



面向 21 世纪课程教材

Textbook Series for 21st Century

全国高等医药院校教材 • 供基础、预防、临床、口腔医学类专业用

生物化学

第五版 主 编 周爱儒
副主编 查锡良



人民卫生出版社



面向 21 世纪课程教材

责任编辑 祁 军 ● 封面设计 赵京津

ISBN 7-117-03892-6



9 787117 038928 >

定 价：37.30 元

面向 21 世纪课程教材

全国高等医药院校教材

供基础、预防、临床、口腔医学类专业用

生 物 化 学

第 五 版

主 编 周 爱 儒

副主编 查 锡 良

编 者 (以姓氏笔画为序)

于秉治 (中国医科大学)

马润泉 (中山医科大学)

王学敏 (第二军医大学)

刘秉文 (华西医科大学)

宋惠萍 (湖南医科大学)

屈 伸 (华中科技大学同济医学院)

赵宝昌 (大连医科大学)

周爱儒 (北京大学医学部)

药立波 (第四军医大学)

查锡良 (复旦大学医学院)

贾弘提 (北京大学医学部)

温博贵 (汕头大学医学院)

人 民 卫 生 出 版 社

图书在版编目 (CIP) 数据

生物化学/周爱儒主编. - 5 版. - 北京:
人民卫生出版社, 2000
ISBN 7-117-03892-6
I. 生… II. 周… III. 生物化学-医学院校-教材
IV. Q5
中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 39272 号

生 物 化 学 (第 五 版)

主 编: 周 爱 儒
出版发行: 人民卫生出版社(中继线 67616688)
地 址: (100078)北京市丰台区方庄芳群园 3 区 3 号楼
网 址: <http://www.pmph.com>
E-mail: pmph@pmph.com
印 刷: 北京人卫印刷厂
经 销: 新华书店
开 本: 850×1168 1/16 印张: 31.25
字 数: 648 千字
版 次: 1978 年 12 月第 1 版 2002 年 1 月第 5 版第 37 次印刷
标准书号: ISBN 7-117-03892-6/R·3893
定 价: 37.30 元

著作权所有, 请勿擅自用本书制作各类出版物, 违者必究
(凡属质量问题请与本社发行部联系退换)

全国高等医药院校五年制临床医学专业

第五轮教材修订说明

为适应我国高等医学教育改革和发展的需要,经卫生部临床医学专业教材评审委员会审议,卫生部教材办公室决定从1998年开始进行临床医学专业教材第五轮修订。在总结第四轮教材编写质量、使用情况的基础上,提出第五轮修订要面向21世纪,遵循培养目标,适用于本科五年制教学需要;突出教材三基(基础理论、基本知识和基本技能)、五性(思想性、科学性、先进性、启发性和适用性)的特点,注重教材的整体优化及编写的标准化、规范化。同时决定第五轮教材的修订分两批进行,第二批修订是由全国高等医药教材建设研究会和卫生部教材办公室共同组织的。全套教材共50种,第五轮修订40种,新增10种,并有26种是五、七年制共用教材。随着学科发展的需要,教材名称以及必修课与选修课的科目也有所调整。

五年制五轮教材目录

必修课教材

- | | | | |
|------------------|---------|-----------------|---------|
| △1. 《医用高等数学》第三版 | 主编 张选群 | 15. 《病理生理学》第五版 | 主编 金惠铭 |
| △2. 《医学物理学》第五版 | 主编 胡新珉 | 16. 《药理学》第五版 | 主编 金有豫 |
| △3. 《基础化学》第五版 | 主编 魏祖期 | △17. 《医学心理学》第三版 | 主编 姜乾金 |
| | 副主编 祁嘉义 | △18. 《法医学》第三版 | 主编 王保捷 |
| △4. 《有机化学》第五版 | 主编 吕以仙 | 19. 《诊断学》第五版 | 主编 陈文彬 |
| | 副主编 陆 阳 | | 副主编 王友赤 |
| △5. 《医学生物学》第五版 | 主编 左 伋 | 20. 《医学影像学》第四版 | 主编 吴恩惠 |
| △6. 《系统解剖学》第五版 | 主编 柏树令 | 21. 《内科学》第五版 | 主编 叶任高 |
| 7. 《局部解剖学》第五版 | 主编 彭裕文 | | 副主编 陆再英 |
| 8. 《组织学与胚胎学》第五版 | 主编 邹仲之 | 22. 《外科学》第五版 | 主编 吴在德 |
| △9. 《生物化学》第五版 | 主编 周爱儒 | | 副主编 郑 树 |
| | 副主编 查锡良 | 23. 《妇产科学》第五版 | 主编 乐 杰 |
| 10. 《生理学》第五版 | 主编 姚 泰 | 24. 《儿科学》第五版 | 主编 王慕逊 |
| | 副主编 乔健天 | 25. 《神经病学》第四版 | 主编 王维治 |
| 11. 《医学微生物学》第五版 | 主编 陆德源 | | 副主编 罗祖明 |
| △12. 《人体寄生虫学》第五版 | 主编 詹希美 | 26. 《精神病学》第四版 | 主编 郝 伟 |
| △13. 《医学免疫学》第三版 | 主编 陈慰峰 | 27. 《传染病学》第五版 | 主编 彭文伟 |
| 14. 《病理学》第五版 | 主编 杨光华 | 28. 《眼科学》第五版 | 主编 惠延年 |

29. 《耳鼻咽喉科学》第五版	主编 田勇泉 副主编 孙爱华	34. 《卫生学》第五版	主编 仲来福 副主编 刘移民
△30. 《口腔科学》第五版	主编 张志愿	35. 《预防医学》第三版	主编 叶莘莘
△31. 《皮肤性病学》第五版	主编 张学军	△36. 《中医学》第五版	主编 郑守曾
△32. 《核医学》第五版	主编 李少林 副主编 张永学	△37. 《计算机应用基础》第二版	主编 邹赛德 副主编 杨长兴
33. 《流行病学》第五版	主编 王建华	△38. 《体育》第二版	主编 裴海泓

选修课教材

△39. 《细胞生物学》	主编 凌诒萍	45. 《临床流行病学》	主编 王家良
△40. 《医学分子生物学》	主编 冯作化	△46. 《康复医学》第二版	主编 南登崑
△41. 《医学遗传学》	主编 陈竺	△47. 《医学文献检索》	主编 方平
42. 《临床药理学》第二版	主编 徐叔云	△48. 《卫生法》	主编 赵同刚
43. 《医学统计学》第三版	主编 马斌荣	△49. 《医学导论》	主编 文历阳
△44. 《医学伦理学》	主编 丘祥兴	△50. 《全科医学概论》	主编 杨秉辉

注：画△者为五、七年制共用教材

全国高等医药院校临床医学专业 第四届教材评审委员会

主任委员 裘法祖
副主任委员 杨光华

委员

(以姓氏笔画为序)

方 圻 (特邀)	卢永德	乐 杰	许积德
朱元珏	朱学骏	乔健天	吴恩惠
陈文彬	陆美芳	武忠弼 (特邀)	郑 树
周 申	周东海	金有豫	金惠铭
南 潮	钟世镇	谈一飞	彭文伟
董永绥			

第五版前言

根据卫生部临床医学专业教材评审委员会四届五次会议精神，修订、编写了第五版《生物化学》规划教材。本版教材力求遵循临床医学专业的培养目标，努力适应 21 世纪医学教育的要求。与第四版比较，本版教材主要在以下两方面作了调整：①适当精简部分繁琐代谢过程的描述，加强分子生物学的有关内容。②反映医学特点，区别于综合性大学教材，加强与医学的联系。本教材适合五年制和七年制医学专业本科生用。

全书分四篇，共二十三章。第一篇：生物大分子的结构与功能，包括蛋白质、核酸与酶。第二篇：物质代谢及其调节，糖代谢章包括三羧酸循环，脂肪代谢与类脂代谢合并成脂类代谢章，生物氧化独立成章。这一篇的最后增加了“物质代谢联系与调节”章，以助于学生对物质代谢整体性与基本调节规律的认识。第三篇：基因信息传递，包括 DNA 生物合成(复制)、RNA 生物合成(转录)、蛋白质生物合成(翻译)、基因表达调控，以及基因重组与基因工程。这一篇的章次与第四版相同，但增加了一些新进展的内容。第四篇：专题篇。这一篇中除了信息传递、血液生物化学、肝的生物化学、维生素等基础内容外，还包括了近年来倍受关注的糖蛋白、蛋白聚糖与细胞外基质，以及一些与医学相关的专题，例如癌基因、抑癌基因与生长因子；基因诊断与基因治疗等。最后一章介绍常用分子生物学技术与人类基因组计划的基本知识。专题篇的内容较多，涉及面较广，各校可根据具体情况选择部分章节讲授，有些内容可供学生自学或作专题讲座使用。此外，按 1993 年临床医学专业教材评审委员会和主编会议决定，水、无机物代谢(包括钙磷代谢)、酸碱平衡仍归入《病理生理学》；生物膜归入《生理学》。

本教材在编写方法上，力争突出基本概念和基本知识，做到便于教与学。在各章的最后增加了“小结”，旨在帮助学生掌握各章的要点。正文后附主要参考资料，供进一步阅读用。本书还增加了汉英、英汉索引，以便查阅。

第五版教材是在前几版的基础上修订、编写而成的。前任主编张昌颖教授、顾天爵教授是我国德高望重的生物化学老前辈。他们深厚的学术造诣和严谨的治学态度为本教材的编写奠定了良好的基础。

本版教材由全国 11 所高等医学院校的 12 名生物化学教授编写。北京大学医学部(原北京医科大学)生物化学与分子生物学系朱滨同志担任编写组秘书。第二军医大学生物化学教研室负责部分绘图工作。复旦大学医学院(原上海医科大学)生物化学教研室承担索引编写。北京大学医学部(原北京医科大学)生物化学与分子生物学系刘新文、李载权协助整理和校对部分稿件。编写过程中，还得到卫生部教材办公室、

北京大学医学部、大连医科大学的大力支持，在此一并致谢。由于我们水平有限，本书难免存在缺点或不当之处，敬请同行专家、使用本教材的师生和其他读者批评指正。

周爱儒 查锡良

2000年4月

目 录

第一章 绪论	1
第一节 生物化学发展简史	1
第二节 当代生物化学研究的主要内容	2
第三节 生物化学与医学	3
第四节 本书纲要	4

第一篇 生物大分子的结构与功能

第二章 蛋白质的结构与功能	6
第一节 蛋白质的分子组成	6
一、氨基酸	6
二、肽	10
三、蛋白质的分类	11
第二节 蛋白质的分子结构	12
一、蛋白质的一级结构	12
二、蛋白质的二级结构	13
三、蛋白质的三级结构	16
四、蛋白质的四级结构	16
第三节 蛋白质结构与功能的关系	19
一、蛋白质一级结构与功能的关系	19
二、蛋白质空间结构与功能的关系	22
第四节 蛋白质的理化性质及其分离纯化	25
一、蛋白质的理化性质	25
二、蛋白质的分离和纯化	26
三、多肽链中氨基酸序列分析	29
四、蛋白质空间结构测定	31
第三章 核酸的结构与功能	33
第一节 核酸的化学组成	33
一、核苷酸中的碱基成分	33
二、戊糖与核苷	33
二、核苷酸的结构与命名	36
第二节 核酸的一级结构	36
第三节 DNA 的空间结构与功能	37

一、DNA 的二级结构——双螺旋结构模型	38
二、DNA 的超螺旋结构	40
三、DNA 的功能	40
第四节 RNA 的空间结构与功能	41
一、信使 RNA 的结构与功能	41
二、转运 RNA 的结构与功能	42
三、核蛋白体 RNA 的结构与功能	44
四、其他小分子 RNA	45
五、核酶	45
第五节 核酸的理化性质及其应用	45
一、核酸的一般理化性质	45
二、DNA 的变性	45
三、DNA 的复性与分子杂交	46
第六节 核酸酶	47
第四章 酶	49
第一节 酶的分子结构与功能	49
一、酶的分子组成	49
二、酶的活性中心	51
第二节 酶促反应的特点与机制	51
一、酶促反应的特点	52
二、酶促反应的机制	53
第三节 酶促反应动力学	54
一、底物浓度对反应速度的影响	54
二、酶浓度对反应速度的影响	57
三、温度对反应速度的影响	57
四、pH 对反应速度的影响	57
五、抑制剂对反应速度的影响	58
六、激活剂对反应速度的影响	62
七、酶活性测定与酶活性单位	62
第四节 酶的调节	63
一、酶活性的调节	63
二、酶含量的调节	64
三、同工酶	65
第五节 酶的命名与分类	66
一、酶的命名	66
二、酶的分类	67
第六节 酶与医学的关系	67
一、酶与疾病的关系	67
二、酶在医学上的应用	68

第二篇 物质代谢及其调节

第五章 糖代谢	72
第一节 概述	72
一、糖的生理功能	72
二、糖的消化吸收	72
三、糖代谢的概况	73
第二节 糖的无氧分解	73
一、糖酵解的反应过程	73
二、糖酵解的调节	77
三、糖酵解的生理意义	79
第三节 糖的有氧氧化	79
一、有氧氧化的反应过程	79
二、有氧氧化生成的 ATP	85
三、有氧氧化的调节	86
四、巴斯德效应	88
第四节 磷酸戊糖途径	88
一、磷酸戊糖途径的反应过程	88
二、磷酸戊糖途径的调节	90
三、磷酸戊糖途径的生理意义	91
第五节 糖原的合成与分解	91
一、糖原的合成代谢	92
二、糖原的分解代谢	93
三、糖原合成与分解的调节	94
四、糖原累积症	96
第六节 糖异生	97
一、糖异生途径	97
二、糖异生的调节	98
三、糖异生的生理意义	100
四、乳酸循环	101
第七节 血糖及其调节	102
一、血糖的来源和去路	102
二、血糖水平的调节	102
三、血糖水平异常	104
第六章 脂类代谢	107
第一节 脂类的消化和吸收	107
第二节 甘油三酯代谢	108
一、甘油三酯的合成代谢	108

二、甘油三酯的分解代谢	110
三、脂酸的合成代谢	116
四、多不饱和脂酸的重要衍生物——前列腺素、血栓噁烷及白三烯	120
第三节 磷脂的代谢	123
一、甘油磷脂的代谢	123
二、鞘磷脂的代谢	129
第四节 胆固醇代谢	130
一、胆固醇的合成	131
二、胆固醇的转化	133
第五节 血浆脂蛋白代谢	134
一、血脂	134
二、血浆脂蛋白的分类、组成及结构	135
三、载脂蛋白	137
四、血浆脂蛋白代谢	138
五、血浆脂蛋白代谢异常	141
第七章 生物氧化	144
第一节 生成 ATP 的氧化体系	144
一、呼吸链	144
二、氧化磷酸化	150
三、影响氧化磷酸化的因素	152
四、ATP	154
五、通过线粒体内膜的物质转运	155
第二节 其他氧化体系	158
一、需氧脱氢酶和氧化酶	158
二、过氧化物酶体中的氧化酶类	159
三、超氧化物歧化酶	159
四、微粒体中的氧化酶类	160
第八章 氨基酸代谢	163
第一节 蛋白质的营养作用	163
一、蛋白质营养的重要性	163
二、蛋白质的需要量和营养价值	163
第二节 蛋白质的消化、吸收与腐败	164
一、蛋白质的消化	164
二、氨基酸的吸收	165
三、蛋白质的腐败作用	167
第三节 氨基酸的一般代谢	167
一、氨基酸的脱氨基作用	169
二、 α -酮酸的代谢	171
第四节 氨的代谢	172

一、体内氨的来源	172
二、氨的转运	173
三、尿素的生成	174
第五节 个别氨基酸的代谢	179
一、氨基酸的脱羧基作用	179
二、一碳单位的代谢	181
三、含硫氨基酸的代谢	183
四、芳香族氨基酸的代谢	187
五、支链氨基酸的代谢	189
第九章 核苷酸代谢	191
第一节 嘌呤核苷酸代谢	192
一、嘌呤核苷酸的合成代谢	192
二、嘌呤核苷酸的分解代谢	198
第二节 嘧啶核苷酸代谢	199
一、嘧啶核苷酸的合成代谢	199
二、嘧啶核苷酸的分解代谢	203
第十章 物质代谢的联系与调节	205
第一节 物质代谢的特点	205
第二节 物质代谢的相互联系	206
一、在能量代谢上的相互联系	206
二、糖、脂和蛋白质代谢之间的相互联系	206
第三节 组织、器官的代谢特点及联系	208
第四节 代谢调节	210
一、细胞水平的代谢调节	210
二、激素水平的代谢调节	215
三、整体调节	216

第三篇 基因信息的传递

第十一章 DNA 的生物合成(复制)	220
第一节 半保留复制	220
一、半保留复制的实验依据	220
二、半保留复制的意义	221
第二节 DNA 复制的酶学	222
一、复制的化学反应	223
二、DNA 聚合酶	223
三、复制中解链和 DNA 分子的拓扑学变化	227

四、引物酶和引发体	229
五、DNA 连接酶	229
第三节 DNA 生物合成过程	230
一、复制的起始	231
二、复制的延长	234
三、复制的终止	236
第四节 DNA 损伤(突变)与修复	239
一、突变的意义	239
二、引发突变的因素	240
三、突变分子改变的类型	241
四、DNA 损伤的修复	242
第五节 逆转录现象和逆转录酶	245
第十二章 RNA 的生物合成(转录)	248
第一节 模板和酶	248
一、转录模板	248
二、RNA 聚合酶	249
三、模板与酶的辨认结合	252
第二节 转录过程	253
一、转录起始	253
二、转录延长	257
三、转录终止	258
第三节 真核生物的转录后修饰	261
一、真核生物 mRNA 的转录后加工	261
二、tRNA 的转录后加工	266
三、rRNA 的转录后加工	267
第十三章 蛋白质的生物合成(翻译)	272
第一节 参与蛋白质生物合成的物质	272
一、mRNA 是翻译的直接模板	272
二、核蛋白体是肽链合成的场所	274
三、tRNA 和氨基酰-tRNA	275
第二节 蛋白质的生物合成过程	277
一、翻译的起始	277
二、肽链的延长	281
三、肽链合成的终止	283
第三节 翻译后加工	284
一、高级结构的修饰	284
二、一级结构的修饰	285
三、蛋白质合成后的靶向输送	286

第四节 蛋白质生物合成的干扰和抑制	288
一、抗生素	288
二、干扰蛋白质生物合成的生物活性物质	289
第十四章 基因表达调控	292
第一节 基因表达调控基本概念与原理	292
一、基因表达的概念	292
二、基因表达的时间性及空间性	292
三、基因表达的方式	293
四、基因表达调控的生物学意义	294
五、基因表达调控的基本原理	294
第二节 原核基因转录调节	298
一、原核基因转录调节特点	298
二、乳糖操纵子调节机制	299
三、其他转录调节机制	301
第三节 真核基因转录调节	303
一、真核基因组结构特点	303
二、真核基因表达调控特点	304
三、真核基因转录激活调节	305
第十五章 基因重组与基因工程	310
第一节 自然界的基因转移和重组	310
一、接合作用	310
二、转化及转导作用	310
三、转座	312
四、基因重组	312
第二节 重组 DNA 技术	315
一、重组 DNA 技术相关概念	315
二、重组 DNA 技术基本原理	319
三、重组 DNA 技术与医学的关系	325

第四篇 专 题 篇

第十六章 细胞信息传递	330
第一节 信息物质	330
一、细胞间信息物质	330
二、细胞内信息物质	331
第二节 受体	331
一、受体的分类、一般结构及功能	332
二、受体作用的特点	334

三、受体活性的调节	334
第三节 信息的传递途径	335
一、膜受体介导的信息传递	335
二、胞内受体介导的信息传递	342
第四节 信息传递途径的交互联系	343
第五节 信息传递与疾病	344
第十七章 血液的生物化学	346
第一节 血浆蛋白	346
一、血浆蛋白的分类与性质	346
二、血浆蛋白的功能	348
第二节 血液凝固	350
一、凝血因子与抗凝血成分	350
二、两条凝血途径	352
三、血凝块的溶解	355
第三节 血细胞代谢	355
一、红细胞的代谢特点	355
二、白细胞的代谢	362
第十八章 肝的生物化学	364
第一节 肝在物质代谢中的作用	364
一、肝在糖代谢中的作用	364
二、肝在脂类代谢中的作用	365
三、肝在蛋白质代谢中的作用	365
四、肝在维生素代谢中的作用	367
五、肝在激素代谢中的作用	367
第二节 肝的生物转化作用	367
一、生物转化的概念	367
二、生物转化反应的主要类型	368
三、影响生物转化作用的因素	373
第三节 胆汁与胆汁酸的代谢	374
一、胆汁	374
二、胆汁酸的代谢	374
第四节 胆色素的代谢与黄疸	377
一、胆红素的生成与转运	378
二、胆红素在肝中的转变	380
三、胆红素在肠道中的变化和胆色素的肠肝循环	382
四、血清胆红素与黄疸	382
第十九章 维生素与微量元素	386

第一节 脂溶性维生素	386
一、维生素 A	386
二、维生素 D	387
三、维生素 E	388
四、维生素 K	389
第二节 水溶性维生素	389
一、维生素 B ₁	390
二、维生素 B ₂	390
三、维生素 PP	391
四、维生素 B ₆	391
五、泛酸	392
六、生物素	392
七、叶酸	393
八、维生素 B ₁₂	393
九、维生素 C	394
十、 α 硫辛酸	395
第三节 微量元素	395
一、铁	395
二、碘	396
三、铜	396
四、锌	396
五、钴	397
六、锰	397
七、硒	397
八、氟	397
第二十章 糖蛋白、蛋白聚糖和细胞外基质	400
第一节 糖蛋白	400
一、糖蛋白的结构	400
二、糖蛋白寡糖链的功能	402
第二节 蛋白聚糖	403
一、重要的糖胺聚糖	403
二、核心蛋白	405
三、蛋白聚糖的生物合成	405
四、蛋白聚糖的功能	406
第三节 细胞外基质	406
一、胶原	406
二、纤连蛋白	410
三、层粘连蛋白	411
第二十一章 癌基因、抑癌基因与生长因子	414