

免费提供

*** 精品教学资料包

服务热线: 400-615-1233
www.huatengzy.com

烹饪营养与卫生

PENGRYEN YINGYANG YU WEISHENG

烹饪营养与卫生

主编 王群 崔春立

烹饪营养与卫生

PENGRYEN YINGYANG YU WEISHENG

主编 王群 崔春立

策划编辑: 金颖杰
责任编辑: 乔雷
责任校对: 张博
封面设计: 刘文东

ISBN 978-7-5504-5144-5



9 787550 451445 >

定价: 48.00元



西南财经大学出版社
Southwestern University of Finance & Economics Press



西南财经大学出版社
Southwestern University of Finance & Economics Press

中国·成都



烹饪营养与卫生

PENGRÉN YINGYANG YU WEISHENG

主 编 王 群 崔春立
副主编 崔 云 李迎凯
贾 宁 胡 颖



西南财经大学出版社
Southwestern University of Finance & Economics Press

中国·成都

图书在版编目(CIP)数据

烹饪营养与卫生/王群,崔春立主编;崔云等副主编.—成都:西南财经大学出版社,2021.12(2025.7重印)

ISBN 978-7-5504-5144-5

I. ①烹… II. ①王…②崔…③崔… III. ①烹饪—营养卫生—教材②食品卫生—教材 IV. ①R154②R155.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2021)第 239252 号

烹饪营养与卫生

主编 王 群 崔春立

策划编辑:金颖杰

责任编辑:乔 雷

责任校对:张 博

封面设计:刘文东

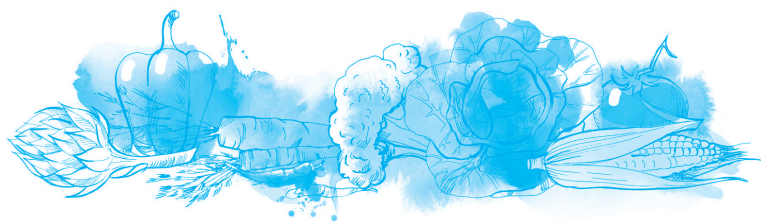
责任印制:朱曼丽

出版发行	西南财经大学出版社(四川省成都市光华村街 55 号)
网 址	http://cbs.swufe.edu.cn
电子邮件	bookcj@swufe.edu.cn
邮政编码	610074
电 话	028-87353785
印 刷	三河市骏杰印刷有限公司
成品尺寸	185 mm×260 mm
印 张	16
字 数	358 千字
版 次	2021 年 12 月第 1 版
印 次	2025 年 7 月第 4 次印刷
书 号	ISBN 978-7-5504-5144-5
定 价	48.00 元

版权所有,翻印必究。

前言

PREFACE



随着生活水平的不断提高，人们对食品的营养及安全问题越来越重视。同时也就对各企业的食品营养及安全方面人才提出了更高的要求。现今的消费者不只满足于对口味的追求，更注重菜肴的营养均衡、搭配合理和菜品安全，希望通过饮食获得全面的营养和健康的体质，以达到延年益寿、提高生活质量的目的。目前，社会上肥胖症、高血压、糖尿病、冠心病等慢性疾病的发病率不断攀升。在这种情况下，社会对复合型烹饪人才的需求越来越大，素质要求也越来越高。这就要求职业教育机构、培训机构培养出的烹饪技术人才不但要数量大、技能强，还要有较高水平的营养与安全知识。

随着科学技术的发展与社会的不断进步，知识的更新越来越迅速。本书根据现行的国家标准、法律法规和政策进行编写，对相关知识点进行梳理，选取大量新知识，将理论和实际紧密结合起来，注重实用性。在编写过程中，本书力求体现当前职业教育改革精神，遵循“以就业为导向，以能力为本位，以应用为目的”的原则，做到与职业资格标准衔接，强化技能教学，满足实际工作需要，力争做到取材合适、深浅适中、通俗易懂、活泼有趣、学生愿学、教师易教。

本书既可作为中等职业学校中餐烹饪与营养膳食专业的主干课程教材，又可作为饭店运营与管理专业、旅游服务与管理专业、西餐烹饪专业的辅修课程教材，还可作为餐饮、旅游、饭店系统职工的培训教材。通过本书，学生可以了解食物的各种营养成分对人体的作用，掌握食品原料的处理方式以及如何



保证人体健康等理论知识。同时，本书对如何进行食品卫生管理及饮食行业从业人员职业道德规范要求做了相应的阐述，使学生既可以学到相关理论知识、操作技能，又能形成良好的职业道德习惯。

本书共包括七章，章节设计合理，每节知识点难度适中、内容适当，全面介绍了食品营养、安全及卫生管理知识，着重讲解了烹饪与营养的关系及营养素的保护方法。为了提高教材的趣味性和实用性，本书设计了“知识拓展”“小实验”等内容，在调动学生学习兴趣的同时，更能提高学生的思考能力和动手操作能力，符合学生的学习规律，适应职业教育的需要。

本书内容及参考学时如下表所示。

章 号	内 容	学 时
一	营养素和能量	14
二	营养素的消化吸收和平衡	12
三	烹饪对营养素的影响	6
四	食品卫生	12
五	食品包装材料、容器、用具与食品标签	14
六	各类食品的营养价值及卫生	12
七	食品卫生管理	8
合计		78

本书由天津市经济贸易学校王群、崔春立任主编，天津市经济贸易学校崔云、李迎凯、贾宁、胡颖任副主编，天津市经济贸易学校郭迎、卢亚莉、穆丹、赵莹、宛红颖、孙月芹参与编写。

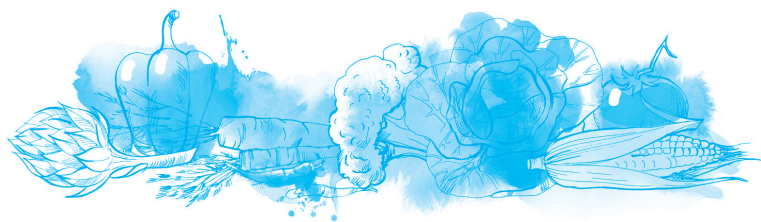
由于编者水平有限，书中难免存在疏漏和不足之处，敬请广大读者批评指正。

编 者

2021年8月

目录

CONTENTS



1/ 第一章 营养素和能量

1/ 第一节 糖类

9/ 第二节 脂类

14/ 第三节 蛋白质

24/ 第四节 矿物质

34/ 第五节 维生素

44/ 第六节 水

48/ 第七节 能量

54/ 第二章 营养素的消化吸收和平衡

54/ 第一节 食物的消化与吸收

61/ 第二节 膳食结构与膳食指南

70/ 第三节 膳食调配和食谱编制

73/ 第四节 几种特殊人群的膳食建议

78/ 第五节 几种疾病的膳食建议及食谱编制

88/ 第六节 食疗养生与药膳

92/ 第三章 烹饪对营养素的影响

92/ 第一节 营养素在烹饪过程中的变化

99/ 第二节 加工及烹饪方法对原料的影响

105/ 第三节 烹饪过程中对营养素的保护措施

110/ 第四章 食品卫生

110/ 第一节 食品卫生基础知识

115/ 第二节 食品的生物性污染及预防

127/ 第三节 食品的化学性污染及预防

132/ 第四节 食品的物理性污染及预防

134/ 第五节 食品添加剂

148/ 第六节 食物中毒

157/ 第五章 食品包装材料、容器、用具与食品标签

157/ 第一节 塑料包装与容器

166/ 第二节 一次性纸杯与餐巾纸

169/ 第三节 铁与不锈钢用具

172/ 第四节 陶瓷与密胺餐具

174/ 第五节 筷子

177/ 第六节 预包装食品标签

191/ 第六章 各类食品的营养价值及卫生

191/ 第一节 植物性食品的营养价值与卫生

202/ 第二节 动物性食品的营养价值与卫生

215/ 第三节 食用油脂、调味品的营养价值与卫生

222/ 第四节 酒类和软饮料的营养价值与卫生

227/ 第五节 罐头、糖果和糕点的营养价值与卫生

229/ 第六节 冷饮的卫生

235/ 第七章 食品卫生管理

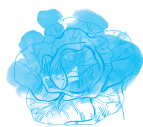
235/ 第一节 食品从业人员职业道德

237/ 第二节 食品生产的卫生管理

241/ 第三节 食品生产的环境管理

243/ 第四节 食品安全管理体系

249/ 参考文献



第一章 营养素和能量

学习目标

1. 了解能量对人体的重要意义。
2. 熟悉各种营养素的特点。
3. 掌握营养素的生理功能。

营养学是一门研究机体与食物之间关系的学科。通过对营养学的历史、起源、发展、特征、层次等方面的描述，人们可以知道营养学的发展脉络。营养学对社会、行业、健康、政策具有深远影响。

在营养学中，营养素指食物中能被吸收及用于增进健康的基本元素。某些营养素是必需的，它们不能被机体合成，因此必须从食物中获取。人体需要的营养素主要有糖类、脂类、蛋白质、矿物质、维生素和水，统称为六大营养素。它们是构成机体组织的物质基础，是人体能量的来源，同时也发挥着调节控制人体各种生理功能的作用。人的所有生命活动都离不开这六大营养素，并且这些营养素的每日摄入量应当在一个合理范围内，过多或者过少都不利于人体健康。

能量是人生命活动的基础。人在运动和安静状态下都需要能量。人体所需能量来自食物中的糖类、脂类和蛋白质，三者统称为产能营养素。人体可将能量从一种形式转化为另一种形式，如供运动的机械能、维持体温的热能等。人体为了维持生命体征必须获得足够的能量。



第一节 糖类

早期研究发现，有一类多羟基醛或多羟基酮及其缩聚物和某些衍生物具有相似的生理功能，它们主要由碳（C）、氢（H）、氧（O）三种元素组成，并且其中的 $H : O \approx 2 : 1$ ，接近水分子中H和O的比例，于是人们将这一类化合物称为碳水化合物。但是，人们在进一步的研究中发现，并不是所有糖类的分子式都符合 $H : O \approx 2 : 1$ 这个规律，如鼠李糖作为一种微量糖，它的分子式为 $C_6H_{12}O_5$ ，不符合碳水化合物的定义。而有些物质，如甲醛（ CH_2O ）等符合碳水化合物的定义但却不是糖类。于是，人们认为用碳水化合物来表述这一类物质会发生混淆或并不能表现其真实的特性，而用糖类取代碳水化合物更符合科学要求。由于碳水化合物这个概念已经使用了很长时间，因此有时会出现“糖类”和“碳水化合物”通用的现象。



绿色植物通过光合作用可产生糖类，因此糖类广泛存在于自然界中。人们生活中食用的淀粉类物质（如大米、面粉、玉米、马铃薯等）、食用糖（如蔗糖、蜂蜜等）、膳食纤维（如木质素、果胶、藻胶等）都属于糖类。



一、糖的组成和分类

糖类是对人体非常重要的营养素，人体所需能量的 60%~70% 来源于糖类。根据分子结构的不同，糖类可分为三大类：单糖、双糖和多糖。

1. 单糖

单糖一般含有 3~6 个碳原子，是结构和组成最简单的糖类，可不经消化直接被人体吸收，是糖类能被人体吸收利用的基本形式。单糖不能进一步分解为糖类，若进一步分解则会失去糖的性质。它是构成双糖和多糖的基本单位。单糖是无色晶体，味甜，有吸湿性，易溶于水，难溶于乙醇，不溶于乙醚。营养学中具有代表性的单糖有葡萄糖、果糖和半乳糖。

(1) 葡萄糖 ($C_6H_{12}O_6$)。葡萄糖的甜度为 75，是最重要且与人类关系最密切的单糖。葡萄糖在自然界中主要存在于植物性食物中；在动物组织，如血液、肌肉、肝脏中也有，但是不如植物中的范围广、含量高。葡萄糖在水果，如西瓜、柑橘、甜瓜等中含量较高，葡萄中葡萄糖的含量达到其干重的 20%。葡萄糖对人体具有重要的生理意义，人体血糖指的就是葡萄糖。人体各个器官每天都要消耗不等量的葡萄糖，血糖必须保持在一定的水平才能维持体内各器官和机体组织的需要。脑组织所需能量均来自糖类，大脑每天消耗 100~120 g 葡萄糖，长时间持续的严重低血糖会导致大脑的不可逆损伤，使人体出现意识模糊甚至死亡。

(2) 果糖 ($C_6H_{12}O_6$)。果糖为葡萄糖的同分异构体，甜度为 175，是甜度最高的一种糖。果糖存在于水果和蜂蜜中。根据蜜源的不同，蜂蜜中果糖的含量为 34%~44%。食物中的果糖被人体吸收后，经肝脏转化成葡萄糖被人体利用。肝脏是能够代谢果糖的唯一器官。果糖在肝脏中先迅速转变为肝糖，然后转化为葡萄糖，所以血液中果糖含量很低。果糖代谢不需要胰岛素参与，因此果糖可以作为糖尿病患者食品中的甜味剂。食用果糖应适量，一次性大量食用果糖也会引起人体不适，出现恶心、呕吐、腹痛等症状。因为果糖不易被口腔中的微生物利用，所以儿童食用果糖的龋齿发病率相对于食用其他糖类要低。

(3) 半乳糖 ($C_6H_{12}O_6$)。半乳糖为白色晶体，味稍甜，甜度为 32，是神经和软骨的重要组成部分。半乳糖由乳糖（双糖）经消化后产生，在自然界中很少独立存在。乳糖经消化后可得到一分子葡萄糖和一分子半乳糖。半乳糖在人体内先转变成肝糖原，再被利用。

2. 双糖

双糖又称二糖，是由两个单糖分子脱去一分子水而产生的低聚糖。双糖存在于天然食物中。双糖味甜，易溶于水，多为晶体。双糖不能直接被人体吸收，需要经消化后分解为单糖才能被吸收。双糖的典型代表有蔗糖、麦芽糖和乳糖。



(1) 蔗糖。蔗糖为白色晶体，易溶于水，甜度仅次于果糖。蔗糖的甜度被规定为100，是衡量糖类甜度的标准。蔗糖的熔点为185℃~186℃，加热到200℃时可生成黑褐色的焦糖，中式烹调中的“炒糖色”就是利用了这一原理。人们在生活中经常使用的绵白糖、砂糖、红糖的主要成分都是蔗糖。蔗糖广泛存在于植物的各个部分，在甘蔗和甜菜中含量较高，故甘蔗和甜菜可用于生产蔗糖。甘蔗和甜菜经压榨后粗制得到红糖，红糖未经精炼，榨汁中的大部分成分被保留下来，它的维生素与微量元素含量均较白糖高。红糖经过精炼就可以得到白砂糖和绵白糖。一分子蔗糖水解生成一分子葡萄糖和一分子果糖。过量摄入蔗糖会增加糖尿病、龋齿的患病风险。

(2) 麦芽糖。麦芽糖的甜度为32，在植物中含量较少。谷物种子发芽时，其中的淀粉在酶的作用下会生成麦芽糖，由于其在麦芽中含量较高，故而得名。麦芽糖为针状晶体，易溶于水，由两分子葡萄糖脱去一分子水缩合而成。食品工业中并不用这种方法生产麦芽糖，而采用淀粉水解法。米、面等淀粉类食物在被咀嚼时，其中的淀粉在唾液淀粉酶的作用下会生成麦芽糖，所以人在咀嚼馒头、米饭时会感觉到甜。麦芽糖在烹调和焙烤中应用得比较广泛，如烤鸭、烤面包、烤甜品时常用的饴糖，其主要成分就是麦芽糖。淀粉经大麦芽中的酶水解后得到饴糖，饴糖是糊精和麦芽糖的混合物。麦芽糖不能被人体直接吸收，需要经过消化水解成两分子葡萄糖后才能被吸收。

(3) 乳糖。乳糖为白色晶体，难溶于水，甜度为16，仅存在于哺乳动物的乳汁中。人乳中乳糖含量为7.5%~8.5%，牛乳中乳糖含量为4%~6%，羊乳中乳糖含量为4.5%~5%。乳糖由一分子葡萄糖和一分子半乳糖脱水缩合而成。乳糖的消化、吸收时间较长，这有利于乳酸菌生长。乳酸菌大量生长繁殖后会改变肠道酸碱值（*pondus hydrogenii*, pH），并形成优势菌群，有利于抑制腐败菌生长，改善肠道环境，减少有害物质的产生，降低肠道疾病的发病概率。乳糖经乳酸菌发酵后产生乳酸，这是制造酸奶的原理。此外，婴儿的生长发育也离不开乳糖。

有些人因缺乏乳糖酶或者因乳糖酶生成不足、活性不高，导致饮用乳及其制品后出现腹胀、腹泻或腹痛的症状，称为乳糖不耐受症。乳糖不耐受症患者不能消化或只能消化部分乳糖，这导致剩下未被消化的乳糖在进入肠道后被细菌利用，细菌发酵乳糖产生气体及短链脂肪酸，引起腹胀、腹泻或腹痛等症状。

想一想

请根据上述内容思考，有乳糖不耐受症的人群能喝牛奶吗？

知识拓展

自然界中的蔗糖是由植物经光合作用产生的。25℃时，每100g水可以溶解210g蔗糖，即溶解度为210g。白砂糖是由甘蔗和甜菜压榨后精炼得到的，白砂糖在特定



条件下经重结晶形成冰糖，白砂糖和冰糖在中式烹调中常被用于热菜制作。绵白糖是在制糖过程中加入转化糖浆得到的，在中式烹调中常用于冷菜制作。红糖是甘蔗和甜菜经压榨后粗制得到的产物，营养丰富，部分物质在氧气中不稳定，长时间储存会被氧化，导致品质下降。中医认为，红糖具有益气、补血破淤、散寒止痛、镇静安神、助脾化食等功效，适合体虚受寒、年老体衰、大病初愈者食用。

资料来源：https://www.sohu.com/a/217096601_119004，有改动。

3. 多糖

多糖是由多个单糖分子脱水缩合而成的高分子化合物。组成多糖的单糖分子的数量是不确定的，从几百到几千不等。多糖不溶于水，无甜味，不能形成结晶，水解最终产物是单糖。多糖在自然界中分布广泛，其中淀粉、糖原和纤维素具有重要营养学意义。淀粉、糖原能被人体消化、吸收，而纤维素则不能。

(1) 淀粉。绿色植物通过光合作用可产生淀粉。淀粉在植物的根（块状根）、茎、种子和坚果中含量较高，是植物储存能量的一种形式。淀粉是产量充足、获得方便、价格低廉的食物，是人体能量的主要来源。因此，淀粉类食物对人类社会具有重要意义。淀粉无甜味，不溶于冷水，与水共煮至 70℃ 时会形成淀粉浆，也就是人们常说的糨糊，这称为淀粉的糊化作用。糊化后的淀粉具有胶黏性，冷却降温后会产生胶凝作用。食品中的粉条、粉丝、粉皮及面点中的烫面就是利用这一原理制成的。

根据结构的不同，淀粉分为直链淀粉和支链淀粉。直链淀粉分子为无分支的螺旋结构，可溶于热水。支链淀粉会在热水中膨胀，但不溶于热水。人们在生活中接触到的淀粉约含 25% 的支链淀粉和 75% 的直链淀粉。直链淀粉遇碘显蓝色，支链淀粉在单独存在时遇碘显棕色。绿豆富含直链淀粉，而糯米淀粉绝大部分是支链淀粉。

天然淀粉经化学、物理方法或酶处理后，其物理化学性质会发生变化，变化后的淀粉称为变性淀粉。变性淀粉可用于医学、纺织及食品工业等众多领域，如某些变性淀粉可制作成适合糖尿病患者食用的食品。

糊精是淀粉水解为葡萄糖的中间产物。淀粉在消化过程中不能直接被人体吸收，而需要在消化道内逐步分解为糊精、麦芽糖和葡萄糖才能被人体吸收利用。糊精易溶于水，容易消化，保水性强，分子大小约为淀粉的 1/5。糊精被广泛应用于医药、造纸、食品等众多领域。例如，在婴儿食品中添加糊精可改善口感，在面点原料中添加糊精可改善产品的保水性和品相。淀粉经焙烤后经常会在表面形成糊精，如烤面包、饼干外面的棕黄色硬皮，大米粥表面的黏性筋膜都是糊精。在肠道中，糊精可促进嗜酸微生物生长，抑制细菌繁殖。根据这一原理，儿童轻度腹泻时可适当食用一些烤黄的馒头片，有利于减轻症状。

(2) 糖原。糖原溶于水，是动物储存糖类的主要形式，有动物淀粉之称。糖原主要储存在肝脏（肝糖原）和肌肉（肌糖原）中，具有维持能量平衡的作用。糖原是由大量葡萄糖结合而成的支链多糖，结构类似于支链淀粉，但是分支更多。



当摄入的糖类或脂类物质超过需要量时，人体就会将其部分转化为糖原储存在肝脏和肌肉中，肝糖原可维持正常的血糖浓度，肌糖原可为肌肉运动提供能量。当细胞内的糖含量降低时，机体就会调用糖原，将其转化为葡萄糖。人体内的糖原总量约 370 g，其中肌糖原大约有 245 g，肝糖原大约有 108 g，其他大部分组织（如心肌、肾脏、脑等）中也含有少量糖原。糖原只能提供人体全天所需能量的 60%，不能满足人体一天的能量需求。因此，人必须建立良好的饮食习惯，每天定时就餐以补充糖类，否则机体会分解脂肪和蛋白质来满足能量的消耗。

(3) 纤维素。食用植物纤维素又称膳食纤维，是葡萄糖组成的大分子多糖，是多糖中最复杂的一种，广泛存在于植物中，是植物细胞壁的重要成分。膳食纤维不溶于水，分为纤维素、半纤维素、果胶及木质素等。在海藻、水果、豆类外皮、谷物及蔬菜中，膳食纤维的含量都很丰富。由于人体中没有能够分解膳食纤维的酶，所以膳食纤维不能被人体消化，更不能被人体吸收。膳食纤维具有很多独特的功能，是重要的营养素。膳食纤维吸水量大，溶液黏度高，可结合胆酸，具有离子交换能力等特性，其生理功能如下：

① 降低血浆胆固醇。肝脏利用血液中的胆固醇制造胆汁，分泌的胆汁储存于胆囊中。人进食后，胆囊受到刺激而收缩，胆汁被排出，在小肠中帮助消化。如果食物中膳食纤维含量少，则胆汁中的大部分胆固醇会被重新吸收进入血液，这是引起血浆胆固醇升高的重要原因。而食物中膳食纤维含量高，则大部分胆汁会被纤维素吸附，并随粪便排出体外，重新被吸收进入血液的胆固醇只有一小部分，血浆胆固醇浓度降低，从而降低了高胆固醇血症及动脉粥样硬化等疾病的患病率。燕麦及蔬菜等高膳食纤维食物可降低 10%~50% 的血浆胆固醇，并且以低密度脂蛋白（约含 25% 蛋白质和 49% 胆固醇及胆固醇酯）为主，而高水平的低密度脂蛋白是动脉粥样硬化的诱因。

② 降低产能营养素的吸收及改善餐后血糖。膳食纤维的吸水性强、膨胀率大，因此可增加饱腹感，减少食物摄入量。膳食纤维具有很强的吸附性，可以吸附产能营养素，减少产能营养素的消化、吸收。膳食纤维还能促使胰岛素水平升高，平抑餐后血糖。这些有利于减少产能营养素的吸收和改善餐后血糖，对肥胖人群和高血糖人群的健康有利。

③ 改善大肠功能。膳食纤维可以增加粪便的体积和含水量，润滑并刺激肠道蠕动，使粪便在肠道内的通过速度加快，缩短粪便在肠道内的停留时间，增加排便次数，减少有害微生物代谢产生的亚硝酸盐、多环芳烃、胺、酚等在人体内的停留时间，降低肠道恶性肿瘤、便秘、痔疮的患病率。

虽然膳食纤维具有多种优良的生理功能，但并不是所有人群都适合食用高膳食纤维食物。膳食纤维可降低肠道消化酶的作用，可吸附营养素并在营养素和消化道之间形成物理屏障，这些作用对营养素来说是无选择性的，是对所有营养素都会产生的作用。食物中膳食纤维含量过高可降低蛋白质和脂肪 2%~3% 的表观消化率（详见本章第三节）。这些因素对正常人并不会产生健康影响，但是对一些特殊人群，如孕妇、儿童则会减少其营养素的吸收，同时也不利于消化道溃疡、营养不良等患病人群的康复。



二、糖的生理功能

1. 供给能量

糖类是人体最主要的能量来源。在维持人体生命活动中，糖类提供了 60%~70% 的能量。能够提供糖类的食物以谷物为主。糖类经水解转化为葡萄糖后再经氧化放热为机体提供能量。1 g 葡萄糖可为机体提供 17 kJ (约 4 kcal) 能量，比等量脂肪低，但是糖类食物比脂类食物来源广、易获得、价格低、耐储存、易消化，并且产生能量的速度比脂肪和蛋白质快。葡萄糖在被摄入体内 0.5~1 h 后就可为机体提供能量，可及时为机体补充能量。糖类氧化产生的二氧化碳和水对机体无害且容易排出体外。糖类是心脏、神经系统和肌肉的主要能源物质，葡萄糖是中枢神经唯一的能量来源。

2. 构成机体组织

人体组织离不开糖，人体的绝大部分器官，如神经等含有糖。人类软骨、细胞膜、激素、酶和遗传物质的构成都离不开糖的参与。

3. 帮助脂肪彻底氧化

人体脂肪完全氧化的最后产物是二氧化碳和水。当人体内葡萄糖含量不足时，脂肪不能完全氧化分解，会生成酮并在体内积蓄，而酮进一步代谢会产生具有酸性的脂肪酸，从而导致酸中毒。过多的酮在人体内积蓄会危害多个器官，尤其是大脑。糖可以帮助脂肪完全氧化，防止酮的产生和积蓄。为了防止酮中毒，人体每天至少需要摄入 50 g 的糖类物质。

饥饿和糖尿病会增加酮中毒的风险。人在饥饿的情况下，糖原迅速消耗殆尽，人体就会分解体内的脂肪提供能量。此时，由于缺少糖类的协助，脂肪不能充分氧化，导致了酮的积蓄。糖尿病患者的血液中含有大量葡萄糖，但其不能参与代谢，不能协助脂肪的氧化，也会导致酮的积蓄。

4. 提高蛋白质利用率

当体内糖类供给不足时，机体会分解食物中的部分蛋白质来提供能量，在某些情况下甚至有可能分解机体组织中的蛋白质来维持生命活动。这不但会浪费食物中的蛋白质，而且会对机体各器官造成损害。若人每天摄入充足的糖类物质，机体就会优先利用糖类物质来供给能量。机体获得了足够的能量，就会避免利用食物蛋白分解放热，进而保证食物中的蛋白质能发挥自己特有的生理功能，同时也保护了各器官免受损害。

5. 提高肝脏的解毒能力

食物中糖类物质充足，肝脏会储备足够的肝糖原，从而增强肝脏功能并促进肝素的合成。肝素可与某些有机毒物、重金属和细菌毒素，如乙醇、四氯化碳、砷等结合而使其毒性降低或失去毒性。如果食物中糖类物质不充足，则肝糖原储备不足，肝脏的解毒能力就会明显下降，有毒物质则会损害肝细胞。因此，在饮酒前后食用糖类物质有利于保护肝脏。



三、糖的来源及摄入量

糖类的食物来源主要是植物。淀粉主要来源于谷类和根茎类食物，如大米、面粉和马铃薯等。非淀粉的糖类，如单糖、双糖和膳食纤维主要来源于蔬菜、水果。精制糖，如红糖、白砂糖等也是糖类的来源之一。此外，乳类中的乳糖是婴幼儿糖类的重要来源。

个体糖的摄入量根据年龄、性别、生活水平和工作强度等因素的不同而异。中国营养学会推荐糖类摄入量占总能量的 55%~65%，相当于 350 g 糖类或 400 g 粮食。人的糖类来源以淀粉为主，成人糖类平均需要量为每日 120 g，孕妇糖类平均需要量为每日 130 g，乳母糖类平均需要量为每日 160 g。膳食纤维推荐摄入量为 25~35 g。成人蔗糖等精制糖的摄入量不超过每日 25 g。

知识拓展



糖尿病患者需要控制糖的摄入量。糖尿病患者的主食提倡多选用粗杂粮。荞麦面、莜麦面、标准粉、二合面（玉米面和黄豆面混合）、三合面（玉米面、黄豆面和白面混合）等制品可作为糖尿病患者的推荐主食。糖尿病患者不可食用纯糖类食物及其制品，如红糖、白砂糖、冰糖、葡萄糖、饴糖、蜂蜜、糖果、糕点、果酱、蜜饯、冰激凌等。特别嗜好甜食的患者可选用木糖醇、山梨醇、蛋白糖、甜菊苷等甜味剂代替。但是这些甜味剂用量也有限制，如木糖醇日用量宜小于 50 g。

糖尿病患者还应限制蒜苗、土豆、芋头、藕、胡萝卜、鲜豌豆、蚕豆、高糖水果的食用。这些食物含糖量也较高，如需食用，应当适量，同时应减少主食摄入。

资料来源：https://www.baidu.com/bh/dict/ydxx_8551128700906702761?tab=%E6%97%A5%E5%B8%B8&title=%E7%B3%96%E5%B0%BF%E7%97%85&contentid=ydxx_8551128700906702761&subTab=%E9%A5%AE%E9%A3%9F&query=%E7%B3%96%E5%B0%BF%E7%97%85+%E9%A5%AE%E9%A3%9F&sf_ref=dict_home&from=dicta，有改动。

小实验

唾液淀粉酶对淀粉的水解有催化作用

实验器材：试管、烧杯、胶头滴管。

实验试剂：唾液、淀粉糊、水、碘液。

操作过程：分别向两支试管中加入等量淀粉糊，向其中一支试管中加入唾液，向另一支试管中加入水，唾液和水的量均为 2 mL。将两支试管放入 37 ℃ 的恒温水浴箱中，10 min 后取出，然后分别向两支试管中滴加碘液。

实验现象：加入唾液的试管内容物颜色不变蓝，加入水的试管内容物颜色变蓝。

实验原理：唾液淀粉酶可以水解淀粉生成糖类物质，水不能水解淀粉。淀粉遇碘会变成蓝色。



课后作业

一、选择题

1. 下列选项中不属于双糖的是 ()。
A. 蔗糖 B. 麦芽糖 C. 乳糖 D. 果糖
2. 下列选项中遇碘显蓝色的是 ()。
A. 葡萄糖 B. 纤维素 C. 麦芽糖 D. 直链淀粉
3. 糖类物质的主要食物来源是 ()。
A. 植物 B. 蛋类 C. 谷物 D. 肉类

二、填空题

1. 根据分子结构的不同, 糖类可分为三大类: _____、_____ 和 _____。
2. 食品中的粉条是利用淀粉的 _____ 这一原理制成的。
3. 根据结构的不同, 淀粉分为 _____ 和 _____。

三、名词解释

1. 乳糖不耐受症
2. 双糖
3. 六大营养素

四、判断题

1. () 所有糖类的分子式都符合 $H : O \approx 2 : 1$ 这个规律。
2. () 长时间持续的严重低血糖会导致大脑的不可逆损伤。
3. () 乳糖广泛存在于动植物中。

五、简答题

1. 乳糖不耐受症对人体健康有哪些不利影响?
2. 膳食纤维的生理功能有哪些?
3. 糖的生理功能有哪些?



第二节 脂 类

脂类是脂肪和类似脂肪物质的统称。它不溶于水而溶于有机溶剂，因此可以用脂溶性溶剂进行提取。脂类属于产能营养素。人体中的脂类约占体重的 14%。



一、脂类的组成及分类

脂类包括脂肪和类脂两类。

1. 脂肪

脂肪主要含碳（C）、氢（H）、氧（O）3 种元素。脂肪中可氧化的元素碳、氢的比例比糖类高，因此单位重量的脂肪放出的能量比同等重量的糖类多。生活中常见的动植物油脂，如猪油、羊油、大豆油、花生油为中性脂肪，主要成分为甘油三酯。甘油三酯由 1 分子甘油与 3 分子脂肪酸脱水缩合而成。食物中的甘油三酯占脂类物质的 95%，剩下的 5% 为类脂。人体中 99% 的脂类物质为甘油三酯，主要分布在皮下、腹腔和肌纤维间。参与构成甘油三酯的脂肪酸的种类多且结构复杂，它们根据化学结构不同可分为饱和脂肪酸和不饱和脂肪酸两大类。

（1）饱和脂肪酸。如果脂肪酸分子中不含双键，碳原子全部以“C—C”的形式连接，则称为饱和脂肪酸。这部分脂肪酸在常温下呈固态，称为“脂”，以动物油为代表，如羊油、猪油等。

（2）不饱和脂肪酸。脂肪中的脂肪酸分子中如果含有双键，即某些碳原子之间以“C=C”的形式连接，则称为不饱和脂肪酸。若脂肪酸的碳链结构中只含 1 个双键，则称为单不饱和脂肪酸；若脂肪酸的碳链结构中有 2 个及 2 个以上的双键，则称为多不饱和脂肪酸。不饱和脂肪酸含量高，则在常温下呈液态，称为“油”，常见于植物油，如大豆油、葵花籽油等。除植物外，一些动物，如深海鱼类体内也含有不饱和脂肪酸。

人体代谢需要，但是在体内合成不足或不能合成，只能从食物中获得的脂肪酸称为必需脂肪酸。必需脂肪酸具有许多重要的生理功能，如参与细胞膜、磷脂的构成，参与胆固醇代谢，降低放射线对皮肤的损害，修复机体组织，促进泌乳、新生组织的合成及婴儿生长发育等。如果必需脂肪酸长期摄入不足，人体就会出现皮肤干燥、龟裂，胆固醇在血管沉积，婴儿发育缓慢等情况。目前，亚油酸是已经确定的必需脂肪酸，它含有 2 个“C=C”，属于不饱和脂肪酸。不饱和脂肪酸中的花生四烯酸和亚麻酸也具有必需脂肪酸的生理功能，但是并不一定必须从食物中获得，可以由亚油酸转变而来。亚油酸主要存在于富含油脂的植物种子中，正常成人以每日摄入 6~8 g 为宜。



想一想

在日常生活中，人们经常接触到亚油酸和亚麻酸，本节内容简要介绍了亚油酸，那么亚麻酸又是什么？

2. 类脂

类脂的组成元素以碳、氢、氧为主，还含有氮(N)、磷(P)、硫(S)等。类脂常与脂肪同时存在。磷脂、糖脂、脂蛋白和固醇都属于类脂。其中，磷脂和固醇在营养学上有重要意义。

(1) 磷脂。甘油三酯中的1~2个脂肪酸被含有磷酸的基团取代所得到的物质称为磷脂。磷脂是细胞膜的重要组成成分，约占细胞膜质量的40%。磷脂可作为乳化剂，帮助脂类及脂溶性物质通过细胞膜，有助于脂肪的吸收。卵磷脂和脑磷脂对人体来说非常重要。动物脑、肝，蛋黄，大豆富含卵磷脂；动物脑、骨髓富含脑磷脂。

(2) 固醇。固醇包括胆固醇和类固醇。胆固醇主要存在于动物脑、肝脏和蛋黄中，类固醇在大豆、谷胚中含量丰富。胆固醇对人体具有非常重要的作用。胆固醇是细胞膜、神经组织、肾上腺素、胆汁、性激素、维生素D等物质的组成成分或合成材料。细胞大约聚集了人体90%的胆固醇。人体从食物中获得的胆固醇并不多，自身合成是胆固醇的主要来源。



二、脂类的生理功能

1. 储存并供给能量

脂肪经消化、吸收后，一部分用于构成人体组织，一部分氧化分解产生能量，另一部分则被储存起来。1 g脂肪在代谢过程中可释放约9 kcal的能量，而1 g糖类和1 g蛋白质均释放约4 kcal的能量，单位重量的脂肪所释放的能量要比同等重量的糖类和蛋白质多很多。脂肪是人体储存能量的一种形式，当人们摄入过量的糖类、脂类和蛋白质时，机体会将不能及时消耗掉的产能营养素转化为脂肪储存在肠系膜、大网膜等处。当人体摄入的能量不能满足机体的需求时，这部分脂肪就会转化为能量，但是脂肪在人体缺氧的条件下是不能提供能量的。骆驼很好地利用了脂肪储能的这一特点，将营养素转化为脂肪储存在驼峰中，在食物缺乏时为机体提供能量。

2. 构成机体组织

脂类是构成细胞和人体组织的重要成分，如细胞膜、线粒体膜、细胞核膜和内质网膜等都离不开胆固醇和磷脂，而脑和神经组织则离不开糖脂。脂类物质一般不单独发挥作用，通常与蛋白质结合后形成脂蛋白，才能发挥相应的生理功能。

3. 维持体温恒定

脂肪是热的不良导体，体内温度不会因外界过冷而迅速降温，也不会因为过热而迅速升温。在降低身体内外热交换效率的同时，脂肪给了机体足够的时间通过排汗、肌肉摩擦



或人为增减衣物等方式调节体温。生活在寒冷地区的动物皮下脂肪比较厚就是这个道理。

4. 保护机体组织

身体内的脂肪组织柔软且有弹性，在运动过程中可降低组织之间的相互摩擦、挤压和撞击。同时，相邻组织之间的脂肪是与脏器相互粘连的，因此还起到固定器官的作用。

5. 帮助吸收脂溶性维生素

脂溶性维生素（维生素 A、维生素 D、维生素 E、维生素 K 及 β -胡萝卜素）只能溶解在脂肪或有机溶剂中，不能溶解在水中。因此，脂肪是脂溶性维生素的重要载体，可通过其他途径吸收的脂溶性维生素很少。大部分植物油、奶油、鱼肝油的脂溶性维生素含量都较高。当人体消化、吸收脂肪时，会将脂溶性维生素一同吸收进体内。例如，在烹饪胡萝卜等脂溶性维生素含量丰富的食物时，适量的油脂可促进脂溶性维生素的吸收就是这个道理。如果饮食中长期缺乏脂肪或因疾病而产生对脂类物质的消化、吸收或代谢方面的障碍，则人体缺乏脂溶性维生素的概率就会增高。

6. 供给必需脂肪酸

人体合成的必需脂肪酸不能满足机体的需求，只能从食物中获得。目前，已经确定的必需脂肪酸是亚油酸，而亚油酸只能从油脂中获得。一般情况下，植物油中亚油酸的含量比动物脂肪高。

7. 刺激食欲和增加饱腹感

脂肪可以赋予食物特殊的风味，刺激人的感官，使人产生食欲。但是，过多摄入脂肪会引起肥胖等健康问题。脂肪可以抑制消化道蠕动，增加胃排空时间，降低消化速度，增加饱腹感。



三、脂肪营养价值的评价

不同食品原料中脂肪组织的组成成分不同，故其营养价值也不同。脂肪营养价值的高低取决于这种脂肪的消化吸收利用程度及其必需脂肪酸和脂溶性维生素的含量。

1. 脂肪的消化率

脂肪只有被消化后才能被人体吸收利用，所以脂肪的消化率是衡量脂肪营养价值的重要指标之一。影响脂肪消化、吸收的因素有多种，熔点其中之一。脂肪中不饱和脂肪酸和低级脂肪酸含量越高，则熔点越低，也更容易被消化，其营养价值也越高。大多数植物油的不饱和脂肪酸含量相对较高，熔点较低，在常温下呈液态或被人食用后在体温的作用下转化为液态。胆汁容易将液态油脂以微小油滴的形式分散到消化液中，增大其与消化液的接触面积，这就是乳化作用。乳化作用增加了油脂与脂肪酶接触的面积和概率，所以熔点低的植物油容易消化。而动物脂肪的不饱和脂肪酸含量相对较低，在常温下呈黏稠状或固态，被人食用后由于熔点高于体温，在体内也不容易转化为液态，不能充分被胆汁乳化，所以消化率就低，营养价值也低。



2. 必需脂肪酸的含量

人体不能合成必需脂肪酸或合成量不能满足人体需求，而必须从食物中获得。油脂是人体获取必需脂肪酸的主要途径。因此，油脂中必需脂肪酸的含量是评价脂肪营养价值的重要指标。油脂所含必需脂肪酸越多，其营养价值也就越高。一般情况下，除椰子油以外的植物油，其必需脂肪酸含量比动物脂肪高，因此植物油的营养价值总体上高于动物脂肪。

3. 脂溶性维生素的含量

脂溶性维生素必须以油脂为载体才能被人体吸收，因此油脂中脂溶性维生素的含量也是衡量脂肪营养价值的重要指标。植物油中维生素 A 和维生素 D 的含量较少，但是维生素 E 的含量比动物脂肪多。家畜的皮下脂肪中几乎不含脂溶性维生素，但是肝脏中含有丰富的维生素 A 和维生素 D。此外，乳类和蛋黄中维生素 A 和维生素 D 的含量也很丰富。



四、膳食中脂肪的来源和供给量

人们摄入的脂肪来源复杂，除了受食物本身的影响外，还与地理环境、气候、季节以及人的年龄、劳动强度、消费水平和民族习俗等因素有关。人体也可以利用糖类和蛋白质合成脂肪。烹调用油是人体脂肪的重要来源，动植物是人体脂肪的主要来源。油脂丰富的植物种子（如花生、大豆）、家畜皮下脂肪和内脏等都含有丰富的脂肪，奶油、蛋黄中也含有一定量的脂肪。

脂肪是人类必需的营养素，人每天必须补充一定量的脂肪。在膳食中，动植物脂肪应合理摄入，不能因动物脂肪所含必需脂肪酸低于植物油脂就很少或者不摄入，因为动物脂肪所含维生素 A 和维生素 D 是植物油所缺乏的。脂肪长期摄入不足会造成脂溶性维生素和必需脂肪酸缺乏，从而导致皮肤干燥、脱屑，甚至发育迟缓。但是，脂肪摄入过多同样会对人体健康造成危害。脂肪摄入过多会增加人患肥胖症、冠心病、高脂血症的风险。我国成人适宜的脂肪每日摄入量以占总能量的 20%~30% 为宜，折合成脂肪量为 50~60 g，其中饱和脂肪酸含量要小于 10%，这是包括烹调用油在内的所有脂肪的总和。《中国居民膳食指南（2016）》建议每天烹调用油量为 25~30 g。

知识拓展



因为食物中的饱和脂肪酸可引起血脂升高，所以人们应控制含饱和脂肪酸食物（如肥肉等）的摄入量，同时应控制胆固醇的摄入量。动物内脏中胆固醇的含量高，所以不适合高血脂症患者食用。人们在生活中要少吃动物的肾、脑、脊髓，以及黄鳝、干贝、鱿鱼、猪肉、羊肉、鸡皮、冷饮、蛋黄、黄油等；在烹饪时要少用动物油，但并不是绝对不摄入动物油。富含不饱和脂肪酸的食物有植物油与鱼类，如玉米胚芽油、芝麻油、豆油、花生油、深海鱼等。不饱和脂肪酸具有降低血浆胆固醇



的作用，因此人们在日常生活中可以适当多吃富含不饱和脂肪酸的鱼类、豆类，少吃油炸食品，少用油炸的方式烹饪动物性食材。健康的烹饪方法是蒸、煮等以水为热传递介质的烹饪方法。

资料来源：<https://baike.baidu.com/item/%E9%AB%98%E8%A1%80%E8%84%82%E5%90%83%E4%BB%80%E4%B9%88/9147462?fr=aladdin>，有改动。

课后作业

一、选择题

1. 人体中脂类约占体重的 ()。

A. 24% B. 30% C. 14% D. 40%
2. 目前, () 是已经确定的必需脂肪酸。

A. DHA B. 亚麻酸 C. 脂肪酸 D. 亚油酸
3. 脂肪中不饱和脂肪酸和低级脂肪酸含量越高, 则熔点 ()。

A. 越高 B. 不变 C. 越低 D. 不确定

二、填空题

1. 脂肪主要含 _____、_____、_____ 三种元素。
2. 甘油三酯由 1 分子 _____ 与 3 分子 _____ 脱水缩合而成。
3. 磷脂可作为 _____, 有助于脂肪的吸收。

三、名词解释

1. 必需脂肪酸
2. 磷脂
3. 不饱和脂肪酸

四、判断题

1. () 不饱和脂肪酸只存在于植物中。
2. () 人体的胆固醇主要来自机体的自身合成。
3. () 植物油中维生素 A 和维生素 D 的含量较少。

五、简答题

1. 脂类的生理功能有哪些?
2. 为什么植物油比动物脂肪容易消化?
3. 脂肪营养价值的评价标准有哪些?



第三节 蛋白质

蛋白质是结构复杂的有机化合物，是生命的物质基础和存在形式。生物的生命活动是由蛋白质来实现的。成人机体组织中蛋白质约占 16.3%，约占人体干重的 54%。人每天都处于蛋白质分解与合成的动态平衡中，所以人每天必须摄入足够的蛋白质以满足机体的需求。蛋白质长期摄入不足会对人体造成损害。



一、蛋白质的组成

1. 组成蛋白质的元素

组成蛋白质的元素主要有碳、氢、氧、氮 4 种。蛋白质是一种结构复杂的含氮有机化合物，部分蛋白质还含硫、铁 (Fe)、磷、镁 (Mg)、碘 (I) 等元素。糖类、脂类和蛋白质都含有碳、氢、氧三种元素。蛋白质中的氮元素是糖类和脂类所不具有的，因此蛋白质具有糖类和脂类不能代替的生理功能，是人体氮的唯一来源。大多数蛋白质的氮元素含量相对稳定，平均含量约为 16%。因此，食品检测时可先测定氮元素的含量，再推算出其蛋白质含量。

2. 组成蛋白质的基本单位

氨基酸是组成蛋白质的基本单位。人体将蛋白质完全消化后得到的产物是氨基酸，蛋白质是以氨基酸的形式被人体吸收的。人体摄入蛋白质的本质是为了获得氨基酸，然后将分解得到的氨基酸重新组合成人体所需要的蛋白质。自然界中的氨基酸有很多种，但是组成蛋白质的氨基酸主要有 20 种。大量氨基酸以肽键相连，然后以不同的排列顺序和多变的空空间构象造就了蛋白质的多样性。

(1) 氨基酸的结构。氨基酸是既含有氨基 ($-\text{NH}_2$)，又含有羧基 ($-\text{COOH}$) 的有机物的统称，是羧酸分子上与羧基相连的碳原子 (α -碳原子) 上的氢被氨基取代得到的化合物。羧基使氨基酸具有酸性，氨基使氨基酸具有碱性，因此氨基酸具有两性，属于两性化合物。

(2) 氨基酸的分类。氨基酸有多种分类方式。营养学上按照获得方式将氨基酸分为必需氨基酸、非必需氨基酸和半必需氨基酸，按照比例关系将氨基酸分为第一限制氨基酸、第二限制氨基酸和第三限制氨基酸等。

① 必需氨基酸、非必需氨基酸和半必需氨基酸。

· 必需氨基酸。必需氨基酸是指人体不能合成或合成量不能满足机体需要，必须从食物获取的一类氨基酸。若人不从食物中获取必需氨基酸，就不能满足机体对氮的需求。成人所需的必需氨基酸有苯丙氨酸、蛋氨酸 (甲硫氨酸)、赖氨酸、亮氨酸、异亮氨酸、色



氨酸、苏氨酸和缬氨酸 8 种。对婴儿来说，组氨酸也是必需氨基酸。随着对氨基酸研究的不断深入，科学家建议将精氨酸也列为婴儿必需氨基酸。

· 非必需氨基酸。在组成人体蛋白质的氨基酸中，除了必需氨基酸必须由食物提供外，其他氨基酸可从食物中获得，也可由其他物质合成，或者由必需氨基酸转化得到。非必需氨基酸是指人体能够自行合成并且合成量能够满足机体需求，或者可由其他氨基酸转变而来，不需要从食物中获得的一类氨基酸。

机体蛋白质的合成需要必需氨基酸和非必需氨基酸的共同参与。非必需氨基酸也是构成蛋白质所必需的氨基酸，对人体来说同等重要，而并非人体不需要。非必需氨基酸包括甘氨酸、丙氨酸、丝氨酸、天冬氨酸、谷氨酸、脯氨酸、精氨酸、天冬酰胺、胱氨酸、半胱氨酸、酪氨酸和组氨酸 12 种。

· 半必需氨基酸。有人将不用食物提供，可由其他氨基酸转化而来的氨基酸单独列为一类，称为半必需氨基酸或条件必需氨基酸。此类氨基酸如果能从食物中获取，就会减少必需氨基酸的消耗量。例如，酪氨酸可由苯丙氨酸转变而来，如果能从食物中获得足够的酪氨酸，就可以节省 50% 的苯丙氨酸。

构成人体蛋白质的 20 种氨基酸都是人体所需要的，缺一不可。

② 第一限制氨基酸、第二限制氨基酸和第三限制氨基酸。人体对氨基酸的需求是有比例关系的，按照比例调用不同的氨基酸才能合成目标蛋白质，这样食物中的蛋白质才能得到充分的利用。如果食物所提供的蛋白质中某种必需氨基酸过多，就会造成这种氨基酸的浪费；反之，则会降低其他氨基酸的利用率，不能合成完整的蛋白质。因此，在蛋白质合成过程中，相对于人体需求含量不足，降低其他氨基酸的利用率，限制机体蛋白质合成的必需氨基酸称为限制氨基酸。此类氨基酸以不同程度的递减顺序分为第一限制氨基酸、第二限制氨基酸和第三限制氨基酸，其中最缺乏的为第一限制氨基酸。第一限制氨基酸降低了蛋白质的营养价值，对蛋白质利用的影响最大。限制氨基酸在人的食物中很常见，如谷类的第一限制氨基酸是赖氨酸；花生、大豆等一般非谷类的第一限制氨基酸是蛋氨酸。而小麦、大米、燕麦中相对于第一限制氨基酸，次之的是苏氨酸，这是它们的第二限制氨基酸；玉米的第二限制氨基酸是色氨酸。



二、蛋白质在营养学中的分类

蛋白质的分类有多种形式。在营养学中，根据必需氨基酸的种类、含量、比例，蛋白质分为完全蛋白质、半完全蛋白质和不完全蛋白质。

1. 完全蛋白质

完全蛋白质属于优质蛋白质，含有人体所需全部种类的必需氨基酸，且含量可满足人体需求，其比例也与人体蛋白质的氨基酸模式相近。将完全蛋白质作为人体蛋白质的唯一来源可维持人体正常生命体征和身体健康，同时还能促进未成年人的生长发育。



2. 半完全蛋白质

半完全蛋白质含有人体所需全部种类的必需氨基酸，但其含量不能满足人体需求，或比例与人体蛋白质的氨基酸模式相差较大。将半完全蛋白质作为人体蛋白质的唯一来源可维持人体正常生命体征，但不能促进人体生长发育。

3. 不完全蛋白质

不完全蛋白质仅含部分人体所需的必需氨基酸。将不完全蛋白质作为人体蛋白质的唯一来源不能维持人体正常生命体征和健康，更不能促进人体生长发育，还会损害人体健康。不同种类的食物或相同种类食物不同部分的蛋白质种类都不一样，它们的营养价值也不一样。不同种类蛋白质的对比如表 1-1 所示。

表 1-1 不同种类蛋白质的对比

名称	种类	含量	比例	代表食物	对应蛋白质名称
完全蛋白质	全	充足	适当	乳类	酪蛋白、乳蛋白
				蛋类	卵白蛋白及卵黄磷蛋白
				肉类	白蛋白和肌蛋白
				大豆	大豆蛋白
				小麦	麦谷蛋白
				玉米	谷蛋白
				鱼类	鱼蛋白
半完全蛋白质	全	不充足	不适当	小麦、大麦	麦胶蛋白
不完全蛋白质	不全			动物皮、骨	胶原蛋白：缺少胱氨酸、酪氨酸、色氨酸
				玉米	胶原蛋白：缺少色氨酸、赖氨酸
				豌豆	豆球蛋白

植物与动物在自然界中的亲缘关系较远，植物蛋白与人体氨基酸模式相差较大，如植物蛋白大多缺乏蛋氨酸、赖氨酸、色氨酸和苏氨酸中的某几种。因此，对人类来说，动物蛋白的营养价值一般高于植物蛋白。



三、蛋白质的生理功能

蛋白质是生命存在的基本形式，人类所有的生理功能都是由蛋白质来完成的。蛋白质主要有以下生理功能。

1. 组成并修复机体组织

人体所有组织、器官，如心、肝、脾、胃、肾、皮肤、神经、血液、头发、指甲、骨骼、牙齿、抗体和干扰素等都是由蛋白质参与构成的，这是蛋白质非常重要的功能。人类



个体在生长发育过程中，组织的更新、增长，疾病或外伤导致的机体损伤，妊娠和哺乳，运动员训练都需要从食物中获得蛋白质。例如，大约 10 天，人体内将近一半的血浆蛋白质会得到更新。人体中抗体和干扰素的本质也是蛋白质。抗体是由抗原刺激使机体产生的具有保护作用的蛋白质，用以对抗外来病毒或细菌。干扰素是一类含有寡糖链的糖蛋白，其本质仍是蛋白质。成人体内蛋白质的含量为 16.3%~18%，是含量仅次于水的营养素。

2. 调节生理功能

生命活动的有序进行离不开生物活性物质的调节，而蛋白质是调节生理功能的重要生物活性物质。具有调节生理功能作用的酶和激素都是蛋白质。人体内的生化反应是靠酶来催化的，没有酶的参与，这些生化反应或无法进行，或反应速度很慢，而绝大部分酶是蛋白质或由蛋白质参与组成。糖代谢需要的胰岛素、维持细胞渗透压的血浆蛋白、对抗外来病毒或细菌的抗体、血液中维持 pH 稳定的血红蛋白等，其本质都是蛋白质。

3. 运载功能

蛋白质具有重要的运载功能，如营养素的吸收转运、脂蛋白运送脂肪、血红蛋白携带氧气和二氧化碳等。

4. 供给能量

蛋白质是产能营养素之一，1 g 蛋白质能释放 16.7 kJ (4 kcal) 能量，人体每日有 10%~15% 的能量来自蛋白质。当摄入蛋白质的氨基酸模式和人体氨基酸模式差异较大或者摄入量过多时，摄入的蛋白质除了发挥正常生理功能外，剩下的部分还可在机体内发生氧化反应并释放能量。如糖类、脂类摄入不足，机体为了维持正常的生命体征，蛋白质分解供能的现象就更加明显。虽然蛋白质能够提供能量，但这不是蛋白质主要的生理功能，利用蛋白质提供能量是对蛋白质的一种浪费。为了充分发挥蛋白质的生理功能，人每天需要摄入足够的糖类和脂类，以充足、高效的方式提供能量。



四、食物蛋白质营养价值评价

不同食物中蛋白质的组成、含量不同，其营养价值也不同。人类摄入蛋白质的最终目的是获得氨基酸。评价食物蛋白质营养价值的重要指标之一是考察完全蛋白质的含量，也就是看必需氨基酸的种类是否齐全、含量是否充足以及比例是否适当。完全蛋白质含量越高，则蛋白质的营养价值就越高。

1. 蛋白质的含量

食物中蛋白质含量的高低是评价蛋白质营养价值高低的基础。即使食物所含的蛋白质全部都是完全蛋白质，但是含量太低，不能满足人体需求，这种食物的营养价值仍然不高。

目前尚无法直接测定食物中蛋白质的含量，一般采用间接测量法。食品检测中采用凯氏定氮法测量蛋白质的含量。由于蛋白质是人体氮元素的唯一来源，并且含量比较稳定，



一般为 15%~18%，大多数蛋白质中氮的平均含量为 16%，所以人们可以通过测定食品中氮元素的含量然后换算出蛋白质的含量。其公式如下：

$$\text{食品蛋白质含量} = \text{氮含量} \div 16\% = \text{氮含量} \times 6.25$$

式中，6.25 为蛋白质的换算系数，其含义为 1 g 氮元素相当于 6.25 g 蛋白质。

凯氏定氮法正是利用了这一原理。事实上，不同食物中蛋白质的换算系数是不同的，如果需要准确计算某种食物中的蛋白质含量，就需要采用这种食物具体的蛋白质换算系数。例如，芝麻的蛋白质换算系数为 5.30。部分食物的蛋白质含量如表 1-2 所示。

表 1-2 部分食物的蛋白质含量

单位：g/100 g

食 物	蛋白质含量	食 物	蛋白质含量	食 物	蛋白质含量
小麦粉 (标准粉)	11.2	小麦粉 (特二粉)	10.4	挂面 (标准粉)	10.1
小米	9	馒头(标粉)	7.8	猪肉(肥瘦)	13.2
米饭(粳米)	2.6	黄豆(大豆)	35.1	猪肉(瘦)	20.3
大米	7.4	米粥(粳米)	1.1	猪肉(里脊)	20.2
玉米(白)	8.8	牛肉(肥瘦)	18.1	豆腐	8.1
玉米(黄)	8.7	牛肉(瘦)	20.2	豆浆	1.8
玉米(鲜)	4.0	羊肉(肥瘦)	19.0	香肠	24.1
小米	9.0	羊肉(瘦)	20.5	鸡蛋(红皮)	12.8
马铃薯	2.0	草鱼(白鲩)	16.6	鸡蛋(白皮)	12.7
米饭(籼米)	2.5	鲢鱼(鲢子鱼)	17.8	四季豆	2
荞麦	9.3	鳙鱼(胖头鱼)	15.3	胡萝卜(红)	1
面筋(水)	23.5	大黄花鱼	17.7	大白菜	1.7
面条(煮) (富强粉)	2.7	小黄花鱼	17.9	鸡腿	16.4
鸭肉	15.5	带鱼	17.7	鸡肉	20.3
牛乳	3.0	鲫鱼	17.1	鲤鱼	17.6

2. 蛋白质的消化

蛋白质的营养价值很高，但如果不能被机体消化，就不能被吸收利用，营养价值再高也没有实际意义。因此，蛋白质被机体消化的程度是评价蛋白质营养价值的重要因素。蛋白质被机体消化的部分与蛋白质摄入总量的比值称为蛋白质的消化率。消化率越高的蛋白质，其可供机体吸收利用的量就越大，营养价值相对就越高。如果不考虑死亡分解的肠道微生物和肠道黏膜脱落细胞中的氮元素，则蛋白质的消化率可用其表观消化率表示，公式为

$$\text{食物蛋白质的表观消化率} = [(\text{摄入氮} - \text{粪氮}) \div \text{摄入氮}] \times 100\%$$

式中，粪氮表示不能被消化吸收而随粪便排出体外的氮。

影响蛋白质消化的因素有很多，如食品原料种类、加工方式、蛋白质自身结构及个体的消化机能等，其中食品原料种类是这些因素中的主要因素。植物中的纤维素不能被人体



消化，而植物蛋白又被纤维素包围或与蛋白质纠缠在一起，这就形成了与消化酶接触的物理屏障，导致植物性食物的消化率在总体上比动物性食物低。此外，部分动、植物性食物还含有蛋白酶抑制因子，该因子会降低蛋白酶的活性，进而降低对应的蛋白质的消化率。但是经过适当的加工，将蛋白酶抑制因子或植物纤维破坏，使蛋白酶抑制因子失活或使纤维素与蛋白质分离，就可以提高食物中蛋白质的消化率。黄豆加工方式对消化率的影响如表 1-3 所示。

表 1-3 黄豆加工方式对消化率的影响

名称	加工方式	蛋白质消化率 /%	原因或机制
生黄豆	未加工	54	蛋白酶抑制因子降低蛋白酶活性
熟大豆（完整）	加热	60	蛋白酶抑制因子被破坏
豆浆	研磨	85	大部分纤维素被破坏
豆腐	蛋白质凝固	90	进一步滤除纤维素

加工方式不但可以促进植物蛋白的消化，而且有利于动物蛋白的消化，如通过不同的加工方式，鸡蛋的消化率变化规律为：冲蛋花 > 荷包蛋 > 煮鸡蛋（带壳） > 油炸蛋和油煎蛋。

个体及环境因素，如情绪、疾病、进餐规律及就餐环境等也会对蛋白质的消化产生影响。但是，它们并不是蛋白质本身的因素，因此，这些因素不能作为评价食物蛋白质营养价值的指标。

3. 食物中必需氨基酸的种类、含量和比例

蛋白质不同，其所含必需氨基酸的种类、数量和比例也不同。某种必需氨基酸过多会造成自身浪费，增加机体负担；过少则会降低其他氨基酸的利用率。机体在合成蛋白质时，必需氨基酸比例应处在一个合适的范围，能以最高的效率及最节约的方式合成人体所需蛋白质，这称为氨基酸模式。

蛋白质中，必需氨基酸中色氨酸的含量最少，因此将色氨酸计为 1.0，将其他必需氨基酸与色氨酸的比值与人体氨基酸模式相比较，比例与人体氨基酸模式越接近，则蛋白质的营养价值越高。几种食物蛋白质与人体蛋白质氨基酸模式如表 1-4 所示。

表 1-4 几种食物蛋白质与人体蛋白质氨基酸模式

氨基酸	人体	全蛋	蛋白	牛乳	牛肉	瘦猪肉	大豆	面粉	大米
色氨酸	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
苯丙氨酸 + 酪氨酸	3.9	5.4	5.9	7.0	5.9	5.4	2.8	7.4	6.8
蛋氨酸 + 半胱氨酸	2.4	3.5	4.1	2.2	3.4	2.8	1.4	3.2	3.3
赖氨酸	5.7	4.0	4.7	5.8	6.9	6.1	4.5	2.2	1.9
亮氨酸	6.9	5.3	6.1	6.5	7.1	5.7	6.2	6.7	5.7
异亮氨酸	4.1	3.2	2.9	3.2	4.1	2.7	4.1	3.4	3.8
苏氨酸	3.0	2.9	3.1	2.9	3.8	2.9	3.2	2.7	2.7
缬氨酸	4.7	3.7	3.8	4.9	4.9	4.2	2.8	4.1	4.1



食物中必需氨基酸的种类是否齐全、含量是否充足、氨基酸模式是否适当，是评价食物中蛋白质总体营养价值的重要指标。食物中一般含有几种或多种蛋白质，如果这些蛋白质不是完全蛋白质，但它们之间的必需氨基酸相互取长补短，相互补充，综合起来具有完全蛋白质的性质，那么这种食物蛋白质的总体营养价值仍然比较高。也就是说，若食物中所有蛋白质总体上必需氨基酸种类齐全、含量充足、氨基酸模式接近人体氨基酸模式，则其利用率高，蛋白质营养价值也高。

4. 蛋白质的利用

食物经消化、吸收后，蛋白质在体内的利用程度越高，则蛋白质的营养价值越高。蛋白质被机体利用的程度称为蛋白质的利用率。蛋白质利用率的测定方法有多种，测定蛋白质的生物学价值（简称生物价）是常用方法之一。蛋白质的生物价也称生理价值，最高为100，其计算公式为

$$\text{生物价} = (\text{体内储留氮} \div \text{吸收氮}) \times 100\%$$

如果某种食物中蛋白质种类齐全、含量充足、比例与人体氨基酸模式相近，则其利用率就高，生物价也高，营养价值也就高。一般来说，动物性食物蛋白质的营养价值要比植物性食物蛋白质高。在非加工食品中，鸡蛋蛋白质的氨基酸模式与人最接近，其利用率比其他食物蛋白质都高。



五、蛋白质的互补作用

自然界中没有哪一种食物所含蛋白质能够满足人体的所有需要。所以，增加某一种食物的摄入量不会改变摄入蛋白质的种类和氨基酸模式，也不会提高这种食物蛋白质的生物价。例如，偏食、挑食会导致营养不均衡；而多种食物混合食用，不同食物蛋白质的氨基酸就会相互补充，从而提高蛋白质的营养价值。

两种或两种以上食物混合食用时，食物蛋白质中必需氨基酸的种类、含量和氨基酸模式就可以相互补充。食物混合食用后，蛋白质氨基酸模式接近人体氨基酸模式，提高了混合蛋白质的生物价，这就是蛋白质的互补作用。例如，玉米的蛋氨酸含量稍高，但赖氨酸、色氨酸含量不足；而大豆的蛋氨酸含量较低，赖氨酸较充足。玉米和大豆单独食用，其生物价都较低，但是二者混合食用后，氨基酸相互补充，生物价明显提高。同理，大豆、小米、玉米混合食用，小麦、小米、大豆和牛肉混合食用，都是蛋白质互补作用的良好案例。

日常饮食提倡荤素搭配、主副搭配、粗细搭配，这些都有利于提高食物的生物价。为了充分发挥蛋白质的互补作用，人们应注意以下几点。

1. 食物亲缘关系越远越好

食物亲缘关系越近，则限制氨基酸的种类越可能相同。食物亲缘关系越远，氨基酸模式相差越大，这样在氨基酸的种类和比例上能更好地相互补充。如动、植物性食物混合食用的效果要比不同植物性食物混合食用的效果好。



2. 混合食用食物的种类越多越好

食物种类越多，氨基酸种类越全，能更好地发挥蛋白质的互补作用。

3. 食用时间间隔越短越好

氨基酸大约在血液中停留 4 h，之后会被人体组织利用，合成不同组织所需的蛋白质。不能被及时利用的氨基酸会被分解或氧化，所以机体对氨基酸的储存量很少。合成新蛋白质的过程需要相关氨基酸同时参与，如果在合成过程中缺乏某种氨基酸，就会导致机体合成新蛋白质的过程受阻。为了保证机体合成蛋白质时各种氨基酸数量充足、种类齐全，人们食用不同食物的时间间隔要尽量短，最多不要超过 5 h，最好同时食用。



六、我国居民蛋白质的食物来源和供给量

1. 我国居民蛋白质的食物来源

蛋白质在自然界中广泛存在，如禽畜肉类、鱼类、乳类、蛋类等动物性食物和大豆、坚果等植物性食物都含有丰富的蛋白质。大豆虽然是植物性食物，但是干豆的蛋白质含量可达 36%~40%，并且属于完全蛋白质。动物性食物的蛋白质含量总体上较高，氨基酸模式与人类相近，属于完全蛋白质，但动物性食物胆固醇和饱和脂肪酸的总体含量相对也较高。植物性食物除大豆外多为半完全蛋白质或不完全蛋白质，且其消化率较低。因此，人们在进餐时要适当搭配肉类和大豆，利用蛋白质的互补作用弥补单独食用其中一类食物的缺点。谷类的蛋白质含量虽然不高（6%~10%），但却是我国居民的主食，摄入量较大，如每日成人谷类摄入约为 500 g，我国居民 60%~70% 的蛋白质来自谷类，因此谷类仍是我国居民蛋白质的主要来源。

我国居民日常膳食应当做到合理搭配，增加完全蛋白质，如动物蛋白、大豆蛋白等的摄入。成人完全蛋白质的摄入量占蛋白质总摄入量的比例以 30%~50% 为宜，婴幼儿、孕妇、外伤患者等特殊人群完全蛋白质的摄入比例应更高。

2. 我国居民蛋白质的供给量

一般情况下，每日 30 g 蛋白质便可维持成人的正常生理功能。但是，需要量不同于摄入量，由于人体对蛋白质的消化、吸收和利用程度不能达到 100%，并且个体之间还存在差异，所以摄入量要大于需要量。如果考虑消化、吸收和利用程度，成人每日蛋白质摄入量以按 0.8 g/kg（体重）计算为宜。

我国居民以谷物为主食，蛋白质的主要来源是植物性食物，完全蛋白质摄入较少，并且其消化、吸收和利用程度较低，因此我国居民成人每日蛋白质摄入量按每千克体重计算以 1.0~1.2 g 为宜。假如取 1.16 g，则一个体重为 70 kg 的成人的每日蛋白质摄入量为 $70 \times 1.16 = 81.2$ g。若按每日所需能量计算，成人蛋白质摄入量应占总能量的 11%~14%，儿童和青少年由于生长需要，蛋白质摄入量应占总能量的 13%~14%。如果考虑性别、劳动强度、外伤、疾病等因素，蛋白质摄入量的计算更为复杂，如《中国居民膳食营养素参



考摄入量（2013版）》推荐的蛋白质摄入量，成年男性为每日65g，成年女性为每日55g，孕中期妇女为每日70g，孕晚期妇女为每日85g，乳母为80g。

蛋白质长期摄入过少或过多都会对健康产生危害。蛋白质长期摄入过少会影响未成年人的生长发育，并可导致成人出现消瘦、外伤伤口不易愈合、母乳蛋白质含量降低等情况。蛋白质长期摄入过多，超过人体需要量的蛋白质会发生分解或氧化，导致蛋白质的浪费，还会增加消化系统和肝脏、肾脏等脏器的负担。

知识拓展



不同人群每天所需要蛋白质的量是不一样的，摄入量过低、过高都会对健康产生不利影响。《中国居民膳食营养素参考摄入量（2013版）》给出了蛋白质的推荐摄入量（RNI）。推荐摄入量指可以满足某一特定性别、年龄及生理状况群体中绝大多数个体（97%~98%）需要量的摄入水平。推荐摄入量可以满足机体对该营养素的需要，维持组织中适当的营养素储备，保持身体健康。中国居民膳食蛋白质推荐摄入量如表1-5所示。

表1-5 中国居民膳食蛋白质推荐摄入量

年龄 / 岁	蛋白质 RNI / (g · d ⁻¹)		年龄 / 岁	蛋白质 RNI / (g · d ⁻¹)	
	男	女		男	女
0~	1.5~3 g/(kg · d ⁻¹)		重体力活动	90	80
0.5~		20	孕妇		+5~+15
1~	+35	35	乳母		+20
2~	40	40	50~		+0
3~	45	45	轻体力活动	75	65
4~	50	50	中体力活动	75	65
5~	55	55	重体力活动	75	65
6~	55	55	60~		
7~	60	60	轻体力活动	75	65
8~	65	65	中体力活动	75	65
9~	65	65	70~		
10~	70	65	轻体力活动	75	65
11~	75	75	中体力活动	75	65
14~	85	80	80~		
18~			轻体力活动	75	65
轻体力活动	75	65	中体力活动	75	65
中体力活动	80	70			

资料来源：http://www.360doc.com/content/15/0119/11/7349534_441997944.shtml，有改动。



想一想

蛋白质是一类对人体非常重要的营养物质，请思考一下，是不是所有人群都适合摄入充足的蛋白质？

课后作业

一、选择题

- 成人机体组织蛋白质含量约为 ()。
A. 10.3% B. 13.3% C. 16.3% D. 18.3%
- 成人机体蛋白质含量为 ()，是仅次于水的营养素。
A. 10.3% ~ 12% B. 13.3% ~ 15% C. 16.3% ~ 18% D. 25.3% ~ 28%
- 下列选项中属于非必需氨基酸的是 ()。
A. 赖氨酸 B. 色氨酸 C. 丙氨酸 D. 苏氨酸

二、填空题

- 组成蛋白质的元素主要有 _____、_____、_____、_____ 4 种。
- _____ 是组成蛋白质的基本单位。
- 1 g 氮元素相当于 _____ g 蛋白质。

三、名词解释

- 必需氨基酸
- 完全蛋白质
- 氨基酸模式

四、判断题

- () 自然界中存在的氨基酸都可以组成蛋白质。
- () 牙齿由钙组成，不含蛋白质。
- () 非必需氨基酸也是人体所需要的氨基酸。

五、简答题

- 为什么摄入足够的糖类可以节省蛋白质？
- 什么是蛋白质的互补作用？
- 蛋白质的生理功能有哪些？



第四节 矿物质

人体组织中除了碳、氢、氧、氮以有机物的形式存在外，其余元素组成的物质统称为矿物质或无机盐。矿物质约占人体总重量的 4%，其所占比重比碳、氢、氧、氮小得多，但也是人体不可或缺的一类营养素。科学家已经在人体内发现了 50 多种元素，其中有些元素是人体所需要的，另外一些则是人体不需要的，它们主要通过呼吸、饮水、饮食等途径进入人体。



一、矿物质的分类

营养学上将矿物质分为必需矿物质元素、非必需矿物质元素和有毒矿物质元素 3 类。必需矿物质元素是指人体代谢所必需，含量恒定，存在于健康组织中的矿物质元素。必需矿物质元素根据其占人体重量的多少分为常量元素和微量元素。占人体体重量 0.01% 以上的必需矿物质元素称为常量元素，主要有 7 种，分别为钙（Ca）、磷、钾、硫、钠、氯、镁，每日需要从食物中摄入 100 mg 以上，以补充机体的需要。占人体重量 0.01% 以下的必需矿物质元素称为微量元素，已经确认的微量元素共有 14 种，分别为铁、碘、钼、锰、铜、钴、硅、硒、氟、铬、锌、镍、锡、钒。部分矿物质元素占人体体重的比例如表 1-6 所示。

表 1-6 部分矿物质元素占人体体重的比例

单位：%

多量元素				常量元素 (> 0.01)											
氧	碳	氢	氮	钙	磷	钾	硫	钠	氯	镁					
O	C	H	N	Ca	P	K	S	Na	Cl	Mg					
65	18	10	3	1.6	1.1	0.35	0.25	0.15	0.15	0.05					
微量元素 (< 0.01)															
铁		碘		钼	锰	铜	钴	硅	硒	氟	铬	锌	镍	锡	钒
Fe		I		Mo	Mn	Cu	Co	Si	Se	F	Cr	Zn	Ni	Sn	V
0.004		0.000 04		微量											

常量元素中的镁、钾、钠、磷、硫、氯在膳食中含量丰富，容易获得。除了一些特殊情况外，常量元素一般不会发生缺乏现象。常量元素缺乏可见于有不健康饮食习惯（如偏食、挑食）者、处于特殊环境（如高温环境）者、特殊人群（如婴儿、孕妇）等。人体对钙元素的需求量相对较大，容易出现钙缺乏症。因此，钙元素有供给量标准，其他常量元素的供给量标准则未做要求。在微量元素中，钒、硅、钼、镍和锡这 5 种微量元素还处于研究阶段，无供给量标准，其余 9 种微量元素的研究比较深入，已有相应的供给量标准。必需矿物质元素虽为人体代谢所必需，但是摄入量超过人体耐受量也会对人体健康造成损害。



二、矿物质的营养学特点

1. 需要食物补充

矿物质通过尿液、粪便等途径不断排出体外，或以指甲、头发等形式退出代谢系统。人体不能合成矿物质，必须通过摄入食物或饮水获取。若必需矿物质元素长期摄入不足，人就会患相应的缺乏症。

2. 分布不均

由于不同的组织具有不同的功能，组织器官为了维持这种功能会富集不同的矿物质，所以矿物质在人及动物体内呈不均匀分布状态，如骨骼中富集了钙、磷。由于动物的不同组织所含矿物质的种类和量不同，所以人们可根据需要选择不同的动物组织作为食物，以补充相应的矿物质。

3. 协同及拮抗作用

不同的矿物质在吸收和代谢过程中会相互影响，这种影响可能是相互促进的，也可能是相互阻抑的，如食物的钙磷比不适当会同时影响钙、磷的吸收，食物中的铜会阻碍铁的吸收。

4. 某些矿物质安全范围过窄

矿物质摄入不足会损害健康，摄入过量则会产生毒性。某些矿物质的每日需要量和可耐受最高摄入量之间的范围较窄，不加控制就会引起中毒，如某地区曾发生过食用高硒玉米而出现急性中毒的事件。



三、矿物质的生理功能

1. 构成机体组织及生物活性物质

矿物质在机体内含量虽然少，但却是构成机体的重要原料，如骨骼和牙齿的主要成分是钙和磷。此外，矿物质还是构成生物活性物质的重要成分，如铁参与构成血红蛋白、碘参与合成甲状腺激素、氯参与构成唾液淀粉酶等。

2. 维持渗透压

体液中分布着氯、钠、钾等元素，在维持细胞内液和细胞外液渗透压中起重要作用。

3. 维持 pH 稳定

人体内环境的 pH 应当维持在一个稳定的范围内，超过这个范围就会发生中毒。氯、钠、钾与蛋白质结合后具有缓冲作用，在维持体内 pH 方面发挥着重要作用。

4. 维持肌肉兴奋

钙、镁、钠、钾等离子在调节肌肉兴奋程度，驱动肌肉收缩舒张和维持心律上起重要作用。



四、几种常见的常量元素

1. 钙

人体内的钙占人体总质量的 1.5%~2.0%，成人人体内钙的含量为 1 200~1 300 g。钙是人体含量最高的矿物质元素，同时也是我国居民容易缺乏的矿物质元素。

(1) 钙的生理功能。

① 人体牙齿和骨骼的主要成分。人体约 99% 的钙以羟磷灰石和磷酸钙的形式存在于人体骨骼和牙齿中，是牙齿和骨骼的主要成分；剩下约 1% 的钙主要存在于细胞外液、血液和软组织中，起调节生理功能的作用，这部分钙称为混溶钙池，与骨骼中的钙保持动态平衡。当血钙降低时，人体就会调用骨骼中的钙维持血钙水平，导致骨骼中钙的量减少。随着年龄的增长，人体对钙的吸收能力逐渐下降，骨骼沉积的钙少于流失的钙。大约在 40 岁以后，人骨中的钙以每年 0.7% 的速度流失。妇女绝经后钙的吸收能力明显下降，更容易发生骨质疏松症。

② 维持神经和肌肉兴奋。混溶钙池中的钙在传递神经信号、维持心律和调节肌肉兴奋程度上起重要作用。高血钙可降低肌肉兴奋程度，严重的可引起心脏等器官功能衰竭；低血钙则会导致肌肉兴奋程度增高，出现手足抽搐的现象。

③ 具有凝血作用。钙可将凝血酶原激活，发挥凝血酶的正常功能。

④ 抑制金属毒物吸收。钙可以抑制重金属，如铅、汞等有毒物质的吸收。

⑤ 构成人体活性物质。钙可激活人体内的多种酶，如蛋白酶、腺苷三磷酸酶（ATP 酶）等。钙还参与激素等活性物质的构成。

(2) 钙对人体健康的影响。钙长期摄入不足会导致儿童手足搐搦及发育不良，如佝偻病、囟门晚闭、身体矮小等情况；成人则容易出现骨质疏松症，进而易发生骨折等情况。钙摄入过量则会增加患肾结石、肾衰竭、高钙血症、碱中毒的风险，并会干扰铁、锌、镁等矿物质的吸收和利用。

(3) 钙缺乏的原因。人体每日所需钙量较多，所以钙是非常容易缺乏的矿物质。造成钙缺乏的原因主要有以下几种：

① 长期摄入不足。

② 特殊人群，如婴幼儿、孕妇等对钙的需求量增加，但是没有及时增加摄入量。

③ 存在影响钙吸收的因素，如膳食搭配不合理、相关疾病等。

(4) 影响钙吸收的主要因素。

① 某些影响钙吸收和利用的物质。某些物质，如维生素 D、乳糖、食醋等有利于钙的消化、吸收及利用。适量的磷会提高钙的利用率，但是过多的磷会与钙生成不溶性磷酸钙，导致机体无法利用钙。植物性食物中的草酸和植酸会与钙形成不溶性钙盐，减少机体对钙的吸收。草酸主要存在于蔬菜，如苋菜、菠菜等中，水焯和高温烹炒等烹饪方式可降低其草酸含量；植酸主要存在于谷类，如荞麦等中，将面粉进行发酵可减少其植酸含量。



蛋白质既可以促进钙的吸收，又可以阻碍钙的吸收。蛋白质分解产生氨基酸有利于钙的吸收，但是摄入过多的蛋白质会增加肾小球的负担，使肾小管重吸收钙的能力下降，钙排出量增加。

② 酸性环境和酸性物质。低 pH 能增加消化道对钙的吸收，尤其是在十二指肠内。氨基酸、乳酸等可以促进钙的吸收。

③ 胆汁。钙盐只有在溶于水之后才能被人体吸收。某些不溶于水的钙盐在胆汁的作用下变得可溶于水，有利于钙的吸收。

④ 脂肪。过多的脂肪产生的脂肪酸会与钙结合形成不溶于水的钙皂，与粪便同时排出体外，减少了机体对钙的吸收。

⑤ 膳食纤维。膳食纤维会阻碍钙及其他营养素的吸收。

⑥ 年龄。人对钙的吸收随着年龄的增长而降低，婴儿能吸收利用 50% 以上的钙；成人对钙的吸收利用率则降到 20%；40 岁以后人体对钙的吸收能力持续下降，下降到一定程度时容易发生骨质疏松症。

⑦ 健康状况及生理状况。某些疾病和生理阶段，如腹泻、消化不良及妇女绝经等会降低钙的吸收利用率；而孕妇及乳母等群体对钙的吸收能力会增强。

(5) 钙的食物来源和供给量。

① 钙的食物来源。乳及乳制品的钙含量丰富且容易吸收，是钙的良好来源。人乳的钙含量为 30 mg/100 g，牛乳的钙含量为 104 mg/100 g。我国居民钙的主要食物来源是豆类、坚果和蔬菜等，如大豆及豆制品、白菜、甘蓝等。芝麻酱、虾皮、发菜等的钙含量也很高。

② 钙的供给量。我国居民成人钙推荐摄入量为每日 800~1 000 mg。但其根据年龄、生理阶段会发生变化，如 1 岁儿童的钙推荐摄入量为每日 600 mg，4 岁儿童的钙推荐摄入量为每日 800 mg，11 岁儿童的钙推荐摄入量为每日 1 200 mg，孕妇和乳母的钙推荐摄入量为每日 1 000~1 200 mg。成人钙可耐受最高摄入量为每日 2 000 mg。

2. 磷

磷是人体内含量仅次于钙的常量元素，约占体重的 1%，在成人体内含有 600~900 g，大部分存在于牙齿和骨骼中。人体内的磷具有重要的生理功能。

(1) 磷的生理功能。

① 人体牙齿和骨骼的主要成分。磷以磷酸钙的形式存在于牙齿和骨骼中，约占人体含磷总量的 88%，是构成牙齿和骨骼的主要物质。骨骼的钙磷比约为 2:1。成人的骨骼已停止生长，但其中的钙和磷仍以约每年 20% 的速度更新。除牙齿和骨骼中的磷外，其余的磷主要分布在体液、神经、肌肉、软组织和细胞中。

② 生物活性物质的重要成分。磷是人体活性物质，如核酸、细胞膜、辅酶或磷脂的重要组成部分，在调节人体功能上起重要作用。

③ 维持体内 pH 稳定。磷酸盐组成人体内环境的缓冲系统，可起到稳定体内 pH 的作用。



④ 参与能量转化。磷在人体能量转化过程中起重要作用。磷是腺苷三磷酸（ATP）的重要组成物质，ATP 是人体能量利用的主要形式。

⑤ 参与机体代谢。磷在糖类、脂类、蛋白质等的代谢过程中起重要作用。

（2）影响磷吸收的因素。食物中约 70% 的磷在十二指肠上部转变为磷酸化合物后被吸收。影响磷吸收的因素有多种，主要因素有以下 4 种：

① 维生素 D。维生素 D 可促进肠黏膜对磷的转运，从而促进磷的吸收。维生素 D 还会使肾小管对磷的重吸收作用增强，减少磷的排泄。维生素 D 摄入不足会导致血液中磷酸盐浓度下降，这样即使血液中的钙含量正常，也会使钙和磷不能及时沉积到骨骼上，从而增加个体患佝偻病的风险。

② 植酸。谷类的植酸含量较高，植酸会与磷形成不溶性盐，降低人体对磷的吸收利用率。将谷粒浸泡在热水中或将谷物磨成粉后进行发酵可降低其植酸含量。

③ 金属阳离子。消化道内存在铝、铁、钙、镁等金属阳离子时，磷酸根离子会与这些离子形成不溶性盐。此时机体对磷的吸收利用减少。

④ 年龄。随着年龄的增长，人体对磷的吸收能力逐渐下降。

（3）磷的食物来源。磷普遍存在于动、植物性食物中，一般情况下人体不会发生缺磷的情况。磷与蛋白质同时存在，蛋白质和钙摄入足够，则磷也不易缺乏。谷物的植酸含量较高，会阻碍磷的吸收，食用前需经适当处理。

（4）磷的供给量。人体对磷的需要量较高，但是由于磷的食物来源广泛，所以人体不易缺磷。只有在一些特殊情况下才会出现缺磷的情况，如由于人乳磷含量较低，所以单纯母乳喂养的早产儿容易缺磷，易发生佝偻病。一般情况下，成人磷的推荐摄入量为每日 720 mg，孕妇和乳母的需要量与成人相同。如果磷摄入过量，则会导致钙吸收障碍。

3. 人体需要的其他常量元素

几种常量元素的简介如表 1-7 所示。

表 1-7 几种常量元素的简介

名称	推荐食物或来源	主要生理功能	主要缺乏症状	每日推荐摄入量
镁	紫菜、玉米、小米、荠菜、桂圆、干豆、坚果、绿叶菜、动物肝脏	骨骼、牙齿、细胞液、核酸的成分，调节钙、钾吸收，维持 pH 稳定和肠道功能，激活酶原，调节神经和肌肉兴奋性，合成蛋白质，调节体温	神经反射障碍，抽搐，高血压，心律失常，蛋白质合成受阻，激素分泌失常，胰岛素抵抗；情绪不稳	0~1 岁 20~65 mg； 1~7 岁 140~160 mg； 7~18 岁 220~320 mg； 成人 310~330 mg； 孕妇 370 mg
钾	蔬菜、水果	参与糖、蛋白质代谢；保持细胞渗透压和 pH 稳定，维持神经、肌肉、心肌功能；降血压	无力、肌肉功能障碍、心律失常、横纹肌溶解、肠蠕动障碍、肾功能损害	0~1 岁 350~550 mg； 1~7 岁 900~1 200 mg； 7~18 岁 1 500~2 200 mg； 成人 2 000 mg； 乳母 2 400 mg



表 1-7 (续)

名称	推荐食物或来源	主要生理功能	主要缺乏症状	每日推荐摄入量
钠	食盐、含钠的食品添加剂	调节渗透压和血压, 稳定 pH, 参与糖代谢和氧的利用, 调节肌肉兴奋性	不易缺乏	0~1 岁 170~350 mg; 1~7 岁 700~900 mg; 7~18 岁 1 200~1 600 mg; 成人 1 300~1 500 mg
氯	食盐	调节细胞外液渗透压和 pH, 运输二氧化碳, 参与生成胃酸	不易缺乏	0~1 岁 260~550 mg; 1~18 岁 1 100~2 500 mg; 成人 2 000~2 300 mg



五、几种常见的微量元素

1. 铁

铁是人体不可或缺的矿物质元素, 是人体微量元素中含量最多的矿物质元素, 也是我国居民容易缺乏的一种矿物质元素, 长期摄入不足会造成缺铁性贫血。人体内铁的含量存在个体差异, 影响因素有性别、年龄等。健康成人体内含铁 4~5 g。人体内的铁一般不以游离态的形式存在。人体血红蛋白聚集了人体内的大部分铁, 占人体铁元素总量的 60%~70%, 肌红蛋白约占 3%, 用于参与组成酶的占 0.2%~1.0%。以上铁元素称为功能性铁。剩下的铁与蛋白质结合存在于其他组织中, 当机体需要时便会调用这部分铁, 因此称为储备铁。

(1) 铁的生理功能。

① 构成血红蛋白。铁是血红蛋白的重要组成成分, 血红蛋白进入血液循环, 在氧与二氧化碳的交换、转运过程中发挥作用。人体缺铁不仅会影响血红蛋白的功能, 还会缩短红细胞的存活时间。

② 参与酶的构成。铁参与多种酶, 如过氧化氢酶、细胞色素氧化酶等的构成。

③ 增强免疫力。铁可增强吞噬细胞和中性粒细胞的功能, 增强免疫力。

④ 参与多种活性物质组成。铁是肌红蛋白、细胞色素等的重要成分。

⑤ 其他功能。铁还具有众多生理功能, 如参与嘌呤合成、催化 β -胡萝卜素向维生素 A 的转化、促进脂类的转运和肝脏的解毒等功能。

(2) 铁的缺乏与过量。缺铁在我国比较常见, 尤其是在孕妇、乳母和婴幼儿等特殊群体中。食物中铁含量不足或铁的吸收利用率低是导致缺铁性贫血的主要原因。贫血初期个体无显著症状; 中、重度贫血者会出现指甲及面色苍白, 伴有头晕、无力、疲乏、反甲、食欲不振、记忆力减退、免疫力下降及轻度运动后心跳过快等症状, 严重的可损害心脏, 表现为心电图异常、心脏增大等。

过量摄入铁会导致中毒。一次性大量误服铁剂会导致消化道出血; 小剂量长期过多摄入铁则会导致慢性中毒, 损害肝脏和 DNA, 形成氧化型低密度脂蛋白等。

(3) 铁的消化、吸收和利用。胃、小肠和十二指肠都可以吸收铁, 但是小肠上部是吸



收铁的主要部位。影响铁吸收的因素有很多，如食物的性质、个体因素等。当体内储存的铁足够多时，人体对铁的吸收会减少；当体内储存的铁元素减少时，人体对铁的吸收则会增多。消化系统疾病也会影响铁的吸收。食物中铁的来源分动物性食物来源和植物性食物来源，人体对不同来源的铁的吸收和利用程度有较大区别。

一般情况下，来源于动物性食物的铁较为丰富，其吸收利用率要高于来源于植物性食物的铁。动物性食物中的铁是以 Fe^{2+} 的形式存在的血红素铁，可直接被机体吸收和利用，不受有机酸等因素的影响，因此，一般情况下存在于动物性食物中的铁比植物性食物中的铁更容易吸收。植物中的铁为非血红素铁，以 Fe^{3+} 的形式与其他有机物，如氨基酸、蛋白质或有机酸形成络合物。这种形式的铁无法被人类直接吸收和利用，在其与有机部分分离且被还原成 Fe^{2+} 后才能被吸收和利用。因此，存在于植物性食物中的铁的吸收程度一般比动物性食物中的铁低，大多在 10% 以下，如人体对大豆中铁的吸收利用率约为 7%，对大米中铁的吸收利用率约为 1%，对面粉中铁的吸收利用率约为 5%，对莴苣中铁的吸收利用率约为 4%，对玉米中铁的吸收利用率约为 3%。

食物中的某些成分也会促进或减少机体对铁的吸收和利用，如鱼类、肉类、禽类中有一种叫作肉类因子或肉鱼禽因子的物质，它会促进铁的吸收。此外，核黄素有利于铁的吸收、转运和储存。动物性食物中的铁比植物性食物中的铁容易吸收是一种普遍现象，但并不是所有动物性食物中铁的吸收利用率都高，如鸡蛋中的卵黄磷蛋白会减少人体对鸡蛋中铁的吸收，人体对鸡蛋中的铁大约只能吸收和利用 3%。食物中自带或添加的磷酸能与铁生成不溶盐，导致铁的吸收利用率下降。植物中的植酸、草酸、鞣酸、多酚类等能与铁形成沉淀，导致铁的吸收利用率降低。胃酸有助于植物中的铁转化为离子状态，提高铁的吸收利用率。如果胃酸分泌不足或口服碱性药物导致胃液碱化，则会减少铁的吸收。还原性物质，如维生素 C 等可将 Fe^{3+} 转化为 Fe^{2+} ，有利于铁的吸收。除此之外，部分单糖和有机酸也有助于铁的吸收和利用。

(4) 铁的食物来源和供给量。动物性食物都可以提供铁，其中肌肉、肝脏、肾脏、全血、鱼类含有丰富的铁。植物性食物，如豆类、坚果、蘑菇、木耳、海带、紫菜、芝麻、草莓、山楂中也含有丰富的铁。

人体中每天参与代谢的铁有 27~28 mg，其中大部分来自红细胞衰老分解，真正需要通过食物补充的仅有 0.5~1.5 mg。健康个体铁的损耗量很少，每天随粪便排出的铁有 0.2~0.5 mg，随尿液排出的铁小于 0.5 mg，主要损耗来自皮肤、尿道、消化道上皮细胞的脱落。正常饮食可保证机体对铁的需求。健康成人通过摄取食物便可补充每日所需的铁，但是婴幼儿、孕妇、乳母等特殊群体对铁的需求量比较大，所以需要增加含铁丰富且其中的铁容易被吸收的食物的摄入。由于乳类含铁量低，如每 100 g 牛乳约含铁 0.3 mg，所以仅以乳类喂养的婴儿发生缺铁性贫血的概率较大，应当在辅食中添加动物肝脏等食物给予补充。

世界卫生组织 (World Health Organization, WHO) 建议成年男性与成年女性铁的摄入量分别为每日 5~9 mg 和 14~28 mg。根据我国人民的膳食结构特点，《中国居民膳食



营养素参考摄入量（2013版）》给出的建议是：0.5~6岁儿童铁的摄入量为每日9~10 mg，成年男性铁的摄入量为每日12 mg，成年女性铁的摄入量为每日20 mg，老年人铁的摄入量为每日12 mg，孕中期妇女铁的摄入量为每日24 mg，孕晚期妇女铁的摄入量为每日29 mg，乳母铁的摄入量为每日24 mg。

想一想

你身边有没有患有缺铁性贫血的人？你知道缺铁性贫血的病因是什么吗？患者有哪些症状呢？

2. 碘

（1）碘的生理功能。甲状腺是人体唯一可以储存碘的组织。碘的生理功能主要是以甲状腺激素的形式表现出来的。健康成人内含碘20~50 mg，甲状腺中含碘4~10 mg，碘是合成甲状腺激素的主要原料。甲状腺激素具有调节能量代谢、促进机体发育等功能。

① 调节能量代谢。甲状腺激素可促进氧化反应，在糖类、脂类、蛋白质氧化放热的过程中起重要作用，可加速分解代谢和提升能量转化效率，增加耗氧量和产热量。

② 促进机体发育。甲状腺激素可调节人体基础代谢率。机体缺碘可引起甲状腺激素合成不足，刺激脑垂体增加促甲状腺激素的分泌量，导致甲状腺增大，表现为“大脖子病”，即地方性甲状腺肿。地方性甲状腺肿及克汀病（又称呆小病）是缺碘地区的高发病之一。甲状腺肿具有遗传性，表现为甲状腺增大、气促、心悸，轻微运动后症状加重，严重的会引起全身水肿。孕妇严重缺碘会导致胚胎中枢神经和甲状腺功能的不可逆损害，这种损害在妊娠早期就会出现，在妊娠中期最为严重。严重缺碘孕妇分娩的婴儿可能患克汀病，表现为发育迟缓、聋哑、运动障碍、智力低下。

（2）碘的食物来源和供给量。人体内的碘主要来自食物和饮水。环境含碘量的高低决定了收获食物的含碘量，如在土壤和水源含碘量高的地区，收获的食物含碘量也高。正因为如此，内陆等环境缺碘的地区若不采取碘强化措施，往往会成为甲状腺肿的高发地区。含碘丰富的食物主要是海产品，如紫菜、海带、干贝、海蜇等。为防治碘缺乏病，我国实施在食用盐中添加碘酸钾等营养强化政策，要求加碘盐中碘元素含量的平均水平（以碘元素计）为20~30 mg/kg。

我国居民的推荐碘摄入量为：0~0.5岁，每日85 μg；0.5~1岁，每日115 μg；1~7岁，每日90 μg；11~14岁，每日110 μg；14~80岁，每日120 μg；孕妇每日额外增加摄入110 μg（共230 μg）；乳母每日增加摄入120 μg（共240 μg）。但如果人长期过量摄入碘，则同样会使甲状腺增大，损害健康。我国成人碘可耐受最高摄入量为每日600 μg。

3. 人体需要的其他微量元素

表1-8为几种微量元素简介。



表 1-8 几种微量元素简介

名称	推荐食物或来源	主要生理功能	主要缺乏症状	推荐摄入量
氟	饮水、茶叶、海鱼、海带、紫菜	牙齿和骨骼的成分	龋齿，骨质疏松。过量则引起氟斑牙、氟骨症	成人每日 1.5 mg
铬	动物肉类（除鱼）、粗粮、豆类、坚果、胡萝卜	加强胰岛素；参与糖代谢	糖耐量异常，高血脂，动脉硬化，生长缓慢	成人每日 30 μg
钴	蘑菇、谷类、荞麦、肝、卷心菜、洋葱、番茄	维生素 B12 的成分，促进红细胞生成	无缺乏病例	无
锰	茶叶、粗粮、豆类、坚果、叶菜	促进成骨，激活酶原，酶组分，参与糖、脂代谢，促进发育	发育缓慢，生殖能力下降，骨骼畸形	成人每日 4.5 mg； 孕妇每日 4.9 mg； 乳母每日 4.8 mg
钼	肝、肾、谷物、豆类、奶	酶组分，强化氟功能	无缺乏病例	成人每日 100 μg； 孕妇每日 110 μg； 乳母每日 103 μg
镍	谷物、坚果、甘蓝	酶组分，增强胰岛素和造血功能，调节内分泌，维持细胞膜结构	生长变慢，生殖及造血功能下降	无
铜	牡蛎、贝类、谷物、豆类、坚果、肝、肾、肉	酶和蛋白质成分，维持中枢神经和造血功能，抗氧化，调节糖代谢，促进黑色素形成	贫血，胆固醇水平升高，中性粒细胞比例降低，发育缓慢，情绪激动	成年每日 0.8 mg； 孕妇每日 0.9 mg； 乳母每日 1.4 mg
硒	肝、肾、海产品、肉	构成蛋白质和酶，抗氧化，重金属解毒，调节甲状腺激素，维持免疫功能，抗肿瘤	克山病、心力衰竭，免疫下降	成人每日 60 μg； 孕妇每日 65 μg； 乳母每日 78 μg
锌	动物肉类和内脏、海贝	酶组分，保持细胞膜完整，参与蛋白质、核酸合成，调节激素和免疫力	皮肤损害，性发育停滞，生长缓慢，味觉障碍，创口不易愈合	成年男性每日 12.5 mg； 成年女性每日 7.5 mg； 孕妇每日 9.5 mg； 乳母每日 12 mg

知识拓展



矿物质元素对人体健康十分重要，人体缺乏矿物质元素会出现亚健康状态，甚至会患疾病。但是，矿物质元素也不是补充得越多越好。例如，不论是婴幼儿还是成人，缺钙都会严重影响身体健康，但是盲目过量补充钙元素会影响其他矿物质元素，如铁、锌等的吸收；钙还会与一些药物反应，降低药效，如钙能与四环霉素发生螯合，还可降低喹啉类抗生素的吸收利用率，因此在使用此类药物期间应当避免与钙剂同时服用，或暂时降低钙的摄入量。

碘是对人类非常重要的矿物质元素。碘参与人体甲状腺激素的合成，与人体的



生长发育和新陈代谢密切相关，对脑部发育非常重要。缺碘会导致流产、死胎、胎儿畸形，儿童表现为发育迟缓甚至患克汀病，青少年及成人表现为甲状腺功能低下、甲状腺增大、精神抑郁。但是，过量摄入碘同样对人体有害。摄入过量的碘会导致甲状腺功能减退症，诱发或加重自身免疫性甲状腺炎。因此，补充矿物质元素应当适量，不应盲目补充，更不能过量补充。

资料来源：<https://baike.baidu.com/item/%E7%9F%BF%E7%89%A9%E8%B4%A8/2110075>，有改动。

课后作业

一、选择题

1. 矿物质约占人体总重量的（ ）。
A. 2% B. 4% C. 6% D. 8%
2. 食物中的铜会（ ）铁的吸收。
A. 阻碍 B. 促进 C. 不影响 D. 无法确定
3. 下列选项中可促进磷吸收的是（ ）。
A. 维生素 D B. 植酸 C. 铝离子 D. 铁离子

二、填空题

1. _____ 是人体含量最高的矿物质。
2. _____ 是人体唯一可以储存碘的组织。
3. 存在于植物中的铁的吸收利用程度一般比动物性食物中的铁 _____。

三、名词解释

1. 常量元素
2. 必需矿物质元素
3. 协同及拮抗作用

四、判断题

1. () 矿物质元素摄入越多对人体健康越有益。
2. () 食物的钙磷比不适当会影响钙、磷的吸收。
3. () 单纯以乳类喂养的婴儿容易发生缺铁性贫血。

五、简答题

1. 矿物质的生理功能有哪些？
2. 钙的生理功能有哪些？
3. 影响磷吸收的因素有哪些？



第五节 维生素



一、维生素概述

维生素是一类人体不可或缺的微量小分子有机物。维生素不参与构成人体组织，也不能提供能量，但在调节生理功能上发挥着重要的作用。人体不能合成维生素或合成速度不能满足机体的需求，并且不能大量储存维生素。所以，虽然人体对维生素的需求量很少，但仍然必须不断通过摄取食物补充。维生素 D、维生素 PP、生物素（维生素 H）、维生素 K 等少量维生素可由人体或肠道微生物合成，但合成速度不能满足机体的需求，所以仍然需要从食物中获取。如果某种维生素长期摄入不足，就会引起对应的维生素缺乏症。

1. 引起维生素缺乏症的原因

引起维生素缺乏症的原因有很多，主要包括食物摄入不足，食物维生素含量不足，维生素因储藏、加工不当等而损失，pH、光、温度等外界因素造成维生素损失，个体因素造成维生素吸收障碍，特殊人群维生素需求量增大，长期服用营养素补充剂者的维生素需求量会增加。

2. 维生素的命名

维生素的命名方法有以下几种：

(1) 根据发现顺序。按照发现顺序在“维生素”后面依次加上字母 A、B、C、D 等来命名，如维生素 A、维生素 B、维生素 C 等。

(2) 根据化学结构。根据化学结构命名相应的维生素，如硫胺素、视黄醇等。

(3) 根据生理功能。根据生理功能命名相应的维生素，如抗凝血维生素、抗坏血酸等。

3. 维生素的分类

维生素的种类有很多，结构及化学性质各不相同。按照溶解性，维生素可分为脂溶性维生素和水溶性维生素两类。

(1) 脂溶性维生素。脂溶性维生素不溶于水，溶于脂肪或有机溶剂。脂溶性维生素一般随脂肪被人体吸收而储存在机体中，但摄入过多可导致中毒。脂溶性维生素主要有维生素 A、维生素 D、维生素 E、维生素 K 等。脂肪酸败后，其中的脂溶性维生素也会遭到破坏。环境因素对脂溶性维生素稳定性的影响如表 1-9 所示。



表 1-9 环境因素对脂溶性维生素稳定性的影响

名称	酸碱性的影响			氧气	日光	温度	一般烹饪方法	储存及烹饪注意事项
	pH<7	pH=7	pH>7					
视黄醇 (维生素 A)	稳定	稳定	稳定	活跃	敏感	稳定	无严重损失	避光保存, 切碎后尽快烹制, 不要长时间暴露于空气中; 不要长时间高温加热, 如油炸等
β -胡萝卜素 (维生素 A 原)	稳定	稳定	稳定	活跃	敏感	稳定	无严重损失	烹饪要迅速, 不要长时间暴露在高温、空气、强光下
胆钙化醇 (维生素 D ₃)	敏感	稳定	稳定	稳定	敏感	稳定	无严重损失	遇酸性溶液和油脂酸败会被破坏分解
生育酚 (维生素 E)	稳定	稳定	敏感	十分敏感	敏感	稳定	损失不大	于阴凉、干燥、避光保存。不要置于空气中或油炸
凝血维生素 (维生素 K)	稳定	稳定	敏感	稳定	敏感	稳定	损失较少	避光保存, 避免碱性环境

(2) 水溶性维生素。水溶性维生素溶于水而不溶于脂肪或有机溶剂。除维生素 B₁₂ 外, 大多数水溶性维生素在被人体吸收后, 多余的部分主要通过尿液排出体外, 在人体内的储存量很少。所以, 一般情况下水溶性维生素不易引起中毒症状。B 族维生素、维生素 C 等属于水溶性维生素。



二、脂溶性维生素的种类

1. 维生素 A

(1) 维生素 A 的理化性质。维生素 A 又名视黄醇、抗眼干燥症维生素, 是最先被发现的维生素。纯品维生素 A 为黄色针状结晶, 只存在于动物性食物中。在高温、酸性和碱性环境中性状稳定, 但对紫外线和氧气敏感, 在高温环境中易氧化, 因此, 动物性食物长时间在空气中脱水或经过油炸会被破坏。食物中的抗氧化剂, 如维生素 C、维生素 E、磷脂会增加维生素 A 的稳定性。维生素 A 一般溶解在脂肪中, 随脂肪一同被人体吸收。如果食物中的脂肪含量不足或因个体因素发生吸收障碍, 人体获得的维生素 A 也会减少。

类胡萝卜素是存在于植物中的一种脂溶性黄色素, 有色蔬果是类胡萝卜素的良好来源, 在黄色或红色蔬果中含量更高。类胡萝卜素有多种, 其中 β -胡萝卜素对人有重要营养意义, 它是维生素 A 的前体, 又称维生素 A 原, 在人体内可转化为维生素 A。

(2) 维生素 A 的生理功能和缺乏症。

① 维持暗适应功能。维生素 A 是合成视紫红质的重要物质。视紫红质存在于处于眼球内层的视网膜上, 可感受弱光, 让人能在昏暗的环境中看清物体。视紫红质经光照分解, 进入弱光环境再重新合成, 使人具有暗适应能力。如果机体维生素 A 充足, 视紫红质合成速度快, 则暗适应时间短; 若机体维生素 A 不足, 则视紫红质合成速度慢, 则暗适应时间长, 从明亮环境进入昏暗环境后不能迅速看清物体, 严重的甚至无法合成视紫红质, 形成夜盲症。



② 维持上皮组织细胞健康。维生素 A 对上皮组织的形成和发育十分重要，而上皮组织是抵御致病微生物的物理屏障，因此，维生素 A 是维护消化道、呼吸道、泌尿及生殖系统等组织上皮细胞健康的重要物质。机体缺乏维生素 A 会引起上皮组织基底增生，细胞形态发生变化，导致消化道、呼吸道、泌尿及生殖系统上皮角质化，对病毒、细菌的抵抗力下降，容易发生感染，如儿童缺乏维生素 A 容易发生呼吸道感染。维生素 A 还具有维护皮肤和眼角膜、结膜正常生理功能的作用。机体缺乏维生素 A 会损害泪腺上皮细胞，引起结膜和角膜干涩、角质化、变厚，严重的会导致眼干燥症。

③ 维持机体正常发育。维生素 A 可提高氮的利用率，促进蛋白质合成，在细胞分化、增殖、生长和骨细胞分裂过程中起重要作用，这对处于生长发育期的婴幼儿和儿童具有重要意义。如果儿童维生素 A 摄入不足，就会出现发育不良、生长停滞、骨骼发育受阻的现象；若新生儿体内维生素 A 不足，则可出现体重过低，甚至出现肌肉及脏器萎缩的现象。

④ 维持生殖系统健康。机体缺乏维生素 A 会影响雄性生殖细胞和胎盘上皮细胞的形成。

(3) 维生素 A 的食物来源和供给量。动物性食物，如肝、蛋黄、鱼肝油、奶油、乳类等含有丰富的维生素 A。植物性食物，如胡萝卜、菠菜、荠菜、尖椒、空心菜、蘑菇、橘子、柿子、杏等含 β -胡萝卜素较多。

人体维生素 A 的来源分为动物性食物维生素 A 和植物性食物胡萝卜素，而维生素 A 和胡萝卜素的常用计量单位分别为国际单位 (international unit, IU) 和 μg ，为避免混淆方便计算，联合国粮食及农业组织 (Food and Agriculture Organization of the United Nations, FAO) 和世界卫生组织提出了视黄醇当量 (retinol equivalent, RE) 的概念，其换算关系如下：

$1 \mu\text{g}$ 视黄醇当量 = $1 \mu\text{g}$ 视黄醇 = $6 \mu\text{g}$ β -胡萝卜素

$1 \mu\text{g}$ β -胡萝卜素 = 0.556 IU 维生素 A = $0.167 \mu\text{g}$ 视黄醇当量

1 IU 维生素 A = $0.3 \mu\text{g}$ 视黄醇当量 = $0.3 \mu\text{g}$ 视黄醇

中国居民膳食维生素 A 的日推荐摄入量 (以 μg 视黄醇当量计) 为：0~0.5 岁， $300 \mu\text{g}$ ；0.5~1 岁， $350 \mu\text{g}$ ；1~10 岁， $310 \sim 500 \mu\text{g}$ ；11~17 岁 (男)， $670 \sim 820 \mu\text{g}$ ；11~17 岁 (女)， $620 \sim 630 \mu\text{g}$ ；成年男性， $800 \mu\text{g}$ ；成年女性， $700 \mu\text{g}$ ；孕妇 (中、晚期)， $770 \mu\text{g}$ ；乳母， $1300 \mu\text{g}$ 。维生素 A 对人体非常重要，摄入不足会损害健康，但是过量摄入则会引起中毒，我国成人维生素 A 可耐受最高摄入量为每天 $3000 \mu\text{g}$ 视黄醇当量。维生素 A 中毒症状为恶心、呕吐、头痛、肝大、皮肤瘙痒、复视，严重的可致流产、出生缺陷。类胡萝卜素一般不会引起中毒，这是因为类胡萝卜素向维生素 A 转化的速度较慢，大量摄入类胡萝卜素会降低其吸收利用率。类胡萝卜素摄入过量会使皮肤变黄，类似于黄疸，但不会对健康造成损害，停止摄入后皮肤黄染会逐渐消退。

2. 维生素 D

(1) 维生素 D 的理化性质。维生素 D 又称钙化醇、抗佝偻病维生素，对氧气、热、碱性环境不敏感，一般的烹饪和加工过程不会破坏维生素 D。维生素 D 对酸敏感，在酸性环境中易分解，脂肪酸败也会破坏维生素 D。维生素 D 为类固醇衍生物，具有多种类



型，其中维生素 D₂（麦角钙化醇）和维生素 D₃（胆钙化醇）对人体具有重要营养意义。维生素 D₂ 来源于植物性食物，植物中的麦角固醇经紫外线照射会转化为维生素 D₂，因此麦角固醇又称为维生素 D₂ 原。维生素 D₂ 的活性为维生素 D₃ 的 1/3。维生素 D₃ 可以从动物性食物中直接获得或由人体自行合成，但从动物性食物获得的较少，主要依靠人体自行合成。人体能将胆固醇转化为 7-脱氢胆固醇，并储存在皮肤中。皮肤中的 7-脱氢胆固醇在紫外线的照射下可转化为维生素 D₃，故又称维生素 D₃ 原。健康个体经常照射阳光，一般不会出现缺乏维生素 D₃ 的情况。维生素 D₂ 和维生素 D₃ 并不具有生理功能，它们需要经过肝、肾代谢转变为 1, 25-二羟胆钙化醇后才能具有正常的生理活性。

(2) 维生素 D 的生理功能和缺乏症。维生素 D 有利于小肠黏膜对钙的吸收，可提高钙的吸收利用率。维生素 D 可调节血液中钙、磷的浓度，加强肾小管对钙、磷的重吸收，在满足骨钙化需要的同时，加强了对钙、磷的重新利用，减少钙、磷的流失，对促进儿童骨骼生长和维护成人骨骼健康具有重要作用。长期缺乏维生素 D 将导致儿童佝偻病，表现为“鸡胸”或 X 形腿、O 形腿等症状；成人则会导致骨质软化或骨质疏松症，可增加骨折风险，或因使孕妇骨盆变形而导致难产。

(3) 维生素 D 的食物来源和供给量。维生素 D 含量丰富的食物主要有鱼肝油、肝脏、蛋黄、奶油、奶酪等。母乳和牛乳中维生素 D 含量较少，蔬菜、水果和谷类中维生素 D 含量很少。

中国居民维生素 D 的推荐摄入量为：0~64 岁，每日 10 μg；65 及以上，每日 15 μg。孕妇、乳母不需要额外补充。长期过量摄入维生素 D 会导致中毒，症状为头痛、恶心、尿频、肾结石等。中国居民维生素 D 成人可耐受最高摄入量为每日 50 μg。

3. 维生素 E

维生素 E 又称生育酚、抗不育维生素。维生素 E 是一类化合物的总称，在自然界中共有 8 种，其中 α-生育酚活性最强，通常所说的维生素 E 一般便指 α-生育酚。脂肪、肝脏和肌肉是储存维生素 E 的主要场所。当维生素 E 摄入不足时，机体组织首先从肝脏及血浆中调用维生素 E。

(1) 维生素 E 的理化性质。维生素 E 为无色或浅黄色透明油状液体；在紫外线、碱性环境中不稳定，对氧气非常敏感，是良好的抗氧化剂；对酸和热不敏感，在无氧条件下加热至 200 °C 也保持稳定，一般烹饪条件不会损失太多，但是在有氧状态下高温加热（如油炸）会使其遭到严重破坏。食物在空气中干燥脱水和脂肪发生氧化后也会破坏维生素 E。

(2) 维生素 E 的生理功能和缺乏症。

① 抗氧化。维生素 E 不论在体内还是体外都具有很强的抗氧化性，在体内可抑制细胞膜中的脂类物质、巯基化合物等发生过氧化反应，保护细胞膜及巯基蛋白免受自由基的侵害，维持细胞的正常功能。维生素 E 还能抑制维生素 A、维生素 C、含硒蛋白、含铁蛋白、脱氢酶等物质的氧化反应。在食品中添加适量维生素 E 可降低油脂的氧化速度，保护维生素 A、维生素 C 等营养素。



② 维持红细胞完整。维生素 E 长期摄入不足会导致红细胞寿命缩短、数量减少，进而导致溶血性贫血。早产儿因体内缺乏维生素 E 导致的溶血性贫血可用维生素 E 治疗。

③ 参与生物活性物质的合成。维生素 E 参与 DNA 和血红蛋白的合成，是构成辅酶 Q 的物质。

④ 维持生殖系统健康。维生素 E 有保护性器官和胚胎发育、促进精子生成和增加精子活力的作用。人体缺乏维生素 E 可出现睾丸萎缩及上皮细胞异常等情况。维生素 E 可用于治疗习惯性流产和先兆流产等疾病。

⑤ 调节内分泌。维生素 E 具有调节内分泌的作用，可维持脑垂体、甲状腺健康，增强肾上腺皮质的功能。

⑥ 其他作用。维生素 E 还具有多种功能，如可保护毛细血管，抑制血小板聚集，减少血栓形成及动脉粥样硬化等心血管疾病的发生；改善皮肤弹性；抑制脂褐质色素形成，预防老年斑生成；参与维持肌肉的基本结构和功能；抑制胆固醇合成，降低血浆胆固醇水平。经研究发现，维生素 E 还具有抑制肿瘤细胞增殖的作用。

(3) 维生素 E 的食物来源和供给量。维生素 E 主要存在于植物中。植物油是维生素 E 的良好来源，如大豆油、花生油、芝麻油、玉米油、小麦胚芽油都含有丰富的维生素 E。蔬菜、水果、鱼、肉、蛋、动物脂肪也含有一定量的维生素 E，但是含量都不高。我国成人维生素 E 推荐供给量为每日 10~14 mg。

想一想

维生素 E 具有抗氧化作用，对人体来讲是一类不可或缺的维生素。请思考：我们是否可以大剂量补充维生素 E？

4. 维生素 K

(1) 维生素 K 的理化性质。维生素 K 又称凝血维生素，在光照和碱性条件下不稳定，对热和氧不敏感。

(2) 维生素 K 的生理功能和缺乏症。

① 凝血作用。血液凝固过程中很多凝血因子的合成都离不开维生素 K。血浆中 4 种调节血液凝固的蛋白质在合成过程中需要维生素 K 的参与。缺乏维生素 K 会导致皮下及消化道等组织出血、血液凝固时间延长，甚至发生贫血。

② 参与骨代谢。骨中有两种蛋白质与维生素 K 有关。维生素 K 以辅酶的形式参与这两种蛋白质的合成，协助调节钙磷比，将钙结合到骨中。

(3) 维生素 K 的食物来源和供给量。维生素 K 的食物来源丰富，且健康个体的肠道微生物可合成部分维生素 K，所以人体一般不会发生缺乏维生素 K 的情况。维生素 K 是叶绿素的组成成分，绿色蔬菜，如菠菜、白菜、芹菜叶、苜蓿、辣椒、韭菜、蒜苗等都含有较多的维生素 K。动物肝脏、瘦肉、鱼类也含有维生素 K，水果和谷物则含量较少。



我国维生素 K 的成人推荐摄入量为每日 80 μg ，乳母的推荐摄入量为每日 85 μg ，孕妇不用另外添加。维生素 K 的可耐受最高摄入量目前尚未确定。



三、水溶性维生素介绍

1. 维生素 B1

(1) 维生素 B1 的理化性质。维生素 B1 又称硫胺素、抗脚气病（维生素 B1 缺乏症）维生素、抗神经炎因子。维生素 B1 为白色针状晶体，略有酵母气味。谷物中的维生素 B1 在淘洗过程中会有损失。维生素 B1 对光不敏感，在酸性条件下和空气中稳定性较好，在固体状态下或酸性溶液中加热至 100 $^{\circ}\text{C}$ 损失很小；在碱性条件下极不稳定，加热容易氧化失去活性，损失严重；在铜离子存在的条件下破坏加速。在加工过程中，加入碱会导致食品中的维生素 B1 大量损失。

(2) 维生素 B1 的生理功能和缺乏症。维生素 B1 具有防治脚气病、加强消化系统蠕动、刺激消化液分泌的功能。

① 防治脚气病。维生素 B1 经小肠吸收后参与糖代谢，如果摄入量不足，糖代谢便不能正常进行，可导致丙酮酸在组织中积蓄而引发中毒，表现为身体疲乏无力。其中一部分丙酮酸还会形成乳酸，过多的乳酸会损害中枢神经系统，可导致神经炎，这就是因缺乏维生素 B1 而引起的脚气病。如果人的膳食以精加工的米、面为主，同时在粗粮和副食上不能得到及时补充，导致维生素 B1 长期摄入不足，就会引起脚气病。脚气病的早期症状为身体疲乏、厌食、体重下降、头痛、烦躁、萎靡不振、便秘等；若不及时治疗就会发展为肢体末端感觉异常、手脚麻木或有蚁行感、肠道痉挛，严重的可导致肌肉萎缩、心慌气短、水肿甚至心力衰竭。

② 促进肠胃蠕动。维生素 B1 可抑制乙酰胆碱水解，乙酰胆碱可促进肠胃蠕动、帮助消化、增进食欲。当维生素 B1 摄入不足时，乙酰胆碱会加速水解，导致胃肠蠕动缓慢，引起腹胀、消化不良、食欲减退、便秘等症状。

③ 参与构成辅酶。维生素 B1 经代谢在体内转变为硫胺素焦磷酸，参与体内转酮醇酶的辅酶和 α -酮酸脱氢酶系的构成。

(3) 维生素 B1 的食物来源和供给量。维生素 B1 广泛存在于动植物中，坚果、豆类、内脏、紫菜、瘦肉、粗粮、乳类、蛋类都是维生素 B1 的良好来源。蔬菜中的维生素 B1 含量较少。

我国居民维生素 B1 的成人推荐摄入量为：成年男性，每日 1.4 mg；成年女性，每日 1.2 mg；妊娠中期妇女，每日 1.4 mg；妊娠晚期妇女及乳母，每日 1.7 mg。维生素 B1 摄入过多可通过尿液排出体外，不易中毒。

2. 维生素 C

(1) 维生素 C 的理化性质。维生素 C 又名抗坏血酸，为白色结晶，易溶于水，溶液呈酸性。维生素 C 具有很强的还原性，非常容易被氧化，是化学性质最活泼的维生素。维生素 C 在酸性条件下不易被破坏，对温度、氧气、紫外线和碱性环境敏感，在铁、铜



金属离子和氧化酶存在的条件下会加速破坏。对富含维生素 C 的食物，烹饪过程应短时高温加热，不能加碱。烹制好的食物应尽快食用，以避免其中的维生素 C 被氧化。

(2) 维生素 C 的生理功能的缺乏症。

① 抗氧化和清除自由基。维生素 C 是一种强抗氧化剂，可以直接与氧化性物质反应，使其他物质免受氧化，避免蛋白质、细胞膜或 DNA 受到损伤。维生素 C 可抑制致癌物 N-亚硝基化合物的合成，降低癌症的发病率。自由基可使细胞发生畸变，如果直接损伤基因则可导致癌症，而维生素 C 具有清除自由基的作用。据统计，增加富含维生素 C 食物的摄入会降低某些癌症的发病率，这与维生素 C 清除自由基的功能有关。

② 促进胶原蛋白合成。维生素 C 是许多羟化反应的底物，可协助赖氨酸和脯氨酸转变成对应的羟化物，它们是合成胶原蛋白的重要物质。维生素 C 可促进胶原蛋白的合成，对维持血管、肌肉、骨骼、牙齿的发育和促进伤口愈合十分重要。人体维生素 C 长期摄入不足会阻碍胶原的合成，致使血管结构异常，容易导致多种形式的出血，并使创伤愈合时间延长，严重的可导致坏血病，主要症状是体虚无力、牙齿松动、关节痛、牙龈炎、牙龈及皮下多处出血等。婴幼儿还可表现为食欲不振、发育迟缓、骨骼发育不良、水肿、牙龈萎缩及全身出血倾向等。

③ 解毒作用。维生素 C 对汞、铅、砷等重金属具有解毒作用。维生素 C 可促进还原型谷胱甘肽的合成，还原型谷胱甘肽可与重金属离子结合并排出体外。维生素 C 还可直接与重金属离子结合并随尿液排出体外。

④ 促进铁吸收。维生素 C 可将 Fe^{3+} 转变为 Fe^{2+} ，提高铁的吸收利用率。维生素 C 还可维持亚铁螯合酶的巯基活性，保持其正常生理活性，促进铁的吸收。维生素 C 可辅助治疗缺铁性贫血。

⑤ 其他作用。维生素 C 还参与神经递质和肉碱的合成；能促进抗体形成和提高白细胞的吞噬功能，增强机体免疫力；可促进四氢叶酸的生成，有利于巨幼红细胞贫血的治疗；参与胆固醇代谢，促进胆固醇向胆汁酸转化，降低血清胆固醇，减少心血管疾病和胆石症的发病。

(3) 维生素 C 的食物来源和供给量。维生素 C 在新鲜蔬果中广泛存在，酸性水果和绿叶蔬菜含量较高。酸枣、红辣椒、猕猴桃、山楂、草莓、柚子、柠檬、芥菜、菜花、茼蒿、苦瓜中含有丰富的维生素 C。谷物、干豆几乎不含维生素 C，但发芽的豆类会产生维生素 C。动物性食物的维生素 C 含量很少（仅肝、肾含有少量）或者不含维生素 C。

我国居民维生素 C 的成人推荐摄入量为每日 100 mg，妊娠中期和妊娠晚期妇女的推荐摄入量为每日 115 mg，乳母的推荐摄入量为每日 150 mg。我国成人维生素 C 的可耐受摄入量为每日 2 000 mg。因为维生素 C 的可耐受量很高，所以正常饮食者一般不易发生维生素 C 中毒，但是维生素 C 经代谢后会生成草酸，长期大量摄入维生素 C 者的泌尿系统中会形成草酸盐结石。

维生素的理化性质决定了环境对它们的影响是不同的，环境因素对其他水溶性维生素稳定性的影响如表 1-10 所示。



表 1-10 环境因素对其他水溶性维生素稳定性的影响

名 称	pH			氧气	日光	温度	一般烹调方法	储存及烹饪注意事项
	pH < 7	pH=7	pH > 7					
维生素 B2 (核黄素)	稳定	稳定	敏感	稳定	敏感	酸性稳定	损失较多	烹饪时加入食醋有利于减少损失
维生素 B6 (吡哆素)	稳定	对光敏感	敏感	稳定	敏感	稳定	损失较少	稳定性较好
维生素 B12 (钴胺素)	弱酸稳定	稳定	强碱敏感	敏感	敏感	稳定	损失很少	食品原料避光保存
维生素 H (生物素)	稳定	稳定	稳定	敏感	稳定	敏感	损失较多	阴凉干燥处存放
维生素 PP (烟酸和烟酰胺)	稳定	稳定	稳定	稳定	稳定	稳定	损失很少	维生素中最稳定的一种
泛酸	敏感	稳定	敏感	稳定	稳定	敏感	损失较多	阴凉干燥处存放
叶酸	敏感	稳定	稳定	活跃	敏感	敏感	大部分损失	避免长时间储存

其他水溶性维生素介绍如表 1-11 所示。

表 1-11 其他水溶性维生素介绍

名 称	物化性质	功能及缺乏症	来 源	日供给量
维生素 B2 (核黄素)	橙黄色晶体，微苦	构成辅酶，参与氧化代谢；维护皮肤、黏膜健康；缺乏将导致口角炎、口腔溃疡、溢脂性皮炎	肝、肾、心、乳、蛋、奶、大豆、黄鳝、螃蟹、绿叶蔬菜、酵母、菌藻类	成年男性 1.4 mg； 成年女性 1.2 mg； 孕妇 1.2~1.5 mg； 乳母 1.5 mg
维生素 B6 (吡哆素)	白色结晶，微苦	促进糖原、糖、脂肪、氨基酸的利用；促进维生素 B12、铁、锌的吸收；预防肾结石；治疗皮炎、脂肪肝、高血脂及婴儿惊厥	鱼、肝、豆、谷、肉、乳、蛋黄、酵母、白菜	成人 1.4~1.6 mg； 孕妇 2.2 mg； 乳母 1.7 mg
维生素 B12 (钴胺素)	粉红色针状晶体，唯一含有金属元素、结构最复杂维生素	提高叶酸的利用率，促进血细胞发育；缺乏会引起恶性贫血、脊髓变性、神经及周围神经退化、黏膜炎症、脂肪肝	肝、肾、瘦肉、乳、蛋、海鱼、虾、发酵豆制品	成人 2.4 mg； 孕妇 2.9 mg； 乳母 3.2 mg



表 1-11 (续)

名称	物化性质	功能及缺乏症	来源	日供给量
维生素 H (生物素)	无色长针状晶体, 溶于热水	参与酶、蛋白质的合成; 缺乏会导致皮肤病变, 如皮炎、脱发、肌肉萎缩, 经常食用生鸡蛋会导致生物素缺乏	肝、肾、蛋黄、酵母、菜花、坚果、豆类。肉、乳制品、谷物含量较少	成人 40 mg; 乳母 50 mg
维生素 PP (烟酸和烟酰胺)	白色针状晶体, 最稳定的维生素, 体内很少储存, 过量随尿液排出	维护皮肤和神经健康, 保护心血管; 缺乏可导致赖皮病, 表现为对称性皮炎、腹泻、痴呆(合称 3D 症状)	酵母、香菇、花生、肝、肾、瘦肉、鱼、坚果、粗粮、豆类	成年男性 13~15 mg; 成年女性 10~12 mg; 乳母 15 mg
泛酸	淡黄色油状物, 酸性。又称遍多酸	辅酶 A 的成分, 参与糖、脂肪和蛋白质代谢; 参与神经递质的合成; 促进葡萄糖的吸收	食物中均含有, 内脏、鱼、粗粮含量丰富	成人 5 mg; 孕妇 6 mg; 乳母 7 mg
叶酸	暗黄色, 微溶于水	缺乏导致巨幼红细胞贫血、血小板聚集, 孕妇摄入不足会导致胎儿先天性神经管畸形	新鲜绿叶蔬菜、肝、肾、蛋、豆、酵母、坚果、水果	成人 400 μg DFE; 孕妇 600 μg DFE; 乳母 550 μg DFE

知识拓展



维生素对维持人体健康具有重要作用, 但这并不意味着维生素摄入越多越好, 摄入过多的维生素同样会损害人体健康。

例如, 一次性大量摄入维生素 C 会刺激小肠, 使其加速蠕动, 导致腹痛、腹泻等症状。如果长期超剂量口服维生素 C 补充剂, 则会导致恶心、呕吐等情况, 严重的还会导致胃及十二指肠溃疡疼痛加剧, 发展成胃黏膜充血、水肿甚至胃出血。维生素 C 通过肝脏代谢, 其产物是草酸, 最后以草酸盐的形式从尿液中排出。长期摄入过多维生素 C 容易形成泌尿系统结石。超量服用其他种类的维生素同样会导致不良反应。长期过量服用维生素的不良反应如表 1-12 所示。

表 1-12 长期过量服用维生素的不良反应

名称	不良反应
维生素 A	骨质钙流失、变脆、生长受抑制、长骨变粗、关节疼痛; 皮肤干燥、发痒、脱皮、皮疹、鳞皮症、脱发; 指甲弹性降低, 变脆易断; 精神不稳定, 易头痛、激动、坐立不安、食欲减退; 出现消化系统不良反应, 如恶心、呕吐、腹痛、腹泻; 其他现象: 容易疲乏、肌肉无力, 易出血



二、填空题

1. 维生素按照溶解性可分为 _____ 和 _____ 两类。
2. _____ 在人体内可转化为维生素 A。
3. _____ 是化学性质最活泼的维生素。

三、名词解释

1. 水溶性维生素
2. 维生素
3. 类胡萝卜素

四、判断题

1. () 维生素不提供能量，但参与构成人体组织。
2. () 维生素摄入过多会损害人体健康。
3. () 维生素 K 在光照或碱性环境中很稳定。

五、简答题

1. 维生素的命名有几种方法？
2. 维生素 A 的生理功能有哪些？
3. 哪些食物的维生素 C 含量较为丰富？



第六节 水

水是人体的重要成分，水对人体的重要程度远大于其他营养素。水具有重要的生理功能，人体若失去 10% 的水分，机体组织功能将受到严重影响；若失去 20% 的水分，则会引起精神错乱、晕厥甚至死亡。人的生命在禁食但不禁水的情况下最长可维持数周，而禁水后则只能维持几天。



一、水的生理功能

1. 构成机体的重要成分

水在人体中所占比例较大，并随年龄、性别、脂肪比例的不同而异。脂肪的含水量为 10%~30%，肌肉的含水量为 75%~80%，所以人体水分所占体重比例会随脂肪的增加而下降。一般情况下，女性体内的脂肪含量多于男性，所以水分所占比例低于男性。表 1-13 为部分年龄阶段的人水分所占体重比例。



表 1-13 部分年龄阶段的人水分所占体重比例

年龄段	性别	水分所占体重比例
新生儿		75%~80%
婴幼儿		约 70%
成年 (40 岁以下)	男	55%~60%
	女	50%~55%
60 岁以上	男	51.5%
	女	45.5%

成人体内的水分占体重的一半以上。人体 2/3 的水分在细胞内，1/3 的水分在细胞外。人体各组织水分含量相差较大，其中血液的水分含量最大，约为 83.0%；肌肉中的水分含量为 75.6%；骨骼和脂肪的水分含量较低，分别为 22.0% 和 10.0%。

2. 运输载体

水的流动性好，溶解力强，可将水溶性物质溶解并使电解质维持离子状态。有些不溶于水的物质可以通过乳化等方式分散到液体中去，形成胶体或乳浊液被体液运输到各处。水在食物消化、吸收、代谢和排泄过程中可作为载体将各种物质运输到需要的地方，使得人体生理功能和生化作用顺利进行。

3. 调节体温

水的比热容较大，为 4.186 kJ/(kg·°C)，其含义为 1 kg 水升高或降低 1 °C 需要吸收或放出 4.186 kJ 的热量。这意味着较少的水可以容纳较多的热量，在体内热量波动时不至于引起体液温度的明显变化，从而保持人的体温稳定。如果温度继续上升，机体可以通过排汗的方式将热量散出体外。水蒸发需要的热量也较多，在 37 °C 条件下，1 g 水完全蒸发要吸收 2 204 J 的热量，即当汗液在皮肤表面蒸发时可继续吸收热量降低皮肤表面的温度。

4. 润滑和保护作用

人体各个组织结构，如胸腔、腹腔、关节等中均含有水分。这些水分对机体组织起到润滑和缓冲作用。

5. 提供适宜的代谢环境

人体的生化反应和生命活动都是在有水存在的条件下才能进行的，人体的血液循环、体液分泌、消化、吸收、排泄及各种生化反应都离不开水。水是进行生命活动的必要环境。



二、水的平衡及需要量

人体水的摄入和消耗处于动态平衡。人体每日通过尿液、皮肤蒸发、呼吸和粪便排出水分，人体每日大约需要补充 2 500 mL 的水。但是人每日饮用 1 200 mL 水便可满足机体的需求，这是因为人体还可以通过其他方式获得水。人体获得水的方式有 3 种，分别是饮



水、食物中的水和代谢产生的水。除饮水外，人体通过食物和代谢获得的水分别约为 1 000 mL 和 300 mL。人体通过代谢获得的水主要由糖类、脂类和蛋白质代谢产生。各 100 g 的糖、脂肪和蛋白质氧化代谢可分别产生 55 mL、107 mL 和 41 mL 的水。

人体对水的需要量因年龄、性别、环境、工作强度、饮食习惯的不同而异，如在高温环境中工作的人群就需要增加饮水量。中国居民平衡膳食宝塔推荐的日饮水量为 1 500~1 700 mL。人饮水应少量多次，要主动饮水，不要在感到口渴时才饮水。

知识拓展



我国对包装饮用水有相应的国家标准，除矿泉水另行规定外，市售包装饮用水只分纯净水和其他饮用水两类。矿物质水、活化水、小分子团水、功能水等字样不得出现在包装饮用水的标签上。市售的碱性水一般为矿泉水，而苏打水则属于饮料。

矿泉水是从地下深处自然涌出的或经人工挖掘的、未受污染的地下矿水，它含有一定量的矿物质元素和气体。国家标准对矿泉水的碘化物、锂、偏硅酸、锶、硒、锌、溴化物、游离二氧化碳和溶解性总固体做出了要求，至少一项能够满足指标才能称为矿泉水。由于矿泉水开采、运输经济投入较大，所以矿泉水的成本也较高。

纯净水是指不含任何杂质、矿物质及微生物的高纯度水。纯净水的生产以符合居民饮用水标准的水为原水，经反渗透、离子交换、电渗析或蒸馏等方法加工获得。市场销售的蒸馏水、太空水本质上都是纯净水。纯净水不含任何矿物质盐，但经过代谢排出体外时则会携带一些矿物质一同排出。

资料来源：https://baike.baidu.com/item/%E9%A5%AE%E7%94%A8%E6%B0%B4/4672037?fr=aladdin#6_2，有改动。

想一想



中国物产丰富，地域广阔，人口众多。请根据所学思考一下：中国的水资源是不是也很丰富呢？

小实验

判断自来水中是否含有残余氯离子

实验器材：小试管、胶头滴管。

实验试剂：自来水、硝酸银溶液。

操作过程：取自来水约 5 mL 于小试管中，用胶头滴管向试管中滴加几滴硝酸银溶液，观察试管中溶液的颜色变化。

实验现象：试管中的溶液由无色透明变状为乳白色混浊状。

实验原理：自来水厂使用漂白粉对自来水进行消毒，漂白粉的主要有效成分是次氯酸，消毒后会有残余的氯离子留在自来水中，而氯离子遇银离子会产生氯化银白色沉淀。



课后作业

一、选择题

1. 中国居民平衡膳食宝塔推荐人体日饮水量为 ()。
A. 1 200 ~ 1 400 mL B. 1 300 ~ 1 500 mL
C. 1 400 ~ 1 600 mL D. 1 500 ~ 1 700 mL
2. 下列选项中的营养素不能代谢产生水的是 ()。
A. 糖 B. 蛋白质 C. 矿物质 D. 脂肪
3. 人体的生化反应和生命活动都是在有 () 存在的条件下才能进行的。
A. 水 B. 血液 C. 体液 D. 细胞

二、填空题

1. 各 100 g 糖、脂肪和蛋白质氧化可分别产生 _____ mL、_____ mL 和 _____ mL 的水。
2. 人体通过代谢获得的水主要由 _____、_____ 和 _____ 代谢产生。
3. 水具有重要的生理功能，人体若失去 _____ 的水分，机体组织功能将受到严重影响。

三、名词解释

1. 纯净水
2. 矿泉水

四、判断题

1. () 人不感到口渴就可以不喝水。
2. () 水的流动性好，溶解力强。
3. () 水在人体中所占比例并不是很大。

五、简答题

1. 水的生理功能有哪些？
2. 人体每日对水的需要量是多少？
3. 水是如何调节人体体温的？

六、实践训练

表 1-14 为牛奶和某配方奶粉营养素含量对比。请认真观察各营养素含量，仔细对比，找出其中的差异，并利用所学知识进行解释。



表 1-14 牛奶和某配方奶粉营养素含量对比

牛 奶			某配方奶粉		
营养成分	单位	100 g 含量	营养成分	单位	100 g 含量
能量	kcal	54	能量	kcal	504
蛋白质	g	3	蛋白质	g	12
脂肪	g	3.2	脂肪	g	23.8
碳水化合物	g	3.4	碳水化合物	g	59.1
维生素 A	μg	24	维生素 A	μg	660
维生素 B1	mg	0.03	维生素 B1	mg	0.62
维生素 B2	mg	0.14	维生素 B2	mg	0.40~2.51
烟酸	mg	0.1	烟酸	mg	5.3
维生素 E	mg	0.21	维生素 E	mg	7.5
钠	mg	37.2	钠	mg	160
钙	mg	104	钙	mg	390
铁	mg	0.3	铁	mg	5.6



第七节 能 量

人体的一切生命活动都需要能量。人不但在劳动过程中需要能量，在安静状态下也需要能量。人体的能量来自食物中储存的化学能，食物中的糖类、脂类和蛋白质是能够产生能量的营养素，统称为产能营养素。酒类中的乙醇也能够提供能量，但是大多数人群不会将其作为食物天天饮用，因此不将其列为产能营养素来研究。人体可将能量转化为多种形式，如因维持体温的需要将能量转化为热能，因抬举重物的需要将能量转化为势能，因机体代谢所需将能量转化为化学能。总之，人体需要获得足够的能量才能维持生命体征。



一、能量单位

能量的国际单位是焦耳 (J)，1 J 相当于用 1 N 的力把质量为 1 kg 的物体移动 1 m 所需要的能量。营养学上仍使用卡 (cal) 和千卡 (kcal) 作为能量单位。1 kcal 的能量是指将 1 kg 水的温度由 15 °C 升高 1 °C 所需要的能量。其换算关系如下：

$$1 \text{ 千卡 (kcal)} = 4.184 \text{ 千焦 (kJ)}$$

$$1 \text{ 千焦 (kJ)} = 0.239 \text{ 千卡 (kcal)}$$



二、生理卡价

1 g 营养素在体内氧化所产生的能量值称为生理卡价，也称能量系数。食物可在体内氧化，也可在体外燃烧，其本质都是氧化反应，但是由于食物存在消化、吸收和利用的过程，并且反应产物和剧烈程度不一样，二者也存在差别。

1 g 糖类在体外燃烧和在体内氧化的终产物都是二氧化碳和水，这两种氧化方式放出的热量是一样的，都是 17.15 kJ；1 g 脂肪体外燃烧和体内氧化的终产物都是二氧化碳和水，放出的热量都为 39.54 kJ。但是，蛋白质体外燃烧的终产物为二氧化碳、水、氨和氮等，在体内氧化的终产物为二氧化碳、水、尿素、肌酐及其他含氮有机物。蛋白质在体外燃烧和体内氧化的终产物不一样是因为其在体内氧化反应不完全，所以最终产生的热量也不一样。1 g 蛋白质体外燃烧放出的热量为 23.64 kJ，体内氧化放出的热量为 18.20 kJ。食物体外燃烧与体内氧化对比如表 1-15 所示。

表 1-15 食物体外燃烧与体内氧化对比

名称	体外燃烧		体内氧化		食物吸收	生理卡价	
	放热 /kJ	产物	放热 /kJ	产物		kJ	kcal
糖类	17.15	CO ₂ 、H ₂ O	17.15	CO ₂ 、H ₂ O	98%	16.81	4.0
脂类	39.54		39.54		95%	37.56	9.0
蛋白质	23.64	CO ₂ 、H ₂ O、 氨、氮等	18.20	CO ₂ 、H ₂ O、尿素、肌酐 及其他含氮有机物	92%	16.74	4.0

此外，食物不会完全被人体消化吸收。一般情况下，食物中糖类、脂类和蛋白质的消化、吸收与利用程度分别为 98%、95% 和 92%。所以，这 3 种营养素的生理卡价如下：

1 g 碳水化合物的生理卡价： $17.15 \text{ kJ} \times 98\% \approx 16.81 \text{ kJ} = 4.0 \text{ kcal}$

1 g 脂肪的生理卡价： $39.54 \text{ kJ} \times 95\% \approx 37.56 \text{ kJ} = 9.0 \text{ kcal}$

1 g 蛋白质的生理卡价： $18.0 \text{ kJ} \times 92\% \approx 16.74 \text{ kJ} = 4.0 \text{ kcal}$



三、能量计算

食物中能够产生能量的营养素有糖类、脂类、蛋白质，单独计算出这三大产能营养素的能量，然后将其相加就能得到这种食物能够产生的总能量。

例 一块 200 g 肥瘦相间的猪肉能够产生多少能量？

解

(1) 查食物成分表知：

100 g 猪肉（肥瘦）（均值）含糖 1.9 g、脂肪 37.0 g、蛋白质 13.0 g。

200 g 猪肉（肥瘦）（均值）含糖 3.8 g、脂肪 74.0 g、蛋白质 26.0 g。

(2) 糖产生能量： $3.8 \times 4 = 15.2$ (kcal)

脂肪产生能量： $74.0 \times 9 = 666.0$ (kcal)

蛋白质产生能量： $26.0 \times 4 = 104$ (kcal)



总共产生能量： $15.2+666.0+104=785.2$ （kcal）

答：一块 200 g 肥瘦相间的猪肉能够产生 785.2 kcal 能量。



四、能量消耗

人体能量消耗表现在静息代谢率（resting metabolic rate, RMR）、运动生热效应（thermic effect of exercise, TEE）和食物生热效应（thermic effect of food, TEF）3 个方面。

1. 静息代谢率

在使用静息代谢率这个概念之前，人们最初使用的是“基础代谢率”这一概念。基础代谢率是指维持生命活动需要的最低能量，即人在清醒、静卧、放松、恒温条件下仅用于维持最基本生命活动的能量消耗。基础代谢率的测定条件一般为 $18\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 25\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，禁食 12 h 以上。由于基础代谢率测定比较困难，世界卫生组织提出用静息代谢率代替基础代谢率。静息代谢率是指维持人体正常功能和体内稳态，再加上交感神经系统活动，如呼吸、心跳、肠胃蠕动等所消耗的能量。测定静息代谢率需要禁食 4 h 以上，在舒适安静的环境中处于静坐或仰卧状态完成。静息代谢率略高于基础代谢率，但是差别很小。静息代谢率占每日能量消耗的 60%~75%，是 3 种能量消耗形式中所占比例最大的一种。

2. 运动生热效应

运动生热效应是指高出静息代谢率体力劳动与脑力活动能量消耗的总和，其能量消耗低于静息代谢率，但高于食物生热效应。在 3 种能量消耗方式中，由于体力劳动和脑力活动的时间、强度等因素的不确定性，运动的生热效应变化很大，是 3 种能量消耗方式中最容易管控的。人在进行中等强度的活动时，运动的生热效应消耗能量占总能量的 15%~30%，高强度运动时，其单位时间内消耗的能量能够达到静息代谢率的 10 倍以上。

3. 食物生热效应

食物生热效应又称食物特殊动力作用。人体在进食后需要对食物进行消化、吸收、代谢等活动，这些生理活动都需要消耗能量，同时会引起体温升高等情况。食物生热效应是指因为进食引起的高于静息代谢率的能量消耗。食物生热效应不产生能量，是消耗能量的过程，其消耗的能量来自自身营养储备。不同产能营养素的静息代谢率不同，一般情况下蛋白质的静息代谢率 > 糖类的静息代谢率 > 脂肪的静息代谢率，混合膳食的静息代谢率约占每日能量消耗总量的 10%。

想一想

睡觉时，人的身体处于静止状态。请思考一下，睡觉时人体会消耗热量吗？



五、能量来源与供给量

1. 能量来源

糖类、脂类、蛋白质是三大产能营养素，但是由于代谢过程不同，其产能效率也不



同。糖类的产能效率最高，蛋白质的产能效率最低。根据我国居民的饮食习惯，糖类是我国居民能量的主要来源，脂肪次之，最后是蛋白质。在饮食中，糖类提供的能量占总能量的60%~70%，脂肪提供的能量占总能量的20%~25%，蛋白质提供的能量占总能量的11%~14%，这样比较合理。

2. 能量需要量

人体膳食能量需要量随年龄、生理阶段、性别、活动强度的不同而异。若膳食能量长期摄入过少，严重情况下会引起蛋白质分解，损害组织健康；若膳食能量长期摄入过高，则会导致脂肪过量积累，诱发疾病，所以不同个体应当根据自身情况摄入适当的能量。

我国中等体力活动水平居民的膳食能量需要量：成年男性为每日9.20~10.88 MJ，成年女性为每日7.32~8.79 MJ，妊娠中期妇女为每日1.23 MJ，妊娠晚期妇女为每日1.90 MJ，乳母为每日2.10 MJ。

知识拓展



世界卫生组织建议，人们可以利用体重指数（body mass index, BMI）来判断自己的体重情况，其适用范围是：20岁以上，65岁以下的人群，但不适用于运动员、孕妇和乳母。BMI无法判断脂肪分布情况和脂肪数量。亚洲人与欧美人的体质有区别，所以BMI亚洲标准与世界卫生组织建议的标准有差别。同时，我国根据居民身体特点制定了符合我国实际情况的理想体重标准。

BMI的计算公式如下：

$$\text{BMI} = \text{体重 (kg)} / [\text{身高 (m)}]^2$$

表1-16为世界卫生组织推荐的BMI标准（适用于欧美人）。

表1-16 世界卫生组织推荐的BMI标准（适用于欧美人）

BMI	对应标准
< 16	重度营养缺乏
16~16.9	中度营养缺乏
17~18.49	轻度营养缺乏
18.5~24.9	正常
25~29.9	体重超重
30~34.9	轻度肥胖
35~39.9	中度肥胖
> 40	重度肥胖



例如，某人（欧美人），21岁，身高 1.78 m，体重 73 kg，则其体重指数为

$$\text{BMI} = 73 / (1.78)^2 = 23.04$$

18.5 < 23.04 < 24.9 为正常。

中国居民 BMI 标准为：18.5 ≤ BMI ≤ 23.9 为正常，BMI ≥ 24 为超重，BMI ≥ 28 为肥胖。

资料来源：<https://baike.baidu.com/item/%E6%A0%87%E5%87%86%E4%BD%93%E9%87%8D/1694152?fr=aladdin>，有改动。



课后作业

一、选择题

1. 1 kcal 能量是将 1 kg 水由 () °C 升高 1 °C 所需的能量。

- A. 13 B. 14 C. 15 D. 16

2. () 是能量消耗形式中所占比例最大的一种。

- A. 食物生热效应 B. 静息代谢率
C. 运动生热效应 D. 无法确定

3. 能量的国际单位是 ()。

- A. 牛顿 (N) B. 千克 (kg) C. 吨 (t) D. 焦耳 (J)

二、填空题

1. 糖类在体外燃烧和在体内氧化终产物都是 _____ 和 _____。

2. 运动生热效应的能量消耗低于 _____，但高于 _____。

3. 糖类、脂类、蛋白质是三大 _____ 营养素。

三、名词解释

1. 生理卡价
2. 静息代谢率
3. 运动生热效应

四、判断题

1. () 运动生热效应的变化很大。
2. () 食物生热效应不产生能量，是消耗能量的过程。
3. () 不是人体一切生命活动都需要能量。



五、计算题

一个 50 g 的鸡蛋能够产生多少能量?

六、实践训练

测出你的身高和体重，计算出你的体重指数，然后查阅 BMI 的亚洲标准和
中国标准，用这两种标准判断一下自己的体重是否超重。

体重: () kg; 身高: () m。

$BMI = \text{体重 (kg)} / [\text{身高 (m)}]^2 = () / ()^2 = ()$ 。

通过与 BMI 标准值进行对比，看看自己的身体状况。