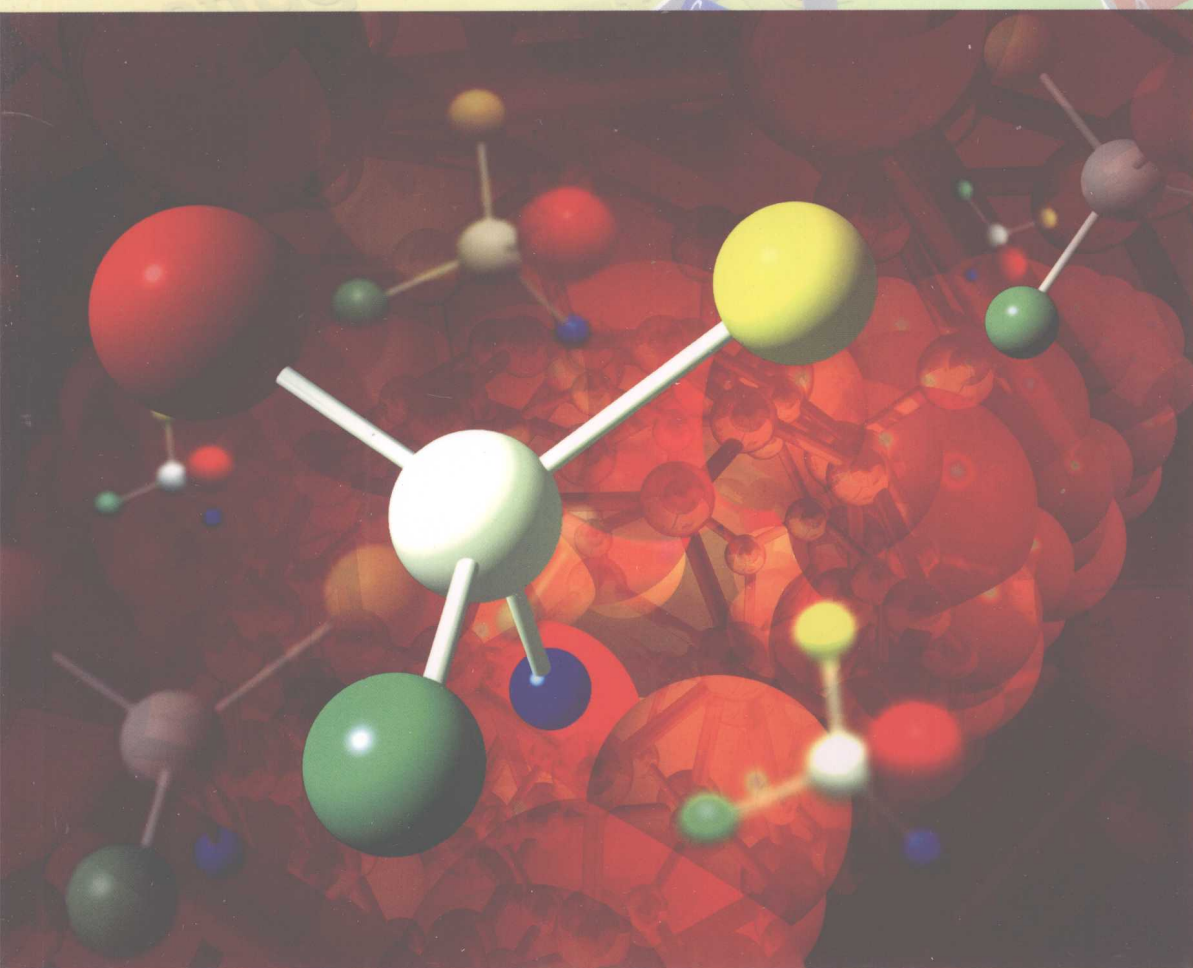


高等中医药院校教材（供中医药各专业使用）

生物化学

贾连群 王艳杰 主编



辽宁大学出版社

高等中医药院校教材（供中医药各专业使用）

生物化学



贾连群 王艳杰 主编

辽宁大学出版社

©贾连群 王艳杰 2008

图书在版编目 (CIP) 数据

生物化学/贾连群, 王艳杰主编. - 沈阳: 辽宁大学出版社, 2008. 7

高等中医药院校教材. 供中医药类各专业使用

ISBN 978-7-5610-5560-1

I. 生… II. ①贾…②王… III. 生物化学 - 中医学院 - 教材 IV. Q5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 108885 号

出 版 者: 辽宁大学出版社

(地址: 沈阳市皇姑区崇山中路 66 号 邮政编码: 110036)

印 刷 者: 抚顺光辉彩色广告印刷有限公司

发 行 者: 辽宁大学出版社

幅面尺寸: 185mm × 260mm

印 张: 16.75

字 数: 420 千字

印 数: 1 ~ 500 册

出版时间: 2008 年 7 月第 1 版

印刷时间: 2008 年 7 月第 1 次印刷

责任编辑: 贾海英

封面设计: 邹本忠

责任校对: 王晓萱

书 号: ISBN 978-7-5610-5560-1

定 价: 34.00 元

联系电话: 024 - 86864613

邮购热线: 024 - 86830665

网 址: <http://press.lnu.edu.cn>

电子邮件: lnupress@vip.163.com

编 委 会

主 编 贾连群 王艳杰

主 审 柳 春

副主编 赵丹玉 李宝坤 周荔葆

孙延娜 冯晓帆

编 者 (以姓氏笔画为序)

王永强 王艳杰 冯晓帆

孙延娜 李宝坤 李福海

赵丹玉 周荔葆 贾连群

前 言

生物化学是当今发展最为迅速的前沿学科之一，也是医学院校一门重要的专业基础课程。生物化学教学内容的深度和广度均在逐年加大，然而医学生的学时有限，这就需要不断更新内容以适应教学目的和教学时数的要求。

本教材的特点是既注重生物化学基本知识的传授，又注重理论联系实际，并适当增加反映本学科领域的新进展；每章文初增加了学习指导，文末附有复习思考题，以利于学习掌握主要内容；书中语言力求精炼易懂，不加大篇幅。

本教材所设章节涵盖的知识面较全，共分五大部分，第一篇生物分子的结构和性质，介绍糖类、脂类、氨基酸、蛋白质、核苷酸、核酸、酶、维生素和辅酶等的化学组成、结构与功能；第二篇物质代谢，介绍生物氧化与能量代谢，糖类、脂类、蛋白质和核苷酸等的物质代谢过程及物质代谢之间的相互联系和调节；第三篇遗传信息传递，介绍 DNA、RNA 和蛋白质的生物合成过程；第四篇专题篇，介绍肝胆生化、水盐代谢与酸碱平衡、分子生物学常用技术和基因诊断与基因治疗；第五篇生物化学实验，介绍生物化学基本实验技术和部分实验专题。

本教材可作为中医药类不同专业、不同层次学生的配套教学参考书和学习指导书，也可作为相关专业人员进行知识更新和继续教育的辅助工具书。在实际教学过程中可根据教学时数和教学要求的不同，对内容进行适当取舍。

本教材从组织编写到脱稿付印，时间较为紧张，加之编者们学术水平和编写经验有限，难免存在诸多不足之处，恳请使用本教材的师生提出宝贵意见。

编 者

2008 年 6 月

目 录

绪 论	1
第一节 生物化学发展简史	1
第二节 生物化学的主要内容	1
第三节 生物化学与医学及中医药学的关系	2

第一篇 生物分子的结构和性质

第一章 糖类的结构和性质	3
第一节 糖的分类和命名	3
一、糖的分类	3
二、糖的命名	4
第二节 单糖的结构和性质	4
一、单糖的结构	4
二、单糖的主要性质	5
第三节 寡糖的结构和性质	6
一、麦芽糖	6
二、蔗糖	7
三、乳糖	7
第四节 多糖的结构和性质	7
一、同多糖	7
二、杂多糖	8
第二章 脂类的结构和性质	12
第一节 脂肪酸的结构和分类	12
一、脂肪酸的结构	12
二、脂肪酸的分类	12
第二节 脂肪的结构和性质	13
一、脂肪的组成和结构	13
二、脂肪的物理性质	13
三、脂肪的化学性质	13
第三节 类脂的结构和性质	14
一、磷脂的结构和性质	14

二、糖脂的结构和性质	15
三、类固醇的结构和性质	16
第三章 蛋白质的结构和性质	20
第一节 氨基酸的结构和性质	20
一、标准氨基酸的结构	20
二、标准氨基酸的分类	21
三、非标准氨基酸	22
四、氨基酸的理化性质	22
第二节 蛋白质的结构	23
一、肽的结构	24
二、蛋白质的一级结构	24
三、蛋白质的二级结构	25
四、蛋白质的三级结构	25
五、蛋白质的四级结构	25
六、维持蛋白质构象的主要作用力	26
第三节 蛋白质的理化性质	26
一、蛋白质的一般性质	26
二、蛋白质的大分子性质	27
第四章 核酸的结构和性质	31
第一节 核苷酸的结构和功能	31
一、核苷酸的组成	31
二、核苷酸的结构	32
三、核苷酸的功能	33
第二节 核酸的分子结构	34
一、核酸的一级结构	34
二、DNA 的二级结构	35
三、DNA 的三级结构	35
四、RNA 的分子结构	36
第三节 核酸的理化性质	37
一、核酸的紫外吸收特征	37
二、DNA 变性与复性	37
三、核酸杂交	38
第五章 酶	41
第一节 酶的命名和分类	41
一、酶的命名	41
二、酶的分类与编号	42
第二节 酶的分子组成和结构	42
一、酶的分子组成	42
二、酶的活性中心	43

第三节 酶促反应的特点和机制	43
一、酶促反应的特点	43
二、酶原和酶原的激活	45
三、同工酶	45
第四节 酶促反应动力学	46
一、酶浓度对酶促反应速度的影响	46
二、底物浓度对酶促反应速度的影响	46
三、温度对酶促反应速度的影响	47
四、pH 对酶促反应速度的影响	47
五、抑制剂对酶促反应速度的影响	48
六、激活剂对酶促反应速度的影响	51
第六章 维生素和辅酶	54
第一节 维生素概述	54
一、维生素的特点	54
二、维生素的分类	54
三、维生素缺乏症	55
第二节 水溶性维生素	55
一、维生素 C	55
二、维生素 B ₁	56
三、维生素 B ₂	57
四、维生素 PP	58
五、维生素 B ₆	59
六、泛酸	59
七、生物素	60
八、叶酸	60
九、维生素 B ₁₂	61
十、硫辛酸	61
第三节 脂溶性维生素	62
一、维生素 A	62
二、维生素 D	63
三、维生素 E	64
四、维生素 K	64

第二篇 物质代谢

第七章 生物氧化	67
第一节 生物氧化概述	67
一、生物氧化的概念与意义	67
二、生物氧化的特点	67

三、生物氧化的方式	68
第二节 线粒体氧化体系	68
一、呼吸链	68
二、呼吸链的主要成分和作用	68
三、呼吸链主要成分的排列顺序	69
四、胞液中 NADH 的氧化	70
第三节 生物氧化与能量代谢	71
一、高能化合物的种类	71
二、高能磷酸化合物 ATP 的形成	71
三、影响氧化磷酸化的因素	71
第八章 糖代谢	72
第一节 概述	73
一、糖的生理功能	73
二、糖的消化和吸收	73
第二节 血糖	76
一、血糖的来源和去路	76
二、血糖的调节	76
第三节 糖的氧化分解	76
一、糖酵解	77
二、糖的有氧氧化	78
三、磷酸戊糖途径	80
第四节 糖原的合成与分解和糖异生	81
一、糖原合成	81
二、糖原分解	82
三、糖异生	82
第五节 糖代谢紊乱	83
一、低血糖	83
二、高血糖及糖尿	83
三、糖尿病	83
四、糖耐量试验	84
第九章 脂类代谢	87
第一节 脂类的分布和生理功能	87
一、脂类的分布	87
二、脂类的生理功能	87
第二节 脂类的消化和吸收	88
一、脂类的消化	88
二、脂类的吸收	88
第三节 血脂	88
一、血脂的组成与含量	88

二、血脂的来源和去路	89
三、血浆脂蛋白	89
第四节 甘油三酯的中间代谢	91
一、甘油三酯的分解代谢	91
二、甘油三酯的合成代谢	94
第五节 类脂的代谢	95
一、甘油磷脂的代谢	95
二、胆固醇代谢	96
第十章 蛋白质的分解代谢	99
第一节 蛋白质的营养作用	99
一、氮平衡	99
二、蛋白质的生理需要量	100
三、蛋白质的营养价值	100
第二节 蛋白质的消化、吸收和腐败	100
一、蛋白质的消化	100
二、氨基酸的吸收和转运	101
三、蛋白质的腐败	101
第三节 氨基酸的一般代谢	102
一、氨基酸的脱氨基作用	102
二、氨的代谢	105
三、 α -酮酸的代谢	107
四、氨基酸的脱羧基作用	107
第四节 一些氨基酸的特殊代谢	108
一、一碳单位的代谢	108
二、含硫氨基酸的代谢	108
三、芳香族氨基酸的代谢	110
第十一章 核苷酸代谢	115
第一节 核苷酸的合成代谢	115
一、嘌呤核苷酸的从头合成	116
二、嘧啶核苷酸的从头合成	117
三、核苷酸的补救合成	118
四、三磷酸核苷的合成	118
五、脱氧核苷酸的合成	118
第二节 核苷酸的分解代谢	119
一、嘌呤核苷酸的分解代谢	119
二、嘧啶核苷酸的分解代谢	119
第三节 核苷酸的抗代谢物	120
一、嘌呤核苷酸的抗代谢物	120
二、嘧啶核苷酸的抗代谢物	121

第十二章 三养素代谢联系及其调节	123
第一节 三养素代谢的相互联系.....	123
一、糖代谢与脂肪代谢的联系.....	123
二、糖代谢与蛋白质代谢的联系.....	124
三、蛋白质代谢与脂肪代谢的联系.....	124
第二节 细胞水平的代谢调节.....	124
一、酶的区域化分布.....	124
二、酶活性的调节.....	125
第三节 激素水平的代谢调节.....	126
一、激素通过细胞膜受体的调节.....	127
二、激素通过细胞内受体的调节.....	128
第四节 整体水平的调节.....	128
一、饥饿时的代谢调节.....	129
二、应激时的代谢调节.....	129

第三篇 遗传信息的传递

第十三章 DNA 的生物合成	131
第一节 DNA 复制	131
一、DNA 复制的基本原则	132
二、参与 DNA 复制的主要酶类	133
三、DNA 的复制过程	136
第二节 逆转录.....	137
一、逆转录作用是从 Rous 肉瘤病毒中发现的	137
二、逆转录与 RNA 病毒	138
第三节 DNA 复制与端粒、端粒酶	138
第四节 DNA 损伤（突变）与修复	139
一、引起突变的因素.....	139
二、突变的类型.....	139
三、DNA 的损伤修复	140
第十四章 RNA 的生物合成	143
一、参与转录的主要物质.....	143
二、转录过程.....	144
第十五章 蛋白质的生物合成	148
第一节 参与蛋白质生物合成的主要物质.....	148
一、mRNA 是指导蛋白质合成的直接模板.....	148
二、tRNA 是氨基酸的搬运工具	149
三、核糖体是合成蛋白质的场所.....	150
第二节 蛋白质生物合成过程.....	150

一、起始阶段·····	151
二、肽链延长阶段·····	152
三、终止阶段·····	153
第三节 翻译后的加工·····	154
一、一级结构的修饰·····	154
二、高级结构的修饰·····	155
三、靶向输送·····	155
第四节 蛋白质生物合成的抑制剂·····	156

第四篇 专题篇

第十六章 肝胆生化·····	159
第一节 肝胆生化概述·····	159
一、肝脏形态结构特点·····	159
二、肝脏化学组成特点·····	160
第二节 肝脏在物质代谢方面的作用·····	160
一、肝脏在糖代谢方面的作用·····	160
二、肝脏在脂类代谢方面的作用·····	160
三、肝脏在蛋白质代谢方面的作用·····	160
四、肝脏在激素代谢方面的作用·····	161
五、肝脏在维生素代谢方面的作用·····	161
第三节 胆汁酸代谢·····	161
一、胆汁·····	161
二、胆汁酸的种类·····	162
三、胆汁酸的合成·····	162
四、胆汁酸的肠肝循环·····	162
五、胆汁酸的功能·····	163
第四节 胆色素的代谢·····	163
一、胆色素的正常代谢·····	163
二、胆红素的异常代谢——黄疸·····	164
第五节 肝脏的生物转化作用·····	165
一、生物转化的概念·····	165
二、生物转化反应的主要类型·····	166
三、生物转化的意义·····	166
四、影响生物转化的因素·····	166
第六节 肝功能检查及其意义·····	167
一、清蛋白(A)/球蛋白(G)比值·····	167
二、血清酶活性检测·····	167
三、胆色素代谢功能·····	167

四、甲胎蛋白 (AFP) 的检测	167
第十七章 水盐代谢和酸碱平衡	170
第一节 水和无机盐的生理功能	170
一、水的生理功能	170
二、无机盐的生理功能	170
第二节 体液	171
一、体液的含量和分布	171
二、体液电解质的含量和分布特点	171
第三节 体液平衡及调节	172
一、水代谢	172
二、无机盐代谢	174
三、体液平衡的调节	175
第四节 水盐代谢紊乱	175
一、水、钠代谢紊乱	175
二、钾代谢紊乱	177
第五节 酸碱平衡	178
一、体内酸性、碱性物质的来源	178
二、酸碱平衡的调节	178
三、酸碱平衡失调	179
第十八章 分子生物学常用技术	184
第一节 印迹杂交技术	184
一、印迹杂交技术的概念	184
二、核酸和蛋白印迹技术的原理及分类	184
三、印迹杂交的基本过程	185
四、印迹杂交的应用	186
第二节 PCR 技术	186
一、PCR 的概念	186
二、PCR 的工作原理	186
三、几种重要的 PCR 相关技术	186
第三节 核酸序列分析	187
一、化学裂解法	187
二、双脱氧核苷酸末端终止法	187
三、DNA 自动测序	188
第四节 基因工程技术	188
一、基因工程技术的概念	188
二、基因工程的工具酶和载体	188
三、基因工程的基本过程	190
第五节 DNA 芯片技术	191
一、DNA 芯片的概念	191

二、DNA 芯片的分类	192
三、DNA 芯片技术原理	192
四、DNA 芯片技术的应用	192
第十九章 基因诊断与基因治疗	193
第一节 基因诊断	196
一、基因诊断的概念	196
二、基因诊断的特点	196
三、基因诊断的原理和方法	196
四、基因诊断的临床应用	197
第二节 基因治疗	197
一、基因治疗的概念	197
二、基因治疗的种类	197
三、基因治疗的主要策略	198
四、基因治疗的基本程序	199
五、基因治疗的应用	199

第五篇 生物化学实验

第二十章 生物化学实验基本技术	201
实验一 生物化学实验基本操作	201
实验二 离心技术	204
实验三 分光光度技术	205
实验四 电泳技术	208
第二十一章 蛋白质的实验	212
实验一 蛋白质的沉淀反应	212
实验二 蛋白质等电点的测定	213
实验三 小鼠肝脏细胞蛋白质的提取	214
实验四 蛋白质的定量测定	216
实验五 血清 γ -球蛋白的提取及鉴定	221
第二十二章 核酸实验	224
实验一 全血 DNA 的提取与鉴定	224
实验二 紫外吸收法测定核酸的含量	225
实验三 DNA 的琼脂糖凝胶电泳	226
实验四 DNA 与 RNA 的提取与分离及其组成成分的鉴定	228
第二十三章 酶的实验	231
实验一 温度、pH、激活剂和抑制剂对酶活性的影响	231
实验二 丙二酸对琥珀酸脱氢酶活性的影响	233
实验三 血清谷丙转氨酶的测定	234

第二十四章 糖类的实验	236
实验一 饱食和饥饿小白鼠肝糖原含量的比较.....	236
实验二 血糖的测定.....	237
实验三 胰岛素和肾上腺素对血糖浓度的影响.....	240
实验四 小白鼠注射胰岛素或肾上腺素后血糖浓度的变化.....	241
第二十五章 脂类的实验	243
实验一 血清甘油三酯的定量测定.....	243
实验二 血清总胆固醇的定量测定.....	244
实验三 血清脂蛋白的琼脂糖凝胶电泳.....	245
实验四 高密度脂蛋白的定量测定.....	246
实验五 肝的生酮作用及酮体的检出.....	247
第二十六章 其他血液成分的定量测定	249
实验一 血清尿素氮的定量测定.....	249
实验二 血清胆红素的定量测定.....	250
实验三 血浆二氧化碳结合力的测定.....	251
第二十七章 实验设计	253

绪 论

生物化学 (biochemistry) 是一门在分子水平上研究生物体的组成、结构与功能, 物质代谢与调节以及生命本质的科学。简言之, 生物化学是研究生命化学的科学。生物化学的研究主要采用化学的原理和方法, 但也与细胞学、生理学、遗传学等具有广泛的交叉和联系。

第一节 生物化学发展简史

生物化学的研究始于 18 世纪, 作为一门独立的学科是建立于 20 世纪初。1903 年, Neuberg 首先提出了生物化学这一名词。

生物化学的发展过程大致分为三个阶段。第一阶段从 18 世纪中期至 20 世纪初, 也称静态描述性阶段。这一阶段的主要特点是对生物体各种组成成分进行分离、纯化、结构测定、合成及理化性质进行研究。第二阶段约在 20 世纪 30 ~ 50 年代, 也称动态生化阶段。这一阶段的主要特点是研究体内物质的变化, 即代谢途径。该时期的突出成就是确定了糖酵解、三羧酸循环以及脂肪分解等重要的代谢途径, 对三磷酸腺苷 (ATP) 在能量转换中的关键作用有了较深入的认识。第三阶段是从 20 世纪 50 年代开始, 也称分子生物学阶段。这一阶段的主要特点是研究生物大分子的结构与功能。1953 年, Watson 和 Crick 提出了 DNA 双螺旋结构模型, 这是生物化学发展进入分子生物学时代的重要标志。该时期的主要大事件包括遗传信息传递中心法则的提出、基因工程技术的建立和发展、核酶的发现、PCR 技术的建立以及人类基因组计划等。

第二节 生物化学的主要内容

一、生物分子的结构与功能

生物体由成千上万种化学成分共同组成, 包括无机物、有机小分子和生物大分子物质等。体内生物大分子物质结构复杂, 种类繁多, 但结构组成上有一定的规律性, 往往都是由某些基本结构单位按一定顺序和方式连接所形成的多聚体, 分子量一般大于 10^4 道尔顿。蛋白质、核酸、多糖等是体内重要的生物大分子物质, 它们都有各自的组成单位, 并按特定的方式构成多聚体。如, 蛋白质的组成单位是氨基酸, 氨基酸通过肽键相连构成蛋白质; 核酸的基本组成单位是核苷酸, 核苷酸通过磷酸二酯键相连构成核酸。生物大分子物质的重要特征之一是具有信息功能, 故也称之为生物信息分子。

二、物质代谢及其调节

生物体的基本特征之一是新陈代谢，个体每时每刻都在与外界环境进行物质交换，摄取养料，排泄废物，以维持内环境的相对稳定，从而延续生命。生物体内各种物质都按一定规律进行物质代谢，通过物质代谢为生命活动提供所需的能量，同时不断地通过代谢更新各种组织的化学成分。体内各种代谢途径正常进行并互相协调是正常生命过程的必要条件，如果代谢发生紊乱则会引起疾病。

三、基因表达及其调控

基因表达是指 DNA 分子中携带的遗传信息经转录、翻译等一系列阶段合成具有特定氨基酸序列的蛋白质分子的过程。基因表达调控是一个十分复杂而协调有序的过程，可在多阶段、多水平上进行，这种调控过程与细胞的正常生长、发育和分化等密切相关。

第三节 生物化学与医学及中医药学的关系

生物化学是一门基础医学的必修课，与医学有着紧密的联系。生物化学的理论和技術已广泛渗透和应用到生命科学、医学和中医药学的各个领域。由于生物化学及分子生物学理论和技术的发展，使人们不仅对许多疾病的本质有了更加深刻的认识，而且建立了新的诊治方法，特别是基因诊断和基因治疗等技术，必将为人类的健康事业带来更大的进步。祖国传统医学博大精深，但中医理论和技术要真正地走向现代化，面向世界，还需借助现代生物化学与分子生物学技术。在中医药理论精髓的指导下，将先进的分子生物学新技术引入到中医药研究中，必将对中医药学的进步和变革起到巨大的推动作用。

(贾连群)