



卫生部“十一五”规划教材

全国高等医药教材建设研究会规划教材

全国高等学校医学成人学历教育（专科）教材

供 药 学 专 业 用

生物化学

主 编 吴耀生

副主编 俞小瑞 王继红



人民卫生出版社

卫生部“十一五”规划教材
全国高等医药教材建设研究会规划教材
全国高等学校医学成人学历教育(专科)教材
供药学专业用

生物化学

主 编 吴耀生

副主编 俞小瑞 王继红

编 者 (以姓氏拼音为序)

白 玲 (桂林医学院)	孙爱华 (浙江医学高等专科学校)
崔荣军 (牡丹江医学院)	陶 莎 (中山大学中山医学院)
高 颖 (大连医科大学)	王继红 (重庆医科大学)
胡颂恩 (上海医药高等专科学校)	吴耀生 (广西医科大学)
黄勇奇 (广西医科大学)	于晓光 (哈尔滨医科大学)
霍明章 (山西大同大学医学院)	俞小瑞 (西安交通大学医学院)
姬胜利 (山东大学药学院)	周素芳 (广西医科大学)
李平法 (新乡医学院)	

人 民 卫 生 出 版 社

图书在版编目 (CIP) 数据

生物化学/吴耀生主编. —北京: 人民卫生出版社,
2007. 8

ISBN 978-7-117-08902-9

I. 生… II. 吴… III. 生物化学—成人教育: 高等教育—
教学参考资料 IV. Q5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 097689 号

本书本印次封底贴有防伪标。请注意识别。

生 物 化 学

主 编: 吴耀生

出版发行: 人民卫生出版社 (中继线 010-67616688)

地 址: 北京市丰台区方庄芳群园 3 区 3 号楼

邮 编: 100078

网 址: <http://www.pmph.com>

E - mail: pmph@pmph.com

购书热线: 010-67605754 010-65264830

印 刷: 北京市卫顺印刷厂

经 销: 新华书店

开 本: 787×1092 1/16 印张: 22

字 数: 501 千字

版 次: 2007 年 8 月第 1 版 2007 年 8 月第 1 版第 1 次印刷

标准书号: ISBN 978-7-117-08902-9/R · 8903

定 价: 32.00 元

版权所有, 侵权必究, 打击盗版举报电话: 010-87613394

(凡属印装质量问题请与本社销售部联系退换)

全国高等学校医学成人学历教育(专科)教材

第2轮修订说明

2002年以来,我国医学成人学历教育的政策和实践发生了重要变化。为了适应我国医学成人学历教育的现状和趋势,卫生部教材办公室、全国高等医药教材建设研究会决定启动全国高等学校医学成人学历教育教材的第2轮修订。2005年7月,卫生部教材办公室在北京召开论证会议,就我国医学成人学历教育的现状、趋势、特点、目标及修订的专业、课程设置、修订原则及要求等重要问题进行充分讨论并达成了共识。2006年8月底,卫生部教材办公室在沈阳召开全国高等学校医学成人学历教育卫生部规划教材修订工作主编人会议,正式启动教材修订工作。会议明确了教材修订的2个目标和4个要求,即新版教材应努力体现医学成人教育的特点(非零起点性、学历需求性、职业需求性、模式多样性);应努力实现医学成人学历教育的目标(复习、巩固、提高、突破);要求教材编写引入“知识模块”的概念并进行模块化编写;要求创新教材编写方法,强化教材功能;要求教材编写注意与普通高等教育教材的区别与联系;注意增强教材的教学适应性和认同性。另外,本次教材修订,还特别注意理论和实践的联系,强调基础联系临床、临床回归基础。在具体写作形式上,本次修订提倡插入“理论与实践”、“问题与思考”、“相关链接”等文本框,从形式上保证了教材修订目标和要求的实现,也是对教材创新的探索。

本次共修订医学成人学历教育专科教材42种,其中临床医学专业14种、护理学专业12种、药学专业16种。42种教材已被卫生部教材办公室、全国高等医药教材建设研究会评选为卫生部“十一五”规划教材。

全国高等学校医学成人(继续)教育教材 评审委员会

顾 问 孟 群

主任委员 唐建武

副主任委员 沈 彬

委员(按姓氏笔画排序)

马爱群	马跃美	申玉杰	刘吉祥	余国强	张爱珍	张殿发
杜友爱	杨克虎	花建华	陈金华	周胜利	姜小鹰	禹学海
赵玉虹	赵浩亮	赵富玺	党丽娟	聂 鹰	郭 明	

秘 书 惠天灵

全国高等学校医学成人学历教育 (专科)教材目录

临床医学专业(14种)

1. 人体解剖学(第2版)	主编 李金钟	副主编 章培军
2. 生理学(第2版)	主编 杜友爱	副主编 李红芳 苏莉芬
3. 病理学(第2版)	主编 吴伟康 赵卫星	
4. 生物化学(第2版)	主编 万福生	副主编 徐跃飞
5. 病原生物与免疫学(第2版)	主编 夏克栋	副主编 李水仙 岳启发
6. 药理学(第2版)	主编 李淑媛	副主编 石刚刚
7. 组织学与胚胎学	主编 孙 莉	副主编 张际绯 黄晓芹 郝立宏
8. 诊断学(第2版)	主编 娄探奇	副主编 廖 伟 张 育
9. 医学影像学	主编 王振常	副主编 余晓鐸 孙万里
10. 内科学(第2版)	主编 邹 萍 魏 武	副主编 杨亦彬 曲 鹏
11. 外科学(第2版)	主编 孙靖中	副主编 段德生 高佃军
12. 妇产科学(第2版)	主编 李荷莲	副主编 柳耀环
13. 儿科学(第2版)	主编 徐立新	副主编 郑胡镛 穆亚萍 曲云霞
14. 传染病学	主编 李 群	副主编 冯继红

药学专业(16种)

1. 高等数学(第2版)	主编 陈铁生	
2. 物理学	主编 鲍修增	副主编 潘志达
3. 有机化学(第2版)	主编 赵正保	副主编 董陆陆 刘 斌
4. 物理化学(第2版)	主编 邵 伟	
5. 分析化学(第2版)	主编 李发美	副主编 沈懋法

6. 生物化学	主编 吴耀生	副主编 俞小瑞 王继红
7. 人体解剖生理学	主编 王维洛	副主编 陈孝忠
8. 微生物学与免疫学	主编 李朝品 曹志然	
9. 药物化学(第2版)	主编 徐文方	
10. 药物分析(第2版)	主编 晁若冰	副主编 傅 强
11. 药剂学(第2版)	主编 曹德英	副主编 刘 伟
12. 天然药物化学(第2版)	主编 吴立军	副主编 封士兰 阮金兰
13. 药事管理学	主编 邵瑞琪	
14. 药用植物学	主编 孙启时	
15. 生药学	主编 周 晔	
16. 药理学	主编 乔国芬	副主编 林 军 宋晓亮

护理学专业(12种)

1. 内科护理学(第2版)	主编 成守珍	副主编 刘义兰 高丽红 李 伟
2. 外科护理学(第2版)	主编 鲁连贵	副主编 李 津 李惠萍
3. 妇产科护理学(第2版)	主编 张新宇	副主编 简雅娟 陈梦香
4. 儿科护理学(第2版)	主编 雷家英	副主编 张立莉 张玉兰
5. 护理心理学(第2版)	主编 曹枫林	副主编 张纪梅
6. 护理管理学(第2版)	主编 苏兰若	副主编 王惠珍
7. 护理学导论	主编 杨新月 张新琼	
8. [△] 护理伦理学	主编 姜小鹰	副主编 史瑞芬
9. 健康评估	主编 刘纯艳	
10. 临床营养学	主编 蔡东联	副主编 史琳娜 刘烈刚
11. 急危重症护理学	主编 刘化侠	副主编 李武平
12. 社区护理学	主编 陈先华	副主编 涂 英

△为成人学历教育专科、专科起点升本科共用教材。

前 言

根据全国高等学校医学成人学历教育卫生部规划教材修订工作会议精神及要求,结合成人学历教育的特点,我们编写了医学成人学历教育药学专业专科生物化学这本教材。根据药学专业专科培养目标及其专业课程设置结构,本教材系统并有重点地提供该专业学生应具备的生物化学及技术原理的相关知识。为该专业学生进一步学习其他课程知识建立基础,并有利于今后职业生涯的发展。

生物化学是一门从分子水平研究生命现象及规律的学科,是医药学研究所必需的理论基础,其发展衍生出来的多种生物技术是生命科学领域不可或缺的研究工具。本教材分四篇内容,即生物大分子结构与功能;物质代谢;遗传信息传递表达;生化药物及其制备技术。针对药学专业的特点,在保持生物化学基本知识介绍的基础上,增加疾病发生的生化机制知识内容,基因克隆技术在医药方面的应用。系统地介绍生化药物的主要来源及类型,生化药物研究或制备过程中常用的生物技术及原理,应注意的有关问题。使学生在生物化学主要知识内容过程中,也对生化药物的研究获得一些基本认识。

为实现医学成人学历教育“巩固、完善、提高、突破”的目标,在教材的编写过程中,注意结合学科的发展,除旧纳新。每章末引入“问题与思考”及“相关链接”栏目。根据每章内容,提出2~3个与本章理论或实践相关问题。问题具有综合性,有助于理解教材内容,激发进一步思考的兴趣。链接的内容主要是一些学科的最新研究热点、研究史话,一些常用专业知识网站、专业数据库等。链接的目的是帮助学生获得更多、更新的知识,启发思考、开阔视野。

本教材由13所高等院校的教师参加编写,吸纳了不同医学院校生物化学教学的思路及写作特色。崔荣军老师为本教材的结构式的绘制及图的统一做了大量工作。

由于经验及水平所限,本教材的编写难免存在这样或那样的问题。希望能通过应用实践总结提高。恳请同行专家不吝指正,欢迎广大师生在使用的过程中提出改进意见。

吴耀生

2007-05-27

目 录

绪论	1
一、生物化学研究内容	1
二、生物化学与药学研究的关系	2
三、生物化学原理与技术在药学研究中的应用	4
四、生物化学课程要求	5

第一篇 生物大分子结构与功能

第一章 蛋白质结构与功能	8
第一节 蛋白质的分子组成及生物学功能	8
一、蛋白质元素组成	8
二、蛋白质基本组成单位——氨基酸	8
三、肽	11
四、蛋白质分类及功能	13
第二节 蛋白质分子结构	14
一、蛋白质一级结构	15
二、蛋白质的空间结构	15
第三节 蛋白质结构与功能的关系	21
一、蛋白质的一级结构与功能的关系	21
二、蛋白质的空间结构和功能的关系	23
第四节 蛋白质的理化性质	24
一、蛋白质的两性解离与等电点	24
二、蛋白质的高分子性质	25
三、蛋白质紫外吸收特征	26
四、蛋白质呈色反应	26
五、蛋白质的变性、复性、沉淀与凝固	26
【问题与思考】	27
【相关链接】	27
胰岛素与生物大分子研究历程	27
推荐常用蛋白质相关网站	28

第二章 核酸分子结构与功能	29
第一节 核酸分子组成及生物学功能	29
一、核酸分子的化学组成	29
二、核酸的分类及生物学功能	35
第二节 DNA 的分子结构	36
一、DNA 分子一级结构	36
二、DNA 分子二级结构	36
三、DNA 分子高级结构	39
第三节 RNA 的分子结构	41
一、信使核糖核酸(mRNA)	42
二、转运核糖核酸(tRNA)	42
三、核糖体核糖核酸(rRNA)	44
四、其他 RNA	45
第四节 核酸的理化性质	45
一、核酸的一般理化性质	45
二、DNA 的变性、复性	46
第五节 核酶及核酸酶	47
【问题与思考】	48
【相关链接】	48
生物信息学及重要的核酸数据库	48
第三章 酶	49
第一节 酶的分子组成及结构	49
一、酶的分子组成	49
二、酶的活性中心	51
第二节 酶作用的特点及催化原理	52
一、酶催化作用的特点	52
二、酶的催化原理	53
第三节 酶的动力学研究	54
一、底物浓度对酶促反应的影响	55
二、酶浓度对酶促反应的影响	56
三、温度对酶促反应的影响	57
四、pH 对酶促反应的影响	58
五、酶作用的抑制	58
六、酶的激活及活性调节	61
第四节 酶的种类及其特点	64

一、酶的分类及命名	64
二、同工酶	66
三、抗体酶	67
四、具有催化活性的蛋白质与核酸复合体	67
第五节 酶与医药的关系	67
一、酶与疾病的发生、诊断	68
二、酶在临床治疗上的应用	68
三、酶与药物设计及制备	68
【问题与思考】	69
【相关链接】	69
诱导酶与固定化酶	69

第二篇 物质代谢

第四章 糖代谢	72
第一节 糖的分类及其生物学功能	72
一、糖的分类	72
二、糖的消化吸收	73
三、糖的生物学功能	74
第二节 糖的分解代谢	74
一、糖的无氧分解	74
二、糖的有氧氧化	78
三、磷酸戊糖途径	84
第三节 糖原代谢与糖异生	87
一、糖原合成	88
二、糖原分解	89
三、糖异生	92
第四节 血糖及其调节	95
一、血糖的代谢概况	95
二、血糖的调节	96
三、血糖异常与治疗用药	97
· 【问题与思考】	98
【相关链接】	99
三羧酸循环的创立者——Krebs H. A. 博士	99
第五章 脂类代谢	100
第一节 脂类及其生理功能	100

一、脂类物质分类及体内分布	100
二、脂类的主要生物学功能	100
三、脂类物质的消化和吸收	101
第二节 脂肪的代谢	102
一、脂肪的分解代谢	102
二、脂肪的合成代谢	107
第三节 类脂代谢	109
一、磷脂的代谢	109
二、胆固醇代谢	112
第四节 血浆脂蛋白	115
一、血浆脂蛋白分类及组成	115
二、血浆脂蛋白的转运、代谢及功能	117
第五节 脂类代谢异常与疾病	118
一、高脂蛋白血症	118
二、家族性高胆固醇血症	119
三、脂肪肝	120
【问题与思考】	120
【相关链接】	120
动脉粥样硬化与高脂血症	120
脂代谢与营养学	121
第六章 生物氧化	122
第一节 生物氧化与能量代谢	122
一、生物氧化概述	122
二、高能化合物	124
第二节 线粒体氧化体系	126
一、线粒体呼吸链	126
二、氧化磷酸化	129
三、线粒体外 NADH 的氧化磷酸化	131
第三节 非线粒体氧化体系	132
一、微粒体氧化体系	132
二、过氧化物酶体氧化体系	133
三、超氧化物酶体	133
第四节 能量代谢异常与疾病	133
一、线粒体能量代谢病	133
二、能量代谢与肥胖症	134

三、临床上常用的生化能量药物	134
【问题与思考】	135
【相关链接】	135
化学渗透机制的提出及依据	135
推荐相关网站	136
第七章 蛋白质分解代谢	137
第一节 蛋白质营养与生理功能	137
一、蛋白质的生理功能	137
二、蛋白质的营养作用及需要量	137
三、蛋白质的消化、吸收与腐败	138
第二节 氨基酸的一般代谢	141
一、氨基酸代谢库	141
二、氨基酸的脱氨基作用	141
三、 α -酮酸的代谢	144
第三节 氨的代谢与尿素生成	146
一、氨的代谢	146
二、尿素的生成	147
第四节 个别氨基酸代谢	150
一、氨基酸的脱羧基作用	150
二、一碳单位代谢	151
三、含硫氨基酸代谢	153
四、芳香族氨基酸的代谢	156
第五节 氨基酸代谢异常与疾病	158
一、苯丙酮酸尿症	158
二、白化病	158
三、尿黑酸尿症	158
四、枫糖尿病	159
五、同型半胱氨酸尿症	159
【问题与思考】	159
【相关链接】	159
尿素合成机制——鸟氨酸循环的发现过程	159
第八章 核苷酸代谢	161
第一节 概述	161
一、核苷酸的生理功能	161

二、核酸的消化吸收	162
第二节 嘌呤核苷酸代谢	162
一、嘌呤核苷酸的合成代谢	162
二、嘌呤核苷酸的分解代谢	166
第三节 嘧啶核苷酸代谢	167
一、嘧啶核苷酸的合成代谢	167
二、嘧啶核苷酸的分解代谢	170
第四节 核苷酸的抗代谢物	170
【问题与思考】	171
【相关链接】	171
推荐生化学习相关网站	171
第九章 生物转化与药物代谢	173
第一节 生物转化作用	173
一、生物转化的概念	173
二、生物转化的类型	174
三、生物转化的结果、特点及影响因素	182
第二节 生物转化与药物代谢	185
一、药物代谢酶活性与体内药物代谢	185
二、酶的诱导作用与耐受性产生	187
三、肿瘤的多药耐药性	187
第三节 药物代谢异常	188
一、细胞色素 P ₄₅₀ 与药物代谢异常	188
二、转运蛋白 P-糖蛋白与药物代谢异常	189
三、谷胱甘肽 S-转移酶与药物代谢异常	189
四、 γ -谷氨酰基转移酶与药物代谢异常	190
【问题与思考】	190
【相关链接】	190
特非那定及美贝地尔提供的药物相互作用启示	190
推荐学习用网站	191

第三篇 遗传信息传递表达

第十章 DNA 的生物合成	194
第一节 DNA 生物合成概述	194
第二节 DNA 复制体系	194
一、DNA 复制的特点	195

二、DNA 聚合酶	197
三、DNA 复制所需其他酶类	199
第三节 DNA 复制过程	201
一、复制的起始	201
二、复制的延伸	201
三、复制的终止	203
四、其他的复制方式	204
五、逆转录与逆转录酶	204
第四节 DNA 突变与修复	205
一、DNA 的突变	206
二、突变 DNA 的修复	207
第五节 DNA 突变与疾病	209
一、DNA 突变与单基因遗传病	209
二、DNA 突变与疾病的易感性	210
三、线粒体 DNA 突变与疾病	210
四、DNA 突变与药物代谢的改变	211
【问题与思考】	211
【相关链接】	211
DNA 是遗传信息载体的实验证明	211
推荐学习用网站	212
 第十一章 RNA 的生物合成	213
第一节 RNA 转录体系	213
一、转录的概念	213
二、转录的模板及特点	214
三、RNA 聚合酶	214
第二节 RNA 转录过程	216
一、转录的起始	216
二、转录的延伸	218
三、转录的终止	219
第三节 转录后的加工修饰	219
一、mRNA 转录后的加工修饰	220
二、tRNA 转录后的加工修饰	221
三、rRNA 转录后的加工修饰	222
第四节 转录异常与疾病	223
一、转录异常与肿瘤	223

二、转录异常与白血病	224
三、转录异常与遗传病	224
四、RNA 干扰与疾病的治疗	225
【问题与思考】	226
【相关链接】	226
RNA 干扰的发现荣获 2006 年度诺贝尔奖	226
推荐相关网站	226
第十二章 蛋白质的生物合成	228
第一节 蛋白质生物合成体系	228
一、参与蛋白质生物合成的 RNA	228
二、参与蛋白质生物合成的其他成分	233
第二节 蛋白质生物合成过程	235
一、氨基酸的活化与转运	235
二、核糖体循环	236
三、多核糖体及其意义	240
四、真核生物蛋白质合成的特点	241
第三节 蛋白质合成后的加工和运输	241
一、多肽链的加工修饰	241
二、空间结构的形成和修饰	242
三、蛋白质合成后的靶向运输	244
第四节 蛋白质生物合成与医药的关系	246
一、蛋白质合成的抑制剂	247
二、蛋白质合成异常与疾病	250
【问题与思考】	251
【相关链接】	251
蛋白质组学:一种新的生物学研究工具	251
推荐相关网站	252
第十三章 基因工程技术	253
第一节 基因工程概述	253
一、DNA 重组与基因克隆	253
二、DNA 重组所需工具酶	253
三、DNA 重组所需载体	256
第二节 DNA 的重组操作	260
一、目的基因的获取	260

二、选择载体并与目的基因的连接	262
三、重组 DNA 分子导入宿主细胞	264
四、重组体的筛选和鉴定	265
五、目的基因的表达	267
第三节 DNA 重组及相关技术在医药上的应用	268
一、基因工程药物	268
二、基因工程疫苗	269
三、疾病相关基因的克隆	269
四、基因诊断	270
五、基因治疗	272
【问题与思考】	274
【相关链接】	274
蛋白质工程及应用	274

第四篇 生化药物及其制备技术

第十四章 生化药物	278
第一节 概述	278
一、生化药物的概念	278
二、生化药物的特点	278
三、我国生化药物的发展现状	279
第二节 生化药物来源	280
一、动物来源	280
二、微生物来源	281
三、海洋生物来源	281
四、植物来源	283
五、化学合成	283
六、现代生物技术产品	284
第三节 生化药物种类及其在医药上的应用	284
一、氨基酸类药物	284
二、多肽和蛋白类药物	285
三、酶和辅酶类生化药物	288
四、糖类生化药物	290
五、核酸类生化药物	292
六、脂类生化药物	293
第四节 生化药物的研究及发展	295
一、特种动植物活性成分的开发应用	295

二、生化药物分离纯化与结构修饰	296
三、质量分析研究	297
四、生化药物新剂型、临床新应用研究	297
五、生化药物的最新研究进展与展望	298
【问题与思考】	299
【相关链接】	299
胰岛素的发现	299
推荐相关网站	300
第十五章 生化药物制备技术	301
第一节 分离纯化技术	301
一、蛋白质分离纯化	301
二、核酸的分离纯化	307
三、多糖的分离纯化	308
四、脂类纯化	310
第二节 微生物发酵技术	310
一、可采用微生物发酵法生产的生化药物	310
二、微生物发酵法生产生化药物的一般流程	311
三、微生物发酵法生产生化药物应注意的问题	312
第三节 其他生物技术	312
一、人工合成与半合成	312
二、转基因技术	313
第四节 生化药物的质量控制	315
一、原料物的质量控制	315
二、微生物的灭活	316
三、病毒的去除与鉴定	317
四、生物活性效价的测定	318
五、有效期的确定	318
【问题与思考】	319
【相关链接】	319
格哈德-多马克:被迫放弃诺贝尔奖的科学家	319
推荐相关网站	320
主要参考文献列表	321
中文索引	323
英文索引	329