

第 3 版

医学营养学

主编 张爱珍

人民卫生出版社



医学营养学

第 2 版

人民卫生出版社



医学营养学

第 3 版

主 编 张爱珍

人民卫生出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

医学营养学/张爱珍主编. —3 版. —北京:
人民卫生出版社, 2009. 9
ISBN 978-7-117-11433-2

I. 医… II. 张… III. 营养学-医学院校-教材
IV. R151

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 097601 号

门户网: www.pmph.com	出版物查询、网上书店
卫人网: www.hrhexam.com	执业护士、执业医师、 卫生资格考试培训

医学营养学 第 3 版

主 编: 张爱珍
出版发行: 人民卫生出版社 (中继线 010-67616688)
地 址: 北京市丰台区方庄芳群园 3 区 3 号楼
邮 编: 100078
E - mail: pmph@pmph.com
购书热线: 010-67605754 010-65264830
印 刷: 北京市安泰印刷厂
经 销: 新华书店
开 本: 787×1092 1/16 印张: 28.5
字 数: 692 千字
版 次: 1998 年 2 月第 1 版 2009 年 9 月第 3 版第 16 次印刷
标准书号: ISBN 978-7-117-11433-2/R·11434
定 价: 53.00 元

版权所有, 侵权必究, 打击盗版举报电话: 010-87613394

(凡属印装质量问题请与本社销售部联系退换)

再版前言

医学营养学是一门新兴的学科,是 21 世纪重点发展的学科之一。近 20 年以来,我国的经济迅速发展,人们的生活水平提高和人均寿命的提高,疾病谱发生了较大的变化。慢性非传染性疾病,如糖尿病、高血压、肥胖症、痛风、骨质疏松症、肿瘤的发病率逐年上升。老年性疾病发病年龄提前,中年人的器官功能提早老化,甚至儿童、青少年因肥胖症而患上了 2 型糖尿病。其中的原因之一是这些人群不懂营养学知识或者未学习过营养学知识,部分人群对营养学知识一知半解而致。

当前,我国健康人群、亚健康人群与疾病患者都十分关注自己的健康问题。不仅对营养学知识十分渴望,而且对医护人员掌握的营养学知识提出了更新和更高的要求。如何通过平衡膳食、合理营养和营养支持达到促进健康,加速疾病康复,是人们十分迫切的意愿。这也对医学院校的学生和广大医务人员提出了更高的要求,也是我们面临的新课题。

许多疾病的发病、治疗、预防与营养学有十分密切的关系。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,减少并发症和带病长寿。用最小的药物剂量达到最有效的治疗效果,从而可以节省医疗费用,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现象。

医学营养学随着高等院校的教学模式的转变,已成为在校学生不可缺少的一门知识。目前开展选修课或公共课的综合型大学,不仅医学院的学生选择学习医学营养学课程,许多非医学类的学生也积极选择医学营养学课程。

营养学知识对人类的健康促进、预防疾病、优生优育及老年人的长寿;开展社区卫生服务,提高服务质量与医疗水平;对大中小学生的生命与健康教育及未来家庭教育的开拓,都显得十分必要,对提高我国国民体质,增强国力都具有非常重要的地位。

目前《医学营养学》的第 3 次修订出版,足以说明我国高等院校特别是高等医学院校都十分重视营养学知识。该书曾在 2000 年荣获浙江大学教学成果一等奖,浙江省教学成果二等奖。全国著名的营养学专家赵法伋教授曾为第 1 版的书作“序”在此表示十分感谢。

《医学营养学》(第 3 版)一书的内容丰富,编排合理。全书分基础营养、公共营养、临床营养学三大部分共为十六章。第 3 版书对部分章节做了增加和修改。特别是第二章增加了膳食营养素参考摄入量的相关内容,以便读者理解。第五章的平衡膳食合理营养,及时把 2007 年版的中国居民膳食指南和中国居民平衡膳食宝塔的有关内容进行了表述,使读者及

时得到新的信息。第八章特殊人群的营养,更详细地介绍了各种特殊人群的营养学问题。其他的章节也相应地作了增减或调整,及时满足广大读者的需求。

在2001年11月3日国务院办公厅发了【2001】86号文件,关于印发中国食物与营养发展纲要(2001~2010年)的通知。在中国食物与营养发展纲要中明确指出:“今后十年,将是我国居民食物结构迅速变化和营养水平不断提高的重要时间。加快食物发展改善食物结构,提高全民营养水平,增进人民身体健康是国民整体素质提高的迫切需要,也是我国社会主义现代化建设的重大任务。”

在过去的近8年中,中国在食物与营养发展工作中取得了一定的成绩,中国居民也逐步认识食物营养和食物安全。广大学者也努力研究中国居民的营养与健康问题。相信本书通过编者与读者不断的共同努力,将会对我国国民的平衡膳食、合理营养及慢性病的预防、控制与治疗作出贡献。

浙江大学城市学院 张爱珍

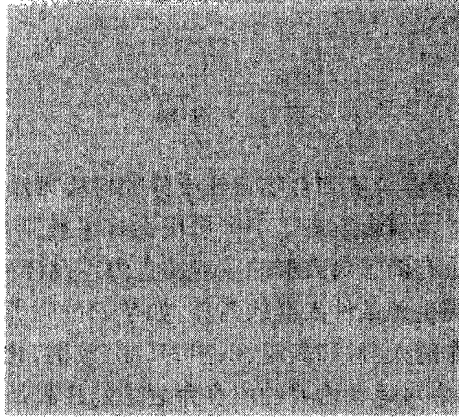
2009年6月

目 录

绪论	1
第一章 营养素的消化、吸收与代谢	3
第一节 人体中主要消化液	3
第二节 碳水化合物的消化、吸收与代谢	4
第三节 脂类的消化、吸收与代谢	8
第四节 蛋白质的消化、吸收与代谢	10
第二章 能量与营养素的生理功能	17
第一节 能量	17
第二节 蛋白质	22
第三节 碳水化合物	29
第四节 脂类	33
第五节 维生素	38
第六节 矿物质	77
第七节 水	91
第八节 膳食纤维	96
第三章 食物的营养价值	100
第一节 粮食类食物的特点和营养价值	100
第二节 豆类及坚果类食物的特点和营养价值	102
第三节 蔬菜、水果类的特点和营养价值	103
第四节 肉类、脏腑类、鱼类的特点和营养价值	105
第五节 蛋类食物的特点和营养价值	107
第六节 乳类食物的特点和营养价值	107
第七节 食用菌类的特点及营养价值	109
第八节 调味品及其他	110
第四章 食物营养成分与保健功效成分的检测	113
第一节 试样的采集、制备和预处理	113
第二节 营养素检测	115
第三节 保健功效成分的检测	129
第四节 检测方法的选择及实验质量控制	131

第五章 平衡膳食合理营养	133
第一节 平衡膳食合理营养的概念.....	133
第二节 我国膳食结构现状.....	134
第三节 合理膳食的构成和要求.....	136
第四节 合理膳食食谱的编制方法.....	138
第五节 合理加工烹调.....	143
第六节 中国居民膳食指南(2007)与中国居民平衡膳食宝塔(2007).....	145
第六章 营养调查及其评价	155
第一节 膳食调查.....	156
第二节 营养状况体格检查.....	164
第三节 营养生化测定.....	171
第四节 营养调查的综合评价.....	174
第七章 不同生理状况人群的营养	176
第一节 孕妇营养.....	176
第二节 乳母营养与膳食.....	184
第三节 婴幼儿的营养.....	188
第四节 学龄前儿童的营养.....	202
第五节 学龄儿童与青少年的营养.....	208
第六节 中年人群的营养.....	212
第七节 老年人群的营养.....	215
第八章 特殊人群的营养	220
第一节 高温环境作业人员的营养.....	220
第二节 低温环境作业人员的营养.....	227
第三节 高原缺氧环境人群的营养.....	232
第四节 特种作业人员的营养.....	235
第五节 航空作业人员的营养.....	244
第六节 接触微波和电离辐射人员的营养.....	248
第七节 运动员的营养.....	252
第九章 营养不良与营养支持	259
第一节 营养不良.....	259
第二节 管饲与要素膳.....	262
第三节 完全胃肠外营养.....	263
第十章 试验膳食与治疗膳食	272
第一节 试验膳食.....	272
第二节 治疗膳食.....	278

第十一章 内科疾病的营养治疗	281
第一节 心血管系统疾病.....	281
第二节 消化系统疾病.....	285
第三节 泌尿系统疾病.....	304
第四节 血液系统疾病.....	315
第五节 内分泌系统和代谢疾病.....	323
第六节 传染性疾病.....	337
第十二章 外科疾病的营养治疗	359
第一节 手术病人的营养支持.....	359
第二节 烧伤病人的营养治疗.....	371
第三节 肿瘤病人的营养支持.....	379
第十三章 儿科疾病的营养治疗	390
第一节 发热.....	390
第二节 腹泻.....	391
第三节 营养不良.....	393
第四节 苯丙酮尿症.....	394
第五节 儿童期单纯性肥胖.....	396
第六节 小儿锌缺乏.....	397
第十四章 中医食疗与营养保健食品	399
第一节 食疗的概念.....	399
第二节 食疗的原料和方剂.....	408
第三节 营养保健食品.....	422
第十五章 营养病历书写	428
第一节 营养病历的重要性与要求.....	428
第二节 营养病历的书写格式与内容.....	430
第十六章 医院营养科的管理	437
第一节 行政管理.....	437
第二节 膳食管理.....	441
第三节 卫生管理.....	446
第四节 建筑和设备.....	447



绪 论

医学营养学是建立在预防医学和临床医学的基础上,立足营养学和临床医学相关内容的交叉,阐述人体的医学与营养学相关发生与发展的问题,与人类健康直接有关的科学。医学营养学涉及人类的生长、发育、生殖、健康与长寿及防病治病等系列营养相关问题,其与民生安康、家庭幸福、社会安定、国家强盛息息相关。

一、医学营养学的意义

民以食为天,人类的生存、生活、生殖无不依赖食物的摄取。人们对食物摄取的数量和质量直接与健康有关。当人类还处在贫穷年代,摄取食物只是为求生存。随着经济发展,人们生活水平逐步提高,对先富裕起来的人群摄取食物除了为生存之外,还追求享受,满足心理的需求。然而由于缺乏营养学知识,对正确的饮食观了解甚少,在摄取食物为生存和生理需求的同时,过度强调了心理上的满足,于是,慢性非传染性疾病,如高血压、糖尿病、脂代谢异常,肥胖症、痛风等在我国的发生率逐年增加,同时由此而发生的并发症,尤其是心脑血管疾病的发生,直接威胁着人们的健康。

医学营养学是一门应用性学科。它与基础医学、预防医学、全科医学、临床医学、儿科学、妇产科学、老年医学、社区医学、食品科学等学科有着密切的联系。医护工作者一旦掌握了医学营养学知识,就能把人类的健康促进、预防疾病、治疗疾病、健康长寿等事业做得更好,也能为老百姓缓解看病难、看病贵作一点贡献。

二、医学营养学的内容与研究

医学营养学主要围绕营养素、食物营养、平衡膳食、合理营养、慢性疾病,特别是慢性非传染性疾病的营养预防和营养治疗等知识与内容进行逐章介绍。

医学营养学包括基础营养、公共营养和临床营养三部分。三部分内容相对独立又相互联系。基础营养重点介绍营养素的代谢,各种营养素的生理功能,并结合生化特点作适当层

次的描述,适度介绍食物的营养价值和食物营养成分的检验方法。2007年中国营养学会公布的中国居民膳食指南和平衡膳食宝塔是中国居民做好平衡膳食、合理营养的重要指导内容。营养调查及其评价方法有助于对人群的营养调查内容设计和指标项目建立。

公共营养主要介绍不同生理条件人群的营养,如孕妇的营养,婴幼儿的营养,老年人的营养。对在特殊环境下工作的人群,如高温、低温、高原、放射、化学毒物等环境中如何加强营养,保持健康的身体。其中对运动营养的内容介绍是公共营养中不可缺少的重要部分。

通过对基础营养和公共营养知识的了解和掌握,重点结合临床工作面临的营养不良的营养支持,原则及其采取营养支持的方式和方法作实用性的介绍。同时重点对医院应用的实验膳食和治疗膳食一一作了分类指导。

临床营养主要介绍内科、外科、儿科的多发疾病的临床常见问题与营养的相关支持和治疗。内科按疾病的系统,外科按临床的特点,儿科按常见的营养性疾病分别详细介绍,不仅实用,且易掌握。临床医生掌握好临床营养知识的运用,完全可以减少慢性病的病情反复,有效控制病情的进展和并发症的发生,减少病人的治疗费用,减轻病人的痛苦。

我国的传统医学历史悠久,中医食疗和营养保健品深受中国居民的欢迎和肯定,对养生保健,延年益寿都有一定的促进作用。为此,对这方面的内容与营养学相关的知识点介绍,有利于医学生对传统医学的认识,对营养保健食品的应用和推广。

鉴于我国目前对医院营养科的营养医师或营养师缺乏专业性的培养,各级医院的营养科又缺少专业技术人才,特别对营养病例书写和医院营养科的管理有关内容,比较全面系统地做一些介绍,有利于医学生为今后从事营养科工作打下基础。

临床医学的学生学习医学营养学的课程对今后无论从事临床医学,基础医学,全科医学,预防医学的工作都有十分重要的实用意义。对从事内科、外科、妇产科、小儿科等专业工作同样具有一定的指导意义。对常见疾病的预防和治疗,掌握从医学营养学知识入手,工作将会做得更好,医患关系更和谐,医疗费用会更低,最终病员受益,减少家庭压力,减轻国家负担。

医学营养学的研究领域有着很大的空间。如健康人与医学营养学的疾病预防研究;亚健康人群与医学营养学的干预研究;各类疾病与医学营养学的治疗研究;不同生理条件的人群,如儿童、青少年、孕妇、乳母、产妇、老年人、长寿老人与医学营养学的相关研究;特殊的人群,如从事高温、低温、辐射等工作的环境与医学营养学的相关研究;社区人群、社区健康、社区医疗与医学营养学的关系研究;健康管理与医学营养学的研究等,都可拓展与创新。

研究的方法可选用问卷调查,问卷设计根据研究的人群的健康状况与相关营养素的摄取现状或糖、脂代谢和血压等作对比研究与评估。

对不同人群的不同健康状况与营养素的水平相关研究。对老年人、健康老人、百岁老人的体质、血糖、脂、蛋白质代谢与微量营养素的相关研究。大、中、小学生的体质、体重与产能营养素摄入或某些微量营养素的血中水平相关研究等。

总之,医学营养学研究课题广泛,它会给医护人员、医学生提升理论知识与实用的价值,为促进人类健康作贡献。

第一章

营养素的消化、吸收与代谢

营养素具有维持机体正常生长、发育、生殖及健康的作用,主要由食物提供。营养素可分为六大类,即碳水化合物、脂类、蛋白质、维生素、矿物质和水。在天然食物中,除水以外营养素大都以大分子或结合的形式存在,并不能被人体直接吸收而同化,故必须先进行消化。天然食物在消化道中分解成可同化的形式构成了消化过程。伴随消化过程中出现的化学变化需借助于消化道中酶的参与才得以完成。这些酶把淀粉分解成单糖;把甘油三酯分解成甘油一酯、甘油和脂肪酸;把蛋白质分解成氨基酸等可同化的形式。在消化过程中,维生素和矿物质也转变成更有利于吸收的形式。

第一节 人体中主要消化液

(一) 唾液

唾液由唾液腺分泌,pH值6.8,其成分中含有99.5%的水。唾液中的消化酶包括舌脂肪酶、唾液淀粉酶。唾液淀粉酶可使淀粉和糖原水解,但它在pH4以下时迅速失活。

(二) 胃的分泌物

胃的分泌物为胃液,它是一种透明、淡黄色液体,含HCl为0.2%~0.5%,pH值1.0,胃液中97%~99%是水,其余为黏蛋白、无机盐、消化酶(胃蛋白酶和凝乳酶)及胃脂肪酶。

(三) 胆汁

肝胆汁的组分不同于胆囊胆汁,具体组成见表1-1。

胆盐能显著降低油与水相之间的表面张力,在肠道中这种特性可使脂肪乳化,增加脂肪酸及水不溶性脂肪酸盐的溶解性。肠道中胆盐的存在对消化作用的完成、脂肪的吸收以及脂溶性维生素A、D、E、K的吸收都具有重要的作用。当脂肪消化不良时,其他食物也很难消化,因为脂肪可覆盖在食物颗粒的表面,这样使其他酶很难作用于它们。在这些条件下,肠道细菌引起腐败,产生气体。

表 1-1 肝胆汁和胆囊胆汁的组分

	肝 胆 汁	胆 囊 胆 汁	
	占总胆汁的百分率	占总固体的百分率	占总胆汁的百分率
水	97.00		85.92
固体	2.52		14.08
胆汁酸	1.93	36.9	9.14
黏蛋白和色素	0.53	21.3	2.98
胆固醇	0.06	2.4	0.26
脂肪酸	0.14	5.6	0.32
无机盐	0.84	33.3	0.65
比	1.01		1.04
pH	7.1~7.3		6.9~7.7

除了乳化作用外,胆汁的另一作用是中和来自于胃的酸性食糜,使其适合于肠道的消化。

(四)胰液

是一种非黏稠性的水性液体,水含量类似于唾液,pH 为 7.5~8.0 或更高一些。胰液中主要的无机离子有 Na^+ 、 K^+ 、 HCO_3^- 及 Cl^- ,另有少量的 Ca^{2+} 、 Zn^{2+} 、 HPO_4^- 和 SO_4^{2-} 。此外,在胰液中可发现几乎能分解所有食物的酶类,主要有胰蛋白酶、糜蛋白酶、弹性蛋白酶、羧基肽酶、胰淀粉酶、胰脂肪酶、胆固醇酯酶、核糖核酸酶、脱氧核糖酸酶及磷脂酶 A2。

(五)肠液

肠液中的消化酶包括氨基肽酶、麦芽糖酶、 α 糊精酶、乳糖酶、蔗糖酶、海藻糖酶、磷酸酶、多核苷酸酶、核苷酶及磷脂酶。

第二节 碳水化合物的消化、吸收与代谢

碳水化合物是指具有多羟基醛或多羟基酮结构的一大类化合物,又称为糖。碳水化合物在自然界分布极广,是构成动物体或植物体的主要成分。绿色植物进行光合作用,利用水、空气、阳光和二氧化碳合成糖类。但动物不能制造糖类,故必须从植物体摄入而加以利用,有史以来,碳水化合物就是人类膳食中能量的主要组成成分。

一、人类膳食中常见的碳水化合物

(一)单糖

指结构上有 3 个到 6 个碳原子的糖,根据其结构和性质的不同,又可分为:

1. 葡萄糖 与人类关系最为密切,含有 6 个碳原子,并且有还原性,呈右旋光性。
2. 果糖 分子式与葡萄糖一样,但结构不同,它是一种酮糖,呈左旋光性。
3. 半乳糖 也含有 6 个碳原子,是乳糖的组成部分。
4. 甘露糖 也是一种己糖。

此外,食物中尚有少量的戊糖,如核糖、阿拉伯糖及木糖等。

(二)双糖

双糖是由两分子单糖连接而成的化合物,膳食中常见的双糖有:

1. 蔗糖 就是我们日常食用的白糖、砂糖或红糖,它是由一分子葡萄糖和一分子果糖借助于1-2糖苷键连接而成,由于半缩醛羟基都被占据不可能变成醛式,故没有还原性。
2. 乳糖 天然存在于哺乳动物的乳汁中,由一分子葡萄糖和一分子半乳糖经4-1糖苷键连接而成。由于保留着葡萄糖的半缩醛羟基,因此具有还原性。
3. 麦芽糖 由两个分子葡萄糖经 α -1,4糖苷键连接构成,具有还原性。

(三)多糖

是由许多单糖分子组成的碳水化合物,分子量一般在几万以上,理化性质与单糖不同,多糖一般没有甜味,不溶于水或在水中形成胶体溶液。多糖按其能否被人体消化吸收而分为两类。

1. 能被人体消化吸收的多糖类

(1)淀粉:由多个葡萄糖分子连接而成,按其连接方式又可分为直链淀粉和支链淀粉,前者遇碘呈蓝色反应,后者单独存在时与碘发生棕色反应。直链淀粉的主链以葡萄糖经 α -1,4糖苷键连接而成。在支链上还有 α -1,6糖苷键链有少数分支。支链淀粉的主链也是葡萄糖经 α -1,4糖苷键连接而成,但它以 α -1,6糖苷键或其他连接方式的侧链比直链淀粉多得多。在黏性较大的植物如糯米中,含有支链淀粉较多。

(2)糊精:是淀粉的初步水解产物,平均每个分子由5个葡萄糖分子构成,它的甜度低于葡萄糖。

(3)糖原:是动物性贮藏多糖,由3千到6万个葡萄糖单位构成,但其侧链数大大多于支链淀粉,具有较多的非还原端,大量贮存于动物的肝脏和肌肉。

2. 不能被人体消化吸收的多糖类 这部分多糖类总称为粗纤维,人类消化道没有消化这些物质的酶,故不能被人体所利用。但是粗纤维能刺激胃肠道蠕动,促进消化腺的分泌,有利于消化的正常进行和废物及毒物的排泄,它们在营养和保健上的作用已日益受到人们的重视。

(1)纤维素:由几千个葡萄糖分子经 β -1-4糖苷键连接构成,而且排列成绳索状长链,由此表现出纤维的特性。纤维素是自然界分布最广的多糖化合物,约占植物细胞膜的50%。

(2)半纤维素:往往与纤维素共存,可被肠道细菌部分水解。根据它的组成成分又可分为多缩戊糖类和多缩己糖类。

(3)木质素:是植物组织的结构物质,人类及草食动物都不能消化。

(4)果胶类物质:存在于水果及蔬菜的软组织中,可在热溶液中溶解,主要为葡萄糖醛酸和其他糖类所构成。

(5)海藻多糖:包括琼脂和藻酸,多用于食品加工。

二、碳水化合物的消化

碳水化合物必须经过消化分解成单糖分子后才能被人体吸收。碳水化合物的消化从口腔开始,唾液中含有的 α -淀粉酶可催化淀粉分子中的 α -1,4-糖苷键的断裂,从而形成葡萄糖、麦芽糖、麦芽三糖、糊精等淀粉水解产物。且咀嚼使食物分散,增加其溶解性及食物和酶

作用的表面积。但食物在口腔内停留的时间很短,唾液淀粉酶在 pH4.0 或以下时又迅速失活,当食糜进入胃后,胃酸逐渐渗入食糜从而使消化中止,故唾液淀粉酶对碳水化合物的消化作用在人体中无多大意义。食糜由胃进入十二指肠后,酸度被胰液及胆汁中和,同时胰液中存在活性很强的胰 α -淀粉酶将未分解的淀粉水解成 α -糊精、麦芽三糖、麦芽糖及少量葡萄糖。但胰淀粉酶不能催化 α -1,6 糖苷键的水解。小肠黏膜细胞刷状缘上存在着 α -糊精酶,它可将糊精分子中的 α -1,6 糖苷键及 α -1,4 糖苷键水解,使 α -糊精水解成葡萄糖。刷状缘上还有麦芽糖酶,可将麦芽三糖及麦芽糖完全水解。食物中的蔗糖可在蔗糖酶催化下水解为葡萄糖和果糖,乳糖则在乳糖酶作用下水解为葡萄糖和半乳糖。因此,食物中人体可利用的碳水化合物进入小肠后绝大部分被分解成单糖,有利于吸收。

三、碳水化合物的吸收

虽然认为胃可能会吸收乙醇,但营养素几乎全部在小肠中被吸收,碳水化合物的消化产物主要以己糖(葡萄糖、果糖、甘露糖、半乳糖)和戊糖(核糖)的形式从小肠吸收进入门静脉。

糖的吸收机制还不清楚。戊糖靠被动扩散吸收。己糖,尤其是葡萄糖和半乳糖的分子较戊糖大,但其吸收速率为戊糖的 5~10 倍,显然其吸收不是简单的扩散。体外试验发现葡萄糖的吸收能对抗浓度差并消耗能量,所以称之为主动吸收。于是有人提出了载体假说,这个假说认为小肠细胞的刷状缘上存在着几种转运体系用以吸收不同的糖。以葡萄糖为例,它的载体有两个结合部位分别结合 Na^+ 和葡萄糖,且载体蛋白质对葡萄糖的亲合力受 Na^+ 浓度调节。当细胞外 Na^+ 浓度高于细胞内时,载体蛋白对葡萄糖的亲合力增加,这时葡萄糖- Na^+ -载体蛋白复合物一起进入细胞。由于细胞内 Na^+ 浓度比较低,引起载体蛋白 Na^+ 的释放,因而降低了载体蛋白对葡萄糖的亲合力,使糖从载体上释放,达到葡萄糖的转运。而进入细胞内的 Na^+ 再经 K^+ - Na^+ 泵转运到细胞外,此时需要 ATP。根皮苷抑制复合物的形成、哇巴因抑制 K^+ - Na^+ 泵运转、二硝基酚抑制 ATP 的生成,因此它们都能抑制糖的主动运转。通过上述机制,肠腔内葡萄糖浓度在低于细胞内浓度的情况下仍可被吸收。载体蛋白对单糖分子的结构有选择性,它要求吡喃型单糖,并在其第二位碳上有自由羟基,故半乳糖、葡萄糖等能与载体结合而被迅速吸收,而果糖、甘露糖等则不能与这类载体结合,所以吸收速度较低。

目前,载体假说已被普遍接受,但是,人体在消化吸收期的大部分时间内,肠腔内葡萄糖的浓度大于血液,因而并不对抗浓度差,不需消耗能量。因此,除了主动运转以外,糖还可通过载体以促进扩散方式吸收。目前已至少发现一种不依赖 Na^+ 的葡萄糖载体,它在转运葡萄糖过程中不需 Na^+ 的参与,也不消耗能量。

四、碳水化合物的代谢

人体各组织细胞都能有效地进行糖的分解代谢。糖分解代谢的重要生理功能之一,就是提供人体各组织细胞生命活动中所需的能量,并且是体内首先被利用的供能物质。在糖供给不足时,必须动员脂类及蛋白质以满足体内对能量的需要。故糖类有节省蛋白质及脂类的作用。

糖的分解代谢既可在有氧条件下进行,也可在无氧条件下进行酵解,这对于某些组织的功能活动是十分重要的,如成熟红细胞不能进行糖的有氧分解,必须以酵解提供能量。而脂

肪及蛋白质都不能在无氧情况下供能。每克糖在体内通过生物氧化所供给的能量为 16.7kJ(4kcal)。

除了有氧分解和无氧酵解外,糖还可循磷酸戊糖途径进行分解。磷酸戊糖途径主要为细胞提供还原性物质 NADPH 和核糖。NADPH 为体内许多重要物质,如脂肪酸、类固醇等的生物合成所必需,而核糖对于核苷酸的合成是不可缺少的。

当体内糖的供给充裕时,细胞可将糖转变成糖原的形式贮存,糖原在维持血糖恒定中起重要作用。此外,糖还可转变成乙酰辅酶 A,继而合成脂肪的形式贮存能量。但在一般情况下,脂肪不能转变成糖用以维持血糖的特定。碳水化合物的代谢简图,见图 1-1。

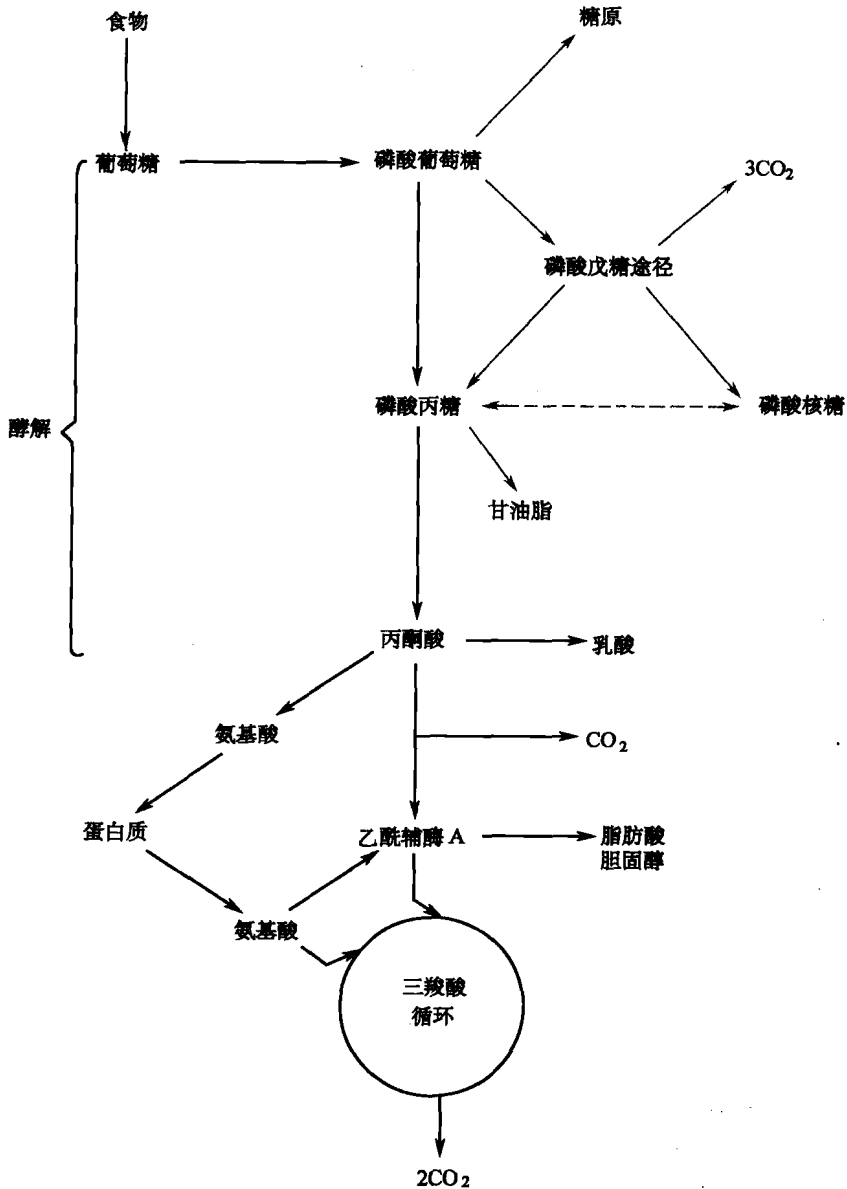


图 1-1 碳水化合物的代谢简图

第三节 脂类的消化、吸收与代谢

脂类是脂肪和类脂以及它们的许多衍生物的总称。脂类的共同物理性质是不溶或微溶于水而溶于非极性溶剂,如乙醚、氯仿、丙酮中。脂肪即是三脂肪酰甘油或称甘油三酯;类脂是一些物理性质与脂肪类似的物质,其中包括磷脂、糖脂、类固醇及类固醇酯。脂类是机体中重要的能源物质,也是构成生物膜的必需成分。在营养上,脂类中的必需脂肪酸是食物中不可缺少的成分,一些脂溶性维生素也必须同脂类一起才能吸收。

(一)脂类的消化

膳食中的脂类主要为脂肪,此外还含有少量磷脂,胆固醇等。由舌背面分泌的舌脂肪酶在口腔中即可对脂肪进行水解,并且可在胃中继续进行。舌脂肪酶对中短链脂肪构成的甘油三酯表现出较大的活性,而乳中的脂肪则是此酶的理想作用物。食糜在胃中停留 2~4 小时后,经舌脂肪酶及胃脂肪酶的共同作用,大约有 30% 的甘油三酯可被消化。脂类进入小肠后经胆盐的作用,乳化并分散成细小的微团后才能被消化酶所消化。胆盐是较强的乳化剂,它能降低油与水相之间的界面张力,使脂肪及胆固醇酯等疏水脂质乳化成细小微团,这样便增加了消化酶与脂类物质的接触面以利于消化。胰腺受脂类物质刺激后,分泌出无活性的胰脂肪酶原、共脂肪酶原、磷脂酶 A₂ 原及胆固醇酯酶原等。这些酶原在小肠内被激活后分别作用于各自的底物。胰脂肪酶必须吸附于乳化脂肪微团的水油界面上才能作用于微团内的甘油三酯,它能特异催化甘油三酯上伯位酯键(即 1 位及 3 位酯键)的水解,生成 2-甘油一酯及二分子脂肪酸。2-甘油一酯上的脂肪酸与甘油以仲位酯键相连,它的水解需要一个异构化过程生成伯位酯键才能进行。这是一个相对缓慢的过程,因此,在摄入的甘油三酯中只有少于四分之一被完全水解成甘油和脂肪酸。共脂肪酶能与胆汁及胰脂肪酶结合,并促进胰脂肪酶吸附在微团的水油界面上,因而能增加胰脂肪酶的活性,促进甘油三酯的水解,磷脂酶 A₂ 催化磷脂第 2 位酯键的水解,生成脂肪及溶血磷脂。Ca²⁺ 为磷脂酶 A₂ 的激活剂。胆固醇酯酶促进胆固醇酯的水解,生成游离胆固醇及脂肪酸。上述各种消化产物可与胆盐乳化成更小的混合微团,这种微团体积更小,极性更大,易于穿过肠黏膜细胞表面的水屏障,为肠黏膜细胞吸收。

(二)脂类物质的吸收

脂类消化产物主要以简单扩散的形式在十二指肠下段及空肠上段吸收。中、短链脂肪酸及甘油极易被小肠黏膜细胞所吸收。中、短链脂肪酸构成的甘油三酯,经胆盐乳化后也可以完整的形式吸收,在肠黏膜细胞内脂肪酶的作用下,水解成脂肪酸及甘油,通过门静脉进入血液循环。长链脂肪酸(12~26C)及 2-甘油一酯吸收进入肠黏膜细胞后,则在细胞内活化,并在光面内质网转酰酶的作用下重新合成甘油三酯,然后与载脂蛋白、磷脂、胆固醇等生成乳糜微粒,经淋巴从胸导管进入血液循环。小肠中的游离胆固醇可与胆汁酸盐、磷脂及脂肪水解产物甘油一酯、脂肪酸等结合形成混合微团,为小肠黏膜吸收。在肠黏膜细胞内,大部分游离胆固醇又与长链脂肪酸结合成胆固醇酯,后者的大部分参入乳糜微粒,少量参与组成极低密度脂蛋白,经淋巴进入血液循环。但除了麦角甾醇外,植物固醇不能从肠道吸收。被吸收的溶血性磷脂酯,在肠黏膜细胞内也要与脂酰 CoA 重新合成磷脂,经淋巴从胸导管进入血液循环。有关脂肪的消化和吸收总结见图 1-2。