



医药卫生类专业工学结合精品教材
“互联网+教育”新形态一体化教材

营养护理

营养护理

YINGYANG HULI

主编 李玮

主编
李玮

北京出版集团
北京出版社



扫描二维码
共享立体资源

北京出版集团
北京出版社

图书在版编目(CIP)数据

营养护理 / 李玮主编. —北京: 北京出版社,
2012.1 (2023 重印)

ISBN 978-7-200-09018-5

I. ①营… II. ①李… III. ①临床营养—营养学: 护
理学 IV. ① R459.3 ② R473.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 265105 号

营养护理

YINGYANG HULI

主 编: 李 玮

出 版: 北京出版集团
北 京 出 版 社

地 址: 北京北三环中路 6 号

邮 编: 100120

网 址: www.bph.com.cn

总 发 行: 北京出版集团

经 销: 新华书店

印 刷: 定州启航印刷有限公司

版 印 次: 2012 年 1 月第 1 版 2023 年 8 月修订 2023 年 8 月第 9 次印刷

成品尺寸: 185 毫米 × 260 毫米

印 张: 18

字 数: 405 千字

书 号: ISBN 978-7-200-09018-5

定 价: 54.00 元

教材意见建议接收方式: 010-58572162 邮箱: jiaocai@bphg.com.cn

如有印装质量问题, 由本社负责调换

质量监督电话: 010-82685218 010-58572162 010-58572393

目 录

模块一 营养学基础	1
项目一 人体的营养需求	1
任务一 人体的能量需求	3
任务二 人体的蛋白质需求	7
任务三 人体的碳水化合物需求	12
任务四 人体的脂类需求	15
任务五 人体的维生素需求	19
任务六 人体的矿物元素需求	26
任务七 人体的膳食纤维需求	35
任务八 人体对水的需求	36
项目二 食物的营养评价	40
任务一 概述	42
任务二 谷薯类食物的营养功能	43
任务三 蔬菜水果类食物的营养功能	49
任务四 动物性食物的营养功能	57
任务五 大豆坚果类食物的营养功能	65
任务六 油脂类食物的营养功能	67
模块二 营养学基本技能	78
项目三 人体营养状况评价	78
任务一 膳食营养素参考摄入量和中国居民膳食指南	80
任务二 膳食营养调查及评价	93
任务三 营养状况的体格检查及评价	95
任务四 人体营养水平的实验室检查	99
任务五 营养咨询和教育	101

项目四 营养配餐与食谱编制	102
任务一 营养配餐	103
任务二 食谱的编制	106
模块三 特殊人群的营养指导	121
项目五 特定人群的营养指导	121
任务一 孕妇的营养指导	123
任务二 哺乳期妇女的营养指导	127
任务三 婴幼儿的营养指导	129
任务四 儿童的营养指导	133
任务五 老年人的营养指导	136
任务六 素食人群的营养指导	138
项目六 特殊职业人群的营养指导	141
任务一 高低温环境人员的营养指导	143
任务二 高原环境人员营养指导	145
任务三 放射性工作人员的营养指导	147
任务四 职业接触有毒、有害物质人群的营养指导	149
模块四 常见疾病的营养护理	156
项目七 临床营养	156
任务一 医院膳食	158
任务二 胃肠内营养支持	160
任务三 胃肠外营养支持	164
项目八 常见消化系统疾病患者的营养护理	169
任务一 胃炎患者的营养护理	171
任务二 消化性溃疡患者的营养护理	174
任务三 便秘患者的营养护理	177
任务四 病毒性肝炎患者的营养护理	179

任务五	胆囊炎和胆结石患者的营养护理	182
任务六	胰腺炎患者的营养护理	184
项目九	常见循环系统疾病患者的营养护理	188
任务一	动脉粥样硬化性心脏病患者的营养护理	190
任务二	冠心病患者的营养护理	193
任务三	原发性高血压患者的营养护理	196
项目十	常见泌尿生殖系统疾病患者的营养护理	200
任务一	急性肾小球肾炎患者的营养护理	202
任务二	慢性肾炎患者的营养护理	205
任务三	肾病综合征患者的营养护理	206
任务四	急性肾功能衰竭患者的营养护理	208
任务五	慢性肾功能衰竭患者的营养护理	209
项目十一	肿瘤患者的营养护理	212
任务一	膳食与肿瘤	213
任务二	常见肿瘤患者的营养护理	215
项目十二	常见内分泌、营养及代谢疾病患者的营养护理	220
任务一	甲状腺功能亢进症患者的营养护理	222
任务二	糖尿病患者的营养护理	223
任务三	痛风患者的营养护理	228
任务四	营养不良患者的营养护理	229
任务五	维生素缺乏病患者的营养护理	232
任务六	常见矿物元素缺乏病患者的营养护理	237
项目十三	常见外科疾病患者的营养护理	241
任务一	胃大部切除患者的营养护理	242
任务二	烧伤患者的营养护理	245
任务三	短肠综合征患者的营养护理	247

实训指导

251

实训一	估算常见食物重量	251
实训二	食物摄入量调查	253
实训三	膳食营养分析和评价	255
实训四	身体测量	258
实训五	食谱编制	264
实训六	一般人群的营养咨询	266
实训七	对特殊人群的营养咨询	267
实训八	宣传教育	268

附录

267

附录 1	常见食物的一般营养成分（100g 食部含量）	267
附录 2	中国居民膳食营养素参考摄入量	274
附录 3	《营养护理》课程项目设计一览表	277
附录 4	《营养护理》课程情境设计一览表	278

参考文献

280

模块一 营养学基础

■ 项目一 人体的营养需求

学习目标

» 理论目标

了解各种营养素的营养功能，掌握与各种营养缺乏病相关的基本理论知识。

» 能力目标

能完成人体热能需求及消耗的相关计算，能合理地选择食物。

» 素质目标

初步树立科学的营养观，逐步培养良好的饮食观。

知识导图



护理情境

某大学生，男性，20岁，喜好体育运动。

情境思考：

试问其每天所需热能数量约为多少？所需三大产热营养素的数量约为多少？

营养是生命的物质基础，营养素组成成千上万种食物，而各种各样的食物又组成风格迥异的饮食。平衡饮食不仅可以维持和促进健康，还可以改善代谢、预防疾病。

营养是指机体摄取、消化、吸收和利用食物中的营养物质以满足机体生理需要的生物学过程。

营养素是人体用于维持正常生长、发育、繁殖和健康生活所必需的物质。

人体的营养需要主要体现在对能量的需求和对营养素的需求两个方面。

人体的营养需要 { 对能量的需求：来源于蛋白质、脂肪、碳水化合物
对营养素的需求：包括七大营养素

七大营养素为蛋白质、脂肪、碳水化合物、膳食纤维、矿物质、维生素、水。

任务一 人体的能量需求

人体所需的能量又称为热能、热量、热卡，其功能是维持人体体温恒定及各种生理、体力活动正常进行。能量的国际单位是焦耳（joule, J），营养学使用的是其1000倍单位，即千焦耳（kilo joule, kJ）。1000kJ等于1兆焦耳（mega joule, MJ）。能量的常用单位为卡（calorie, cal）和千卡（kilo calories, kcal）。两种能量单位之间的换算关系如下。

$$1\text{kcal}=4.184\text{kJ} ; \quad 1\text{kJ}=0.239\text{kcal}$$

$$1000\text{kcal}=4.184\text{MJ} ; \quad 1\text{MJ}=239\text{kcal}$$

人体的新陈代谢和体温维持都需要消耗能量，即便是在基础状态下，为维持人体的基本生命活动如心跳、呼吸等，也需要消耗能量。人体所需要的能量主要来源于食物中的碳水化合物、脂肪、蛋白质三大营养素，这三种营养素被称为“三大产热营养素”。

由于食物中的产热营养素不可能全部被消化吸收，且消化率也各不相同，而且消化吸收后，在体内也不一定完全、彻底地被氧化、分解、产生能量，特别是蛋白质，可产生某些不能继续被分解、利用的含氮化合物，如尿素、肌酐、尿酸等，所以，营养学在实际应用时，食物中产热营养素产热多少按下列换算关系进行。1克营养物质彻底被分解所能为人体提供的热能称为该营养物质的热能系数，人体内三大产热营养素的热能

系数分别为

1g 碳水化合物约产生热能 4kcal (16.7kJ)

1g 脂肪约产生热能 9kcal (37.6kJ)

1g 蛋白质约产生热能 4kcal (16.7kJ)

在理想的平衡状态下, 个体的能量需要量等于其消耗量。成年人能量消耗主要用于维持其基础代谢、体力活动和食物热效应这三个方面。特殊人群如孕妇、婴幼儿、儿童、青少年、创伤患者等还需其他的能量消耗。



基础代谢能量
消耗的计算

一、人体的能量消耗

(一) 基础代谢能量消耗与基础代谢率

基础代谢 (basal metabolism, BM) 是指人体维持基本生命活动的最低能量消耗, 是人在安静和室温条件 (18~25℃) 下, 禁食 12 小时后, 静卧、放松且清醒时的能量消耗。此时的能量仅用于维持体温、呼吸、血液循环及其他器官的生理需要。人体基础代谢受到以下因素的影响。

(1) 体表面积: 基础代谢率的高低与体表面积基本成正比, 所以用每平方米体表面积来衡量能量代谢率是比较合适的。体表面积大的人散发能量也多, 所以同等体重的前提下, 瘦高者基础代谢高于矮胖者。瘦体组织 (包括肌肉、心、脑、肝、肾等) 消耗能量占基础代谢的 70%~80%, 所以瘦体质量大, 肌肉发达者基础代谢水平高。这也是男性基础代谢水平比女性高 5%~10% 的原因。

(2) 不同生理、病理状况影响: 包括性别、年龄等因素。儿童和孕妇基础代谢相对较高。成年后随年龄增长基础代谢水平不断下降, 30 岁以后每 10 年降低约 2%, 60 岁以后下降更多。但如注意加强体育锻炼, 基础代谢降低相对缓慢得多。生病发热时, 甲状腺素等有关激素水平异常时, 也能改变基础代谢能量消耗。

(3) 环境影响: 炎热或寒冷、过多摄食、精神紧张等都可以升高基础代谢水平; 另外, 在禁食、饥饿或少食时, 基础代谢水平也会相应降低。

(4) 其他因素: 激素、劳动强度、尼古丁和咖啡因等因素对基础代谢水平均有影响。

为确定基础代谢能量消耗 (basic energy expenditure, BEE), 必须首先确定基础代谢率 (basic metabolic rate, BMR)。基础代谢率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) 的能量消耗。按下列方法可计算出每天基础代谢的能量消耗。

1. 用体表面积进行计算

基础代谢消耗的能量常根据体表面积、体重和基础代谢率计算:

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

1984 年, 赵松山等测量了 56 名 18~45 岁成年人的体表面积, 提出了相对适合中国人体体表面积的计算公式。

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

根据这个公式先计算体表面积, 再按年龄、性别划分, 可在表 1-1 中查出对应的

BMR, 计算 24 小时基础代谢水平。人熟睡时, 能量消耗比基础代谢约少 10%, 故计算时应扣除睡眠时少消耗的能量。

表 1-1 中国人正常基础代谢率平均值 [kJ / (m² · h)]

年龄	11 ~ 15	16 ~ 17	18 ~ 19	20 ~ 30	31 ~ 40	41 ~ 50	> 51
男	195.5 (46.7)	193.4 (46.2)	166.2 (39.7)	157.8 (37.9)	158.7 (37.7)	154.1 (36.8)	149.1 (35.6)
女	172.5 (41.2)	181.7 (43.4)	154.1 (36.8)	146.5 (35.1)	146.4 (35.0)	142.4 (34.0)	138.6 (33.1)

注: 括号内数值单位为 kcal / (m² · h)。

2. 直接计算法

可根据年龄、身高和体重直接计算基础代谢能量消耗。

男 BEE=66 + 13.7 × 体重 (kg) + 5.0 × 身长 (cm) - 6.8 × 年龄 (y)

女 BEE=65.5 + 9.5 × 体重 (kg) + 1.8 × 身长 (cm) - 4.7 × 年龄 (y)

3. 估算法

更简单的方法是成人按每千克体重每小时男性 1kcal (4.18kJ)、女性 0.95kcal (3.97kJ), 与体重和时间 (24h) 相乘, 直接计算, 结果相对粗略。

4. 世界卫生组织建议计算方法

世界卫生组织 (WHO) 于 1985 年推荐使用下列公式, 计算 1 天基础代谢能量消耗, 如表 1-2 所示。

表 1-2 按体重计算基础代谢的公式

年龄 (岁)	男 (kcal/d)	女 (kcal/d)
0 ~ 3	(60.9 × W) - 54	(60.9 × W) - 51
3 ~ 10	(22.7 × W) + 495	(22.5 × W) + 499
10 ~ 18	(17.5 × W) + 651	(12.2 × W) + 746
18 ~ 30	(15.3 × W) + 679	(14.7 × W) + 496
30 ~ 60	(11.6 × W) + 879	(8.7 × W) + 829
> 60	(13.5 × W) + 487	(10.5 × W) + 596

注: W 为体重 (kg)。

(二) 体力活动能量消耗

除了基础代谢外, 体力活动是影响人体能量消耗的主要因素。通常情况下各种体力活动所消耗的能量占人体总能量消耗的 15% ~ 30%。这是人体能量消耗变化最大, 也是人体控制能量消耗、保持能量平衡维持健康的最重要部分。

1. 体力运动所消耗能量的因素

体力活动所消耗能量因素、体力活动所消耗能量多少与以下四个因素有关。

(1) 肌肉越发达者, 活动时消耗能量越多。

(2) 体重越重者, 做相同运动所消耗能量也越多。

- (3) 活动时间越长、强度越大，消耗能量越多。
- (4) 体力活动所消耗能量与精神状态有关。

2. 体力活动强度等级

可把人类体力活动强度分为五个级别，情况如表 1-3 所示。

表 1-3 各种强度的体力活动及能量消耗

活动强度	能量消耗
休息	BMR × 1.0
极轻	BMR × 1.5
轻	BMR × 2.5
中等	BMR × 5.0
重	BMR × 7.0

(1) 极轻体力活动：这类活动是以坐姿或站立为主的活动，如开会、打字、打牌、听音乐、绘画及在实验室工作等。

(2) 轻体力活动：是指在水平面上走动（速度在 4~5km/h）、打扫卫生、看护小孩、打高尔夫球、饭店服务等。

(3) 中等体力活动：这类活动包括行走（速度在 5.5~6.5km/h）、除草、负重行走、打网球、跳舞、滑雪、骑自行车等。

(4) 重体力活动：包括负重爬山、伐木、手工挖掘、打篮球、登山、踢足球等。

(5) 极重体力活动：是指运动员等高强度职业训练或世界级比赛等。

（三）食物特殊动力作用

食物特殊动力作用又称食物热效应，是人体在摄食过程中，由于要对食物中的营养素进行消化、吸收、代谢、转化等，需要额外消耗能量，从而引起体温升高和能量散发，这种因摄食而引起的能量额外消耗称为食物热效应。不同成分的食物热效应不等。脂肪食物热效应消耗本身产生效能的 4%~5%，碳水化合物为 5%~6%，蛋白质高达 30%，混合性食物的食物热效应占其总能量的 10%。

（四）其他能量消耗

孕妇的能量消耗还应包括母体组织，即子宫、乳房、胎盘生长发育、体脂储备及胎儿的生长发育；乳母则需要合成乳汁；婴幼儿、儿童、青少年应包括生长发育能量需要；创伤患者康复期间也需要能量。

二、膳食能量参考摄入量

确定各类人群或每个人的能量需要量是营养学研究的经常性课题，它对于指导人们改善自身饮食结构、饮食规律、维持能量平衡、提高健康水平非常重要。人体能量消耗主要包括基础代谢、体力活动和食物热效应三个方面。因此，详细记录一天各项活动，或根据工作性质确定其活动强度，就可以计算出全天能量消耗量，即能量需要量。

人体能量代谢的最佳状态是达到能量消耗与能量的摄入平衡，这种平衡能使机体保

持健康,并能胜任必要的社会生产和经济活动。由于饥饿或疾病等原因,引起能量摄入不足,可导致体力下降、工作效率低下;还可能造成脂肪储存太少,身体对环境适应能力和抗病能力下降。女性体重太低,性成熟延迟,易生产低体重婴儿;年老时能量摄入不足,可能会提升营养不良的发生率。但能量过多摄入也会造成严重健康问题,如引发肥胖症、原发性高血压、心脏病、糖尿病和某些癌症等。

中国营养学会在 2000 年修订营养素供给量标准时,对各年龄组人群的能量需求有具体的推荐量,而且也根据不同的活动强度给出了推荐能量摄入量,具体见附录 2。

三、食物来源

人体的能量来源是食物中的碳水化合物、脂肪和蛋白质,这三类营养素普遍存在于各种动、植物食物中。其中,谷类和薯类含碳水化合物较多,是膳食能量最经济的来源;豆类和坚果类富含脂肪和蛋白质;动物性食物一般比植物性食物含有更多的脂肪和蛋白质;蔬菜和水果一般含能量较少。



课程思政

“国以民为本，民以食为天”

粮食既是关系国计民生和国家经济安全的重要战略物资,也是人民群众最基本的生活资料。粮食安全与社会的和谐、政治的稳定、经济的持续发展息息相关。经过改革开放以来 40 多年的快速发展,我国人均粮食占有量已高于世界平均水平。但我国是人口大国,仍然面临着复杂的粮食安全问题。习近平总书记在中国共产党第二十次全国代表大会上的报告中明确指出:“加强重点领域安全能力建设,确保粮食、能源资源、重要产业链供应链安全”“强化食品药品安全监管,健全生物安全监管预警防控体系”。

作为新时代中国青年,我们要坚定不移贯彻总体国家安全观,切实增强国家安全意识和素养,自觉维护国家安全。

任务二 人体的蛋白质需求

蛋白质(protein)是一切生命的物质基础,没有蛋白质就没有生命。人体内蛋白质含量为 16%~19%,但并非一成不变,而是在不停地新陈代谢。总体来说,人体内每天约更新 3% 的蛋白质。

一、蛋白质的功能

(一) 构成人体组织成分

人体的任何组织和器官,都以蛋白质作为重要组成成分。例如,肌肉、心、肝、肾

等器官含大量蛋白质，骨骼和牙齿含大量胶原蛋白，指（趾）甲含角蛋白，细胞中从细胞膜到细胞内各种结构均含蛋白质。

（二）构成体内各种重要物质

例如，酶、激素、抗体、细胞膜、血液中担负着各类物质运输和交换的蛋白质；体液内有可溶性的蛋白质，维持渗透压和酸碱度稳定；此外，血液凝固、视觉形成、人体运动等均离不开蛋白质。

（三）供给能量

1g 食物蛋白质在体内彻底分解可提供约 4.0kcal 能量，人体生活、活动所消耗能量的 10% ~ 15% 由蛋白质分解提供。



知识链接

蛋白质是荷兰科学家格利特·马尔德在 1838 年发现的。他观察到有生命的东西离开了蛋白质就不能生存。蛋白质是生物体内一种极重要的高分子有机物，占人体干重的 54%。蛋白质主要由氨基酸组成，因氨基酸的组合排列不同而组成各种类型的蛋白质。人体中估计有 10 万种以上的蛋白质。生命是物质运动的高级形式，这种运动方式是通过蛋白质来实现的，所以蛋白质有极其重要的生物学意义。人体的生长、发育、运动、遗传、繁殖等一切生命活动都离不开蛋白质。生命运动需要蛋白质，也离不开蛋白质。

二、氨基酸和必需氨基酸

（一）氨基酸

氨基酸是组成蛋白质的基本结构单位，构成人体蛋白质的氨基酸有 20 种（不包括胱氨酸，cystine），详情如表 1-4 所示。

表 1-4 组成人体蛋白质的氨基酸列表

必需氨基酸	非必需氨基酸	条件必需氨基酸
异亮氨酸 (Isoleucine)	丙氨酸 (Alanine)	半胱氨酸 (Cysteine)
亮氨酸 (Leucine)	精氨酸 (Arginine)	酪氨酸 (Tyrosine)
苏氨酸 (Threonine)	天冬酰胺 (Asparagine)	
色氨酸 (Tryptophan)	天冬氨酸 (Aspartic acid)	
缬氨酸 (Valine)	谷氨酰胺 (Glutamine)	
赖氨酸 (Lysine)	谷氨酸 (Glutamic acid)	
蛋氨酸 (Methionine)	甘氨酸 (Glycine)	
苯丙氨酸 (Phenylalanine)	脯氨酸 (Proline)	
组氨酸 (Histidine)	丝氨酸 (Serine)	

（二）必需氨基酸

构成人体蛋白质的 20 种氨基酸中，有 8 种氨基酸，人体不能合成或合成速度不能满足机体需要，必须从食物中直接获得，称为必需氨基酸（essential amino acid, EAA）；其余在人体自身可以合成，能满足机体需要的氨基酸，称为非必需氨基酸（nonessential amino acid, NEAA）。组氨酸是婴儿必需氨基酸。

（三）氨基酸模式和限制氨基酸

人体蛋白质及食物蛋白质必需氨基酸的种类和含量有差异，营养学用氨基酸模式（amino acid pattern）来表示这种差异。所谓氨基酸模式，是指某种蛋白质各种必需氨基酸的构成比例。其计算方法是将该种蛋白质的色氨酸含量设为 1，分别计算出其他必需氨基酸的相应比值，这些比值就是该种蛋白质的氨基酸模式（表 1-5）。

表 1-5 几种食物和人体蛋白质的氨基酸模式

氨基酸	人体	全鸡蛋	牛奶	牛肉	大豆	面粉	大米
异亮氨酸	4.0	3.2	3.4	4.4	4.3	3.8	4.0
亮氨酸	7.0	5.1	6.8	6.8	5.7	6.4	6.3
赖氨酸	5.5	4.1	5.6	7.2	4.9	1.8	2.3
甲硫氨酸 + 半胱氨酸	3.5	3.4	2.4	3.2	1.2	2.8	2.3
苯丙氨酸 + 酪氨酸	6.0	5.5	7.3	6.2	3.2	7.2	3.8
苏氨酸	4.5	2.8	3.1	3.6	2.8	2.5	2.9
缬氨酸	5.0	3.9	4.6	4.6	3.2	3.8	4.8
色氨酸	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0

食物蛋白质的氨基酸模式与人体蛋白质越接近时，必需氨基酸被机体利用程度越高，食物蛋白质的营养价值也相对越高，如动物性蛋白质中蛋类、奶类、肉类、鱼类等及大豆蛋白质。因此，这些蛋白质统称为优质蛋白质。如果食物蛋白质中一种或几种必需氨基酸的相对含量较低，使其他必需氨基酸不能被充分利用而浪费，蛋白质的营养价值降低，这些含量相对较低的必需氨基酸称为限制氨基酸（limiting amino acid）。其中含量最低的称为第一限制氨基酸，余者以此类推。植物性蛋白质常相对缺少的必需氨基酸有：赖氨酸、甲硫氨酸、苏氨酸和色氨酸，所以其营养价值相对较低，如大米和面粉蛋白质赖氨酸含量最少。为提高植物性蛋白质的营养价值，常将 2 种或 2 种以上食物混合食用，从而发挥以多补少、提高饮食蛋白质营养价值，以相互补充其必需氨基酸不足的作用，称为蛋白质互补作用（the complementary action of protein）。例如，将大豆制品和米、面同时食用，大豆蛋白可弥补米、面蛋白的赖氨酸不足，米、面也可在一定程度上补充大豆蛋白的甲硫氨酸不足，起到互补作用。

三、食物蛋白质营养学评价

不同种类的食物，其蛋白质含量、氨基酸模式等都不同，人体对不同蛋白质的消化、吸收和利用程度也存在差异。营养学主要从食物蛋白质含量、蛋白质的消化吸收程度和蛋白质被人体利用程度 3 个方面来评价食物蛋白质的营养价值。

（一）蛋白质含量

蛋白质含量是食物蛋白质营养价值的基础。

食物中蛋白质的含量测定常用微量凯氏定氮法，先测定食物中的氮含量再乘以氮的蛋白质换算系数便可得食物蛋白质含量。同种食物的换算系数不变，换算系数根据氮占蛋白质百分比计算。食物含氮量占蛋白质的 16%，其倒数即为 6.25，由氮计算蛋白质换算系数是 6.25。即：粗蛋白含量 = 含 N 量 (%) × 6.25。食物粗蛋白的含量以大豆蛋白最高，为 30% ~ 40%；其次为鲜肉类，含量为 10% ~ 20%；粮谷类含量低于 10%。

（二）蛋白质消化率

蛋白质消化率既反映了蛋白质在体内被分解的程度，同时也反映了消化后氨基酸和肽被吸收的程度。蛋白质消化率可分为真消化率（true digestibility, TD）和表观消化率（apparent digestibility, AD）。

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

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

由于表观消化率虽然实际上比真消化率低，对蛋白质的营养价值估计较低，但具有更大的安全系数且测定方法较为简单，故一般评价多用表观消化率。

不同食物或同种食物不同加工方式，其蛋白质率都有差异。例如，动物性食品蛋白质通常高于植物性食品。大豆整粒食用时，消化率仅为 60%，而加工成豆腐后，消化率提高到 90% 以上。这是因为加工时去除了大豆纤维素和其他不利于蛋白质消化吸收的影响因素。

（三）蛋白质利用率

蛋白质利用率是指食物蛋白质被吸收进入体内后被利用的程度。

1. 蛋白质生物价（biological value, BV）

蛋白质生物价是反映食物蛋白质消化、吸收后被机体利用程度的指标。生物价的值越高，表明其被机体利用的程度越高，最大值为 100。生物价是衡量食物蛋白质利用率高低的常用指标之一。

$$\text{生物价 (BV)} = \frac{\text{潴留氮}}{\text{吸收氮}} \times 100 = \frac{(\text{尿氮} - \text{尿内源性氮})}{\text{食物氮} - (\text{粪氮} - \text{粪代谢氮})} \times 100\%$$

食物蛋白质生物价的高低主要取决于必需氨基酸的含量与比值，一般动物蛋白的生物价比植物蛋白高。生物价对指导肝、肾患者饮食治疗很有意义。生物价高，表明食物蛋白质中氨基酸主要用来合成人体蛋白，极少有过量氨基酸经肝、肾代谢而释放能量，

或由尿排出多余氮，故可大大减少肝、肾负担，有利于其功能恢复。评价食品蛋白质的营养价值，对于食品质量鉴定、新食品资源研究和开发、指导人群饮食等都有重要的意义（表 1-6）。

表 1-6 几种食物蛋白的生物价

生物价 (BV)	生物价 (BV)	生物价 (BV)
大米 (77)	土豆 (67)	鸡蛋黄 (96)
小麦 (67)	大豆 (64)	全鸡蛋 (94)
面粉 (52)	蚕豆 (58)	牛肉 (76)
甘薯 (72)	花生 (59)	猪肉 (74)
玉米 (60)	白菜 (76)	虾 (77)
豆腐 (65)	鱼 (83)	牛奶 (85)

2. 蛋白质净利用率 (net protein utilization, NPU)

蛋白质净利用率是机体的氮潴留量与氮摄入量之比，表示摄入蛋白质被机体潴留的程度，同时也体现出各种蛋白质的不同消化率。

$$\text{蛋白质净利用率 (\%)} = \text{消化率} \times \text{生物价} = \frac{\text{潴留氮}}{\text{食物氮}} \times 100\%$$

3. 蛋白质功效比 (protein efficiency ratio, PER)

蛋白质功效比表示实验动物在规定的实验条件下每摄入 1g 蛋白质体重增加的克数。

$$\text{蛋白质功效比} = \frac{\text{实验动物体重增加克数}}{\text{摄入食物蛋白质总克数}}$$

四、蛋白质营养状况评价

蛋白质缺乏在成人和儿童中都有发生，但生长阶段的儿童更为敏感，主要表现为蛋白质-能量营养不良，又可分为两种：一种是湿型，是蛋白质严重不足的儿童营养性疾病，主要表现为腹部、腿部水肿，虚弱，表情淡漠，生长滞缓，头发变色、变脆和易脱落，易感染其他疾病等；另一种是干型，意为消瘦，是指蛋白质和能量摄入均严重不足的儿童营养性疾病，患儿消瘦无力，易感染其他疾病而死亡。

五、蛋白质供给量及来源

从安全性考虑，成人按每千克体重每天摄入 0.8g 蛋白质较好。我国以植物性食物为主，所以供给量在 1.0 ~ 1.2g/(kg·bw)。按能量计算，成人蛋白质摄入量占总能量的 10% ~ 12%，儿童、青少年为 12% ~ 15%；蛋白质营养正常时，人体内有关反映蛋白质营养水平的指标也应正常。常用指标主要为血清白蛋白，正常值为 35 ~ 50g/L；血清运铁蛋白，正常值为 2.2 ~ 4.4g/L 等。

蛋白质广泛存在于动植物性食物之中。动物性蛋白质质量好，但同时富含饱和脂肪和胆固醇，植物性蛋白质的利用率较低，因此，应注意蛋白质的互补作用，对其适当

搭配非常重要。大豆蛋白质营养和保健功能越来越被世界认识，多吃大豆制品，不仅可提供丰富的优质蛋白，同时也有许多保健功效。

任务三 人体的碳水化合物需求

碳水化合物（carbohydrates）也称糖类，是由碳、氢、氧3种元素组成的一类化合物。

一、碳水化合物分类

营养学将其分为单糖、双糖、寡糖和多糖四类。糖的结合物有糖脂、糖蛋白、蛋白多糖三类。

（一）单糖

单糖不能水解为更简单的糖。食物中主要的单糖有葡萄糖、果糖和半乳糖。此外还有如核糖、脱氧核糖、阿拉伯糖和木糖等重要的单糖。甘露糖是许多糖和树胶的组成成分。前2种糖动物体内可合成，后几种主要在水果和根、茎类蔬菜中。

（二）双糖

双糖是由2分子单糖缩合而成的。营养学上有重要意义的双糖有蔗糖、乳糖和麦芽糖等。

（三）寡糖

寡糖是指由3~10个单糖构成的小分子多糖。比较重要的寡糖是豆类食品的棉籽糖和水苏糖，这两种糖都不能被肠内消化酶分解而消化吸收，但在大肠内可被肠内细菌代谢，产生气体和其他产物，造成胀气。因此，必须进行适当加工以减少不良影响。但也有些不被人体利用的寡糖，可被肠内益生菌如双歧杆菌所利用，以促进这类菌群增加而达到保健作用。

（四）多糖

由10个以上单糖组成的大分子糖称为多糖。营养学上具有重要作用的多糖有3种，即糖原、淀粉和纤维素。

糖原，也称动物淀粉，在肝脏和肌肉中合成和储存，是含有许多葡萄糖分子和支链的动物多糖。肝糖原既可维持正常血糖浓度，也可提供机体运动所需的能量，尤其是高强度和持久运动时需要的能量。食物中糖原含量很少。

淀粉，是由许多葡萄糖组成的、能被人体消化吸收的植物多糖。根据其结构可分为直链淀粉和支链淀粉，前者易使食物老化，后者易使食物糊化。其次级水解产物相对含葡萄糖数目较少，称为糊精。直链淀粉在碘试剂作用下呈蓝色反应，而支链淀粉则呈棕色反应。

二、碳水化合物的功能

人体内碳水化合物有 3 种存在形式，即葡萄糖、糖原和含糖复合物。其功能如下。

（一）储存和提供能量

1g 碳水化合物可提供 4.0kcal 能量，是人体能量的最主要来源。中国人以谷物为主食，60% 以上能量来源于碳水化合物，这种饮食结构最经济，而且科学，并有利于健康。

（二）构成机体成分

碳水化合物也是机体重要的构成成分之一。例如，结缔组织中的黏蛋白、神经组织中的糖脂、细胞膜表面具有信息传递功能的糖蛋白，通常都是寡糖复合物。此外，DNA 和 RNA 也含有大量核糖，在遗传中起着重要的作用。

（三）节约蛋白质作用

机体摄入足够量的碳水化合物，能预防体内或食物中的蛋白质进入糖异生途径；另外，分解来自于食物中的蛋白质来供给能量，也是不合理或有害的。这就是所谓的节约蛋白质作用。

（四）抗生酮作用

若碳水化合物不足，脂肪酸不能被彻底氧化而产生酮体，过多的酮体则可引起酮血症，影响酸碱平衡；而体内充足的碳水化合物，可起到抗生酮作用。人体每天至少需 50 ~ 100g 碳水化合物，才可防止酮血症产生。

（五）改善食物的感官性状

以蔗糖的甜度为标准，可得出几种糖及糖醇的相对甜度：乳糖 0.2，麦芽糖 0.4，葡萄糖 0.7，果糖 1.2 ~ 1.8，山梨醇 0.6，甘露醇 0.7，木糖醇 0.9。

三、血糖指数

（一）血糖

血糖就是血液中的葡萄糖，其浓度维持为 3.89 ~ 6.11mmol/L。其主要来源为食物消化吸收、肝糖原分解、糖异生途径生成的葡萄糖，其主要去路是周围组织及肝的摄取利用。

（二）血糖水平调节

（1）胰岛素：胰岛素是体内唯一降低血糖的激素，也是唯一同时促进糖原、脂肪、蛋白质合成的激素。

（2）胰高血糖素：胰高血糖素是体内主要升高血糖的激素。

（3）糖皮质激素：糖皮质激素可以促进肌蛋白质分解，分解产生的氨基酸转移到肝进行糖异生，还抑制肝外组织摄取和利用葡萄糖。因此，可引起血糖升高。

（4）肾上腺素：肾上腺素是强有力的升高血糖的激素，主要在应激状态下发挥调节作用。

（三）血糖生成指数

血糖生成指数是衡量碳水化合物对血糖反应的有效指标。所谓血糖生成指数，是指测试对象被给予 50g 葡萄糖以后，血葡萄糖浓度的反应与被测同量碳水化合物反应的对比，有时用 50g 白面包代替葡萄糖，对比的方法是常规的糖耐量曲线，所得的曲线面积与标准的葡萄糖曲线对比而求得。指数越小，则表示其糖耐量曲线低平而近于正常。常见食物的血糖生成指数，如表 1-7 所示。

表 1-7 常见食物血糖生成指数表

食物种类		GI	食物种类		GI
谷类食物	荞麦面条	59.3	糖类	绵白糖	83.8
	荞麦面馒头	66.7		葡萄糖	100.0
	大米饭	83.2		麦芽糖	105.0
	面条（小麦粉）	81.6	水果	樱桃	22.0
	馒头（富强粉）	88.1		李子	24.0
豆类	扁豆	38.0		柚子	25.0
	绿豆	27.2		鲜桃	28.0
	冻豆腐	22.3		香蕉	52.0
	豆腐干	23.7		梨	36.0
	鲜豆腐	31.9		苹果	36.0
	绿豆挂面	33.4		柑	43.0
	黄豆挂面	66.6		葡萄	43.0
糖类	果糖	23.0		猕猴桃	52.0
	乳糖	46.0		芒果	55.0
	蔗糖	65.0		菠萝	66.0
	蜂蜜	73.0		西瓜	72.0

四、碳水化合物供给

中国营养学会推荐我国居民碳水化合物饮食供给量占总能量的 60% ~ 65% 较为合理。天然水果、蔬菜中，还存在有少量的糖醇类物质。由于这些糖醇类物质在体内消化、吸收速度慢，提供能量较葡萄糖少，已被用于食品加工中。目前常使用的糖醇有山梨醇、甘露醇、木糖醇和麦芽醇等。天然食物如谷胚中有种环状肌醇，可与磷酸结合形成植酸，不利于营养素吸收。

蔗糖由 1 分子葡萄糖和 1 分子果糖组成，甘蔗、甜菜和蜂蜜中含量较多，日常食用的白糖（蔗糖）。麦芽糖由 2 分子葡萄糖组合而成；乳糖由葡萄糖和半乳糖组合而成，主要存在于奶类及奶制品中。乳糖约占鲜奶的 5%，占奶类提供总能量的 30% ~ 50%。

淀粉主要储存在植物细胞中，尤其是根、茎和种子细胞中。薯类、豆类和谷类中

含有丰富的淀粉，是人类碳水化合物主要食物来源，也是最丰富、最廉价能量营养素。

任务四 人体的脂类需求

脂类是脂肪（fat）和类脂（lipoids）的总称。脂肪是由1分子甘油和3分子脂肪酸组成的甘油三酯；类脂包括磷脂、糖脂、固醇类和脂蛋白等。磷脂主要有卵磷脂、脑磷脂及神经鞘磷脂等。食物中的脂类95%是甘油三酯，5%为其他脂类。正常人体按体重计算含脂类的比例为14%~19%。人体内贮存的脂类，甘油三酯高达99%，这类脂肪因受营养状况和机体活动影响而增减，变动较大，故称为可变脂。

一、脂肪的功能

（一）体内能量储存形式

体内1g脂肪可产生约为9.0kcal的能量，占到人体每天所消耗总能量的20%~30%。

（二）维持体温

正常皮下脂肪组织还可起到隔热保温的作用，维持正常体温。

（三）保护作用

脂肪组织在体内对器官有支撑和衬垫作用，可保护内部器官免受外力伤害。

（四）节约蛋白质作用

充足脂肪还可以保护体内蛋白质，包括食物蛋白质不被用来作为能源物质，而使其有效地发挥其他重要的生理功能。

（五）机体重要构成成分

脂肪提供的脂肪酸可作为合成其他脂质的原料，如细胞膜。

（六）增加饱腹感

食物中脂肪含量越多，胃排空时间越长，饱腹感越强烈。

（七）改善食物感官性状

脂肪作为食品烹调加工重要原料，可以改善食物色、香、味、形，达到食物鲜美和促进食欲的良好作用。

（八）促进脂溶性维生素吸收

食物脂肪含有脂溶性维生素，是脂溶性维生素的重要食物来源，同时还可以促进这些维生素在肠内吸收。

二、脂肪酸

脂肪酸 (fatty acids, FA) 是构成甘油三酯的基本单位, 它的基本结构为 $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_n\text{COOH}$, 式中 n 的数目大部分为 $2 \sim 24$, 基本上都是偶数碳原子。脂肪酸的命名和表示方式可以简化为碳的数目与不饱和键的数目, 如硬脂酸为 18 个碳的饱和脂肪酸, 其中没有不饱和键, 故以 $\text{C}18:0$ 表示, 而亚油酸含有 18 个碳和 2 个不饱和键 (二烯), 以 $\text{C}18:2$ 表示, 故硬脂酸的式列应为 $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{COOH}$ 。

按饱和程度可分为饱和脂肪酸、单不饱和脂肪酸 (碳链中只含 1 个不饱和双键)、多不饱和脂肪酸 (碳链中含 2 个以上双键)。其中, 最具营养学价值的脂肪酸有 $n-3$ 系列不饱和脂肪酸和 $n-6$ 系列不饱和脂肪酸。有些重要脂肪酸人体不能自身合成, 必须通过食物供给, 这些脂肪酸称为必需脂肪酸 (essential fatty acid, EFA)。 $n-6$ 系列中亚油酸和 $n-3$ 系列中的亚麻酸是人体必需的两种脂肪酸。必需脂肪酸是人体不可缺少的营养素, 主要有以下功能。

(一) 构成磷脂的重要组成成分

磷脂是细胞膜的主要结构成分, 必需脂肪酸缺乏可以导致线粒体肿胀、细胞膜结构和功能改变及膜透性和脆性增加。

(二) 合成前列腺素的前体

前列腺素存在于许多器官中, 有着多种多样的生理功能, 如使血管扩张和收缩, 神经刺激的传导, 作用于肾影响水的排泄, 母乳中的前列腺素可以防止婴儿消化系统损伤等。

(三) 与胆固醇代谢有关

体内约 70% 的胆固醇与脂肪酸酯化成酯。例如, 在低密度脂蛋白 (LDL) 和高密度脂蛋白 (HDL) 中, 胆固醇与亚油酸形成亚油酸胆固醇酯, 然后被转运和代谢, 起到降血脂的作用。

(四) 与动物精子形成有关

饮食中如果长期缺乏必需脂肪酸, 动物可出现不孕症。

(五) 防护辐射损害

对 X 射线引起的皮肤损害有保护作用。

(六) 保护视力

亚麻酸衍生的 DHA 是维持视紫红质正常功能所必需的成分, 对增强视力有良好作用。

总之, 必需脂肪酸缺乏, 可引起生长迟缓、生殖障碍、皮肤损伤如出现皮疹等症状及肾、肝、神经和视觉功能障碍等多种疾病。但过多的多不饱和脂肪酸的摄入, 也可使体内有害的氧化物、过氧化物等增加, 同样对身体可产生多种慢性危害。

知识链接

 Ω -3 及 Ω -6 型多不饱和脂肪酸与动脉粥样硬化症

当饮食中的亚油酸充足时，减少饱和脂肪酸，可以明显地降低低密度和极低密度脂蛋白、胆固醇及甘油三酯在血中的水平，也有利于防止过早出现高血压病。 Ω -3 型多不饱和脂肪酸还有利于预防血栓。

实践表明，在 PUFA 类脂肪酸中，除必需脂肪酸外，n-3 型脂肪酸也有一定的降低血脂的效果。尤其是 EPA 及 DHA。这些脂肪酸主要来源于各种鱼油，尤以深海鱼油为最。

PUFA 的作用可能有：n-3 型 PUFA 取代了磷脂池中的花生四烯酸，减少了花生酸从而减少了凝血恶烷的形成；降低花生四烯酸的合成；与花生四烯酸争夺环氧化酶，减少花生酸的产生；可以作为 PGI_2 的前体，通过转变为 TXA_3 ，从而与 TXA_2 竞争，减低由 TXA_2 所产生的对血小板的凝集作用；抑制肝对脂脂肪酸的合成及脂蛋白的合成，并促进脂蛋白的转换率；改变血液的黏度，从而降低血压。

三、血浆脂蛋白代谢

肝脏将来自食物中的脂肪和内源性脂肪及蛋白质等合成极低密度的脂蛋白(VLDL)，并随血流供应机体对甘油三酯的需要，随着其中甘油三酯的减少，同时又不断地集聚血中胆固醇，最终形成甘油三酯少而胆固醇多的低密度脂蛋白(LDL)。血流中 LDL 既满足机体对各种脂类的需要，又可被细胞中 LDL 受体结合进入细胞，借此可适当调节血中的胆固醇浓度。但 LDL 过多，可引起动脉粥样硬化等疾病。体内还可合成高密度脂蛋白(HDL)，其重要功能就是将体内胆固醇、磷脂运送到肝代谢，起到保护作用。HDL 升高有防止动脉粥样硬化的作用。按超速离心法将可脂蛋白分为乳糜微粒(CM)、极低密度脂蛋白(VLDL)、低密度脂蛋白(LDL)、高密度脂蛋白(HDL)四种。

(一) 乳糜微粒

CM 是运输外源性甘油三酯及胆固醇的主要形式。

(二) 极低密度脂蛋白

VLDL 是运输内源性甘油三酯的主要形式。

(三) 低密度脂蛋白

血浆中的 LDL 由 VLDL 转变而成，是转运肝合成的内源性胆固醇的主要形式。

(四) 高密度脂蛋白

HDL 主要在肝中合成，小肠也可合成。HDL 可将胆固醇从肝外组织转运到肝进行代谢，这种胆固醇由肝外向肝内转运的过程称为胆固醇的逆向转运。

四、胆固醇的吸收与转化

（一）胆固醇的吸收

胆固醇的吸收受到诸多因素的影响，如胆汁酸、饱和脂肪酸、年龄增加等因素可促进胆固醇的吸收；而食物胆固醇含量增加，植物固醇可使胆固醇吸收减少或阻碍胆固醇的吸收。

（二）胆固醇转化

在肝中转化生成胆汁酸是胆固醇在体内代谢的主要去路；此外，胆固醇还可转化为类固醇激素（如肾上腺皮质激素）和 7-脱氢胆固醇，皮肤中的胆固醇可被氧化为 7-脱氢胆固醇，后者经紫外线光照射可转变为维生素 D₃。

五、脂类的需要量及食物来源

人类饮食脂肪主要来源于动物脂肪组织、肉类及植物种子。动物脂肪相对饱和脂肪酸和单不饱和脂肪酸含量较多，而多不饱和脂肪酸含量较少。植物油主要含多不饱和脂肪酸。供给人体脂肪的动物性食品主要有猪油、牛脂、羊脂、奶脂、蛋类及其制品；植物性食物主要有菜油、大豆油、麻油、花生油等植物油及坚果类食品。含磷脂较多的食物为蛋黄、肝、大豆、麦胚和花生等。含胆固醇丰富的食物是动物脑、肝、肾、肠等内脏和皮、鱼子、蟹子和蛋类，其次为蛤贝类；肉类和奶类也含一定量的胆固醇。

我国营养学会对各类人群脂肪的摄入量有较为详细的推荐，成人脂肪摄入量应控制在总能量的 20%～25%。必需脂肪酸的摄入量，通常认为应不少于总能量的 3%。具体情况如下：

（一）婴儿期

2 岁以下婴儿由于生长发育迅速，对营养影响的承受能力差，应供给充足的能量和脂肪酸以保证正常的生长发育，每天脂肪的摄入量占总能量的 45%～50%。初生至 6 个月婴儿按每天摄入母乳 800ml 计算，则可获得脂肪 27.7g，所含能量为 1MJ(239.0kcal)，占总能量的 47%，故将脂肪推荐摄入量定为占总能量的 45%～50% 是比较适宜的。6 个月以后虽添加某些辅助食品，但还是以奶类食品为主或食用配方奶，所含脂肪量相对较高，故脂肪供能占总能量的比为 35%～40%。

（二）幼儿期

1988 年中国营养学会建议儿童、少年的脂肪摄入量皆占总能量的 25%～30%，未按规定脂肪酸的摄入量。

（三）儿童期

儿童时期通常生长较平稳，个体发育和能量需要有所不同。故儿童期脂肪适宜摄入量（AI）以占总能量的 25%～30% 为宜。

（四）青少年期

青少年期是生长发育的高峰期，同时性发育开始，从生理和心理等方面都有较明显的变化。此时身体成分中脂肪占有较高的比例，所需的各种营养素也较高。我国 1988

年 RDA 规定脂肪能量占总能量的 25% ~ 30%，未规定脂肪酸的摄入量。

（五）成人期

我国居民饮食脂肪摄入量应在 20% ~ 30% 为宜，胆固醇每天摄入量不超过 300mg。

（六）老年期

对老年人控制饮食脂肪的摄入十分必要，尤其应控制饱和脂肪酸和胆固醇的摄入量。饮食脂肪的适宜摄入量以占总能量的 20% ~ 30% 为宜，饱和脂肪酸供能比应低于 10%，胆固醇的摄入量每天不得超过 300mg。

（七）脂肪酸摄入量

目前各国关于脂肪的推荐摄入量除对脂肪的总摄入量有所建议外，对脂肪酸的组成比例也很重视。关于饱和脂肪酸（S）、单不饱和脂肪酸（M）和多不饱和脂肪酸（P）之间的比例，多数提出 S : M : P = 1 : 1 : 1。



人体的维生素需求

任务五 人体的维生素需求

典型案例

某女，46 岁，近段时间以来出现了在夜间或光线昏暗的环境下视物不清、行动困难的症状。自觉眼球干涩、灼热，视力严重减退，经临床检测其眼结膜有干燥、皱褶现象出现且暗适应能力明显下降。

评析

这是由于饮食中缺乏维生素 A 或因某些消化系统疾病影响了维生素 A 的吸收，致使视网膜杆状细胞没有合成视紫红质的原料而造成夜盲症。这种症状是暂时性的，只要多吃猪肝、胡萝卜、鱼肝油等富含维生素 A 的食物很快就会痊愈。

一、概述

维生素是维持机体正常生理功能及细胞内特异代谢反应所必需的一类微量、低分子有机化合物。维生素种类繁多，化学结构各不相同，生理功能也各异，但都具有以下共同特点。

- （1）维生素都是以其本体形式，或可被机体利用前体形式，存在于天然食物中。
- （2）大多数维生素不能在体内合成，也不能大量储存于组织中，故必须经常由食物供给。即使有些维生素，如维生素 K、维生素 B₆ 部分能由肠细菌合成，但也不能替代食物的供给。
- （3）维生素不是构成各种组织的原料，也不提供能量。

(4) 虽然每天生理需要量很少, 仅以 mg 或 μg 计算, 但在调节物质代谢过程中, 维生素起着十分重要的作用。

(5) 维生素常以辅酶或辅基形式参与酶的功能。

(6) 许多维生素具有几种结构相近、生物活性相同的化合物, 如维生素 A_1 与维生素 A_2 , 维生素 D_2 和维生素 D_3 , 吡哆醇、吡哆醛、吡哆胺等。

二、维生素分类

根据溶解性可将维生素分成脂溶性维生素和水溶性维生素两大类。脂溶性维生素包括维生素 A、维生素 D、维生素 E、维生素 K, 不溶于水而溶于脂肪及有机溶剂, 如苯、乙醚及氯仿等液体中; 水溶性维生素包括 B 族维生素 (维生素 B_1 、维生素 B_2 、维生素 B_6 、维生素 PP、叶酸、泛酸、维生素 B_{12} 、生物素等) 和维生素 C 等。

(一) 维生素 A

维生素 A 类是指含有 β - 白芷酮环的多烯基结构, 并具有视黄醇生物活性的一大类物质。动物体内的维生素 A 包括视黄醇、视黄醛、视黄酸等物质。植物中不含维生素 A, 但在黄、绿、红色植物中含有类胡萝卜素, 其中有一部分在体内可转变成维生素 A, 这些类胡萝卜素称为维生素 A 原, 如 α - 胡萝卜素、 β - 胡萝卜素、 γ - 胡萝卜素等。

维生素 A 可分为维生素 A_1 (视黄醇) 和维生素 A_2 (3- 脱氢视黄醇)。维生素 A_1 主要存在于海产鱼中, 而维生素 A_2 主要存在于淡水鱼中。维生素 A_2 生物活性为维生素 A_1 的 40%, 但两者生理功能相似。与视觉有关的维生素 A 活性形式是 11- 顺式视黄醛, 与细胞分化有关的是 9- 顺式视黄酸。

维生素 A 和胡萝卜素在酸、碱和热的环境中很稳定, 通常在烹调和罐头加工中不易被破坏, 但易被氧化和受紫外线破坏。当食物中含有磷脂、维生素 E、维生素 C 和其他抗氧化剂时, 视黄醇和胡萝卜素不受影响, 脂肪酸败可引起其严重破坏。

1. 生理功能 维生素 A 能促进视觉细胞内感光物质合成与再生, 以维持正常视觉。人视网膜杆状细胞内含有感光物质视紫红质, 是 11- 顺式视黄醛的醛基和视蛋白内赖氨酸缩合而成的。视紫红质对光敏感, 当其被光照射时可转变为全反式视黄醛, 同时释放出视蛋白, 引发神经冲动, 此时就能看见物体, 这个过程称为光适应。人若进入暗处, 因视紫红质消失, 故不能见物, 只有当足够的视紫红质再生后才能在一定光照下见物, 此过程称为暗适应 (dark adaptation)。暗适应的快慢取决于照射光波长短、强度和照射时间, 同时也取决于体内维生素 A 的营养状况。

(1) 维持上皮正常生长与分化: 维生素 A 在维持上皮正常生长与分化中, 起着十分重要的作用, 其中 9- 顺式视黄酸和全反式视黄酸, 在细胞分化中的作用尤为重要。

(2) 促进生长发育: 视黄酸可维持动物的正常生长和健康。儿童若缺乏维生素 A, 会导致生长停滞、发育迟缓、骨骼发育不良; 孕妇若缺乏维生素 A, 所生的新生儿体重会较轻。

(3) 抑癌作用: 维生素 A 或其衍生物视黄酸有抑癌防癌作用, 可能因为其能促进上皮细胞正常分化, 也有阻止肿瘤形成的抗启动基因活性。

(4) 维持机体正常免疫功能: 研究表明, 维生素 A 缺乏可影响抗体的生成, 从而使机体抵抗力下降。

2. 缺乏与过量 维生素 A 缺乏已成为许多发展中国家的主要公共卫生问题。维生素 A 缺乏最早的症状是暗适应能力下降, 严重者可致夜盲症; 维生素 A 缺乏最明显的结果是患眼干燥症, 患者常感眼睛干燥、怕光、流泪、发炎、疼痛, 发展下去可致失明; 维生素 A 缺乏还会引起机体不同组织上皮干燥、增生及角化。儿童、老人容易引起呼吸系统炎症, 严重时可引起死亡。此外, 维生素 A 缺乏还可导致血红蛋白合成代谢障碍、免疫功能低下、儿童生长发育迟缓等症状。

摄入大剂量维生素可引起急性、慢性甚至致畸毒性。其早期症状为恶心、呕吐、头痛、眩晕、视觉模糊、肌肉失调、婴儿囟门突起。当剂量很大时, 可有嗜睡、厌食、少动、反复呕吐症状。慢性中毒更为常见, 常见症状为头痛、脱发、肝大、长骨末端外局部疼痛、肌肉僵硬、皮肤瘙痒等。摄入普通食物通常不会引起维生素 A 过多, 绝大多数系过多摄入维生素 A 浓缩制剂引起, 也有食用狗肝、熊肝或红色肝而引起中毒的报道。

大量摄入类胡萝卜素可出现高胡萝卜素血症 (hypercarotenaemia), 易出现类似黄疸的皮肤; 但停止使用类胡萝卜素, 症状会逐渐消失, 未发现其他毒性。

3. 供给量及食物来源 2013 年, 《中国居民膳食营养素参考摄入量》中提出成年男性每人每天应摄入维生素 A 800 μ gRE, 成年女性 700 μ gRE。维生素 A 最好的来源是各种动物肝、鱼肝油、鱼卵、全奶、奶油、禽蛋等; 维生素 A 原的良好来源是深色蔬菜和水果, 如冬寒菜、菠菜、苜蓿、空心菜、莴笋叶、芹菜叶、胡萝卜、豌豆苗、红心红薯、辣椒、芒果、杏子及柿子等。除饮食来源外, 维生素 A 补充剂也要常使用, 其使用剂量不高于 RNI 的 1.5 倍。用量过大不仅没必要, 反而可能会引起中毒。

(二) 维生素 D

维生素 D 是指含环戊氢烯菲环结构, 并具有钙化醇生物活性的一大类物质, 以维生素 D₂ (麦角钙化醇) 及维生素 D₃ (胆钙化醇) 最为常见。维生素 D₃ 为白色晶体, 溶于脂肪和有机溶剂, 化学性质比较稳定, 在中性和碱性溶液中耐热, 不易被氧化, 但在酸性溶液中逐渐分解。故通常烹调加工不会引起维生素 D 损失, 但脂肪酸败可致维生素 D 破坏; 过量辐射线照射, 也可形成具有毒性的化合物。

1. 生理功能

(1) 促进小肠钙吸收: 转运至小肠组织的 $1\alpha, 25-(\text{OH})_2\text{D}_3$ 先进入黏膜上皮细胞, 在该处诱发特异的钙结合蛋白质合成。1 分子钙结合蛋白质可与 1 个钙离子结合。

(2) 促进肾小管对钙、磷的重吸收: $1, 25-(\text{OH})_2\text{D}_3$ 对肾有直接作用, 能促进肾小管对钙、磷的重吸收, 减少丢失。

(3) 对骨细胞呈现多种作用: 在血钙降低时, 机体将储存在骨组织的钙和磷动员出来, 进入血液, 还能诱导肝细胞、单核细胞变为成熟的破骨细胞。破骨细胞成熟后, 即失去 $1, 25-(\text{OH})_2\text{D}_3$ 核受体。因此, 不再呈现生理作用。成骨细胞也有 $1\alpha, 25-(\text{OH})_2\text{D}_3$ 核受体, 体外试验提示 $1, 25-(\text{OH})_2\text{D}_3$ 能增加碱性磷酸酶的活性及骨钙化基因表达。

(4) 调节基因转录作用: $1\alpha, 25-(\text{OH})_2\text{D}_3$ 通过调节基因转录和独立的信息传导途径来启动生物学效应。

(5) 通过维生素 D 内分泌系统调节血钙平衡: 维生素 D_3 与甲状旁腺激素、降钙素在调节钙代谢上起重要作用。当血钙降低时, 甲状旁腺激素升高, $1, 25-(\text{OH})_2\text{D}_3$ 增多, 通过对小肠、肾、骨等靶器官作用, 以增高血钙水平; 当血钙过高时, 甲状旁腺激素下降, 降钙素产生增加, 尿中钙、磷排出量增加。

2. 缺乏症与过多症 当缺乏维生素 D 时, 婴儿可能患佝偻病; 成人, 尤其是孕妇、乳母和老人, 可能使已成熟骨骼脱钙, 而发生骨质软化症和骨质疏松症。

(1) 佝偻病: 维生素 D 缺乏导致骨骼不能正常钙化, 易引起骨骼变软和弯曲变形, 形成“X”或“O”形腿; 胸骨外凸为鸡胸, 是肋骨与肋软骨连接处形成的肋骨串珠; 囟门闭合延迟、骨盆变窄和脊柱弯曲; 由于腹部肌肉发育不好, 使腹部明显膨出; 出牙推迟, 恒牙稀疏、凹陷, 易发生龋齿。



佝偻病

(2) 骨质软化症: 成人, 尤其是孕妇、乳母和老人在缺乏维生素 D、钙和磷时, 容易发生骨质软化症。主要表现为骨质软化, 容易变形。孕妇骨盆变形可致难产。

(3) 骨质疏松症: 老年人因肝肾功能降低、胃肠吸收欠佳、户外活动减少等原因, 使得体内维生素 D 水平常低于年轻人。骨质疏松症及其引起的骨折是威胁老年人健康的主要疾病之一。

(4) 过量摄入维生素 D 会引起中毒, 表现为食欲不振、体重减轻、恶心、呕吐、腹泻、头痛、多尿、烦渴、发热; 血清钙磷增高, 以至发展成动脉、心肌、肺、肾、气管等软组织转移性钙化和肾结石。一旦发现维生素 D 中毒后, 首先应停服维生素 D, 限制钙摄入, 重症者可静脉注射 EDTA, 促使钙排出。

3. 供给量和来源 维生素 D 供给量必须与钙、磷供给量同时考虑。1989 年, 中国营养学会 RDA 中提出, 在钙、磷供给量充足时, 推荐儿童、少年、孕妇、乳母、老人维生素 D 供给量均是每人每天为 $10\mu\text{g}$, 16 岁以上成年人为 $5\mu\text{g}$ 。

经常晒太阳是人体廉价获得充足有效的维生素 D_3 的最好来源, 在阳光不足或空气污染严重地区, 可用紫外线灯作预防性照射。成年人只要经常接触阳光, 在日常饮食条件下, 就不会发生维生素 D 缺乏病。

维生素 D 主要存在于海水鱼, 如沙丁鱼、鲨鱼, 动物肝、蛋黄等动物性食品及鱼肝油制剂中。我国不少地区使用维生素 A、维生素 D 强化牛奶, 使维生素 D 缺乏症得到有效控制。

(三) 维生素 E

维生素 E 是指含苯骈二氢吡喃结构同, 具有 α -生育酚生物活性的一类物质。其代表物为 α -生育酚, 生物活性最高。 α -生育酚是黄色油状液体, 溶于酒精、脂肪和有机溶剂, 对热和酸稳定, 对碱不稳定, 对氧十分敏感, 油脂酸败会加速维生素 E 的破坏。食物中维生素 E 在烹调时损失不大, 但在油炸时其活性明显降低。

1. 生理功能

(1) 抗氧化作用：维生素 E 是高效抗氧化剂，在体内保护细胞免受自由基损害。维生素 E 与超氧化物歧化酶 (SOD)、谷胱甘肽过氧化物酶 (GP) 共同构成体内抗氧化系统，保护生物膜，包括细胞膜、细胞器膜上多烯脂肪酸、细胞骨架及其他蛋白质的巯基免受自由基攻击。与抗动脉硬化、抗癌、改善免疫功能及延续衰老等过程有关。

(2) 促进蛋白质更新合成：维生素 E 可促进 RNA 更新蛋白质合成，促进某些酶蛋白合成，降低分解代谢酶活性，其效果表现为促进人体正常代谢，增强机体耐力，维持骨骼肌、心肌、平滑肌、外周血管系统、中枢神经系统及视网膜的正常结构和功能。

(3) 预防衰老：补充维生素 E 可减少脂褐质形成，改善皮肤弹性，使性腺萎缩减轻，提高免疫能力。

(4) 与动物生殖功能和精子生成有关：当维生素 E 缺乏时，可出现睾丸萎缩及其上皮变性、生育异常。临床常用维生素 E 治疗先兆和习惯性流产。

(5) 调节血小板的黏附力和聚集作用：当维生素 E 缺乏时，血小板聚集和凝血作用增强，会增加心肌梗死及中风的危险性。

2. 缺乏症与过多症 长期缺乏维生素 E 可使红细胞膜受损，出现溶血性贫血，给予维生素 E 治疗可以治愈；还可出现肌肉营养障碍，组织发生退行性病变、心血管系统损害、中枢神经系统变性。在脂溶性维生素中，维生素 E 毒性相对较小。但长期每天摄入 600mg 以上的维生素 E，有可能出现中毒症状，如视觉模糊、头痛和极度疲乏等。

3. 供给量和来源 中国营养学会建议成人每天维生素 E 的参考摄入量为 14mg。当多不饱和脂肪酸摄入量增多时，应适当增加维生素 E 的摄入量，通常每摄入 1g 多不饱和脂肪酸，应相应摄入 0.4mg 维生素 E。

维生素 E 在自然界分布甚广，通常不会缺乏。维生素 E 含量丰富的食品有植物油、麦胚、坚果、种子类、豆类及其他谷类；肉类、水果、蛋类等中含量非常少。

(四) 维生素 K

1. 生理功能 维生素 K 是含有 2-甲基-1,4-萘醌基团的一组化合物。其生理功能主要为凝血功能和骨钙代谢。

2. 缺乏症 维生素 K 缺乏可引起凝血功能异常和出血型疾患，在健康人群中不常见。因为母乳中维生素 K 含量相对低，仅为 2μg/L，所以吃奶婴儿每天仅摄入维生素 K 1μg 左右，达不到其生理需要，可引起小儿颅内出血。在成人中，慢性胃肠疾患、控制饮食和长期服用抗生素等情况时，也可造成维生素 K 缺乏，发生凝血功能障碍。

3. 食物来源与摄入量 每 100g 绿叶蔬菜可提供 50 ~ 800μg 维生素 K，显然绿叶蔬菜是最好的食物来源。另外，含量为 1 ~ 50μg/100g 的食物有牛奶、奶制品、肉类、蛋类、谷类、水果和其他蔬菜等。十二指肠和回肠的细菌菌丛合成的维生素 K 不是人体需要的主要来源。成人每天维生素 K 饮食参考摄入量为 120μg/d。

(五) 维生素 C

维生素 C 又名抗坏血酸，是含 6 碳的 α-酮基内酯弱酸，带有明显酸味。纯净的维

生素 C 为白色结晶，分子量 179.1，熔点 $190^{\circ}\text{C} \sim 192^{\circ}\text{C}$ ，极易溶于水，微溶于乙醇，不溶于非极性有机溶剂。维生素 C 水溶液不稳定，有氧存在或碱性环境中极易氧化，严重时便丧失生理活性。

1. 生理功能 首先，作为酶辅助因子或酶底物参与多种重要生物合成过程，包括胶原蛋白、肉碱、某些神经介质和肽激素合成及酪氨酸代谢等，从而发挥其重要的生理功能。

其次，维生素 C 作为抗氧化剂可清除 O_2^- 、 OCl_3^- 、 OH^+ 、 NO^+ 、 NO_2^+ 等自由基，保护 DNA、蛋白质和膜结构免遭损伤。此外，维生素 C 在铁吸收、转运和储备，叶酸转变为四氢叶酸及胆固醇转变为胆酸，从而降低血胆固醇含量等方面均发挥重要作用。

2. 维生素 C 缺乏对人体健康的影响 维生素 C 严重摄入不足可致坏血病。早期表现为疲劳、倦怠、皮肤出现瘀点或瘀斑、毛囊过度角化，其中毛囊周围轮状出血具有特异性，常出现在臀部和下肢。继而出现牙龈肿胀出血，球结膜出血，机体抵抗力下降，伤口愈合迟缓，关节疼痛及关节腔积液，同时也可伴有 Sjogren 干燥综合征、轻度贫血及多疑、抑郁等神经系统症状。

维生素 C 毒性很低，但 1 次口服数克时可能会出现腹泻、腹胀；患有草酸结石患者，维生素 C 摄入过量时患尿路结石的危险性也相应增加；葡萄糖-6-磷酸脱氢酶缺乏患者，摄入过量维生素 C 可能发生溶血。

3. 供给量和来源 我国营养学会 2000 年推荐成人维生素 C 的摄入量 RNI 为 100mg，安全摄入量上限为 1000mg/d。维生素 C 主要存在于蔬菜和水果中，植物种子（粮谷、豆类）不含维生素 C，动物性食物除肝、肾、血液外含量甚微。蔬菜中柿子椒、番茄、菜花及各种深色叶菜类；水果中柑橘、柠檬、青枣、山楂、猕猴桃等，维生素 C 含量很丰富。

（六）维生素 B₁

维生素 B₁ 又称硫胺素，其分子是由 1 个嘧啶环和 1 个噻唑环通过亚甲基桥连接而成。维生素 B₁ 略带酵母气味，易溶于水，微溶于乙醇。以盐酸盐和硝酸盐形式，在干燥和酸性溶液中均稳定；在碱性环境，特别在加热时加速分解破坏。某些食物成分中含有抗维生素 B₁ 因子，如鱼类肠腔及蕨类植物；某些蔬菜、水果，如红色甘蓝、菊苣、黑加仑等及茶和咖啡可使维生素 B₁ 失活。长期大量食用此类食物可能会出现维生素 B₁ 缺乏。

1. 生理功能 硫胺素焦磷酸酯（TPP）是维生素 B₁ 的主要辅酶形式，在体内参与 2 个重要的反应，即 α -酮酸的氧化脱羧反应和磷酸戊糖途径的转酮醇酶反应。前者是发生在线粒体的生物氧化过程的关键环节，后者是核酸合成所需戊糖及脂肪和类固醇合成所需 NADPH 的重要来源。因此，当维生素 B₁ 严重缺乏时，可对机体造成广泛损伤。此外，维生素 B₁ 在维持神经、肌肉，特别是心肌正常功能及在维持正常食欲、胃肠蠕动和消化液分泌等方面起重要作用。

2. 对人体健康的影响 维生素 B₁ 缺乏症可导致脚气病，主要损害神经血管系统。维生素 B₁ 摄入不足和酒精中毒是其主要病因。发病早期可有疲倦、烦躁、头痛、食欲不振、便秘和工作能力下降等表现。严重缺乏时，称为脚气病，根据典型症状，临床上将其分为以下三种类型。

(1) 湿型脚气病：主要表现为心界扩大，以右心室肥大为主，心动过速、呼吸窘迫和下肢水肿。

(2) 干型脚气病：表现为腱反射异常、上行性多发性神经炎、肌肉乏力和疼痛、腓肠肌压痛等。

(3) 混合型脚气病：严重缺乏者，可同时出现神经和心血管系统症状。此外，少数患者可出现 Wernicke-Korsakoff 综合征，其表现为精神错乱、共济失调、眼肌麻痹、假记忆和逆行性健忘，甚至昏迷，也称为脑型脚气病。

婴儿脚气病多发生于 2~5 月龄，见于缺乏维生素 B₁ 的乳母所喂养的婴儿。主要表现为发绀、失声症、水肿、心界扩大和心动过速。婴儿脚气病病情凶险，而且病程进展迅速，常见症状出现后，1~2 天内突然死于心力衰竭。

3. 供给量与食物来源 维生素 B₁ 需要量与能量摄入量密切相关。推荐饮食供给量为 0.5mg/4.18MJ (1000kcal)，该量足以使机体保持良好健康状态。但能量摄入不足 8.36MJ (2000kcal)/d 者，其维生素 B₁ 摄入量也不应低于 1mg。维生素 B₁ 广泛存在于各类食物中，其良好来源是动物内脏，如肝、肾、心和瘦肉及全谷类、豆类和坚果类。目前谷物仍为我国居民维生素 B₁ 的主要来源。过度碾磨的精白米、精白面会造成维生素 B₁ 大量丢失。

(七) 维生素 B₂

维生素 B₂ 又称核黄素，是由核糖与异咯嗪组成呈平面结构的物质。精纯维生素 B₂ 为橙黄色针状结晶，带有微苦味。在水中溶解度很低，在 27.5℃ 时，每 100ml 能溶解 12mg。在酸性溶液中对热稳定，在碱性环境中易被分解破坏。游离型维生素 B₂ 对紫外线高度敏感，可光解而丧失生物活性。

1. 生理功能 维生素 B₂ 以 FMN 和 FAD 形式作为多种黄素酶类辅酶，在体内催化广泛的氧化-还原反应，既可以作为氢受体，同时又可以作为递氢体。除在呼吸链能量产生中发挥极其重要的作用外，还在氨基酸和脂肪氧化、嘌呤碱转化成尿酸、芳香族化合物羟化、蛋白质与某些激素合成及体内铁转运过程中发挥重要的作用。

2. 对人体健康的影响 维生素 B₂ 缺乏症病变主要表现在唇、舌、口腔黏膜和会阴皮肤处，临床上称为口腔生殖综合征。口部症状有角裂纹、口腔黏膜溃疡及地图舌等；皮肤症状为丘疹或湿疹性阴囊炎、阴唇炎，鼻唇沟、眉间、眼睑和耳后脂溢性皮炎。眼部症状有睑缘炎、角膜毛细血管增生和畏光等。长期缺乏还可导致儿童生长迟缓，轻中度缺铁性贫血。通常维生素 B₂ 溶解度极低，肠吸收有限，故无过量或中毒的担忧。

3. 供给量与食物来源 1989 年我国维生素 B₂ 推荐饮食供给量基本上按 0.5mg/4.18MJ (1000kcal) 制定，孕妇每天在原来基础上增加 0.3mg；由于母乳中维生素 B₂ 含量为 35μg/100ml，利用率为 70%，故哺乳期间每天应增加 0.5mg 的维生素 B₂。2000 年制定的我国维生素 B₂ 摄入量成人 1.2~1.4mg/d。

维生素 B₂ 是我国居民最容易缺乏的营养素之一。良好食物来源主要是动物性食物，以肝、肾、心、蛋黄、乳类尤为丰富。植物性食物中则以绿叶蔬菜类，如菠菜、韭菜、油菜及豆类含量较多；而粮谷类含量较低，尤其研磨过于精细的粮谷类食物。

知识链接

其他 B 族维生素的功能与缺乏症

维生素 PP 是不需氧脱氢酶的辅酶 (NAD^+ 、 NADP^+) 的组成成分。 NAD^+ 、 NADP^+ 能可逆地加氢和脱氢, 是递氢体; 缺乏症为癞皮病。

维生素 B₆ 是转氨酶的辅酶和氨基酸脱羧酶的辅酶。

生物素 是羧化酶的辅酶。

泛酸 是 CoA-SH 的组分, CoASH 是酰基转移酶的辅酶。

叶酸 (FA) 活性形式为 FH_4 , 是一碳单位转移酶的辅酶, 缺乏症为巨幼红细胞性贫血。

维生素 B₁₂ 可提高 FH_4 的利用率, 缺乏症为巨幼红细胞性贫血。

硫辛酸 是 α -酮酸氧化脱羧酶系的辅酶, 可抗脂肪肝、降低胆固醇。

任务六 人体的矿物元素需求

典型案例

患者, 男性, 65 岁, 近期以来经常出现疼痛症状, 以腰背痛多见, 且疼痛沿脊柱向两侧扩散, 仰卧或坐位时疼痛减轻, 直立时后伸或久立、久坐时疼痛加剧, 日间疼痛轻, 夜间和清晨醒来时疼痛加重, 弯腰、肌肉运动、咳嗽、大便秘结时疼痛加重。

评析

这是骨质疏松的典型症状, 如不及时采取措施, 症状还会进一步加重, 患者甚至可能出现呼吸功能下降、骨折的严重后果。导致骨质疏松的原因很多, 钙的缺乏是大家公认的因素之一。降钙素以及维生素 D 的不足也很重要。最新研究表明酸性体质也是导致钙质流失、引发骨质疏松的重要原因。请大家根据本案例分析提出预防骨质疏松的有效措施。

人体组织所包含的化学元素中, 除碳、氢、氧和氮主要以有机化合物形式存在外, 其余统称为矿物质或灰分。含量大于体重 0.01% 者, 又称为常量元素或宏量元素, 如钙、磷、钠、钾、氯、镁与硫 7 种。机体中含量小于 0.01% 者为微量元素。可检出的约 70 种, 其中维持正常人体生命活动不可缺少的必需微量元素有铜、钴、铬、铁、碘、锰、硒和锌; 硅、镍、硼、钒、氟为可能必需元素; 而铅、镉、汞、砷、铝、锡和锂有潜在毒性, 但低剂量可能具有功能作用。

矿物质分类	微量元素 ($<0.01\%$)	常量元素 ($>0.01\%$): 钙、磷、钠、钾、氯、镁与硫7种
		必需微量元素: 铁、铜、钴、铬、碘、钼、硒、锌、锰
		可能必需元素: 硅、镍、硼、钒、氟
		有潜在毒性但低剂量可能具有功能作用: 铅、镉、汞、砷、铝、锡、铊

常量元素的主要功能有: ①构成人体组织的重要成分, 如骨骼和牙齿中的钙、磷和镁; 而硫、磷是蛋白质的组成成分。②在细胞内外液中, 无机元素与蛋白质共同调节细胞膜通透性、控制水分, 维持正常渗透压、酸碱平衡 (酸性元素 Cl、S、P; 碱性元素 Na、K、Mg), 维持神经肌肉兴奋性。③构成酶成分或激活酶的活性, 参与物质代谢。

微量元素需求量很少却很重要。人体必需微量元素的生理功能主要有: ①作为酶和维生素必需的活性因子。许多金属酶均含有微量元素, 如谷胱甘肽过氧化物含有硒等。②构成某些激素或参与激素的作用, 如甲状腺素含有碘, 铬是葡萄糖耐量因子的重要成分等。③参加核酸代谢, 核酸是遗传信息的携带物质, 含有多种微量元素, 如铬、锰、钴、铜、锌。④协助常量元素发挥作用。微量元素还影响人体的生长、发育。

矿物质具有的特点: ①在体内不能合成, 必须从食物和饮水中摄取。②在体内分布极不均匀, 如钙主要分布在骨骼和牙齿。③矿物质之间存在相互协同和拮抗作用。④某些微量元素在体内需要量虽很少, 但其生理剂量与中毒剂量范围很窄, 摄入过多易产生毒性作用。

机体出现矿物质缺乏的原因常见有: ①地球环境中各种元素分布不平衡。②食物中含有天然存在的矿物质拮抗物。③食品加工过程中造成矿物质的损失。④摄入量不足或不良饮食习惯。⑤生理上有特殊营养需求。

我国人群中容易缺乏的矿物元素有钙、铁、锌。在特殊地理环境或其他特殊条件下, 也可能存在碘、硒及其他元素缺乏的问题。

一、钙

钙是人体内含量最多的无机元素之一, 出生时体内含钙总量约为 28g, 成年时达 850 ~ 1200g, 占体重的 1.5% ~ 2.0%, 其中 99% 的钙集中在骨骼和牙齿中。主要以羟基磷灰石结晶 $[3\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot \text{Ca}(\text{OH})_2]$ 的形式存在, 少量为无定形钙。其余 1% 中, 有 50% 与柠檬酸螯合或与蛋白质结合; 另外 50% 则以离子状态存在于软组织、细胞外液及血液中, 组成混溶钙池, 这部分钙与骨骼钙维持动态平衡, 是维持体内细胞正常生理状态所必需的。

钙的分布	{	99% → 构成骨骼和牙齿
		1% → 混溶钙池 { 与柠檬酸螯合或与蛋白质结合 离子状态

(一) 生理功能

1. 构成骨骼和牙齿 骨骼和牙齿是人体中含钙最多的组织。在正常情况下, 骨骼钙和混溶钙池中的钙循环, 使骨骼不断更新。幼儿骨骼每 1 ~ 2 年更新 1 次; 成年后每年

更新 2% ~ 4%，约 700mg/d，10 ~ 12 年更新 1 次；40 ~ 50 岁以后，钙在骨中含量逐渐下降，每年减少约为 0.7%，且女性早于男性，女性在停经后加速减少程度。

2. 维持神经与肌肉活动 包括神经肌肉的兴奋、神经冲动的传导、心脏的正常搏动。

3. 促进体内某些酶活性 钙对许多参与细胞代谢的大分子合成、转运酶都有调节作用，如三磷酸腺苷酶、琥珀酸脱氢酶、脂肪酶及某些蛋白质分解酶等。

4. 其他作用 如参与血凝过程、激素分泌、维持体液酸碱平衡及细胞内胶质的稳定性。

（二）吸收与代谢

钙的吸收受饮食成分、体内钙和维生素 D、营养状况和生理状况，如生长、妊娠、哺乳与年龄、性别等诸因素影响。饮食中草酸与植酸、食物纤维、脂肪消化不良等影响钙吸收；维生素 D 特别是 1, 25-(OH)₂D₃、乳糖、饮食蛋白质充足有利于钙吸收。

婴幼儿、孕妇、乳母因需要增高，钙吸收率远大于成年男性。随年龄增长，钙吸收率逐渐下降。婴幼儿期钙吸收率常大于 50%，儿童期为 40%，成年人则降至 20% 左右，老年人更低，仅达 15% 左右。同时服用制酸剂会干扰钙的吸收。

（三）佝偻病的防治

佝偻病最常见病因是母乳不足或钙含量偏低、每天日照小于 2 小时及未及时添加维生素 D 和钙制剂，即由缺钙和缺维生素 D 双重因素引起。

1. 食物预防 孕妇及乳母注意多食含维生素 D 及钙、磷丰富的饮食，多晒太阳，孕期 4 ~ 5 个月后有腰酸背痛、肌肉抽动症状者，每天应服维生素 D 10 ~ 20μg。

2. 定期访视 定期访视婴儿，重点是 18 个月以内的小儿，特别是早产儿、人工喂养儿、生长过快和冬季出生的小儿。应多进行户外活动，提倡母乳喂养，及时添加各种辅食。

3. 药物预防 一般从出生 1 个月开始（早产儿、人工喂养儿和冬季出生的小儿可从出生后 15 天开始）添加维生素 D₃，婴幼儿每天需要维生素 D₃ 10 ~ 20μg，早产儿开始可加倍，给予 20μg/d，通常至 2 岁后不再服用。

4. 常规方法 增加户外活动，注意饮食及护理，不宜久坐、久站、久走和将胸部束缚太紧，以防发生畸形。

（四）骨质疏松症的防治

如果旧骨的吸收快于新骨的形成，即发生骨质减少、出现临床体征，临床称为骨质疏松症。

1. 预防 中老年人、运动员、孕妇及乳母注意多食含维生素 D 及钙、磷丰富的饮食，如牛奶、小鱼虾类、藻类、骨汤类、蘑菇类、蛋类及补充钙制剂；适当增加户外活动。

2. 治疗 治疗骨质疏松症最好的办法是服用大量钙剂，每天 1500mg 钙加适量维生素 D（5μg/d）即可。对于继发性骨质疏松症的治疗原则，首先是治疗原发病症，然后再对骨质疏松症进行治疗。

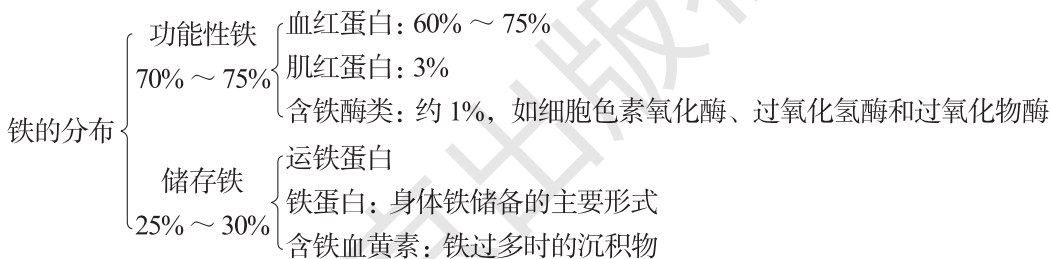
（五）钙的需要量及食物来源

钙需要量与蛋白质的摄入水平有关，有人认为每 100g 蛋白质需要 1g 钙，高磷饮食要增加钙的需要。高温作业者钙排出增加，寒带地区阳光不足，皮肤内转化的维生素 D 少，钙吸收较差，同时钙来源也常受饮食类型影响。因此，高温作业者均需增加钙的供给量。孕期、哺乳期妇女对钙的需要都相对增加，早产婴儿、青春前期后儿童少年、老年人，均需适当增加钙的供给量。钙可观察到的无副作用水平为 1500mg/d。

奶与奶制品含钙丰富，吸收率也高，是婴幼儿理想的钙来源。水产品中小虾皮含钙特别多，其次是海带。豆类及其制品、油料种子和蔬菜含钙也不少，特别是黄豆及其制品、黑豆、赤小豆、各种瓜子、芝麻酱、海带、发菜等钙含量均丰富。

二、铁

铁是人体必需微量元素中含量最多的，总量为 4 ~ 5g，体内铁可分为功能性铁和储存铁。功能性铁存在于血红蛋白、肌红蛋白及含铁酶中。储存铁以铁蛋白和血铁黄素的形式存在于肝、单核吞噬细胞和骨髓中。铁在体内的含量随年龄、性别、营养和健康状况变化，有很大的个体差异。



（一）吸收与代谢

饮食铁的吸收率与机体铁营养状况、饮食中铁含量及存在形式、饮食中影响铁吸收的食物成分及含量有密切关系。饮食中的铁分为血红素铁（卟啉铁）和非血红素铁，肉类等食物中的铁 50% 左右是血红素铁，而其他为非血红素铁。前者在体内吸收时，不受饮食中植酸、磷酸的影响；后者吸收受饮食影响极大，维生素 C、有机酸、肉类、维生素 B₂ 及某些单糖有促进作用，植酸、多酚类物质、钙、大豆蛋白及胃酸缺乏则有抑制作用。高浓度的磷、钴、镉、铜及锰可与铁争夺吸收部位从而影响铁的吸收。富含膳食纤维的食物往往植酸含量高，而膳食纤维本身几乎不影响铁的吸收。

体内铁储存量多时，铁吸收率降低；反之储存量低时，需求量增高，即吸收率增高。通常植物性食物中的铁吸收率与动物性食物相比较低，如大米为 1%，玉米和黑豆为 3%，莴笋为 4%，小麦、面粉为 5%，鱼为 11%，血红蛋白为 25%，动物肉、肝为 22%，蛋类因存在磷酸糖蛋白-卵黄高磷蛋白的干扰，吸收率仅 3%。牛奶是贫铁食物，且吸收率不高，缺铁动物模型建立可采用奶粉及其制品喂养动物。

（二）生理作用

铁为血红蛋白与肌红蛋白、细胞色素 A 及某些呼吸酶的成分，参与体内氧与二氧化

碳的转运、交换和组织呼吸过程；铁还与红细胞形成和成熟有关。缺铁时，新生红细胞中的血红蛋白量不足，甚至影响 DNA 合成及幼红细胞分裂、增殖，还可使红细胞变形能力降低，寿命缩短，自身溶血增加。

（三）铁缺乏对人体健康的影响

铁缺乏及缺铁性贫血是常见营养缺乏病，婴幼儿、孕妇及乳母更易发生。铁缺乏分为 3 个阶段：第 1 阶段为铁减少期，储存铁耗竭，血清铁蛋白浓度下降；第 2 阶段为红细胞生成缺铁期，血清铁蛋白及血清铁下降，铁结合力上升，运铁蛋白饱和度下降，游离原卟啉浓度上升；第 3 阶段为贫血期，血红蛋白和红细胞比例下降。

铁缺乏对人体健康的影响主要是贫血，并可对智力发育有损害，发生行为改变，损害儿童的认知能力；降低抗感染能力；增加机体对铅的吸收；工作、学习能力下降。并有易烦躁、易疲劳、头晕、冷漠呆板、恶心、便秘或腹泻及神经精神功能紊乱等症状。还可出现自述心慌、气短、头晕、眼花、精力不集中等。

（四）铁需要量和食物来源

铁在体内可被反复利用，只要从食物中吸收，加以补充，即可满足需要。但婴幼儿由于生长较快，铁需要量相对较高，需从食物中获得的铁大于成人；妇女月经期铁损失较多，为此供给量应适当增加。男子每天损失铁 1mg，女子为 0.8mg，但月经期损失平均每天为 1.4mg。铁吸收率 < 10%，成人铁供给量应 > 10mg/d。我国 DRI 建议铁每天供给量为成年男子 12mg，成年女子为 18mg；也有建议参考摄入量成年男子为每天 15mg，成年女子每天 20mg。孕妇、乳母每天 28mg。铁的无副作用水平为 65mg，UI 为 50mg。制定饮食铁的参考摄入量应考虑不同饮食类型中铁的生物利用率。

铁的丰富来源为动物血、肝、大豆等；良好来源为瘦肉、鱼类、红糖、蛋黄、干果等。蛋黄中铁含量较高，但其蛋黄高磷蛋白可干扰铁的吸收。蔬菜中含铁量不高，油菜、苋菜、菠菜、韭菜等蔬菜中铁的利用率不高。

三、碘

（一）生理作用

人体内的碘主要参与甲状腺素合成，其生理作用也通过甲状腺素表现。甲状腺利用碘和酪氨酸合成甲状腺激素，包括 T_3 和 T_4 ，主要是促进和调节代谢及生长发育。①促进生物氧化，协调氧化磷酸化过程，调节能量转化。②促进蛋白质合成，调节蛋白质代谢；③促进碳水化合物和脂肪代谢。④调节组织水电解质代谢。⑤促进维生素吸收和利用。⑥活化酶包括细胞色素酶系、琥珀酸氧化酶系 100 多种，对生物氧化和代谢都有促进作用。⑦促进神经系统发育、组织的发育和分化及蛋白质合成。

（二）碘缺乏病及预防

机体因缺碘所导致的一系列障碍统称为碘缺乏病。环境缺碘是造成碘缺乏病的主要原因。碘缺乏在成人中可引起甲状腺肿，其中孕妇严重缺碘，可殃及胎儿发育，使新生

儿生长受影响,尤其是神经、肌肉组织,认知能力低下及胚胎期和围生期死亡率升高,以克汀病最为严重,神经损伤表现为特征神经型与甲状腺功能低下和以甲状腺中等程度肿大为主的黏液水肿型。后者可见四肢短小、颈短、骨骼异常等症状。

碘缺乏地区采用碘化食盐的方法预防地方性甲状腺肿,即在食盐或食油中加入碘化物或碘酸盐予以预防。加入量可控制在 1:20000 至 1:50000 之间。用碘化油,即将含碘 30%~35% 的碘化油,用食用油稀释至 6 万~30 万倍供食用。严重缺碘地区部分人群补碘后可发生碘性甲亢,为碘缺乏病的表现形式之一。用碘盐防治几年后,其发病率可降至加碘前水平。

(三) 供给量与食物来源

人体对碘需求量受年龄、性别、体重、发育及营养状况等因素影响。中国营养学会建议 RNI 每天供给量为成人 150 μ g,孕妇、乳母加 50 μ g。

含碘量较高的食物有海产品,如每 100g 干海带含碘 24000 μ g,干紫菜含碘 1800 μ g,干淡菜含碘 1000 μ g,干海参含碘 600 μ g,海盐含碘多在 30 μ g/kg 以上。海产品碘含量高于陆地食物,其中海带的碘含量最高,盐中含碘量极微;动物性食物的碘含量高于植物性食物。

四、锌

人体内含锌量为 2~2.5g,主要存在于肌肉、骨骼、皮肤中。按单位重量含锌量计算,以视网膜、脉络膜、前列腺为最高,其次为骨骼、肌肉、皮肤、肝、肾、心、胰、脑和肾上腺等。

(一) 生理作用

1. 组成酶成分或酶激活剂 锌是人体许多重要酶的组成成分,已知含锌的酶有 200 多种,如乳酸脱氢酶、羧肽酶、胸腺嘧啶苷激酶等,而 RNA 聚合酶、DNA 聚合酶呈现活性形式时也需要锌的参与。

2. 促进生长发育与组织再生 锌是调节 DNA 复制、翻译和转录, RNA 聚合酶活性所必需的因子,与蛋白质和核酸合成,细胞生长、分裂和分化等过程都有关。锌可直接参与基因的表达调控而影响生长发育,对胎儿的生长发育也非常重要。锌是促进性器官和性功能正常发育的必需成分。

3. 维持生物膜结构和功能 锌可维持细胞膜稳定,减少毒素吸收和组织损伤;对生物膜的屏障功能、转运功能及与受体的结合也有重要作用。

4. 促进食欲 锌可能通过参加构成含锌蛋白即唾液蛋白而对味觉与食欲发生作用。

5. 促进维生素 A 代谢和生理作用 锌在体内促进视黄醛的合成和构型转化;参与肝中维生素 A 动员,对维持血浆维生素 A 的浓度恒定,维持正常暗适应能力有重要作用。此外,锌对于维持皮肤健康也是必需的因素。

6. 参与免疫功能 锌能直接影响胸腺细胞增殖,使胸腺素分泌正常,以维持细胞免疫完整性。

（二）锌缺乏对人体健康的影响

锌缺乏表现为生长迟缓、认知行为改变等症状。生长期儿童容易出现锌缺乏。锌缺乏可以导致食欲不振、味觉迟钝甚至丧失、皮肤创伤不易愈合及易感染、第二性征发育障碍、性功能减退、精子产生过少等。

（三）供给量与食物来源

我国锌的推荐摄入量：1～9岁为10mg，10岁以上为15mg，孕妇，乳母为20mg。18岁以上男性每天为15.5mg，女性为11.5mg，孕妇为16.5mg，乳母为21.5mg。

锌来源广泛，但动植性食物中锌的含量与吸收率有很大差异。海产品、红色肉类、动物内脏是锌的极好来源，干果类、谷类胚芽和麦麸也富含锌。植物性食物含锌较低。食物中大部分锌与蛋白质和核酸结合。按每100g含锌量（mg）计算，以牡蛎最高，达100mg以上；畜禽肉及肝、蛋类2～5mg；鱼及其他海产品1.5mg左右；豆类及谷类1.5～2.0mg；蔬菜及水果类含量较低，为1.0mg以下。

五、铜

人体内含铜总量为50～120mg，分布于体内各器官组织中，其中以肝和脑中的浓度最高，肝的铜含量约占全身铜总量的15%，脑占10%左右，肌肉中浓度较低，但含量约占全身铜总量的40%。肝与脾是铜的储存器官，婴幼儿肝脾的铜总量相对比成人高。

（一）生理作用

铜在生物组织中大部分以有机复合物形式存在，很多是金属蛋白，以酶的形式发挥功能。已知有10余种酶含铜，且都是氧化酶，如铜蓝蛋白、细胞色素氧化酶、过氧化物歧化酶、酪氨酸酶、赖氨酰氧化酶等。铜在体内也以上述酶的形式参与许多代谢，如：①铜参与铁代谢和红细胞生成。②促进结缔组织形成，促进蛋白交联。③超氧化物转化铜可保护机体细胞免受超氧阴离子的损伤。④其他作用：如通过含铜酶参与维持中枢神经系统正常功能、促进黑色素形成及维护毛发正常结构；与酪氨酸酶等含铜酶与儿茶酚胺的生物合成、维持中枢神经系统正常功能、酪氨酸转化为多巴及黑色素等都有关系。

（二）铜缺乏对人体健康的影响

铜缺乏可发生不同程度的贫血，并可出现其他症状。例如，人工喂养的早产儿可能发生铜缺乏，其主要表现为皮肤、毛发脱色，精神性运动障碍，血管张力减退，红细胞形成受抑，骨质疏松等。铜缺乏还会降低细胞呼吸和氧化磷酸化作用的能力，使细胞活性减慢；降低Cu/ZnSOD，使细胞周边不饱和脂类被氧化，增加细胞膜的脆性，缩短红细胞寿命。铜缺乏还可引起低血色素性小细胞性贫血。

（三）供给量与食物来源

WHO提出每天每千克体重铜的需要量，婴幼儿为80μg，儿童为40μg，成人30μg；AI为2.0～3.0mg，无副作用水平为9mg，UL为10mg。我国成人铜的适宜摄入量

量为 2mg/d。

含铜丰富的食物有贝类、动物肝肾、鱼类、坚果及干豆类，牡蛎含铜量特别高。植物性食物含铜量取决于其生长的土壤的含铜量。绿叶蔬菜、牛奶含铜量低。

六、硒

硒在人体内的总量为 14 ~ 20mg，广泛分布于所有组织和器官中，肝、胰、肾、心、脾、牙釉质及指甲中硒浓度较高，脂肪组织中最低。

（一）生理作用

进入体内的硒绝大部分与蛋白质结合，称为硒蛋白。目前认为只有硒蛋白具有生物功能，且为机体硒营养状态所调节。

1. 构成谷胱甘肽过氧化物酶 硒是许多抗氧化酶的必需成分，特别是谷胱甘肽过氧化物酶（GSH-Px）的重要组成成分，在体内特异地催化还原型谷胱甘肽，与过氧化物如过氧化氢、超氧阴离子等起氧化还原反应，从而保护生物膜免受损害，维持细胞正常功能。硒可与维生素 E 抗氧化作用相互补充。

2. 增强免疫作用 硒几乎存在于所有免疫细胞中，补硒可明显提高机体免疫力。

3. 保护心血管功能 硒可保护心血管，维护心肌健康。缺硒是克山病重要的发病因素。

4. 促进生长、保护视觉器官及抗肿瘤 缺硒可致生长迟缓。白内障患者及糖尿病性失明者补充硒后，视觉功能有明显改善。动物试验及流行病学调查表明，硒有一定程度的抗肿瘤作用。

5. 解毒作用 硒与金属有很强的亲和力，在体内与重金属，如汞、甲基汞、镉及铅等结合形成金属硒蛋白复合物而解毒并使金属排出体外。

6. 影响代谢 硒通过脱碘酶调节甲状腺激素，从而影响全身的分解和合成代谢。

（二）硒对人体健康的影响

克山病和大骨节病只出现在我国低硒地带内。硒缺乏已被证实是发生克山病的重要原因。低硒是大骨节病发生的环境因素之一。硒摄入过多可致中毒，主要表现为毛发变干、变脆、易断裂及脱落，并有指甲变形，肢端麻木、抽搐，甚至偏瘫，严重者可致死亡。

（三）供给量与食物来源

我国根据饮食调查结果确定预防克山病硒的最低需要量为 19μg/d（男）、14μg/d（女）。1988 年中国营养学会提出 RDA 值为 50μg/d（7 岁以上人群），2013 年中国营养学会提出 RNI 14 岁以上为 60μg/d。

动物的肝、肾以及肉类、海产品都是硒的良好食物来源。但食物中的硒含量受当地水土中硒含量的影响很大。硒甲硫氨酸来自植物性食物，硒半胱氨酸来自动物性食物。

知识链接

克山病和大骨节病

克山病在我国初发生于黑龙江省克山地区，是以多发性灶状心肌坏死为主要病变的地方性心肌病，易感人群为2~6岁儿童和育龄女性，主要表现为心脏扩大、心功能失代偿、心源性休克或心力衰竭、心律失常、心电图可见ST-T波改变，严重时可发生房室传导阻滞、期前收缩等。X线检查可见心脏扩大，呈球形；生化检查可见血浆硒浓度、红细胞谷胱甘肽过氧化物酶活性下降。硒蛋白 mRNA 的浓度也受硒缺乏的影响，故也可用于评价硒缺乏的严重程度。

大骨节病是地方性、多发性、变形性骨关节病，主要发生于青少年时期，会严重影响骨发育。用亚硒酸钠和维生素E治疗儿童早期大骨节病有显著疗效，但不能有效控制大骨节病的发病率。目前认为低硒是其发生的环境因素之一，另有其他致病因子在起主要作用。



克山病

七、氟

人体摄入的氟来自食物、空气、水，而食物氟及水氟含量又与土壤及氟污染密切相关。水氟与氟病关系密切。

(一) 生理功能

1. 氟是牙齿的重要成分 氟被牙釉质中的羟磷灰石吸附后，在牙齿表面形成抗酸性腐蚀的氟磷灰石保护层，有防止龋齿的作用。

2. 促进骨钙磷代谢 氟能与骨盐结晶表面的离子进行交换，形成氟磷灰石而成为骨盐的组成部分。适量氟有利于钙和磷的利用及在骨骼中的沉积，可加速骨骼生长。

(二) 氟对人体健康的影响

氟缺乏可使龋齿发病率增高，还可导致老年人骨质疏松发病率增加。

氟过量可导致氟中毒。损害的主要部位为牙齿，可出现氟斑牙，严重者可发展成氟骨症，表现为腰腿及全身关节疼痛，关节活动受限，骨骼变形甚至瘫痪。

(三) 饮食参考摄入量及食物来源

我国成人饮食氟的适宜摄入量为每天1.5mg。通常而言，动物性食物中的氟含量高于植物性食物，海洋动物中的氟含量高于淡水及陆地食物，鱼和茶叶中的氟含量很高。

任务七 人体的膳食纤维需求

膳食纤维是指不能被人体消化吸收的多糖以及非多糖类的木质素。另外，一些不可消化的物质，如植物细胞壁的蜡、角质和不可消化的细胞壁蛋白质、抗性淀粉等也属于膳食纤维的范畴。

一、膳食纤维的分类

膳食纤维可分为不溶性纤维和可溶性纤维。不溶性纤维主要包括纤维素、半纤维素和木质素。可溶性纤维是指既可溶解于水，又可以吸水膨胀，并能被大肠中的微生物酵解的一类纤维。常存在于植物细胞液和细胞间质中。常见的可溶性膳食纤维有果胶、树胶、黏胶和部分半纤维素（表 1-8）。

表 1-8 膳食纤维的种类、来源和主要功能

种类		食物来源	主要功能
不溶性纤维	木质素	所有植物	待研究
	纤维素	所有植物（如小麦制品）	增加粪便体积
	半纤维素	小麦、黑麦、大米、蔬菜	促进胃肠蠕动
可溶性纤维	果胶、树胶、黏胶	柑橘类、燕麦制品	延续胃排空时间

二、膳食纤维的功能

（1）增强肠蠕动功能，有利于排便。大多数纤维素能促进肠蠕动，还能使粪便含水增多而体积增加和变软，有利于粪便排出。

（2）食物纤维实际上稀释进入的肠内毒素，也加快毒素排出。

（3）减少热能摄入量，达到控制体重和减肥的作用。

（4）能降低血糖和血胆固醇。

（5）预防结肠癌的作用。

食物纤维的副作用：过多摄食食物纤维会引起腹部不适，如增加肠蠕动和增加产气量，从而影响人体对蛋白质、维生素和微量元素的吸收。

三、膳食纤维的需要量及食物来源

我国营养学会提出了中国居民摄入的食物纤维量及范围：低能量膳食 7.52MJ（1800kcal）为 25g/d，中等能量膳食 10.03MJ（2400kcal）为 30g/d，高能量膳食 11.701MJ（2800kcal）为 35g/d。

膳食纤维的主要来源和种类包括：谷类纤维、燕麦纤维、番茄纤维、苹果纤维、魔芋葡聚糖纤维、抗性淀粉等。

知识链接**抗性淀粉**

抗性淀粉（resistant starch）又称抗酶解淀粉及难消化淀粉，定义为在小肠中不能被酶解，但在人的肠胃道结肠中可以与挥发性脂肪酸发生发酵反应的一类淀粉结构。淀粉不能被吸收并且能够进入结肠具有重要的生理功效。

抗性淀粉存在于某些天然食品中，如马铃薯、香蕉、大米等都含有抗性淀粉，特别是高直链淀粉的玉米淀粉（high amylose corn starch）含抗性淀粉高达 60%。抗性淀粉也可通过某些加工方法提高其含量，如将原淀粉加热使其糊化并迅速冷却，则此糊液产生老化，或将淀粉制品在冰箱内储存，都可增加抗性淀粉含量；还可添加脂肪使淀粉变性以增加抗性淀粉含量，因脂肪可使淀粉分子内部的螺旋结构凝固而趋于稳定，可抵抗酶的侵蚀。

任务八 人体对水的需求

一、水在人体内的分布

水是一种最重要的营养素，也是生物体各种物质组成中含量最大的一种。水占人体质量的百分比随年龄的增大而减少，如胚胎约含水 98%，婴儿约 75%，成人为 65%，老年人体内水分含量仅为体重的 50%。

水是机体内每一个细胞和组织的基本组成成分，但不同的组织含水量也各不相同，如血液含水 83%，肌肉含水 76%，皮肤含水 72%，骨骼含水 22%，唾液含水 99.5%，脂肪组织含水 20% 左右。

二、水的生理功能

（一）机体的重要组成成分

水是维持生命、保持细胞外形、构成各种体液所必需的物质，每种体液和组织都含有一定量的水。

（二）参与机体代谢

水具有很强的溶解性，能使许多物质溶解于其中形成水溶液来发挥其生理功能。水的流动性很强，可以作为体内很多物质的载体，对营养物质的吸收和代谢废物的排泄起到了极其重要的作用。同时水本身也参与体内的很多化学反应。可以说，水是各种化学物质在体内正常代谢的保证。

（三）水具有调节体温的作用

水的比热容高、蒸发热大，从而可保证人体在冷、热环境下体温的降低或升高不会过多。另外，水的导热性强，可保证体内各组织和器官的温度趋于一致。

（四）水具有润滑功能

水的黏度小，可使体内摩擦部位润滑，减少损伤。例如，泪液可防止眼球干燥；唾液及消化液有利于咽部的润滑和食物的消化；人体的关节部位、内脏之间需要水来保护；水还可以保持肌肤柔软有弹性以及维持腺体的正常分泌。

三、水的平衡

（一）人体水的排出

在正常情况下，人体水分的摄入量应等于排出量，二者维持着动态平衡。人体的水主要通过以下途径排出体外。

1. **尿液** 正常人摄入一般膳食所排出的尿量为 1000 ~ 1500ml/d，约占排出总水分的一半。
2. **汗液** 通过汗液蒸发所排出的水分约为 500ml/d。
3. **肺呼吸** 呼吸时也会丧失一部分水分，约 300ml/d。
4. **粪便** 粪便中也含有少量的水分，正常人每日通过粪便排出的水分约为 200ml。

（二）水的摄入及来源

机体从以下三个来源获得水分。

1. **饮水和其他饮料** 饮水包括饮用水、茶、咖啡和其他饮料，通过这些途径所摄入的水分占人体水分总来源的 30% ~ 40%。
2. **食物水** 食物水包括固体食物（米饭、馒头、水果等）和液体食物（牛奶、汤等）。许多食物中都含有大量的水分，其中有一部分以结晶水的形式存在，有一部分则以结合水的形式存在，但都可以被人体吸收利用。从食物中所摄入的水分占人体水分总来源的一半以上。
3. **代谢水** 代谢水是由营养素在体内氧化分解以后生成的，即食物进入体内后，三大营养物质和一些纯热能物质在代谢过程中会生成一部分水分。不同成分在氧化过程中生成水量各不相同（表 1-9），此途径为人体提供的水分约占人体水分总来源的 10%。

表 1-9 不同食物成分在体内氧化生成水的量

食物成分	氧化生成水 (g/g)	食物成分	氧化生成水 (g/g)
碳水化合物	0.6	乙醇	1.17
脂肪	1.07	乳酸	0.60
蛋白质	0.42		

案例分析

通过查《中国居民膳食营养素参考摄入量》表（见附录2）可知，该大学生每天所需的热能约为 1800 kcal，其中脂肪提供热能百分比为 20% ~ 30%，取其平均值为 25%；另外蛋白质提供热能的百分比为 15%；剩余约 60% 热能由碳水化合物提供。请根据本案例分析并结合课本知识计算出三大产热营养素的数量。



直击护考



一、名词解释

基础代谢 食物特殊动力作用 氨基酸模式
血糖指数 碘缺乏病

二、选择题

- 下列氨基酸中，婴儿所必需的氨基酸是（ ）。
A. 酪氨酸 B. 丝氨酸 C. 脯氨酸 D. 组氨酸
- 下列更能发挥蛋白质互补作用的食物搭配组合是（ ）。
A. 小麦、大米、大豆、玉米 B. 小麦、大米、大豆、牛肉
C. 豌豆、大米、大豆、玉米 D. 小麦、大米、大豆、豌豆
- 下列可为人体提供能量的营养素有（ ）。
A. 蛋白质 B. 必需脂肪酸 C. 膳食纤维 D. 维生素 A
- 脂肪的热能系数是（ ）。
A. 4kcal/g B. 9kcal/g C. 16.7kcal/g D. 37.6kcal/g
- 假设某人某天从膳食中获取蛋白质 80g、脂肪 80g、碳水化合物 250g，则脂肪占总热能的比例约为（ ）。
A. 20% B. 25% C. 30% D. 35%
- 通常情况下，我国居民每日膳食能量来源中，来自碳水化合物的适宜比例是（ ）。
A. 40% ~ 50% B. 55% ~ 65% C. 60% ~ 70% D. 70% ~ 80%
- 进食碳水化合物时，食物特殊动力作用所消耗能量约占其自身产能的（ ）。
A. 4% B. 6% C. 10% D. 30%
- 与坏血病有关的维生素是（ ）。
A. 维生素 A B. 维生素 D C. 维生素 C D. 维生素 B₂
- 下列不属于碘缺乏病的是（ ）。
A. 克山病 B. 克汀病 C. 亚克汀病 D. 地方性甲状腺肿

10. 下列不属于膳食纤维的营养功能的选项是（ ）。

- A. 促进肠道蠕动
- B. 结合钙、锌、铁等离子
- C. 结合胆酸、降低血中的胆固醇含量
- D. 影响肠道菌群

三、思考题

1. 如何有效地预防钙缺乏？
2. 举例说明什么是蛋白质营养互补作用。
3. 某男，体重 70kg，则其每天的热能消耗大约为 1680kcal，这种说法是否正确？为什么？

北京出版社