蛋白酶、盐酸(即胃酸)和黏液。

(2) 肝脏

肝脏是人体内最大的腺体,成人的肝重约1.5 kg,具有多方面的生理功能。肝脏在蛋白质、糖类和脂肪的代谢中起着重要作用。

(3) 胰腺

胰腺分泌胰液,胰液呈碱性,pH值为7.8~8.4,胰蛋白酶作用于蛋白质,蛋白质被分解为多肽和少量氨基酸。存在于胰液中的胰淀粉酶和少量的胰麦芽糖酶,又可以分别促使淀粉和麦芽糖分解为葡萄糖。胰脂肪酶在胆汁的协同作用下,促使脂肪分解为脂肪酸和甘油。

(4) 肠腺

肠腺是由小肠壁内黏膜上皮凹陷而形成的,开口于相邻的两个小肠绒毛之间。肠腺能分泌肠液,肠液呈弱碱性,pH值约为7.6,肠液内含有多种消化酶,如淀粉酶、麦芽糖酶、蔗糖酶、乳糖酶、肽酶、脂肪酶等,通过这些酶的作用,进一步分解糖类、蛋白质和脂肪,使之成为可以吸收的物质。

2.2 食品的消化

2.2.1 食物在空腔内的消化

食物进入口腔后,首先刺激唾液腺的分泌,在牙的切割、咀嚼和舌的搅拌下,唾液与食物一起混合成食团,开始了食物的消化吸收过程。

人的口腔内有三对大的唾液腺:腮腺、舌下腺、颌下腺,还有无数散在的小唾液腺,唾液就是由这些唾液腺分泌的混合液。唾液为无色、无味、近于中性的低渗液体。唾液中的水分约占99.5%,有机物主要为黏蛋白,还有唾液淀粉酶、溶菌酶等,无机物主要有钠、钾、钙、硫、氯等。

唾液有如下作用:

(1) 唾液可湿润与溶解食物,以引起味觉。

(2) 唾液可清洁和保护口腔,当有害物质进入口腔后,唾液可起冲洗、稀释及中和作用,其中的溶菌酶可杀灭进入口腔内的微生物。

(3) 唾液中的蛋白可使食物合成食团,便于吞咽。

(4) 口腔内的唾液腺分泌的唾液淀粉酶(α 淀粉酶)作用于淀粉中的 α -1,4糖苷键,使淀粉水解成糊精、麦芽糖,对淀粉实施初步消化,但这一作用很弱,且唾液淀粉酶仅在口腔中起作用,当进入胃后,pH值下降,此酶迅速失去活性,而蛋白质、脂肪等没有变化。但食物经牙齿的咀嚼和舌的搅拌后,与唾液混合,形成食团,且增大了食物的表面积。

食物在口腔内主要进行的是物理性消化,伴随少量的化学性消化,且能反射性地引起胃、肠、胰、肝、胆囊等器官的活动,为以后的消化做准备。

2.2.2 胃内的消化

食物进入胃后暂时储存,在此期间受到胃液的化学性消化和胃壁肌肉的机械性消化。胃壁的蠕动进一步将食团进行搅拌成糊状的食糜,以充分与胃中的各种消化液混合。

胃液是胃腺各种细胞分泌的混合物。幽门部的胃腺由黏液细胞组成,能分泌碱性黏