

三年制护理专业技能型紧缺人才培养教材



SHENGWU HUAXUE  
**生物化学**

主编 蔡太生

河南科学技术出版社

三年制护理专业技能型紧缺人才培养教材

藏 章 (CIP) 图书登记证

· 基础医学教材· 卫生部教材· 临床医学教材· 护理学教材  
· 药学教材· 医学影像学教材· 医学检验学教材· 医学基础教材  
· 医学预防与卫生保健教材· 医学管理教材· 医学教材

# 生物化学

江苏工业学院图书馆  
藏书章

主编 寇太生

馆藏号: 420005

藏书人: 马春雷

日期: 2007.10.15

· 承蒙社会各界· 各图书馆· 各新闻媒体· 各高等院校·

河南科学技术出版社

· 郑州 ·

### 图书在版编目 (CIP) 数据

生物化学/蔡太生主编. —郑州：河南科学技术出版社，  
2005. 8  
(三年制护理专业技能型紧缺人才培养教材)  
ISBN 7 - 5349 - 3201 - 7

I. 生… II. 蔡… III. 生物化学 - 高等学校：技术  
学校 - 教材 IV. Q5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 074269 号

---

出版发行：河南科学技术出版社

地址：郑州市经五路 66 号 邮编：450002

电话：(0371) 65737028

责任编辑：马艳茹

责任校对：王艳红

封面设计：张伟

版式设计：栾亚平

印 刷：河南黄河印务有限公司

经 销：全国新华书店

幅面尺寸：185mm×260mm 印张：17.5 字数：399 千字

版 次：2005 年 8 月第 1 版 2005 年 8 月第 1 次印刷

印 数：1—8 000

定 价：28.00 元

---

如发现印、装质量问题，影响阅读，请与出版社联系。

## 《三年制护理专业技能型紧缺人才培养教材》编审委员会名单

主任 余万春

副主任 胡野 熊云新 王朝庄 高明灿 徐持华  
何从军 姚军汉 刘红 代亚丽 杨昌辉

委员 (按姓氏笔画排序)

丁运良	王左生	王红梅	王治国	王朝庄
代亚丽	刘红	严丽丽	李云英	李洪玲
李嗣生	杨巧菊	杨昌辉	何从军	何路明
余万春	张孟	张运晓	张松峰	胡野
姚军汉	贺伟	聂淑娟	徐持华	高明灿
盛秀胜	常桂梅	童晓云	蔡太生	熊云新

## 《三年制护理专业技能型紧缺人才培养教材》参编单位

巢湖职业技术学院

柳州医学高等专科学校

鹤壁职业技术学院

金华职业技术学院

南阳医学高等专科学校

商丘医学高等专科学校

雅安职业技术学院

陕西能源职业技术学院

新疆医科大学护理学院

张掖医学高等专科学校

焦作职工医学院

黄河科技学院

澍青医学高等专科学校

河南中医学院美豫国际中医学院

开封卫生学校

## **《生物化学》编委会名单**

**主 编** 蔡太生

**副主编** 鲁文胜 姜金玲

**编 委** (按姓氏笔画排序)

刘清涛 李珍珠 姜金玲 康爱英

鲁文胜 蔡太生

# 序

当前随着社会经济的发展，医疗卫生服务改革不断深入，社会对护理人才需求的数量、质量和结构提出新的更高的要求。为了全面落实国务院《关于大力推进职业教育改革与发展的决定》，教育部等六部门于2003年发出《教育部等六部门关于实施职业院校制造业和现代服务业技能型紧缺人才培养培训工程的通知》，教育部还会同卫生部等有关部门颁布了《三年制高等职业教育护理专业领域技能型紧缺人才培养指导方案》。

在全面启动护理专业技能型紧缺人才培养培训工作后，各院校都意识到，学校教学工作的中心是为社会输送大量适应现代社会发展和健康事业变化的实用型护理专业人才，选配一套能反映当前护理专业最新进展的教育教学内容，优化护理专业教育的知识结构和体系，注重护理专业知识学习和技能训练要求的教材，是一项当务之急的工作。

为了大力提高教学质量，积极推进课程和教材改革，河南科学技术出版社组织编写了这套《三年制护理专业技能型紧缺人才培养教材》。

2004年10月，河南科学技术出版社在河南省郑州市召开专题研讨会，来自全国8省区15所学校的领导与护理专业的专家30多人参加了会议，确定了“坚持以就业为导向，以能力为本位，面向市场、面向社会，为经济结构调整和科技进步服务，突出职业教育特色”的教材编写指导思想，确定了适应护理专业技能型紧缺人才培养培训目标的系列教材体系，并成立了教材编审委员会。2004年11月在安徽省黄山市召开了本套教材的主编会议，确定了教材编写体系，审定了编写大纲，制定了编写格式与要求，确定了编写进度。在各学校的大力支持下，相继召开了教材编写会议和审稿、定稿会议。

在编写过程中，为了使教材体现护理专业职业教育的性质、任务和培养目标，符合护理专业职业教育的课程教学基本要求和岗位资格的要求，体现思想性、科学性、适合国情的先进性和教学适用性，力求做到以下几点：一是以综合素质为基础，以能力为本位，培养学生对护理专业的爱岗敬业精神；二是适应护理专业的发展，教学内容上体现先进性和前瞻性，充分反映护理领域的新的知识、新技术、新方法；三是理论知识基本要求以“必需、够用”为原则，将更多的篇幅用于强化学生的技能操作，突出如何提高护理专业学生的技能。

编写本套教材，公共课部分多数未涉及，集中精力规划了专业基础课、职业技术课。本着从实际出发，探索创新的态度，编审委员会对部分教材名称慎重推敲，并对个别教材名称略做调整，如《正常人体功能》调整为《生理学》，《护用药理》调整为

《药理学》，《异常人体结构与功能》调整为《病理学》，《常用护理技术》调整为《护理技术》，《病原生物与免疫》调整为《免疫学与病原生物学》。最后确定编写 21 种教材，包括《心理学基础》、《护理伦理与法规》、《护理管理学》、《正常人体结构》、《医用化学》、《生理学》、《生物化学》、《免疫学与病原生物学》、《药理学》、《病理学》、《护理学导论》、《健康评估》、《营养与膳食》、《护理技术》、《母婴护理》、《儿童护理》、《成人护理》、《老年护理》、《社区护理》、《急救护理》、《心理与精神护理》。本套教材不仅可供三年制护理专业学生使用，其中的部分教材也可供其他相关医学专业学生配套使用。

本套教材的编写得到所有参编院校领导的大力支持，编审委员会从各院校推荐的众多教师中认真遴选出部分学术造诣较深、教学经验丰富的教师担任主编和编委。各位编写人员也克服了时间紧、任务重的困难，按时圆满完成写作任务。在此谨向参编单位的领导和同仁表示由衷的感谢。

尽管我们尽了最大努力，但是由于时间仓促，水平和能力有限，不足之处在所难免，敬请有关专家和广大读者批评指正。本套教材的出版将是一个起点，今后将根据广大师生和读者提出的宝贵意见、学科发展和教学的实际需要，不断修订完善。



《三年制护理专业技能型紧缺人才培养教材》  
编审委员会主任

2005 年 6 月

## 前 言

本书为《三年制护理专业技能型紧缺人才培养教材》之一。针对护理专业技能型紧缺人才培养目标和培养对象，编写力求做到概念清晰、重点突出、内容适当、联系实际，同时注重反映生化研究新进展和医学特点。

全书分四篇，共十九章。第一章为绪论，主要介绍生物化学的概念、主要研究内容、发展简史，以及生物化学与医学各学科的关系。第一篇：物质结构与功能，包括蛋白质结构与功能、核酸结构与功能、酶和维生素四章。第二篇：物质代谢与调节，包括糖代谢、脂类代谢、氧代谢、氨基酸代谢、核苷酸代谢和物质代谢的联系与调节六章。第三篇：遗传信息的传递，包括DNA的生物合成、RNA的生物合成和蛋白质的生物合成三章。第四篇：专题篇，包括水和无机盐代谢、酸碱平衡、肝胆生物化学、细胞间信息的传递和分子生物学常用技术与人类基因组计划五章。专题篇中分子生物学常用技术与人类基因组计划一章，介绍了生物化学与分子生物学的新技术和新进展，内容可供学生自学或作专题讲座使用。

为了便于教与学，本教材在编写方法上，力求突出基本概念和基本知识。在各章的开始列出了“学习目标”，每章的最后增加了“小结”，旨在帮助学生掌握各章的要点。

在本教材编写过程中，教材编审委员会和鹤壁职业技术学院给予了大力支持。各位编者高度的责任心和严谨的治学态度为教材的及时出版奠定了良好的基础。张建洲、李红平二位老师协助整理文稿并制作部分插图，在此一并致谢。

由于作者水平有限，书中难免有不当之处，敬请广大读者批评指正。

纂太生

2005年5月

第一章 绪论	1
一、生物化学研究的主要内容	1
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、蛋白质的元素组成	6
二、组成蛋白质的基本单位——氨基酸	7
三、蛋白质分子中氨基酸的连接方式	9
第二节 蛋白质的分子结构	10
一、蛋白质分子的一级结构	10
二、蛋白质分子的空间结构	11
第三节 蛋白质的理化性质	15
一、蛋白质的两性解离性质	15
二、蛋白质的高分子性质	16
三、蛋白质的变性	17
四、蛋白质的沉淀	17
五、蛋白质的紫外吸收性质及重要呈色反应	18
第四节 蛋白质结构与功能的关系	18
一、蛋白质一级结构与功能的关系	18
二、蛋白质空间结构与功能的关系	19
第五节 蛋白质的分类	20
一、按组成分类	20
第二章 核酸的结构与功能	25
第一节 核酸的化学组成	25
一、核酸的元素组成	25
二、核酸的基本组成单位——核苷酸	26
三、体内某些重要的核苷酸衍生物	28
第二节 DNA 的结构与功能	28
一、DNA 的一级结构	28
二、DNA 的二级结构	30
三、DNA 的超螺旋结构	31
四、DNA 的功能	31
第三节 RNA 的结构与功能	32
一、mRNA 的结构与功能	32
二、tRNA 的结构与功能	32
三、rRNA 的结构与功能	33
第四节 核酸的理化性质及其应用	34
一、核酸的一般性质	34
第三章 生物化学与医学	35
第一节 生物化学在医学中的应用	35
一、生物化学在疾病的诊断和治疗中的应用	35
二、生物化学在疾病的预防和治疗中的应用	36
第二节 生物化学在药物设计中的应用	36
一、药物的代谢与药动学	36
二、药物的作用机制与疗效评价	37
第三节 生物化学在食品科学中的应用	37
一、食品的营养价值与成分分析	37
二、食品的加工与贮藏	38
第四节 生物化学在环境科学中的应用	38
一、环境污染物的生物降解	38
二、生物修复技术的应用	39
第五节 生物化学在农业科学中的应用	39
一、作物的营养与生长调节	39
二、植物病害与防治	40
第六节 生物化学在工业生产中的应用	40
一、生物工程在工业生产中的应用	40
二、生物催化在工业生产中的应用	41
第七节 生物化学在其他领域的应用	41
一、生物信息学与系统生物学	41
二、生物多样性与生态学	42
三、生物伦理与社会问题	42

第一篇 物质结构与功能

二、核酸的紫外吸收性质 .....	34	一、酶与疾病的发生 .....	49
三、DNA 的变性、复性与分子杂交 ..	35	二、酶与疾病的诊断 .....	49
<b>第四章 酶.....</b>	<b>38</b>	三、酶与疾病的治疗 .....	50
<b>第一节 酶的分子结构与功能</b>		四、酶在医学上的其他应用 .....	50
.....	38	<b>第五章 维生素.....</b>	52
一、酶的分子组成 .....	38	<b>第一节 概述</b> .....	52
二、酶的活性中心 .....	39	一、维生素的概念 .....	52
<b>第二节 体内酶的特殊存在形式</b> .....	40	二、维生素的命名和分类 .....	52
一、酶原 .....	40	三、维生素缺乏病的发生原因 .....	53
二、同工酶 .....	41	<b>第二节 脂溶性维生素</b> .....	53
<b>第三节 酶促反应的特点与机制</b> .....	41	一、维生素 A .....	53
一、酶促反应的特点 .....	41	二、维生素 D .....	56
二、酶促反应的机制 .....	42	三、维生素 E .....	57
<b>第四节 酶促反应动力学</b> .....	43	四、维生素 K .....	58
一、底物浓度对酶促反应速度的影响 .....	43	<b>第三节 水溶性维生素.....</b>	58
二、酶浓度对酶促反应速度的影响 .....	44	一、维生素 B <sub>1</sub> .....	58
三、温度对酶促反应速度的影响 .....	44	二、维生素 B <sub>2</sub> .....	59
四、pH 值对酶促反应速度的影响 .....	45	三、维生素 PP .....	60
五、激活剂对酶促反应速度的影响 .....	45	四、维生素 B <sub>6</sub> .....	60
六、抑制剂对酶促反应速度的影响 .....	46	五、泛酸 .....	61
<b>第五节 酶的分类与命名</b> .....	48	六、生物素 .....	61
一、酶的分类 .....	48	七、叶酸 .....	62
二、酶的命名 .....	49	八、维生素 B <sub>12</sub> .....	63
<b>第六节 酶与医学的关系</b> .....	49	九、维生素 C .....	63
<b>第二篇 物质代谢与调节</b>			
<b>第六章 糖代谢.....</b>	<b>69</b>	<b>第一节 有氧氧化反应过程</b> .....	73
<b>第一节 概述</b> .....	69	<b>第二节 有氧氧化的调节</b> .....	76
一、糖的生理功能 .....	69	<b>第三节 有氧氧化的生理意义</b> .....	76
二、糖代谢的概况 .....	69	<b>第四节 磷酸戊糖途径</b> .....	77
<b>第二节 糖的无氧分解</b> .....	70	一、磷酸戊糖途径的反应过程 .....	78
一、糖酵解反应过程 .....	70	二、磷酸戊糖途径的生理意义 .....	78
二、糖酵解的调节 .....	72	<b>第五节 糖原的合成与分解</b> .....	79
三、糖酵解的生理意义 .....	73	一、糖原的合成代谢 .....	80
<b>第三节 糖的有氧分解</b> .....	73	二、糖原的分解代谢 .....	81



三、糖原合成与分解代谢的调节	82	一、甘油三酯的分解代谢	111
<b>第六节 糖异生</b>	<b>83</b>	二、甘油三酯的合成代谢	116
一、糖异生途径	84	<b>第四节 磷脂代谢</b>	118
二、糖异生的调节	84	一、磷脂的基本结构与分类	118
三、糖异生的生理意义	84	二、甘油磷脂的代谢	118
<b>第七节 血糖及其调节</b>	<b>86</b>	<b>第五节 胆固醇代谢</b>	120
一、血糖的来源和去路	86	一、胆固醇的生物合成	120
二、血糖水平的调节	86	二、胆固醇的酯化	122
三、血糖水平异常	87	三、胆固醇的转化与排泄	122
<b>第七章 氧代谢</b>	<b>90</b>	<b>第九章 氨基酸代谢</b>	125
<b>第一节 概述</b>	<b>90</b>	<b>第一节 蛋白质的营养作用</b>	125
一、氧代谢的类型	90	一、蛋白质的生理功能	125
二、参与氧代谢的酶类	91	二、蛋白质的需要量与营养价值	126
三、氧的生理功能	92	<b>第二节 氨基酸的一般代谢</b>	126
<b>第二节 线粒体氧的代谢</b>	<b>92</b>	一、氨基酸脱氨基作用	127
一、呼吸链的组成	92	二、氨的代谢	129
二、呼吸链的类型	95	三、 $\alpha$ -酮酸的代谢	132
三、ATP 的生成	96	<b>第三节 个别氨基酸的代谢</b>	133
<b>第三节 微粒体氧的代谢</b>	<b>98</b>	一、氨基酸的脱羧基作用	133
一、加双氧酶	98	二、一碳单位的代谢	135
二、加单氧酶	99	三、含硫氨基酸的代谢	136
三、微粒体氧代谢的意义	99	四、芳香族氨基酸的代谢	137
<b>第四节 活性氧的代谢</b>	<b>99</b>	<b>第十章 核苷酸代谢</b>	140
一、活性氧的含义	100	<b>第一节 嘌呤核苷酸代谢</b>	140
二、活性氧的生成与清除	100	一、嘌呤核苷酸的合成代谢	140
三、体内活性氧增加的原因	101	二、嘌呤核苷酸的分解代谢	143
四、防止体内活性氧过量的措施	102	<b>第二节 嘧啶核苷酸代谢</b>	145
<b>第八章 脂类代谢</b>	<b>104</b>	一、嘧啶核苷酸的合成代谢	145
<b>第一节 概述</b>	<b>104</b>	二、嘧啶核苷酸的分解代谢	147
一、脂类在体内的分布	104	<b>第十一章 物质代谢的联系与调节</b>	149
二、脂类的生理功能	106	<b>第一节 物质代谢的联系</b>	149
<b>第二节 血脂与血浆脂蛋白</b>	<b>107</b>	一、营养物质代谢的共同规律	149
一、血脂	107	二、三大营养物质代谢的相互联系	150
二、血脂的来源与去路	107	三、组织、器官的代谢特点及联系	151
三、血浆脂蛋白的分类、组成及结构	108	<b>第二节 物质代谢的调节</b>	154
四、血浆脂蛋白代谢异常	110	一、细胞水平的代谢调节	154
<b>第三节 甘油三酯代谢</b>	<b>111</b>	二、激素水平的代谢调节	158
		三、整体调节	159



III	植物的光合磷酸化与光合磷酸盐	58	章断酶的分布与结合部位	三																																																																					
011	概述与综合		·半胱氨酸	第六章																																																																					
811	核酸与蛋白质		·谷胱甘肽	—																																																																					
811	大分子的基因组学		·胱氨酸	—																																																																					
<b>第三篇 遗传信息的传递</b>																																																																									
<b>第十二章 DNA 的生物合成(复制)</b>																																																																									
021	概述与细胞生物学	163	二、转录的延伸	176																																																																					
021	第一节 DNA 的半保留复制	163	三、转录的终止	176																																																																					
021	一、半保留复制的概念	163	第三节 真核生物转录后加工	177																																																																					
021	二、参与 DNA 复制的重要成分	164	一、mRNA 转录后的加工	177																																																																					
021	三、复制的过程	168	二、tRNA 转录后的加工	178																																																																					
021	第二节 DNA 的损伤和修复	169	三、rRNA 转录后的加工	178																																																																					
021	一、DNA 的损伤	169	<b>第十四章 蛋白质的生物合成(翻译)</b>																																																																						
021	二、DNA 损伤的修复	170	一、蛋白质的生物合成过程	180																																																																					
021	第三节 逆转录现象与逆转录酶	171	二、参与蛋白质合成的物质	180																																																																					
021	一、逆转录现象	171	三、蛋白质生物合成过程	183																																																																					
021	二、逆转录酶	172	四、蛋白质合成后的加工	186																																																																					
<b>第十三章 RNA 的生物合成(转录)</b>																																																																									
021	概述与转录机制	174	四、蛋白质生物合成与医学的关系	187																																																																					
021	第一节 模板和酶	174	<b>第二节 基因表达的调控与癌基因</b>																																																																						
021	一、转录模板	175	一、基因表达的基本概念	188																																																																					
021	二、RNA 聚合酶	175	二、原核生物基因表达的调控	188																																																																					
021	第二节 转录过程	175	三、真核生物基因表达的调控	190																																																																					
021	一、转录的起始	175	四、癌基因与抑癌基因	190																																																																					
021	概述与转录机制		<b>第四篇 专题篇</b>																																																																						
021	概述与转录机制		021	概述与转录机制		021	概述与转录机制		<b>第十五章 水和无机盐代谢</b>					<b>第一节 体液</b>					021	一、体液的分布与含量	194	三、钾的代谢	200	021	二、体液的电解质组成与分布特点	195	第四节 钙磷代谢	201	021	三、体液的交换	196	一、钙磷在体内的分布与功能	201	021	第二节 水平衡	197	二、钙磷的吸收与排泄	202	021	一、水的生理功能	197	三、血钙和血磷	203	021	二、水的摄入与排出	197	四、钙磷与骨的关系	204	021	第三节 电解质平衡	199	五、钙磷代谢的调节	205	021	一、电解质的生理功能	199	第五节 镁的代谢	206	021	二、钠、氯代谢	200	一、镁的含量与分布	206	021			二、镁的吸收与排泄	206	021			三、镁的生理作用	206
021	概述与转录机制		021	概述与转录机制		<b>第十五章 水和无机盐代谢</b>					<b>第一节 体液</b>					021	一、体液的分布与含量	194	三、钾的代谢	200	021	二、体液的电解质组成与分布特点	195	第四节 钙磷代谢	201	021	三、体液的交换	196	一、钙磷在体内的分布与功能	201	021	第二节 水平衡	197	二、钙磷的吸收与排泄	202	021	一、水的生理功能	197	三、血钙和血磷	203	021	二、水的摄入与排出	197	四、钙磷与骨的关系	204	021	第三节 电解质平衡	199	五、钙磷代谢的调节	205	021	一、电解质的生理功能	199	第五节 镁的代谢	206	021	二、钠、氯代谢	200	一、镁的含量与分布	206	021			二、镁的吸收与排泄	206	021			三、镁的生理作用	206			
021	概述与转录机制		<b>第十五章 水和无机盐代谢</b>					<b>第一节 体液</b>					021	一、体液的分布与含量	194	三、钾的代谢	200	021	二、体液的电解质组成与分布特点	195	第四节 钙磷代谢	201	021	三、体液的交换	196	一、钙磷在体内的分布与功能	201	021	第二节 水平衡	197	二、钙磷的吸收与排泄	202	021	一、水的生理功能	197	三、血钙和血磷	203	021	二、水的摄入与排出	197	四、钙磷与骨的关系	204	021	第三节 电解质平衡	199	五、钙磷代谢的调节	205	021	一、电解质的生理功能	199	第五节 镁的代谢	206	021	二、钠、氯代谢	200	一、镁的含量与分布	206	021			二、镁的吸收与排泄	206	021			三、镁的生理作用	206						
<b>第十五章 水和无机盐代谢</b>																																																																									
<b>第一节 体液</b>																																																																									
021	一、体液的分布与含量	194	三、钾的代谢	200																																																																					
021	二、体液的电解质组成与分布特点	195	第四节 钙磷代谢	201																																																																					
021	三、体液的交换	196	一、钙磷在体内的分布与功能	201																																																																					
021	第二节 水平衡	197	二、钙磷的吸收与排泄	202																																																																					
021	一、水的生理功能	197	三、血钙和血磷	203																																																																					
021	二、水的摄入与排出	197	四、钙磷与骨的关系	204																																																																					
021	第三节 电解质平衡	199	五、钙磷代谢的调节	205																																																																					
021	一、电解质的生理功能	199	第五节 镁的代谢	206																																																																					
021	二、钠、氯代谢	200	一、镁的含量与分布	206																																																																					
021			二、镁的吸收与排泄	206																																																																					
021			三、镁的生理作用	206																																																																					



<b>第六节 微量元素代谢</b>	207	<b>四、影响生物转化作用的因素</b>	235
一、微量元素	207	<b>第三节 胆汁与胆汁酸的代谢</b>	236
二、铁的代谢	207	一、胆汁	236
三、锌的代谢	208	二、胆汁酸的生理功用	236
四、铜的代谢	208	三、胆汁酸的代谢	237
五、硒的代谢	209	<b>第四节 胆色素代谢与黄疸</b>	238
六、锰的代谢	210	一、胆红素的生成	238
七、碘的代谢	210	二、胆红素的运输	238
八、其他微量元素	211	三、胆红素在肝中的代谢	239
<b>第十六章 酸碱平衡</b>	214	四、胆红素在肠中的变化及胆素原的肠	
<b>第一节 体内酸碱物质的来源</b>	214	肝循环	240
一、酸性物质的来源	214	五、胆色素代谢与黄疸	241
二、碱性物质的来源	215	<b>第十八章 细胞间信息的传递</b>	244
<b>第二节 酸碱平衡的调节</b>	215	<b>第一节 信息物质</b>	244
一、血液缓冲体系的缓冲作用	215	一、细胞间信息物质	244
二、肺对酸碱平衡的调节作用	218	二、细胞内信息物质	245
三、肾脏对酸碱平衡的调节作用	218	<b>第二节 受体</b>	245
<b>第三节 酸碱平衡与电解质代谢的</b>		一、受体的种类、分子结构与功能	245
关系	221	二、受体与配体结合的特点	247
一、酸碱平衡与血钾浓度的关系	221	<b>第三节 信息的传递途径</b>	247
二、酸碱平衡与血氯浓度的关系	222	一、膜受体介导的信息传递	247
三、阴离子间隙	222	二、膜内受体介导的信息传递	251
<b>第四节 酸碱平衡紊乱</b>	223	<b>第四节 信息传递与疾病</b>	251
一、酸碱平衡紊乱的基本类型	223	一、信息传递与疾病的發生	251
二、判断酸碱平衡紊乱的生化指标	225	二、信息传递与疾病的治疗	252
<b>第十七章 肝胆生物化学</b>	229	<b>第十九章 分子生物学常用技术与人类</b>	
<b>第一节 肝脏在物质代谢中的重要作用</b>		<b>基因组计划</b>	254
用	229	<b>第一节 基因工程</b>	254
一、肝脏在糖代谢中的作用	230	一、重组 DNA 技术的基本过程	254
二、肝脏在脂类代谢中的作用	230	二、重组 DNA 技术与医学的关系	256
三、肝脏在蛋白质代谢中的作用	231	<b>第二节 核酸分子杂交与印迹技术</b>	
四、肝脏在维生素代谢中的作用	231	一、核酸分子杂交	257
五、肝脏在激素代谢中的作用	232	二、探针技术	257
<b>第二节 肝脏的生物转化作用</b>	232	三、印迹技术	257
一、生物转化作用的概念与生理意义		<b>第三节 PCR 技术</b>	258
	232	<b>第四节 DNA 芯片技术</b>	259
二、生物转化的反应类型	232	一、DNA 芯片技术的概念	260
三、生物转化的反应特点	235		

二、DNA 芯片技术的基本原理与方法	.....	261
	260	
三、DNA 芯片技术的应用	.....	261
第五节 人类基因组计划与后基因组 研究	.....	261
一、人类基因组计划	.....	261
二、后基因组研究	.....	262
主要参考文献	.....	265

# 第一章 絮 论

生物化学 (biochemistry) 即生命的化学。它是一门主要运用化学的原理和方法研究生物体的化学组成与结构、物质代谢与调节及其生理功能的科学。随着研究的深入和发展，生物化学已融入了生物学、物理学、微生物学、免疫学及遗传学等知识和技术，正在逐步成为生命科学的共同语言。人们通常将针对生物大分子结构、功能及其代谢调控的研究，称为分子生物学 (molecular biology)。因此，从广义角度来看，分子生物学是生物化学的重要组成部分。

生物化学研究所有的生命形式。研究人体的生物化学也称为人体生物化学或医学生物化学。生物化学对医学的发展起着重要的促进作用。

## 一、生物化学研究的主要内容

### (一) 生物体的化学组成、结构及功能

人体有各种组织、器官构成，各组织器官又以细胞为基本组成单位。每个细胞由成千上万种化学物质组成，包括无机物、有机小分子和生物大分子等。

人体内的化学元素主要有碳、氢、氧、氮、钙、磷、硫、镁、钾、钠、氯、铁等，此外尚有占体重 0.01% 以下的微量元素，如锌、铜、碘、硒、锰等。有机小分子包括各种有机酸、有机胺、氨基酸、核苷酸、单糖、维生素等，他们与体内物质代谢、能量代谢密切相关。

生物大分子主要指蛋白质、核酸、多糖、蛋白聚糖、复合脂类等。他们通常是由某些基本结构单位按一定顺序和方式连接形成的多聚体 (polymer)，相对分子质量一般大于  $10^4$ 。尽管生物大分子种类繁多、结构复杂、功能各异，但其共有的特征之一是具有信息功能，由此也称之为生物信息分子。

对生物大分子的研究，除了确定其基本结构外，更重要的是研究其空间结构及其功能的关系。结构是功能的基础，而功能则是结构的体现。结构与功能之间的关系研究是当今生物化学的热点之一。

### (二) 物质代谢及其调节

生命体的最基本特征是新陈代谢，它可分为合成代谢和分解代谢两个方向相反的代谢过程。即机体在生命活动中，一方面不断地从外界环境摄取氧气和营养物质，并将其转化成自身的组成成分，以实现生长发育和组成成分的更新，同时储存能量，这称为合成代谢；另一方面，体内的组成成分不断地分解，转化成代谢终产物，并将其排出体

外，同时释放能量供机体利用，这称为分解代谢。新陈代谢过程中的物质合成代谢和分解代谢总称为物质代谢，能量的释放利用和储存转化则称为能量代谢。物质代谢与能量代谢密切相关，相互依存。

生物体内的物质代谢主要包括糖、脂类、蛋白质和核酸代谢，其本质是一系列复杂的化学反应过程。这些反应过程绝大部分是由酶催化的，在神经、激素等全身性调节因素的作用下，酶的活性或含量的变化对物质代谢的调节起着重要作用。目前对生物体内的主要物质代谢途径虽已基本清楚，但仍有许多的问题有待探讨。如物质代谢有序性调节的分子机制尚需进一步阐明；细胞信息传递的机制及网络也是近代生物化学研究的课题。

### （三）基因信息的传递及其调控

在生物体内，每一次细胞分裂增殖都包含着细胞核内遗传物质的复制与遗传信息的传递。遗传信息的传递涉及到遗传、变异、生长、分化等诸多生命过程。个体的遗传信息以基因为单位储存于 DNA 分子中，研究 DNA 的复制、RNA 转录、蛋白质生物合成等基因信息传递过程的机制及基因表达时调控的规律，是生物化学的又一主要内容。

随着人类基因组计划 (human genome project, HGP) 的最终完成，包含 (3~4) 万个基因的人类染色体核苷酸序列将全部测定出来。在利用分子生物学技术深入探讨各种疾病发病机制的过程中，从基因水平深入理解疾病的发病机制，将为研究这些疾病的发生、发展、诊断、治疗及预后提供新的手段。

## 二、生物化学发展简史

生物化学的研究始于 18 世纪。18 世纪中叶，由于药物的化学分析，第一次从动植物材料中分离出乳酸、柠檬酸、酒石酸、苹果酸、尿酸和甘油等，居住在瑞典的德国药剂师舍勒 (K. W. Scheele) 在这方面做出了贡献。1785 年，法国著名化学家拉瓦锡 (A. L. Lavoisier) 阐明了呼吸过程的本质及其与氧化作用的关系。

18 世纪中叶至 20 世纪初是生物化学初期阶段，主要研究生物体的化学组成，所以这一阶段也被称作“叙述生物化学”阶段。其间的主要贡献有：对脂类、糖类及氨基酸的性质进行了较为系统的研究；发现了核酸；化学合成了简单的多肽；在酵母发酵过程中发现了酶，并认识了酶的基本特性。

1903 年，纽堡 (Neuberg) 提出了“生物化学”名称，使生物化学从生理学中分离出来成为一门独立的科学。从此，生物化学进入了蓬勃发展阶段。在营养学方面，发现了人类必需氨基酸、必需脂肪酸及多种维生素；在内分泌方面，发现了多种激素；在酶学方面，酶结晶获得成功；在物质代谢方面，对生物体内主要物质的代谢途径已基本确定，包括糖代谢的酶促反应过程、脂肪酸  $\beta$ -氧化、尿素合成途径等。因此，这一时期也被称为“动态生物化学”阶段。

1953 年，沃森 (J. D. Watson) 和克里克 (F. H. Crick) 提出了 DNA 双螺旋结构模型，以此为重要标志，生物化学的发展进入了分子生物学时代。到 60 年代中后期，克里克和尼伦伯格等已初步确立了遗传信息传递的中心法则，并破译了 RNA 分子中的遗传密码等。这些成果深化了人们对核酸和蛋白质的关系及其在生命活动中的认识。70



年代，重组 DNA 技术的建立不仅促进了对基因表达调控的研究，而且使人们主动改造生物体成为可能。由此，相继获得了多种基因工程产品，大大推进了医药工业和农业发展。80 年代，核酶（ribozyme）的发现补充了人们对生物催化剂本质的认识。聚合酶链反应（PCR）技术的发明，更使人们在体外高效扩增 DNA 成为可能。

1990 年，美国正式启动了人类基因组计划（HGP），目标是在 15 年（1991~2005 年）内完成人类基因组 DNA 30 亿碱基对的全部测序工作，绘制出人类基因的基因图谱、物理图谱和序列图谱。在此基础上，后基因组计划将进一步深入研究各种基因的功能与调节。这些研究结果必将进一步加深人们对生命本质的认识，也会极大地推动医学的发展。近 20 年来，诺贝尔医学和生理学奖及一些诺贝尔化学奖几乎都授予从事生物化学和分子生物学的科学家，这足以说明生物化学学科在生命科学中的重要作用和地位。

我国对生物化学的发展也做出了重大贡献。早在公元前 21 世纪，我国人民已能用“曲”作“媒”（即酶）催化谷类淀粉发酵酿酒。公元前 12 世纪，已能制酱、制饴，还能将酒发酵成醋，这些都是近代发酵工业的先驱。公元前 2 世纪，已能提取豆类蛋白质制豆腐，这是人类从豆类提取并凝固蛋白质的开端。公元 4 世纪，万洪（晋朝）用含碘丰富的海藻治疗地方性甲状腺肿。公元 7 世纪，孙思邈用含维生素 B<sub>1</sub> 的车前子、防风、杏仁、大豆、槟榔等治疗脚气病。由此可见，我国古代劳动人民很早就开始在生产和生活中总结并运用生物化学知识和技术。在近代生物学发展中，我国生物化学家吴宪等创立了血滤液的制备及血糖测定方法，提出了蛋白质变性学说，并在抗原抗体反应机制的研究方面也做出了重大贡献。1965 年，我国生物化学工作者首先采用人工方法合成了具有生物活性的胰岛素。1981 年又成功地合成了酵母丙氨酸 tRNA。近年来，我国在基因工程、蛋白质工程、人类基因组计划以及基因的克隆与功能研究等方面均取得了重大成果，我国生物化学正在迅速地向国际先进水平看齐。

### 三、生物化学与医学

生物化学是一门必修的基础医学课程，它的理论和技术已渗透到其他基础医学和临床医学的各个领域，被用以解决医学各门学科中存在的问题。

#### （一）生物化学与基础医学的关系

从分子水平阐明疾病发生的机制、药物作用的机制及其在体内的代谢过程等都必须以生物化学知识为基础。生物化学实验技术，如蛋白质和核酸分离、纯化、分析等技术也已广泛应用于组织学、免疫学、药理学等学科的研究之中。随着新知识的不断涌现、学科间的相互渗透，逐步出现了一批交叉学科，如分子免疫学、分子病理学、分子药物学、分子遗传学、生物工程学等。生物化学与其他医学基础学科的关系正变得越来越密切。

#### （二）生物化学与临床医学的关系

随着现代医学的发展，临床医学正在越来越多地借助生物化学的理论和技术诊断、治疗和预防疾病。例如：近年来，由于生物化学和分子生物学的迅速发展，大大加深了人们对恶性肿瘤、遗传性疾病、代谢异常疾病、心血管疾病、神经系统疾病、免疫缺陷