

面向**21**世纪高等医药院校精品课程教材

(供临床、护理、预防、麻醉、妇产、检验、影像、口腔、药学等专业用)

S H E N G W U

H U A X U E

生物化学

主 编 厉朝龙

副主编 郭俊明 赵鲁杭 严 哲

浙江大学出版社

面向 21 世纪高等医药院校精品课程教材
(供临床、护理、预防、麻醉、妇产、检验、影像、口腔、药学等专业用)

生物化学

主 编 厉朝龙

副主编 郭俊明 赵鲁杭 严 哲

浙江大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

生物化学 / 厉朝龙主编. —杭州: 浙江大学出版社,
2004. 8
面向 21 世纪高等医药院校精品课程教材. 供临床、护
理、预防、麻醉、妇产、检验、影像、口腔、药学等专业用
ISBN 7-308-03781-9

I. 生... II. 厉... 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(2004)第 071370 号

出版发行 浙江大学出版社
(杭州浙大路 38 号 邮政编码 310027)
(电话: 88273163, 88273761(传真))
(E-mail: zupress@mail.hz.zj.cn)
(网址: <http://www.zjupress.com>)

责任编辑 阮海潮 黄继红

丛书策划 阮海潮

排 版 浙江大学出版社电脑排版中心

印 刷 杭州富阳彩印有限公司

开 本 787mm×1092mm 1/16

印 张 25.75

字 数 659 千字

版 印 次 2004 年 8 月第 1 版 2004 年 8 月第 1 次印刷

印 数 0001—5000

书 号 ISBN 7-308-03781-9/Q·042

定 价 39.00 元

内 容 提 要

本书依据我国高等医药院校生物化学教学大纲编写,全面系统地叙述了该学科的基本概念和基本原理,并对分子生物学内容加以充实和提高。内容包括生物大分子的结构和功能、物质代谢与能量代谢、基因和基因组、遗传信息的复制和表达以及近代基因科学在医学上的应用。全书重点突出,概念清晰,密切联系医学实际,并有配套的《生物化学复习纲要和练习》一书,帮助读者学习和理解。

本书可作为高等医药院校各专业的教材,也可供相关学科从事教学、科研和临床工作者学习参考。

前 言

生物化学是高等医学教育中的主干课程,尤其在近 20 年来,核酸大分子结构和功能研究的深入、扩展及其所取得的突破性进展,大大地充实了本学科的内容。因此,包含以基因研究为中心的分子生物学精髓的生物化学,已成为 21 世纪生命科学研究的核心领域,在医学教育中具有举足轻重的地位。为适应当代生命科学,特别是医学教育发展的趋势,与世界医学教育接轨,在传统的生物化学内容的基础上,在本教材中增加了许多近代研究的进展和成果,并适当充实了分子生物学知识。本系列包括《生物化学》、《生物化学复习纲要和练习》,由浙江大学医学院等九所高等医药院校具有丰富教学实践经验的专家、教授共同合作,根据相关专业的培养目标,按照卫生部高等医药院校教材编审委员会《生物化学》教学大纲的要求编写而成。力求突出重点,概念明确,与医学实践紧密联系,是面向 21 世纪高等医药院校精品课程系列教材之一,可供临床医学、预防医学、口腔医学、护理学、医学检验学、医学影像学 and 药学等专业使用。

生物化学编写分工:第一章绪论、第四章酶及第十三章遗传信息的复制(浙江大学医学院 厉朝龙)、第二章蛋白质的结构与功能及第九章核苷酸代谢(浙江大学医学院 于晓虹)、第三章核酸结构与性质(温州医学院 严哲)、第五章生物氧化与能量代谢(浙江中医学院 毛水龙)、第六章糖代谢(台州学院医学院 郑云郎)、第七章脂类代谢(杭州师范学院医学院 陈斯东)、第八章氨基酸代谢(绍兴文理学院医学院 俞雅萍)、第十章物质代谢调节与生物信息跨膜传递(绍兴文理学院医学院 刘丽华)、第十一章物质代谢的组织器官特异性(浙江医学高等专科学校 孙爱华、孙琦)、第十二章基因与基因组及第十七章基因重组与基因工程(浙江大学医学院 赵鲁杭)、第十四章遗传信息的转录——RNA 生物合成(嘉兴学院医学院 徐瑞芬)、第十五章蛋白质的生物合成——翻译(浙江医学高等专科学校 赵筱萍)、第十六章基因表达调控及第十八章基因诊断与基因治疗(宁波大学医学院 郭俊明)。刘苏兰老师参与本教材的稿件整理和文字处理工作。

由于作者的知识水平和编写能力所限,教材中可能会有某些不妥之处,敬请读者批评指正,以期再版时修正。

厉朝龙

2004 年 8 月于浙江大学

面向 21 世纪高等医药院校精品课程教材

《生物化学》编委会

主 编 厉朝龙

副主编 郭俊明 赵鲁杭 严 哲

编著者 (以姓氏笔画为序)

于晓虹(浙江大学医学院)

毛水龙(浙江中医学院)

厉朝龙(浙江大学医学院)

孙 琦(浙江医学高等专科学校)

孙爱华(浙江医学高等专科学校)

刘丽华(绍兴文理学院医学院)

严 哲(温州医学院)

陈斯东(杭州师范学院医学院)

郑云郎(台州学院医学院)

赵筱萍(浙江医学高等专科学校)

赵鲁杭(浙江大学医学院)

郭俊明(宁波大学医学院)

俞雅萍(绍兴文理学院医学院)

徐瑞芬(嘉兴学院医学院)

目 录

第一章 绪 论	(1)
第一节 生命的化学	(1)
第二节 生物化学的发展	(1)
第三节 生物化学的内容	(2)
第四节 生物化学与医学的关系	(3)
第二章 蛋白质的结构与功能	(5)
第一节 蛋白质分子的基本组成单位——氨基酸	(5)
一、氨基酸分子的结构	(5)
二、氨基酸的分类	(6)
三、氨基酸的理化性质	(8)
第二节 肽与肽键	(9)
一、肽键与肽单元	(10)
二、肽链	(10)
三、天然活性肽	(10)
第三节 蛋白质的共价结构	(11)
一、蛋白质的一级结构	(12)
二、蛋白质一级结构分析	(12)
第四节 蛋白质的三维空间结构	(13)
一、蛋白质分子中的非共价键(次级键)	(14)
二、蛋白质的二级结构	(15)
三、蛋白质的超二级结构	(19)
四、蛋白质的三级结构	(20)
五、蛋白质的四级结构	(21)
第五节 蛋白质的分子结构与功能的关系	(22)
一、蛋白质一级结构与功能的关系	(22)
二、蛋白质的空间结构与功能的关系	(24)
第六节 蛋白质的理化性质及分离纯化	(26)
一、蛋白质的理化性质	(26)
二、蛋白质的分离和纯化	(29)

第三章 核酸结构与功能	(31)
第一节 核酸的化学组成	(31)
一、戊糖	(31)
二、碱基	(32)
三、核苷	(33)
四、核苷酸	(33)
第二节 核酸的一级结构	(36)
第三节 DNA 空间结构与功能	(38)
一、DNA 二级结构	(38)
二、DNA 三级结构	(41)
三、DNA 的功能	(42)
第四节 RNA 的空间结构与功能	(42)
一、信使 RNA(messenger RNA, mRNA)	(43)
二、转运 RNA(transfer RNA, tRNA)	(44)
三、核糖体 RNA(ribosomal RNA, rRNA)	(45)
第五节 核酸的理化性质	(46)
一、核酸的生物大分子性质	(46)
二、核酸的酸碱性质	(47)
三、核酸的溶解度与黏度	(47)
四、核酸的紫外吸收	(47)
五、核酸的变性和复性	(47)
六、核酸的催化活性	(49)
第六节 核酸碱基序列分析	(50)
一、化学分析法	(51)
二、双脱氧法	(51)
第四章 酶	(53)
第一节 酶作用的特点	(53)
一、高度的催化效率	(53)
二、高度的作用专一性	(54)
三、酶活性对反应条件具有高度敏感性	(55)
四、催化活性可被调节控制	(55)
第二节 酶分子结构与催化活性	(56)
一、酶的分子组成	(56)
二、酶的活性中心和酶原激活	(57)
第三节 酶作用的机理	(59)
一、酶催化反应的中间产物学说	(60)
二、多元催化	(60)

第四节 抗体酶和核酶	(62)
一、抗体酶	(62)
二、核酶	(63)
第五节 酶促反应动力学	(64)
一、酶促反应速率和酶活性	(64)
二、底物浓度与酶促反应速率的关系	(65)
三、Michaelis-Menten 方程	(66)
四、关于多底物酶的作用和酶促反应动力学	(69)
第六节 酶的抑制作用动力学	(70)
一、不可逆抑制作用	(70)
二、可逆抑制作用	(70)
第七节 pH、温度对酶反应的影响	(73)
一、pH 对酶反应的影响	(73)
二、温度对酶反应的影响	(74)
第八节 酶活性的调节	(74)
一、酶的共价修饰	(75)
二、酶的变构效应	(75)
第九节 酶的命名与分类	(77)
一、酶的命名	(77)
二、酶的分类	(77)
第十节 临床酶学诊断与治疗原理	(78)
一、临床酶学诊断	(78)
二、酶在治疗上的应用	(80)
第五章 生物氧化与能量代谢	(81)
第一节 自由能和标准自由能变化	(81)
第二节 氧化还原电势与 ΔG°	(82)
第三节 高能磷酸化合物	(84)
一、基本概念	(84)
二、类型	(84)
三、ATP——能量载体	(84)
四、能量的储存和转移	(87)
第四节 线粒体电子传递系统	(87)
一、电子传递体	(88)
二、电子传递体在线粒体内膜上的定位	(91)
三、呼吸链中电子传递的顺序	(92)
第五节 氧化磷酸化作用	(93)
一、氧化磷酸化的偶联部位	(93)
二、氧化磷酸化偶联机制	(95)

三、影响氧化磷酸化的因素	(98)
四、线粒体外 NADH 的氧化磷酸化	(99)
第六节 非线粒体氧化体系	(101)
一、氧化酶和需氧脱氢酶	(101)
二、过氧化物酶体中的酶类	(102)
三、超氧化物歧化酶	(102)
四、微粒体中的酶类	(103)
第六章 糖代谢	(104)
第一节 糖的无氧分解	(104)
一、糖酵解的反应过程	(104)
二、糖酵解反应的特点	(107)
三、红细胞的糖酵解	(108)
四、糖酵解的生理意义	(109)
五、其他单糖的分解代谢与糖酵解的关系	(109)
六、糖酵解的调节	(110)
第二节 糖的有氧氧化	(112)
一、有氧氧化的反应过程	(112)
二、有氧氧化的生理意义	(118)
三、有氧氧化的调节	(119)
第三节 磷酸戊糖途径	(121)
一、磷酸戊糖途径的反应过程	(121)
二、磷酸戊糖途径的生理意义	(123)
第四节 糖原的合成与分解	(124)
一、糖原的合成代谢	(124)
二、糖原的分解代谢	(126)
三、糖原合成与分解的调节	(129)
四、糖原累积病	(129)
第五节 糖异生	(130)
一、糖异生的途径	(131)
二、甘油和乳酸的糖异生途径	(132)
三、糖异生的生理意义	(132)
四、糖异生的调节	(134)
第六节 血糖与糖代谢异常	(136)
一、血糖	(136)
二、血糖水平的调节	(136)
三、糖代谢异常	(137)

第七章 脂类代谢	(140)
第一节 脂肪动员	(140)
一、脂肪动员的基本过程	(141)
二、脂肪酶的作用	(141)
三、脂肪酸在血液中的输送	(141)
第二节 脂肪酸的氧化	(142)
一、脂肪酸的活化——生成脂酰 CoA	(142)
二、脂酰 CoA 进入线粒体	(142)
三、脂肪酸的 β -氧化	(142)
四、脂肪酸的其他氧化途径	(145)
五、脂质过氧化作用与自由基生成	(146)
第三节 酮体的生成和氧化利用	(147)
一、脂肪酸的代谢去路	(147)
二、酮体的生成和氧化利用	(147)
第四节 脂肪的合成	(149)
一、软脂酸的生物合成	(150)
二、脂肪的合成	(151)
三、多不饱和脂肪酸及重要的衍生物	(153)
第五节 磷脂的代谢	(154)
一、甘油磷脂和鞘磷脂	(154)
二、甘油磷脂的合成	(156)
三、甘油磷脂的分解	(157)
第六节 胆固醇的代谢	(158)
一、胆固醇的合成	(158)
二、胆固醇的转化和排泄	(160)
第七节 血浆脂蛋白	(160)
一、血脂	(160)
二、血浆脂蛋白的分类和分子组成	(161)
三、血浆脂蛋白的代谢转变和运输	(163)
四、高脂血症	(165)
第八章 氨基酸代谢	(168)
第一节 蛋白质的酶促降解	(168)
一、食物蛋白质的酶促降解	(168)
二、组织蛋白质的酶促降解	(169)
第二节 氨基酸的跨膜转移	(170)
一、氨基酸吸收载体	(170)
二、 γ -谷氨酰基循环	(170)

三、氨基酸的来源与去路	(170)
第三节 氨基酸的脱氨基作用	(171)
一、转氨基作用	(171)
二、氧化脱氨基作用	(173)
三、联合脱氨基作用	(174)
四、嘌呤核苷酸循环	(174)
第四节 氨的代谢	(175)
一、体内氨的来源	(175)
二、氨的转运	(176)
三、氨的代谢去路	(177)
四、高血氨症和氨中毒	(181)
第五节 α -酮酸代谢	(182)
一、再生成非必需氨基酸	(182)
二、转变成糖和酮体	(182)
三、氧化供能	(182)
第六节 氨基酸的脱羧基作用	(182)
一、 γ -氨基丁酸	(183)
二、组氨	(183)
三、5-羟色胺	(183)
四、儿茶酚胺	(184)
五、牛磺酸	(185)
第七节 氨基酸代谢与其他含氮物质的生成	(185)
一、一碳单位	(185)
二、甲硫氨酸循环	(187)
三、肌酸	(189)
四、谷胱甘肽	(190)
五、磷酸腺苷磷酸硫酸	(190)
六、黑色素	(191)
第八节 氨基酸代谢障碍	(191)
第九章 核苷酸代谢	(192)
第一节 嘌呤核苷酸代谢	(193)
一、嘌呤核苷酸的合成代谢	(193)
二、嘌呤核苷酸的分解代谢	(198)
第二节 嘧啶核苷酸代谢	(200)
一、嘧啶核苷酸的合成代谢	(200)
二、嘧啶核苷酸的分解代谢	(203)

第十章 物质代谢调节与生物信息跨膜传递	(204)
第一节 细胞水平的代谢调节	(204)
一、细胞内酶的区域分隔	(204)
二、酶分子结构改变对酶活性的影响	(205)
三、酶含量调节	(208)
第二节 细胞信息分子	(209)
一、细胞间信息分子	(209)
二、细胞内信息分子	(209)
第三节 受 体	(210)
一、受体的作用特点	(210)
二、受体的分类	(211)
第四节 细胞信息跨膜传递机制	(213)
一、膜受体介导的信息传递	(213)
二、胞内受体介导的信息传递	(216)
三、信息传递的整合	(218)
第十一章 物质代谢的组织器官特异性	(219)
第一节 血浆蛋白	(219)
一、血浆蛋白的组成与含量	(219)
二、血浆蛋白具有的共同特征	(220)
三、血浆蛋白的功能	(221)
四、血浆中蛋白质含量变化的临床意义	(222)
第二节 红细胞的代谢	(222)
一、红细胞的代谢特点	(223)
二、血红蛋白的合成与调节	(224)
第三节 肝脏的生物转化作用	(227)
一、生物转化的概念	(227)
二、生物转化反应的类型	(228)
三、影响生物转化的因素	(233)
第四节 胆汁酸代谢	(233)
一、胆汁酸的分类及分子结构	(233)
二、胆汁酸代谢转化	(234)
三、胆汁酸的功能	(237)
第五节 胆色素的代谢	(238)
一、胆色素的概念	(238)
二、胆红素的生成与转运	(238)
三、胆红素在肝脏中的代谢转化	(239)
四、胆红素在肠道中的转变与胆色素的肠肝循环	(241)

五、胆色素代谢与黄疸	(242)
六、常用肝功能试验的临床意义	(244)
第十二章 基因与基因组	(245)
第一节 基因与基因组的概念	(245)
一、遗传物质	(245)
二、基因与基因组	(245)
第二节 病毒和原核生物基因组	(246)
一、病毒基因组的组成以及结构特点	(246)
二、细菌基因组的结构特点	(247)
第三节 真核生物基因组	(247)
一、真核生物基因组的结构特点	(248)
二、基因组内序列类型	(248)
三、基因家族	(250)
第四节 人类基因组计划	(252)
第十三章 遗传信息的复制	(255)
第一节 DNA 复制的方式	(255)
第二节 半保留复制特点	(257)
一、复制的共同特征	(257)
二、复制模式	(259)
第三节 DNA 复制的酶促反应	(260)
一、DNA 复制的化学反应	(260)
二、DNA 复制酶类和作用	(261)
第四节 DNA 复制过程	(265)
一、改变螺旋构象与解链	(265)
二、复制的引发	(266)
三、DNA 新链的延长	(266)
四、复制终止	(267)
五、复制的保真性	(268)
第五节 真核生物 DNA 复制和端粒酶	(269)
一、真核生物 DNA 复制的特点	(269)
二、端粒和端粒酶	(270)
第六节 DNA 损伤、修复和基因突变	(272)
一、基因突变或损伤的分子改变类型	(273)
二、DNA 损伤的修复	(274)
第十四章 遗传信息的转录——RNA 生物合成	(278)
第一节 转录的基本性质	(279)

一、RNA 合成的前体分子·····	(279)
二、RNA 聚合反应·····	(279)
三、转录与复制的区别 ·····	(280)
第二节 转录的模板和酶·····	(280)
一、转录的模板 ·····	(280)
二、RNA 聚合酶·····	(281)
三、酶与模板的结合 ·····	(283)
第三节 转录过程·····	(286)
一、转录的起始 ·····	(286)
二、转录的延长 ·····	(289)
三、转录终止 ·····	(290)
第四节 逆转录·····	(292)
一、逆转录的发现 ·····	(292)
二、逆转录酶 ·····	(293)
三、逆转录与病毒的致病作用 ·····	(293)
四、逆转录作用 ·····	(294)
第五节 转录后的 RNA 修饰 ·····	(295)
一、mRNA 转录后的加工 ·····	(295)
二、rRNA 转录后的加工 ·····	(299)
三、tRNA 转录后的加工 ·····	(301)
第十五章 蛋白质的生物合成——翻译 ·····	(302)
第一节 蛋白质的生物合成模板·····	(302)
第二节 tRNA 及核糖体在翻译中的作用 ·····	(304)
一、tRNA 与氨基酰-tRNA ·····	(304)
二、氨基酰-tRNA 合成酶 ·····	(304)
三、核糖体构成及其功能 ·····	(305)
第三节 蛋白质生物合成过程·····	(306)
一、翻译的起始 ·····	(306)
二、肽链的延长 ·····	(307)
三、肽链合成的终止 ·····	(309)
四、核糖体循环 ·····	(311)
第四节 蛋白质翻译后加工·····	(311)
一、新生肽的剪切、折叠和亚基聚合·····	(311)
二、氨基酸残基共价化学修饰 ·····	(312)
第五节 蛋白质翻译后的定向输送·····	(313)
一、信号肽学说 ·····	(313)
二、翻译后定向 ·····	(315)
第六节 再次程序化遗传解码·····	(315)

一、翻译水平的移框	(315)
二、通读	(316)
三、跳跃翻译	(316)
四、反式翻译	(316)
第七节 蛋白质生物合成的干扰和抑制	(317)
一、抗生素	(317)
二、干扰蛋白质生物合成的生物活性物质	(318)
第十六章 基因表达调控	(320)
第一节 基因表达调控的概念	(320)
一、基因表达的时空特异性	(321)
二、基因表达的方式	(322)
三、基因表达调控的基本原理	(323)
四、基因表达调控的生物学意义	(326)
第二节 原核生物基因表达的调控	(326)
一、乳糖操纵子	(326)
二、半乳糖操纵子	(329)
三、色氨酸操纵子	(330)
第三节 真核生物基因表达的调控	(333)
一、染色体水平上的基因活化	(333)
二、转录水平上的调控	(335)
第四节 细胞周期及其调控	(339)
一、细胞周期	(340)
二、细胞周期蛋白	(340)
三、细胞周期的调控	(342)
第十七章 基因重组与基因工程	(346)
第一节 自然条件下的基因重组	(346)
一、同源重组	(346)
二、位点特异性重组	(346)
三、转座因子	(348)
第二节 基因工程	(350)
一、工具酶	(350)
二、基因工程中的载体	(353)
三、目的基因的制备	(361)
四、重组 DNA 的构建	(364)
五、重组 DNA 导入宿主细胞	(365)
六、阳性重组子的筛选和鉴定	(369)
七、克隆基因的表达	(370)

第十八章 基因诊断与基因治疗	(374)
第一节 基因诊断的概念	(374)
第二节 基因诊断的常用技术	(375)
一、核酸杂交	(375)
二、聚合酶链反应	(376)
三、基因芯片	(379)
第三节 基因诊断的应用	(381)
一、遗传性疾病的基因诊断	(382)
二、遗传易感性疾病的基因诊断	(382)
三、肿瘤的基因诊断	(383)
四、病原体侵入性疾病的基因诊断	(386)
五、基因诊断技术在法医鉴定和组织配型中的应用	(387)
第四节 基因治疗概述	(388)
一、基因治疗的基本概念	(388)
二、基因治疗的基本方法	(388)
三、基因治疗的基本条件	(389)
第五节 基因治疗的基本程序	(389)
一、选择并准备治疗性基因	(389)
二、选择基因载体	(390)
三、选择和培养靶细胞	(391)
四、基因转移	(392)
五、回输细胞到体内	(392)
第六节 基因治疗的应用前景和存在的问题	(392)
一、遗传性疾病的基因治疗	(392)
二、肿瘤的基因治疗	(393)
三、基因治疗存在的问题与展望	(394)