



“十二五”规划教材 全国高等中医药院校教材
全国高等医药教材建设研究会规划教材

供中医学（含骨伤方向）、中药学、针灸推拿学、中西医临床医学等专业用

生物化学

第2版

主编 于英君

主审 金国琴



人民卫生出版社
PEOPLE'S MEDICAL PUBLISHING HOUSE

卫生部“十二五”规划教材 全国高等中医药院校教材
全国高等医药教材建设研究会规划教材
供中医学(含骨伤方向)、中药学、针灸推拿学、中西医临床医学等专业用

生物化学

第2版

主 编 于英君

副主编 郑晓珂 柳 春 任 颖

主 审 金国琴

编 者 (以姓氏笔画为序)

于 赫 (黑龙江中医药大学)	宋高臣 (牡丹江医学院)
于英君 (黑龙江中医药大学)	张晓薇 (山西中医学院)
王 威 (天津中医药大学)	张嘉宁 (大连医科大学)
王和生 (贵阳中医学院)	周 会 (安徽中医学院)
文朝阳 (首都医科大学)	周艳艳 (湖北中医药大学)
冯雪梅 (成都中医药大学)	郑里翔 (江西中医学院)
任 颖 (长春中医药大学)	郑晓珂 (河南中医学院)
孙丽萍 (北京中医药大学)	柳 春 (辽宁中医药大学)
李丽帆 (广西中医药大学)	崔炳权 (广东药学院)
李素婷 (承德医学院)	颜事祥 (山东中医药大学)
杨 云 (云南中医学院)	魏惠惠 (陕西中医学院)

秘 书 于 赫 (兼)

人民卫生出版社

图书在版编目(CIP)数据

生物化学 / 于英君主编. —2 版. —北京: 人民卫生出版社, 2012.6

ISBN 978-7-117-15878-7

I. ①生… II. ①于… III. ①生物化学—高等学校—教材 IV. ①Q5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 081183 号

门户网: www.pmph.com	出版物查询、网上书店
卫人网: www.ipmph.com	护士、医师、药师、中医师、卫生资格考试培训

版权所有, 侵权必究!

本书本印次封底贴有防伪标。请注意识别。

生物化学 第 2 版

主 编: 于英君

出版发行: 人民卫生出版社(中继线 010-59780011)

地 址: 北京市朝阳区潘家园南里 19 号

邮 编: 100021

E-mail: pmph@pmph.com

购书热线: 010-67605754 010-65264830

010-59787586 010-59787592

印 刷: 北京中新伟业印刷有限公司

经 销: 新华书店

开 本: 787×1092 1/16 印张: 27

字 数: 640 千字

版 次: 2002 年 9 月第 1 版 2012 年 6 月第 2 版第 14 次印刷

标准书号: ISBN 978-7-117-15878-7/R·15879

定 价: 39.00 元

打击盗版举报电话: 010-59787491 E-mail: WQ@pmph.com

(凡属印装质量问题请与本社销售中心联系退换)

出版说明

在国家大力推进医药卫生体制改革,发展中医药事业和高等中医药教育教学改革的新形势下,为了更好地贯彻落实《国家中长期教育改革和发展规划纲要(2010—2020年)》和《医药卫生中长期人才发展规划(2011—2020年)》,培养传承中医药文明、创新中医药事业的复合型、创新型高等中医药专业人才,根据《教育部关于“十二五”普通高等教育本科教材建设的若干意见》,全国高等医药教材建设研究会、人民卫生出版社在教育部、卫生部、国家中医药管理局的领导下,全面组织和规划了全国高等中医药院校卫生部“十二五”规划教材的编写和修订工作。

为做好本轮教材的出版工作,在教育部高等学校中医学教学指导委员会和原全国高等中医药教材建设顾问委员会的大力支持下,全国高等医药教材建设研究会、人民卫生出版社成立了第二届全国高等中医药教育教材建设指导委员会和各专业教材评审委员会,以指导和组织教材的编写和评审工作,确保教材编写质量;在充分调研的基础上,先后召开数十次会议对目前我国高等中医药教育专业设置、课程设置、教材建设等进行了全方位的研讨和论证,并广泛听取了一线教师对教材的使用及编写意见,汲取以往教材建设的成功经验,分析历版教材存在的问题,并引以为鉴,力求在新版教材中有所创新,有所突破,藉以促进中医药教育教学发展。

根据高等中医药教育教学改革和高等中医药人才培养目标,在上述工作的基础上,全国高等医药教材建设研究会和人民卫生出版社规划、确定了全国高等中医药院校中医学(含骨伤方向)、中药学、针灸推拿学、中西医临床医学、护理学、康复治疗学7个专业(方向)133种卫生部“十二五”规划教材。教材主编、副主编和编者的遴选按照公开、公平、公正的原则,在全国74所高等院校2600余位专家和学者申报的基础上,近2000位申报者经全国高等中医药教育教材建设指导委员会、各专业教材评审委员会审定和全国高等医药教材建设研究会批准,被聘任为主审、主编、副主编、编委。

全国高等中医药院校卫生部“十二五”规划教材旨在构建具有中国特色的教材建设模式、运行机制,打造具有中国特色的中医药高等教育人才培养体系和质量保障体系;传承、创新、弘扬中医药特色优势,推进中医药事业发展;汲取中医药教育发展成果,体现中医药新进展、新方法、新趋势,适应新时期中医药教育的需要;立足于成为我国高等中医药教育的“核心教材、骨干教材、本底教材”和具有国际影响力的中医药学教材。

全套教材具有以下特色:

1. 坚持中医药教育发展方向,体现中医药教育教学基本规律

注重教学研究和课程体系研究,以适应我国高等中医药学教育的快速发展,满足21世纪对高素质中医药专业人才的基本要求作为教材建设的指导思想;顶层设计和具体方案的实施严格遵循我国国情和高等教育的教学规律、人才成长规律和中医药知识的传承规律,突出中医药特色,正确处理好中西医之间的关系。

2. 强化精品意识,体现中医药学学科发展与教改成果

全程全员坚持质量控制体系,把打造精品教材作为崇高的历史使命和历史责任,以科学严谨的治学精神,严把各个环节质量关,力保教材的精品属性;对课程体系进行科学设计,整体优化,基础学科与专业学科紧密衔接,主干学科与其他学科合理配置,应用研究与开发研究相互渗透,体现新时期中医药教育改革成果,满足21世纪复合型人才培养的需要。

3. 坚持“三基五性三特定”的原则,使知识点、创新点、执业点有机结合

将复合型、创新型高等中医药人才必需的基本知识、基本理论、基本技能作为教材建设的主体框架,将体现高等中医药教育教学所需的思想性、科学性、先进性、启发性、适用性作为教材建设的灵魂,将满足实现人才培养的特定学制、特定专业方向、特定对象作为教材建设的根本出发点和归宿,使“三基五性三特定”有机融合,相互渗透,贯穿教材编写始终。以基本知识点作为主体内容,适度增加新进展、新技术、新方法,并与卫生部门和劳动部门的资格认证或职业技能鉴定标准紧密衔接,避免理论与实践脱节、教学与临床脱节。

4. 突出实用性,注重实践技能的培养

增设实训内容及相关栏目,注重基本技能和临床实践能力的培养,适当增加实践教学学时数,并编写配套的实践技能(实训)教材,增强学生综合运用所学知识的能力和动手能力,体现医学生早临床、多临床、反复临床的特点。

5. 创新教材编写形式和出版形式

(1) 为了解决调研过程中教材编写形式存在的问题,除保障教材主体内容外,本套教材另设有“学习目的”和“学习要点”、“知识链接”、“知识拓展”、“病案分析(案例分析)”、“学习小结”、“复习思考题(计算题)”等模块,以增强学生学习的目的性和主动性及教材的可读性,强化知识的应用和实践技能的培养,提高学生分析问题、解决问题的能力。

(2) 本套教材注重数字多媒体技术,相关教材增加配套的课件光盘、病案(案例)讲授录像、手法演示等;陆续开放相关课程的网络资源等,以最为直观、形象的教学手段体现教材主体内容,提高学生学习效果。

本套教材的编写,教育部、卫生部、国家中医药管理局有关领导和教育部高等学校中医学教学指导委员会、中药学教学指导委员会相关专家给予了大力支持和指导,得到了全国近百所院校和部分医院、科研机构领导、专家和教师的积极支持和参与,谨此,向有关单位和个人表示衷心的感谢!希望本套教材能够对全国高等中医药人才的培养和教育教学改革产生积极的推动作用,同时希望各高等院校在教学使用中以及在探索课程体系、课程标准和教材建设与改革的进程中,及时提出宝贵意见或建议,以便不断修订和完善,更好地满足中医药事业发展和中医药教育教学的需要。

全国高等医药教材建设研究会
第二届全国高等中医药教育教材建设指导委员会
人民卫生出版社

2012年5月

第二届全国高等中医药教育教材建设指导委员会名单

顾 问 王永炎 陈可冀 程莘农 石学敏 沈自尹 陈凯先
石鹏建 王启明 何 维 金生国 李大宁 洪 净
周 杰 邓铁涛 朱良春 陆广莘 张 琪 张灿理
张学文 周仲瑛 路志正 颜德馨 颜正华 严世芸
李今庸 李任先 施 杞 晁恩祥 张炳厚 栗德林
高学敏 鲁兆麟 王 琦 孙树椿 王和鸣 韩丽沙

主任委员 张伯礼

副主任委员 高思华 吴勉华 谢建群 徐志伟 范昕建 匡海学
欧阳兵

常务委员 (以姓氏笔画为序)

王 华 王 键 王之虹 孙秋华 李玛琳 李金田
杨关林 陈立典 范永昇 周 然 周永学 周桂桐
郑玉玲 唐 农 梁光义 傅克刚 廖端芳 翟双庆

委 员 (以姓氏笔画为序)

王彦晖 车念聪 牛 阳 文绍敦 孔令义 田宜春
吕志平 杜惠兰 李永民 杨世忠 杨光华 杨思进
吴范武 陈利国 陈锦秀 赵 越 赵清树 耿 直
徐桂华 殷 军 黄桂成 曹文富 董尚朴

秘 书 长 周桂桐(兼) 翟双庆(兼)

秘 书 刘跃光 胡鸿毅 梁沛华 刘旭光 谢 宁 滕佳林

全国高等中医药院校中医学专业(含骨伤方向) 教材评审委员会名单

顾问 王永炎 邓铁涛 张 琪 张灿理 周仲瑛 严世芸
李今庸 李任先 施 杞 晁恩祥 张炳厚 栗德林
鲁兆麟 孙树椿 王和鸣

主任委员 张伯礼

副主任委员 高思华 吴勉华 谢建群 徐志伟 欧阳兵

委 员 (以姓氏笔画为序)

王 键 王拥军 车念聪 牛 阳 吕志平 刘献祥
李 冀 李永民 李金田 范永昇 周永学 赵清树
段俊国 耿 直 唐 农 黄桂成 曹文富 董尚朴
翟双庆

秘 书 胡鸿毅 梁沛华 孟静岩

前 言

生物化学是生命科学领域中重要的学科,在医学院校也同样是重要的专业基础课课程之一。通过对生物化学的学习,可使学生在分子水平认识正常人体物质组成、分子结构与功能、物质代谢规律和生物遗传物质的化学传递规律以及发生异常变化与疾病的关系等。

本教材是全国高等中医药院校教材、卫生部“十二五”规划教材之一。此次编写是在第1版(2001年)基础上的修改。总体编写思路是保证生物化学内容的准确性和完整性。在此基础上:①删掉第1版中与生物化学关系非必需的部分章节与内容,如删去了“癌基因与抑癌基因”、“细胞凋亡的生物化学”和“二十碳烷酸类代谢”等章节内容。②增添并改动部分章节结构和内容,使其趋于更加合理,如调整“糖类化学”和“脂类化学”各成独立章节。同时将“基因工程与基因重组”改编为“重组DNA技术”并增编“基因表达调控”和“基因诊断和基因治疗”等新内容。③在每章开头加入导学模块,章后加入学习小结和复习思考题等有助于学习的要素,还在一些章节中加入“知识拓展”小模块,在使内容和结构更加合理的同时增加其实用性。④在编写的过程中本着教材“可教、可学和可参考”的基本特性并注意适当编入科学发展中新的准确内容,以利于了解生物化学的部分进展。

本教材适用于全国高等中医药院校中医学(含骨伤方向)、中药学、针灸推拿学、中西医临床医学本科教学,以及相关医药卫生工作者参考。

编写本教材作者分工如下:于英君编写“绪论”章;杨云编写“糖类化学”章;周会编写“脂类化学”章;孙丽萍编写“蛋白质化学”章;郑里翔编写“核酸化学”章;魏敏惠编写“维生素”章;李丽帆编写“酶”章;颜亨祥编写“生物氧化”章;王威编写“糖代谢”章;柳春编写“脂类代谢”章;崔炳权编写“蛋白质的分解代谢”章;张晓薇编写“核苷酸代谢”章;王和生编写“物质代谢的调节”章;冯雪梅编写“DNA的生物合成”章;李素婷编写“RNA的生物合成”章;宋高臣编写“蛋白质的生物合成”章;任颖编写“基因表达调控”章;郑晓珂编写“重组DNA技术”章;于赫编写“基因诊断和基因治疗”章;周艳艳编写“肝胆生化”章;张嘉宁编写“水盐代谢”章;文朝阳编写“酸碱平衡”章。

此次教材编写由全国21所高等院校教师共同努力完成,并得到人民卫生出版社的指导和黑龙江中医药大学及全国兄弟院校同仁们的热情支持,在此一并致以最衷心的感谢。

教材建设是一个长期的系统工程,编出一本好的教材是每位编者追求的目标。在本教材编写的过程中由于编者的学术水平有限,同时由于生物化学自身的发展迅速,如若书中存在不当之处,恳请使用本教材的广大师生和同行提出宝贵意见和建议,不胜感谢。

编 者

2012年5月

目 录

第一章 绪论	1
第一节 生物化学发展简史	1
一、叙述生物化学时期	1
二、动态生物化学时期	3
三、功能生物化学(分子生物学)时期	3
第二节 生物化学的主要内容	5
一、生物体的物质组成及生物分子的结构与功能	5
二、物质代谢及其调节	5
三、基因信息传递及其调控	6
第三节 生物化学与医药学的关系	6
第四节 学习生物化学的目的与意义	6
第二章 糖类化学	8
第一节 糖的概念、分类和命名	8
一、糖的概念	8
二、糖的分类	8
三、糖的命名	9
第二节 单糖的结构与化学性质	9
一、单糖的结构	9
二、单糖的主要化学性质	11
第三节 重要的双糖	13
一、麦芽糖	13
二、蔗糖	13
三、乳糖	14
第四节 多糖	14
一、同多糖	14
二、杂多糖	15
第五节 糖蛋白与蛋白聚糖	17
一、糖蛋白	17
二、蛋白聚糖	18
第三章 脂类化学	20
第一节 脂肪的结构与化学性质	20

一、脂肪的结构	20
二、脂肪的性质	24
第二节 类脂	25
一、磷脂	25
二、糖脂	27
三、类固醇	29
第四章 蛋白质化学	33
第一节 蛋白质的分子组成	33
一、蛋白质的元素组成	33
二、蛋白质的基本组成单位——氨基酸	33
三、肽键与肽	37
第二节 蛋白质的分子结构	39
一、维持蛋白质结构的化学键	39
二、蛋白质的一级结构	41
三、蛋白质的二级结构	41
四、蛋白质的三级结构与结构域	44
五、蛋白质的四级结构	44
第三节 蛋白质结构与功能的关系	45
一、蛋白质一级结构与功能的关系	45
二、蛋白质空间构象与功能的关系	46
第四节 蛋白质的理化性质与应用	47
一、蛋白质的理化性质	47
二、蛋白质的分离纯化技术	49
第五节 蛋白质的分类	52
一、根据分子形状分类	52
二、根据化学成分分类	52
三、根据溶解度分类	52
四、根据功能分类	52
第五章 核酸化学	54
第一节 核酸的分子组成	54
一、核酸的元素组成	54
二、核酸的基本组成单位——核苷酸	54
三、多聚核苷酸链	58
第二节 核酸的分子结构	59
一、DNA 的分子结构	59
二、RNA 的分子结构	62
第三节 核酸的理化性质	66
一、核酸的紫外吸收	67

二、核酸的变性与复性·····	67
三、核酸分子杂交·····	68
第六章 维生素·····	71
第一节 概述·····	71
一、维生素的概念与特点·····	71
二、维生素的命名与分类·····	71
三、维生素缺乏与中毒·····	72
第二节 水溶性维生素·····	72
一、B 族维生素·····	72
二、维生素 C·····	80
第三节 脂溶性维生素·····	82
一、维生素 A·····	82
二、维生素 D·····	84
三、维生素 E·····	86
四、维生素 K·····	87
第七章 酶·····	90
第一节 酶的分子组成与活性中心·····	90
一、酶的分子组成·····	91
二、酶的活性中心·····	92
第二节 酶促反应特点与机制·····	92
一、酶促反应的特点·····	92
二、酶促反应的机制·····	94
第三节 酶促反应动力学·····	95
一、底物浓度对酶促反应速度的影响·····	95
二、酶浓度对酶促反应速度的影响·····	97
三、温度对酶促反应速度的影响·····	98
四、pH 对酶促反应速度的影响·····	98
五、激活剂对酶促反应速度的影响·····	99
六、抑制剂对酶促反应速度的影响·····	99
七、酶活性测定与酶活性单位·····	104
第四节 酶的调节·····	105
一、别构酶与别构调节·····	105
二、酶促化学修饰调节·····	106
三、酶蛋白含量的调节·····	106
四、酶原与酶原的激活·····	107
五、同工酶·····	108
第五节 酶的命名与分类·····	108
一、酶的命名·····	108

二、酶的分类与编号	109
第六节 酶与医学的关系	110
一、酶与疾病的发生	110
二、酶与疾病的诊断	110
三、酶与疾病的治疗	111
第八章 生物氧化	114
第一节 概述	114
一、生物氧化的概念	114
二、生物氧化的特点	114
三、二氧化碳的生成	115
第二节 线粒体氧化体系	115
一、呼吸链	115
二、呼吸链各组成成分及其作用	116
三、呼吸链各组成成分在线粒体内膜上的分布	118
四、呼吸链各组成成分的排序依据	119
五、体内重要呼吸链的排列顺序	119
六、胞液中 $\text{NADH} + \text{H}^+$ 的氧化	121
第三节 能量代谢	122
一、高能化合物的种类	122
二、ATP 的生成	122
三、ATP 的利用、转移和储存	126
第四节 非线粒体氧化体系	128
一、微粒体氧化体系	128
二、过氧化物酶体中的氧化酶类	129
三、超氧化物歧化酶	129
第九章 糖代谢	132
第一节 概述	132
一、糖的消化与吸收	132
二、糖代谢概况	133
第二节 糖的氧化分解	133
一、糖的无氧分解	133
二、糖的有氧氧化	137
三、磷酸戊糖途径	144
第三节 糖原的合成与分解	146
一、糖原的合成	146
二、糖原的分解	147
三、糖原代谢的调节	148
四、糖原的合成与分解的生理意义	149

第四节 糖异生	149
一、糖异生的途径	149
二、糖异生的调节	150
三、糖异生的生理意义	152
第五节 血糖	152
一、血糖的来源和去路	152
二、血糖浓度的调节	153
第六节 糖代谢紊乱	155
一、低血糖	155
二、高血糖	155
三、糖尿病	155
四、糖耐量试验	156
五、糖原累积症	156
第十章 脂类代谢	159
第一节 脂类的消化吸收和分布	159
一、脂类的消化与吸收	159
二、脂类的分布	160
第二节 甘油三酯的代谢	160
一、甘油三酯的分解代谢	160
二、甘油三酯的合成代谢	165
第三节 类脂的代谢	169
一、甘油磷脂的代谢	169
二、胆固醇的代谢	170
第四节 血脂	172
一、血脂的组成和含量	172
二、血脂的来源和去路	173
第五节 血浆脂蛋白代谢与代谢紊乱	173
一、血浆脂蛋白的代谢	173
二、脂蛋白代谢紊乱	177
第十一章 蛋白质的分解代谢	181
第一节 蛋白质的营养作用	181
一、蛋白质营养的重要性	181
二、蛋白质的需要量	181
三、蛋白质的营养价值与互补作用	182
第二节 蛋白质的消化、吸收和腐败作用	183
一、蛋白质的消化	183
二、氨基酸的吸收和转运	183
三、蛋白质的腐败作用	185

第三节 氨基酸的代谢概况	185
一、氨基酸的来源	185
二、氨基酸的去路	186
第四节 氨基酸的一般代谢	186
一、氨基酸的脱氨基作用	186
二、氨的代谢	190
三、 α -酮酸的代谢	195
四、氨基酸的脱羧基作用	195
第五节 个别氨基酸的代谢	197
一、一碳单位代谢	197
二、含硫氨基酸的代谢	200
三、芳香族氨基酸的代谢	203
四、支链氨基酸的代谢	205
第十二章 核苷酸代谢	208
第一节 核苷酸的分解代谢	208
一、嘌呤核苷酸的分解代谢	208
二、嘧啶核苷酸的分解代谢	209
第二节 核苷酸的合成代谢	210
一、嘌呤核苷酸的合成代谢	210
二、嘧啶核苷酸的合成代谢	213
三、脱氧核苷酸的生成	215
第三节 核苷酸的抗代谢物	216
一、嘌呤核苷酸的抗代谢物	216
二、嘧啶核苷酸的抗代谢物	217
第十三章 物质代谢的调节	220
第一节 物质代谢的相互联系	220
一、糖与脂类代谢的相互联系	221
二、糖与蛋白质代谢的相互联系	221
三、脂类与蛋白质代谢的相互联系	221
四、核苷酸与糖、脂类和蛋白质代谢的相互联系	221
第二节 细胞水平的调节	222
一、代谢酶系的亚细胞分布与关键酶	223
二、酶结构调节	224
三、酶量的调节	227
第三节 激素水平的调节	228
一、细胞膜受体激素的调节	228
二、细胞内受体激素的调节	232
第四节 整体调节	232

一、饥饿·····	233
二、应激·····	234
第十四章 DNA 的生物合成 ·····	236
第一节 DNA 的生物合成概况 ·····	236
一、DNA 复制的特征 ·····	236
二、参与 DNA 复制的主要酶类 ·····	239
三、DNA 复制的过程 ·····	244
四、真核生物 DNA 复制的特点 ·····	246
五、端粒与端粒酶·····	247
第二节 逆转录 ·····	249
一、逆转录酶催化合成 cDNA ·····	249
二、逆转录酶与病毒·····	250
第三节 DNA 的损伤与修复 ·····	250
一、DNA 突变 ·····	250
二、突变的类型·····	250
三、DNA 的修复 ·····	251
第十五章 RNA 的生物合成 ·····	256
第一节 参与转录的主要物质及作用 ·····	256
一、DNA 模板 ·····	256
二、合成 RNA 的原料 ·····	257
三、RNA 聚合酶 ·····	257
第二节 转录的过程 ·····	257
一、转录的起始·····	258
二、转录的延长·····	260
三、转录的终止·····	260
第三节 转录后加工修饰 ·····	261
一、真核生物 mRNA 的转录后加工修饰 ·····	261
二、前体 tRNA 的转录后加工 ·····	263
三、前体 rRNA 的转录后加工 ·····	263
四、核酶在转录修饰中的作用·····	263
第十六章 蛋白质的生物合成 ·····	266
第一节 蛋白质生物合成体系 ·····	266
一、mRNA——蛋白质生物合成的直接模板 ·····	266
二、核糖体——蛋白质生物合成的场所·····	269
三、tRNA——结合并运载氨基酸的工具 ·····	270
四、参与蛋白质生物合成的其他成分·····	271
第二节 蛋白质生物合成的过程 ·····	272

一、原核生物的肽链合成过程·····	272
二、真核生物的肽链合成过程·····	276
第三节 蛋白质生物合成后的加工和靶向输送·····	278
一、多肽链的折叠·····	278
二、一级结构的修饰·····	279
三、空间结构的修饰·····	280
四、蛋白质的靶向输送·····	281
第四节 影响蛋白质生物合成的物质·····	281
一、抗生素类·····	282
二、毒素与干扰素类·····	282
第十七章 基因表达调控·····	286
第一节 基因表达的基本规律·····	286
一、基因表达的特异性·····	286
二、基因表达的方式·····	287
三、基因表达受调控序列和调控蛋白共同调节·····	287
四、基因表达调控是多层次的复杂调节·····	287
第二节 原核生物基因表达调控·····	288
一、原核生物基因表达调控的特点·····	288
二、转录水平的调控·····	288
三、翻译水平的调控·····	292
第三节 真核生物基因表达调控·····	292
一、真核生物基因表达调控的特点·····	292
二、DNA 水平的调控·····	293
三、转录水平的调控·····	293
四、转录后水平的调控·····	297
五、翻译水平的调控·····	297
六、翻译后水平的调控·····	298
第十八章 重组 DNA 技术·····	300
第一节 概述·····	300
一、重组 DNA 技术相关概念·····	300
二、目的 DNA 与载体·····	301
三、工具酶·····	303
第二节 重组 DNA 技术基本原理·····	305
一、目的 DNA 的制备·····	305
二、目的 DNA 与载体的连接·····	306
三、重组 DNA 分子导入靶细胞·····	307
四、重组 DNA 的筛选与鉴定·····	308
五、重组体在靶细胞中的表达·····	311

第三节 重组 DNA 技术在医学和制药工业中的应用	312
一、疾病基因的发现	313
二、生产蛋白或多肽类药物	313
三、改造物种特性	313
第十九章 基因诊断和基因治疗	315
第一节 基因诊断	315
一、基因诊断的概念和特点	315
二、基因诊断常用技术	315
三、基因诊断的应用	321
第二节 基因治疗	322
一、基因治疗的概念	322
二、基因治疗的主要策略	323
三、基因治疗的基本程序	323
四、基因治疗存在的问题与展望	324
第二十章 肝胆生化	326
第一节 肝脏在物质代谢中的作用	326
一、肝脏在糖代谢中的作用	326
二、肝脏在脂类代谢中的作用	327
三、肝脏在蛋白质代谢中的作用	327
四、肝脏在维生素代谢中的作用	329
五、肝脏在激素代谢中的作用	329
六、肝脏在水盐代谢中的作用	329
第二节 肝脏的生物转化作用	330
一、肝脏的生物转化的概念及意义	330
二、肝脏的生物转化反应类型	330
三、生物转化作用的影响因素	334
第三节 胆汁与胆汁酸的代谢	335
一、胆汁	335
二、胆汁酸的种类	335
三、胆汁酸的主要生理功能	336
四、胆汁酸的代谢	337
五、胆汁酸代谢的调节	338
第四节 胆色素的代谢	338
一、胆红素的生成与转运	338
二、胆红素在肝细胞内的代谢	339
三、胆红素在肠道中的变化及胆色素的肠肝循环	341
四、影响尿胆素原排泄的因素	342
五、血清中胆红素与黄疸	342