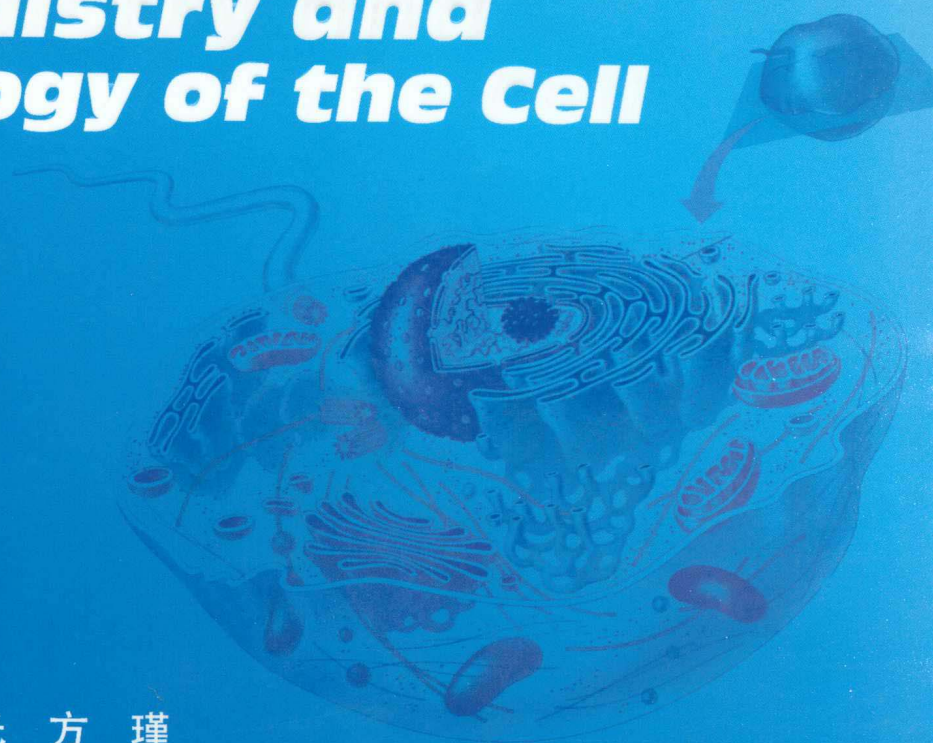


全国高等医学院校改革教材

供本科临床医学、医学技术、预防医学等相关医学类专业使用

细胞的化学与生物学

Chemistry and Biology of the Cell



主编/孙黎光 方 瑾

 人民军医出版社
PEOPLE'S MILITARY MEDICAL PRESS

全国高等院校生物化学教材系列

主编：李金明、王学明、陈建、王学明、陈建、王学明、陈建、王学明、陈建

细胞的化学与生物学

Chemistry and Biology of the Cell

李金明、王学明、陈建、王学明、陈建、王学明、陈建、王学明、陈建

高等教育出版社
Higher Education Press



全国高等医学院校改革教材

供本科临床医学、医学技术、预防医学等相关医学类专业使用

细胞的化学与生物学

Chemistry and Biology of the Cell

主 编 孙黎光 方 瑾

编 者 (以姓氏笔画为序)

于 敏	于爱鸣	王国丽	王桂玲
方 瑾	冯 晨	邢 伟	刘 莹
刘 琦	刘素媛	关一夫	孙黎光
李 丰	李雪松	张 杰	张惠丹
邵阳光	武迪迪	罗 阳	高 芸
魏金荣			

 人民军医出版社

PEOPLE'S MILITARY MEDICAL PRESS

北 京

图书在版编目 (CIP) 数据

细胞的化学与生物学 / 孙黎光, 方瑾主编. —北京: 人民军医出版社, 2008.11

全国高等医学院校改革教材

ISBN 978-7-5091-2056-9

I. 细… II. ①孙…②方… III. 细胞学: 生物化学—医学院校—教材 IV. Q26

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 140880 号

策划编辑: 徐卓立

文字编辑: 秦 珑 黄维佳

责任审读: 周晓洲

出 版 人: 齐学进

出版发行: 人民军医出版社

经销: 新华书店

通信地址: 北京市 100036 信箱 188 分箱 邮编: 100036

质量反馈电话: (010) 51927270; (010) 51927283

邮购电话: (010) 51927252

策划编辑电话: (010) 51927300 转 8743

网址: www.pmmp.com.cn

印刷: 北京京海印刷厂

装订: 京兰装订有限公司

开本: 787mm×1092mm 1/16

印张: 36.75 字数: 894 千字

版、印次: 2008 年 11 月第 1 版第 1 次印刷

印数: 0001~2300

定价: 66.00 元

版权所有 侵权必究

购买本社图书, 凡有缺、倒、脱页者, 本社负责调换

内容提要

SUMMARY

本书是在高等医学教育领域课程体系改革中涌现出的全新教材。它将生物化学与细胞生物学课程进行了有机整合,分7个部分介绍了细胞的化学组成与基本结构、生物大分子的结构与功能、细胞结构与功能、物质代谢与调节、基因的信息传递、细胞增殖与调控、细胞分子生物学技术等内容。这不但符合当前多学科融合的战略转变要求,而且有利于培养适应现代医学发展的新型医药人才。

本书内容紧凑,图片精美,可作为高等医学院校的基础医学本科教材,也可供广大教师、医务工作者及自学者学习参考。

前言

PREFACE

近年来,随着社会对高等医药人才的需求不断增加,许多发达国家都在积极探索医药领域的高等教育改革,课程体系的改革就是其中的重要内容之一,这也是决定高等教育改革是否能适应当前发展形势需要的关键步骤。目前,各国的改革都在进行中,尤其是美国哈佛大学医学院的课程体系整合已经引起了医学界的广泛关注。他们认为,当代科学技术呈现出既高度分化又高度综合的特点,并表现出以高度综合为主体的整体化发展趋势,因此,各领域常依靠多学科融合的战略来解决相关问题,于是,新的学科就此应运而生。中国医科大学在美国中华医学基金会(CMB)及国家教育部的课题资助下,在国内率先进行了基础医学和临床医学课程体系的整合尝试。《细胞的化学与生物学》就是借鉴美国哈佛大学医学院的经验,为生物化学与细胞生物学课程整合而编写的一本全新教材。

生物化学与细胞生物学是生物学中的前沿学科,由于分子生物学的迅速崛起,使这两门课程的理论基础和实验技术方法出现了许多相似之处。为了减轻学生负担,让学生有更多时间接触临床,了解医学科技的前沿发展,培养学生的创新精神和能力,我们借鉴美国哈佛大学医学院的经验,自2000年起将生物化学与细胞生物学两门课程整合为“细胞的化学与生物学”这样一门新的课程(Chemistry and Biology of the Cell, CBC),就此打破两门学科的界限,重组了课程的内容,使之尽可能地有机融合在一起。我们按照知识的系统性、完整性将内容重新划分为7个部分,即细胞的化学组成与基本结构、生物大分子的结构与功能、细胞结构与功能、物质代谢与调节、基因的信息传递、细胞增殖与调控、细胞分子生物学技术。在编写中,我们特别注意了相关知识的连贯性和系统性,同时还注意强化了课程衔接时的重组及基础医学与临床医学的相互联系,使整合后的学科更加有利于培养学生认识个体发生和疾病产生变化的唯物观、发展观,有利于启发学生在认识生命、防治疾病等学习中的主动性和创新思维。

本书可作为高等医学院校的教材,也可供广大教师、医务工作者及自学者学习参考。中国医科大学美术室的王凤珍、李文成、李虹、姚丽莹等绘制了教材的部分插图,在此一并表示感谢。

由于本书内容为初次编写,如有不当之处,敬请读者斧正。

孙黎光 方瑾

2008-06-25

目 录

CONTENTS

第一篇 细胞的化学组成与基本结构

第1章 细胞的化学组成..... 2	四、核苷酸..... 6
第一节 水..... 2	第四节 生物大分子..... 7
第二节 无机盐..... 3	第2章 细胞的基本结构..... 9
第三节 有机小分子..... 3	第一节 原核细胞..... 9
一、糖类..... 3	第二节 真核细胞..... 10
二、脂肪酸..... 3	第三节 原核细胞与真核细胞 的比较..... 11
三、氨基酸..... 6	

第二篇 生物大分子的结构与功能

第3章 蛋白质的结构与功能..... 14	一、蛋白质一级结构与功能..... 31
第一节 蛋白质的分子组成..... 14	二、蛋白质空间构象与功能..... 33
一、氨基酸..... 14	第五节 蛋白质的分类..... 35
二、肽键与肽链..... 18	一、根据蛋白质分子组成分类..... 35
三、生物活性肽..... 20	二、根据蛋白质形状分类..... 36
第二节 蛋白质的分子结构..... 21	三、根据蛋白质功能分类..... 36
一、蛋白质的一级结构..... 21	第4章 酶..... 38
二、蛋白质的二级结构..... 22	第一节 酶的结构与功能..... 38
三、蛋白质的三级结构..... 25	一、酶的分子组成..... 38
四、蛋白质的四级结构..... 26	二、酶的活性中心..... 40
第三节 蛋白质的理化性质..... 27	三、酶的结构与功能..... 42
一、蛋白质的两性解离性质..... 27	第二节 酶促反应的特点及机制..... 43
二、蛋白质的高分子性质..... 28	一、酶促反应的特点..... 43
三、紫外吸收性质及重要的 显色反应..... 29	二、酶促反应的机制..... 45
四、蛋白质变性..... 29	第三节 酶反应动力学..... 47
五、蛋白质的超速离心性质..... 30	一、底物浓度对酶促反应速度 的影响..... 48
第四节 蛋白质的结构与功能..... 31	二、酶浓度对酶促反应速度的影响... 50

三、pH 对酶促反应速度的影响.....51	第三节 RNA 的结构与功能 73
四、温度对酶促反应速度的影响51	一、信使 RNA 的结构和功能..... 73
五、抑制剂对酶促反应速度的影响52	二、转运 RNA 的结构和功能..... 74
六、激活剂对酶促反应速度的影响56	三、核糖体 RNA 的结构和功能..... 76
第四节 酶的调节56	四、小分子 RNA 76
一、酶的变构效应56	第四节 核酸的理化性质 77
二、酶的共价修饰58	一、核酸分子的一般性质 77
三、酶原及酶原激活58	二、DNA 变性 78
四、同工酶59	三、变性核酸的复性 79
第五节 酶的命名与分类60	第五节 核酸酶 79
一、酶的命名61	第 6 章 维生素 82
二、酶的分类61	第一节 维生素概述 82
第六节 酶与医学62	一、概念 82
一、酶与疾病的发生62	二、命名与分类 82
二、酶与疾病的诊断62	第二节 脂溶性维生素 82
三、酶与疾病的治疗62	一、维生素 A 83
四、酶在医药学上的其他应用63	二、维生素 D 84
第 5 章 核酸的结构与功能65	三、维生素 E 85
第一节 核酸的化学组成及一级结构65	四、维生素 K 87
一、核苷酸65	第三节 水溶性维生素 88
二、多聚核苷酸68	一、维生素 B ₁ 88
三、核糖核酸和脱氧核糖核酸69	二、维生素 B ₂ 89
第二节 DNA 的空间结构与功能69	三、维生素 PP 89
一、DNA 分子的二级结构69	四、维生素 B ₆ 90
二、原核细胞 DNA 的高级结构71	五、泛酸 90
三、真核生物 DNA 的高级结构72	六、生物素 91
四、真核细胞中的线粒体 DNA72	七、叶酸 92
五、DNA 的生物功能72	八、维生素 B ₁₂ 93
	九、硫辛酸 94
	十、维生素 C 94

第三篇 细胞结构与功能

第 7 章 细胞膜的结构98	一、生物膜的流动性 103
第一节 细胞膜的化学组成和结构98	二、膜的不对称性 105
一、膜脂98	第三节 生物膜的分子结构模型 107
二、膜蛋白101	一、片层结构模型 107
三、膜糖类102	二、单位膜模型 108
第二节 生物膜的特性103	三、液态镶嵌模型 108

四、脂筏模型	109	五、肿瘤与信号转导途径	
第 8 章 物质的跨膜运输	111	异常相关	138
第一节 小分子物质的跨膜转运	111	第 10 章 细胞连接与细胞黏着	140
一、被动运输	111	第一节 细胞连接	140
二、主动运输	114	一、紧密连接	141
第二节 大分子和颗粒性物质的		二、锚定连接	142
跨膜运输	117	三、通讯连接	145
一、胞吞作用	117	第二节 细胞黏着	147
二、胞吐作用	118	一、细胞黏着	147
第 9 章 细胞信号转导	121	二、细胞黏附分子	147
第一节 细胞信号转导概述	121	第 11 章 细胞外基质	151
一、细胞间信息物质	121	第一节 氨基聚糖和蛋白聚糖	152
二、受体	122	一、氨基聚糖	152
第二节 信号转导分子	124	二、蛋白聚糖	154
一、G 蛋白	124	三、氨基聚糖和蛋白聚糖的功能	156
二、小分子 G 蛋白	125	第二节 胶原和弹性蛋白	157
三、第二信使	125	一、胶原	157
四、蛋白激酶/蛋白磷酸酶	127	二、弹性蛋白	163
五、离子通道	129	第三节 黏着糖蛋白	164
第三节 G 蛋白偶联受体的信号		一、纤粘连蛋白	164
转导机制	130	二、层粘连蛋白	167
一、cAMP-PKA 途径	130	第 12 章 细胞内区室化	171
二、IP ₃ /DAG-PKC 途径	131	第一节 细胞质基质	172
第四节 酶偶联受体的信号		一、细胞质基质的化学组成	172
转导机制	132	二、细胞质基质的功能	172
一、胰岛素受体	132	第二节 内质网	172
二、 γ -干扰素受体	134	一、内质网的形态与特性	172
三、具有 GC 活性的受体	135	二、内质网的种类	173
四、TGF- β 受体	135	三、内质网的病理改变	181
五、NF- κ B 通路	136	第三节 高尔基复合体	181
第五节 胞内受体信号转导通路	136	一、高尔基体的形态结构及	
第六节 交联对话	137	其化学组成	181
第七节 细胞信号转导与疾病	138	二、高尔基体的主要功能	184
一、LDL 受体异常导致家族性		三、不同病变下的高尔基体	
高胆固醇血症	138	的异常改变	186
二、乙酰胆碱与受体结合异常		第四节 溶酶体	186
导致重症肌无力	138	一、溶酶体的形态结构及含有	
三、胰岛素受体异常引起糖尿病	138	的水解酶	186
四、cAMP-PKA 途径异常		二、溶酶体的类型	187
可致霍乱	138	三、溶酶体具备的主要功能	189

四、溶酶体与某些人类疾病	190	一、核孔运输	204
第五节 过氧化物酶体	190	二、跨膜运输	205
一、过氧化物酶体的形态与结构	190	三、囊泡运输	207
二、过氧化物酶体所含的		第三节 囊泡运输的方式和途径	211
主要酶类	191	一、囊泡的形成	211
三、过氧化物酶体的主要功能	191	二、囊泡在靶细胞器的停靠	211
四、过氧化物酶体的形成	191	三、囊泡与靶细胞器的融合	212
五、过氧化物酶体与疾病	192	第 15 章 细胞骨架与细胞运动	216
第 13 章 线粒体	194	第一节 微管	217
第一节 线粒体的形态结构及		一、微管蛋白与微管的结构	217
化学组成	194	二、微管结合蛋白质	217
一、光镜下线粒体的形态结构	194	三、微管的装配与动力学	218
二、电镜下线粒体的形态结构	194	四、微管的功能	220
三、线粒体的化学组成	196	第二节 微丝	222
第二节 线粒体的功能	197	一、肌动蛋白与微丝的结构	223
第三节 线粒体的半自主性	197	二、微丝结合蛋白及其功能	223
一、线粒体 DNA	197	三、微丝的装配	225
二、线粒体遗传系统与细胞核		四、微丝的功能	227
遗传系统的相互关系	198	第三节 中间纤维	230
三、线粒体基因组编码的蛋白质		一、中间纤维的结构	230
生物合成体系	198	二、中间纤维的装配和调节	230
第四节 线粒体与医学	199	三、中间纤维的类型	232
一、线粒体疾病的特征	199	四、中间纤维的功能	233
二、线粒体与疾病	199	五、三种细胞骨架的比较	233
三、线粒体与衰老及细胞凋亡	200	第四节 细胞骨架与疾病	234
四、药物和毒物对线粒体的影响	200	一、细胞骨架与肿瘤	234
第 14 章 蛋白质的细胞内运输	202	二、细胞骨架蛋白与神经	
第一节 蛋白质的分选信号	203	系统疾病	235
信号序列及类型	203	三、细胞骨架与遗传性疾病	235
第二节 细胞内蛋白质运输途径	204		

第四篇 物质代谢与调节

第 16 章 糖代谢	238	三、糖酵解的能量生成	242
第一节 概 述	238	四、糖酵解的调节	243
一、糖的生理功能	238	五、糖酵解的生理意义	244
二、糖的消化吸收	238	第三节 糖的有氧氧化	244
三、糖代谢的概况	239	一、糖有氧氧化的反应过程	244
第二节 糖的无氧分解	239	二、有氧氧化生成的 ATP	249
一、糖酵解的反应过程	239	三、糖有氧氧化的调节	250
二、果糖和半乳糖的糖酵解	242	四、巴斯德效应	250

第四节 磷酸戊糖途径.....	250	一、脂肪的分解代谢.....	284
一、磷酸戊糖途径的反应过程.....	250	二、三脂酰甘油的合成代谢.....	290
二、磷酸戊糖途径的调节.....	252	第三节 磷脂的代谢.....	295
三、磷酸戊糖途径的生理意义.....	252	一、甘油磷脂的组成、分类及 结构.....	295
第五节 糖原代谢.....	253	二、磷脂酰甘油的合成.....	296
一、糖原合成代谢.....	253	三、磷脂酰甘油的降解.....	298
二、糖原分解.....	255	第四节 胆固醇代谢.....	299
三、糖原代谢的调节.....	256	一、胆固醇的合成.....	299
四、糖原贮积症是一类遗传性 代谢病.....	258	二、胆固醇的转化.....	301
第六节 糖异生.....	259	第五节 血浆脂蛋白代谢.....	301
一、糖异生途径.....	259	一、血脂.....	301
二、糖异生的调节.....	261	二、血浆脂蛋白的分类、组成及 结构.....	302
三、乳酸循环.....	262	三、载脂蛋白.....	304
四、糖异生的生理意义.....	263	四、血浆脂蛋白代谢.....	305
第七节 血糖及其调节.....	264	五、血浆脂蛋白代谢异常.....	308
一、血糖的来源与去路.....	264	第 19 章 氨基酸代谢.....	310
二、血糖浓度的激素调节.....	264	第一节 蛋白质的营养作用.....	310
三、血糖浓度的异常.....	265	一、蛋白质营养的重要性.....	310
第 17 章 生物氧化.....	268	二、蛋白质的需要量.....	310
第一节 生成 ATP 的氧化体系.....	268	三、蛋白质的营养价值.....	311
一、呼吸链.....	268	第二节 蛋白质的消化与腐败.....	311
二、氧化磷酸化.....	274	一、蛋白质的消化.....	311
三、影响氧化磷酸化的因素.....	275	二、蛋白质的腐败作用.....	312
四、ATP.....	277	三、体内蛋白质的降解.....	312
五、线粒体内膜依赖转运蛋白质 对物质进行选择性的转运.....	278	第三节 氨基酸的一般代谢.....	313
第二节 其他氧化体系.....	280	一、氨基酸的脱氨基作用.....	313
一、氧化酶和需氧脱氢酶以氧作 为受氢体.....	280	二、氨的代谢.....	316
二、过氧化物酶利用电子受体 还原过氧化物.....	280	三、 α -酮酸的代谢.....	319
三、加单氧酶催化将氧原子直接 加到底物分子中.....	280	第四节 个别氨基酸的代谢.....	320
四、超氧歧化酶保护机体免受 活性氧的损伤.....	281	一、氨基酸的脱羧.....	320
第 18 章 脂类代谢.....	283	二、一碳单位的代谢.....	320
第一节 概 述.....	283	三、含硫氨基酸的代谢.....	322
一、脂肪的结构和主要生理功能.....	283	四、芳香族氨基酸的代谢.....	325
二、类脂的结构和主要生理功能.....	283	五、支链氨基酸的代谢.....	327
第二节 脂肪的代谢.....	284	第 20 章 核苷酸代谢.....	329
		第一节 核苷酸的生物学功能.....	329
		第二节 嘌呤核苷酸代谢.....	330
		一、嘌呤核苷酸的合成代谢.....	330

二、嘌呤核苷酸的分解代谢	335
第三节 嘧啶核苷酸代谢	336
一、嘧啶核苷酸的合成代谢	336
二、嘧啶核苷酸的分解代谢	339
第 21 章 物质代谢的调节	341
第一节 物质代谢特点	341
一、生物体内各种物质代谢途径 的联系	341

二、酶在细胞内的区域化分布	343
三、生物体内的代谢调节	344
四、重要器官与组织的代谢特点	344
第二节 物质代谢调节	345
一、细胞水平的代谢调节	345
二、激素水平的代谢调节	349
三、整体水平的代谢调节	349

第五篇 基因的信息传递

第 22 章 细胞核的结构	358
第一节 核膜	358
一、核膜的化学组成	358
二、核膜的超微结构	359
三、核膜的功能	360
第二节 染色质和染色体	362
一、染色质的化学组成	362
二、常染色质和异染色质	364
三、染色质的包装	364
四、染色体	366
第三节 核基质	368
一、核基质的形态结构和 化学组成	368
二、核基质的功能	368
第四节 核仁	369
一、核仁的形态结构和 化学组成	369
二、核仁的功能	371
三、核仁周期	373
第 23 章 DNA 的生物合成	375
第一节 DNA 复制的方式	375
第二节 DNA 复制的特点	376
第三节 DNA 复制的酶学	377
一、DNA 聚合酶	377
二、解旋酶	379
三、DNA 拓扑异构酶	380
四、单链 DNA 结合蛋白	380
五、引物酶	381
六、DNA 连接酶	381

第四节 DNA 复制的过程	382
一、DNA 复制的起始	382
二、DNA 复制的延长	384
三、DNA 复制的终止	385
第五节 DNA 的损伤及损伤修复	389
一、DNA 的损伤	389
二、DNA 损伤的修复	391
第六节 反转录病毒和反转录过程	393
第 24 章 RNA 的生物合成	396
第一节 转录的模板和酶	396
一、转录为不对称转录	397
二、RNA 聚合酶	397
第二节 转录过程	400
一、原核生物的转录过程	400
二、真核生物的转录过程	403
第三节 真核生物的转录后修饰	404
一、真核生物 mRNA 经转录 后加工	404
二、tRNA 的转录后加工	407
三、rRNA 的转录后加工	407
第 25 章 蛋白质的生物合成	409
第一节 蛋白质的生物合成体系	409
一、翻译体系	409
二、氨基酸的活化	412
第二节 蛋白质的生物合成过程	413
一、翻译起始	413
二、翻译的延长	415
三、翻译终止	417
四、影响翻译的因素	418

第三节 蛋白质合成后的加工、 修饰和输送	420	三、真核生物基因表达可以在 翻译水平进行调控	433
一、翻译后加工、修饰	420	第四节 基因表达调控异常与疾病	434
二、蛋白质的靶向输送	422	一、转录因子突变与疾病	434
第 26 章 基因表达调控	423	二、基因修饰改变与疾病	434
第一节 基因表达调控的基本原理	423	第 27 章 基因重组与基因工程	436
一、原核生物和真核生物享有共同 的基因表达调控基本规律	423	第一节 自然界的基因重组	436
二、基因表达调控是多层次的 复杂调节	424	一、细菌之间的基因转移	436
第二节 原核生物的基因表达调控	424	二、自然界的基因重组	437
一、转录水平的调控是原核生物 的主要调控环节	424	第二节 基因重组技术相关概念	440
二、翻译水平调控是对转录调控 的补充	427	一、基因重组的工具酶	440
第三节 真核生物的基因表达调控	429	二、基因重组的载体	443
一、反式作用因子调控真核生物 的基因转录	429	三、目的基因	444
二、顺式作用元件是可调控转录 的 DNA 序列	432	第三节 基因重组技术的基本过程	444
		一、获取目的基因	445
		二、载体的准备和选择	447
		三、连接	448
		四、重组 DNA 分子导入宿主细胞	448
		五、筛选与鉴定	449
		六、基因表达	451

第六篇 细胞增殖与调控

第 28 章 细胞增殖与癌变	454	三、细胞周期研究在肿瘤防治中 的应用	464
第一节 细胞增殖的形式	454	第五节 减数分裂	464
第二节 有丝分裂和细胞周期	454	一、减数分裂前间期	465
一、G ₁ 期 (DNA 合成前期)	455	二、第一次减数分裂	465
二、S 期 (DNA 合成期)	456	三、减数分裂间期	467
三、G ₂ 期 (DNA 合成后期)	456	四、第二次减数分裂	467
四、M 期 (有丝分裂期)	456	第 29 章 癌基因抑癌基因与生长因子	468
第三节 细胞周期的调控因子	458	第一节 癌基因	468
一、细胞周期蛋白的种类和特性	459	一、病毒癌基因和细胞癌基因	468
二、CDK 的种类、特性和调节 机制	460	二、细胞癌基因的分类	470
三、CKI 的种类和特性	461	三、原癌基因的特点	471
第四节 恶性肿瘤中的细胞 周期调控	463	四、原癌基因的激活机制	471
一、细胞周期蛋白 D、Rb 蛋白、 p16 与恶性肿瘤	463	五、原癌基因的表达产物	473
二、p53 与恶性肿瘤	463	第二节 抑癌基因	475
		一、抑癌基因的分类	475
		二、抑癌基因的作用机制	476

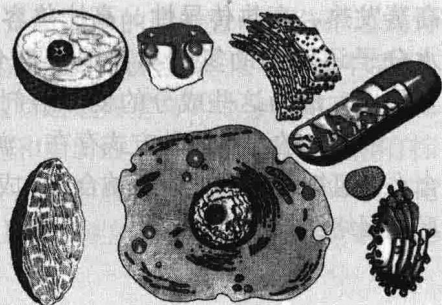
第三节 生长因子	479	第 30 章 细胞的衰老和死亡	484
一、生长因子的种类	479	第一节 细胞衰老	484
二、生长因子的作用方式	479	一、细胞衰老的概念	484
三、生长因子的作用机制	479	二、细胞衰老的特征	484
第四节 癌基因、抑癌基因、生长		三、细胞衰老的机制与学说	485
因子与医学	480	第二节 细胞凋亡	486
一、原癌基因与细胞信号转导	480	一、细胞凋亡的概念及其	
二、原癌基因、抑癌基因与肿瘤	481	形态学特征	486
三、原癌基因、抑癌基因与		二、细胞凋亡的生物化学特征	488
细胞凋亡	482	三、细胞凋亡的基因调控	488
四、原癌基因、抑癌基因与		四、细胞凋亡的检测方法	489
细胞周期进程	482	五、细胞凋亡的生物学意义	490
第七篇 细胞分子生物学技术			
第 31 章 细胞研究技术	494	一、蛋白质的一级结构分析	522
第一节 显微镜技术	494	二、蛋白质空间结构分析	525
一、光学显微镜技术	494	第 33 章 核酸分析技术	527
二、电子显微镜技术	498	第一节 核酸的提纯	527
第二节 细胞分离和细胞培养	500	一、DNA 的提纯	527
一、细胞分离	500	二、RNA 的提纯	527
二、细胞培养	502	第二节 核酸的定量	528
第三节 细胞组分的分级分离	504	一、紫外吸收法	528
一、超速离心	504	二、电泳法	528
二、非细胞体系	507	第三节 核酸杂交技术	529
第 32 章 蛋白质分析技术	508	一、DNA 印迹法的基本方案	529
第一节 蛋白质的分离纯化	508	二、RNA 印迹法的基本方案	529
一、蛋白质分离纯化的一般原则	508	第四节 DNA 序列的测序	530
二、蛋白质的层析分离	509	第五节 聚合酶链反应	531
三、蛋白质的电泳分离	513	第六节 生物芯片技术	531
四、蛋白质分离的其他方法	517	一、概述	531
第二节 蛋白质的定量定性分析	518	二、DNA 芯片使用的基本流程	533
一、蛋白质的定量分析	518	三、基因芯片的应用	537
二、蛋白质的定性分析	520	四、蛋白质芯片	539
第三节 蛋白质的结构分析	522	汉英索引	543

第一篇

细胞的化学组成与基本结构

细胞是生命的基本单位。除病毒之外，自然界的所有生物，无论是动物、植物还是微生物，虽然在形态、大小、生活方式等方面差异很大，却有着相同的结构基础——细胞。生物界的细胞分为原核细胞和真核细胞，原核细胞结构简单，种类较少；真核细胞结构复杂，种类繁多。生命是一种特殊形式的物质运动，所有细胞都是由水、无机盐等无机物和蛋白质、脂类、核酸及糖类等有机物组成的，这些物质按照一定的方式组合，从而表现生命现象。

本篇主要介绍细胞中各种基本成分的组成特点和功能，包括水和无机盐等无机物，有机物重点介绍有机小分子，有关大分子的相关内容将在后续章节中详细介绍。在了解分子组成的基础上，本篇着重介绍原核细胞和真核细胞的结构特点以及区别。



细胞的化学组成

Chapter 1

细胞是所有生物体最基本的结构和功能单位，构成细胞的各种化学成分是其结构和功能的物质基础。一个典型细胞中含有 1 000 多种分子，这些分子由 50 多种元素组成，其中主要是 C、H、O、N，其次是 Na、Mg、P、S、Cl、K、Ca、Fe 等，它们占到细胞总重量的 99.9%，此外，还有 Cu、Zn、Mn、Mo、Co、Cr、Si、F、Br、I、Li、Ba 等微量元素，这些元素组成了细胞结构和功能所需的无机物和有机物。无机物主要是水和无机盐，有机物主要是单糖、脂肪酸、氨基酸和核苷酸等有机小分子以及由这些小分子组成的生物大分子，如多糖、脂类、蛋白质和核酸等。

第一节 水

水是细胞中含量最高的成分，约占细胞重量的 70%。一切生命皆是利用了水的独特性质才得以生存，水与生命之间有着密不可分的联系。水参与构成了细胞的内、外环境，细胞中的各种化学反应以及物质运输都是在有水的环境中进行的，水是生物体进行正常生命活动的重要介质。

水分子是由 2 个氢原子和 1 个氧原子通过共价键结合而成的（图 1-1），由于氧原子具有强电负性，氢原子具有弱电负性，使水分子成为一种极性分子，也使一个水分子氢原子的正电荷区域与另一个水分子氧原子的负电荷区域间能够充分接近而形成氢键，由此一个水分子可与其他 4 个水分子之间形成特有的氢键网络结构，这种结构赋予水一系列对于活细胞非常重要的特殊物理化学性质，如高表面张力、高沸点、高熔点、高蒸发热、高热传导性、高比热容等等。此外，水分子还可借助氢键与其他极性分子和离子相互作用，成为这些成分的良好溶剂。



图 1-1 水分子的结构

细胞中的水以两种方式存在：游离水和结合水。游离水可作为细胞代谢反应的溶剂；结合水以氢键与蛋白质分子结合，构成细胞结构的组成成分。每个水分子间依靠氢键相互结合，形成网络结构。

第二节 无机盐

无机盐在细胞中均以离子状态存在,阳离子有 Na^+ 、 K^+ 、 Ca^{2+} 、 Fe^{2+} 、 Mg^{2+} 等,阴离子有 Cl^- 、 SO_4^{2-} 、 PO_4^{3-} 、 HCO_3^- 等,它们约占细胞干重的2%。这些无机离子的主要功能是维持细胞内外液的渗透压和pH,保证细胞的正常生理活动;作为酶反应的辅助因子,参与细胞代谢反应;与蛋白质结合组成具有一定功能的结合蛋白,参与细胞生命活动。

第三节 有机小分子

有机小分子是指相对分子质量为100~1 000,含碳数在30左右的有机化合物。细胞中的有机小分子主要有四类:单糖(monosaccharide)、脂肪酸(fatty acid)、氨基酸(amino acid)和核苷酸(nucleotide),它们约占细胞内有机物总量的10%,是构成生物大分子的基本单位。

一、糖 类

糖类(carbohydrate)主要由碳、氢、氧三种元素组成,习惯上被称为碳水化合物,属于小分子的是最简单的单糖,单糖相互聚合形成寡糖和多糖。

单糖的分子通式是 $(\text{CH}_2\text{O})_n$, n 通常等于3、4、5、6、7或8,单糖中最重要的是6碳($n=6$)的葡萄糖和5碳的核糖。葡萄糖(图1-2)是细胞生命活动的主要供能物质,在细胞中经过生物氧化过程可分解为水和 CO_2 ,并释放出能量,因此,也被称为“细胞的食物分子”。核糖是核苷酸的组成成分之一,参与构成核糖核酸和脱氧核糖核酸。此外,单糖也是多糖的基本构筑单位。

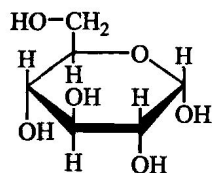


图1-2 葡萄糖模式结构

单糖数目为2~10的称为寡糖。其中两个单糖分子间脱水并以糖苷键连接的分子被称为双糖,常见的双糖有蔗糖、麦芽糖和乳糖。多个单糖间脱水形成的直链或有分支的长链大分子称为多糖。动物细胞中的糖原(glycogen)和植物细胞中的淀粉(starch)是由多个葡萄糖分子组成的多糖,它们是细胞内能量的储存形式,需要时可分解为葡萄糖,并经彻底氧化,释放能量。此外,寡糖和多糖在植物细胞中以纤维素形式、在动物细胞中以糖脂和糖蛋白形式构成细胞内外结构物质,在细胞间的相互识别及通讯中发挥重要作用。

二、脂 肪 酸

脂肪酸是无分支的具有偶数碳原子的脂肪族羧酸,是最简单的脂类分子,分子通式为 $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_n\text{COOH}$ 。脂肪酸分子由两部分组成,一部分为疏水性的长碳氢链,化学性质不活泼;另一部分为亲水性的羧基,化学性质活泼,脂肪酸分子通常通过羧基与其他分子相互作用。脂肪酸按照碳氢链中是否含有双键分为饱和脂肪酸和不饱和脂肪酸,常见的饱和脂肪酸有棕榈酸、月桂酸、软脂酸、硬脂酸等,碳氢链中不含双键;不饱和脂肪酸有油酸、亚麻酸、花生四烯酸等,链中含有双键。细胞中不同脂肪酸的差别主要在碳氢链的长度以及碳-碳双键的数目和位置(图1-3)。