



国家卫生和计划生育委员会“十二五”规划教材
全国高等医药教材建设研究会规划教材
全国高等学校医药学成人学历教育（专科起点升本科）规划教材

供临床、预防、口腔、护理、检验、影像等专业用

生物化学

第3版

主 编 林德馨

副主编 孔 英 王 杰



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

- ▶ 国家卫生和计划生育委员会“十二五”规划教材
- ▶ 全国高等医药教材建设研究会规划教材
- ▶ 全国高等学校医药学成人学历教育（专科起点升本科）规划教材
- ▶ 供临床、预防、口腔、护理、检验、影像等专业用

生物化学

第3版

主 编 林德馨

副主编 孔 英 王 杰

编 者（以姓氏笔画为序）

王 杰 沈阳医学院

王桂云 牡丹江医学院

孔 英 大连医科大学

孔丽君 滨州医学院

龙石银 南华大学

宋桂芹 河北北方学院

范 浩 昆明医科大学

林德馨 福建医科大学

唐旭东 广东医学院

鲁云霞 安徽医科大学

廖之君 福建医科大学



人民卫生出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

生物化学 / 林德馨主编. —3 版. —北京: 人民卫生出版社, 2013.12

ISBN 978-7-117-18185-3

I. ①生… II. ①林… III. ①生物化学 - 成人高等教育 - 教材 IV. ①Q5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 252056 号

人卫社官网	www.pmph.com	出版物查询, 在线购书
人卫医学网	www.ipmph.com	医学考试辅导, 医学数据库服务, 医学教育资源, 大众健康资讯

版权所有, 侵权必究!

生物化学

第 3 版

主 编: 林德馨

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: 010-59787592 010-59787584 010-65264830

印 刷: 潮河印业有限公司

经 销: 新华书店

开 本: 787 × 1092 1/16 印张: 29

字 数: 724 千字

版 次: 2001 年 9 月第 1 版 2013 年 12 月第 3 版

2013 年 12 月第 3 版第 1 次印刷 (总第 19 次印刷)

标准书号: ISBN 978-7-117-18185-3/R · 18186

定 价: 43.00 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市场营销中心联系退换)

全国高等学校医药学成人学历教育规划教材第三轮

修订说明

随着我国医疗卫生体制改革和医学教育改革的深入推进,我国高等学校医药学成人学历教育迎来了前所未有的发展和机遇,为了顺应新形势、应对新挑战和满足人才培养新要求,医药学成人学历教育的教学管理、教学内容、教学方法和考核方式等方面都展开了全方位的改革,形成了具有中国特色的教学模式。为了适应高等学校医药学成人学历教育的发展,推进高等学校医药学成人学历教育的专业课程体系及教材体系的改革和创新,探索医药学成人学历教育教材建设新模式,全国高等医药教材建设研究会、人民卫生出版社决定启动全国高等学校医药学成人学历教育规划教材第三轮的修订工作,在长达2年多的全国调研、全面总结前两轮教材建设的经验和不足的基础上,于2012年5月25~26日在北京召开了全国高等学校医药学成人学历教育教学研讨会暨第三届全国高等学校医药学成人学历教育规划教材评审委员会成立大会,就我国医药学成人学历教育的现状、特点、发展趋势以及教材修订的原则要求等重要问题进行了探讨并达成共识。2012年8月22~23日全国高等医药教材建设研究会在北京召开了第三轮全国高等学校医药学成人学历教育规划教材主编人会议,正式启动教材的修订工作。

本次修订和编写的特点如下:

1. 坚持国家级规划教材顶层设计、全程规划、全程质控和“三基、五性、三特定”的编写原则。
2. 教材体现了成人学历教育的专业培养目标和专业特点。坚持了医药学成人学历教育的非零起点性、学历需求性、职业需求性、模式多样性的特点,教材的编写贴近了成人学历教育的教学实际,适应了成人学历教育的社会需要,满足了成人学历教育的岗位胜任力需求,达到了教师好教、学生好学、实践好用的“三好”教材目标。
3. 本轮教材的修订从内容和形式上创新了教材的编写,加入“学习目标”、“学习小结”、“复习题”三个模块,提倡各教材根据其内容特点加入“问题与思考”、“理论与实践”、“相关链接”三类文本框,精心编排,突出基础知识、新知识、实用性知识的有效组合,加入案例突出临床技能的培养等。

本次修订医药学成人学历教育规划教材临床医学专业专科起点升本科教材30种,将于2013年9月陆续出版。

全国高等学校医药学成人学历教育规划教材临床医学专业
（专科起点升本科）教材目录

教材名称	主编	教材名称	主编
1. 人体解剖学	黄文华 徐 飞	16. 传染病学	李 刚
2. 生理学	管茶香 武宇明	17. 医学心理学与精神病学	马存根
3. 病理学	唐建武	18. 医用化学	陈莲惠
4. 生物化学	林德馨	19. 医学遗传学	傅松滨
5. 病原生物学	景 涛 吴移谋	20. 预防医学	肖 荣
6. 医学免疫学	沈关心 赵富玺	21. 医学文献检索	赵玉虹
7. 药理学	刘克辛	22. 全科医学概论	王家骥
8. 病理生理学	王学江 姜志胜	23. 卫生法学概论	樊立华
9. 诊断学	郑长青	24. 医学计算机应用	胡志敏
10. 医学影像学	郑可国 朱向明	25. 皮肤性病学	邓丹琪
11. 内科学	周宪梁 杨 涛	26. 急诊医学	黄子通
12. 外科学	白 波 吴德全	27. 循证医学	杨克虎
13. 妇产科学	王建六 漆洪波	28. 组织学与胚胎学	郝立宏
14. 儿科学	薛辛东 赵晓东	29. 临床医学概要	闻德亮
15. 神经病学	肖 波	30. 医学伦理学	戴万津

注：1～17 为临床医学专业专科起点升本科主干课程教材，18～30 为临床医学、护理学、药学、预防医学、口腔医学和检验医学专业专科、专科起点升本科共用教材或选用教材。

第三届全国高等学校医药学成人学历教育规划教材

评审委员会名单

顾问 何 维 陈贤义 石鹏建 金生国

主任委员 唐建武 闻德亮 胡 炜

副主任委员兼秘书长 宫福清 杜 贤

副秘书长 赵永昌

副主任委员 (按姓氏笔画排序)

史文海 申玉杰 龙大宏 朱海兵 毕晓明 佟 赤
汪全海 黄建强

委 员 (按姓氏笔画排序)

孔祥梅 尹检龙 田晓峰 刘成玉 许礼发 何 冰
张 妍 张雨生 李 宁 李 刚 李小寒 杜友爱
杨克虎 肖 荣 陈 廷 周 敏 姜小鹰 胡日进
赵才福 赵怀清 钱士匀 曹德英 矫东风 黄 艳
谢培豪 韩学田 漆洪波 管茶香

秘 书 白 桦

前 言

为了适应医学成人学历教育发展和学科新进展的需要,提高医学成人学历教育质量,本次修订按照《全国高等学校医药学成人学历教育教材第三轮修订工作原则和基本要求》,坚持三基、五性、三特定的原则,注重加强理论应用于临床实践的能力训练,增加学科的新进展和新内容。为适应这些要求,在每个章节中增加“学习目标”、“学习小结”、“思考题”固定模块,便于学生的预习和复习;根据各章节内容需要增加“问题与思考”、“理论与实践”、“相关链接”三类文本框,启发学生将所学知识融会贯通,引导学生思考理论与实际相结合问题,培养学生解决实际问题的能力。

《生物化学》(专升本)第二版教材具有知识结构完整、适用性强的特点,受到师生的好评,在全国医学院校广泛使用。本次修订在保持第二版教材的基本框架和基本内容基础上,紧扣医学成人学历教育专升本的培养目标,按照本科教学的要求进行修订。原版共有十七章,本版经调整后共有二十一章,将“核酸结构、功能与核苷酸代谢”分为两章“核酸的结构与功能”和“核苷酸的代谢”;“基因信息传递”分为三章“复制”、“转录”和“翻译”。“基因重组与基因工程”扩展为“常用分子生物学技术和临床应用”。另外,将“酶”章中的“辅酶与维生素”的内容与“钙磷与微量元素代谢”合并为“维生素与无机物”。在各章节中增加生物化学与分子生物学的新进展或新内容,如基因组学、蛋白质组学、生物芯片、RNA干扰等内容,并通过“问题与思考”、“理论与实践”、“相关链接”三类文本框,增加理论应用于临床实践的内容,培养学生的学习兴趣和应用知识的能力。

参加本教材编写的11位编委,以严谨的治学态度、高度的责任感、密切的团队精神,认真地完成本教材的编写。在此对全体编委所做的贡献深表谢意。

由于编者学识水平有限,编写时间仓促,本教材难免存在缺点及不当之处,敬请同行专家和广大师生批评指正。

编 者

2013年7月

目 录

第一章 绪论	1
第一节 生物化学发展简史	1
第二节 生物化学研究的主要内容	2
一、生物体的化学组成、分子结构及功能	2
二、物质代谢及其调节	2
三、遗传信息的贮存、传递与表达	3
第三节 生物化学与医学	3
第二章 蛋白质的结构与功能	4
第一节 蛋白质的分子组成	4
一、蛋白质的元素组成	4
二、蛋白质的基本组成单位	5
三、肽和肽键	8
第二节 蛋白质的分子结构	10
一、蛋白质的一级结构	10
二、蛋白质的二级结构	11
三、蛋白质的三级结构	14
四、蛋白质的四级结构	15
第三节 蛋白质的分类	16
一、根据蛋白质形状分类	16
二、根据蛋白质组成分类	16
第四节 蛋白质结构与功能的关系	17
一、蛋白质一级结构与功能的关系	17
二、蛋白质空间结构与功能的关系	18
三、蛋白质结构改变与疾病	19
四、蛋白质组学	20
第五节 蛋白质的理化性质及其检测技术	22
一、蛋白质两性解离	22
二、蛋白质胶体性质	23
三、蛋白质变性、凝固和沉淀	24

四、蛋白质的紫外吸收和呈色反应·····	24
第三章 核酸的结构与功能·····	28
第一节 核酸的化学组成·····	28
一、戊糖·····	29
二、碱基·····	29
三、核苷·····	29
四、核苷酸·····	30
第二节 DNA 的结构与功能·····	31
一、DNA 的一级结构·····	31
二、DNA 的二级结构·····	31
三、DNA 的三级结构·····	33
第三节 RNA 的结构与功能·····	34
一、信使 RNA·····	35
二、转运 RNA·····	36
三、核糖体 RNA·····	37
四、小分子 RNA·····	37
第四节 核酸的理化性质·····	38
一、核酸的一般性质·····	38
二、核酸的紫外线吸收·····	39
三、核酸的变性与复性·····	39
第五节 核酸酶·····	40
第四章 酶·····	44
第一节 酶的分子结构与功能·····	44
一、酶的分子组成·····	45
二、酶的活性中心·····	46
三、同工酶·····	47
第二节 酶作用的特点及催化机制·····	48
一、酶促反应的特点·····	48
二、酶促反应的机制·····	49
第三节 酶促反应动力学·····	50
一、底物浓度对酶促反应速度的影响·····	50
二、酶浓度对酶促反应速度的影响·····	52
三、温度对酶促反应速度的影响·····	52
四、pH 对酶促反应速度的影响·····	53
五、抑制剂对反应速度的影响·····	53
六、激活剂对反应速度的影响·····	58
第四节 酶活性的调节·····	58

一、变构调节	58
二、共价修饰调节	59
三、酶原与酶原的激活	60
第五节 酶的命名与分类	60
一、酶的命名	60
二、酶的分类	61
第六节 酶与医学的关系	62
一、酶与疾病的关系	62
二、酶在医学研究领域中的应用	63
三、酶活力测定及酶活力单位	64
第五章 糖代谢	68
第一节 糖的消化吸收及代谢概况	68
一、糖的消化吸收	68
二、糖的代谢概况	69
第二节 糖酵解	69
一、糖酵解途径及乳酸生成过程	69
二、糖酵解的调节	72
三、糖酵解的生理意义	73
第三节 糖的有氧氧化	74
一、糖有氧氧化的反应过程	74
二、糖有氧氧化的调节	78
三、糖有氧氧化的生理意义	79
第四节 磷酸戊糖途径	80
一、磷酸戊糖途径的反应过程	80
二、磷酸戊糖途径的生理意义	81
第五节 糖原的合成与分解	82
一、糖原的合成	82
二、糖原的分解	83
三、糖原合成与分解的调节	84
四、糖原累积症	86
第六节 糖异生	86
一、糖异生途径	86
二、糖异生的调节	87
三、糖异生的生理意义	89
四、乳酸循环	89
第七节 血糖的调节及糖代谢障碍	90
一、血糖浓度及其调节	90
二、糖耐量与糖耐量试验	91

三、低血糖	92
四、高血糖与糖尿病	93
第六章 生物氧化	96
第一节 生物氧化的方式、酶类及 CO_2 的生成	96
一、生物氧化的方式	96
二、参与生物氧化的酶类	97
三、 CO_2 的生成	98
第二节 ATP 的生成与储备	99
一、ATP 的结构与相互转换作用	99
二、ATP 的生成方式	100
三、高能磷酸键的储备	101
第三节 氧化磷酸化	101
一、呼吸链的主要成分	101
二、呼吸链中的电子传递顺序	105
三、线粒体外 NADH 的氧化磷酸化	106
四、氧化磷酸化	107
五、影响氧化磷酸化的因素	110
第四节 其他氧化体系	111
一、微粒体的氧化体系	111
二、过氧化物酶体氧化体系	112
三、超氧化物歧化酶	113
第七章 脂类代谢	116
第一节 不饱和脂肪酸的命名与分类	116
一、脂肪酸的系统命名	117
二、脂酸的分类	117
第二节 脂类在体内的分布及主要生理功能	119
一、脂肪在体内的分布及主要生理功能	119
二、类脂在体内的分布及主要生理功能	119
第三节 脂类的消化和吸收	120
一、脂类的消化	120
二、脂类的吸收	120
第四节 三酰甘油代谢	121
一、三酰甘油的分解代谢	122
二、三酰甘油的合成代谢	128
三、多不饱和脂酸的重要衍生物——前列腺素、血栓烷及白三烯	132
第五节 磷脂的代谢	134
一、甘油磷脂的代谢	134

二、鞘磷脂的代谢	137
第六节 胆固醇代谢	138
一、胆固醇的合成	139
二、胆固醇在体内的代谢转变与排泄	141
第七节 血脂与血浆脂蛋白代谢	141
一、血脂	141
二、血浆脂蛋白的分类、组成及结构	142
三、载脂蛋白	144
四、血浆脂蛋白代谢	145
五、血浆脂蛋白代谢异常	146
第八章 氨基酸代谢	151
第一节 蛋白质的营养作用	151
一、蛋白质的需要量	152
二、必需氨基酸和蛋白质营养价值	152
第二节 蛋白质的消化、吸收与腐败	153
一、蛋白质的消化	153
二、氨基酸的吸收	154
三、蛋白质的腐败作用	154
第三节 氨基酸的一般代谢	156
一、体内蛋白质降解	156
二、氨基酸代谢库	156
三、氨基酸的脱氨基作用	157
四、 α -酮酸的代谢	160
第四节 氨的代谢	161
一、体内氨的来源	161
二、氨的转运	162
三、尿素的合成	163
第五节 个别氨基酸代谢	167
一、生物胺的代谢	167
二、一碳单位的代谢	169
三、含硫氨基酸的代谢	170
四、芳香族氨基酸的代谢	173
五、支链氨基酸的代谢	176
第九章 核苷酸代谢	181
第一节 嘌呤核苷酸的合成代谢	182
一、从头合成途径	182
二、补救合成途径	182

三、体内嘌呤核苷酸的相互转变·····	182
四、嘌呤核苷酸的抗代谢物·····	183
第二节 嘧啶核苷酸的合成代谢·····	185
一、从头合成途径·····	185
二、补救合成途径·····	185
三、嘧啶核苷酸的抗代谢物·····	185
第三节 脱氧核糖核苷酸的生成·····	186
一、脱氧核糖核苷酸的生成过程·····	186
二、脱氧核糖核苷酸的抗代谢物·····	187
第四节 嘌呤核苷酸的分解代谢·····	187
第五节 嘧啶核苷酸的分解代谢·····	188
 第十章 物质代谢的联系与调节·····	191
第一节 物质代谢的相互联系·····	191
一、物质代谢的特点·····	191
二、物质代谢的相互联系·····	192
第二节 物质代谢的调节·····	193
一、细胞水平的调节·····	194
二、激素水平的调节·····	199
三、整体水平的调节·····	199
 第十一章 DNA 的生物合成·····	203
第一节 DNA 的复制·····	204
一、DNA 复制的基本特征·····	204
二、DNA 复制的酶学·····	207
三、DNA 复制的过程·····	211
第二节 反转录·····	215
一、反转录的概念与过程·····	216
二、反转录的意义·····	216
第三节 DNA 损伤的修复·····	216
一、突变的类型·····	217
二、DNA 损伤的修复·····	217
 第十二章 RNA 的生物合成·····	221
第一节 转录的模板和酶·····	222
一、转录模板·····	222
二、RNA 聚合酶·····	222
第二节 原核生物的转录过程·····	223
一、转录起始·····	224

二、转录延长	225
三、转录终止	226
第三节 真核生物的转录过程	228
一、转录起始	228
二、转录延长	229
三、转录终止	229
第四节 真核生物的转录后加工	230
一、mRNA 前体的加工	230
二、rRNA 前体的加工	233
三、tRNA 前体的加工	234
四、RNA 的“自我剪接”	235
第十三章 蛋白质的生物合成	238
第一节 蛋白质生物合成体系	238
一、翻译模板 mRNA	239
二、转运氨基酸 tRNA	240
三、翻译场所核糖体	241
第二节 蛋白质生物合成过程	243
一、原核生物的翻译过程	243
二、真核生物与原核生物翻译的异同	246
三、蛋白质生物合成的能量消耗	248
第三节 蛋白质生物合成后加工及靶向输送	248
一、新生肽链的折叠	249
二、一级结构的加工	249
三、空间结构的加工	250
四、分泌性蛋白质的靶向输送	250
第四节 蛋白质生物合成与医学的关系	252
一、分子病	252
二、蛋白质生物合成的抑制剂	252
第十四章 基因表达调控	256
第一节 概述	256
一、基因表达调控的基本概念	256
二、基因表达调控的基本现象	258
三、基因转录起始调控的基本原理	260
第二节 原核基因表达调控	260
一、原核基因转录起始调节的特点	260
二、原核生物转录起始的调节	261
三、原核生物转录终止的调控	263

四、原核生物翻译水平的调控·····	265
第三节 真核基因转录调控·····	266
一、真核生物转录起始的调节·····	266
二、真核生物转录终止的调节·····	269
三、真核生物转录后水平的调节·····	270
四、真核生物翻译及翻译后水平的调节·····	270
第十五章 细胞信号转导·····	274
第一节 细胞间信息分子及信息传递·····	275
一、细胞间信息分子和分类·····	275
二、细胞间信息传递方式·····	275
第二节 细胞膜受体和信息转导·····	277
一、受体作用特点·····	277
二、膜受体结构特点和信息转导·····	277
三、膜受体活性的调节·····	282
第三节 细胞内信息分子和信息传递·····	283
一、细胞内信息分子·····	283
二、细胞内信息传递途径·····	284
第四节 细胞内受体和信息传递·····	292
一、细胞内受体结构特点·····	292
二、细胞内受体介导的信息传递·····	293
第五节 细胞信号转导与疾病·····	294
一、信号转导与疾病发生·····	294
二、信号转导与疾病治疗·····	294
第十六章 癌基因、抑癌基因与生长因子·····	297
第一节 癌基因·····	297
一、病毒癌基因·····	298
二、细胞癌基因·····	299
三、原癌基因激活的机制·····	300
四、原癌基因的产物·····	301
第二节 抑癌基因·····	303
一、抑癌基因的概念·····	303
二、常见的抑癌基因·····	304
三、常见抑癌基因的作用机制·····	304
第三节 生长因子·····	307
一、概述·····	307
二、生长因子的作用机制·····	308
三、生长因子与疾病·····	308

第十七章 血液的生物化学	312
第一节 血液和血浆蛋白质	312
一、血液的化学成分	312
二、血浆蛋白质的种类与性质	313
三、血浆蛋白质的功能	315
第二节 血液凝固	316
一、凝血因子与抗凝成分	317
二、两条凝血途径	319
三、血凝块的溶解	322
第三节 红细胞代谢	323
一、红细胞的糖代谢途径	324
二、红细胞的脂代谢	326
三、血红蛋白的合成与调节	326
第四节 白细胞代谢	329
一、白细胞的糖代谢	329
二、白细胞的脂代谢	330
三、白细胞的氨基酸和蛋白质代谢	330
第十八章 肝脏的生物化学	333
第一节 肝在物质代谢中的作用	333
一、肝在糖代谢中的作用	333
二、肝在脂类代谢中的作用	334
三、肝在蛋白质代谢中的作用	335
四、肝在维生素代谢中的作用	335
五、肝在激素代谢中的作用	336
第二节 肝的生物转化作用	336
一、生物转化作用概述	336
二、生物转化反应类型	337
三、影响生物转化的因素	341
第三节 胆汁酸代谢	342
一、胆汁酸的种类	342
二、胆汁酸的代谢	344
三、胆汁酸的生理功能	345
第四节 胆色素代谢与黄疸	345
一、胆红素的来源与生成	346
二、胆红素在血中的运输	347
三、胆红素在肝中的转变	347
四、胆红素在肠中的转变	348
五、血清胆红素与黄疸	350

第十九章 糖复合物和细胞外基质	355
第一节 聚糖的分子结构	355
一、单糖的种类及结构	356
二、单糖的连接方式	356
第二节 糖蛋白	356
一、糖蛋白的分类与连接方式	356
二、糖蛋白分子中聚糖的功能	359
三、常用糖蛋白分离、纯化的技术	361
第三节 蛋白聚糖	361
一、糖胺聚糖	362
二、核心蛋白	363
三、蛋白聚糖的生物合成	363
四、蛋白聚糖的功能	363
第四节 糖脂	365
一、鞘糖脂	365
二、甘油糖脂	366
第五节 细胞外基质	366
一、胶原	366
二、纤连蛋白	369
三、层黏连蛋白	369
第二十章 维生素和无机物	373
第一节 维生素	373
一、脂溶性维生素	373
二、水溶性维生素	376
第二节 无机物	381
一、钙磷代谢	381
二、镁的代谢	383
三、微量元素	384
第二十一章 常用分子生物学技术与临床应用	389
第一节 核酸分子杂交技术	389
一、核酸探针	389
二、核酸分子杂交	390
三、印迹技术	390
第二节 PCR 技术	391
一、PCR 基本原理	391
二、PCR 反应体系组成	391
三、PCR 基本反应步骤	393