



中等职业教育国家规划教材  
全国中等职业教育教材审定委员会审定

# 运动人体科学概论

## (运动训练专业)

主编 王 健



高等教育出版社

中等职业教育国家规划教材  
全国中等职业教育教材审定委员会审定

# 运动人体科学概论

(运动训练专业)

主 编 王 健  
责任主审 刘安清



高等教育出版社

**图书在版编目 (CIP) 数据**

运动人体科学概论/王健主编. —北京: 高等教育出版社, 2003. 1

ISBN 7-04-011734-7

I. 运... II. 王... III. 人体运动—人体学—专业学校—教材 IV. G804

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 008345 号

---

出版发行	高等教育出版社	购书热线	010-64054588
社 址	北京市东城区沙滩后街 55 号	免费咨询	800-810-0598
邮政编码	100009	网 址	<a href="http://www.hep.edu.cn">http://www.hep.edu.cn</a>
传 真	010-64014048		<a href="http://www.hep.com.cn">http://www.hep.com.cn</a>

经 销 新华书店北京发行所  
印 刷 人民教育出版社印刷厂

开 本	787×1092 1/16	版 次	2003 年 1 月第 1 版
印 张	14.75	印 次	2003 年 1 月第 1 次印刷
字 数	340 000	定 价	18.00 元

---

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

**版权所有 侵权必究**

## 内 容 提 要

运动人体科学是一门应用人体解剖学、生理学、营养学和体育保健学等多种人体科学学科的理论和方法研究体育运动对人体形态结构、生理功能的影响以及体育运动中的保健规律和措施的综合性科学知识体系,是我国体育职业教育中的一门重要基础课程。本书共计12章,系统介绍了人体基本形态结构、生理功能特点和运动伤病的基本知识;适当介绍了人体基本组成、运动员营养和运动按摩;而对运动训练更为重要的身体素质、运动中人体机能变化规律和运动代谢,作了较为详细的叙述。

本书是我国中等体育职业教育的国家规划教材,供全国中等体育职业教育运动训练等专业使用,也可作为教练员、运动员和医务人员的参考用书。



## 中等职业教育国家规划教材出版说明

为了贯彻《中共中央国务院关于深化教育改革全面推进素质教育的决定》精神，落实《面向21世纪教育振兴行动计划》中提出的职业教育课程改革和教材建设规划，根据教育部关于《中等职业教育国家规划教材申报、立项及管理意见》（教职成[2001]1号）的精神，我们组织力量对实现中等职业教育培养目标和保证基本教学规格起保障作用的德育课程、文化基础课程、专业技术课程和80个重点建设专业主干课程的教材进行了规划和编写，从2001年秋季开学起，国家规划教材将陆续提供给各类中等职业学校选用。

国家规划教材是根据教育部最新颁布的德育课程、文化基础课程、专业技术基础课程和80个重点建设专业主干课程的教学大纲（课程教学基本要求）编写，并经全国中等职业教育教材审定委员会审定。新教材全面贯彻素质教育思想，从社会发展对高素质劳动者和中初级专门人才需要的实际出发，注重对学生的创新精神和实践能力的培养。新教材在理论体系、组织结构和阐述方法等方面均作了一些新的尝试。新教材实行一纲多本，努力为教材选用提供比较和选择，满足不同学制、不同专业和不同办学条件的教学需要。

希望各地、各部门积极推广和选用国家规划教材，并在使用过程中，注意总结经验，及时提出修改意见和建议，使之不断完善和提高。

教育部职业教育与成人教育司

二〇〇一年十月

## 编写说明

为贯彻落实《中共中央国务院关于深化教育改革全面推进素质教育的决定》精神，教育部制定了《中等职业学校专业目录》（教职成[2000] 8号），并在目录中确定了83个专业为中等职业学校重点建设专业。在地方教育行政部门、教研机构和有关院校的大力配合下，教育部组织有关行业职业教育教学指导委员会和项目课题组，开发了《中等职业学校重点建设专业教学指导方案》（以下简称《方案》）。

《方案》体现了全面推进素质教育、深化职业教育教学改革的精神，明确了专业培养目标、业务范围、课程设置和教学要求，是实施学历教育的各类中等职业学校加强专业和课程建设、安排和组织教学活动的指导性教学文件，也是各地、各行业教育部门和教研机构指导职业学校深化专业教育教学改革和评价专业教育教学质量的基本依据。

依据《方案》精神，按照“面向21世纪职业教育课程改革和教材建设规划”实施方案的要求，高等教育出版社会同体育职业教育教学指导委员会，组织编写中等职业教育运动训练专业主干课程的国家规划教材。

该系列教材包括：运动人体科学概论、运动心理学基础、社会体育学基础、运动训练学基础、田径游泳（包括田径、游泳）、球类运动（包括足球、篮球、排球、羽毛球、乒乓球）、武术运动（包括武术、散打）、重竞技运动（包括举重、击剑、拳击、柔道、摔跤、跆拳道）等。

该系列教材的突出特点在于与时俱进，紧密结合该层面学生的身心 and 认知特点，突出“以能力为本位”的教学模式；以现代国际流行的课程理论为依据，整体选择教学内容和方法，整合教学设计过程和手段，体现综合价值；通过内容拓展栏目，将与教材内容相关的知识点呈现出来，既增加了教材的弹性，又活跃了版式，提高了可读性；本系列教材强调了项群的特征，并结合未来我国奥运项目布局以及优势项目的发展，以学生实际技能的掌握为突破口，重新设计教材体系和内容，提高教材的实用性；现代教育手段与传统介质的高度融合将会使该套教材真正实现立体化构建。

在教育部和国家体育总局有关司局的领导下，我们组织全国相关院校的专家、学者参与项目的筹划，并制定了具体的教材编写方案。本书由浙江大学王健教授担任主编，浙江大学周永平副教授和杭州师范学院胡水兰副教授担任副主编，浙江大学等四所院校的马楚红、王恬、王健、叶伟、宋超、杨建雄、周永平、胡水兰和魏杭庆9位教师参加编写工作。浙江大学华明教授和郑隆榆教授担任本书的顾问。

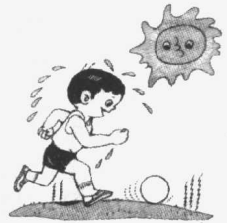
教材创新本身就是一种探索，稗谬之处，在所难免，恳请同行和广大读者批评指正。

编委会

2002年9月18日于北京

# 目 录

第一章 绪论	1
第一节 运动人体科学概述	1
第二节 人体化学组成	2
第三节 人体基本组成	11
第四节 人体功能活动概述	20
复习与思考	22
第二章 人体运动的物质与能量代谢	24
第一节 物质与能量代谢概述	24
第二节 人体运动的能量供应	28
复习与思考	37
第三章 运动系统	38
第一节 骨	38
第二节 关 节	47
第三节 肌 肉	54
复习与思考	66
第四章 神经和内分泌系统	67
第一节 神经系统及其整合功能	67
第二节 脑的高级功能与运动技能学习	75
第三节 内分泌系统	79
复习与思考	84
第五章 氧运输系统	85
第一节 血 液	85
第二节 呼 吸	87
第三节 血液循环	93
第四节 运动对氧运输系统的影响	105
复习与思考	109
第六章 运动与营养	110
第一节 营养物质的消化吸收	110
第二节 儿童少年营养	113



SA105/08

第三节 运动的营养要求 .....	116
复习与思考 .....	119
第七章 身体素质 .....	121
第一节 力量素质 .....	121
第二节 耐力素质 .....	128
第三节 速度素质 .....	133
第四节 柔韧和灵敏素质 .....	136
复习与思考 .....	138
第八章 运动中人体机能变化规律 .....	139
第一节 赛前状态与准备活动 .....	139
第二节 进入工作状态与稳态 .....	142
第三节 运动性疲劳 .....	144
第四节 身体机能恢复 .....	150
复习与思考 .....	154
第九章 年龄、性别、环境与运动 .....	155
第一节 年 龄 .....	155
第二节 性 别 .....	162
第三节 环 境 .....	166
复习与思考 .....	170
第十章 功能检查与评价 .....	171
第一节 体格检查 .....	171
第二节 机能检查与评定 .....	175
第三节 运动员医务监督 .....	184
复习与思考 .....	187
第十一章 按摩 .....	188
第一节 运动按摩的作用与注意事项 .....	188
第二节 保健按摩 .....	196
第三节 治疗按摩 .....	198
复习与思考 .....	203
第十二章 运动伤病的防治 .....	204
第一节 运动性疾病 .....	204
第二节 运动损伤及其预防 .....	211
复习与思考 .....	226
参考文献 .....	227





# 第一章 绪论

**[内容提要]** 人体是一个具有复杂结构和机能的有机整体,它由多种有机物和无机物组成的细胞、组织、器官和系统所构成。它可以通过新陈代谢实现自我更新,通过神经、体液和自身调节适应各种体内外环境的变化,还可以通过生殖延续物种的发展。本章主要介绍人体基本化学组成、细胞与基本组织和生命基本活动。

## 第一节 运动人体科学概述

运动人体科学是一门应用人体解剖学、生理学、营养学和体育保健学等多种人体科学学科理论和方法研究体育运动对人体形态结构、生理功能的影响,以及体育运动中的保健规律和措施的综合性科学知识体系,是我国体育职业教育中的一门重要基础课程,它包括传统体育专业教育课程中的运动解剖学、运动生理学和体育保健学内容。

### 一、运动人体科学的内容

**运动解剖学** 运动解剖学是研究正常人体形态结构及其发生发展规律与体育、运动相互关系的科学,是运动人体科学的重要基础。运动解剖学的主要内容涉及人体细胞、组织、器官和系统的形态结构及其发展变化规律和运动对人体形态结构的影响等。学习运动解剖学的知识,一方面有助于掌握运动生理学和体育保健学的基本理论和方法,另一方面对于更好地理解 and 掌握运动技术、有效地组织教学和训练以及创造性地运用人体科学的知识实施运动技术创新等也都具有很大的帮助。

**运动生理学** 运动生理学是研究人在体育运动中或在长期运动训练和体育锻炼影响下,人体各种生理机能变化规律及其变化机制的科学。学习和掌握运动生理学的知识对于人们科学地进行运动训练和体育锻炼有着重要的理论和实践指导意义。运动生理学的主要研究内容包括能量代谢、肌肉活动、血液循环、神经控制、身体素质和运动性疲劳等理论基础和应用基础知识。学习运动生理学的目的是了解人体基本生理活动的原理和规律、掌握运动生理学的基本知识和运动训练的基本生理学原理,为体育锻炼和运动训练的科学化奠定基础。

**体育保健学** 体育保健学是研究体育运动中保健规律和措施的应用性知识,其主要研究内容包括运动卫生、医务监督、运动伤病和按摩等。体育保健学学习的目的在于掌握体育运动中的人体保健基本理论知识和实践技能,了解包括运动员在内的不同性别和年龄人群的体育保健特点和要求,以达到增强体质、增进健康和为运动训练科学化提供支持和保障的基本目的。

### 二、学习运动人体科学的目的

运动人体科学覆盖我国中等体育职业教育各专业所必需的人体解剖学、运动生理学、运动营养学和体育保健学等多门人体科学、基础和临床医学基本知识、基本方法和基本技能，是一部覆盖面广、涉及学科多、基础性强和职业教育特色明显的课程。学习和掌握运动人体科学的基本理论和方法，有助于提高学生竞技运动教学和训练的自觉性、主动性和科学性，有利于提高运动训练的质量，从而促进专项运动训练水平不断提高，达到普及科学基础知识、培养从事学校、社会体育实用型人才和培养各级各类运动员，特别是优秀运动员后备人才的目的。

### 三、运动人体科学的学习方法

#### (一) 形态结构与生理功能相结合

体育锻炼和运动训练对人体的影响虽然很多，但不外乎是形态、机能和代谢3方面的变化。代谢改变是机能和形态变化的基础，机能改变往往又可以进一步影响代谢和形态的变化，形态改变往往也能够影响机能和代谢。它们之间相互联系、相互影响又互为因果。以肌肉体积和肌肉力量的关系为例。长期力量训练首先可以引起肌肉蛋白质合成代谢加强，肌纤维横断面积增加，肌肉体积增大，由此导致肌肉力量增强；相反，若长期卧床不起或缺乏锻炼，可使肌肉萎缩，肌肉力量下降。

#### (二) 局部与整体相结合

人体是由多种组织、器官和系统组成的有机整体。任何组成成分都是整体不可分割的一部分。组织、器官和系统在结构和机能上既相互联系，又相互影响。机体通过神经和体液因素的调节，使机体的各个组成部分之间保持密切联系。机体的某些组成部分发生变化，势必影响身体的其他部分，而全身状态也会影响局部的功能活动。例如人体在从事剧烈的肌肉活动时，储存在内脏器官的血液会分流到运动的肌肉。经常进行肌肉活动可以有效地改善心血管和呼吸系统的功能，促进大脑的发育。

#### (三) 科学理论与运动实践相结合

运动人体科学是体育职业教育的基础理论，它来源于运动人体科学的实验和体育锻炼与运动训练的实践研究，但学习运动人体科学的目的还在于实际应用。学好运动人体科学能够更好地认识人体，认识人体在运动中身体机能的变化规律和运动伤病的发生规律等，从而为体育科学其他理论学科的学习和体育锻炼与运动训练实践奠定基础。此外，注重理论学习和实验相结合，和体育锻炼、运动训练实践相结合，还有助于加深对理论的理解和独立思考、认真分析和综合，从而提高其分析问题和解决问题的能力。

## 第二节 人体化学组成

人体是一个具有复杂结构和机能的有机整体，它是由占体重99.95%的碳(C)、氢(H)、

氧(O)和氮(N)、硫(S)、钙(Ca)、磷(P)等 50 多种宏量元素和占体重约 0.05% 的铁(Fe)、锌(Zn)、铜(Cu)等微量元素组成。这些元素在体内绝大多数以化合物形式存在,可分为无机化合物和有机化合物两大类。无机化合物包括水和无机盐;有机化合物则主要有蛋白质、糖类、脂类、核酸、酶和维生素等。它们是构成人体细胞的主要成分,是生命活动的物质基础。

## 一、蛋白质与核酸

### (一) 蛋白质

蛋白质是一类重要的生物高分子含氮物质,它们不仅是构成人体组织细胞的基本成分,而且它们的不断合成与分解,还能调节人的正常生理功能,保证机体的生长、发育、繁殖、遗传和损伤组织的修复,因此是生命的重要物质基础。

#### 1. 蛋白质的元素组成

各种蛋白质的元素组成很接近,都含有 C、H、O、N 4 种元素。此外,部分蛋白质含 S,有些蛋白质还含有少量的 P 或金属元素,如 Fe、Zn 和 Cu 等。蛋白质的平均含氮量约为 16%,这是蛋白质元素组成的一个特点。

#### 2. 蛋白质的基本构成单位——氨基酸

蛋白质的种类繁多、结构复杂,但是其基本构成单位都是氨基酸。氨基酸是一种含有氨基的羧酸,其结构特点是在羧基相邻的碳原子上连有一个氨基。自然界中的氨基酸有 300 多种,组成人体各种蛋白质的氨基酸在数量上也有几十、几百、几千甚至更多,但是合成人体蛋白质的氨基酸种类只有 20 种。它们之间通过肽键相连,构成蛋白质分子(图 1-1)。其中,一部分氨基酸可以在体内合成,称为非必需氨基酸,但另外一部分(8 种)氨基酸则不能在体内合成或合成速度远不能适应机体的需要,必须从外界摄取,这类氨基酸称为必需

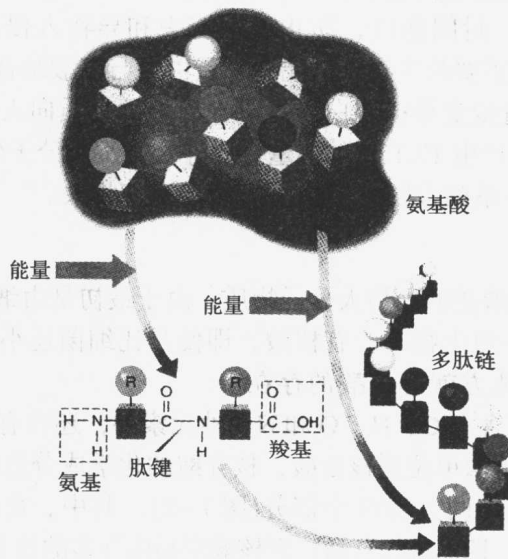


图 1-1 氨基酸基本结构示意图

(引自 Gil Brum. Biology: Exploring life. John Wiley & Sons Inc, 1994)

氨基酸，它们包括：赖氨酸、亮氨酸、异亮氨酸、蛋氨酸、苯丙氨酸、苏氨酸、色氨酸和缬氨酸。

### 3. 蛋白质的主要生物学功能

蛋白质是生命活动的物质基础，被誉为“人体的建筑材料”。在正常人体中，蛋白质占18%，在人体除掉水分以后的干物质中大约占50%，人体的皮肤、肌肉、血液和内脏的主体物质为蛋白质，毛发、骨骼、指甲和体内的各种激素、抗体和酶也均是蛋白质，不同的蛋白质具有不同的生理功能。

(1)**催化功能** 生命的基本特征是物质代谢，而物质代谢的全部生物化学反应几乎都需要酶作为生物催化剂。目前已知有2000多种酶的化学本质是蛋白质，它们的活动决定了细胞代谢的类型，从而表现出各式各样的生命活动现象。

(2)**代谢调节功能** 人体存在着十分精细和有效的物质代谢调节机构，以维持正常的生命活动。人体参与代谢调节的许多激素都属于蛋白质，如生长激素等，它们能直接或间接地促进或抑制体内的物质代谢过程，调节和控制机体的生长、发育和生殖，以及增强机体对有害物质的抵抗力和对急剧环境变化的适应能力。

(3)**物质转运与储存功能** 体内不少物质的转运和储存可由一些特殊的蛋白质来完成。如红细胞中的血红蛋白运输氧气和二氧化碳；肌肉中的肌红蛋白储存氧气；血浆运铁蛋白转运铁并在肝脏形成铁蛋白复合物而后储存；此外，许多药物吸收后也常与血浆蛋白结合而运输。

(4)**运动功能** 肌肉的收缩和舒张是由构成肌肉的各种蛋白质共同活动来完成的，这是驱动物体运动、血液循环、消化与吸收等身体机能活动的基础。

(5)**防御与保护功能** 体内存在一类可以防御病毒、细菌等异物侵入的蛋白质，如各种免疫球蛋白，它们能够识别这些异物并与之结合，使这些异物失去活性，这样可以防止各种疾病的发生。此外，血纤蛋白原是另外一类具有保护功能的蛋白质，它能够在皮肤破伤时，迅速转变成血纤蛋白，封闭伤口，防止血液流失和异物入侵。

蛋白质还具有其他一些重要的生物学功能，如蛋白质与核酸结合形成核蛋白，后者直接参与人体生长、繁殖和遗传变异；蛋白质可以作为能源物质向人体提供能量，每克蛋白质在体内氧化分解，可以产生17.1 kJ的热量；此外，近年来分子生物学的研究还表明，蛋白质还与记忆、思维等一系列大脑的高级生理活动密切相关。

## (二) 核酸

核酸是人体内一种含有磷酸的生物大分子物质，由于最初是由细胞核中分离出来，又具有酸性，故称为核酸。一切生物都含有核酸，即使是比细菌还小的病毒也同样含有核酸。所以，凡是有生命的地方就有核酸的存在。

核酸的元素组成中除了含有C、H、O和N 4种元素外，还含有大量的磷，平均含量为9%~10%。核酸的基本结构单位是核苷酸，核苷酸的化学成分包括戊糖(核糖和脱氧核糖)、磷酸和碱基(嘌呤和嘧啶两大类)3个部分(图1-2)。其中，由戊糖与碱基结合，形成核苷；核苷再与磷酸结合，即形成核苷酸；而核酸则是由许多的核苷酸按照一定的排列顺序连接而成的。如果形成核酸的戊糖是核糖，则称为核糖核酸(RNA)；如为脱氧核糖，即为脱氧核糖核酸(DNA)。前者主要存在于细胞质中，而后者则集中在细胞核内的染色体上。

目前已经探明人类基因总数约为 3~5 万, 分布在 46 条染色体上, 其中超过 2500 个基因被准确定位。

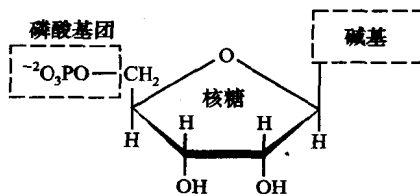


图 1-2 核苷酸基本结构示意图

(引自 Gil Brum. Biology: Exploring life. John Wiley & Sons Inc, 1994)

核酸普遍地存在于生物细胞内。在人体, 核酸大部分以核蛋白形式存在, 核蛋白是核酸与蛋白质结合的产物, 也有少量以游离或与氨基酸结合的形式存在。核酸约占细胞干重的 5%~15%, 人体细胞丰富的组织和器官, 也是核酸含量较高的地方。如胰、脾和胸腺等器官含量较高, 而脑、肌肉等含量较少。此外, 细胞分化较旺盛的胚胎组织核酸含量较成年组织多。

核酸是人体生命活动最重要的物质基础之一。DNA 是遗传信息的携带者, 而 RNA 与蛋白质的生物合成有关。在 DNA 分子上有许多基因, 它们是 DNA 大分子中的一个一个片段, 代表单个生物性状。在遗传过程中, 亲代的 DNA 可以通过复制生成子代 DNA, 从而将遗传信息一代代传下去。如果 DNA 分子结构发生改变, 将会引起生物遗传的变异和生物功能的改变。RNA 有 3 种不同的类别, 分别称为核糖体 RNA、转运 RNA 和信使 RNA, 它们都与蛋白质的生物合成有关。其中, 信使 RNA 来自 DNA 的转录, 在蛋白质生物合成中起着模版的作用; 转运 RNA 具有携带氨基酸的作用; 而核糖 RNA 则是生物体内蛋白质生物合成的场所, 肌肉蛋白等人体各种蛋白质都是在这里合成的。

## 二、糖类

糖又称碳水化合物, 是地球上储量最大、分布最广的一类有机化合物。植物的根、茎、叶、果实和种子大多由各种类型的糖类物质组成。人体组织中糖的含量虽然不超过干重的 2%, 但是人体的运动、劳动、呼吸和循环等各种生命活动所需要的能量大部分来自糖的供给。此外, 糖还是人体细胞的重要构成成分。因此, 在人类的生命活动中, 糖类起着很重要的生理作用。

### (一) 糖的组成与分类

糖主要是由 C、H 和 O 3 种元素组成的, 分子中含有多个羟基的醛或酮、或者它们的聚合物。糖可以根据其能否水解而分为单糖、低聚糖和多糖 3 类。

单糖是构成各种糖分子的基本单位, 是不能被水解成更小分子的糖。单糖又可按照分子中含碳原子的多少, 分为丙糖、丁糖、戊糖、己糖和庚糖。在自然界中分布最广、意义最大的是己糖, 其次是戊糖。己糖是六碳糖, 主要包括葡萄糖、果糖和半乳糖等, 其中葡萄糖是人体血糖的基本成分(图 1-3), 在正常成人血液中约为 5~6 g。戊糖是五碳糖, 主要包括核糖和脱氧核糖, 它们是细胞内 RNA 和 DNA 的基本成分。

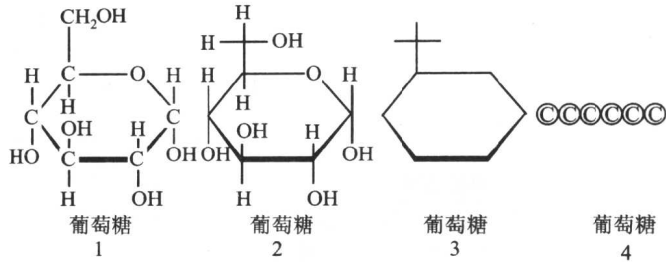


图 1-3 葡萄糖结构示意图

(引自 Gil Brum. Biology: Exploring life. John Wiley & Sons Inc, 1994)

低聚糖又称为寡糖，是由 2~10 个单糖分子缩合而成的糖。最简单的低聚糖就是双糖，常见的双糖有蔗糖、麦芽糖和乳糖，它们都可被水解为单糖。适合运动员饮用的一些运动饮料中通常配有 4~10 个葡萄糖单位的低聚糖。

多糖是由多个单糖分子脱水缩合而成的高分子聚合物(图 1-4)，它与人类生活关系极为密切，其中最重要的多糖是淀粉、糖原和纤维素。淀粉是植物贮存的养料，主要存在于植物的种子、果实和根茎中，如小麦和玉米，它们是提供人体能量的主要营养物质。糖原又称动物淀粉，是动物和人体内糖的储存形式，以肝脏和肌肉中的含量最高。其中贮存在肝脏中的糖原叫肝糖原，在成人体内约为 90~110 g 或 50 g/kg 肝组织；贮存在肌肉中的糖原称肌糖原，在成人体内约为 250 g 或 10~15 g/kg 湿肌肉。肌糖原的储量与肌肉的运动能力，尤其是运动耐力有密切的关系，长期从事耐力训练的运动员，肌糖原的含量较高，可达 20~30 g/kg 湿肌肉。纤维素是自然界中最丰富的一类多糖，它们是构成植物纤维和细胞的主要成分。人和多数哺乳类动物的消化系统不能直接利用纤维素，但食物中的纤维素能够促进肠道蠕动，促进排便和减低胆固醇的吸收，因此对人体的健康有益。

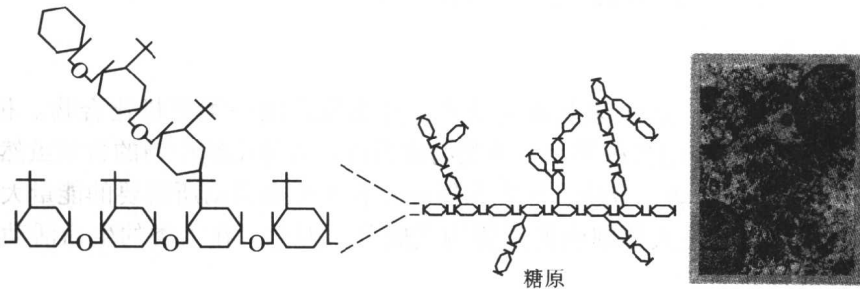


图 1-4 肌糖原结构示意图

(引自 Gil Brum. Biology: Exploring life. John Wiley & Sons Inc, 1994)

## (二) 糖的主要功能

糖是组成人体的重要成分之一，也是体内重要的功能物质。糖是机体生命活动所需能量的主要来源，约占人体所需能量的 60%~70%。每克糖在体内完全氧化分解所释放的能量约为 16.72 kJ(4kcal)。此外，糖也是人体组织细胞的组成成分，如葡萄糖是各种组织细胞的组成成分；核糖和脱氧核糖是 RNA 和 DNA 的组成成分；肝糖原存在于肝细胞中，是机体维持血糖恒定的物质基础；肌糖原为肌肉活动和有关代谢所必需；乳糖存在于产妇的



乳汁中，用以提供婴儿的部分能量需要；有些糖与蛋白质结合，作为机体不同组织成分的基本物质，如决定血型的凝血原为糖与特殊蛋白的结合物等。此外，糖还可通过中间代谢与蛋白质和脂肪之间相互转化，生成机体所需的各种物质。可见，糖在机体生命活动中具有重要地位。

### 三、脂

#### (一) 脂及其分类

脂是脂肪和类脂的总称，这类物质在化学组成和结构上差别很大，但是都有以下类似特征，即：不溶于水而溶于有机溶剂；与脂肪酸有联系，它们或为脂肪酸的酯，或能与脂肪酸形成酯类物质；碳氢比例较大，如普通脂肪的碳氢比为110:6，而葡萄糖分子内的比值是12:6。

脂肪又称真脂或中性脂肪，它是由甘油与三分子高级脂肪酸组成的(图1-5)，化学名称为三脂酰甘油。人体脂肪组织中的脂肪酸有多种，分布最广的有软脂酸、硬脂酸和油酸3种。前两种是饱和脂肪酸，后一种是不饱和脂肪酸。在不饱和脂肪酸中，比较重要的还有亚油酸、亚麻酸和花生四烯酸，这几种不饱和脂肪酸在体内不能合成，或合成的数量太少不能满足身体的需要，必须依靠食物供应，所以成为必需脂肪酸。在体内，脂肪广泛分布于皮下组织、肠系膜、大网膜和内脏器官周围以及肌间组织中。正常人体内脂肪含量因年龄、性别和营养状况的不同而变化，一般健康青年男性为10%~20%，女性为20%~30%。而男性超过25%，女性超过30%，通常被认为是肥胖。

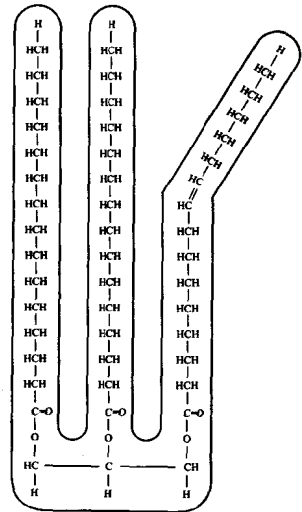


图1-5 脂肪分子结构示意图

类脂包括磷脂、糖脂、胆固醇及其酯、蜡等。它们广泛地存在于体内，含量相对恒定，是构成细胞某些结构必不可少的组成部分。类脂作为生物膜结构的基本材料，通常约占膜重量的一半或更多，在各种组织和器官中都有分布，尤其在神经组织中含量较为丰富。

#### (二) 脂的主要功能

脂肪是机体储量最多的能源物质，约占男性体重的15%，女性体重的25%。每克脂肪在体内完全分解氧化可释放约37 kJ(9.3kcal)的能量，是等量糖和蛋白质提供能量的2倍之多。因此，体内储存脂肪作为能源比糖更为经济。运动过程中，当机体脂肪氧化供能能力增强时，可以降低糖和蛋白质的消耗。

脂肪除了氧化供能之外，还可提供机体所需的各种必需脂肪酸。如果缺乏这些必需脂肪酸就会影响机体代谢，通常表现为上皮功能不正常，对疾病的抵抗力下降以及生长停滞。此外，必需脂肪酸还是磷脂的重要组成部分，它们具有抗脂肪肝作用，还能降血脂，防止动脉粥样硬化等。植物油中含必需脂肪酸比动物油多，因此植物油的营养价值也比动物油高。

脂肪还可以协助脂溶性维生素A、D、E、K和胡萝卜素等的吸收。在食物中，这些物质溶于食物的油脂中，在肠道内随油脂的消化产物一起被肠黏膜吸收。食物中脂肪含量

太少可以影响这些脂溶性维生素的吸收，造成相应维生素的缺乏症。

脂肪组织比较柔软，存在于皮下和重要的内脏器官周围，可以起到防震作用，在一定程度上使人体在跑动、跳跃、翻腾和滚动时免受损伤。此外，脂肪不易传热，故能防止体温散失，维持体温恒定。

#### 四、水、无机盐和维生素

##### (一) 水

水是地球上储量最丰富的无机化合物，也是人体体液的主要成分。水约占人体体重的40%~60%，在肌肉中占重量的65%~75%，在脂肪中约占重量的25%。体内的水依据存在部位不同，分为细胞内液和细胞外液两大部分，前者存在于细胞内部，后者主要包括血浆、淋巴液、组织间液和肠胃消化液等。成人细胞内液约占体重的45%，细胞外液约占体重的20%(图1-6)。

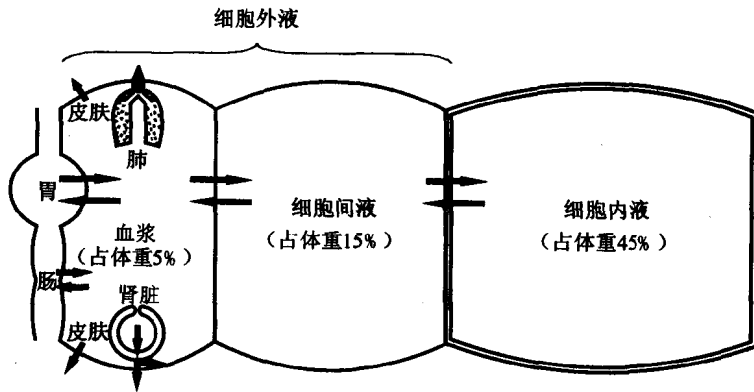


图1-6 人体内水的分布

人体水的主要来源是饮水和食物中所含的水，其次还有糖、脂肪和蛋白质在体内氧化所产生的水。通常情况下，人体每日从食物中进食的水量相对稳定，约为1000 ml，从饮水中摄取的水量约为1200 ml，而物质代谢生成的水约为350 ml，每日人体总摄水量约为2550 ml。

人体每日排出水的数量与摄水量多少有关。此外还受环境温度、劳动和运动强度等因素的影响。体内水的排出途径有消化道、肺、皮肤和肾，其中以肾最为重要，不同条件下各种排水途径的日排水量见表1-1。

表1-1 成年人水的日摄取和排出量及运动对其的影响 单位:ml/24 h

水的摄取	通常条件下	水的排出	通常条件下	高温条件下运动
食物	1000	呼吸	350	700
饮水	1200	皮肤	850	5000
代谢水	350	粪便	100	100
		尿液	1250	500
共计	2550		2550	6300

水是机体所必需的基本物质，有着特殊的理化性质和极为重要的生理功能。

### 1. 运输养料和代谢物

水是一种良好的溶剂，机体所需的多种营养物质和各种代谢产物都能溶于水中，这些溶解了的物质可以通过血液循环被运输到全身。

### 2. 调节体温

水的比热、蒸发热和流动性都比较大，是调节体温的良好物质。比热容大就是能够吸收较多的热量，使机体在代谢过程中产生的热由体液吸收而使体内温度变化不大，并通过体液交换和血液循环，将体内代谢产生的热运输到体表，通过皮肤散发到环境中去，使体温维持相对恒定。水的蒸发热高，每克水在 $37^{\circ}\text{C}$ 时完全蒸发可散发 $2.5\text{ kJ}(0.6\text{ kcal})$ 的热量，所以只要出少量的汗，就可以散发大量的热，这对于人体在高温条件下运动具有重要的生理学意义。

### 3. 促进体内的化学反应

体内的许多代谢物都能溶解或分散于水中，水还能促进各种电解质的解离，从而促进化学反应加速进行。此外，水还直接参与体内的水解反应和氧化还原反应的反应过程。

### 4. 润滑作用

关节腔内的滑液能够减少活动时关节面之间的摩擦，唾液可以使食物容易吞咽，眼液有助于眼球的运动等。

## (二) 无机盐

存在于人体中的各种元素，除了C、H、O和N主要以有机化合物形式出现外，其余的各种元素，无论其存在形式如何，统称为无机盐。其中含量较多的有Ca、镁(Mg)、钾(K)、钠(Na)、P、S和氯(Cl)等7种元素，称为宏量元素。其他元素如Fe、Cu、碘(I)、Zn和锰(Mn)等，由于存在的数量极少，故称之为微量元素。体内约有 $5/6$ 的无机盐存在于骨骼内，其中包括全身Ca的99%，P的85%，Mg的70%。其他 $1/6$ 存在于体液和各种组织中。由于存在于体液中的无机盐和一些有机物(如蛋白质等)一般以离子状态存在，故又称为电解质。

无机盐在人体的化学组成中含量并不多，但种类繁多、功能各异，很多无机盐是组成人体的重要原料，发挥重要的生理功能：

### 1. 构成骨骼、牙齿和其他组织

骨组织主要含无机盐，其中主要的阳离子为 $\text{Ca}^{2+}$ ，其次是 $\text{Mg}^{2+}$ 、 $\text{Na}^{+}$ 等；主要的阴离子为 $\text{PO}_4^{3-}$ ，其次为 $\text{CO}_3^{2-}$ 、 $\text{OH}^{-}$ 以及少量的 $\text{Cl}^{-}$ 和 $\text{F}^{-}$ 。其他组织和体液中也含有多少不等的无机盐。

### 2. 维持正常渗透压和酸碱平衡

水在体内可以自由通过细胞膜，但是其通过的方向由膜内外电解质形成的晶体渗透压和蛋白质等形成的胶体渗透压来决定，渗透压的大小与体液中各种晶体和胶体物质的总浓度成正比，水分总是向渗透压高的地方流动。因此，细胞内外各种无机盐浓度的相对恒定，对于保持细胞和各种组织的正常结构和容量有重要的作用。此外，有些无机盐本身就是酸