



研究生规划教材

全国高等医药院校教材·全国高等医药教材建设研究会规划教材

医学分子生物学

供 研 究 生 用

主 审 刘德培
主 编 查锡良
副主编 药立波



人民卫生出版社

全国高等医药院校教材

供研究生用

医学分子生物学

主 审 刘德培

主 编 查锡良

副主编 药立波

编者（以姓氏笔画为序）

冯作化（华中科技大学同济医学院）	金 颖（上海第二医科大学）
申宗侯（复旦大学上海医学院）	昌增益（清华大学医学院）
李 刚（北京大学医学部）	药立波（第四军医大学）
杨安钢（第四军医大学）	贺竹梅（中山大学）
宋惠萍（中南大学湘雅医学院）	查锡良（复旦大学上海医学院）
屈 伸（华中科技大学同济医学院）	徐安龙（中山大学）
周春燕（北京大学医学部）	

人 民 卫 生 出 版 社

图书在版编目 (CIP) 数据

医学分子生物学/查锡良主编. —北京:
人民卫生出版社, 2002

ISBN 7-117-04835-2

I. 医… II. 查… III. 医药学:分子生物学
IV. R318

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 056829 号

医学分子生物学

主 编: 查 锡 良

出版发行: 人民卫生出版社 (中继线 67616688)

地 址: (100078) 北京市丰台区方庄芳群园 3 区 3 号楼

网 址: <http://www.pmph.com>

E - mail: pmph@pmph.com

印 刷: 北京市增富印刷有限责任公司(万通)

经 销: 新华书店

开 本: 850×1168 1/16 印张: 39.5

字 数: 958 千字

版 次: 2003 年 11 月第 1 版 2004 年 5 月第 1 版第 2 次印刷

标准书号: ISBN 7-117-04835-2/R·4836

定 价: 59.00 元

著作权所有, 请勿擅自用本书制作各类出版物, 违者必究

(凡属质量问题请与本社发行部联系退换)

全国高等医药院校研究生规划教材出版说明

《中国医学教育改革和发展纲要》明确指出，在今后的5~15年我国医学教育要加速发展研究生教育，到2005年，本专科教育（含高等职业技术教育）和研究生教育年招生总量占总体的比例要达到60%以上，到2015年增长到70%以上。为适应这一要求，经全国高等医药教材建设研究会和卫生部教材办公室研究决定，自2001年8月起组织编写一套供研究生使用的规划教材。此套教材较五年制和七年制教材要体现“更高”、“更新”、“更深”的特点；在教材的“三基”（基础理论、基本知识、基本技能）、“五性”（思想性、科学性、先进性、启发性、适用性）方面要更强调启发性，以培养善于思考、勇于探索、敢于创新的临床型和科研型人才。与以课程教育为主的本科学历教育不同，研究生学历教育是课题教育，研究生可根据自己的课题方向选择性地研修相关课程。这就要求我们除了考虑整套教材的一定系统性和交叉内容外，还要指出每种课题中有争论的问题，以及其前沿和发展的方向，以启发研究生在学习中的兴趣，甚至产生科学灵感。

这次编写的19种为第一批研究生规划教材，今后将陆续编辑出版，以供广大读者使用。

第一批研究生教材目录

- | | | |
|----------------------|-----|---------|
| 1. 医学科学技术哲学 | 主 编 | 冯显威 |
| 2. 医学计算机实用教程 | 主 审 | 王行言 |
| | 主 编 | 童隆正 |
| 3. 医学统计学 | 主 编 | 孙振球 |
| 4. 临床流行病学 | 主 审 | 李立明 |
| | 主 编 | 黄悦勤 |
| 5. 医学科研方法学 | 主 编 | 梁万年 |
| 6. 医学分子生物学 | 主 审 | 刘德培 |
| | 主 编 | 查锡良 |
| 7. 医学分子生物学实验技术 | 主 编 | 药立波 |
| 8. 医学细胞分子生物学 | 主 编 | 宋今丹 |
| 9. 组织和细胞培养技术 | 主 编 | 章静波 |
| 10. 分子病理学 | 主 编 | 李玉林 |
| 11. 组织病理技术 | 主 审 | 王伯沅 |
| | 主 编 | 李甘地 |
| 12. 医学遗传学 | 主 编 | 夏家辉 |
| 13. 神经生物学 | 主 编 | 鞠 躬 |
| 14. 分子病毒学 | 主 编 | 黄文林 |
| 15. 基础与临床药理学 | 主 编 | 姚明辉 |
| 16. 实验核医学 | 主 编 | 张永学 |
| 17. 肿瘤学（第二版） | 主 编 | 曾益新 |
| 18. 外科学——前沿与争论 | 主 编 | 邹声泉 龚建平 |
| 19. 外科常用实验方法及动物模型的建立 | 主 编 | 陈孝平 |

前 言

继 20 世纪 50 年代 Watson 和 Crick 揭示了遗传信息携带者 DNA 的双螺旋结构后,近 50 年来分子生物学的发展势如破竹。60 年代中期遗传信息传递的中心法则的初步确定;70 年代基因重组理论和技术的崛起;以及近二三十年来基因的表达和调控及相关的发育分子生物学的进展;蛋白质翻译后加工、折叠、组装、转运;生物大分子相互识别,信号转导的深入研究等,一个个里程碑工作接踵而来。人类基因组计划业已完成,不久,完整的人类基因组序列将呈现在人们面前。一个崭新的时代——后基因组时代已经来临。

分子生物学是一门从生物大分子结构和功能水平上阐述各种生命现象的前沿学科,其内涵也随着生命科学的发展而日益丰富。尤为重要的是分子生物学的新理论、新技术迅速渗透到生命科学的各个领域,产生了诸如分子遗传学、分子生理学、分子免疫学、分子微生物学、分子神经生物学、分子病理学和分子药理学等新兴的交叉学科,医学分子生物学也应运而生。医学分子生物学是分子生物学的重要分支,它与基础医学和临床医学紧密结合,研究生物大分子结构、功能、调控机制及其人体各种生理和病理状态的分子机制。医学分子生物学的进步大大促进了基础医学和临床医学的发展,有效地推动了新的诊断、治疗、预防方法的建立以及新的健康理念的发展。

本教材为全国高等医药教材建设研究会组织编写的研究生规划教材系列之一。适用于全国高等医药院校及研究机构的硕士研究生。同时,对于所有基础医学和临床医学相关学科的师生也具有重要的参考价值。本教材在医学院校生物化学与分子生物学五年制教学内容的基础上,更为深入和系统地介绍了分子生物学的基本理论和最新进展,并特别注重了与基础医学和临床医学的结合,以期为进一步学习其他研究生专业课程和开展医学科研工作奠定医学分子生物学基础。

全书内容分为四篇,即:基因、蛋白质、细胞信号转导的分子机制和细胞增殖、分化与细胞凋亡的分子机制。第一篇基因由 8 章组成,在介绍基因、基因组的概念、结构与功能基础上,着重阐述人类基因组计划的新成就、功能基因组、基因表达及其调控、与疾病发生发展和诊断治疗密切相关的分子机制、常用的基因操作原理等。第二篇蛋白质由 5 章组成,力求从动态角度出发,审视蛋白质结构与功能;介绍蛋白质“生老病死”的分子过程和酶学的新进展;强调时间、空间、微环境等因素对蛋白质正常和异常结构与功能的影响;同时,从科研实际出发,叙述研究蛋白质结构与功能的思路和技术方法,并呈现给读者若干悬而未决的蛋白质研究难题,留给读者更多的思考空间。第三篇细胞信号转导的分子机制由 5 章组成,从分子水平介绍参与细胞信号转导的各种信号分子、受体的结构和功能,以及信号转导的原理及其规律;信号转导的重要通路及其生理作用;以及与疾病相关的信号转导异常;强调机体的各种生命活动都受到严密的调控,其中细胞信号转导系统起着不可替代的介导作用;同时,讨论了信号转导研究的发展趋势等。鉴于细胞信号转导研究在最近 10 年中的飞

速发展及其在医学发展中的重要作用，这一部分的内容较以往各种教材更为详细。第四篇细胞增殖、分化与细胞凋亡的分子机制由4章组成，主要介绍了近年来颇受重视的细胞周期、细胞分化、胚胎干细胞发育全能性、细胞凋亡调控的分子机制等，这些前沿内容与疾病发生发展和诊断治疗紧密相连，也是研究生开展基础医学和临床医学科学研究的必备知识。

从培养研究生科学思维能力和科研工作能力的目标出发，本教材在编写方式和风格方面力求强调科学史的沿革、经典实验结果、完整的理论知识和不同的学术观点的阐述，给读者一个充分的自学余地和想象空间。

本书的编写人员由8所高校的13位教授组成。他们大部分来自医学院校，也有的来自综合性大学的生命科学学院。这种医学领域与非医学领域编写者的组合是医学院校教材编写的一种新的尝试，希望对于拓展医学院校研究生的知识面和科研思路有所裨益。各位编者在所撰写的章节中尽可能融会了个人的科研成果和教学经验，以使读者对相关理论有更为深刻的理解。在编写过程中，我们首先召开了编者会议集体讨论和议定了编写大纲和各章的知识点，分头执笔完成初稿以后，进行了互审，最后又利用定稿会对全书进行了再次的审定和修改，以尽量提高编写质量。但是由于编写时间仓促、编者学识水平有限，加之分子生物学发展异常迅速，本书难免存在遗漏、错讹和缺憾之处，谨请使用本书的广大师生和科技工作者批评指正。

本书每章末列出了以原始论文为主的若干参考文献，以供读者进一步学习参考。本书在正文中出现的专业名词后列出了英文原名及缩写，书末列有英汉索引、汉英索引，便于读者查阅。需要指出的是，由于分子生物学专业新词汇层出不穷，其中有些词汇各家译法不一，尚无公认的译名，只能以英文原名列出，或使用暂译名。

在本书的整个编写过程中，始终得到主审刘德培院士的精心指导和关心。刘院士对本书的编写大纲、初稿都进行了认真地审阅，并提出了宝贵的修改意见；中国协和医科大学杨克恭教授对本教材初稿的审阅付出了大量的精力；第四军医大学王成济教授参加了审阅工作；还有一批为本教材编写工作和编写会议作贡献的人士，在此一并表示衷心的感谢。

查锡良 药立波

2002年6月

目 录

第一篇 基 因

第一章 基因的结构与功能	2
第一节 遗传的基本单位——基因	2
一、基因一词的由来及其含义的演变	2
二、DNA 的结构特点及其性质	3
第二节 基因的结构特点与分类	12
一、染色体 DNA	12
二、线粒体 DNA	18
第三节 基因（符号）的命名法	18
一、基因命名的基本原则	18
二、人类基因的命名法	19
三、其他生物基因的命名法	20
第二章 基因组	22
第一节 基因组及基因作图	22
一、基因组与基因组学	22
二、基因组存储了生物体整套的遗传信息	23
三、基因作图的概念	25
四、人类基因定位的基本方法	28
第二节 人类基因组计划	34
一、人类基因组计划的诞生及意义	34
二、人类基因组计划的 4 张图谱	36
三、人类基因组计划下一步的方向	38
第三节 生物信息学及其在基因组研究中的应用	40
第四节 单核苷酸多态性及其意义	43
一、DNA 分子标记的发展	43
二、单核苷酸多态性的概念及其分析方法	45
三、单核苷酸多态性 (SNPs) 与疾病	46
第五节 基因多态性与疾病相关性研究	47
一、基因多态性及其分析方法	47
二、基因多态性与疾病相关性的研究	49
第六节 药物基因组学	51

一、药物基因组学的概念	51
二、药物基因组学的诞生	52
三、药物基因组学与基因多态性	52
四、药物基因组学的应用	53
第三章 DNA 的生物合成与重组	57
第一节 复制	57
一、DNA 复制的基本特点	57
二、原核生物染色体 DNA 的复制	61
三、真核生物染色体 DNA 的复制	65
四、DNA 复制的形式	66
五、逆转录	67
第二节 DNA 损伤、突变和修复	68
一、DNA 损伤、突变的意义和类型	69
二、DNA 损伤、突变的引发因素	70
三、DNA 损伤、突变的修复	71
四、DNA 损伤、修复与人类疾病	72
第三节 基因重组	73
一、同源重组	73
二、位点特异重组	75
三、转座子	75
四、免疫球蛋白基因重排	78
第四章 原核生物基因的表达和调控	83
第一节 原核生物基因的表达	83
一、转录起始	83
二、RNA 延伸	84
三、转录终止	84
四、转录后加工	86
五、翻译的起始	87
六、肽链的延伸	88
七、翻译的终止	91
八、原核生物基因转录与翻译的特点	91
第二节 原核基因表达的调控	93
一、原核生物的顺式作用元件和转录调控蛋白	93
二、转录起始调控的主要模式	97
三、翻译的可调控性及调控方式	102
第五章 真核生物基因的表达和调控	107

第一节 真核生物基因的表达	107
一、转录起始	107
二、RNA 延伸	110
三、转录终止	110
四、转录产物的加工	110
五、RNA 跨核膜运输	115
六、翻译	115
七、翻译后加工	117
第二节 真核生物基因表达调控的分子机制	118
一、真核生物的顺式作用元件	118
二、真核生物的反式作用因子	120
三、蛋白质与 DNA 的相互作用	123
四、其他调控基因表达的因素	125
第三节 真核基因表达的调控	125
一、DNA 和染色质结构对转录的调控	126
二、转录起始调控	127
三、转录后调控	131
四、翻译的可调控性及调控方式	134
五、翻译后加工的调控意义	137
第四节 基因表达研究在医学研究中的意义	138
一、对已知的单个或数个基因的表达研究	138
二、基因表达谱的研究	140
三、对大量基因的表达变化分析	140
四、寻找在特定组织或细胞中表达的新基因	142
第五节 基因表达调控研究在医学研究中的意义	143
一、阐明生理或病理过程的分子机制	143
二、基因治疗的基础研究	145
第六章 基因与疾病	149
第一节 基因变异与疾病	149
一、基因结构变异与疾病	149
二、基因表达异常与疾病	151
三、原癌基因、抑癌基因与肿瘤	152
四、外源基因的入侵与疾病	153
五、线粒体 DNA 突变与疾病的关系	154
六、动态突变相关的疾病	155
第二节 基因变异导致的常见疾病	156
一、遗传性疾病	156
二、肿瘤	159

三、心血管疾病	161
四、神经系统疾病	163
五、病原微生物感染导致的疾病	164
第七章 基因操作	170
第一节 基因工程基本技术	170
一、基因工程技术的产生及其科学意义	170
二、基因工程技术的基本原理和步骤	172
三、基因工程用载体	173
四、基因工程常用工具酶	176
五、目的基因的获得和重组载体的构建	178
六、重组载体的导入、鉴定和表达	179
第二节 聚合酶链反应	183
一、PCR 技术的产生	183
二、PCR 技术的基本原理	185
三、PCR 技术的主要用途及其衍生技术	185
第三节 DNA 序列分析	190
第四节 分子杂交和印迹技术	191
一、印迹技术	191
二、探针的种类和制备	192
三、印迹技术的种类和用途	193
第五节 基因组文库和 cDNA 文库	194
一、基因组文库和 cDNA 文库技术的产生	194
二、基因组文库的建立、筛选和用途	195
三、cDNA 文库的建立、筛选和用途	195
第六节 基因重组动物模型	197
一、转基因动物模型	197
二、核移植技术	198
三、基因敲除技术	198
四、基因转移和基因敲除在医学发展中的应用	198
第七节 基因操作在医学发展中的意义	201
一、疾病相关基因分析	201
二、制造生物活性蛋白	204
第八章 基因诊断与基因治疗	208
第一节 基因诊断	208
一、基因诊断的概念和特点	208
二、基因诊断的主要技术方法	208
三、常见的基因异常及其检测	212

四、疾病的基因诊断	215
五、基因诊断在法医学上的应用	217
第二节 基因治疗	218
一、基因治疗的概念	219
二、基因治疗的基本程序	219
三、基因治疗的主要策略和技术方法	227
四、遗传病的基因治疗	229
五、肿瘤的基因治疗	231
六、感染性疾病的基因治疗	233
七、基因治疗临床试验的现状分析	239
八、基因治疗存在的问题与展望	242

第二篇 蛋 白 质

第九章 蛋白质的研究历史与方法	245
第一节 蛋白质研究的历史回顾	245
第二节 蛋白质对象的选择和样品的获取	249
一、研究对象的选择	249
二、细胞的破碎	249
三、去污剂处理溶解膜蛋白	250
四、细胞中释放的蛋白分子的稳定	251
五、细胞碎片的去除	251
六、目标蛋白质的纯化	252
第三节 蛋白质的检测和鉴定	254
一、光谱学特性	255
二、电泳检测	255
三、测定纯化蛋白质的分子大小	257
四、测定蛋白质的氨基酸序列	259
五、用抗体探测特异蛋白质分子	259
第四节 蛋白质的结构分析	260
一、氨基酸序列测定	260
二、蛋白质空间结构的测定	261
三、蛋白质构象变化的追踪	262
四、蛋白质分子的生物功能研究	262
第五节 蛋白质研究的发展趋势	264
一、从单个蛋白质到所有蛋白质	264
二、从统计行为到单分子行为	265
三、从体外活性到体内功能	266
第十章 蛋白质分子的折叠、组装、细胞内定位及降解	267

第一节 新生肽链需要折叠形成特定的天然构象	268
一、蛋白质折叠问题	268
二、从热力学角度研究蛋白质折叠	269
三、从动力学角度研究蛋白质折叠	269
四、生物体内的蛋白质折叠问题	270
五、蛋白质折叠的质量控制系统	270
六、不同蛋白质折叠过程的共性和个性	271
七、膜蛋白的折叠问题	271
八、蛋白质折叠的研究方法	272
第二节 寡聚蛋白的亚基需要经过一个组装过程	272
一、蛋白质绝大多数都以寡聚或多聚体形式存在	272
二、寡聚体的组装过程是一个分子特异识别的过程	273
三、存在于细胞膜上的蛋白复合体的组装问题	273
第三节 蛋白质分子在细胞内的定位决定于其自身的结构	274
一、定位于细胞不同部位的蛋白质分子携带有不同的结构信号	274
二、真核细胞中的蛋白质定位研究进展	275
三、蛋白质定位出错引起的疾病	279
第四节 蛋白质分子在细胞内的降解	279
一、与蛋白质降解相关的末端和内部序列	280
二、细胞内蛋白质降解的途径	280
第十一章 蛋白质的结构与功能	283
第一节 蛋白质结构	283
一、根据结构进行的蛋白质归类	283
二、蛋白质的结构特征	284
三、从结构信息分析蛋白质的功能	285
第二节 蛋白质分子功能的实现过程	289
一、蛋白质通过非共价相互作用完成生物功能	289
二、非共价相互作用的物理本质	290
三、蛋白质通过与其他分子（配体）的特异相互作用而完成生物学功能	291
四、蛋白质分子与配体结合的亲和力	291
五、蛋白质与配体亲和力的解释和预测	292
六、蛋白质与配体结合的可逆性	292
七、蛋白质构象的动态性变化	292
八、蛋白质分子的翻译后化学修饰	293
第十二章 蛋白质与医学	300
第一节 血红蛋白结构与功能	300
一、血红蛋白基因	300

二、血红蛋白的结构与功能	302
三、2, 3-二磷酸甘油酸	305
四、血红蛋白的新功能	306
五、血红蛋白病	306
六、血红蛋白变构调节的作用机制	309
第二节 重要的细胞外基质蛋白	310
一、胶原	311
二、纤连蛋白	317
第三节 细胞粘附分子	319
一、整合蛋白	319
二、钙粘蛋白	325
三、免疫球蛋白超家族	326
四、CD44	327
第四节 朊病毒蛋白	328
一、蛋白质错折叠疾病概况	328
二、朊病毒蛋白	329
第十三章 酶与生物催化剂	334
第一节 酶的催化机制	335
一、一般酸碱催化	335
二、亲核或亲电催化	335
三、邻近效应及定向排列	336
四、诱导契合	337
五、综合效应	337
第二节 金属在酶催化中的作用	340
一、金属酶和金属激活酶	340
二、金属在金属酶中的作用	343
三、金属酶结构与功能的关系	344
第三节 别构酶	347
一、别构效应与别构酶	347
二、别构酶的特征	348
三、别构酶活性调节的机制	348
四、别构酶对代谢的调节作用	350
第四节 具有“酶”催化活性的其他生物分子	351
一、核酶	351
二、抗体酶	363
三、其他生物催化剂	367
第五节 同工酶	368
一、同工酶的概念	368

二、同工酶的分类	369
三、同工酶的生物学意义	370

第三篇 细胞信号转导的分子机制

第十四章 细胞通讯和信号分子	375
第一节 细胞通讯方式	375
一、细胞直接联系的细胞通讯	376
二、细胞间接联系的细胞通讯	377
第二节 细胞内重要信号分子	378
一、蛋白激酶	379
二、蛋白磷酸酶	386
三、GTP 结合蛋白	386
四、第二信使合成及降解相关的酶	389
五、信号蛋白衔接的分子基础	397
第十五章 细胞受体	400
第一节 受体研究的历史	400
第二节 膜受体的种类及其作用方式	401
一、配体依赖性离子通道受体	401
二、G 蛋白偶联受体	402
三、单个跨膜 α 螺旋受体	403
第三节 胞内受体	409
一、胞内受体的基本结构	409
二、DNA-蛋白质相互作用的结构基础	409
第四节 受体作用的特点	410
一、高度专一性	410
二、高亲和力	410
三、可饱和性	411
四、可逆性	411
五、产生特定的生理效应	411
第五节 受体活性的调节	412
一、磷酸化和去磷酸化	412
二、配体-受体复合物的内化和降解	412
三、膜磷脂的含量、成分和代谢	412
第十六章 细胞内信号转导通路	414
第一节 cAMP-蛋白激酶 A 通路	414
一、G 蛋白在 cAMP-蛋白激酶 A 通路中的作用	414
二、cAMP 的合成与分解	415

三、cAMP的作用机制	415
四、PKA的作用	416
第二节 磷脂与Ca ²⁺ -蛋白激酶通路	417
一、Ca ²⁺ -磷脂依赖性蛋白激酶途径	417
二、Ca ²⁺ /钙调蛋白依赖性蛋白激酶途径	418
第三节 cGMP-蛋白激酶系统	419
一、cGMP的合成	419
二、cGMP的功能	419
三、依赖cGMP的蛋白激酶	420
第四节 Ras-Raf-MAPK通路	420
一、Ras-Raf-MAPK通路	420
二、Ras-Raf-MAPK通路的调节	421
第五节 JAKs-STAT信号转导通路	422
一、JAK	422
二、细胞内信号分子——STAT	422
三、JAK-STAT信号转导通路	423
第六节 PI-3K-Akt/PKB信号转导通路	424
一、PI-3K家族	424
二、PIP ₃ 的靶位点	424
三、PIP ₃ 调节的蛋白激酶	425
四、Akt/PKB的下游信息流和生物学功能	426
第七节 核因子κB系统	426
第八节 TGF-β信号转导通路	427
一、TGF-β信号转导通路的胞内底物	427
二、TGF-β的信号转导通路	428
第九节 胞内受体介导的信号转导通路	429
第十七章 细胞信号转导异常与疾病	432
第一节 细胞信号转导异常的主要类型	432
第二节 G-蛋白偶联型受体异常与疾病	434
一、G-蛋白偶联受体与心血管疾病的关 系	434
二、G-蛋白偶联受体与肿瘤的关系	436
三、G-蛋白偶联受体与遗传性疾病	438
四、G-蛋白偶联受体与感染性疾病	438
五、G-蛋白偶联受体与药物成瘾性疾 病	440
第三节 单次跨膜受体异常与疾病	440
一、单次跨膜受体介导的信号通路异常相 关遗传病	440
二、单次跨膜受体与炎症和应激反应	442
第四节 NO相关疾病	443

一、NO 与心血管疾病	444
二、NO 与肺部疾患	445
三、NO 与神经损伤	445
四、NO 与胃肠道疾病的关系	446
五、NO 与炎症	446
第十八章 细胞信号转导研究展望	449
第一节 细胞信号转导的规律和特点	449
一、细胞信号转导过程中信号的发生和终止	449
二、细胞信号转导过程中的级联放大效应	450
三、信号转导系统的通用性	450
四、细胞信号转导系统的复杂性	451
第二节 细胞信号转导研究的主要趋势	452
一、单一分子、单一通路研究向多通路、规模化研究发展	452
二、从定性研究向定量研究发展	453
三、单纯生物学实验研究向计算机模拟研究的发展	453
四、从体外研究向体内研究的发展	454
五、从基础研究向应用研究的发展	455

第四篇 细胞增殖、分化与细胞凋亡的分子机制

第十九章 真核细胞周期调控的分子机制	460
第一节 细胞周期及调控的概述	460
一、细胞周期	460
二、细胞周期调控的主要分子机制	461
三、研究细胞周期调控的实验体系	463
第二节 对卵母细胞、卵及早期胚胎的研究	465
一、细胞浆转移实验与成熟促进因子	465
二、细胞周期蛋白	466
三、泛素和 APC	469
四、细胞生长抑制因子	470
第三节 G_1 到 S 期的转折和 DNA 复制	471
一、 G_1 期细胞周期蛋白和 CDKs	471
二、Rb 蛋白和 E2F 转录因子	472
三、DNA 复制	473
第四节 G_2/M 转折和有丝分裂的调控	474
一、有丝分裂启动的调控	474
二、有丝分裂终止的调节	475
第五节 细胞周期蛋白-激酶的抑制因子	477
一、INK4 家族的 CKI	477