

全国高等教育自学考试



营养学自学辅导

组编 / 全国高等教育自学考试指导委员会
主编 / 郭红卫



科学出版社

全国高等教育自学考试

营养学自学辅导

全国高等教育自学考试指导委员会 组编

主 编 郭红卫
编 者 (按姓氏笔画排序)
陈凤麟 沈新南
郭红卫 郭俊生

科学出版社

2002

图书在版编目 (CIP) 数据

营养学自学辅导/全国高等教育自学考试指导委员会组编;
郭红卫主编. -北京:科学出版社, 2000

(全国高等教育自学考试)

ISBN 7-03-008724-0

I. 营… II. ①全… ②郭… III. 营养学-高等教育-自学考试-自学参考资料 IV. R151

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2000) 第 67033 号

全国高等教育自学考试

营养学自学辅导

全国高等教育自学考试指导委员会 组编

郭红卫 主编

责任编辑 王伟济 才磊

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>

双青印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2001 年 2 月第 一 版 开本: 787×1092 1/16

2002 年 3 月第二次印刷 印张: 9 1/4

印数: 5 001—10 000 字数: 203 000

定价: 13.50 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换〈兰各〉)

出版前言

为了完善高等教育自学考试教育形式，弥补考试的局限性，促进高等教育自学考试的发展，我们组织编写了全国高等教育自学考试自学辅导书。

自学辅导书以全国考委公布的课程自学考试大纲为依据，以全国统编教材为蓝本，旨在帮助自学者达到学习目标，顺利通过国家考试。

自学辅导书是高等教育自学考试教育媒体的重要组成部分，我们将根据专业的开考情况和考生的实际需要，陆续组织编写、出版文字、音像和计算机多媒体自学辅导资料，由此构成与大纲、教材相配套的、完整的学习体系。

全国高等教育自学考试指导委员会

1999年9月

目 录

出版前言

第一章 蛋白质	(1)
一、概要	(1)
二、要点及其内容	(1)
三、复习思考题	(5)
四、自测题	(6)
第二章 脂类	(7)
一、概要	(7)
二、要点及其内容	(7)
三、复习思考题	(10)
四、自测题	(10)
第三章 碳水化物和膳食纤维	(11)
一、概要	(11)
二、要点及其内容	(11)
三、复习思考题	(13)
四、自测题	(13)
第四章 热能	(15)
一、概要	(15)
二、要点及其内容	(15)
三、复习思考题	(16)
四、自测题	(16)
第五章 维生素	(18)
一、概要	(18)
二、要点及其内容	(18)
三、复习思考题	(25)
四、自测题	(25)
第六章 矿物质	(27)
一、概要	(27)
二、要点及其内容	(27)
三、复习思考题	(30)
四、自测题	(31)
第七章 孕妇和乳母的营养	(32)
一、概要	(32)
二、要点及其内容	(32)

三、复习思考题	(35)
四、自测题	(35)
第八章 婴幼儿营养	(36)
一、概要	(36)
二、要点及其内容	(36)
三、复习思考题	(38)
四、自测题	(38)
第九章 儿童和青少年营养	(40)
一、概要	(40)
二、要点及其内容	(40)
三、复习思考题	(41)
四、自测题	(42)
第十章 老年营养	(43)
一、概要	(43)
二、要点及其内容	(43)
三、复习思考题	(45)
四、自测题	(45)
第十一章 植物性食物的营养价值	(47)
一、概要	(47)
二、要点及其内容	(47)
三、复习思考题	(50)
四、自测题	(50)
第十二章 动物性食物的营养价值	(51)
一、概要	(51)
二、要点及其内容	(51)
三、复习思考题	(54)
四、自测题	(54)
第十三章 合理营养	(55)
一、概要	(55)
二、要点及其内容	(55)
三、复习思考题	(59)
四、自测题	(59)
第十四章 营养健康教育	(61)
一、概要	(61)
二、要点及其内容	(61)
三、复习思考题	(62)
四、自测题	(62)
第十五章 人体营养状况评价	(64)
一、概要	(64)

二、要点及其内容	(64)
三、复习思考题	(66)
四、自测题	(66)
第十六章 蛋白质-热能营养不良	(68)
一、概要	(68)
二、要点及其内容	(68)
三、复习思考题	(69)
四、自测题	(69)
第十七章 心脑血管疾病	(71)
一、概要	(71)
二、要点及其内容	(71)
三、复习思考题	(76)
四、自测题	(77)
第十八章 糖尿病	(78)
一、概要	(78)
二、要点及其内容	(78)
三、复习思考题	(84)
四、自测题	(85)
第十九章 骨质疏松症	(86)
一、概要	(86)
二、要点及其内容	(86)
三、复习思考题	(88)
四、自测题	(88)
第二十章 慢性肝脏疾病	(90)
一、概要	(90)
二、要点及其内容	(90)
三、复习思考题	(93)
四、自测题	(93)
第二十一章 肾脏疾病	(94)
一、概要	(94)
二、要点及其内容	(94)
三、复习思考题	(97)
四、自测题	(97)
第二十二章 手术与灼伤	(98)
一、概要	(98)
二、要点及其内容	(98)
三、复习思考题	(101)
四、自测题	(101)
第二十三章 肿瘤	(102)

一、概要.....	(102)
二、要点及其内容.....	(102)
三、复习思考题.....	(107)
四、自测题.....	(107)
第二十四章 胃肠内及胃肠外营养.....	(108)
一、概要.....	(108)
二、要点及其内容.....	(108)
三、复习思考题.....	(112)
四、自测题.....	(113)
第二十五章 营养素和药物的相互作用.....	(114)
一、概要.....	(114)
二、要点及其内容.....	(114)
三、复习思考题.....	(116)
四、自测题.....	(116)
第二十六章 医院营养管理.....	(117)
一、概要.....	(117)
二、要点及其内容.....	(117)
三、复习思考题.....	(123)
四、自测题.....	(123)
附 练习题.....	(124)

第一章 蛋 白 质

一、概 要

蛋白质是生命的物质基础，由 20 种氨基酸组成，其中有些必须从食物中供给，称为必需氨基酸，它们的数量和相互间构成比例，影响到机体对食物蛋白质的利用程度。本章介绍蛋白质和氨基酸分类、蛋白质的生理功能及体内代谢、蛋白质的需要量和供给量、食物蛋白质营养价值的评价方法、蛋白质互补作用及食物含量特点以及人体蛋白质营养状况评价方法等。建议学习时数为 4 学时。

二、要点及其内容

1. 蛋白质和氨基酸分类

(1) 蛋白质分类 主要依据蛋白质的化学结构和营养价值进行分类。

1) 结构分类：根据化学结构，蛋白质可以分成简单蛋白质和结合蛋白质两个主要类型。简单蛋白质含氨基酸及其衍生物，结构比较简单；结合蛋白质结合了各种非蛋白质物质，结构较为复杂。如色蛋白由蛋白质与色素结合而成，血中的血红蛋白、植物叶中的绿蛋白等皆属色蛋白；又如存在于细胞核中的核蛋白由蛋白质和核酸结合而成，脂蛋白由蛋白质与脂类结合而成等。

2) 营养分类：根据蛋白质的营养价值，蛋白质分为完全蛋白、半完全蛋白、不完全蛋白。完全蛋白不但能维持成人的健康，并能促进儿童的生长发育；半完全蛋白可以维持生命，但不能促进生长发育；不完全蛋白因所含必需氨基酸种类不全，既不能维持生命，也不能促进生长发育。如玉米中的玉米胶蛋白，其中缺少赖氨酸和色氨酸；动物结缔组织和肉皮中的胶质蛋白，其中缺少色氨酸等。

(2) 氨基酸分类 根据氨基酸在体内能否合成及其合成的情况分成必需氨基酸和非必需氨基酸。

必需氨基酸指不能在体内合成或合成量很少，必须由食物蛋白质供给的氨基酸。成人的必需氨基酸是缬氨酸、亮氨酸、异亮氨酸、苏氨酸、蛋氨酸、苯丙氨酸、色氨酸和赖氨酸 8 种。因组氨酸为婴儿所必需，因此婴儿的必需氨基酸为 9 种。

条件必需氨基酸指那些虽然可在人体内合成，但可能受发育和病理等因素的影响，如严重的低体重出生婴儿、应激状态或某些疾病、易发生缺乏的氨基酸，如半胱氨酸、脯氨酸、丝氨酸、精氨酸、酪氨酸等。

2. 蛋白质的主要生理功能

蛋白质是生命存在的形式，生命的物质基础，在体内所发挥的主要生理功能，可概括为以下三点：

(1) 构成和修复组织 人体组织蛋白质的主要生理功用是构成和修补组织。神经、肌肉、内脏、血液、骨骼,甚至指甲和头发没有一处不含蛋白质。身体的生长发育、衰老组织的更新,损伤后组织的修补都离不开蛋白质。所以每人每天都必须摄入一定量的蛋白质用于构成和修补组织。

(2) 调节生理功能 蛋白质在体内通过构成某些具有重要生理活性物质的成分,参与调节生理活动。

①构成酶和激素的成分:人体的新陈代谢是通过成千上万种化学反应来实现的,而这些反应都需要酶来催化。酶能在正常体温(37℃)的情况下,广泛参加人体各种各样的生命活动,如肌肉收缩、血液循环、呼吸、消化、神经传导、感觉功能、能量转化、信息加工、遗传素质、生长发育和繁殖以及各种各样的思维活动。如果没有酶,生命活动就无法进行。而这些具有各种各样特异作用的酶,本身就是蛋白质。另外,调节生理功能的一些激素,也是以蛋白质为主要原料构成的;②构成抗体:为了保护人体免受细菌和病毒的侵害,人血中有一种叫抗体的物质,也是由蛋白质构成的,可提高人体抵抗力;③调节渗透压:正常人血浆与组织液之间的水不停地交换,且保持着平衡。其所以能够保持平衡,有赖于血浆中电解质总量和胶体蛋白质的浓度,在组织液与血浆的电解质浓度相等时,两者间水分的分布就取决于血浆中白蛋白的浓度。若膳食中长期缺乏蛋白质时,血浆蛋白的含量便降低,血液内的水分便过多地渗入周围组织,就造成营养不良性水肿。

(3) 供给热能 1g 蛋白质在体内氧化可供 16.74kJ (4kcal) 的能量,但若将所摄入的蛋白质作为能量来源,则不甚经济。所以,在膳食中应有充足的碳水化合物与脂肪来供给能量,以节省蛋白质的消耗。

3. 蛋白质的需要量和供给量

(1) 蛋白质供给量 我国膳食构成以植物性食物为主,蛋白质的质量和消化率稍差,所以蛋白质供给量较高,在 1.0~1.2g/kg·d 的范围。如果膳食中由动物性食物和大豆提供的蛋白质达到总摄入蛋白质的 40% 以上,则蛋白质的供给量可以减少。1988 年中国营养学会修订的每日膳食蛋白质供给量成年男性和女性按不同劳动强度,分别为 70~110g/d 和 65~90g/d,孕妇和乳母另加 15~25g/d。

膳食中蛋白质提供的能量,一般为总能量的 11%~14%,儿童和青少年为 13%~14%,以保证生长发育的需要;成年人为 11%~12%,以确保维持正常生理功能。

(2) 氮平衡的概念及其意义 氮平衡是摄入氮量和排出氮量的差值。用公式表示:

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

式中 B 代表氮平衡状况, I 代表食物中氮摄入量, U , F , S , M 依次代表尿氮、粪氮、皮肤氮和其他氮排出量。尿氮、粪氮、皮肤氮和其他氮排出量总和为总氮排出量。

当 $B=0$ 时表示总氮平衡,表明氮的摄入量与排出量相等,见于健康成人; $B>0$ 时为正氮平衡,见于生长期儿童; $B<0$ 时表示负氮平衡,多见于有消耗性疾病,体内蛋白质大量分解的病人。

氮平衡试验常用于蛋白质需要量的研究和人体蛋白质营养状况评价。

4. 食物蛋白质营养价值

(1) 蛋白质营养价值评价方法 评价食物蛋白质营养价值的方法很多,但总的说来,无非是从“量”和“质”两个方面进行评价。

“量”的评价是通过测定食物中蛋白质的含量，了解食物的营养价值，如果某种食物的蛋白质含量较高，那么该种食物的营养价值相对较高。但是蛋白质含量高的食物，其蛋白质营养价值未必就高，如大豆中蛋白质含量达 35% 以上，但其蛋白质的价值就比肉类和蛋类的低，所以还需要评价它的质量。

“质”的评价方法，可概括为生物学法和化学分析法。生物学法主要是通过动物或人体试验测定食物蛋白质在体内的消化率和利用率；化学分析法主要是通过对食物中的氨基酸分析，并与参考蛋白质相比较进行评价。几种常用指标主要有蛋白质消化率、蛋白质利用率、氨基酸评分等。蛋白质利用率可通过测定蛋白质的生物价（BV）和蛋白质功效比值（PER）等指标获知。

（2）蛋白质质量的评价指标及其概念

1) 蛋白质消化率：指食物蛋白质被人或动物消化的程度。根据是否考虑内源粪代谢氮因素，可分为表观消化率和真消化率两种。

表观蛋白质消化率，其表示公式为：

$$\text{表观蛋白质 (N) 消化率 (\%)} = \frac{\text{食物 N} - \text{粪 N}}{\text{食物 N}} \times 100\%$$

真蛋白质消化率，其表示公式如下：

$$\text{真蛋白质 (N) 消化率 (\%)} = \frac{\text{食物 N} - (\text{粪 N} - \text{粪代谢 N})}{\text{食物 N}} \times 100\%$$

在膳食中的膳食纤维含量很少时，可不必计算无氮膳食的粪代谢氮（ F_k ）；当膳食中含有多量膳食纤维时，成年男子的 F_k 值，可按每天 $12\text{mg} \cdot \text{N}/\text{kg}$ 体重计算。

2) 蛋白质利用率：指食物蛋白质被消化吸收后在体内被利用的程度。测定食物蛋白质利用率的方法很多，但常用的指标是生物价和蛋白质功效比值。

生物价（biological value, BV），是指食物蛋白质被吸收后储存氮（即被利用的氮）占吸收氮的百分比，公式为：

$$BV = \frac{\text{N 储存量}}{\text{N 吸收量}} \times 100 = \frac{I - (F - F_k) - (U - U_m)}{I - (F - F_k)}$$

I, F, U 分别为摄入 N，粪 N，尿 N

F_k 为无氮膳食的粪代谢 N

U_m 为无氮膳食的尿内源 N

蛋白质功效比值（protein efficiency ratio, PER）：指实验期内，动物平均每摄入 1g 蛋白质时所增加的体重克数。一般选择初断乳的雄性大鼠，用含 10% 蛋白质饲料喂养 28 天，每日记录进食量，每周称量体重，并按下式计算蛋白质功效比值。

$$PER = \frac{\text{动物体重增加克数 (g)}}{\text{蛋白质摄入克数 (g)}}$$

为了减少实验室之间的差别，增加各种蛋白质的可比性，常以酪蛋白（标准试剂）为参考蛋白的对照，设其 PER 为 2.5。

$$\text{校正的 PER} = \text{测出的 PER} \times \frac{2.5}{\text{同一实验中酪蛋白测出的 PER}}$$

3) 限制氨基酸（limiting amino acid, LAA）：将待评食物蛋白中必需氨基酸与参考蛋白质中的同种必需氨基酸进行比较，比值较低者为限制氨基酸，比值最低者为第一限制氨基酸

酸。由于限制氨基酸的存在，使食物蛋白质的利用受到限制。

参考蛋白质可采用 FAO/WHO 专家委员会（1973）制定的“暂定氨基酸评分模式”（见表 1-1）。

表 1-1 暂定氨基酸计分模式

氨基酸	建 议 水 平	
	每克蛋白质含氨基酸量 (mg)	每克氮含氨基酸量 (mg)
异亮氨酸	40	250
亮氨酸	70	440
赖氨酸	55	340
蛋氨酸 + 胱氨酸	35	220
苯丙氨酸 + 酪氨酸	60	380
苏氨酸	40	250
色氨酸	10	60
缬氨酸	50	310
总 计	360	2250

摘自 FAO/WHO, 1973

下面以小麦粉为代表来说明限制氨基酸和第一限制氨基酸的确定方法（见表 1-2）。首先将小麦粉蛋白中的必需氨基酸与 FAO/WHO 暂定氨基酸评分模式的必需氨基酸进行比较，得出每种氨基酸的比值（见表 1-2 中 AAs 一栏），其中异亮氨酸、赖氨酸、苏氨酸和缬氨酸的比值较低，分别为 92.5，46.7，70.8，94.4，故它们为小麦粉蛋白质的限制氨基酸，其中赖氨酸的比值最低，因此赖氨酸为小麦粉蛋白质的第一限制氨基酸。

表 1-2 氨基酸分计算举例

氨基酸	小麦粉（标准粉）(mg/g 粗蛋白)	评分模式 (mg/g 粗蛋白)	AAs
异亮氨酸	37.0	40	92.5
亮氨酸	70.5	70	100.7
赖氨酸*	25.7	55	46.7**
蛋氨酸 + 胱氨酸	36.1	35	103.1
苯丙氨酸 + 酪氨酸	78.3	60	130.5
苏氨酸	28.3	40	70.8
色氨酸	12.4	10	124.0
缬氨酸	47.2	50	94.4

小麦粉蛋白质必需氨基酸组成由《食物成分表》（1991）资料计算，*为第一限制氨基酸，**为氨基酸分

4) 氨基酸分（amino acid score, AAs）：指待评食物蛋白质第一限制氨基酸含量占参考蛋白质同种氨基酸的百分比，其表示公式为：

$$AAs = \frac{\text{待评食物蛋白质第一限制氨基酸含量 (mg/g 蛋白质)}}{\text{参考蛋白质同种氨基酸含量 (mg/g 蛋白质)}} \times 100$$

由表 1-2 可见，由于赖氨酸为小麦粉的第一限制氨基酸，其比值为 46.7，故小麦蛋白质的氨基酸分为 46.7。

(3) 蛋白质互补作用的概念及应用遵循的原则 两种或两种以上食物蛋白质同时食用，

其中所含有的必需氨基酸取长补短，达到较好的比例，从而提高利用率的作用称为蛋白质的互补作用。例如营养学教材表 1-8 中由玉米、大米、大豆组成的混合物，其蛋白质生物价可提高到 73，与肉类蛋白质的生物价相近。

在调配膳食时，为充分发挥蛋白质的互补作用，应遵循三个原则：①食物的生物学种属愈远愈好。生物学种属远的食物，其氨基酸组成相差较大，混合搭配在一起时，发挥互补的作用就大。例如营养学教材表 1-8 前两种组合中没有动物性食物，生物价只提高到 73~74，第三种组合中仅加入 15% 的牛肉，生物价就明显提高到 89；②搭配的种类愈多愈好。种类越多，氨基酸种类越完全，发挥互补的机会越多；③食用时间愈近愈好，同时食用最好。人体所需要的氨基酸只有同时达到身体组织，才能构成组织蛋白，而蛋白质、氨基酸在体内代谢过程中又是个流动过程，所以必需同时食用。

5. 人体蛋白质营养状况评价的指标及意义

(1) 身体测量指标 身体测量是鉴定机体蛋白质营养状况的重要依据。身体测量指标主要包括体重、身高、上臂围、上臂肌围、上臂肌面积、胸围以及生长发育指数等。

(2) 生化检验指标 主要有血液蛋白质含量测定以及尿液蛋白质代谢产物测定。

血液蛋白质测定指标：

①血清白蛋白含量 (serum albumin)：正常范围 35~55g/l；蛋白质缺乏症时含量明显降低；②血清运铁蛋白含量 (serum transferrin)：正常范围 2.65~4.30g/l，是较血清白蛋白更敏感的指标；③甲状腺素结合前白蛋白含量，正常范围 280~350mg/l；④视黄醇结合蛋白含量，正常范围 26~76mg/l；⑤血清氨基酸含量，当蛋白质缺乏时可表现为丝氨酸、酪氨酸和天门冬氨酸的含量增高，而异亮氨酸、亮氨酸和缬氨酸的含量降低，二类氨基酸的比值增大。

尿液测定指标：

①尿肌酐含量，当蛋白质缺乏时，尿肌酐含量降低；②尿三甲基组氨酸含量，可反映肌肉中肌纤维蛋白数量及分解代谢状况；③尿羟脯氨酸含量，尿羟脯氨酸反映儿童体内胶原蛋白的合成及代谢情况。

(3) 其他 通过膳食调查了解蛋白质摄入水平，一般认为膳食供给量水平在推荐的供给量标准 80% 以下时，易于造成机体蛋白质摄入不足，而造成蛋白质营养不良。

6. 蛋白质的食物来源

(1) 蛋白质的食物来源 主要来源于植物性和动物性食物。植物性来源以粮谷类为主，蔬菜所含蛋白质极少。动物性来源主要是肉类、鱼类、蛋类和奶类。

(2) 动、植物食物蛋白质含量和质量特点 蛋白质含量除豆类外，一般动物性食物的含量较植物性的高。质量特点为动物性食物蛋白质的营养价值较高，植物性食物蛋白质的营养价值较低。因此在膳食中应保证有一定数量的动物性蛋白质。一般要求动物性蛋白质和大豆蛋白质应占膳食蛋白质总量的 30%~50%，以充分发挥蛋白质的互补作用。

三、复习思考题

(1) 如何评价食物蛋白质营养价值？

(2) 为了发挥食物蛋白质的互补作用，在应用时应遵循哪些原则？为什么？

(3) 动、植物食物蛋白质的含量和质量上各有何特点?

四、自 测 题

(1) 填充题

根据化学结构, 蛋白质可分为_____蛋白和_____蛋白两个主要类型; 根据营养价值, 可分为_____、_____和_____。

(2) 是非题

非必需氨基酸没有必需氨基酸重要。()

(3) 单项选择题

①评价人体蛋白质的营养状况可采用下述哪个指标 ()

- A. 生物价
- B. 血清蛋白质含量
- C. 蛋白质消化率
- D. 蛋白质功效比值

②下列哪种氨基酸不属于必需氨基酸 ()

- A. 缬氨酸
- B. 亮氨酸
- C. 苏氨酸
- D. 酪氨酸

第二章 脂 类

一、概 要

脂类包括甘油三酯、磷脂、鞘脂、糖脂、类固醇、脂蛋白等，具有重要的生物学作用，还可协助脂溶性维生素和类胡萝卜素的吸收。脂肪酸有很多种类，不同脂肪酸在人体中的作用也不一样。膳食中缺乏必需脂肪酸可影响机体的正常生理功能，如红细胞的脆性增加易于溶血，视网膜和视觉功能受损等。膳食脂肪有促进胆固醇吸收的作用，而食物中的植物固醇以及膳食纤维则减少胆固醇的吸收。脂类的食物来源主要是植物油、动物油脂和肉类。其中饱和脂肪酸主要来源于陆生动物脂肪如猪油、奶油等，摄入量过高对人体健康不利。多不饱和脂肪酸主要来源于植物油、鱼油等，具有降低血液胆固醇的作用。但多不饱和脂肪酸摄入量过多可引起体内脂质过氧化反应增强。卵磷脂可来源于所有的动植物性食物，肝、蛋黄、大豆中含量较丰富。胆固醇只来源于动物性食物。本章主要介绍脂类的分类、消化吸收与代谢、生理功能、营养评价等内容，建议学习时数为3学时。

二、要点及其内容

1. 脂类的分类

(1) 中性脂肪与类脂 营养学所称中性脂肪就是指甘油三酯，它是由三分子脂肪酸和一分子甘油组成的。而类脂是指磷脂、鞘脂、糖脂、类固醇及固醇等。

(2) 定脂与动脂 类脂是组成细胞膜、大脑和外周神经组织的重要成分，其在体内的含量一般不随人体的营养状况而改变，故又称为“定脂”。而中性脂肪主要构成机体的储存脂肪如皮下脂肪等，在机体需要时可随时动用，参加脂肪代谢和供给热能。人体内中性脂肪的含量随膳食摄入热能和活动消耗热能的不同而变化较大，又称为“动脂”。

(3) 饱和脂肪酸、单不饱和脂肪酸和多不饱和脂肪酸 脂肪酸是构成甘油三酯的基本成分。动植物中脂肪酸的种类很多，根据碳链上双键的数量，可以把不含双键的脂肪酸称为饱和脂肪酸，把含有1个双键的脂肪酸称为单不饱和脂肪酸，把含有2~6个双键的脂肪酸称为多不饱和脂肪酸。

(4) ω -3 与 ω -6 脂肪酸 因为不饱和脂肪酸含有双键，而双键可以处在脂肪酸碳链的不同位置上，所以不饱和脂肪酸又有 ω -3, ω -6, ω -9 (或 n -3, n -6, n -9) 等类型之分。 ω 是希腊字母，读作“奥米格”。直链脂肪酸中距离羧基最远的一个碳原子在化学上被称为 ω 碳原子，若从 ω 碳原子数起第三个碳原子上出现第一个双键，这种脂肪酸就称为 ω -3 或 n -3 系列；若第六个碳原子上出现第一个双键，则称为 ω -6 或 n -6 系列；以此类推，其中 ω -3 与 ω -6 脂肪酸具有重要的营养学意义。

(5) 必需脂肪酸 必需脂肪酸是指那些在人体内不能合成，必须由食物供给，而又是正

常生长所必需的多不饱和脂肪酸。应当注意,必需脂肪酸都是多不饱和脂肪酸,而多不饱和脂肪酸却并不都是必需脂肪酸。

亚油酸是膳食中最重要的必需脂肪酸,它可在人体内通过加长碳链而合成生物活性更大的花生四烯酸。近年来,人们已认识到膳食中的 $\omega-3$ 脂肪酸如 α -亚麻酸等也是必需脂肪酸,尽管人类对它们的需要量比 $\omega-6$ 脂肪酸少得多。 $\omega-3$ 脂肪酸也不能被人体合成,并具有与 $\omega-6$ 脂肪酸不同的生理功能。

(6) 反式脂肪酸 由于不饱和脂肪酸含有双键,因而存在顺式和反式两种构型。天然动植物中的不饱和脂肪酸大多是顺式构型,但牛奶脂肪中含反式不饱和脂肪酸,约占不饱和脂肪酸总量的20%。在植物油加工过程中,可形成反式脂肪酸,如反油酸等。氢化植物油及人造黄油中所含反式不饱和脂肪酸较多,可占不饱和脂肪酸总量的40%。新近的研究表明,摄入过多的反式脂肪酸可升高血液胆固醇含量,有促进动脉粥样硬化和冠心病发生的危险性。

2. 脂类的生理意义

(1) 甘油三酯的生理功能 甘油三酯主要的生理功能是:①氧化释放能量,供机体利用。1g甘油三酯在体内完全氧化所产生的能量约为37.6kJ (9kcal),比等量糖类和蛋白质产生的能量多出一倍以上。人体所需能量中约有20%~30%是由甘油三酯提供的;②协助脂溶性维生素和类胡萝卜素的吸收;③具有较强的饱腹感。

(2) 磷脂的生理功能 磷脂可与蛋白质结合形成脂蛋白,参与细胞膜、核膜、线粒体膜的构成。磷脂还是血浆脂蛋白的重要组成成分,具有稳定脂蛋白的作用。

(3) 胆固醇的生理功能 胆固醇也是细胞膜和细胞器膜的重要结构成分,它还是人体内合成维生素D₃和胆汁酸的原料。还有少量胆固醇可以转变成各种肾上腺皮质激素和性激素。

(4) 必需脂肪酸的生理功能 $\omega-6$ 必需脂肪酸是组织细胞的组成成分,对线粒体和细胞膜的结构特别重要。膳食中缺乏亚油酸等 $\omega-6$ 必需脂肪酸可影响细胞膜的功能,如红细胞的脆性增加易于溶血,线粒体也可因渗透性改变而发生肿胀现象。

$\omega-3$ 必需脂肪酸对中枢神经系统的作用是 $\omega-6$ 必需脂肪酸所不能替代的。缺乏时视网膜和视觉功能可能受损。 $\omega-3$ 必需脂肪酸与行为发育、脂类代谢也有一定关系。

此外,亚油酸、亚麻酸和花生四烯酸是体内合成类二十烷酸的前体。而类二十烷酸是一组比较复杂的化合物,广泛存在于各组织中,对机体的正常生理过程和某些疾病状态有多方面的影响。膳食中必需脂肪酸的种类和数量直接影响类二十烷酸的生物学作用。

3. 脂类的消化吸收和代谢

(1) 甘油三酯、磷脂的吸收 膳食中脂类的消化主要在小肠内进行。胆汁中的胆汁酸是强有力的乳化剂,能使脂肪分散为细小的脂肪微粒。胰脂肪酶、磷脂酶等将甘油三酯和磷脂水解为游离脂肪酸、甘油单酯、溶血磷脂等,这些水解产物吸收进入肠黏膜细胞后,可重新合成与体内脂肪组成成分相近的甘油三酯和磷脂,然后与胆固醇、蛋白质形成乳糜微粒,经肠绒毛的中央乳糜管汇合入淋巴管,通过淋巴系统进入血液循环。但<12个碳原子的中链脂肪酸进入肠黏膜细胞后不需再酯化,而与白蛋白结合,直接通过门静脉进入肝脏。

(2) 胆固醇的吸收 食物中胆固醇的吸收率约为30%。随着胆固醇摄入量的增加,其吸收率相对地减少,但总的吸收量还是增高的。膳食脂肪有促进胆固醇吸收的作用,可能与膳食脂肪使胆汁分泌增加,同时也增加胆固醇在肠道中的可溶解性有关。除胆固醇外的其他

固醇不易被吸收,如谷固醇本身很难被吸收,还能干扰胆固醇的吸收,可能与它和胆固醇竞争胆固醇酯酶有关。而膳食纤维尤其是可溶性膳食纤维能与肠道中的胆汁酸结合并排出体外,故食物中的植物固醇及膳食纤维有减少胆固醇吸收的作用。

(3) 胆固醇的代谢 脂蛋白是血液中运送胆固醇及甘油三酯的载体。其中低密度脂蛋白(LDL)含有65%胆固醇,主要供肝外组织利用,占血浆脂蛋白总量的2/3。因此高胆固醇血症主要是LDL含量升高。高密度脂蛋白(HDL)由肝脏合成,约含50%蛋白质,密度最高,主要把肝外组织中的游离胆固醇运送至肝脏代谢。故HDL具有清除血液中胆固醇的作用。约1/2的胆固醇可转变为胆汁酸,分泌入肠道乳化食物脂类,并经肠肝循环重新吸收利用。肠道中的胆固醇也可经细菌的作用生成粪固醇排泄。少量胆固醇转变为类固醇激素。

4. 膳食脂类的食物来源和供给量

(1) 甘油三酯、必需脂肪酸、磷脂和胆固醇的主要食物来源 膳食中甘油三酯的食物来源主要是植物油、动物油脂和肉类。大豆、花生、核桃、松子、葵花子、杏仁等脂肪含量也很高,但它们在膳食中所占比例一般较少。

饱和脂肪酸如豆蔻酸、棕榈酸和硬脂酸主要来源于陆生动物脂肪如猪油、奶油等,但少数植物油如椰子油、棕榈油也主要含饱和脂肪酸。饱和脂肪酸摄入量过高对人体健康不利。

ω -6多不饱和脂肪酸来源于大多数植物油,而 ω -3多不饱和脂肪酸仅来源于大豆油、鱼油等。

卵磷脂可来源于所有的动植物,但在脑、心、肾、骨髓、肝、卵黄、大豆中含量较丰富。

胆固醇只来源于动物性食物。一般肥肉中胆固醇含量比瘦肉高,内脏又比肥肉高,脑中含量最高。鱼类的胆固醇含量和瘦肉差不多,鱼子、蛋黄的胆固醇含量很高。

(2) 脂类的需要量和供给量 从供给必需脂肪酸、脂溶性维生素以及保证脂溶性维生素的吸收等作用考虑,人体所需的脂肪量并不多,一般每日膳食中有50g脂肪即能满足。至于人体必需脂肪酸的供给量,一般认为膳食中亚油酸摄入量占总热能的3%~5%, α -亚麻酸的摄入量占总热能0.5%~1%时,即可满足需要;另一方面,由于脂肪摄入过多易引起肥胖、高脂血症、冠心病及癌症,甚至影响寿命,因此脂肪摄入量应限制在占总热能的30%以下。脂肪供给量通常以脂肪所产生的热能占总热能供给量的百分比来表示。中国营养学会1988年修订的RDA中,成人和青少年的脂肪供给量占总热能的20%~25%,1~12岁儿童的脂肪供给量占总热能的25%~30%。胆固醇的摄入量亦不宜过高,平均每日以300mg为宜。

5. 脂类营养的评价

(1) 血液二十碳三烯酸与二十碳四烯酸的正常比值及其意义 血液中二十碳三烯酸与二十碳四烯酸的比值可作为人体必需脂肪酸营养状况的评价指标,正常情况下此比值应 <0.2 。当膳食中亚油酸摄入不足或吸收不良时,吸收进入血循环的亚油酸数量少而油酸相对较多,由于亚油酸($C_{18:2,n-6}$)和油酸($C_{18:1,n-9}$)在去饱和代谢中,竞争 Δ -6去饱和酶,其结果是由亚油酸经去饱和酶作用生成的二十碳四烯酸($C_{20:4,n-6}$)减少,而由油酸经去饱和酶作用后产生的没有必需脂肪酸活性的二十碳三烯酸($C_{20:3,n-9}$)增多。若二十碳三烯酸与二十碳四烯酸的比值 >0.2 时,可认为必需脂肪酸不足,比值 >0.4 时为必需脂肪酸缺乏。一般认为膳食中亚油酸摄入量占总热能供给量的1%以上,即可维持正常比值。

(2) 膳食脂肪营养价值的评价 膳食脂肪营养价值的评价指标为:①脂肪的消化率。一