

LINCHUANG YINGYANG XUE

——高等医学院校护理学专业教材——

临床营养学

孙孟里\主编



北京大学医学出版社

高等医学院校护理学专业教材

临 床 营 养 学

主 编 孙孟里

副主编 李百花 于 康

主 审 唐 仪

编 委 (按姓氏拼音顺序排列)

艾 华	杜寿玢	李淑媛	李百花
林晓明	马 方	宋圃菊	孙孟里
唐 仪	文树根	王 红	魏静心
杨丽华	于 康	杨勤兵	

北京大学医学出版社

LINCHUANG YINGYANGXUE

图书在版编目 (CIP) 数据

临床营养学/孙孟里主编. - 北京: 北京大学医学出版社, 2003.5

ISBN 7-81071-408-2

I. 临… II. 孙… III. 营养学 - 成人教育: 高等教育 - 教材 IV. R151

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 021382 号

本书从 2003 年 6 月第 1 次印刷起贴防伪标记, 无防伪标记不准销售。

临床营养学

主 编: 孙孟里

出版发行: 北京大学医学出版社 (电话: 010-82802230)

地 址: (100083) 北京市海淀区学院路 38 号 北京大学医学部院内

网 址: <http://www.pumpress.com.cn>

E - mail: booksale@bjmu.edu.cn

印 刷: 莱芜市圣龙印务书刊有限责任公司

经 销: 新华书店

责任编辑: 冯智勇 责任校对: 周 励 责任印制: 张京生

开 本: 787mm × 1092mm 1/16 印张: 17 字数: 434 千字

版 次: 2003 年 6 月第 1 版 2005 年 6 月第 2 次印刷 印数: 5001 - 10000 册

书 号: ISBN 7-81071-408-2/R · 408

定 价: 24.00 元

版权所有, 违者必究

(凡属质量问题请与本社发行部联系退换)

前 言

临床营养学是护理“专升本”系列教材之一，分【营养学基础】和【营养与疾病】上下两篇。第一篇由北京大学公共卫生学院的宋圃菊、唐仪、林晓明教授编写，第二篇由北医系统、协和医院等医院的营养部主任及资深临床营养专家共同编写。内容包括能量与蛋白质、脂类、碳水化合物及其他营养素的相关知识；各类食品的营养价值；孕妇、乳母、婴幼儿、老年人等不同人群的营养；医院基本膳食，中国居民膳食指南，平衡膳食宝塔及糖尿病、呼吸系统疾病、肝胆胰疾病、胃肠疾病、肾脏疾病及烧伤、手术前后的营养治疗和肠内、肠外营养支持。还有儿童糖尿病、儿童肾脏病、小儿缺钙、苯丙酮尿症等儿科疾病的营养治疗。我们力求把国内外营养学的最新进展介绍给读者，从实用角度出发，本书编写了大量的食谱，以供参考。

本书可作为护理专业全日制本科及电大、网校教材。也可供临床护士、医生及营养师参考使用。

唐仪教授在百忙中对本书进行了认真、细致的审阅；北大医院营养部的各位营养师对本书进行了仔细的校对，并配制了大量的食谱，在此表示深深的谢意！因时间仓促，错误与不妥之处请各位老师和同仁多多指正。

编者
2003年3月

目 录

第一篇 营养学基础

第一章 宏量营养素	(1)
第一节 蛋白质.....	(1)
第二节 脂类.....	(5)
第三节 碳水化合物.....	(8)
第二章 能量	(12)
第一节 能量的计量单位	(12)
第二节 人体的能量消耗	(12)
第三节 人体能量需要的确定	(14)
第四节 能量的推荐摄入量	(15)
第三章 微量营养素	(17)
第一节 矿物质	(17)
第二节 维生素	(28)
第四章 其他膳食成分	(43)
第一节 水	(43)
第二节 膳食纤维	(44)
第五章 各类食品的营养价值	(46)
第一节 谷类食品营养价值	(46)
第二节 豆类和坚果类的营养价值	(48)
第三节 蔬菜、水果的营养价值	(49)
第四节 畜、禽肉及鱼类的营养价值	(51)
第五节 奶及奶制品的营养价值	(53)
第六节 蛋及蛋制品的营养价值	(55)
第六章 不同人群的营养	(57)
第一节 孕妇、乳母营养	(57)
第二节 婴幼儿营养	(62)
第三节 老年营养	(64)

第七章 中国居民膳食指南及平衡膳食宝塔	(68)
第一节 中国居民膳食指南	(68)
第二节 中国居民平衡膳食宝塔	(70)
第八章 医院基本膳食	(72)
第九章 医院治疗膳食	(75)
第十章 诊断与代谢膳食	(81)
第一节 诊断用试验膳食	(81)
第二节 代谢膳食	(84)
第三节 诊断与代谢膳食食谱	(85)
第十一章 住院病人营养状况评价	(90)
第一节 人体组成分析	(90)
第二节 人体测量	(94)
第三节 生化及实验室检查	(97)
第四节 临床检查	(102)
第五节 综合营养评定	(103)

第二篇 营养与疾病

第十二章 营养缺乏性疾病	(106)
第一节 蛋白质 - 能量营养不良	(106)
第二节 缺铁性贫血	(107)
第三节 钙缺乏与过量	(110)
第四节 锌缺乏	(111)
第五节 硒缺乏与硒中毒	(112)
第六节 维生素 A 缺乏症	(113)
第七节 维生素 D 缺乏症	(114)
第八节 维生素 B ₂ 缺乏症	(115)
第十三章 胃肠道疾病的营养治疗	(116)
第一节 急性胃炎	(116)
第二节 慢性胃炎	(118)
第三节 消化性溃疡	(119)
第四节 克隆病	(121)
第五节 溃疡性结肠炎	(123)
第十四章 肝胆胰疾病的营养治疗	(124)

第一节	病毒性肝炎	(124)
第二节	肝硬化	(127)
第三节	肝性脑病	(129)
第四节	脂肪肝	(133)
第五节	胆囊炎和胆石症	(135)
第六节	胰腺炎	(138)
第十五章	慢性阻塞性肺疾病的营养治疗	(142)
第十六章	心血管系统疾病的营养治疗	(147)
第一节	高脂蛋白血症	(147)
第二节	高血压	(152)
第三节	冠心病	(155)
第十七章	肾脏疾病的营养治疗	(158)
第一节	肾脏生理功能	(158)
第二节	肾脏病人营养状况评价及营养治疗	(158)
第三节	急性肾小球肾炎	(160)
第四节	慢性肾小球肾炎	(161)
第五节	肾病综合征	(162)
第六节	慢性肾功能衰竭	(163)
第十八章	内分泌与代谢疾病的营养治疗	(169)
第一节	糖尿病	(169)
第二节	妊娠糖尿病	(177)
第三节	痛风及高尿酸血症	(178)
第四节	甲状腺功能亢进症	(183)
第五节	肥胖症	(186)
第十九章	神经精神疾病的营养治疗	(191)
第一节	肝豆状核变性	(191)
第二节	神经性厌食	(194)
第二十章	外科疾病的营养支持	(196)
第一节	概述	(196)
第二节	常见外科疾病的营养支持	(199)
第二十一章	烧伤的营养支持	(207)
第二十二章	肠外与肠内营养支持	(212)

第一节	肠外营养的适应证、禁忌证和并发症	(212)
第二节	肠内营养的适应证、禁忌证和并发症	(213)
第三节	肠外与肠内营养支持的方式及操作技术	(215)
第四节	肠外与肠内营养支持的监测	(218)
第二十三章	儿科疾病的营养治疗	(220)
第一节	苯丙酮尿症	(220)
第二节	儿童时期的糖尿病	(224)
第三节	急性肾小球肾炎	(228)
第四节	肾病综合征	(229)
第五节	慢性肾小球肾炎	(230)
第六节	急性肾功能衰竭	(231)
第七节	儿童钙缺乏	(232)
第二十四章	骨质疏松症与营养	(236)
第一节	概述	(236)
第二节	骨质疏松症的发病原因及机理	(237)
第三节	骨质疏松症的临床表现及诊断	(239)
第四节	骨质疏松症的治疗	(240)
第五节	骨质疏松症的预防	(242)
第二十五章	营养、饮食与癌症	(246)
第一节	营养与癌症	(246)
第二节	食品中致癌因素	(249)
第三节	癌症病人的营养治疗和饮食护理	(252)
附录一	中国居民膳食营养素参考摄入量	(257)
附录二	食物血糖生成指数	(258)
附录三	常用食物能量表	(261)

第一篇 营养学基础

第一章 宏量营养素

第一节 蛋白质

一、蛋白质的生理功能

蛋白质是一切生命的物质基础，是人体的重要组成部分。蛋白质和核酸是生命存在的主要形式，是构成一切细胞和组织的基本物质，没有蛋白质就没有生命。

蛋白质约占人体重量的 16% ~ 19%。肌肉、心脏、肾脏、肝脏都含有大量蛋白质，骨骼中、指甲中、头发中也都含有蛋白质。

机体的一些重要生理活性物质由蛋白质构成，如激素、酶、血红蛋白、血浆蛋白等。这些生理活性物质起调节机体的新陈代谢、运输氧、维持渗透压等作用。蛋白质还可形成抗体以抵御外来物质的侵袭。

当机体需要时，蛋白质也能代谢分解产生能量，但蛋白质的主要生理功能并非产生能量。脂肪和碳水化合物的基本成分是碳、氢、氧三种元素，蛋白质的基本成分是碳、氢、氧、氮四种元素，有些蛋白质还含有硫、磷、铁、碘等其他元素。人类在生长发育阶段，应供给充足的蛋白质以满足需要。成年后，机体内蛋白质含量已基本固定，不再增加，但细胞和组织仍在新陈代谢，不断更新，故每日仍需要蛋白质供应。

二、氨基酸

氨基酸 (amino acid) 是组成蛋白质的基本单位，人体需要蛋白质，实际上就是需要氨基酸。蛋白质是由以肽键连接的许多氨基酸构成的。在人体和自然界中，常见的氨基酸有 20 多种，它们以不同的种类、数量、排列顺序和空间结构，构成了功能各异的蛋白质，它们不仅化学结构不同，生理功能也各不相同。构成人体蛋白质的氨基酸有 20 种，其中 9 种称为非必需氨基酸，它们在人体内可以合成，能满足机体需要；而另有 9 种氨基酸，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，称为必需氨基酸，它们是异亮氨酸、亮氨酸、赖氨酸、蛋氨酸、苯丙氨酸、苏氨酸、色氨酸、缬氨酸，组氨酸是婴儿的必需氨基酸。半胱氨酸在体内可由蛋氨酸转变而成，二者合称含硫氨基酸；酪氨酸可由苯丙氨酸转变而成，二者合称芳香族氨基酸。如果膳食中半胱氨酸和酪氨酸供给充足，则可节约蛋氨酸和苯丙氨酸的需要量，故又将半胱氨酸、酪氨酸称为条件必需氨基酸。

三、蛋白质的分类

可根据蛋白质的营养价值将其分为三类：完全蛋白质、半完全蛋白质和不完全蛋白质。

1. 完全蛋白质 蛋白质中所含的必需氨基酸种类齐全、数量充足、比例恰当, 这样人体利用率就高。完全蛋白质也称为优质蛋白质, 它们包括动物性食品中的蛋、奶、肉、鱼等以及大豆蛋白。优质蛋白质的氨基酸模式与人体蛋白质接近, 必需氨基酸被机体利用的程度高。含优质蛋白质丰富的食物其营养价值也相对较高。

2. 半完全蛋白质 蛋白质中所含的必需氨基酸虽然种类齐全, 但其中某一种或几种必需氨基酸的含量相对较低。此种蛋白质的利用率较低, 称为半完全蛋白质。含量低的氨基酸, 称为限制氨基酸, 如粮谷中的赖氨酸。因为黄豆及其制品中含赖氨酸较多, 故将 40% 小米面、40% 面粉、20% 黄豆面混合, 以提高蛋白质的利用率。这种搭配着吃、相互补充其必需氨基酸不足的作用, 营养学上称为蛋白质互补作用。

3. 不完全蛋白质 蛋白质中所含必需氨基酸的种类不全, 不能促进人体生长发育, 也不能维持生命, 例如肉皮中的明胶蛋白。

四、蛋白质营养不良和人体蛋白质营养状况评价

我国改革开放后, 经济得到发展, 膳食组成优化, 居民营养状况得到改善, 根据 1992 年全国营养调查结果, 蛋白质摄入量达到每个标准人每日 68g, 占 RDA (每日膳食中营养素供给量) 的 90.3%, 城市达到 98.7%, 农村为 85.9%。个别经济不发达地区, 如农村或边远山区, 仍应注意蛋白质的营养问题。

当蛋白质供给不足时, 肠粘膜和消化腺等新陈代谢快的组织和器官首先受累, 发生消化不良、腹泻或失水, 导致营养素吸收不良。继而影响肝脏, 发生脂肪浸润, 血浆蛋白尤其是白蛋白合成受阻。随着病情加重, 可有肌肉萎缩、贫血、水肿, 出现负氮平衡。患者组织蛋白分解, 体重减轻, 免疫力低下。儿童则消瘦, 生长发育迟缓, 甚至智力障碍。妇女可出现月经失调、生殖功能障碍。

人体蛋白质营养状况评价:

1. 人体测量 体重、身高、体质指数、上臂围、皮褶厚度等。

2. 生化检查

血清白蛋白: 正常参考值 30 ~ 50g/L

血清运铁蛋白: 正常参考值 2.2 ~ 4.0g/L

血清总蛋白: 正常参考值 60 ~ 80g/L

3. 氮平衡 婴幼儿、儿童、青少年、孕妇、乳母应为正氮平衡; 健康的成年人应为零氮平衡。

五、蛋白质的消化、吸收和代谢

食品中蛋白质的消化从胃开始。胃酸先使蛋白质变性, 并激活胃蛋白酶原, 在小肠中经胰蛋白酶及糜蛋白酶消化分解为氨基酸、二肽或三肽, 再被小肠吸收。二肽、三肽进一步分解为氨基酸, 才能进入门静脉, 然后被运送到肝脏和身体其他组织、器官被利用。

肠道内的蛋白质, 不仅仅来自食物, 还来自肠道脱落的粘膜细胞和消化液分泌等, 称之为内源性蛋白质, 其中大部分被消化和重吸收并参与蛋白质合成。未被吸收的蛋白质, 则随粪便排出。

人体组织、器官和体液中的游离氨基酸统称为氨基酸池。游离氨基酸参与体内一系列代谢反应。一部分参与体内蛋白质合成; 一部分参与分解代谢成为二氧化碳、糖或脂类, 成为

产能的物质；一部分可用于生成新的含氮物质，如肾上腺素、肌酸、肌酐、嘌呤、尿酸等。

机体每天由皮肤、毛发、粘膜及妇女月经失血等排出的氮，相当于 20g 以上的蛋白质，这是不可避免的氮损失。当摄入氮与排出氮相等时，为零氮平衡；如摄入氮多于排出氮，为正氮平衡，反之则为负氮平衡。生长发育期儿童、妊娠妇女、疾病恢复期应保证正氮平衡。疾病期、饥饿时、蛋白质能量营养不良时可出现负氮平衡。

六、食物蛋白质营养评价

各种食物中蛋白质的含量、氨基酸模式等均不同，人体对食物中不同的蛋白质的消化、吸收和利用率也不相同，所以营养学主要从食物中蛋白质的含量、被消化吸收的程度和被人体的利用程度三个方面，进行综合评价。

（一）食物中蛋白质含量

食物中蛋白质的含量是营养评价的基础，因为即使某种食物的蛋白质质量好，但所含数量太少，也不能满足人体的需要。

食物中蛋白质含量测定一般用凯氏定氮法，一般来说，食物中含氮量占蛋白质的 16%，故先测出食物的含氮量，再乘以 6.25（16% 的倒数）即可得出蛋白质含量。

（二）蛋白质消化率

蛋白质消化率是指食物中的蛋白质能够被胃肠道消化吸收的程度。有许多因素影响蛋白质的消化率，如食物的品种、烹调方式和食品加工等。如大豆整粒食用时，消化率仅 60%，而加工成豆浆或豆腐后，消化率可提高至 90%。蛋白质消化率可用以下公式计算：

$$\text{蛋白质消化率}(\%) = \frac{\text{食物氮} - (\text{粪氮} - \text{粪代谢氮})}{\text{食物氮}} \times 100\%$$

一般成人 24 小时的粪代谢氮为 0.9 ~ 1.2g 左右。按上述公式计算的结果为真消化率，如将粪代谢氮略去不计，则得出表观消化率，后者实际应用较多。

一般动物性食品蛋白质的消化率高于植物性食品。奶类 97% ~ 98%，肉、鱼 92% ~ 94%，蛋类 97% ~ 98%，米饭 82%，小米 79%。

（三）蛋白质利用率

蛋白质利用率是食物中蛋白质被利用的程度。常用的指标有：

1. 蛋白质的生物价 生物价是蛋白质消化吸收后在机体内被利用的程度。生物价愈高，营养价值愈高，最高为 100。

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

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

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

几种常见食物蛋白质的生物价为：蛋 94，牛奶 85，牛肉 76，虾 77，鱼 76，大米 77，甘薯 72，土豆 67，白菜 76，玉米 60。

2. 蛋白质净利用率 净利用率是体内储留的蛋白质占摄入蛋白质的比例。

$$\text{蛋白质净利用率}(\%) = \frac{\text{储留氮量}}{\text{摄入氮量}} \times 100\%$$

也可由：生物价 × 消化率得出。几种食物的净利用率为：全鸡蛋 84%，鱼 81%，牛肉

73%，大豆 66%，土豆 60%，面粉 51%。

3. 蛋白质功效比值 (PER) 功效比值是反映蛋白质的营养价值的指标，是指动物每摄入 1g 蛋白质所增加的体重克数。一般用生长期动物，实验期为 28 天，所测蛋白质为饲料中唯一的蛋白质来源，占饲料能量的 10%。

$$\text{蛋白质功效比值} = \frac{\text{动物增加的体重 (g)}}{\text{摄入食物蛋白质 (g)}}$$

为避免不同实验条件的差异，以酪蛋白的功效比值为 2.5，设酪蛋白对照组，使实验结果有可比性。几种常见食物蛋白质功效比值为：全鸡蛋 3.92，全牛奶 3.09，鱼 4.55，大豆 2.32，大米 2.16，精制面粉 0.60。

4. 氨基酸评分 (或称蛋白质化学评分) 氨基酸评分是目前采用较多的一种评价方法，是被测食物蛋白质中某种必需氨基酸与参考蛋白质中该氨基酸量的比值。一般以鸡蛋蛋白质为参考蛋白质。

$$\text{氨基酸评分} = \frac{\text{被测蛋白质每克氮中氨基酸量 (mg)}}{\text{参考蛋白质每克氮中氨基酸量 (mg)}}$$

计算出每种必需氨基酸评分后，最低的必需氨基酸 (第一限制氨基酸) 评分即为该蛋白质的氨基酸评分。

几种食品氨基酸评分为：全蛋 1.00，人奶 1.00，鱼 1.00，牛肉 1.00，牛奶 0.98，大豆 0.63，精制面粉 0.34，大米 0.59，土豆 0.48。

氨基酸评分较简单，但没有考虑消化吸收的问题，功效比值法又有人与实验动物的差异，并且不同年龄所需的氨基酸模式也不同，因此以人类 2~5 岁年龄组的氨基酸模式作为最佳的依据，并经人体真消化率对特定蛋白质做了修正，称之为蛋白质消化率校正的氨基酸评分。此评分已在欧美等国家应用。此法得出的评分，如酪蛋白为 1.00，牛肉为 0.92，燕麦粉 0.57，花生粉 0.52，全麦 0.40。1992 年我国进行全国营养调查，其代表性膳食结构平均估计为：大米 228 g，面粉 178 g，杂粮 (玉米) 33 g，半肥瘦猪肉 37.4 g，奶 14g，鸡蛋 16g，鱼 28 g。蛋白质总量 52.7 g，其中动物性蛋白质 12.8 g。这一膳食结构的蛋白质消化率校正的氨基酸评分为 0.69。

七、蛋白质的推荐摄入量及食物来源

2000 年中国营养学会公布了中国居民膳食营养素参考摄入量 (Chinese DRIs)，其中包括推荐营养素摄入量 (recommended nutrient intake, RNI)，不再使用推荐的膳食营养素供给量 (RDA)。RNI 是健康个体膳食营养素摄入量的目标值，个体摄入量低于 RNI 不一定表明该个体未达到适宜状态。如果达到或超过 RNI，则可以认为该个体无摄入不足的危险。中国居民膳食蛋白质的推荐摄入量 (RNI) 见表 1-1。

畜、禽、鱼肉含蛋白质 15%~20%，奶 1.3%~3.0%，蛋 11%~14%，干豆类 20%~35%，硬果类如花生、核桃、莲子含 15%~20%，谷类 8%~10%。一般动物性食品中蛋白质质量好，吸收率高，但含胆固醇及饱和脂肪酸较多。大豆中蛋白质含量高，质量好，不含胆固醇，故应多食用大豆制品。应注意利用蛋白质的互补作用，使膳食多样化。

表 1-1 中国居民膳食蛋白质推荐摄入量 (RNI)

年龄/岁	蛋白质 RNI (g/d)	
	男	女
0~	1.5~3.0 g/kg·d	
1~	35	35
2~	40	40
3~	45	45
4~	50	50
5~	55	55
6~	55	55
7~	60	60
8~	65	65
10~	70	65
11~	75	75
14~	85	80
18~		
轻体力劳动	75	65
中体力劳动	80	70
重体力劳动	90	80
孕妇		
第一孕期		+5
第二孕期		+15
第三孕期		+20
乳母		+20
60~	75	65

注：1. 成年人（18岁~）蛋白质按 1.16 g/kg·d 计。

2. 老年人（60岁~）按 1.27 g/kg·d 或蛋白质占总能量的 15% 计。

（本表摘自中国营养学会编著，中国居民膳食营养素参考摄入量，第 80 页，2000）

第二节 脂类

脂类包括脂肪和类脂。脂肪又称中性脂肪或甘油三酯。类脂包括磷脂、糖脂、固醇类、脂蛋白等。脂类是人体需要的重要营养素之一，脂肪、蛋白质和碳水化合物是产能的三大营养素。脂肪在膳食中提供的能量，约占每日总能量摄入的 20%~30%。脂类还是细胞膜、神经髓鞘等人体细胞组织的组成成分，具有重要的生理功能。

一、脂类的分类及生理功能

（一）甘油三酯

甘油三酯也称脂肪或中性脂肪，是重要的脂类。食物中的脂类 95% 是甘油三酯，人体储存的脂类中，甘油三酯高达 99%。它是由一个甘油分子和三个脂肪酸分子酯化而成，在

人体主要分布于皮下、腹腔和肌肉纤维之间，是机体储存能量的形式。当人体能量摄入过多时，就转变成脂肪储存；机体需要能量供应时，脂肪即分解产生能量。脂肪是膳食中浓缩的能源，1g 脂肪在体内氧化分解可产生能量 37.6kJ (9kcal)，比蛋白质或碳水化合物高一倍多。充足的脂肪起节约蛋白质的作用，使其发挥重要的生理功能，不必作为能源物质。

皮下脂肪有隔热保温的作用，可维持正常的体温。器官周围的脂肪组织有支撑和衬垫的作用，可保护体内各脏器及关节。

脂肪还可携带脂溶性维生素并促进其吸收。烹饪时使用油脂，可增加膳食的色、香、味，促进食欲。膳食中含油脂多，胃排空时间长，可增加饱腹感。

(二) 脂肪酸

脂肪酸按其碳链长短可分为长链脂肪酸（14 碳以上）、中链脂肪酸（含 6~12 碳）及短链脂肪酸（5 碳以下）。按其饱和程度，可分为饱和脂肪酸（saturated fatty acid, SFA）、单不饱和脂肪酸（碳链中只含一个不饱和双键）和多不饱和脂肪酸（碳链中含两个以上双键）。食物中的脂肪酸以 18 碳为主。长链饱和脂肪酸熔点高，动物脂肪含饱和脂肪酸多，常温下呈固态。植物脂肪含不饱和脂肪酸较多，常温下呈液态。

各种脂肪酸的结构不同，功能也不一样。多不饱和脂肪酸（polyunsaturated fatty acid, PUFA），在保护细胞膜的功能、基因表达和防治心血管病等方面起着重要的作用。目前认为，营养学上最具价值的脂肪酸为 n-3 系列不饱和脂肪酸和 n-6 系列不饱和脂肪酸。n-3 系列即从甲基端数，第一个不饱和双键在第 3、4 碳原子之间；n-6 系列的第一个双键在第 6、7 碳原子之间。n-3 多不饱和脂肪酸对保护脑、视网膜、皮肤和肾脏功能的健全有着重要的意义。深海鱼油中富含 n-3 系列多不饱和脂肪酸，具有降低血脂和预防血栓形成的作用。n-6 多不饱和脂肪酸可促进生长发育。n-6 和 n-3 系列脂肪酸的推荐摄入量，n-3 脂肪酸摄入应不低于总能量的 0.5%，n-6 应不低于总能量的 3%。n-6 与 n-3 的比例（4~6）:1 较适宜。

单不饱和脂肪酸（monounsaturated fatty acid, MUFA）可降低血中胆固醇、甘油三酯和低密度脂蛋白，升高高密度脂蛋白，且没有多不饱和脂肪酸致癌、促进机体脂质过氧化等潜在的不良作用，故可适当提高 MUFA 的摄入量。茶子油和橄榄油中含 MUFA 达 80% 以上，可适量多选用。膳食中脂肪摄入量过高，尤其是饱和脂肪酸摄入过多，可增加乳腺癌和肠癌的发生率。肥胖者患高血压、冠心病、脑卒中、糖尿病的危险性增高。多不饱和脂肪酸摄入过多，可使体内氧化物、过氧化物增加，对人体健康不利。

大多数学者认为，饱和脂肪酸（S）、单不饱和脂肪酸（M）和多不饱和脂肪酸（P）在膳食中的比例应该为 S:M:P = 1:1:1。但近年来，随着学术界对 MUFA 的深入研究，许多营养专家提倡适当提高 MUFA 所占的热比，而降低 SFA 所占的热比。

(三) 必需脂肪酸

必需脂肪酸是指人体不可缺少而自身又不能合成、必须通过食物供给的脂肪酸。n-6 系列中的亚油酸和 n-3 系列中的 α -亚麻酸，是人体必需的两种脂肪酸。早年曾将亚油酸、 α -亚麻酸和花生四烯酸定为必需脂肪酸。因人体可以利用亚油酸和 α -亚麻酸来合成其他人体需要的脂肪酸，如花生四烯酸等，故目前认为只有亚油酸和 α -亚麻酸符合必需脂肪酸的定义。

亚油酸是合成前列腺素的前体，是磷脂的重要组成成分。必需脂肪酸还与胆固醇的代谢有关。体内大约 70% 的胆固醇与脂肪酸酯化成酯，然后被转运和代谢。如高密度脂蛋白可将胆固醇运至肝脏而被代谢分解。

必需脂肪酸的摄入量，应不少于总能量的 3% ~ 5%。必需脂肪酸缺乏，可引起生长缓慢，生殖障碍，皮肤出现皮疹，并可导致肝、肾或神经、视觉系统的病变。

(四) 磷脂

磷脂是甘油三酯中的一个或两个脂肪酸被含磷酸的其他基团所取代的一类脂类物质。机体可自行合成磷脂，动植物食品中都含有磷脂。最重要的磷脂是含磷酸胆碱基团的卵磷脂，它是供给胆碱的重要来源。

磷脂是生物膜的重要组成成分。磷脂具有亲水性和亲油性的双重特性，可以帮助脂类及脂溶性物质如脂溶性维生素和激素等顺利通过细胞膜，促进细胞内外物质的交流。磷脂还可作为乳化剂，使体液中的脂肪悬浮在体液中，以利于吸收、转运和代谢。

卵磷脂是磷的重要来源，它可防止脂肪肝形成，有利于胆固醇的溶解和排泄，有降血脂和防止动脉硬化的作用，大豆卵磷脂降血脂的作用尤其明显。

磷脂缺乏可造成生物膜受损，通透性改变，使毛细血管脆性增加，引起水代谢紊乱和皮疹等。

(五) 固醇类

胆固醇是机体内主要的固醇物质，它是许多生物膜的重要组成成分，是合成各种类固醇激素的主要原料，如性激素、肾上腺皮质激素等。胆固醇还是合成维生素 D 及胆汁酸的前体。由于肝脏可以合成内源性胆固醇，故一般不会有胆固醇缺乏。

胆固醇广泛存在于动物性食品中，如长期过量进食含胆固醇高的食物，可使高脂血症、动脉粥样硬化、高血压和冠心病的发病率增高。但内源性胆固醇增多是高胆固醇血症的主要原因，故可适量摄入动物性食品，适当限制饮食胆固醇的摄入量，每天以少于 300mg 为宜。

二、脂类的消化、吸收及转运

脂肪的消化、吸收主要在小肠。胆汁先将脂肪乳化，胰腺和小肠分泌的脂肪酶将甘油三酯水解成游离脂肪酸和甘油一酯。长链脂肪酸和甘油一酯被吸收后，在小肠细胞内重新合成甘油三酯，并与磷脂、胆固醇及蛋白质形成乳糜微粒，自淋巴系统进入血循环。乳糜微粒是食物脂肪的主要运输形式，甘油三酯约占乳糜微粒重量的 80% 以上，其随血液流经全身，以满足机体的需要。

血浆中的脂类不能游离存在，它们与蛋白质结合成脂蛋白。脂蛋白是脂类在血液中运输的功能单位。脂蛋白分为乳糜微粒、极低密度脂蛋白、低密度脂蛋白和高密度脂蛋白。极低密度脂蛋白由肝细胞合成，含甘油三酯 50% 左右，其主要功能是运输内源性甘油三酯，供应给机体各部分。低密度脂蛋白是极低密度脂蛋白的降解产物，主要含有内源性胆固醇。高密度脂蛋白主要由肝脏和肠壁合成，其蛋白质含量达 50%，主要功能是将外周组织中的胆固醇、磷脂转运到肝脏代谢并排出体外，高密度脂蛋白的浓度与发生动脉粥样硬化的危险性呈负相关，故可减少动脉硬化的发病率。

磷脂的消化、吸收过程与甘油三酯相似，胆固醇则可直接被吸收。

三、脂类的食物来源及参考摄入量

人类膳食脂肪主要来自动物的肉类、脂肪以及植物的种子。动物脂肪相对含饱和脂肪酸和单不饱和脂肪酸多，而多不饱和脂肪酸含量少。但也不是绝对的，如椰子油、可可油含饱和脂肪酸在 90% 以上。寒冷地区的鲱鱼油和鲑鱼油则含有大量的 n-3 系列多不饱和脂肪酸。

亚油酸在植物油中含量较多，葵花子油中占 63%、玉米油中占 56%、豆油中占 52%、花生油中占 38%。硬果类也是亚油酸的重要食物来源，核桃、花生仁中亚油酸的含量可达 38%。一般食用油中 α -亚麻酸的含量很少，菜子油、豆油、葵花子油比其他植物油中含量稍多，比例分别为 9%、7%、5%，核桃中亚麻酸的含量可达 12.2%。

磷脂在动物肝脏、肾脏、脑、瘦肉、蛋黄、大豆、麦胚、花生中含量较多。胆固醇只存在于动物性食品中，含量高的有动物脑、肝、肾、蛋黄、蟹黄、鱼子等，其他动物性食品如肉、奶、贝壳类也都含有。

我国营养学会于 2000 年 10 月制定了中国居民膳食脂肪适宜摄入量（AI）、脂肪能量占总能量的百分比及 n-6 与 n-3 的适宜比例（见表 1-2）。

表 1-2 中国居民膳食脂肪适宜摄入量（AI）及脂肪能量占总能量的百分比

年龄/岁	脂肪	SFA	MUFA	PUFA	(n-6) : (n-3)	胆固醇量 (mg/d)
0~	45~50				4:1	
0.5~	35~40				4:1	
2~	30~35				(4~6) : 1	
7~	25~30				(4~6) : 1	
13~	25~30	< 10	8	10	(4~6) : 1	
18~	20~30	< 10	10	10	(4~6) : 1	< 300
60~	20~30	6~8	10	8~10	4:1	< 300

注：SFA：饱和脂肪酸；MUFA：单不饱和脂肪酸；PUFA：多不饱和脂肪酸。

（本表摘自中国营养学会编著，中国居民膳食营养素参考摄入量，第 102 页）

第三节 碳水化合物

碳水化合物也称糖类，是由碳、氢、氧三种元素组成的一大类化合物，由于其分子式中氢和氧的比例与水相同，故称为碳水化合物。

碳水化合物是三大能量营养素之一，是人类从膳食中获取能量的最经济、最主要的来源。每克碳水化合物可产生 16.7kJ (4kcal) 的能量，脑组织、骨骼肌和心肌活动，都只能依靠碳水化合物提供能量。我国膳食中约 60%~65% 的能量由碳水化合物提供，重体力劳动者可达 80%。

一、碳水化合物的分类

一般将碳水化合物分为四类：单糖、双糖、寡糖和多糖。

（一）单糖

食物中最主要的单糖为葡萄糖、果糖和半乳糖。葡萄糖是构成食物中各种糖类的最基本单位，其含有 6 个碳原子，具有右旋性，工业上常称为右旋糖。禁食时，葡萄糖是体内唯一游离存在的单糖，空腹血糖的浓度一般为 4.4~6.1mmol/L。有些糖类完全由葡萄糖构成，如淀粉。有些则由葡萄糖和其他糖构成，如蔗糖是由葡萄糖和果糖化合而成；果糖主要存在于水果和蜂蜜中。在糖类中果糖最甜，其甜度是蔗糖的 1.2~1.5 倍。人工制作的玉米糖浆中含有较多的果糖，常加在饮料、冷冻食品和蜜饯中；半乳糖只存在于发酵的酸奶和母乳中。半乳糖是乳糖的组成成分，属 6 碳糖，在人体中需转化成葡萄糖后才被利用。

食物中还有少量的含有5个碳原子的戊糖，如核糖、脱氧核糖、阿拉伯糖、木糖等；糖醇广泛存在于植物中，是单糖还原后的产物，如葡萄糖还原成山梨醇，核糖还原为核糖醇。因为糖醇的代谢不需要胰岛素，故常用于糖尿病病人的膳食，如木糖醇常被用于制作糖尿病病人的糕点和饼干。糖醇类物质在体内消化、吸收的速度慢，提供能量较葡萄糖少，是食品工业中重要的甜味剂。

（二）双糖

双糖由两分子单糖缩合而成。天然食品中含量较多的双糖有蔗糖、乳糖、麦芽糖、海藻糖等。蔗糖是从甘蔗或甜菜中提取的，日常生活中食用的白糖即为蔗糖；乳糖是一个分子葡萄糖加一个半乳糖合成，主要存在于乳及乳制品中。麦芽糖由两个分子葡萄糖合成。淀粉在淀粉酶降解下可生成麦芽糖；海藻糖存在于真菌和细菌中，蘑菇中含量较多，其由两分子葡萄糖组成。

（三）寡糖

寡糖又称低聚糖，是指由3~10个单糖构成的聚合物。其中棉子糖和水苏糖存在于豆类食品中，它们易造成肠胀气，故豆类食品需进行适当的加工，才利于食用。目前已知的几种较重要的寡糖还有异麦芽低聚糖、低聚果糖、低聚甘露糖等。

（四）多糖

多糖由10个以上的单糖构成，糖原、淀粉和纤维是具有重要意义的多糖。淀粉为植物多糖，是人类碳水化合物的主要食物来源，也是最丰富、最廉价的能量营养素。谷类及根茎类食物中含有丰富的淀粉。淀粉由葡萄糖聚合而成，因聚合方式不同，分为直链淀粉和支链淀粉。直链淀粉为线性结构，由200~980个葡萄糖组成，易使食物老化，形成难消化的抗性淀粉；支链淀粉为枝杈状结构，较直链淀粉大，由600~6000个葡萄糖组成，易使食物糊化，可提高消化率。

糖原也称动物淀粉，由肝脏和肌肉合成并储存。分为肝糖原和肌糖原。肝糖原可维持正常的血糖浓度，以满足机体，尤其是红细胞、脑和神经组织对能量的需要。肌糖原只供肌肉自身的能量需要。体内的糖原储存只能维持数小时，必须从膳食中不断得到补充。

二、碳水化合物的生理功能

（一）提供能量

碳水化合物是人类最经济、最主要的能量来源。其在体内消化后，主要以葡萄糖的形式被吸收，并迅速氧化为机体提供能量，最终代谢产物为水和二氧化碳。每克葡萄糖可提供16.7kJ（4kcal）的能量。

（二）构成人体的重要物质

碳水化合物是机体重要的构成成分。细胞膜的糖蛋白、结缔组织的粘蛋白、神经组织的糖脂，都是一些寡糖的复合物。糖脂是细胞膜和神经组织的构成成分，糖蛋白是抗体、酶及激素的构成成分。另外传递遗传信息的核糖核酸和脱氧核糖核酸都含有碳水化合物。

（三）参与其他营养素的代谢

1. 节约蛋白质作用 当体内碳水化合物供给不足时，机体为满足对葡萄糖的需求，则通过糖原异生作用获取葡萄糖。如碳水化合物长期摄入不足，机体则动用体内蛋白质，甚至消耗肌肉、肝脏、肾脏、心脏中的蛋白质，对人体造成严重危害。在碳水化合物供给量充足时，人体首先利用它作为能量来源，这样便可以节约蛋白质，使其主要用于合成组织蛋白