



卫生部“十二五”规划教材

全国高等医药教材建设研究会“十二五”规划教材

全国高等学校教材



· 供本科护理学类专业用 ·

第3版

# 生物化学

主 编 高国全

 人民卫生出版社



卫生部“十二五”规划

全国高等医药教材建设研究会“十二五”规划教材

全国高等学校教材

· 供本科护理学类专业用 ·

第3版

# 生物化学

主 编 高国全  
副 主 编 解 军 方定志

编 者 (以姓氏笔画为序)

王继红 (重庆医科大学基础医学院)	陈 瑜 (福建医科大学基础医学院)
方定志 (四川大学华西医学中心)	高 颖 (大连医科大学基础医学院)
左绍远 (大理学院基础医学院)	高国全 (中山大学中山医学院)
刘新光 (广东医学院基础医学院)	陶 莎 (中山大学中山医学院)
吴耀生 (广西医科大学基础医学院)	解 军 (山西医科大学基础医学院)
汪 渊 (安徽医科大学基础医学院)	

编委会秘书 杨 霞 (中山大学中山医学院) 周 侗 (中山大学中山医学院)

 人民卫生出版社

## 图书在版编目 (CIP) 数据

生物化学/高国全主编. —3 版. —北京:人民卫生出版社,  
2012. 7

ISBN 978 - 7 - 117 - 16024 - 7

I. ①生… II. ①高… III. ①生物化学 - 医学院校 -  
教材 IV. ①Q5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 125292 号

门户网: <a href="http://www.pmph.com">www.pmph.com</a>	出版物查询、网上书店
卫人网: <a href="http://www.ipmph.com">www.ipmph.com</a>	护士、医师、药师、中 医 师、卫生资格考试培训

版权所有, 侵权必究!

本书本印次封底贴有防伪标, 请注意识别。

## 生 物 化 学 第 3 版

主 编: 高国全

出版发行: 人民卫生出版社 (中继线 010 - 59780011)

地 址: 北京市朝阳区潘家园南里 19 号

邮 编: 100021

E - mail: [pmph@pmph.com](mailto:pmph@pmph.com)

购书热线: 010 - 67605754 010 - 65264830

010 - 59787586 010 - 59787592

印 刷: 北京人卫印刷厂

经 销: 新华书店

开 本: 787 × 1092 1/16 印张: 26

字 数: 581 千字

版 次: 2002 年 8 月第 1 版 2012 年 7 月第 3 版第 16 次印刷

标准书号: ISBN 978 - 7 - 117 - 16024 - 7/R · 16025

定价 (含光盘): 45.00 元

打击盗版举报电话: 010-59787491 E-mail: [WQ@pmph.com](mailto:WQ@pmph.com)

(凡属印装质量问题请与本社销售中心联系退换)

## 修 订 说 明

1987年，在卫生部领导下，人民卫生出版社组织全国最早开办本科护理学教育的院校，包括原北京医科大学、北京协和医学院、原上海医科大学、原中山医科大学、原华西医科大学、中国医科大学、原西安医科大学、天津医科大学等院校的优秀教师编写了“我国解放后第一次编写的高等护理专业教材”，包括《护理学基础》《内科护理学》《外科护理学》《妇产科护理学》《儿科护理学》5种。历经1993年、1999年和2006年三轮修订，第四轮33种教材全面出版，其质量得到了社会各界的广泛认可，其中包括3种国家精品教材、近二十种普通高等教育“十一五”国家级规划教材。时至今日，历经二十余年、五轮教材的修订完善，经过护理学几代教育专家的辛勤耕耘，本套教材成为出版历史最悠久，生命力最强，团结专家最多，得到最广泛支持的本科护理学专业精品教材，为我国护理学教育事业的发展作出了卓越的贡献。

在对第四轮教材进行全面调研的基础上，在卫生部领导下，2010年4月人民卫生出版社和第三届全国高等学校护理学专业教材评审委员会启动了第五轮教材的修订工作。本轮教材得到了全国百余所本科院校的积极响应和大力支持，在结合调研结果和我国护理学教育发展趋势的基础上，评委会确定第五轮教材修订的指导思想为：精益求精，打造具有中国特色的本科医学教育国家精品教材；凸显护理学专业特色，打造我国护理学教育的“干细胞教材”；体现开放性，打造具有国际影响力的护理学教材；树立大教材观，使教材建设成为推动专业发展的重要动力。评委会确定第五轮教材的编写原则为：

1. 充分体现护理学一级学科学术思想，紧扣护理学教育改革精神，立

足国内、面向国际，以培养高素质、高质量、合格本科护理人才的理念，修订本轮教材。

2. 体现“三基五性”的教材编写基本原则。

3. 满足本科护理学教育培养目标的要求，为培养在临床一线工作的通科护理人员服务。

4. 体现护理学专业特色，突出对“人”的整体护理观，使用护理程序的工作方法，并继续加强对学生人文素质的培养。

5. 把握修订与新编的区别，本轮教材是在第四轮教材基础上进行修改和完善，力求去旧增新、去粗存精、精益求精。

6. 整体优化，不仅优化教材品种，还注意不同教材内容的联系与衔接，避免遗漏、矛盾和不必要的重复。

7. 凸显课程个性，每本教材根据学科特点选择设置了学习目标、前沿研究、经典案例等特色栏目，并根据课程特点编写实践教学内容。

8. 体现包容性，在保证教材质量的基础上，编写团队覆盖面扩大，教材内容兼顾全国不同地区多数学校的需求。同时考虑到多种教学体系和模式并存，因此本轮教材体系进一步完善，既包括经典的临床学科体系教材，也包括生命周期体系教材；既能满足西医院校的需求，也设置了中医特色课程；既能满足常规教学需求，也能满足双语教学需求。各院校可根据自身教学特点选择不同教学模式教材。

9. 以学生为主体，主教材在内容选择、板块设计、版面等方面充分考虑学生的心理特点，并实现教材的立体化配套。

全套教材共47种，于2012年9月前由人民卫生出版社出版，供各院校本科护理学专业使用。

全国高等医药教材建设研究会

人民卫生出版社

2012年6月

# 全国高等学校**第三**届**护**理学专业教材评审委员会

- 顾问：**郭燕红 卫生部医政司  
李秀华 中华护理学会  
巩玉秀 卫生部医院管理研究所  
沈 宁 北京协和医学院  
刘纯艳 天津医科大学护理学院  
王仙园 第三军医大学护理学院  
黄金月 香港理工大学护理学院
- 名誉主任委员：**郑修霞 北京大学护理学院
- 主任委员：**尤黎明 中山大学护理学院  
姜安丽 第二军医大学护理学院
- 副主任委员：**殷 磊 澳门理工学院  
段志光 山西医科大学
- 委员：**（按姓氏笔画排序）
- 白 琴 河南大学护理学院  
刘华平 北京协和医学院护理学院  
孙宏玉 北京大学护理学院  
孙秋华 浙江中医药大学  
安力彬 吉林大学护理学院  
何国平 中南大学护理学院  
吴 瑛 首都医科大学护理学院  
李小妹 西安交通大学医学院  
李小寒 中国医科大学护理学院  
李春玉 延边大学护理学院  
李秋洁 哈尔滨医科大学护理学院  
李继平 四川大学华西医院  
汪婉南 九江学院护理学院  
陈先华 华中科技大学同济医学院  
姜小鹰 福建医科大学护理学院  
娄凤兰 山东大学护理学院  
胡 雁 复旦大学护理学院  
赵 岳 天津医科大学护理学院  
徐丽华 世界健康基金会  
徐桂华 南京中医药大学护理学院  
崔 焱 南京医科大学护理学院  
梅国建 平顶山学院  
韩丽莎 北京中医药大学护理学院  
熊云新 柳州医学高等专科学校
- 秘书：**皮雪花 人民卫生出版社

# 前 言

护理专业本科《生物化学》第二版卫生部规划教材于2006年出版。此教材在全国医学院校护理学专业广泛使用,受到广大师生的好评和肯定。鉴于生物化学和分子生物学的迅速发展和现代护理理念、技术、方法不断发展的要求,有必要定期对其内容进行更新和调整。卫生部护理专业教材评审委员会决定编写全国高等医药院校护理专业本科的第五轮规划教材,要求精密围绕培养目标,突出护理专业特色,淡化学科意识,注重整体优化,促进专业建设,突出科学性和实用性,建立适应当代医学的护理教材体系。

上版教材编者做了大量的工作和有益的尝试。本版是在上版基础上进行修订,保留了主体内容,但对包括基本结构和进展性知识在内的部分内容进行了调整和更新。仍然强调既要保证生物化学知识体系的完整性,又要突出护理专业的特点。主要特色如下:

1. 结构调整 本版将分子生物学部分的内容提前到生物大分子的结构功能后进行介绍,既符合知识的连贯性又促进同学们对该部分内容的理解和掌握。我们在近几年的教学实践中采用该结构体系,取得了较好的教学效果。

2. 精简内容和字数 物质代谢部分对代谢化学过程的描述精简,强调其生物学与医学意义;生物结构的介绍简明扼要;分子生物学部分重点突出概念、理论和应用前景,具体描述从简。

3. 补充新知识、新概念,主要在分子生物学领域,如代谢组学、RNA 编辑等;突出护理专业特点,设置与医学和护理实践密切相关的章节,包括血液生化、肝胆生化、维生素与微量元素和肿瘤的生化基础等内容。

4. 为便于师生的教与学,本书配有课件光盘并另外配套自学辅导资料。自学辅导资料包括导读、每章小结和习题测验等内容。

本书分十七章,包括生物大分子的结构功能,遗传信息的传递及调控、基因重组与分子生物学技术,物质代谢和调节及医学专题篇等内容。对于少部分扩充进展性内容,各校可根据具体情况选择。本教材虽为5年制护理专业本科生编写,但作为生物化学的专业基础课教材,同样适用于其他医学专业本科生使用或参考。我们力求做到基本知识、基本理论和基本概念阐述明确,逻辑通顺,方便学习和讲授。

本教材由全国10所高校的11名工作在教学和科研一线的生物化学教授参与编写。为了尽量减少错误,本书主编和副主编还邀请了各自学校的资深教授及在读的本科生对全文进行了修正。中山大学中山医学院生化系的罗超权教授、杨霞教授对

全书内容进行了审校;周侗老师担任本版编委会秘书,参与编写过程许多具体细致的工作。编写过程中,我们得到卫生部教材办公室、中山大学中山医学院的热情支持,在此一并致谢。

由于我们水平有限,本版教材肯定仍存在不少缺点或不当之处,衷心期望各同行专家,特别是直接使用本教材的师生、读者给予批评和指正。

**高国全**

2012年5月于中山大学



# 目 录

绪论 .....	1
一、生物化学研究的主要内容 .....	1
二、生物化学与医学的关系 .....	2
<b>第一章 蛋白质的结构与功能</b> .....	<b>4</b>
<b>第一节 蛋白质的分子组成</b> .....	<b>4</b>
一、蛋白质的基本组成单位——氨基酸 .....	4
二、氨基酸与多肽 .....	7
三、蛋白质的分类 .....	8
<b>第二节 蛋白质的分子结构</b> .....	<b>9</b>
一、蛋白质的一级结构 .....	9
二、蛋白质的空间结构 .....	10
<b>第三节 蛋白质结构与功能的关系</b> .....	<b>15</b>
一、蛋白质的一级结构与功能的关系 .....	15
二、蛋白质的空间结构与功能的关系 .....	16
<b>第四节 蛋白质的理化性质</b> .....	<b>17</b>
一、蛋白质的两性解离性质 .....	17
二、蛋白质的胶体性质 .....	18
三、蛋白质的变性与复性 .....	18
四、蛋白质的紫外吸收性质 .....	18
五、蛋白质的呈色反应 .....	19
<b>第二章 酶</b> .....	<b>20</b>
<b>第一节 酶的分子结构与催化功能</b> .....	<b>20</b>
一、酶的分子组成 .....	20
二、酶的活性中心 .....	21
三、酶催化作用机制 .....	22
<b>第二节 酶促反应的特性</b> .....	<b>23</b>
一、反应的高效性 .....	23
二、反应的特异性 .....	24
三、反应的调节性 .....	24
<b>第三节 酶促反应的动力学</b> .....	<b>27</b>
一、底物浓度对反应速度的影响 .....	27

二、酶浓度对反应速度的影响 .....	30
三、温度对反应速度的影响 .....	30
四、pH 对反应速度的影响 .....	31
五、抑制剂对反应速度的影响 .....	31
六、激活剂对反应速度的影响 .....	35
第四节 酶的命名及分类 .....	37
一、酶的命名 .....	37
二、酶的分类 .....	37
第五节 酶与医学的关系 .....	38
一、酶活性的测定与酶的活性单位 .....	38
二、酶与疾病的发生 .....	38
三、酶与疾病的诊断 .....	39
四、酶与疾病的治疗 .....	40
<b>第三章 核酸的结构与功能 .....</b>	<b>41</b>
第一节 核酸的分子组成 .....	41
一、戊糖 .....	41
二、碱基 .....	42
三、核苷、核苷酸与多核苷酸 .....	43
第二节 核苷酸代谢 .....	44
一、嘌呤核苷酸代谢 .....	44
二、嘧啶核苷酸代谢 .....	50
三、核苷酸的抗代谢物 .....	54
第三节 DNA 的结构与功能 .....	55
一、核酸的一级结构 .....	55
二、DNA 的二级结构 .....	57
三、DNA 的超螺旋结构 .....	58
四、DNA 的功能 .....	60
第四节 RNA 的结构与功能 .....	60
一、信使 RNA .....	61
二、转运 RNA .....	62
三、核糖体 RNA .....	63
四、其他 RNA .....	64
第五节 核酸的理化性质 .....	65
一、核酸的一般理化性质 .....	65
二、DNA 的变性、复性 .....	65
三、分子杂交与探针技术 .....	66
<b>第四章 DNA 的生物合成 .....</b>	<b>68</b>
第一节 DNA 复制的基本特性 .....	68

一、半保留复制 .....	68
二、DNA 复制的方向和方式 .....	69
三、半不连续复制 .....	70
第二节 DNA 复制的反应体系 .....	71
一、DNA 聚合酶 .....	71
二、DNA 解螺旋酶、DNA 拓扑异构酶、单链 DNA 结合蛋白 .....	74
三、引物酶和引发体 .....	75
四、DNA 连接酶 .....	76
第三节 DNA 复制过程 .....	76
一、原核生物 DNA 复制的基本过程 .....	76
二、滚环复制 .....	78
三、真核生物 DNA 复制的特点 .....	79
四、端粒 DNA 及端粒酶 .....	79
第四节 DNA 损伤、突变和修复 .....	80
一、引起 DNA 损伤的因素 .....	80
二、基因突变类型 .....	81
三、DNA 损伤的修复 .....	82
第五节 反转录现象和反转录酶 .....	84
<b>第五章 RNA 的生物合成 (转录) .....</b>	<b>86</b>
第一节 转录的模板和酶 .....	86
一、转录模板 .....	86
二、RNA 聚合酶 .....	87
三、转录模板与酶的辨认结合 .....	89
第二节 转录过程 .....	91
一、原核生物的转录过程 .....	91
二、真核生物的转录过程 .....	96
第三节 真核 RNA 的转录后加工 .....	100
一、mRNA 的转录后加工 .....	100
二、tRNA 的转录后加工 .....	105
三、rRNA 的转录后加工 .....	106
第四节 核酶 .....	107
一、核酶的类型 .....	107
二、核酶的锤头结构 .....	108
三、rRNA 前体的自我剪接作用 .....	108
<b>第六章 蛋白质的生物合成 .....</b>	<b>110</b>
第一节 蛋白质生物合成需要的物质 .....	110
一、蛋白质生物合成的原料 .....	110
二、蛋白质生物合成中三种 RNA 的作用 .....	110

三、蛋白质生物合成需要的酶体系 .....	115
四、蛋白质生物合成需要的其他物质 .....	117
第二节 蛋白质生物合成过程 .....	118
一、多肽链合成的起始 .....	118
二、多肽链合成的延长 .....	121
三、多肽链合成的终止 .....	125
第三节 蛋白质合成后修饰加工 .....	126
一、新生肽链的折叠 .....	126
二、一级结构的修饰 .....	127
三、空间结构的修饰 .....	129
四、蛋白质合成后定向分送 .....	129
第四节 蛋白质生物合成与医学 .....	131
一、抗生素类蛋白质合成阻断剂 .....	131
二、其他干扰蛋白质合成的物质 .....	133
<b>第七章 基因表达调控</b> .....	<b>136</b>
第一节 基因表达调控的基本原理 .....	136
一、概述 .....	136
二、基因表达调控的多层次和复杂性 .....	138
三、基因转录起始调节的因素 .....	139
第二节 原核基因转录的调节系统 .....	141
一、乳糖操纵子 .....	142
二、色氨酸操纵子 .....	144
三、其他转录调控方式 .....	145
第三节 真核基因转录的调节系统 .....	146
一、真核生物基因组结构的特点 .....	146
二、真核基因表达调控特点 .....	146
三、真核基因转录起始调节 .....	147
<b>第八章 基因重组与分子生物学技术</b> .....	<b>150</b>
第一节 基因重组技术——基因工程 .....	150
一、基因重组基本过程 .....	151
二、基因载体 .....	151
三、工具酶 .....	154
第二节 基因工程操作步骤 .....	156
一、目的基因的获得 .....	156
二、基因载体的选择和构建 .....	157
三、目的基因和载体的连接 .....	157
四、重组 DNA 分子导入受体细胞 .....	158
五、重组体筛选 .....	158

六、克隆基因表达 .....	159
第三节 分子生物学常用技术 .....	160
一、核酸分子杂交与探针技术 .....	160
二、分子印迹技术 .....	161
三、聚合酶链反应技术 .....	162
四、DNA 序列分析技术 .....	164
第四节 分子生物学技术进展 .....	166
一、生物芯片技术 .....	166
二、基因组学相关技术 .....	168
三、蛋白质组学相关技术 .....	169
四、酵母双杂交技术 .....	170
五、RNA 组学相关技术 .....	171
六、转基因技术和核移植技术 .....	173
七、基因沉默技术 .....	175
第五节 基因工程与医学的关系 .....	175
一、疾病基因的发现与克隆 .....	175
二、生物制药 .....	175
三、基因诊断 .....	175
四、基因治疗 .....	177
五、遗传病的预防 .....	178
第九章 糖代谢 .....	180
第一节 概述 .....	180
一、糖的生理功能 .....	180
二、糖的消化吸收 .....	181
三、糖代谢概况 .....	181
第二节 糖的无氧分解 .....	181
一、糖酵解的反应过程 .....	182
二、糖酵解的生理意义 .....	184
三、糖酵解的调节 .....	184
第三节 糖的有氧氧化 .....	185
一、糖的有氧氧化过程 .....	186
二、三羧酸循环的特点和生理意义 .....	189
三、有氧氧化的调节 .....	191
第四节 磷酸戊糖途径 .....	193
一、磷酸戊糖途径的主要反应过程 .....	193
二、磷酸戊糖途径的生理意义 .....	194
第五节 糖原的合成与分解 .....	195
一、糖原合成 .....	195
二、糖原分解 .....	196

三、糖原合成与分解的调节 .....	197
四、糖原累积病 .....	197
第六节 糖异生作用 .....	199
一、糖异生途径 .....	199
二、乳酸循环与糖异生作用 .....	200
三、糖异生的生理意义 .....	200
四、糖异生作用的调节 .....	201
第七节 血糖及其调节 .....	202
一、血糖的来源和去路 .....	202
二、血糖水平的调节 .....	203
三、糖代谢异常 .....	203
<b>第十章 脂类代谢 .....</b>	<b>206</b>
第一节 脂类的消化吸收及运输 .....	206
一、脂类的消化 .....	206
二、脂类的吸收及吸收后的运输 .....	207
三、脂质消化吸收在维持机体脂质平衡中的作用 .....	207
第二节 甘油三酯的代谢 .....	208
一、甘油三酯的分解代谢 .....	208
二、甘油三酯的合成代谢 .....	214
三、必需脂肪酸及其生理功能 .....	220
第三节 磷脂的代谢 .....	225
一、甘油磷脂的代谢 .....	225
二、鞘磷脂的代谢 .....	230
第四节 胆固醇代谢 .....	232
一、胆固醇的合成 .....	233
二、胆固醇的转化 .....	235
第五节 血浆脂蛋白代谢 .....	236
一、血脂 .....	236
二、血浆脂蛋白的分类、组成及结构 .....	236
三、载脂蛋白 .....	239
四、血浆脂蛋白代谢 .....	240
五、血浆脂蛋白代谢异常 .....	243
<b>第十一章 生物氧化 .....</b>	<b>245</b>
第一节 生成 ATP 的氧化体系 .....	245
一、呼吸链 .....	245
二、氧化磷酸化 .....	250
三、ATP 与能量代谢 .....	253
四、胞液中 NADH 的氧化 .....	255

第二节 其他不生成 ATP 的氧化体系 .....	257
一、抗氧化酶体系 .....	257
二、微粒体细胞色素 P <sub>450</sub> 单加氧酶体系 .....	257
<b>第十二章 氨基酸代谢 .....</b>	<b>259</b>
第一节 蛋白质的营养作用 .....	259
一、蛋白质营养的重要性 .....	259
二、氮平衡的概念 .....	259
三、人体对蛋白质的需要量 .....	260
四、蛋白质的营养价值 .....	260
第二节 蛋白质的消化、吸收与腐败 .....	261
一、蛋白质的消化 .....	261
二、氨基酸的吸收 .....	262
三、氨基酸在肠中的腐败 .....	263
第三节 氨基酸的一般代谢 .....	264
一、氨基酸代谢的概况 .....	264
二、氨基酸的脱氨基作用 .....	265
三、氨的代谢 .....	269
四、 $\alpha$ -酮酸的代谢 .....	274
第四节 个别氨基酸代谢 .....	275
一、氨基酸的脱羧基反应 .....	275
二、一碳单位代谢 .....	277
三、含硫氨基酸的代谢 .....	278
四、芳香族氨基酸的代谢 .....	281
五、分支氨基酸的代谢 .....	282
<b>第十三章 物质代谢调节与细胞信号转导 .....</b>	<b>283</b>
第一节 物质代谢调节 .....	283
一、物质代谢调节的层次 .....	283
二、关键酶活性的调节 .....	286
三、酶含量的调节 .....	289
第二节 细胞信号转导 .....	290
一、信号转导的相关概念 .....	291
二、信号转导受体 .....	292
三、环核苷酸依赖的蛋白激酶信号通路 .....	296
四、肌醇磷脂信号分子介导的信号通路 .....	298
五、酪氨酸蛋白激酶信号通路 .....	299
六、细胞内受体信号传递途径 .....	300
七、信号转导途径间相互联系 .....	300

八、信号转导与疾病 .....	301
<b>第十四章 血液的生物化学</b> .....	<b>303</b>
第一节 血浆蛋白 .....	303
一、血浆蛋白质的分类与性质 .....	303
二、血浆蛋白质的功能 .....	305
第二节 血液凝固 .....	306
一、凝血因子与抗凝血成分 .....	306
二、两条凝血途径 .....	308
三、凝血块的溶解 .....	311
第三节 血细胞代谢 .....	311
一、红细胞的代谢 .....	311
二、白细胞的代谢 .....	314
<b>第十五章 肝胆生物化学</b> .....	<b>315</b>
第一节 肝在物质代谢中的作用 .....	315
一、肝在糖代谢中的作用 .....	315
二、肝在脂类代谢中的作用 .....	316
三、肝在蛋白质代谢中的作用 .....	316
四、肝在维生素代谢中的作用 .....	317
五、肝在激素代谢中的作用 .....	317
第二节 肝的生物转化作用 .....	318
一、生物转化的概念 .....	318
二、生物转化的主要反应类型 .....	318
三、影响生物转化作用的主要因素 .....	323
第三节 胆汁与胆汁酸的代谢 .....	324
一、胆汁 .....	324
二、胆汁酸代谢 .....	324
第四节 胆色素代谢与黄疸 .....	328
一、胆红素的生成与转运 .....	328
二、胆红素在肝中的转变 .....	330
三、胆红素在肠道的变化及胆色素肠肝循环 .....	332
四、血清胆红素与黄疸 .....	334
<b>第十六章 维生素与微量元素</b> .....	<b>336</b>
第一节 脂溶性维生素 .....	336
一、维生素 A .....	336
二、维生素 D .....	338
三、维生素 E .....	340



四、维生素 K .....	341
第二节 水溶性维生素 .....	341
一、维生素 B <sub>1</sub> .....	341
二、维生素 B <sub>2</sub> .....	343
三、维生素 PP .....	343
四、泛酸 .....	344
五、生物素 .....	344
六、维生素 B <sub>6</sub> .....	345
七、叶酸 .....	345
八、维生素 B <sub>12</sub> .....	346
九、硫辛酸 .....	347
十、维生素 C .....	347
第三节 微量元素 .....	350
一、铁 .....	350
二、锌 .....	351
三、铜 .....	351
四、锰 .....	351
五、硒 .....	352
六、碘 .....	352
七、钴 .....	352
八、氟 .....	352
九、铬 .....	353
<b>第十七章 肿瘤的生化基础</b> .....	<b>354</b>
第一节 概述 .....	354
第二节 癌基因 .....	355
一、病毒癌基因和细胞癌基因 .....	355
二、细胞癌基因产物的功能 .....	357
三、原癌基因激活的机制 .....	357
第三节 抑癌基因 .....	359
一、抑癌基因的概念 .....	359
二、癌基因、抑癌基因与肿瘤的发生 .....	361
第四节 生长因子 .....	362
一、生长因子概念及其功能 .....	362
二、生长因子的作用机制 .....	363
三、生长因子与肿瘤 .....	363
第五节 细胞凋亡 .....	364
一、细胞凋亡的概念 .....	364