



北京市高等教育精品教材立项项目

全国医学高等专科学校教材

医学生物化学

(第 3 版)

主编 周爱儒
何旭辉

北京大学医学出版社

全国医学高等专科学校教材
北京市高等教育精品教材立项项目

医学生物化学

(第3版)

主 编 周爱儒 何旭辉

副主编 倪菊华 林雪松 胡颂恩

编 者 (按姓氏笔画排序)

文 程 (大庆医学高等专科学校)

韦耀东 (右江民族医学院)

刘淑萍 (内蒙古医学院)

孙秀玲 (山东医学高等专科学校)

李载权 (北京大学医学部)

周爱儒 (北京大学医学部)

林雪松 (哈尔滨医科大学)

何旭辉 (大庆医学高等专科学校)

倪菊华 (北京大学医学部)

胡颂恩 (上海医药高等专科学校)

常晓彤 (河北北方学院)

张瑞萍 (河北工程大学)

徐世明 (首都医科大学)

编委会秘书 刘新华 (北京大学医学部)

北京大学医学出版社

全国高等院校医学类
北京中医药大学林姓品育姓等立更更更

图书在版编目 (GIP) 数据

医学生物化学/周爱儒, 何旭辉主编. —3 版. —北京: 北京大学医学出版社, 2008. 1

ISBN 978-7-81116-406-0

I. 医… II. ①周…②何… III. 医用化学: 生物化学—医学院校—教材 IV. Q5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 190649 号

医学生物化学 (第 3 版)

主 编: 周爱儒 何旭辉

出版发行: 北京大学医学出版社 (电话: 010-82802230)

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

网 址: <http://www.pumpress.com.cn>

E-mail: booksale@bjmu.edu.cn

印 刷: 莱芜市圣龙印务有限责任公司

经 销: 新华书店

责任编辑: 安 林 责任校对: 金彤文 责任印制: 张京生

开 本: 787mm×1092mm 1/16 印张: 25 字数: 630 千字

版 次: 2008 年 1 月第 3 版 2008 年 1 月第 1 次印刷 印数: 1-10000 册

书 号: ISBN 978-7-81116-406-0

定 价: 34.80 元

版权所有, 违者必究

(凡属质量问题请与本社发行部联系退换)

北京大学医学出版社

教材建设是提高教学水平的一项重要任务。作为知识的载体,教材是学习专业知识的必备工具,亦是启迪思考的引导书。学校的领导和教师必须十分重视教材建设工作。

医学高等专科学校是为我国培养助理医师的学校,广大教师和学生希望能有一套适用这一层次医学教育的教材。过去用的医学专科教育的教材,不少是本科教材的“压缩版”,给教与学带来困难。为了解决专科教材建设中存在的这种问题,北京大学医学出版社(即原北京医科大学出版社)于1993年和2002年两次组织了北医的老师和华北地区医学专科学校的老师,经过研讨,编写了临床医学专业教材(第一版和第二版),并于2000年组织了护理专业的专科教材。十几年来,通过教学实践表明这两套教材具有较好的适用性,其中许多教材被评为教育部“十五”及“十一五”国家级规划教材。

为了进一步适应科学技术的发展和社会大众对医疗保健需求的提高,落实以人为本的科学发展观,提高专科医学教育的质量,2007年北京大学医学出版社决定在全国范围内组织有关学校的老师编写第三版临床医学专业和第二版护理专业教材。为此,成立了教材编审委员会,以推动教材建设的改革,进一步提高其适用性。本版教材本着“理论够用,结合实践,指导自学”的原则,力求语言流畅,叙述清晰,图文并茂,利于教学。同时参考了助理医师执业资格考试的要求,使教材内容更加符合未来职业实践的要求。

教材建设不只是编写,加强研讨同样十分重要。在北京大学医学出版社的支持下,教材编审委员会将认真组织好各科教材的研讨会,推动教学改革,提高教学质量。我们诚恳地希望使用本套教材的各校师生能适时地提出你们的建议和指正,使本套教材能与时俱进,为我国的医学专科教育做出贡献。

程伯基

2007年12月

全国医学高等专科学校教材编审委员会

顾问 王德炳

主任委员 程伯基

副主任委员 (以姓氏笔画为序)

于信民 张培功 张湘富 线福华 章雅青

委员 (以姓氏笔画为序)

于信民 代亚丽 冯丽华 田 仁 刘 扬
刘丕峰 刘吉成 何旭辉 吴琪俟 张 琳
张振涛 张培功 张湘富 陈育民 周立社
武变瑛 线福华 袁聚祥 曹 凯 章雅青
程伯基

2002年11月

第3版前言

《医学生物化学》第一版出版至今已有10年，其间于2004年再版。第一版和第二版共10余次印刷，印数超过20万册。此教材在全国各地广泛使用，受到普遍好评与欢迎。2002年被北京市教委评为北京市高等教育大专精品教材。

本版教材在前两版基础上修订而成，坚持科学性、先进性、实用性与可读性。为保证延续性，第三版教材保留了前两版的基本框架。全书分为四大篇，即生物大分子的结构与功能、物质代谢与调节、基因信息的传递以及专题篇，共20章，包含了医学大专生所必备的生物化学与分子生物学的基本知识。与第二版比较，本版的主要改变有：①根据分子生物学的最新进展，增补了一些新知识、新概念。例如：小分子RNA的功能、RNA干扰以及一些分子生物学新技术在医学中的应用等。②在编写方式上，各章“节”以下的第2、3级标题尽可能采用了陈述句，力求给读者简要、明确的概念，这也是近年国内外同类教材编写改革的趋势。③本书最后增加了“名词注解”，包括各章重点名词及新概念名词，以方便查阅。④调整了个别章节的安排。例如，第一篇集中“生物大分子的结构与功能”内容，而将有关维生素的内容放在了专题篇中。

为了便于教与学，本教材仍在各章之前提出“本章要求”，以便掌握该章的重点内容；在各章之后均有“小结”，将该章的主要内容进行概括。本书仍有配套教材《医学生物化学学习指导》，内含多种题型的自测题及参考答案，供学生学习参考。

本版教材除主要供高等医学专科学校各专业使用外，还可用于各大学医学大专班、全国广播电视大学医学各专业以及自学考试等。大学医科本科生也可作为学习参考。

本版教材编委会成员作了较大调整。除了原有的北京大学医学部、首都医科大学等院校的教师外，还增加了不同地区高等医学专科院校的具有多年教学经验的教师，以便更具针对性和代表性。

本教材在编写和出版过程中，得到了北京大学医学出版社领导和编辑的大力支持与协助。北京大学医学部的倪菊华老师组织审稿并负责最后统稿，刘新华老师承担了部分编务工作。同时，在第一、第二版教材使用过程中，我们也陆续收到各地读者的宝贵建议与意见，在此一并致谢。由于我们水平有限，本版教材仍可能存在一些缺点或不当之处，敬请批评、指正。

周爱儒 何旭辉

2007年9月于北京

目 录

录

第一篇 生物大分子的结构与功能	
第一章 蛋白质的结构与功能	3
第一节 蛋白质的分子组成	3
一、碳、氢、氧、氮是蛋白质分子的基本组成元素	3
二、氨基酸是蛋白质分子的基本结构单位	4
第二节 蛋白质的分子结构	7
一、多肽链是蛋白质分子的结构基础	8
二、氨基酸残基的排列顺序决定蛋白质的一级结构	9
三、多肽链中的局部空间构象是蛋白质的二级结构	9
四、多肽链所有氨基酸残基相对空间位置是蛋白质的三级结构	11
五、含有两条(或两条以上)多肽链的蛋白质具有四级结构	13
第三节 蛋白质分子结构与功能的关系	14
一、蛋白质一级结构是空间结构和功能的基础	14
二、蛋白质空间结构表现其功能	16
第四节 蛋白质的重要理化性质及其应用	17
一、蛋白质具有两性解离性质	17
二、蛋白质溶液具有胶体性质	18
三、蛋白质具有紫外吸收特征及呈色反应性质	20
四、蛋白质具有变性性质	21
第五节 蛋白质的分类	22
一、蛋白质可以根据分子形状分类	22
二、蛋白质可以根据组成分类	22
三、蛋白质可以根据溶解度分类	22
第二章 核酸的结构与功能	24

第一节 核酸的一般概述	24
一、核酸的发现与研究简史	24
二、核酸有固定的分布区域,并具有重要的生物学功能	25
第二节 核酸的化学组成	25
一、戊糖是核苷酸组分之一	25
二、嘌呤和嘧啶是核苷酸的碱基组分	26
三、碱基与核糖连接形成核苷,核苷与磷酸连接形成核苷酸	27
四、ATP 等是体内重要的游离核苷酸	29
第三节 DNA 的结构与功能	30
一、核苷酸序列是核酸分子的一级结构	30
二、DNA 的二级结构是右手双螺旋	31
三、荷载遗传信息的 DNA 大分子具有超螺旋结构	34
四、DNA 是物种保持进化和世代繁衍的物质基础	35
第四节 RNA 的结构与功能	36
一、信使 RNA 是蛋白质生物合成的直接模板	36
二、转运 RNA 是蛋白质合成时转运氨基酸的工具	37
三、核蛋白体 RNA 是蛋白质合成的场所	38
四、细胞内存在多种功能各异的小分子 RNA	38
第五节 核酸的理化性质及应用	39
一、核酸分子具有多种重要的理化性质	39
二、DNA 具有变性和复性的特性	39
三、分子杂交技术以核酸的变性和复性为基础	40
第三章 酶学	42

第一节 酶的一般概念.....	42	一、酶与疾病的发生有密切关系.....	58
一、酶是生物催化剂, 生命过程不可 缺少.....	42	二、酶可用于疾病的诊断.....	59
二、与一般催化剂比较, 酶具有一些 特性.....	43	三、酶可用于疾病的治疗.....	59
第二节 酶的分子结构与功能.....	44	四、酶在医药中还有其他用途.....	59
一、酶按其组成不同分为单纯蛋白酶 和结合蛋白酶两大类.....	44	第二篇 物质代谢与调节	
二、酶的活性中心是参与酶促反应的 空间构象区域.....	46	第四章 糖代谢.....	63
三、酶原和酶原的激活是酶活性调节 的重要方式.....	47	第一节 概述.....	63
四、同工酶是催化相同化学反应的 一组酶.....	48	一、糖的主要生理功能是氧化供能	63
五、变构酶(别构酶)是酶空间构象 对酶活性的调节.....	49	二、糖的消化吸收主要在小肠进行	64
第三节 酶的作用机理.....	49	三、糖在体内有多条代谢途径.....	64
一、酶—底物(作用物)复合物的 形成和诱导契合学说.....	49	第二节 糖的分解代谢.....	64
二、趋近效应与定向作用.....	50	一、相对缺氧条件下糖进行无氧分解	65
三、酸—碱催化作用.....	50	二、有氧氧化是糖氧化的主要方式	69
四、表面效应.....	50	三、磷酸戊糖途径主要生成 NADPH 和磷酸戊糖.....	75
第四节 酶促反应动力学.....	50	第三节 糖原的合成与分解.....	77
一、酶促反应速度受底物浓度的影响	50	一、糖原的合成代谢: 由单糖合成糖 原的过程, 主要在肝和肌肉中 进行.....	77
二、特定条件下, 酶促反应速度与 酶浓度成正比.....	52	二、糖原的分解代谢: 由肝糖原分解 为葡萄糖的过程, 补充血糖, 但不是糖原合成的逆反应.....	78
三、pH 通过改变酶侧链基团的解离 状态影响酶促反应速度.....	53	三、基于糖原合成与分解的特点, 机体可对其进行精细调节.....	79
四、温度对酶促反应速度的影响具有 双重性.....	54	四、糖原累积症属遗传性糖代谢病	80
五、激活剂是增强酶活性的物质.....	54	第四节 糖异生.....	81
六、酶抑制剂分两类——不可逆性 抑制剂和可逆性抑制剂.....	54	一、糖异生途径不完全是糖酵解的 逆反应.....	81
第五节 酶的分类和命名.....	57	二、糖异生与糖酵解彼此相互协调	83
一、国际酶学委员会按酶反应性质 将酶分为六大类.....	57	三、糖异生的主要生理意义是维持 血糖浓度的相对恒定.....	85
二、酶的命名可采用习惯命名法和 系统命名法.....	58	第五节 血糖与糖代谢紊乱.....	86
第六节 酶与医学的关系.....	58	一、血糖的来源和去路相对平衡.....	86

二、血糖浓度受多种因素调节·····	86	三酯·····	106
三、耐糖现象是血糖调节功能的表现·····	88	第五节 磷脂代谢·····	107
四、糖尿病是一种以高血糖为主要表现的代谢疾病·····	88	一、甘油磷脂由甘油、脂肪酸、磷酸及与磷酸羟基相连的取代基团组成·····	107
第六节 糖蛋白与蛋白聚糖·····	89	二、甘油磷脂以甘油、脂肪酸、磷酸等为基本原料通过两条途径合成·····	108
一、糖蛋白的化学组分以蛋白质为主·····	89	三、甘油磷脂的分解代谢由磷脂酶催化·····	109
二、蛋白聚糖的化学组分以糖类为主·····	90	第六节 胆固醇的代谢·····	110
第五章 脂类代谢·····	93	一、人体胆固醇来源于体内合成及食物·····	110
第一节 脂类的组成、分布及生理功用·····	93	二、胆固醇是以乙酰 CoA、NADPH+H ⁺ 和 ATP 为原料经过复杂的酶促反应合成·····	111
一、脂类是脂肪和类脂的总称·····	93	三、ACAT 和 LCAT 分别催化细胞内和血浆中胆固醇的酯化·····	113
二、脂肪和类脂在体内的分布差异很大·····	94	四、转变为胆汁酸、类固醇激素是胆固醇的主要去路·····	114
三、脂类在体内具有重要的生理功能·····	94	第七节 血脂与血浆脂蛋白·····	114
第二节 脂类的消化和吸收·····	95	一、血脂是血浆中脂类物质的总称·····	114
一、脂类的消化需要胆汁酸盐及脂消化酶·····	95	二、血浆脂蛋白是由脂类和蛋白质组成的复合物·····	115
二、脂类消化产物大部分在肠黏膜细胞内再被重新酯化合成甘油三酯·····	96	三、不同的血浆脂蛋白有不同的功能和代谢途径·····	117
第三节 甘油三酯的分解代谢·····	96	四、血浆脂蛋白代谢紊乱导致高脂蛋白血症·····	119
一、甘油三酯的分解代谢始于脂肪动员·····	96	第六章 生物氧化·····	123
二、甘油经甘油激酶催化生成 α -磷酸甘油·····	97	第一节 生物氧化概述·····	123
三、脂肪酸氧化包括脂肪酸活化、脂酰 CoA 进入线粒体、 β -氧化和乙酰 CoA 彻底氧化四个阶段·····	97	一、生物氧化的概念·····	123
四、酮体是肝脏中脂肪酸氧化时特有的中间代谢物·····	100	二、生物氧化的特点·····	123
第四节 甘油三酯的合成代谢·····	102	三、生物氧化反应的类型有脱电子、脱氢、加氧等·····	123
一、乙酰 CoA 在脂肪酸合成酶系催化下合成脂肪酸·····	102	四、生物氧化反应的酶类·····	124
二、 α -磷酸甘油来自细胞内甘油再利用和葡萄糖分解代谢两条途径·····	106	五、生物氧化过程中 CO ₂ 的生成是来自有机酸的脱羧基反应·····	125
三、 α -磷酸甘油和脂肪酸合成甘油·····		第二节 线粒体氧化体系生成 ATP·····	126

801 一、呼吸链的组成及电子传递顺序	88 一、氨基酸的脱羧基作用可产生胺类物质
701 126	151
二、体内有两条重要的呼吸链	88 二、一碳单位是某些氨基酸的特殊代谢产物
130	153
三、生物氧化过程中有一部分能量用于生成 ATP	88 三、三种含硫氨基酸代谢
130	155
四、胞液中生成的 NADH 通过穿梭进入线粒体	88 四、芳香族氨基酸代谢
133	157
五、ATP 的生理功用	五、支链氨基酸代谢
134	158
第三节 不生成 ATP 的氧化途径	第八章 核苷酸代谢
135	161
一、微粒体氧化体系主要为加单氧酶系	第一节 概述
135	161
二、过氧化物酶体氧化体系氧化过程产生活性氧	一、核苷酸的生理功能
135	161
第七章 氨基酸代谢	二、核酸经各种消化酶催化可逐级水解
138	162
第一节 蛋白质的营养作用	第二节 核苷酸的合成代谢
138	162
一、蛋白质的生理功用	一、嘌呤核苷酸的从头合成和补救合成途径
138	162
二、蛋白质需要量和营养价值	二、嘧啶核苷酸的合成代谢
139	168
第二节 蛋白质的消化、吸收与腐败	三、多类核苷酸抗代谢物具有重要临床应用价值
139	172
一、食物蛋白质消化成氨基酸和寡肽后被吸收	第三节 核苷酸的分解代谢
140	174
二、氨基酸的吸收是主动转运过程	一、嘌呤核苷酸经分解代谢最终生成尿酸
141	174
三、蛋白质在肠道中发生腐败作用	二、嘧啶核苷酸分解的产物主要是 β -氨基酸
141	175
第三节 氨基酸的一般代谢	第九章 物质代谢的联系与调节
142	178
一、外源性氨基酸与内源性氨基酸组成氨基酸代谢库	第一节 物质代谢的特点
142	178
二、体内蛋白质的转换更新	第二节 几类重要物质代谢的相互联系
142	179
三、氨基酸的脱氨基作用	一、三类物质的分解代谢有共同的途径
143	179
四、 α -酮酸的代谢: 氨基酸碳骨架的转换与分解	二、糖、脂肪是体内的主要供能物质
146	179
第四节 氨的代谢	三、三羧酸循环是三类物质代谢联系的枢纽
147	180
一、体内氨有三个主要来源	第三节 物质代谢的调节
147	182
二、正常时血氨含量很低, 并保持动态平衡	一、细胞中酶的调节是最基本的调节方式
147	182
三、体内氨的几种转运方式	二、激素通过一些信息转导途径实现调节作用
147	184
四、尿素生成—— NH_3 的主要代谢去路	三、整体调节是通过神经体液和细胞水平而实现的高级调节方式
148	190
第五节 个别氨基酸的代谢	
151	

第三篇 基因信息的传递	
第十章 DNA 的生物合成——复制	195
第一节 DNA 复制的基本规律	195
一、DNA 复制是半保留的	195
二、DNA 复制是半不连续的	196
三、DNA 复制有特定的复制起点	197
四、DNA 复制有方向性 $5' \rightarrow 3'$	197
第二节 DNA 复制的有关酶和蛋白质	197
一、DNA 聚合酶是 DNA 复制的主要酶	198
二、引物酶是一种特殊的 RNA 聚合酶, 用于引物的合成	199
三、多种参与 DNA 解旋、解链的酶与蛋白质	199
四、DNA 连接酶用于连接 DNA 片段	200
第三节 DNA 复制的过程	200
一、解链与螺旋构象变化	200
二、起始与引物 RNA 的合成	201
三、DNA 片段的合成	201
四、RNA 引物的水解	201
五、DNA 片段连接成完整的 DNA 分子	201
六、真核染色体 DNA 在每个细胞周期中只能复制一次	202
第四节 DNA 的损伤和修复	203
一、DNA 突变的类型和意义	203
二、损伤 DNA 的修复由一系列酶完成	203
三、切除修复是人体细胞修复 DNA 损伤的重要方式	204
四、其他的修复方式	204
第五节 逆转录过程	205
一、逆转录的概念与意义	205
二、逆转录病毒和癌基因	205
三、端粒酶是一类特殊的逆转录酶, 具有保持染色体复制完整性的功能	206
第十一章 RNA 的生物合成——转录	207
第一节 RNA 转录体系	207
一、DNA 是 RNA 转录的模板	207
二、RNA 聚合酶是转录的主要酶	209
第二节 RNA 转录的基本过程	211
一、链的起始	211
二、链的延长	211
三、链的终止	211
第三节 RNA 转录后的加工过程	212
一、信使 RNA (mRNA) 的加工	213
二、转运 RNA (tRNA) 的加工	214
三、核蛋白体 RNA (rRNA) 的加工	214
第四节 核酶——具有催化功能的 RNA	214
第十二章 蛋白质的生物合成——翻译	216
第一节 蛋白质生物合成体系	216
一、mRNA 分子含有蛋白质合成的遗传密码	217
二、tRNA 是氨基酸的特异“搬运工具”	219
三、由几种 rRNA 与特定蛋白组成的核蛋白体是肽链合成的“装配机”	220
第二节 蛋白质生物合成过程	221
一、氨基酸的活化与搬运为肽链合成提供活性氨基酸	221
二、肽链合成的起始过程涉及众多因子参与	222
三、肽链延长是进位、转肽、脱落和移位连续发生的循环过程	223
四、核蛋白体受位出现终止密码时导致肽链合成的终止	224
五、多核蛋白体同时不同步地翻译,	

大大提高了翻译效率	225	第三节 基因重组与基因工程	244
六、真核细胞具有比原核细胞更为		一、基因重组是自然界发生的基因	
复杂的翻译系统	226	转移现象, 同源重组最为常见	
第三节 蛋白质翻译后的加工	227	二、基因工程是对 DNA 分子进行	
一、在多种蛋白质因子辅助下新生		设计和改造的分子工程	245
多肽链折叠成一定空间构象的			
蛋白质	227	第四篇 专题篇	
二、去除多肽链 N 端的蛋氨酸与形			
成正常的二硫键是翻译后加工		第十四章 肝的生物化学	253
的重要步骤	227	第一节 肝在物质代谢中的作用	253
三、新生肽链中部分氨基酸序列进行		一、肝是维持血糖浓度相对恒定的	
水解修剪	227	重要器官	253
四、氨基酸残基也可进行侧链修饰		二、肝是脂类代谢的中心	254
.....	228	三、肝是蛋白质代谢的枢纽	254
五、辅基的结合与亚基的聚合	228	四、肝参与维生素的吸收、贮存、	
第四节 蛋白质合成与医学	229	运输和代谢	255
一、基因突变可能导致分子病	229	五、肝是激素灭活的场所	255
二、某些抗生素通过影响蛋白质合成		第二节 肝的生物转化作用	256
而发挥药理作用	229	一、肝的生物转化作用使多数非营养	
三、干扰素与某些毒素的作用机理也		物质毒性降低或水溶性增加	256
与蛋白质合成有关	231	二、肝的生物转化反应可以归纳为	
第十三章 基因表达调控与基因工程	233	两相	257
第一节 基因表达调控概述	233	三、肝的生物转化作用受到许多因素	
一、基因表达调控是为适应内外环境		的影响	261
.....	233	第三节 胆汁酸的代谢	261
二、基因表达调控有时间和空间特异性		一、胆汁酸是胆汁的主要成分	261
.....	234	二、胆汁酸的结构决定其主要功能是	
三、基因表达调控发生在遗传信息		促进脂类的消化、吸收和排泄	
传递的各个环节, 转录起始环节		胆固醇	262
最为重要	235	三、胆汁酸按来源可分为初级胆汁酸	
第二节 原核生物与真核生物基因表达		和次级胆汁酸	264
调控	238	第四节 胆色素代谢与黄疸	268
一、原核基因普遍存在操纵子调控		一、胆红素是血红素分解代谢的产物	
模式, 以负性调节为主	238		268
二、三个乳糖分解相关基因受乳糖		二、血液中游离胆红素主要与清蛋白	
操纵子统一调节	239	结合运输	270
三、真核基因结构复杂, 以正性调节		三、游离胆红素在肝内转变为结合胆	
为主	241	红素并随胆汁排泄	271
四、短链非编码 RNA 在转录后水平		四、胆红素在肠菌的作用下转变为	
调节真核基因表达	243	胆素原和胆素	271

五、胆红素代谢异常可引起高胆红素血症和黄疸	272	一、骨的组成	293
第十五章 血液生化	275	二、成骨作用	293
第一节 血液的化学成分	275	三、溶骨作用	294
一、血液中的蛋白质包括血红蛋白和血浆蛋白质	276	第五节 激素对钙磷代谢的调节	294
二、血浆中非蛋白含氮物质中所含的氮总称为非蛋白氮 (NPN)	277	一、1, 25-二羟维生素 D ₃ [1, 25-(OH) ₂ -D ₃]	294
三、血浆中不含氮的有机物是糖、脂类以及它们的代谢产物	277	二、甲状旁腺素	297
四、血浆中的无机盐主要以离子形式存在	277	三、降钙素	298
第二节 血浆蛋白质	277	第六节 钙磷代谢紊乱	298
一、血浆蛋白质的组成	277	一、佝偻病及骨软化症	298
二、血浆蛋白质有多种功能	279	二、抗维生素 D 佝偻病	299
第三节 红细胞代谢	281	三、骨质疏松症	299
一、成熟红细胞代谢特点	281	第十七章 维生素与微量元素	301
二、红细胞中的主要蛋白质是血红蛋白	283	第一节 脂溶性维生素	301
第四节 白细胞代谢	287	一、脂溶性维生素包括维生素 A、D、E、K	301
一、糖代谢	287	二、维生素 A 参与感光物质和糖蛋白的合成、基因表达调控及抗氧化作用	301
二、脂代谢	287	三、维生素 D 是一种类固醇激素的前体	303
三、氨基酸和蛋白质代谢	287	四、维生素 E 参与抗氧化作用和维持生殖机能	304
第十六章 骨骼与钙磷代谢	289	五、维生素 K 参与多种凝血因子的活化	306
第一节 体内钙磷的含量、分布及生理功能	289	第二节 水溶性维生素	307
一、体内钙磷的含量及分布	289	一、水溶性维生素包括 B 族维生素和 维生素 C	307
二、钙磷的生理功能	290	二、维生素 B ₁ 形成 TPP 作为 α -酮酸氧化脱羧酶和转酮醇酶的辅酶	307
第二节 食物中钙磷的吸收与体内钙磷的排泄	292	三、维生素 B ₂ 以 FMN 及 FAD 的形式参与氧化还原反应	308
一、食物中钙的吸收与体内钙的排泄	292	四、维生素 PP 形成的 NAD ⁺ 和 NADP ⁺ 是多种不需氧脱氢酶的辅酶	309
二、食物中磷的吸收与体内磷的排泄	292	五、维生素 B ₆ 形成磷酸吡哆醛或磷酸吡哆胺参与氨基酸代谢	310
第三节 血液中钙磷含量与存在形式	292	六、泛酸形成辅酶 A 和酰基载体蛋白携带脂酰基	311
一、血液中的钙	292		
二、血液中的磷	293		
第四节 骨的代谢	293		

七、生物素是羧化酶的辅基	312	五、无机盐平衡是机体与外界平衡	
八、叶酸的还原产物是一碳单位的载体		及体内平衡的过程	332
九、维生素 B ₁₂ 有多种形式, 主要来自	313	第三节 水和无机盐平衡的调节	333
源于动物性食物	314	一、神经系统通过口渴反射、渗透压	
十、维生素 C 是重要的抗氧化剂		感受器和激素等调节水、盐平衡	
.....	315		333
十一、硫辛酸参与物质代谢及抗氧化		二、抗利尿激素、醛固酮和心钠素等	
.....	316	在维持水、盐平衡中发挥重要	
第三节 微量元素	317	作用	334
一、铁是多种蛋白质和酶的组成部分		三、肾脏通过对水和无机盐重吸收与	
.....	317	排泄的多少调节水和无机盐的	
二、碘是甲状腺素的主要成分	318	平衡	335
三、铜是多种酶的辅助因子	318	第四节 酸碱平衡	335
四、锌与多种酶的活性有关	319	一、体内酸碱物质主要来自体内物质	
五、锰是多种酶的成分	320	的分解代谢及食物、饮料等	335
六、硒具有多种生理功能	320	二、酸碱平衡通过血液的缓冲、肺的	
七、氟参与维持骨骼和牙齿的正常		呼吸以及肾脏的排酸保碱功能进	
结构和功能	321	行调节	336
第十八章 水、电解质与酸碱平衡	324	三、酸碱平衡的基本生化指标包括	
第一节 正常人体的体液	324	pH、呼吸性因素指标和代谢性	
一、体液包括细胞内液和细胞外液,		因素指标	341
含量和分布有明显的个体差异		第五节 酸碱平衡紊乱	343
.....	324	一、代谢性酸中毒是由于血浆中 HCO ₃ ⁻	
二、体液中的电解质在细胞内、外的		含量原发性减少所致的酸碱平衡	
含量与分布具有明显的特点	325	紊乱	343
三、体液交换是指各部分体液之间水		二、呼吸性酸中毒是由于血浆中 H ₂ CO ₃	
的交流及同时伴有营养物质的吸		含量原发性增加所致的酸碱平衡	
收、代谢物的交换及代谢终产物		紊乱	344
的排出	327	三、代谢性碱中毒是由于血浆中 HCO ₃ ⁻	
第二节 水与电解质平衡	328	含量原发性增加所致的酸碱平衡	
一、水是机体内含量最多并具有极为		紊乱	344
重要生理功能的无机物	328	四、呼吸性碱中毒是由于血浆中 H ₂ CO ₃	
二、水平衡是机体内水的来源与去路		含量原发性下降所致的酸碱平衡	
保持动态平衡的过程	329	紊乱	344
三、水的摄入和排出不相等可导致		第十九章 分子生物学常用技术的原理与	
水平衡的紊乱	330	应用	348
四、电解质是以离子形式存在于体液		第一节 PCR 技术	348
中并具有重要生理功能的物质		一、PCR 是体外快速扩增 DNA 的	
.....	331	常用技术	348
		二、PCR 技术应用广泛	349

三、由 PCR 衍生了多种新技术.....	350	四、人类基因组基因编码 DNA 序列 具有的新特点为认识临床医学 发病机理提供丰富的资料	363
第二节 印迹技术	351	第二节 肿瘤细胞相关基因与艾滋病 HIV 病毒基因	364
一、印迹技术以分子杂交为基础 ..	351	一、癌基因、抑癌基因表达产物参 与了肿瘤细胞增殖与凋亡之间 平衡的调节	364
二、印迹技术广泛应用于 DNA、RNA 及蛋白质的定性和定量检测 ..	352	二、艾滋病 HIV 病毒基因组结构为 艾滋病的诊断治疗提供重要信息	367
第三节 生物大分子相互作用研究技术	353	第三节 基因诊断	369
一、酵母双杂交、免疫共沉淀等技术 用于研究蛋白质相互作用	353	一、基因诊断是利用现代分子生物 学技术直接评估致病基因 DNA 结构变化或遗传标记变化的病 因侦察手段	369
二、染色质免疫沉淀、凝胶迁移实验 等用于研究 DNA-蛋白质相互作 用	355	二、基因诊断是一类新型的特异性强、 灵敏度高的基因型检测工具 ..	369
第四节 转基因与基因剔除技术	357	三、综合运用 PCR 扩增、酶切分析 和核酸杂交技术进行基因诊断	370
一、转基因技术是对生物基因组进行 可遗传性修饰	357	第四节 基因治疗	372
二、核转移技术即动物整体克隆技术	358	一、基因治疗是指用正常的基因校正 或置换致病基因的一种治疗方法	372
三、基因剔除是专一性去除某种目的 基因的技术	358	二、基因治疗过程包括靶基因与转运 载体的选择、重组 DNA 分子的 构建、重组 DNA 分子导入细胞 与细胞回输等环节	372
四、基因转移和基因剔除技术对医学 发展有重大推动作用	358	三、基因治疗给疾病的治疗带来无限 的希望,但医学实践上仍存在众 多的挑战	374
第二十章 基因组学与医学	360	名词注释	376
第一节 人类基因组学与编码基因 DNA 序列特征.....	360		
一、整个人类基因组 DNA 序列的 确定是结构基因组学研究的 基础	361		
二、从基因表达角度寻找、鉴定与 注释基因功能是人类功能基因 组学研究的主要任务	361		
三、基因组比较研究是探索生物进化、 推测人类基因疾病机制的重要 手段	362		

第一篇 生物大分子的结构与功能

众所周知，生物体，包括人体，是由数以亿万计的、分子量各不相同的物质按严格规律而组成的。据测定，人体的物质组成含有水 55%~67%，蛋白质 15%~18%，脂类 10%~15%，无机盐 3%~4%，糖类 1%~2%。此外，还有核酸以及维生素、激素等。人们通常将蛋白质、核酸、糖类、脂类等统称为生物分子，而又将蛋白质、核酸称为生物大分子。几乎一切有生命的物体均含有这两类生物大分子，因此它们是生命的标志。

生物大分子通常都有一定的分子结构规律，即由一定的基本结构单位按一定的排列顺序和连接方式而形成多聚体。例如，蛋白质是以氨基酸为基本结构单位，通过肽键相连而成的多肽链结构；而核酸是以核苷酸为基本结构单位，通过 3', 5' 磷酸二酯键相连而成的多核苷酸结构。生物大分子的结构决定着它的功能，即结构是功能的基础，而功能则是特定结构的体现。

本篇介绍蛋白质、核酸、酶三类生物大分子的结构与功能。蛋白质是生命活动的物质基础，具有多种重要的生物学功能；核酸是遗传物质，决定着遗传信息的传递；而绝大多数酶是具有生物催化活性的蛋白质，催化体内各种物质代谢的进行，是生物体新陈代谢的基本保证。研究生物大分子的结构与功能是近代分子生物学的重要内容。学习本篇知识对理解多种生命过程的本质，包括生长、遗传、运动、物质代谢等具有重要意义，也为后续课程的学习打下基础。

学习本篇时，要重点掌握上述生物大分子的结构特点、重要功能、结构与功能的关系，以及基本理化性质及其在医学中的应用。同时注意将各章内容进行横向联系、比较，这样既便于记忆，也便于理解。

(周爱儒 倪菊华)

