



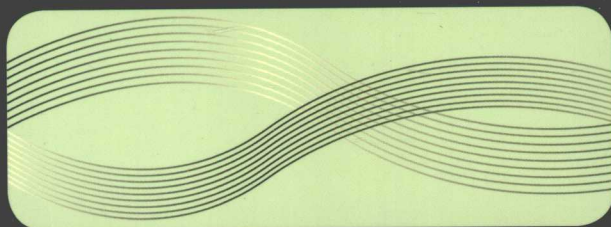
普通高等教育“十一五”国家级规划教材



卫生部“十一五”规划教材

全国高等医药教材建设研究会规划教材

全国高等学校教材
供8年制及7年制临床医学等专业用



第2版

细胞生物学

Cell Biology

主 编 杨 恬
副主编 左 伋 刘艳平
主 审 孙同天



人民卫生出版社
PEOPLE'S MEDICAL PUBLISHING HOUSE



第 1 版 (2013 年 12 月)



第 1 版 (2013 年 12 月)

第 1 版 (2013 年 12 月)

第 1 版 (2013 年 12 月)

第 1 版 (2013 年 12 月)



第 1 版

细胞生物学

Cell Biology

第 1 版 (2013 年 12 月)

第 1 版 (2013 年 12 月)

- 普通高等教育“十一五”国家级规划教材
- 卫生部“十一五”规划教材
- 全国高等医药教材建设研究会规划教材
- 全国高等学校教材
- 供8年制及7年制临床医学等专业用



细胞生物学

Cell Biology

主 编 杨 恬

副主编 左 伋 刘艳平

主 审 孙同天

编 者 (以姓氏笔画为序)

左 伋 (复旦大学上海医学院)

朱振宇 (中山大学医学院)

刘艳平 (中南大学湘雅医学院)

杨 恬 (第三军医大学)

连小华 (第三军医大学)

何通川 (美国芝加哥大学医学院)

辛 华 (山东大学医学院)

宋士生 (西安交通大学医学院)

宋国立 (美国加州大学圣迭戈分校医学院)

陈誉华 (中国医科大学)

胡以平 (第二军医大学)

徐 晋 (哈尔滨医科大学)

唐 霓 (重庆医科大学)

章静波 (北京协和医学院)



人民卫生出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

细胞生物学/杨恬主编. —2 版. —北京: 人民
卫生出版社, 2010. 8

ISBN 978 - 7 - 117 - 12930 - 5

I. ①细… II. ①杨… III. ①细胞生物学 - 医学
院校 - 教材 IV. ①Q2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 119905 号

门户网: www.pmph.com	出版物查询、网上书店
卫人网: www.ipmph.com	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。

细胞生物学 第 2 版

主 编: 杨 恬

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

购书热线: 010 - 67605754 010 - 65264830

010 - 59787586 010 - 59787592

印 刷: 北京蓝迪彩色印务有限公司

经 销: 新华书店

开 本: 850 × 1168 1/16 印张: 31

字 数: 915 千字

版 次: 2005 年 8 月第 1 版 2010 年 8 月第 2 版第 3 次印刷

标准书号: ISBN 978 - 7 - 117 - 12930 - 5/R · 12931

定价 (含光盘): 90.00 元

打击盗版举报电话: 010 - 59787491 E-mail: WQ@pmph.com

(凡属印装质量问题请与本社销售中心联系退换)

第二版出版说明

全国高等学校八年制临床医学专业规划教材自2005年出版以来,得到了教育部、卫生部等主管部门的认可,以及医学院校广大师生的好评。为了进一步满足教学改革与实践不断推进,以及医学科学不断发展的需要,全国高等医药教材建设研究会和卫生部教材办公室在吴阶平、裘法祖、吴孟超、陈灏珠和刘德培院士等的亲切关怀和支持下于2009年启动了该套教材第二轮的修订工作。

第二轮修订过程中仍坚持“精品战略,质量第一的原则,从精英教育的特点、医学模式的转变、信息社会的发展、国内外教材的对比等角度出发,在注重‘三基’、‘五性’的基础上,从内容到形式都‘更新’、‘更深’、‘更精’,为培养高素质、高水平、富有临床实践和科学创新能力的医学博士服务”的编写宗旨,并根据使用过程中的反馈意见与建议,在第一轮的基础上力求做到:学科体系更加完善,增加了《临床流行病学》、《肿瘤学》、《生物信息学》、《实验动物学》、《医学科学研究导论》和《医学伦理学》;相关学科的交叉与协调更为完善,比如《生物化学》与《医学分子生物学》合并为《生物化学与分子生物学》;内容的选材与框架体系的设计更加注重启发性,强调学生创新能力的培养,并适当给学生留下了思维分析、判断、探索的空间;教材的配套更加健全;装帧设计更为精美。

该套书在修订过程中,得到了广大医学院校的大力支持,作者均来自各学科临床、科研、教学第一线,具有丰富临床、教学、科研和写作经验的优秀专家,作者队伍覆盖了目前国内所有开办临床医学专业八年制及七年制的院校。

修订后的第二版仍以全国高等学校临床医学专业八年制及七年制师生为主要目标读者,并可作为研究生、住院医师等相关人员的参考用书。

全套教材共37种,其中36种于2010年8月出版,1种将于2010年年底出版。

全国高等学校八年制临床医学专业卫生部规划教材 编写委员会

顾 问 吴阶平 裘法祖 吴孟超 陈灏珠

主任委员 刘德培

委 员 (按姓氏笔画排序)

丰有吉	孔维佳	王卫平	王吉耀	王宇明	王怀经
王明旭	王家良	王鸿利	冯作化	田勇泉	孙贵范
江开达	何 维	吴 江	张永学	张绍祥	李玉林
李甘地	李立明	李 和	李桂源	李 霞	杨世杰
杨宝峰	杨 恬	步 宏	沈 铿	陈孝平	陈 杰
陈 竺	欧阳钦	罗爱静	金征宇	姚 泰	姜乾金
柏树令	赵仲堂	郝希山	秦 川	贾文祥	贾弘禔
高英茂	黄 钢	葛 坚	詹启敏	詹希美	颜 虹
薛辛东	魏于全				

八年制教材目录

*1.《细胞生物学》 第2版(含光盘)	主 编	杨 恬
	副主编	左 伋 刘艳平
*2.《系统解剖学》 第2版(含光盘)	主 编	柏树令
	副主编	应大君 丁文龙 崔益群
*3.《局部解剖学》 第2版(含光盘)	主 编	王怀经 张绍祥
	副主编	张雅芳 胡海涛
*4.《组织学与胚胎学》 第2版(含光盘)	主 编	高英茂 李 和
	副主编	李继承 陈晓蓉
*5.《生物化学与分子生物学》 第2版(含光盘)	主 编	贾弘提 冯作化
	副主编	屈 伸 药立波 方定志 冯 涛
*6.《生理学》 第2版(含光盘)	主 编	姚 泰
	副主编	曹济民 樊小力 王庭槐
*7.《医学微生物学》 第2版(含光盘)	主 编	贾文祥
	副主编	陈锦英 江丽芳 黄 敏
*8.《人体寄生虫学》 第2版(含光盘)	主 编	詹希美
	副主编	诸欣平 刘佩梅
*9.《医学遗传学》 第2版(含光盘)	主 编	陈 竺
	副主编	陆振虞 傅松滨
*10.《医学免疫学》 第2版	主 编	何 维
	副主编	曹雪涛 熊思东
*11.《病理学》 第2版(含光盘)	主 编	陈 杰 李甘地
	副主编	文继舫 来茂德 孙保存
*12.《病理生理学》 第2版(含光盘)	主 编	李桂源
	副主编	吴伟康 欧阳静萍
*13.《药理学》 第2版(含光盘)	主 编	杨世杰
	副主编	杨宝峰 颜光美 臧伟进
*14.《临床诊断学》 第2版(含光盘)	主 编	欧阳钦
	副主编	吴汉妮 刘成玉
*15.《实验诊断学》 第2版(含光盘)	主 编	王鸿利
	副主编	尚 红 王兰兰
*16.《医学影像学》 第2版(含光盘)	主 编	金征宇
	副主编	冯敢生 冯晓源
*17.《内科学》 第2版(含光盘)	主 编	王吉耀
	副主编	廖二元 黄从新 华 琦
*18.《外科学》 第2版(含光盘)	主 编	陈孝平
	副主编	石应康 邱贵兴 杨连粤

*19.《妇产科学》 第2版(含光盘)	主 编	丰有吉 沈 铿
	副主编	马 丁 孔北华 李 力
*20.《儿科学》 第2版(含光盘)	主 编	薛辛东
	副主编	杜立中 毛 萌
*21.《感染病学》 第2版(含光盘)	主 编	王宇明
	副主编	施光峰 宁 琴 李 刚
*22.《神经病学》 第2版(含光盘)	主 编	吴 江
	副主编	贾建平 崔丽英
*23.《精神病学》 第2版(含光盘)	主 编	江开达
	副主编	于 欣 李凌江 王高华
*24.《眼科学》 第2版(含光盘)	主 编	葛 坚
	副主编	赵家良 黎晓新
*25.《耳鼻咽喉头颈外科学》 第2版	主 编	孔维佳
	副主编	周 梁 许 庚 王斌全 唐安洲
*26.《核医学》 第2版(含光盘)	主 编	张永学 黄 钢
	副主编	匡安仁 李亚明
*27.《预防医学》 第2版(含光盘)	主 编	孙贵范
	副主编	凌文华 孙志伟 姚 华
*28.《医学心理学》 第2版(含光盘)	主 编	姜乾金
	副主编	马 辛 林大熙 张 宁
29.《医学统计学》 第2版(含光盘)	主 编	颜 虹
	副主编	徐勇勇 赵耐青
*30.《循证医学》 第2版(含光盘)	主 编	王家良
	副主编	詹思延 许能锋 康德英
*31.《医学文献信息检索》 第2版(含光盘)	主 编	罗爱静
	副主编	马 路 于双成
32.《临床流行病学》 (含光盘)	主 编	李立明
	副主编	詹思延 谭红专
33.《肿瘤学》	主 编	郝希山 魏于全
	副主编	赫 捷 周云峰
34.《生物信息学》 (含光盘)	主 编	李 霞
	副主编	李亦学 廖 飞
35.《实验动物学》 (含光盘)	主 编	秦 川
	副主编	张连峰 魏 泓 顾为望 王 钜
36.《医学科学研究导论》	主 编	詹启敏 赵仲堂
	副主编	刘 佳 刘 强
37.《医学伦理学》 (含光盘)	主 编	王明旭
	副主编	尹 梅 严金海

注：全套书均为卫生部“十一五”规划教材，画*者为普通高等教育“十一五”国家级规划教材

八年制教材再版序言

五年来,在大家的热情呵护下,我们共同见证了八年制临床医学教材——这个新生命的诞生与茁壮成长。如今,第二版教材与大家见面,怀纳第一版之精华而不张扬,吞吐众学者之智慧而不狂放,正如医学精英人才所应具备的气质与神韵。在继承中发展,新生才能越发耀眼;切时代之脉搏,思维才能永领潮头。第二版教材已然跨入新的成长阶段,心中唯觉欣喜和慰藉。

回想第一版教材面世之后,得到了各方众多好评,这充分说明了:这套教材将生命科学信息化、网络化以及学科高度交叉、渗透的特点融于一身,同时切合了环境-社会-心理-工程-生物学模式的转变,诠释了以人为本、协调发展的战略思想。另外,编委构成的权威性和代表性、内容选择、编排体系、印刷装帧质量等,令广大师生耳目一新,爱不释手。诚然,第一版教材也并非十全十美,比如有的学科仍以介绍知识为主,启发性不强,对学生难以起到点石成金、抛砖引玉的作用,不利于学生创新思维能力的培养;有的学科、章节之间有重复现象,略显冗余,不够干练。另外,随着学科的进展,部分疾病的临床分类、治疗等内容已略显滞后,亟待最新的研究成果加入其中,充实完善。

鉴此,第一版教材的修订工作便提上日程。此次修订,比当初第一版的编纂过程更为艰辛和严谨,从编者的谨慎遴选到教材内容的反复推敲、字斟句酌,可谓精益求精、力臻完美,经过数轮探讨、分析、总结、归纳、整理,第二版教材终于更富于内涵、更具有生命力地与广大师生们见面了。

“精英出精品,精品育精英”是第二版教材在修订之初就一直恪守的理念。主编、副主编与编委们均是各领域内的医学知名专家学者,不仅著作立身,更是德高为范。在教材的编写过程中,他们将从医执教中积累的宝贵经验、体会以及医学精英的特质潜移默化地融入到教材当中。同时,在主编负责制的前提下,主编、副主编负责全书的系统规划,编委会构成团结战斗的团队,各位专家群策群力、扬长补短、集思广益、查漏补缺,为教材的高标准、高质量的修订出版打下了坚实的基础。

注重医学学科内涵的延伸与发展,同时兼顾学科的交叉与融合是第二版教材的一大亮点。此次修订不仅在第一版的基础上增加了《临床流行病学》、《肿瘤学》、《生物信息学》、《实验动物学》、《医学科学研究导论》和《医学伦理学》,同时还合并了《生物化学》与《医学分子生物学》。通过主编顶层设计,相邻学科主编、副主编协调与磋商,互审编写提纲,以及交叉互审稿件等措施,相当程度上实现了突出中心、合理交叉、避免简单重复的要求。

强调启发性以及创新意识、创新思维和创新能力的培养是第二版教材的另一大特色。除了坚持“三基(基础理论、基本知识和基本技能)和五性(思想性、科学性、先进性、启发性和适用性)”,更注重激发学生的思维,让他们成为自己头脑的主人,批判地看待事物,辩证地对待知识,创造性地预见未来。同时,这版教材也特别注重与五年制教材、研究生教材、专科医师培训教材以及参考书的区别与联系。

以吴阶平、裘法祖、吴孟超、陈灏珠为代表的德高望重的老前辈对第二版教材寄予了殷切期望和悉心指导,教育部、卫生部、国家中医药管理局、国家食品药品监督管理局的各位领导的支持是这版教材不断完善的动力之源。在这里,衷心感谢所有关心这套教材的人们!正是你们的关注,广大师生手中才会捧上这样一本融贯中西、汇纳百家的精品。

八年制医学教材的第一版是我国医学教育史上的重要创举，相信修订后的第二版将不负我国医学教育改革的使命和重任，为培养高层次的具有综合素质和发展潜能的医药卫生人才做出更大的贡献。诚然，修订过程虽然力求完美，但纰漏与瑕疵在所难免，冀望各位领导、同道及师生不吝赐教，以便于这套教材能够与时俱进，不断完善。

是为序。

中国工程院院士
中国医学科学院院长
北京协和医学院院长

刘德培

于庚寅端午佳节

二〇一〇年六月十六日

第2版前言

为适应我国高等医学教育改革和发展的需要,贯彻教育部对高校教材建设的要求,全国高等医药教材建设研究会和卫生部教材办公室于2004年在北京召开了首届全国高等学校八年制临床医学专业规划教材编写工作会议,确定编写包括《细胞生物学》在内的全套八年制教材并提出了教材的编写原则和指导思想。按此要求,我们组织国内长期从事细胞生物学教学和科研工作的10位编者编写了《细胞生物学》一书,在2005年由人民卫生出版社出版发行。本教材出版5年来获得全国高等医药院校教师和学生的广泛好评,并在出版不久后被评为国家教育部和卫生部“十一五”规划教材。

2009年,在全国高等医药教材建设研究会和卫生部教材办公室的组织下,对整套八年制教材进行了修订。修订原则是:坚持以人(教师、学生、读者)为本,注意宏观文明和微观文明并进,反映医学模式转变,注重学生素质能力培养,并强调“三高”(高标准、高起点、高要求)、“三基”(基础理论、基本知识、基本技能)和“三严”(严肃的态度、严谨的要求、严密的方法)。紧扣临床医学八年制的培养目标,即培养高层次的、具有综合素质和发展潜能的医学博士。

根据上述精神和要求,2009年7月,来自中国和美国13所高等医学院校的15位编者汇集西安,召开了本书的编写会议并进行了编写分工。本书共分5篇17章,具体分工为:第一章细胞生物学绪论和第三章细胞生物学的研究方法和策略(第三军医大学 杨恬)、第二章细胞的概念和分子基础和第十一章细胞分化(中国医科大学 陈誉华)、第四章细胞膜与物质穿膜运输和第十三章细胞连接与细胞黏附(哈尔滨医科大学 徐晋)、第五章细胞内膜系统与囊泡转运(西安交通大学医学院 宋土生)、第六章细胞骨架与细胞运动和第十二章细胞的衰老与死亡(山东大学医学院 辛华)、第七章线粒体与细胞的能量转换和第十五章细胞信号转导(复旦大学上海医学院 左伋)、第八章细胞核与遗传信息储存(中南大学湘雅医学院 刘艳平)、第九章细胞内遗传信息的传递及其调控(中山大学医学院 朱振宇)、第十章细胞分裂与细胞周期(第三军医大学 连小华;北京协和医学院 章静波)、第十四章细胞外基质及其与细胞的相互作用(美国加州大学圣迭戈分校医学院 宋国立;西安交通大学医学院 宋土生)、第十六章干细胞与组织的维持和再生(美国芝加哥大学医学院 何通川;重庆医科大学 唐霓)和第十七章细胞工程(第二军医大学 胡以平)。写完初稿后我们于2010年1月在重庆召开定稿会。经过全体同仁的努力,所有编写工作于2010年3月中旬顺利完成。

本版教材为了更好地与国际医学教材接轨,我们除了邀请美国加州大学圣迭戈分校医学院宋国立教授(Dr. K-L Paul Sung, UCSD)和美国芝加哥大学医学院何通川教授(Dr. Tong-Chuan He, Chicago U)参加编写工作外,还特地邀请了美国纽约大学医学院细胞生物学系的孙同天教授(Dr. Tung-Tien Sun, NYU)主审本书。

本书共80万字,插图357幅,除照片外,其他插图都由专人自行编绘。书末列有相关

第2版前言

网站、重点刊物等信息，并附有多媒体教学光盘。在本书编写过程中，第三军医大学杨珂博士、邓芳硕士做了许多辅助工作；插图由复旦大学刘晓宇博士绘制。在此一并致以诚挚的感谢。

由于编写水平有限，加之交稿时间紧张，书中难免存在缺点和错误，希望读者给予批评指正，使重印时能够修正。

杨恬

2010年3月重庆

目 录

第一篇 细胞生物学概论

第一章 细胞生物学绪论

1

第一节 细胞生物学的概念和研究内容	1
第二节 细胞生物学的形成与发展	4
第三节 细胞生物学与医学科学	6
小结	9

第二章 细胞的概念和分子基础

10

第一节 细胞的基本概念	10
一、细胞是生命活动的基本单位	10
二、原核细胞是仅由细胞膜包绕的结构相对简单的生命体	10
三、真核细胞的细胞质内分布着多种细胞器	12
四、病毒是只能在活细胞中生长的核酸-蛋白质复合体	15
第二节 细胞的起源与进化	15
一、原始细胞由有机分子自发聚集形成	15
二、真核细胞由原核细胞演化而来	17
三、细胞生命活动的多样性是生命适应环境的结果	19
第三节 细胞的分子基础	19
一、生物小分子是细胞的构建单元	20
二、生物大分子执行细胞的特定功能	20
小结	31

第三章 细胞生物学的研究方法和策略

32

第一节 显微成像技术	32
一、光学显微镜技术是研究细胞结构最早的和基本的工具	32
二、电子显微镜技术用于研究细胞的亚显微结构	35
第二节 细胞及其组分的分离和纯化技术	37
一、多种方法可从组织中分离和纯化特定类型的细胞	37
二、使用不同的方法分离和纯化细胞组分和活性分子	40
第三节 细胞体外培养技术	45
一、细胞培养需要无菌条件和营养供应	45

二、原代培养是从供体取得组织或细胞后在体外进行的首次培养	45
三、细胞传代是将培养的细胞接种到新的培养器皿中	46
四、细胞冻存和复苏技术有利于培养细胞的保存和运输	46
五、细胞建系可提供大量遗传性质稳定的细胞	46
六、经细胞融合产生新细胞	47
第四节 细胞化学和细胞内分子示踪技术	48
一、细胞化学技术可以显示细胞和组织中的酶类	48
二、免疫细胞化学技术是生物大分子定性和定位研究的有效工具	49
三、原位杂交技术用以检测组织和细胞中的特异性核酸分子	50
四、放射自显影术可以追踪并分析体内大分子代谢的动态过程	51
五、绿色荧光蛋白用于示踪细胞内的特定蛋白质	52
第五节 细胞功能基因组学技术	54
一、PCR 技术可以在体外快速扩增特异性 DNA 片段	54
二、Southern 印迹技术分析基因组 DNA	55
三、Northern 印迹技术检测特定基因的表达	55
四、基因芯片技术能高效和快速检测基因表达	56
五、RNA 干扰技术是基因功能研究中新的强有力的工具	56
第六节 细胞生物学研究的一般策略和工具的使用	58
一、细胞生物学研究的一般策略	58
二、细胞生物学研究的模式生物	59
三、对细胞生物学研究中方法和技术的基本认识	60
小结	61

第二篇 细胞的基本结构与功能

第四章 细胞膜与物质穿膜运输	63
第一节 细胞膜的化学组成与生物学特性	64
一、细胞膜是由脂类和蛋白质构成的生物大分子体系	64
二、细胞膜的生物学特性是不对称性和流动性	73
三、细胞膜存在多种分子结构模型	76
第二节 小分子物质和离子的穿膜运输	79
一、物质简单扩散依赖于膜的通透选择性	79
二、膜运输蛋白介导物质穿膜运输	80
第三节 大分子和颗粒物质的穿膜运输	94
一、胞吞是物质入胞作用方式	94
二、胞吐是物质出胞作用方式	97
第四节 细胞表面特化结构	97
一、微绒毛是质膜和细胞质共同形成的指状凸起	98
二、纤毛和鞭毛是能摆动的细长凸起	98
三、褶皱是细胞表面的扁状凸起	98
第五节 细胞膜异常与疾病	98

一、胱氨酸尿症是载体蛋白异常性疾病	98
二、肾性糖尿是葡萄糖载体蛋白异常性疾病	99
三、囊性纤维化是通道蛋白异常性疾病	99
四、家族性高胆固醇血症是受体异常性疾病	99
小结	100

第五章 细胞内膜系统与囊泡转运

102

第一节 内质网	102
一、内质网是以类脂与蛋白质为主要化学组分的膜性结构细胞器	103
二、内质网是可呈现为两种不同形态特征的膜性管网结构系统	105
三、内质网的主要功能与蛋白质和脂类的合成及运输相关	108
四、新合成肽链在信号肽介导下穿越内质网进行穿膜转移	112
第二节 高尔基复合体	117
一、高尔基复合体是具有明显极性特征的膜性结构复合体	117
二、高尔基复合体具有以脂类为主的基本化学组分和标志性的糖基转移酶	119
三、高尔基复合体具有胞内物质合成与蛋白质加工转运功能	120
第三节 溶酶体	123
一、溶酶体是一类富含多种酸性水解酶的膜性结构细胞器	123
二、目前存在两种不同的溶酶体分类体系	124
三、溶酶体的形成与成熟是多种细胞器参与的复杂而有序的过程	125
四、溶酶体具有对物质消化分解作用基础上的多种生物学功能	127
第四节 过氧化物酶体	129
一、过氧化物酶体是有别于溶酶体的另一类含酶的球状膜性细胞器	129
二、过氧化物酶体膜具有较高的物质通透性	129
三、过氧化物酶体主要包含三种酶类	130
四、解毒作用是过氧化物酶体的主要生理功能	130
五、原有过氧化物酶体的分裂增殖是新生过氧化物酶体形成的可能途径	131
第五节 囊泡与囊泡转运	131
一、囊泡是细胞物质定向运输的主要载体	131
二、囊泡转运是一个受到精密调控而高度有序的物质转运过程	136
第六节 细胞内膜系统与医学的关系	138
一、内质网的肿胀与肥大及囊泡塌陷是其病理性形态改变的不同表现形式	138
二、病理状态下高尔基复合体可表现出多种形态结构和生理功能异常	138
三、溶酶体结构与功能异常可导致多种先天性人类疾病的发生	139
四、过氧化物酶体异常与疾病	140
小结	140

第六章 细胞骨架与细胞运动

143

第一节 微管	143
一、微管是由微管蛋白组成的不分支的中空小管	144
二、微管相关蛋白是维持微管结构与功能的重要成分	145

三、微管的组装和去组装是一种高度有序的生命活动过程	147
四、微管的主要功能是细胞形态维持、细胞运动和胞内物质运输	151
第二节 微丝	154
一、微丝是肌动蛋白亚单位构成的纤维状结构	154
二、微丝的组织与行为由肌动蛋白结合蛋白严格调控	155
三、微丝的装配和调控受多种因素调节	157
四、微丝的主要功能是参与细胞运动、分裂和信号转导	159
第三节 中间丝	163
一、中间丝由不同类型的中间丝蛋白组成	164
二、中间丝蛋白具有相似的分子结构	165
三、中间丝结合蛋白与中间丝关系密切但并非中间丝组分	165
四、中间丝的组装与调节是复杂过程	166
五、中间丝具有多种功能，发挥具有时空特异性	167
第四节 细胞骨架的结构和功能异常与许多疾病发生有关	168
一、肿瘤细胞中细胞骨架结构与功能发生异常	168
二、骨架蛋白的异常表达可导致神经系统疾病	169
三、细胞骨架蛋白基因突变可导致遗传性疾病	169
小结	169

第七章 线粒体与细胞的能量转换 171

第一节 线粒体的基本特征	171
一、线粒体中含有众多参与能量代谢的酶系	171
二、线粒体形态、数量及分布与线粒体的类型和功能状态有关	171
三、线粒体是由双层单位膜套叠而成的封闭性膜囊结构	172
四、线粒体有自己相对独立的遗传体系	173
五、线粒体靶序列引导核编码蛋白质向线粒体转运	176
六、线粒体介导了某些类型的细胞死亡	180
七、线粒体的起源与发生尚有争论	181
第二节 细胞呼吸与能量转换	182
一、细胞呼吸是细胞氧化分解物质获取能量的过程	182
二、ATP 是细胞能量的转换分子	182
第三节 细胞的能量转换	183
一、葡萄糖在细胞质中进行糖酵解	183
二、三羧酸循环在线粒体基质中实现	184
三、氧化磷酸化偶联是能量转换的关键	185
四、电化学梯度所含能量可转换成 ATP 的化学能	187
第四节 线粒体与人类学和医学研究	189
一、疾病发生发展过程中存在线粒体变化	189
二、mtDNA 突变导致疾病	189
三、mtDNA 用于人种起源研究	190
小结	190

第八章 细胞核与遗传信息储存

192

第一节 核膜	193
一、蛋白质与脂类是核膜重要组成成分	193
二、核膜是不对称的双层膜结构	193
三、核膜将核质与胞质分隔并控制核质间的物质交换	197
第二节 染色质	200
一、DNA 及组蛋白是组成染色质的主要成分	200
二、间期细胞核中存在两种不同状态的染色质	201
三、染色质经有序折叠包装形成染色体	202
第三节 染色体	204
一、中期染色体具有比较稳定的形态结构	204
二、染色体稳定遗传必须具有三种主要功能序列	206
三、核型分析在人类染色体疾病的诊断中发挥作用	208
四、巨型染色体是一类形态特殊、体积很大的染色体	208
第四节 核仁	211
一、核仁的主要成分是核酸和蛋白质	211
二、核仁是裸露无膜的纤维网状结构	211
三、核仁结构呈现周期性动态变化	212
四、核仁是 rRNA 合成和核糖体亚基装配的场所	212
第五节 核基质	214
一、核基质是充满整个核内空间的纤维蛋白网架	214
二、核基质的功能涉及遗传信息的复制和表达	215
第六节 细胞核的功能	216
一、遗传信息的贮存和复制在细胞核中进行	217
二、遗传信息的转录过程是从 DNA 传递给 RNA	218
三、损伤的 DNA 分子通过 DNA 修复系统进行修复	219
第七节 细胞核与疾病	221
一、细胞核异常与肿瘤的发生发展关系密切	221
二、细胞核遗传物质异常可导致遗传病发生	222
三、端粒异常与一些常见疾病的病因相关	222
小结	223

第九章 细胞内遗传信息的传递及其调控

224

第一节 基因及其功能	224
一、基因是负载有特定遗传信息的 DNA 片段	224
二、“中心法则”阐明了细胞内遗传信息流	225
第二节 基因转录和转录后加工	226
一、转录过程需要诸多因素参与	226
二、基因转录过程包括三个阶段	229
三、初级转录产物经过转录后加工具有活性	230
第三节 蛋白质的生物合成	233

一、翻译是在 mRNA 指导下的蛋白质合成过程	233
二、蛋白质合成过程包括五个阶段	236
三、肽链合成后进行加工和输送	239
第四节 基因表达信息的调控及应用	242
一、基因信息表达受到严密和精确的调控	242
二、转录水平的调控在基因表达中发挥重要作用	243
三、翻译水平调控在基因表达中不可缺少	249
四、其他几种重要的调控机制在基因表达中不容忽视	250
五、基因信息表达调控在医学应用中具有重要意义	252
小结	254

第三篇 细胞的重要生命活动

第十章 细胞分裂与细胞周期 255

第一节 细胞分裂	255
一、有丝分裂是高等真核生物细胞分裂的主要方式	256
二、减数分裂是一种特殊的有丝分裂	263
第二节 细胞周期及其进程	267
一、细胞周期的过程包括分裂期及分裂间期两个阶段	267
二、细胞周期中各期主要动态变化围绕 DNA 复制或细胞分裂展开	268
第三节 细胞周期的调控	269
一、细胞周期蛋白与细胞周期蛋白依赖激酶构成细胞周期调控系统的核心	270
二、细胞周期检测点监控细胞周期的活动	276
三、多种因子与细胞周期调控相关	279
四、细胞周期调控的遗传基础涉及多种编码调节蛋白及酶的基因	280
五、减数分裂的细胞周期调控有其自身特点	281
第四节 细胞周期与医学的关系	281
一、细胞周期与组织再生关系密切	281
二、细胞周期异常可导致肿瘤的发生	282
三、细胞周期与其他医学问题相关	283
小结	283

第十一章 细胞分化 285

第一节 细胞分化的基本概念	285
一、细胞分化贯穿于多细胞生物个体发育的全过程	285
二、细胞分化具有高度的稳定性	286
三、细胞分化方向由细胞决定来选择	287
四、已分化的细胞在特定条件下可发生转分化和去分化	288
五、细胞分化具有时空性	288
六、细胞分化与细胞的分裂状态和速度相适应	289
第二节 细胞分化的分子基础	289