



高等教育医学专科系列规范化教材
供医学专科层面临床、护理、口腔、影像等专业使用

生物化学

(第三版)

SHENGWU HUAXUE

主编 桂兴芬 吕文华 康爱英

 郑州大学出版社

高等教育医学专科系列规范化教材

供医学专科层面临床、护理、口腔、影像等专业使用

生物化学 (第三版)

SHENGWU HUAXUE

主编 桂兴芬 吕文华 康爱英



郑州大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

生物化学/桂兴芬,吕文华,康爱英主编. -3版. —郑州:郑州大学出版社,
2008.3

高等教育医学专科系列规范化教材

ISBN 978-7-81106-811-5

I. 生… II. ①桂…②吕…③康… III. 生物化学-高等
学校-教材 IV. Q5

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第016242号

郑州大学出版社出版发行

郑州市大学路40号

出版人:邓世平

全国新华书店经销

河南新丰印刷有限公司印制

开本:787 mm × 1 092 mm

印张:23

字数:559千字

版次:2008年3月第3版

邮政编码:450052

发行部电话:0371-66966070

1/16

印次:2008年3月第1次印刷

书号:ISBN 978-7-81106-811-5 定价:48.00元

本书如有印装质量问题,由本社负责调换



编委会名单

主任委员 黄 玮

副主任委员 (以姓氏笔画为序)

马远方 王左生 王治国 云 琳
田 仁 孙建勋 胡东升 段广才
袁耀华 高明灿 梁新武 董子明
程 伟

委 员 (以姓氏笔画为序)

丁运良 卫宗玲 马远方 王 黎
王左生 王治国 王建刚 云 琳
田 仁 白 杨 刘 冰 江开春
孙建勋 张建中 易慧智 赵新君
胡东升 段广才 袁耀华 高明灿
黄 玮 黄 涛 曹聪云 梁新武
董子明 程 伟 薛常贵

秘 书 长 苗 莹



编委名单 《生物化学》(第三版)

主 编 桂兴芬 吕文华 康爱英

副主编 马灵筠 程 伟 杨 莉 李宜川

编 委 (以姓氏笔画为序)

马灵筠 左秀凤 吕文华 李宜川

杨 莉 张维娟 赵 伟 赵瑞巧

桂兴芬 陶 陶 黄建荣 康爱英

章正瑛 程 伟 薄 惠



编写说明

随着卫生事业的蓬勃发展,特别是城镇职工基本医疗保险、城镇居民基本医疗保险和新型农村合作医疗制度的全面推进,与之相配套的城乡各级医疗卫生机构进一步得到加强和完善,需要不断补充各级各类医疗卫生专业技术人员,因而各类大专层次的医学教育,如普通专科、成人、高职高专等教育模式得到不断扩展和完善。如何使这一层次的医学教育适应形势和人才培养的要求,如何建设与之相适应的规范化教材,使之更科学、更实用、更具特色、更易于教师参考和学生学习,就显得尤为重要。

为此,郑州大学出版社特邀河南省卫生厅、郑州大学医学院、河南大学医学院、河南科技大学医学院、黄河科技学院、河南职工医学院、南阳医学高等专科学校、商丘医学高等专科学校、邢台医学高等专科学校、邵阳医学高等专科学校、广州医学院、郑州澍青医学高等专科学校、郑州市卫生学校、洛阳市卫生学校的领导和有关专家,共同磋商,成立了本套教材第三版的编审委员会,统一了编写指导思想和编写方案并确认了各科教材的主编、副主编和编委。

本套教材由《医用化学》、《医用物理学》、《生物化学》、《生理学》、《病理生理学》、《组织学与胚胎学》、《医用信息技术》、《医学遗传学》、《医学免疫学与病原生物学》、《病理学》、《药理学》、《预防医学》、《人体解剖学》、《医学法学》、《医学心理学》、《内科学》、《外科学》、《诊断学》、《妇产科学》、《儿科学》、《眼·耳鼻咽

喉·口腔科学》、《皮肤性病学》、《中医学》、《精神病学》、《神经病学》、《传染病学》、《急诊与康复医学》、《临床营养学》等组成,并在第二版的基础上增加了医学人文素养教育的课程和专科教育新增教育内容。

本教材的编写是以卫生部制定的各学科教学大纲为准绳,并参照卫生部新近颁布的《临床执业医师考试大纲》的要求,以科学性、新颖性和实用性为出发点,考虑成人教育、普通教育和职业教育的特点,突出了其培养实践能力的素质教育内容并注意相互之间的呼应和衔接。在编撰过程中还遵循现代医学模式的转换,在某些内容上淡化学科界限,融汇新概念和新技术,起到了举一反三的效果,体现了当前医学高等教育改革的精神。本套教材在形式、结构、语言叙述等方面力求一致,其撰写人员都长期工作在教学第一线,具有较丰富的教学经验,在撰写过程中他们将多年的教学经验融入其中,使其达到“学生易学”、“教师易教”和“疑惑易解”的效果。

本套教材适合各高等医学院校普通专科教育、成人专科教育、职业教育等专科层面的教学使用。

本套教材虽经出版各环节认真雕琢,但不当之处在所难免,希望在教学过程中,各位教师和学生及时反馈批评和建议,以便修订和再版,使之更为完善。

高等教育医学专科系列规范化教材编审委员会
2007 年 10 月



前 言 《生物化学》（第三版）

《生物化学》（第二版）专科教材从2003年出版至今已四年，此教材在河南省内使用取得较好效果，受到了广大师生的好评。本教材在第二版的基础上进行了修订，其框架基本与第二版相似，但内容上以“必需、够用”为度，大量地删繁就简，力求做到语言简练、通俗易懂，符合高职高专的教学要求及“三基”、“五性”原则（“三基”指基本理论、基本知识和基本技能；“五性”指思想性、科学性、先进性、启发性和适用性）。

全书正文共20章，书末附有附录，分为五个部分：第一部分为蛋白质、核酸、维生素和酶的化学，着重于结构与功能的联系和调节；第二部分为物质代谢，包括糖、脂类、氨基酸与核苷酸代谢及生物氧化等，主要阐述物质之间的联系、能量生成及调节；第三部分为遗传信息的传递，以遗传中心法则为核心，阐述了遗传信息的流动方式；第四部分属临床生物化学，重点介绍了与临床有关的生物化学知识，如：水和无机盐代谢、酸碱平衡、钙磷代谢与肝脏中物质代谢的特点、细胞信息传递与疾病的关系等；第五部分为附录，属实验内容。

在本教材的编写过程中，得到了参编单位的有关领导和许多专家教授的大力支持和帮助，还有同行的热心协助，在此向他们表示衷心的感谢。

由于水平有限，本书难免存在缺点和错误，殷切希望同行及读者提出宝贵意见，以便修订。

桂兴芬 吕文华 康爱英
2007.8

前 言

(第二版)

生物化学是一门从分子水平上研究生命本质的学科。从 20 世纪下半叶以来,生物化学学科发展迅猛,在医学科学各领域中显示出极其重要的作用,因而生物化学乃医学各专业学生的必修课之一。

本教材第一版自 2000 年出版至今,经各层次医学专科班使用,获得了较高的评价,同时也提出了许多宝贵意见。随着本学科的发展,知识内容日益增加,为满足广大师生对教与学的需求,现编写《生物化学》第二版。在再版编写中,参考了《全国助理医师资格考试生物化学复习题纲》,力求做到内容丰富,重点突出,概念清晰,图表简洁,理论清楚,联系临床。

本书分 20 章,可归纳为 4 个部分:①生物大分子的结构与功能(第 2~5 章);②重要物质代谢及其调节(第 6~10 章);③临床生化(第 11~14 章);④基因信息的传递和表达以及细胞间信息传递通路(第 15~20 章)。

当前环境污染严重,非营养物质对人体的危害日益加重,故在第二版编写中,将非营养物质代谢独立成章。在基因信息的传递和表达章节中,进行删繁就简,增加插图,使该部分内容更适合于医学专科学生。在部分章节后,附有疾病的发病机制及与生物化学相关的治疗原则。

本书可作为高等医学教育专科学校的教材,也可供临床医务工作者参考。

本教材的编写得到了参编单位的有关领导和许多专家教授的大力支持和帮助,还有热心同道协助编写、绘图等工作,在此表示衷心感谢。由于学识水平有限,本书难免有不足之处,殷切希望使用本教材的广大师生和读者提出批评和宝贵意见。

桂兴芬 石渊渊 李红明 王苏芝

2003 年 6 月

前 言

(第一版)

生物化学 (biochemistry) 是研究生命化学的学科,它运用现代科学技术,从分子水平上探讨生物体的组成、结构及其变化规律,揭示生命现象本质。

近年来,迅速发展的生物化学的理论和技術已广泛深入到医学的各个领域中,如基础医学的免疫学、病理学、药理学和生理学等,运用生物化学的知识,从分子水平上解决了学科中的疑点;临床医学中的疾病诊断、治疗、预防以及病因的探讨也需要依靠生物化学的检测技术和原理;人类基因组的研究更是从分子水平上解决人类疾病的诊断和治疗。因而生物化学是医学中的一门重要的基础课,也是医学各有关专业的必修课。

生物化学理论深奥,内容繁多,针对医学专科学生的特点及医学专科学校培养的目标,本教材则以生物化学基础知识为主,结合医学特点,介绍本学科最新进展及研究动向。

全书共分 18 章,包括四部分内容。第一部分为蛋白质、核酸、维生素及酶的化学,着重于结构与功能的联系和调节。第二部分为物质代谢,包括糖类、脂类、蛋白质及核苷酸代谢,围绕能量代谢与生物氧化,阐述了物质之间的联系及调节。第三部分属机能生化,重点介绍了水、无机盐代谢及肝脏中物质代谢的特点。第四部分以遗传学中心法则为核心,详细阐述了遗传信息的流动:复制、转录、翻译及基因表达调控,简单地介绍基因工程、基因诊断及基因治疗的原理和方法。

本教材的编写参考了全国助理医师资格考试生物化学复习提纲,对生物化学中一些纯理论性内容,如数学推导、化学反应机制、复杂的化学结构式及结构理论等概念,进行了删繁就简,而对一些系统性较强、与临床联系紧密的内容则独立成章。本书将维生素单列一章,既介绍了维生素的分类、结构及作用,又强调了维生素与疾病的关系。生物氧化不仅与线粒体内能量生成有关,也与线粒体外的物质转化紧密相连,因而本书将生物氧化单独列出,详细叙述了生物氧化的方式、参与的酶类及代谢特点,而将三羧酸循环归入糖的有氧氧化。肝脏是体内的重要脏器,肝内生物化学特点甚为重要,因此书中着重介绍了肝内生物转化过程及胆色素代谢。本书某些章节后附有疾病的发病机制,如糖尿病、肥胖病、动脉粥样硬化等,并在每章后附有内容提要,以便于理解和复习。本书可作为高等医学教育专科学校的生物化学教材,也可供临床医务工作者参考。

在本教材的编写过程中,得到了参编单位的有关领导和许多专家教授的大力支持和帮助,还有热心同道协助编写、绘图等工作,在此表示衷心感谢。

虽然我们力图提高编写质量,但由于水平有限,本书难免存在缺点、错误,殷切希望使用本教材的广大师生和读者提出宝贵意见,以便在修订时改进,使教材质量不断提高。

桂兴芬 石渊渊 安玉会 谷兆侠

2000 年 6 月



目 录 《生物化学》（第三版）

绪论	1
一、生物化学发展简史	1
二、生物化学研究的主要内容	2
三、生物化学与医学	3
第一章 蛋白质的结构与功能	5
第一节 概述	5
一、蛋白质的元素组成	5
二、蛋白质的基本组成单位——氨基酸	6
三、氨基酸在蛋白质分子中的连接方式	8
四、蛋白质的分类	9
五、蛋白质的功能	10
第二节 蛋白质的分子结构	11
一、蛋白质分子的一级结构	11
二、蛋白质分子的空间结构	11
第三节 蛋白质结构与功能的关系	15
一、蛋白质一级结构与功能的关系	15
二、蛋白质空间结构与功能的关系	16
第四节 蛋白质的理化性质	18
一、蛋白质的两性电离与等电点	18
二、蛋白质的胶体性质	18
三、蛋白质的沉淀、变性和凝固	19
四、蛋白质的紫外吸收性质	20
五、蛋白质的颜色反应	20
第二章 核酸结构与功能	22
第一节 核酸的分子组成	22
一、戊糖	22
二、碱基	23
三、核苷、核苷酸与多核苷酸	23

第二节 DNA 的结构与功能	26
一、核酸的一级结构	26
二、DNA 的二级结构	27
三、DNA 的超螺旋结构	28
四、DNA 的功能	29
第三节 RNA 的结构与功能	30
一、信使 RNA	31
二、转运 RNA	31
三、核蛋白体 RNA	33
四、其他 RNA	34
第四节 核酸的理化性质	35
一、核酸的一般理化性质	35
二、DNA 的变性、复性	35
三、分子杂交与探针技术	36
第三章 维生素	38
第一节 概述	38
一、维生素的定义	38
二、维生素的命名与分类	38
三、维生素的需要量	39
四、维生素的缺乏与中毒	39
第二节 脂溶性维生素	40
一、维生素 A	40
二、维生素 D	41
三、维生素 E	42
四、维生素 K	43
第三节 水溶性维生素	44
一、维生素 B ₁ (硫胺素)	44
二、维生素 B ₂	45
三、维生素 PP	46
四、维生素 B ₆	48
五、生物素	49
六、泛酸	49
七、叶酸	50
八、维生素 B ₁₂	51
九、硫辛酸	52
十、维生素 C	53
第四章 酶	55
第一节 酶分子的结构与催化功能	55
一、酶的分子组成	55

二、酶的活性中心·····	56
第二节 酶促反应的特征与催化机制·····	57
一、酶促反应的特点·····	57
二、酶催化作用机制·····	58
第三节 影响酶促反应速度的因素·····	59
一、底物浓度对酶促反应速度的影响·····	60
二、酶浓度对反应速度的影响·····	61
三、温度对反应速度的影响·····	61
四、pH 对反应速度的影响·····	62
五、抑制剂对反应速度的影响·····	62
六、激活剂对反应速度的影响·····	64
七、酶活性的测定与酶的活性单位·····	65
第四节 酶的调节·····	65
一、酶活性的调节·····	65
二、酶含量的调节·····	66
三、同工酶·····	67
第五节 酶与医学的关系·····	67
一、酶与疾病的发生·····	67
二、酶与疾病的诊断·····	67
三、酶与疾病的治疗·····	68
第五章 糖代谢·····	69
第一节 概述·····	69
一、糖的生理功能·····	69
二、糖代谢概况·····	70
第二节 糖的分解代谢·····	71
一、糖的无氧氧化·····	71
二、糖的有氧氧化·····	77
三、磷酸戊糖途径·····	84
第三节 糖原的合成与分解·····	86
一、糖原合成·····	87
二、糖原分解·····	88
三、糖原合成与分解的生理意义·····	90
四、糖原合成与分解的调节·····	90
第四节 糖异生·····	91
一、概念·····	91
二、反应过程·····	92
三、糖异生的生理意义·····	93
四、糖异生的调节·····	94
第五节 血糖·····	96

一、血糖的概念及浓度	96
二、血糖的来源和去路	97
三、血糖浓度的调节	97
四、糖代谢障碍	98
第六节 糖复合物	100
一、糖蛋白	101
二、蛋白聚糖	103
三、糖脂	104
第六章 脂类代谢	105
第一节 脂类的分布及生理功能	105
一、脂类的分布	105
二、脂类的生理功能	105
第二节 脂类的消化与吸收	107
一、脂类的消化	107
二、脂类的吸收	108
第三节 甘油三酯代谢	108
一、甘油三酯的分解代谢	108
二、甘油三酯的合成代谢	113
第四节 磷脂代谢	116
一、甘油磷脂的代谢	116
二、鞘磷脂的代谢	120
第五节 胆固醇代谢	120
一、胆固醇的消化、吸收及影响因素	121
二、胆固醇的合成代谢	121
三、胆固醇合成代谢的调节	123
四、胆固醇的转化和排泄	124
第六节 血浆脂蛋白代谢	125
一、血脂	125
二、血浆脂蛋白	125
三、载脂蛋白	127
四、血浆脂蛋白的代谢和功能	128
五、高脂血症与高脂蛋白血症	130
第七章 生物氧化	132
第一节 生物氧化的方式和特点	132
一、生物氧化的方式	132
二、生物氧化的特点	133
第二节 生物氧化过程中 CO_2 的生成	133
第三节 ATP 与其他高能化合物	134
一、高能化合物与 ATP	134

二、ATP 的生成方式	136
三、ATP 的利用	136
四、能量的转移和贮存	137
第四节 氧化磷酸化	138
一、呼吸链	138
二、氧化磷酸化	142
第五节 NADH 与 ATP 的转运	144
一、NADH 的转运	144
二、ATP、ADP、Pi 的转运	146
第六节 非线粒体氧化体系	147
一、微粒体氧化体系	147
二、过氧化物酶体氧化体系	147
三、超氧化物歧化酶	148
第八章 氨基酸代谢	149
第一节 蛋白质的营养作用	149
一、蛋白质营养的重要性	149
二、蛋白质的需要量	150
三、蛋白质的营养价值	150
第二节 蛋白质的消化、吸收与腐败	150
一、蛋白质的消化	150
二、氨基酸的吸收	151
三、蛋白质的腐败作用	151
第三节 氨基酸的代谢概况	152
第四节 氨基酸的一般代谢	153
一、氨基酸的脱氨基作用	153
二、 α -酮酸代谢	155
第五节 氨的代谢	156
一、血氨的来源与去路	157
二、氨的转运	157
三、尿素的生成	158
第六节 某些氨基酸的特殊代谢	159
一、氨基酸的脱羧基作用	159
二、一碳单位的代谢	161
三、含硫氨基酸的代谢	162
四、芳香族氨基酸的代谢	164
第九章 核苷酸代谢	166
第一节 核苷酸的合成代谢	166
一、嘌呤核苷酸的合成	166
二、嘧啶核苷酸的合成	170

三、脱氧核糖核苷酸的合成	171
四、核苷一磷酸、核苷二磷酸和核苷三磷酸的相互转化	173
第二节 核苷酸的分解代谢	173
一、嘌呤核苷酸的分解代谢	173
二、嘧啶核苷酸的分解代谢	174
第十章 DNA 的生物合成	176
第一节 复制的基本规律	177
一、半保留复制	177
二、双向复制	179
三、复制的半不连续性	179
第二节 DNA 复制的酶学	180
一、复制的化学反应	180
二、参与 DNA 复制的主要酶类	181
第三节 DNA 生物合成过程	184
一、原核生物 DNA 的生物合成	184
二、真核生物 DNA 生物合成的终止	186
第四节 逆转录	188
一、逆转录病毒和逆转录酶	188
二、逆转录酶和逆转录现象的生物学意义	189
第五节 DNA 的损伤与修复	189
一、DNA 的损伤	189
二、DNA 损伤的修复	190
第十一章 RNA 的生物合成	193
第一节 模板和酶	193
一、转录模板	194
二、RNA 聚合酶	194
第二节 转录过程	196
一、转录起始	196
二、转录延长	198
三、转录终止	199
第三节 真核生物的转录后加工	200
一、真核生物 mRNA 的转录后加工	201
二、真核生物 tRNA 的转录后加工	203
三、真核生物 rRNA 的转录后加工	204
第十二章 蛋白质的生物合成	206
第一节 蛋白质生物合成体系	206
一、mRNA 是多肽链合成的模板	206
二、核蛋白体是多肽链合成的装置	208
三、tRNA 和氨基酸的活化	210

第二节 蛋白质生物合成过程	210
一、肽链合成起始	211
二、肽链的延长	213
三、肽链合成的终止	215
第三节 蛋白质合成后的加工和输送	217
一、多肽链折叠为天然功能构象的蛋白质	217
二、一级结构的修饰	217
三、空间结构的修饰	217
四、蛋白质合成后的靶向输送	218
第四节 蛋白质生物合成与医学的关系	218
一、分子病	218
二、蛋白质生物合成的干扰和抑制	219
第十三章 基因表达的调控	221
第一节 原核生物基因表达的调控	222
一、乳糖操纵子	222
二、色氨酸操纵子	224
第二节 真核生物基因表达的调控	225
第十四章 基因工程及其在医学中的应用	228
第一节 基因工程	228
一、基因工程常用的工具酶	228
二、目的基因的制备	230
三、载体	230
四、基因工程的基本技术路线	231
第二节 基因工程在医学中的应用	232
第十五章 癌基因、抑癌基因	233
第一节 癌基因	233
一、病毒癌基因	233
二、细胞癌基因	235
三、原癌基因的产物与功能	236
四、癌基因的激活机制	237
第二节 抑癌基因	238
一、抑癌基因的概念	238
二、常见的抑癌基因及其作用机制	239
第三节 生长因子	240
一、生长因子的概念	240
二、生长因子的作用机制	240
三、生长因子与疾病	241
第十六章 血液的生物化学	243