

21世纪医学类创新教材

# 临床营养学

主 编 徐泽红 兰振和

副主编 王玉敏



WUHAN UNIVERSITY PRESS

武汉大学出版社

## 图书在版编目(CIP)数据

临床营养学/徐泽红,兰振和主编. —武汉:武汉大学出版社,2015.3

21世纪医学类创新教材

ISBN 978-7-307-14595-5

I. 临… II. ①徐… ②兰… III. 临床营养—医学院校—教材  
IV. 459.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 242250 号

责任编辑:李雪莲

---

出版发行:武汉大学出版社 (430072 武昌 珞珈山)

(电子邮件:cbs22@whu.edu.cn 网址:www.wdp.com.cn)

印刷:北京泽宇印刷有限公司

开本:787×1092 1/16 印张:15.5 字数:322千字

版次:2015年3月第1版 2015年3月第1次印刷

ISBN 978-7-307-14595-5

定价:35.00元

---

版权所有,不得翻印;凡购买我社的图书,如有质量问题,请与当地图书销售部门联系调换。

# 内 容 简 介

本书是在贯彻落实《国家中长期教育改革和发展规划纲要(2010—2020)》的前提下,经过长期调研,针对医学院校学生的教学特点,结合教学实践编写而成。

按照科学、实用的原则,本书分为十二章,包括营养学基础、临床营养评价、医院膳食、消化系统疾病的营养治疗、呼吸系统疾病的营养治疗、循环系统疾病的营养治疗、泌尿系统疾病的营养治疗、内分泌及代谢性疾病的营养治疗、儿科疾病的营养治疗、肿瘤疾病的营养治疗、外科手术的營養治疗、临床营养支持。这十二章内容系统地讲解了临床营养学的相关知识,内容丰富、重点突出、构思新颖,能够为学生建立起理论联系实践的桥梁,提高学生认识和处理实际问题的能力。

本书可作为医学院校临床、护理、助产、药剂、口腔、检验、影像技术等相关专业的教材,也可作为社会从业人员的参考读物和培训教材。



# 前言

随着我国经济的快速发展,人民生活水平和人均寿命的提高,疾病谱发生了较大的变化,糖尿病、高血压、肥胖症、痛风、骨质疏松症、肿瘤等慢性非传染性疾病的发病率也逐年上升。老年疾病发病年龄提前,中年人器官功能提前老化,儿童、青少年因肥胖症而患上糖尿病,等等。这些都与人们不懂得营养学知识或者未学习过营养学知识有关。

如今,人们越来越关注自己的健康问题,怎样通过平衡膳食、合理营养和营养支持来达到促进健康,加速疾病的康复,是人们迫切的愿望。人们不仅对营养学知识十分渴望,而且对医护人员的知识水平也提出了更新和更高的要求。

毋庸置疑,营养、膳食对疾病的发病、治疗和预防存在或正或负的重要作用,通过合理的营养支持和科学的膳食结构完全可以减轻症状、控制与稳定病情、减少并发症和延长寿命。并且可以节省医疗费用,减少门诊和住院的次数,在一定程度上缓解看病难和看病贵的社会现象。

在过去的几十年,国际上对营养学的研究领域虽然在不断地扩大,但基本上可以归纳为以下几个方面,即基础营养学、公共营养学和临床营养学。临床营养学是营养学的重要领域之一,侧重于对一些和营养密切相关的具体疾病的营养防治。随着高等院校教学模式的转变,临床营养学已成为在校学生不可缺少的一门课程。

本书按照卫生部教材办公室关于教材编写原则编写,努力做到:(1)体现“三基五性”的教材编写基本原则,“三基”即基本知识、基本理论、基本技能;“五性”即思想性、科学性、先进性、启发性、适用性。其基本理论和基本知识以“必需、够用”为度,可适当扩展,强调基本技能的培养。(2)符合和满足高职高专教育的培养目标和技能要求:教材编写以专业培养目标为导向,以职业技能的培养为根本,满足3个需要(学科需要、教学需要、社会需要),力求体现高职高专教育的特色。

本书的编写是为了适应营养专业、临床营养课程教学需要,因此没有涉及食品营养和正

常健康人群公共营养学的内容。本书清晰、完整地介绍临床营养学的内容,其内容分为基础营养知识和临床营养知识。共分为十二章,包括营养的基本内容,临床营养状况评价,医院膳食及消化系统、呼吸系统、泌尿系统、内分泌系统及循环系统的营养治疗,相关慢性非传染性疾病、糖尿病、肿瘤及代谢疾病等的临床特点与营养的关系,以及营养防治的措施。

全书在编排上,注重内容充实、体例新颖,意在提高学生的学习兴趣,进而更好地掌握理论知识。在每一章开篇,设有“本章导读”和“目标透视”,“本章导读”既是对每章所讲知识的概述,又是引出每章内容的导语;“目标透视”是对每章内容提出的学习目标和要求。每章知识讲解结束后,设有“本章小结”和“思考题”,“本章小结”针对每章知识作一小结,提炼每章重点内容;“思考题”针对本章理论知识设置的练习题,是对重要知识点的回顾,帮助学生把握本章重点。

本书用了较大篇幅详细介绍了临床常见病的营养防治方法,并在此基础上增加了中医药中行之有效的食疗药膳方剂,使在校学生及临床医护人员能够做到中西医结合,更好地服务于医疗卫生事业。

本书由徐泽红、兰振和担任主编,王玉敏担任副主编,徐泽红负责编写大纲、前言、第二章、第三章、第四章、第五章、第六章并对全书进行统稿及修正;兰振和负责编写第九章、第十章、第十一章、第十二章;王玉敏编写第一章、第七章、第八章。在本书的编写过程中,参考了大量有关临床营养学的书籍、论文,并引用了其中的一些资料,在此向作者深表感谢。

由于编者水平有限,编写时间仓促,书中难免存在不妥之处,敬请各位专家及广大读者提出宝贵意见,以便修订时改进。

# 目 录

<b>第一章 营养学基础</b> .....	1
第一节 热能(能量) .....	1
第二节 蛋白质 .....	4
第三节 脂类 .....	8
第四节 碳水化合物 .....	10
第五节 矿物质 .....	13
第六节 维生素 .....	21
第七节 膳食纤维 .....	33
第八节 水 .....	34
<b>第二章 临床营养评价</b> .....	38
第一节 膳食调查 .....	38
第二节 人体测量 .....	40
第三节 临床检查 .....	44
第四节 临床生化检验 .....	47
<b>第三章 医院膳食</b> .....	51
第一节 基本膳食 .....	51
第二节 治疗膳食 .....	56
第三节 试验膳食 .....	64
第四节 代谢膳食 .....	66
<b>第四章 消化系统疾病的营养治疗</b> .....	69
第一节 反流性食管炎 .....	70
第二节 胃炎 .....	72
第三节 消化性溃疡 .....	76
第四节 便秘 .....	81
第五节 脂肪肝 .....	83



第六节	肝硬化	85
第七节	肝性脑病	88
第八节	胆囊炎和胆石症	90
第九节	急性胰腺炎	94
第十节	慢性胰腺炎	97
<b>第五章</b>	<b>呼吸系统疾病的营养治疗</b>	<b>102</b>
第一节	急、慢性支气管炎	102
第二节	哮喘	105
第三节	慢性阻塞性肺病	107
<b>第六章</b>	<b>循环系统疾病的营养治疗</b>	<b>112</b>
第一节	高脂血症	112
第二节	动脉粥样硬化	117
第三节	冠心病	121
第四节	高血压	124
第五节	心力衰竭	129
<b>第七章</b>	<b>泌尿系统疾病的营养治疗</b>	<b>132</b>
第一节	急、慢性肾小球肾炎	132
第二节	肾病综合征	139
第三节	急性肾衰竭	143
第四节	慢性肾衰竭	145
第五节	透析疗法	148
<b>第八章</b>	<b>内分泌及代谢性疾病的营养治疗</b>	<b>153</b>
第一节	糖尿病	153
第二节	痛风	161
第三节	肥胖症	165
第四节	骨质疏松症	168
第五节	甲状腺功能亢进症	171
<b>第九章</b>	<b>儿科疾病的营养治疗</b>	<b>176</b>
第一节	儿科基本治疗膳食	176



第二节	小儿糖尿病 .....	178
第三节	小儿苯丙酮尿症 .....	179
第四节	婴幼儿腹泻 .....	180
<b>第十章</b>	<b>肿瘤疾病的营养治疗 .....</b>	<b>185</b>
第一节	肿瘤与营养的关系 .....	185
第二节	化疗、放疗与营养的关系 .....	193
<b>第十一章</b>	<b>外科手术的營養治疗 .....</b>	<b>199</b>
第一节	围手术期的营养治疗 .....	199
第二节	常见外科疾病手术后的营养治疗 .....	203
第三节	烧伤的营养治疗 .....	210
第四节	肾移植手术的营养治疗 .....	216
<b>第十二章</b>	<b>临床营养支持 .....</b>	<b>221</b>
第一节	肠内营养支持 .....	221
第二节	肠外营养支持 .....	228
<b>参考文献</b>	<b>.....</b>	<b>238</b>



# 第一章 营养学基础

## 本章导读

人的一切生命活动都需要物质的支持,而这些物质的基础就是营养素,营养素是人体正常生长发育、健康成长所必需的。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当的营养素比例都是维持生命、保持健康和生命繁衍必需的营养物质基础。

营养是指人体吸收、利用食物或营养物质的过程,即机体通过摄取食物,经过体内消化、吸收和代谢的转化,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。营养素是指能维持人体健康以及满足机体的正常生长发育、新陈代谢和工作、劳动所需要的各种物质。

## 学习目标

1. 掌握:基础代谢、基础代谢率的概念及影响因素;体力活动的能量消耗与影响因素;食物特殊动力作用。
2. 掌握:7大营养物质的生理功能、供给量及来源。
3. 熟悉:维生素的分类、缺乏与过量、供给量及食物来源。
4. 了解:脂类、碳水化合物的分类、消化与吸收。

人体所需的营养素有碳水化合物(糖类)、脂类、蛋白质、矿物质、维生素、膳食纤维、水7大类。其中碳水化合物、脂类、蛋白质、水被称为宏量营养素,矿物质、维生素被称为微量营养素。因碳水化合物、脂类、蛋白质在人体内代谢时可以产生能量,故又称为产能营养素。

## 第一节 热能(能量)

### 一、能量的来源

人类通过食用动物性或植物性食物中的碳水化合物、脂肪和蛋白质来获取能量,以维持



体内各种生命活动并对外做功。

**碳水化合物:**是人的主要能量来源。人体所需能量的 60% 以上由食物中的碳水化合物提供。食物中的碳水化合物经消化产生葡萄糖被吸收后,一部分供能,一部分以糖原的形式储存在肝脏(肝糖原)和肌肉(肌糖原)中。

**脂肪:**人体所消耗的能源物质中有 40%~50% 来自体内的脂肪,其中包括从食物中摄取碳水化合物后所转化成的脂肪。在短期饥饿的情况下,主要由体内的脂肪供给能量。

**蛋白质:**人体在能源物质不足时才依靠组织蛋白质的分解供能。当机体处于饥饿状态时,碳水化合物的储备迅速减少,而脂肪和蛋白质则作为长期能量消耗时的能源。

三大产能营养素进入机体后产生的能量有两个去向,即消耗和储存。上述各种产能物质在体内氧化时所释放的能量,其中总量的 50% 以上迅速转化为热能,参与体温的维持。其余能量暂时以糖原和脂肪的形式储存在肝脏、肌肉和脂肪组织中,待机体需要时再通过氧化释放能量。



### 知识链接

人体能量的需要与消耗对不同人群是不一样的。成年人的能量消耗主要用于维持基础代谢、体力活动和食物特殊动力作用;对于孕妇应包括子宫、乳房、胎盘、胎儿的生长及体脂储备;乳母则需要合成乳汁;婴幼儿、儿童、青少年应包括生长发育的能量需要;创伤患者康复期间也需要特殊的能量。

## 二、人体的热能消耗

膳食摄取的营养要与人体的各种散热、劳动、活动所需要的能量平衡。摄入量大于消耗量就可能导致肥胖,摄入量小于消耗量能导致消瘦。

### 1. 基础代谢

基础代谢是指维持生命的最低热能消耗,即人体在安静和恒温条件下(一般为 18~25℃),禁食 12 小时,静卧,放松而又清醒时的热能消耗。为了确定基础代谢热能消耗(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(或每千克体重)的热能消耗。

#### (1) 体表面积计算

体表面积( $m^2$ ) =  $0.00659 \times \text{身高}(\text{cm}) + 0.0126 \times \text{体重}(\text{kg}) - 0.1603$

基础代谢 = 体表面积( $m^2$ )  $\times$  基础代谢率 [ $\text{kJ}/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$  或  $\text{kcal}/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$ ]  $\times 24$



## (2) 影响基础代谢的因素

①体格:体表面积大者,散发热能多,肌肉发达者基础代谢水平高。同等体重者,瘦高者基础代谢高于矮胖者。男性高于女性 5%~10%。

②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,热能消耗增加。

③环境条件:炎热或寒冷、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。

⑥尼古丁和咖啡因可以刺激基础代谢水平升高。

## 2. 体力活动

体力活动(PA)指“任何由骨骼肌收缩引起的导致能量消耗的身体运动”。日常体力活动是影响人体能量消耗的主要因素,可以分为工作、家务、体育运动、娱乐活动等。因工作的不同造成的消耗能量差别也很大。通常情况下,由各种体力活动所消耗的能量占人体总能量消耗的 15%~30%。

## 3. 食物热效应

食物热效应(TEF)又称食物的特殊动力作用(SDA)或膳食生热作用,是指因摄食而引起热能额外消耗。

食物热效应的高低与食物的营养成分、进食量和进食频率有关。如蛋白质食物的热效应最高,为其本身所产生能量的 30%~40%。其次是碳水化合物,为其本身所产生能量的 5%~6%。脂肪最低,为其本身所产生能量的 4%~5%。若食用混合膳食时,食物的热效应作用可相当于基础代谢的 10%,或全日总能量消耗的 6%,约为每日 600kJ。

## 4. 生长发育

处在生长发育阶段的婴幼儿、儿童和青少年,其能量消耗还应该包括生长发育所需的能量。孕妇要满足胎儿、胎盘、子宫、乳房等生长发育、体脂储备以及乳母要满足乳汁合成和分泌等也需要增加能量消耗。

# 三、人体一天热能需要量的确定

## 1. 计算法

人体能量代谢的最佳状态是达到能量消耗与摄入的平衡。由于基础代谢占总能量消耗的 60%~70%,所以它是估算成年人能量需要量的重要基础。

$$\text{能量需要量} = \text{BMR} \times \text{PAL} (\text{体力活动水平})$$

成年人的 PAL 受劳动强度的影响,膳食能量推荐摄入量男性成人是 2400kcal/d。

(1)计算热能消耗:热能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能消耗。



(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,热能摄入量基本上可反映出其热能的需要量。详细记录一段时间内食物摄入的数量、种类,可以计算出平均每天的热能需要量。

### 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。

## 四、热能供给

人体的能量来源主要是食物中的蛋白质、脂肪和碳水化合物三大产能营养素,它们普遍存在于各种食物中。谷类和薯类含碳水化合物多,是我国膳食热能的主要来源。油料作物含脂肪,动物性食品含较多的动物脂肪和蛋白质,是膳食热能的重要组成部分。大豆和坚果类含丰富的油脂和蛋白质,是膳食热能的辅助来源之一。蔬菜和水果含热能较少。中国营养学会建议居民膳食中碳水化合物提供的能量占总能量的60%~70%,脂肪占20%~25%,蛋白质占10%~14%。年龄越小,蛋白质和脂肪供能所占的比例越需要适当地增加。

人类能量的摄入与消耗状况直接影响着身体健康。一方面当体内摄入的能量不足时,机体会动用自身的能量储备甚至消耗自身的组织来满足生命活动能量的需要,若人体长期处于饥饿状态则会发生蛋白质-能量营养不良症(PEM),主要表现为蛋白质缺乏引起的水肿和热能不足引起的消瘦,易疲劳、体力下降、工作效率下降、抵抗力下降、早衰等。另一方面,当能量摄入过多时,会使人发生异常脂肪堆积,导致肥胖,诱发多种疾病,如高血压、心脏病、糖尿病等。因此保持能量摄入与消耗之间的平衡对人体健康非常重要。

## 第 二 节 蛋白质

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。由于碳水化合物和脂肪中仅含碳、氢、氧,不含氮,所以蛋白质是人体氮的唯一来源,碳水化合物和脂肪不能代替。食物蛋白质的平均含氮量是16%,通常采用凯氏定氮法来测定蛋白质的含量。

### 一、蛋白质的组成

#### 1. 氨基酸和肽

蛋白质是由许多氨基酸组成的,将氨基酸连接起来的键,称为肽键。根据肽键的多少可分为二肽、三肽或多肽。通常将10个以上氨基酸组成的肽称多肽,10个以下氨基酸组成的肽叫寡肽。由于氨基酸的种类、数量、排列次序和空间结构的不同,形成了无数功能各异的蛋白质。

#### 2. 必需氨基酸

绝大多数的蛋白质由20种氨基酸组成。人体不能合成或合成速度不能满足机体需要,



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(儿童必须)。

### 3. 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。所以半胱氨酸和酪氨酸被称为条件必需氨基酸或半必需氨基酸。常将蛋氨酸和半胱氨酸、苯丙氨酸和酪氨酸合并计算。

### 4. 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,导致其他的必需氨基酸在体内不能被充分利用,使蛋白质的营养价值降低,由于这类氨基酸的不足,限制了其他氨基酸的利用,这些含量相对较低的必需氨基酸被称为限制氨基酸,含量最低的氨基酸称为第一限制氨基酸。植物性食物的蛋白质中,赖氨酸、蛋氨酸的含量相对较低,所以营养价值也相对较低。

### 5. 氨基酸模式

人体蛋白质以及食物蛋白质在必需氨基酸的种类和含量上存在着差异,在营养学上常用氨基酸模式来反映这一差异。蛋白质中各种必需氨基酸的构成比例称为氨基酸模式。其计算方法是将该种蛋白质中色氨酸的含量设为1,分别计算出其他必需氨基酸的相应比值,这一系列的比值就是该种蛋白质的氨基酸模式。

如果食物蛋白质的氨基酸模式与人体蛋白质的氨基酸模式接近,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就高。动物蛋白质以及大豆蛋白质的氨基酸模式与人体蛋白质的氨基酸模式较接近,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的氨基酸模式最接近,称为参考蛋白质。

## 二、蛋白质的消化、吸收和代谢

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。机体每天由于皮肤、毛发和黏膜的脱落,妇女月经期的失血以及肠道菌体死亡排出等,损失约20g蛋白质,这种氮排出是机体不可避免的氮消耗,称为必要的氮损失。理论上只要从膳食中获得相当于必要的氮损失的量,即可满足人体对蛋白质的需要,维持机体的氮平衡。

氮平衡是反应机体氮的摄入量和排出量的关系,可用以下公式表示。

$$B=I-(U+F+S)$$

式中,B代表氮平衡、I代表摄入氮、U代表尿氮、F代表粪氮、S代表皮肤氮等氮损失。

蛋白质不能在机体内蓄积贮存,过多的蛋白质只能以尿素形式排出。当摄入的氮多于排出的氮,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



取的氮少于排出的氮,认为是负氮平衡。老年人、消耗性疾病患者属于负氮平衡。正常成年人应该是零氮平衡的。

### 三、蛋白质的生理功能

#### 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,因此人体的生长及新陈代谢都需要蛋白质。人体每天有3%的蛋白质在代谢更新,损伤后的修复等也需要蛋白质。

#### 2. 蛋白质是构成人体各种生理活性物质的重要成分

各种活性物质,如酶、激素、血红蛋白、肌纤维蛋白、抗体等的构成,都需要蛋白质。蛋白质对水盐代谢、酸碱平衡、胶体渗透压等都起到重要的作用。视觉的形成、血液的凝固、人体的运动等都与蛋白质有关。

#### 3. 供给热能

每1g食物蛋白质能提供16.7kJ(4.0kcal)的能量,人体每天所需能量的10%~15%由蛋白质提供。

### 四、蛋白质的互补作用

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,其中所含的必需氨基酸取长补短、相互补充,达到较好的比例,从而提高蛋白质利用率,补充必需氨基酸的不足,称为蛋白质互补作用。为了更好地发挥食物蛋白质的互补作用,在调配膳食时,需遵循3个原则:食物的生物学种属越远越好;搭配的种类越多越好;食用时间越近越好,同时食用最好。

### 五、食物蛋白质的营养学评价

评价食物蛋白质的营养价值,对于食品品质的鉴定、新的食品资源研究和开发、指导人群膳食等方面都是非常重要的。各种食物的蛋白质含量、氨基酸模式都不一样,人体对不同蛋白质的消化、吸收和利用程度也存在差异,所以营养学上主要从食物蛋白质含量、被消化吸收的程度和被人体利用的程度来进行评价。

#### 1. 蛋白质含量

蛋白质含量是一个基础指标,蛋白质的含量不等于数量,但没有一定的数量,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(5~10)g/500g、肉类80g/500g、蛋类60g/500g、鱼类(50~60)g/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。根据是否考虑内源粪代谢因素,分为表观消化率和真消化率两种方法。





$$\text{蛋白质表观消化率}(\%) = \frac{(\text{食物摄入氮} - \text{粪氮})}{\text{食物摄入氮}} \times 100\%$$

$$\text{蛋白质真消化率}(\%) = \frac{[\text{食物摄入氮} - (\text{粪氮} - \text{粪代谢氮})]}{\text{食物摄入氮}} \times 100\%$$

在实际应用中,往往不考虑粪代谢氮(内源氮),一般用蛋白质表观消化率计算。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%、米饭为 82%、面包为 79%、马铃薯为 74%、玉米窝头为 66%。

### 3. 蛋白质利用率

蛋白质利用率是食物蛋白质营养评价常用的生物学方法,包括蛋白质生物价、蛋白质净利用率、蛋白质功效比值和氨基酸评分。

(1)蛋白质生物价(BV):生物价是指食物蛋白质在体内被吸收后,在体内贮存的氮量与真正被机体利用的氮量的比值,表示蛋白质被吸收后,在体内被利用的程度。

$$\text{蛋白质生物价} = \frac{\text{储留氮}}{\text{吸收氮}} \times 100\%$$

$$\text{储留氮} = \text{吸收氮} - (\text{尿氮} - \text{尿内源性氮})$$

$$\text{吸收氮} = \text{食物氮} - (\text{粪氮} - \text{粪代谢氮})$$

常见食物的蛋白质生物价:鸡蛋为 94%、牛奶为 90%、鱼为 83%、牛肉为 76%、猪肉为 76%、大米为 77%、玉米为 60%、花生为 59%、高粱为 56%。

(2)蛋白质净利用率(NPU):蛋白质净利用率是反应食物中蛋白质在体内被利用的程度,即在一定条件下,体内贮存的蛋白质在摄入的蛋白质中所占的比例。它把食物蛋白质的消化和利用两个方面都包括了,因此更为全面。

$$\text{蛋白质净利用率}(\%) = \frac{\text{氮贮存}}{\text{氮摄入}} \times 100\%$$

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

(3)蛋白质功效比值(PER):蛋白质功效比值是指实验期内,动物平均每摄入 1g 蛋白质所增加的体重克数。

$$\text{蛋白质功效比值} = \frac{\text{试验期内动物体重增加}(\text{g})}{\text{试验期内摄入蛋白质}(\text{g})}$$

(4)氨基酸评分(AAS):也叫蛋白质化学评分,是目前应用比较广泛的一种,既适用于单一食物蛋白质评价,还可用于混合食物蛋白质评价方法。

$$\text{氨基酸评分}(\text{AAS}) = \frac{\text{每克待评食物蛋白质中必需氨基酸含量}(\text{mg})}{\text{每克参考蛋白质中该种氨基酸含量}(\text{mg})}$$

## 六、蛋白质的供给量及来源

我国营养学会蛋白质营养素的推荐摄入量为:1.0~1.2g/kg。婴儿每天 1.5~3g/kg,儿童每天 35~75g,青少年每天 80~85g,成年男女按不同体力活动强度,分别为每天 75~



90g 和每天 65~80g,孕妇和乳母每天另增 5~20g,老年期男女分别为每天 75g 和每天 65g。按热能计算,蛋白质摄入占膳食总能量的 10%~14%。

蛋白质广泛存在于动植物食物中,动物性食物,如肉、鱼、蛋、奶,蛋白质含量一般在 10%~20%,均属于优质蛋白质。植物性蛋白质,如谷类、薯类、豆类等,其中豆类的蛋白质含量较高,干豆类为 20%~40%,且含有各种必需氨基酸,是唯一能代替动物性蛋白质的植物蛋白,也属于优质蛋白质,但含蛋氨酸量略低。谷类蛋白质为 6%~10%,赖氨酸和色氨酸含量低,而含蛋氨酸量较高,可与豆类互补。薯类蛋白质含量为 2%~3%。蔬菜水果类蛋白质含量极低。

## 第 三 节 脂 类

脂类是三酰甘油(甘油三酯)、磷脂和固醇类的总称。食物和人体中的脂类 95%以上是甘油三酯,其他两类是磷脂(其中包括卵磷脂)与固醇(我们最熟悉的是胆固醇)。脂类是人体不可或缺的营养素,这不仅是因为天然食物中的脂肪具有高能值,而且它还能提供必需脂肪酸和脂溶性维生素。脂肪对维持细胞结构和功能具有重要作用,为维持机体健康所必需。

### 一、脂类的分类及特点

#### 1. 三酰甘油

(1)甘油三酯(TG):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、肌肉纤维之间。每个甘油三酯是由一分子甘油和三分子脂肪酸组成的。

(2)脂肪酸(FA):按照其碳链的长短可分为长链脂肪酸(14 碳以上),中链脂肪酸(8~12 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、单不饱和脂肪酸和多不饱和脂肪酸。按其空间结构可分为顺式脂肪酸和反式脂肪酸。食物中的脂肪酸多数以 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。脂肪酸的结构不同,功能也不一样。目前认为,营养学上最有价值的脂肪酸有两类,即  $\omega$ -3 系列和  $\omega$ -6 系列多不饱和脂肪酸。

(3)必需脂肪酸(EFA):是人体生长发育与正常生理活动所必需的,人体不可缺少而自身不能合成,必须依靠食物供给的脂肪酸。一般认为, $\omega$ -6 系列中亚油酸(C18:2)和  $\omega$ -3 系列中  $\alpha$ -亚麻酸(C18:3)是人体必需的脂肪酸。实际上  $\omega$ -3 系列和  $\omega$ -6 系列中有许多脂肪酸如花生四烯酸、二十碳五烯酸(EPA)、二十二碳六烯酸(DHA)等都是人体不可缺少的营养素,人体能够利用亚油酸和亚麻酸来合成这些脂肪酸。

#### 2. 磷脂

除甘油三酯外,磷脂是体内最多的脂类。磷脂是甘油三酯中一个或两个脂肪酸被含有



磷的其他基团取代生成的产物。其中最重要的是卵磷脂,它具有亲脂性和亲水性,是构成细胞膜的主要成分。

### 3. 固醇类

固醇类物质是一种重要的甾醇化合物,其重要的物质是胆固醇,它是细胞膜和许多活性物质的重要成分及材料。胆固醇可以在体内合成,主要在肝脏和小肠内合成,合成的数量取决于人体的需要和食物中的含量。研究表明,人体内胆固醇水平的升高主要是内源性的。

## 二、脂类的消化、吸收及代谢

### 1. 脂肪

脂肪必须分解为单酸甘油酯和脂肪酸才能被人体吸收。脂肪与胆汁结合乳化成为乳糜微粒,经胰脂酶水解,成为单酸甘油、脂肪酸,吸收进入肠黏膜细胞,在细胞内重新合成甘油三酯,与蛋白质结合,形成脂蛋白(脂蛋白-乳糜微粒、低密度脂蛋白)转运。

### 2. 胆固醇

胆固醇可以直接吸收,结合型的胆固醇酯需要先水解为游离的胆固醇和脂肪酸后再分别被吸收。

### 3. 磷脂

磷脂的消化和吸收与甘油三酯相似。

## 三、脂类的生理功能

### 1. 提供能量

脂肪产生的能量远高于蛋白质和碳水化合物,在机体内每克脂肪可产生能量 37.6kJ。

### 2. 构成神经、组织及细胞膜

脂肪不仅是构成脑组织、脑神经的重要成分,还是细胞各种膜结构的基本原料,如细胞囊、内质网膜、核膜等,是维持细胞正常结构和功能不可缺少的重要成分。

### 3. 维持体温、保护作用

脂肪是热的不良导体,可阻止身体表面散热,并能防止人体由于环境温度突然变化而受到损害。脂肪还可作为填充衬垫,可保护和支撑固定内脏器官免受外力损害。

### 4. 提供必需脂肪酸

必需脂肪酸能够帮助形成视网膜,为正常视觉发育所必需。必需脂肪酸缺乏可引起生长迟缓、生殖障碍、皮肤损伤以及肾脏、肝脏、神经和视觉方面的多种疾病。

### 5. 促进脂溶性维生素的吸收

脂溶性维生素不溶于水而溶于脂溶性溶剂或脂肪中。如果饮食中缺乏脂肪,脂溶性维生素如维生素 A、维生素 D、维生素 E、维生素 K 的吸收量就会减少。

### 6. 其他

如增加饱腹感、参与胆固醇的代谢等。



### 四、脂类的供给量及来源

膳食中的脂肪来源于动物的脂肪组织和肉类以及植物的种子。动物性脂肪含有饱和脂肪酸和单不饱和脂肪酸,而多不饱和脂肪酸含量较少,植物油主要含有不饱和脂肪酸,亚油酸普遍存在于植物油中,亚麻酸在豆油和紫苏油中较多。

谷类食物脂肪含量比较少,为 0.3%~3.2%,但玉米和小米可达 4%,而且大部分脂肪集中在谷胚中。一些油料植物种子、坚果及黄豆中的脂肪含量很丰富。通常所用的食用植物油有豆油、花生油、菜籽油、芝麻香油、棉籽油、茶籽油、葵花籽油、米糠油及玉米油等。

动物性食物中含脂肪最多的是肥肉和骨髓,高达 90%,其次是肾脏和心脏周围的脂肪组织、肠系膜等。这些动物性脂肪,如猪油、牛油、羊油、禽油等亦常被用来烹调和食用。磷脂含量较多的食物有蛋黄、肝脏、大豆、花生等,生长时期的婴儿、幼儿的需要量较大。胆固醇含量较高的食物是动物脑、内脏、蛋黄、肉类、奶类等,老年人应该控制这类食物的摄入量。

脂肪的摄入量用占膳食总能量的比例计算,中国营养学会推荐的摄入量中,成年人脂肪的摄入量占总能量比为 20%~30%。其中饱和脂肪酸、单不饱和脂肪酸、多不饱和脂肪酸之比为 1:1:1 为宜。胆固醇的摄入量不超过 300mg/d。

### 五、食物脂肪的营养价值

食物脂肪的营养价值要从三个方面进行评价:①脂肪的含量及饱和脂肪酸、单不饱和脂肪酸与多不饱和脂肪酸之间的比例;②脂溶性维生素的含量;③脂肪的稳定性及消化率等。

一般来说,植物油含有较多的不饱和脂肪酸,而动物油含有较多的饱和脂肪酸。但也有例外,如椰子油中的饱和脂肪酸含量要高于猪油,并且容易导致心血管系统疾病,棕榈油也含有较高的饱和脂肪酸。就目前的认识,食物中适当减少饱和脂肪酸的含量(占总能量 10% 以下),增加不饱和脂肪酸的比例(占总能量 20% 左右),协调  $\omega$ -6 系列和  $\omega$ -3 系列不饱和脂肪酸的比例(多数学者认为以 4:1 为宜),对健康是有益的。

## 第 四 节 碳水化合物

碳水化合物又名糖类或糖,是由碳、氢和氧三种元素组成的一大类化合物。可分成单糖(如葡萄糖和果糖)、双糖(如蔗糖、麦芽糖与乳糖)、寡糖和多糖(包括能被消化吸收的淀粉与糖原和不能被消化吸收的纤维素与果胶等),在每日膳食中最重要的碳水化合物是淀粉。以上各种碳水化合物除纤维素和果胶外,都可被人体吸收利用,但在吸收前必须先转变为单糖(主要是葡萄糖),才能被吸收。



## 一、碳水化合物的分类

### 1. 单糖和双糖

食物中常见的单糖有葡萄糖、果糖和半乳糖。葡萄糖是构成食物中各种糖类的基本单位,是人体空腹时唯一游离存在的六碳糖,在血浆中的浓度为 5mmol/L。果糖主要存在于水果和蜂蜜中,吸收后经肝脏转变成葡萄糖被人体利用,部分可转变为糖原、脂肪或乳酸。半乳糖是乳糖的组成成分,在人体中先转变成葡萄糖后被利用。母乳中的半乳糖是在体内重新合成的,而不是从食物中直接获得的。

由两分子单糖连接,形成双糖,如蔗糖、乳糖、麦芽糖。蔗糖是我们日常生活中食用的白糖、砂糖、红糖的组成成分,由一分子葡萄糖和一分子果糖构成,是人类使用最悠久的甜味剂。乳糖是由一分子半乳糖和一分子葡萄糖构成,存在于哺乳动物的乳汁中。麦芽糖由两分子葡萄糖构成。以上糖类都有甜味,如果以蔗糖的甜度为 100,那么果糖为 170,葡萄糖为 70,麦芽糖为 40,乳糖为 20。

### 2. 寡糖

寡糖由 3~9 个单糖聚合而成。主要存在于豆类食品中,因其化学键不能被人体的消化酶分解,通常不易消化,当大量摄入时可能造成胀气、肠道不适等。虽然在小肠内不能被消化吸收,但是可以刺激结肠有益菌繁殖,抑制有害菌生长,因此又被称为“益生元”。还包括低聚麦芽糖、低聚果糖、低聚半乳糖等。

### 3. 多糖

多糖由 10 个或 10 个以上葡萄糖分子组成。其中一部分可被人体消化吸收(可供能的多糖),如淀粉、糖原,另一部分不能被人体消化吸收(不可供能的多糖),如膳食纤维。

#### (1) 淀粉(可供能的多糖):

淀粉是最常见的多糖,贮存在植物种子、根茎中,由成千上万个葡萄糖以  $\alpha$ -1,4-糖苷键连接而成。人类的消化酶能够分解淀粉中的  $\alpha$ -1,4-糖苷键,因此淀粉是碳水化合物的主要来源。

#### (2) 不可供能的多糖

① 膳食纤维:包括纤维素、半纤维素、果胶、木质素等。膳食纤维的结构与淀粉相似,是以  $\beta$ -1,4-糖苷键连接成的直链聚合物,由于人体淀粉酶只对  $\alpha$ -1,4-糖苷键有分解作用,所以膳食纤维不能被人类淀粉酶分解。

② 抗性淀粉:是指健康人小肠内不能消化吸收的淀粉及其降解产物的总称。所有抗性淀粉的共同特性是在小肠内部分消化,在结肠内发酵并完全吸收,这些特性决定了抗性淀粉有类似膳食纤维的生理功能。

## 二、碳水化合物的消化、吸收和代谢

膳食中的碳水化合物在消化道中经酶逐步水解为单糖而被吸收。消化过程首先从口腔



开始,食物进入口腔后,通过咀嚼等促进唾液的分泌,唾液中的淀粉酶使淀粉分解,产生少量的糊精、麦芽糖及葡萄糖。一般淀粉在胃内不被消化,这是由于胃液的酸类物质分解了淀粉酶的缘故。小肠才是糖类分解和吸收的主要场所。胰腺分泌的胰淀粉酶是消化淀粉最主要酶,它将淀粉分解成糊精和麦芽糖。在肠道中消化后的碳水化合物主要是单糖中的葡萄糖,还有很少量的果糖及半乳糖。单糖在小肠内吸收后经血液运送到肝脏进行相应的代谢,或运送到其他器官直接被利用。膳食纤维和抗性淀粉在小肠内不被酶分解,进入大肠后由于肠道细菌作用产生水分、气体和短链脂肪酸。

碳水化合物在体内首先分解为丙酮酸,在无氧情况下,丙酮酸还原为乳酸,这个过程称为碳水化合物的无氧氧化。在有氧的情况下,丙酮酸进入线粒体,氧化脱羧后进入三羧酸循环,最终被彻底氧化成二氧化碳及水,这个过程被称为碳水化合物的有氧氧化。

当碳水化合物的摄入量大于需要量时,碳水化合物可转化为脂肪酸、脂肪、胆固醇,还可以转化为各种非必需氨基酸。

### 三、碳水化合物的生理功能

#### 1. 热能的来源

碳水化合物是人体最重要的热能来源,每克碳水化合物在人体内可以产生 16.72kJ (4.0kcal)热能。特别是葡萄糖能够很快氧化,供给能量以满足机体的需要。60%以上的热能来源于碳水化合物。



### 知识链接

糖原能贮存和提供能量。糖原是肌肉和肝脏贮存碳水化合物的形式,当机体需要的时候能及时地转化为葡萄糖供机体使用,人体内的中枢神经、红细胞只能依靠葡萄糖提供能量,故碳水化合物对维持神经组织和红细胞功能有重要意义。肌肉中的糖原只供自身的能量。

#### 2. 构成组织及重要生命物质

碳水化合物以含糖复合物的形式参与机体成分的构成。如结缔组织中的黏蛋白、神经组织中的糖蛋白、糖脂、DNA 的 RNA 中的核糖都是人体生命必需的。

#### 3. 节约蛋白质作用

当机体的碳水化合物供给量不足时,只能通过转化蛋白质来供给热能的需要。蛋白质和碳水化合物一起被摄入时,机体内贮存的氮比单独摄入蛋白质时的量要多,因此当碳水化合



物提供的能量充足时,可发挥对蛋白质的节约作用。

#### 4. 抗生酮作用

当机体的碳水化合物供给量不足时,脂肪酸氧化产生酮体,过多的酮体则可引起酮血症、酸中毒,因此碳水化合物有抗生酮作用。人体每天至少需要 50~100g 碳水化合物。

#### 5. 其他功能

糖原有保肝解毒作用,非淀粉多糖有助于增强肠道功能,多糖具有特殊生物活性,可抗肿瘤、抗病毒、提高免疫力等。

### 四、碳水化合物的供给量及来源

碳水化合物是最易摄入的能量,膳食中碳水化合物的主要形式是淀粉。淀粉的来源主要是粮谷类和根茎类食物,如各种粮食和薯类中含有大量的淀粉和少量的单糖或双糖。其次还可来自各种食糖,如蔗糖和麦芽糖等。蔬菜水果中除含少量单糖外,也是纤维素和果胶的主要来源。粮谷类一般含碳水化合物 60%~80%,薯类含量为 15%~29%,豆类为 40%~60%。膳食中碳水化合物的摄入量,一般认为可占总能量的 60%~70%,也可略少,主要取决于饮食习惯和生活水平。

上述各种可以供给碳水化合物的食品中,粮食和薯类应为主要来源,同时为了得到一定数量的纤维素,还应多吃蔬菜和水果,少吃蔗糖。因为粮食和根茎薯类,除富含淀粉可以供给热能外,还含有一些其他营养素,如蛋白质、无机盐和维生素,特别是各种粗粮,不仅含 B 族维生素和无机盐较多,还含有纤维素。至于蔗糖、麦芽糖等各种食糖,除供给热能外,基本上不含其他营养成分,营养价值远不如粮食和薯类。根据流行病学调查的结果,所有冠心病发病率低的人群,其膳食中的热能来源 65%~85%来自于粮食和根茎类食品,很少食用蔗糖。

## 第五节 矿物质

### 一、概述

人体组织中几乎含有自然界存在的各种元素。除碳、氢、氧、氮这些以有机化合物形式存在的元素外,其余存在于人体内的元素统称为矿物质。矿物质占人体重量的 5%左右,按其含量的多少可分为常量元素和微量元素两大类。常量元素在人体内含量大于人体体重的 0.01%,包括钙、磷、硫、钾、钠、氯和镁七种元素。微量元素的含量小于人体体重的 0.01%,包括铁、锌、铜、碘、锰、钼、钴、硒、铬、镍、锡、硅、氟、硼、钒等。

### 二、钙

钙是人体含量最多的常量元素,占体重的 1.5%~2.0%。成人含钙 1000~1200g,其中