



普通高等教育“十五”国家级规划教材



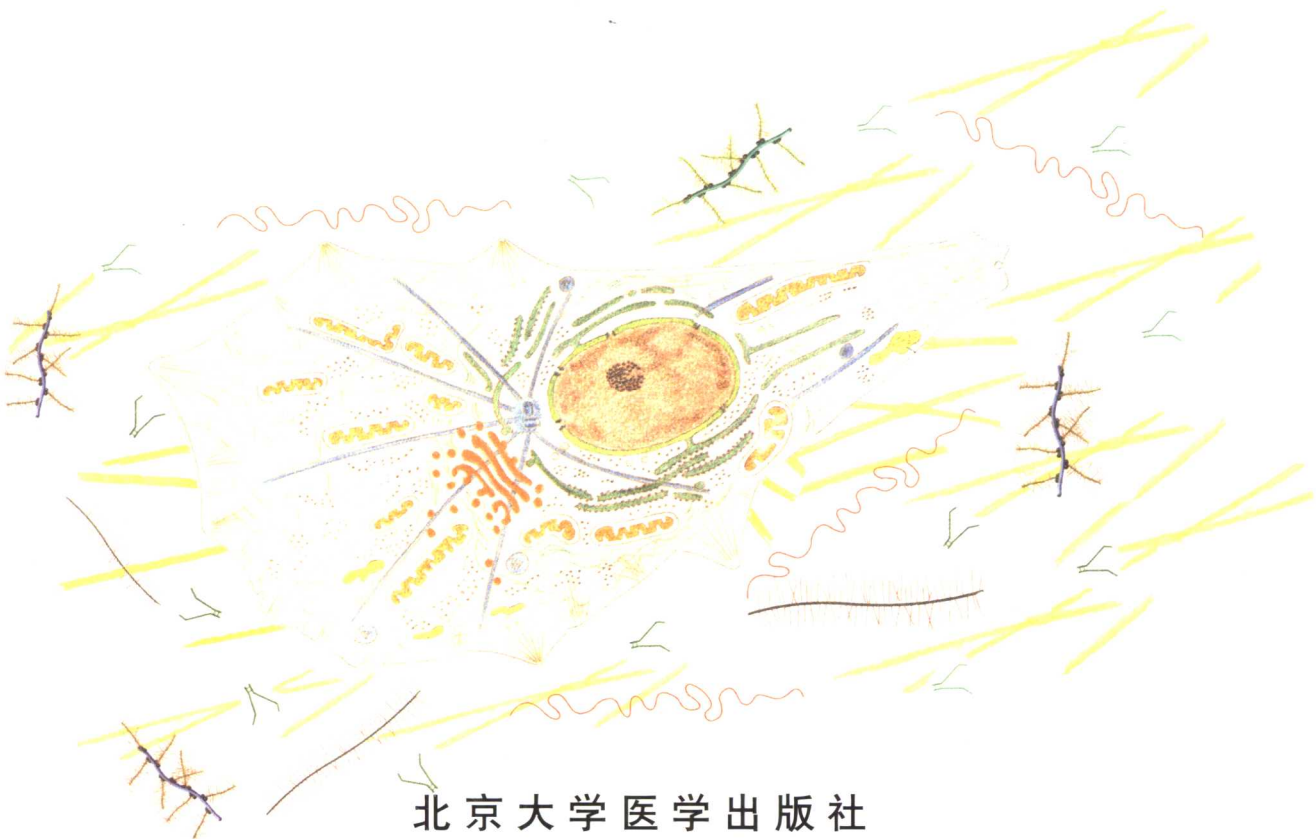
北京大学医学教材

医学细胞生物学

(第二版)

MEDICAL CELL BIOLOGY

■ 周柔丽 \ 主编



北京大学医学出版社

普通高等教育“十五”国家级规划教材

北京大学医学教材

医学细胞生物学

(第二版)

主 编 周柔丽

北京大学医学出版社

YIXUE XIBAO SHENGWUXUE

图书在版编目 (CIP) 数据

医学细胞生物学 / 周柔丽主编. — 2 版. — 北京: 北京大学医学出版社, 2006.3

ISBN 7-81071-613-1

I. 医... II. 周... III. 人体细胞学: 细胞生物学—医学院校—教材 IV. R329.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 156385 号

医学细胞生物学 (第二版)

主 编: 周柔丽

出版发行: 北京大学医学出版社 (电话: 010-82802230)

地 址: (100083) 北京市海淀区学院路 38 号 北京大学医学部院内

网 址: <http://www.pumpress.com.cn>

E-mail: booksale@bjmu.edu.cn

印 刷: 北京圣彩虹制版印刷技术有限公司

经 销: 新华书店

责任编辑: 安 林 责任校对: 杜 蓝 责任印制: 郭桂兰

开 本: 787mm × 1092mm 1/16 印张: 56.5 字数: 1425 千字

版 次: 2006 年 4 月第 2 版 2006 年 4 月第 1 次印刷 印数: 1-5000 册

书 号: ISBN 7-81071-613-1/R-613

定 价: 88.00 元

版权所有, 违者必究

(凡属质量问题请与本社发行部联系退换)

编者名单

(按姓氏笔画排序)

- 王永潮 北京师范大学 生命科学学院 细胞生物学室
王海英 北京大学 基础医学院 生物化学与分子生物学系
王贤辉 第四军医大学 细胞工程研究中心
王端顺 北京师范大学 生命科学学院 细胞生物学室
龙振州 北京大学 基础医学院 免疫学系
刘羿男 北京大学 基础医学院 细胞生物学系
刘彦信 中国协和医科大学 基础医学院
安威 首都医科大学 基础医学院 细胞生物学系
朱卫国 北京大学医学部 基础医学院 生物化学与分子生物学系
何大澄 北京师范大学 生命科学学院 细胞生物学室
何其华 北京大学 医学部中心实验室
张页 北京大学 基础医学院 细胞生物学系
张丽君 北京大学 生命科学学院
张海燕 首都医科大学 基础医学院 细胞生物学系
张静 北京大学 基础医学院 细胞生物学系
李凌松 北京大学 基础医学院 细胞生物学系
李莉 北京大学 基础医学院 细胞生物学系
沈丽 北京大学 基础医学院 细胞生物学系
肖军军 北京大学 基础医学院 细胞生物学系
苏雅娴 北京大学 基础医学院 细胞生物学系
陈志南 第四军医大学 细胞工程研究中心
周柔丽 北京大学 基础医学院 细胞生物学系
郑德先 中国协和医科大学 基础医学院
柳惠图 北京师范大学 生命科学学院 细胞生物学室
桑建利 北京师范大学 生命科学学院 细胞生物学室
章静波 中国协和医科大学 基础医学院
彭学敏 北京大学 基础医学院 细胞生物学系
韩代书 中国协和医科大学 基础医学院
薛社普 中国协和医科大学 基础医学院

北京大学医学教材基础医学系列

教材编审委员会

主任：韩启德

副主任：贾弘禔

委员：(按姓氏笔画)

万 有	于恩华	刘 斌	庄 辉	朱万孚
吴本玠	吴立玲	吴鹤龄	库宝善	周柔丽
林克椿	范少光	郑 杰	柯 杨	贾弘禔
顾 江	高兴政	高晓明	韩启德	韩济生

序

随着生命科学的日新月异，在我国高等教育体制改革的带动下，医学教育教学改革不断深入，逐渐由职业化教育转向具有职业特点的综合素质教育，着眼于21世纪，医学教育将更注重人才的综合培养，不仅要使学生具有学科专业知识和能力，而且要具有知识面宽、能力强、素质高的特点，注重创新精神、创新意识、创新能力的培养。

1995年以来，通过教育部、卫生部及北京市等各级教育教学改革项目的研究与实践，我校着力于人才培养模式和课程体系的研究，实现融知识、能力、素质于一体的综合培养，拓宽专业口径，特别强调理论与实践的结合，培养学生自学和创新的精神和能力，树立终身学习的观念；进行了课程内容、教学方法和考核方法的研究和实践；改革教与学的方法，以学生为主体，以教师为主导，引导学生主动学习，注意因材施教，注重加强人文素质的培养，强调在教学过程中的教书育人。

在改革实践中我们深刻认识到教材建设在教学过程中起着重要的作用。但长期以来医学教育一套教材一统天下的局面，未能充分体现各医学院校的办学特点，未能及时反映教学改革及教学内容的更新。为此我们邀请了北医及部分兄弟院校各学科的专家教授编写了这套长学制教材。

这套教材的编写工作力求符合人才培养目标和教学大纲，体现长学制教学的水平，探索和尝试突破原有教材的编写框架；体现北医教育观念的转变、教学内容和教学方法改革的成果和总体水平，确立以学生为主体的人才培养模式，有利于指导学生学习和思考，有利于训练学生临床思维的能力，培养学生的创新意识；体现教学过程中的“双语”教学要求，将学生必须掌握的词汇编入教材之中。

本套教材汇集了北医及部分兄弟院校的专家教授们多年来积累的知识和教学经验，在编写中也进行了大胆的尝试。衷心希望该套教材的出版能为我国的医学教育贡献一份力量，使医学教育的教材建设能够百花齐放。但是由于学科专业发展的不平衡，教材中难免存在不足之处，欢迎有关专家学者批评指正。

韩启德

2002年7月

前 言

第二版《医学细胞生物学》距北京医科大学出版社出版的第一版《医学细胞生物学》的出版已长达 15 年，教材的更新势在必行。

第二版《医学细胞生物学》在结构上保留了第一版的特色，并做了一些变动：将原来的七篇调整为五篇：绪论、细胞的基本结构与功能、细胞的基本生命活动及其调控、细胞的社会性和几种特化细胞。

第一篇绪论，共六章，着重介绍细胞生物学在生命科学和医学科学发展中的作用、细胞生物学的研究方法和细胞的基本知识。在细胞生物学的研究方法中分三章分别介绍细胞的观察与研究方法、细胞工程以及基因工程技术在细胞生物学研究中的应用，旨在除扩大读者的相关知识之外还能够为从事细胞生物学相关研究的学子和工作人员选择合适的现代研究手段提供一些帮助。关于“细胞的基本知识”一章的设立是为了让初学细胞生物学的人在进入复杂、深奥而又生动无比的细胞生物学领域之前先对细胞有一个初步的、全面的认识，以便更好地理解系统、深入的后续章节。

第二篇细胞的基本结构与功能，共七章，自外而内介绍细胞的质膜、细胞质和细胞核。有关细胞质的内容分为四章，分别介绍细胞质基质与细胞质中的非膜性结构、细胞内膜系统、线粒体以及细胞骨架和细胞运动，并根据近年的研究进展专门设立一章介绍物质的跨膜转运与胞内小泡运输。关于基因表达的调控在北京大学医学教材（基础医学系列）的《生物化学》一书中有详尽的介绍，在本书中作为细胞核的重要功能予以简要介绍。在细胞骨架和细胞运动一章中除了系统地介绍了细胞的三种骨架结构及其分子组成以及各种类型的细胞运动外，另立一节介绍肌细胞及其运动。

第三篇细胞的基本生命活动，共四章，分别介绍细胞增殖、分化、衰老和死亡及其调控。细胞生命活动的调控是近年研究的热点，进展很快，本书在这方面有所加强，力求反映当今的研究水平。

第四篇细胞的社会性，共四章，分别介绍细胞表面、细胞连接和细胞极性、细胞外基质及其与细胞的相互作用、细胞通讯及信号转导、以及细胞社会性（即细胞间相互作用、相互依存和相互制约的动态与网络化关系，并从基因组与蛋白质组水平论述了生物分子网络所揭示的规律和细胞社会性的分子基础），力图为学子建立关于细胞社会性的概念，并充实相关的知识。细胞的社会性是近年备受关注的领域，不仅是研究的热点，在近年国外出版的细胞生物学教材中也都以不同的形式增大了相关内容的分量。为了强化“细胞社会性”的概念本书将其建构成单独的一篇，以使读者不仅了解细胞本身的结构与功能，也能重视细胞作为整个组织、器官和机体的一个组成部分与其微环境乃至整个机体具有不可分割的密切相互作用，这样才能全面的掌握细胞生命活动的规律。

第五篇介绍六种特化的细胞：生殖细胞、干细胞、神经细胞、免疫细胞、肝细胞和肿瘤细胞。这六种细胞在医学中的重要性是不言而喻的，与第一版相比增加了干细胞和肝细胞，增添的依据是：前者为当前医学研究和应用的热点，后者则为认识和防治严重危害我国人民的肝病奠定基础。

鉴于本书的读者对象是长学制的医学生、研究生、专业研究人员和高级专业医师，在内容上力求既涵盖尽量透彻的细胞生物学基本知识、理论，也注意引入相关的新概念、新知识和重要进展。例如，第三章“细胞的观察与研究方法”中既介绍了传统的各类显微术，也较详细的介绍了现代的激光共聚焦显微术；在第五章“基因工程技术在细胞生物学研究中的应用”中除介绍了已广泛应用的分子生物学技术外，也较详细的介绍了近年发展迅速的RNA干扰技术；在第六章“细胞的基本知识”中除包括关于原核细胞和真核细胞的基本知识外，也介绍了在当代医学中占据重要位置的非细胞感染体，如病毒；在第七章“质膜”中除经典内容外，还简要介绍了糖缀合物、脂酰化膜蛋白和质膜中的微区（脂筏）；在第八章“细胞质”中专设一节介绍对细胞内蛋白质的平衡和细胞增殖、凋亡、乃至信号传递的调控具有重要作用的蛋白酶体与此相关的蛋白质泛素化；在第九章“内膜系统”和第十一章“线粒体”中除经典内容外还介绍了蛋白质合成过程中/后在内质网和线粒体的转送机制；第十章“细胞内、外物质的跨膜运输”中关于参与转运的蛋白质及囊泡运输途径都占有相当的篇幅，反映了近年的重要进展。在第十七章“细胞凋亡”中除着重介绍了胱天蛋白酶途径外，也介绍了近年发现的不依赖于胱天蛋白酶的凋亡途径。在第十八章“细胞表面、细胞连接和细胞极性”中除介绍了细胞表面的结构、分子组成和细胞连接外，专设一节介绍对于细胞的功能和胚胎发育至关重要的细胞极性以及新的研究热点——上皮-间质变迁等；在第十九章中除介绍了细胞外基质的组成、结构与功能外，还介绍了细胞外基质与细胞间的相互作用及其信号转导途径；在第二十章“细胞通讯与信号转导”中设立头、尾两节分别介绍细胞通讯相关的概念和信号通路间的交汇及靶细胞的适应性，中间两节分别介绍细胞表面受体和细胞内受体介导的信号途径。前者包括7种受体介导的九条信号途径，亦即除较详细的G蛋白耦联受体和受体酪氨酸激酶介导的信号途径外，还扼要的介绍了近年日显重要的磷脂酰肌醇参与的信号通路，TGF β 受体/Smad、细胞因子受体/JAK/STAT、NF κ B和Wnt信号途径，以及在发育和细胞分化中非常重要的Notch和Hedgehog信号途径。此外，密切结合医学与疾病是《医学细胞生物学》教材不同于普通《细胞生物学》的特色，在这方面尽管尚不够完善，编写者的确作出了很大的努力。

本书各章节尽可能邀请在各相关领域具有深厚学术造诣和丰富教学经验的专家来撰写，除一些老专家外，也有不少年轻的教师参加撰写，无论年长与年少所有的撰写人都为本书付出了巨大的艰辛，还有人抱病而为，大家高度认真、负责的精神使编者感动至深，仅在此表示深深的感谢和由衷的敬意。此外，薛少白、刘凌云、刘斌、章静波、谭曾鲁、吕证宝、徐存拴、王欣、王代树、林仲翔等专家为本书某些章节审稿，吕证宝、林仲翔教授还分别为本书中的神经细胞可塑性和肿瘤细胞的间隙连接提供了他们潜心研究的资料。这些专家们一丝不苟的认真审阅和无私的奉献精神同样使编者敬重和感激。董晓敏、朱大中、朱江、刘羿男老师为本书的制图付出了大量的艰辛和智慧；张莎老师担任整理和录入本书的中、英名词对照和一些事物性工

作，他们的付出和努力同样值得敬重和感谢。

现代细胞生物学一直以迅猛的速度向前进展着，虽然在教材中力求能够反映细胞生物学的新知识和新理论，但必然总是难免落后于学科的进展；在撰写上虽然力求做到概念清楚、深入浅出、便于自学、经得住推敲、名词规范统一，但由于编撰者的知识、水平和时间所限，在本书必须交稿付印的时候仍感还有很多不足和缺憾，衷心希望广大读者和同行不吝指教、指出错误与不足，以便改进。

编者

2005年8月于北京

氨基酸的缩写、符号与密码

中文名	英文名	缩写	符号	密码
丙氨酸	Alanine	Ala	A	GCA GCC GCG GCU
精氨酸	Arginine	Arg	R	AGA AGG CGA CGC CGG CGU
天门冬酰胺	Asparagine	Asn	N	AAC AAU
天门冬氨酸	Aspartine	Asp	D	GAC GAU
半胱氨酸	Cysteine	Cys	C	UGC UGU
谷氨酰胺	Glutamine	Gln	Q	CAA CAG
谷氨酸	Glutamic acid	Glu	E	GAA GAG
甘氨酸	Glycine	Gly	G	GGA GGC GGG GGU
组氨酸	Histidine	His	H	CAC CAU
异亮氨酸	Isoleucine	Ile	I	AUA AUC AUU
亮氨酸	Leucine	Leu	L	UUA UUG CUA CUC CUG CUU
赖氨酸	Lysine	Lys	K	AAA AAG
蛋氨酸	Methionine	Met	M	AUG
苯丙氨酸	Phenylalanine	Phe	F	UUC UUU
脯氨酸	Proline	Pro	P	CCA CCC CCG CCU
丝氨酸	Serine	Ser	S	AGC AGU UCA UCC UCG UCU
苏氨酸	Threonine	Thr	T	ACA ACC ACG ACU
色氨酸	Tryptophan	Trp	W	UGG
酪氨酸	Tyrosine	Tyr	Y	UAC UAU
缬氨酸	Valine	Val	V	GUA GUC GUG GUU

目 录

第一篇 细胞生物学绪论

第一章	细胞生物学在生命科学中的定位、发展简史、当代发展趋势与研究热点	2
第一节	细胞生物学在生命科学中的定位	2
第二节	细胞生物学的发展简史	3
	一、经典时期——细胞的发现及细胞学说的创立	3
	二、显微水平的实验细胞学时期	3
	三、亚显微结构及分子水平的细胞生物学时期	5
第三节	细胞生物学当代的发展趋势与研究热点	6
	一、发展趋势	6
	二、研究热点	7
第二章	细胞生物学的研究内容及其在医学科学发展中的作用	14
第一节	医学细胞生物学的研究内容	14
	一、细胞的结构与功能	14
	二、细胞的生命活动	14
	三、细胞的社会性	14
第二节	医学细胞生物学在医学科学发展中的作用	14
	一、细胞生物学在认识疾病的病因及发病机制中的作用	15
	二、细胞生物学在疾病诊断中的作用	15
	三、细胞生物学在疾病治疗中的作用	16
	四、细胞生物学在医学学科发展中的作用	17
第三章	细胞的观察与研究方法	18
第一节	显微镜检术、细胞化学及核素技术在细胞生物学研究中的应用	18
	一、光学显微镜	18
	二、电子显微镜	23
	三、细胞化学和免疫细胞化学技术	27
	四、核素技术	29
第二节	细胞及其组分的分离	31
	一、流式细胞技术	31
	二、细胞及其亚组分的分离	31
	三、生物芯片技术	34

第三节	活细胞的研究方法	36
一、	细胞培养	36
二、	诱捕的前体分子光激活技术	37
三、	绿色荧光蛋白及显微显示技术	38
四、	激光扫描共焦显微术	39
第四节	激光扫描共焦显微术在细胞生物学研究中的作用	40
一、	激光扫描共焦显微镜的原理	40
二、	激光扫描共焦显微镜的功能	43
三、	激光扫描共焦显微镜在细胞生物学研究中的应用	47
第四章	细胞工程	52
第一节	细胞培养技术	52
一、	细胞生长的条件	52
二、	细胞在体外的原代培养、传代培养、冻存及复苏	54
第二节	细胞融合与单克隆技术	55
一、	细胞融合	55
二、	B 细胞杂交瘤和单克隆抗体	57
第三节	动物细胞大规模培养技术	59
一、	培养基	59
二、	培养技术	59
三、	培养条件控制	60
第四节	染色体工程	60
一、	人工诱导多倍体	60
二、	人工诱导动物雌核发育与育种	61
三、	人工诱导动物雄核发育	61
第五节	克隆技术及应用	62
一、	克隆	62
二、	克隆的基本技术程序	62
三、	克隆技术的应用价值以及对人类社会的可能影响	64
第五章	基因工程技术在细胞生物学研究中的应用	66
第一节	转基因技术及转基因动物	66
一、	转基因技术的涵义	66
二、	转基因及转基因动物的制作方法	66
三、	转基因的鉴定方法	68
四、	转基因技术的应用	69
五、	转基因技术有待解决的问题	70
第二节	基因敲除技术与基因敲除动物	71

	一、基因敲除的基本原理	71
	二、基因敲除的靶细胞和载体	71
	三、基因打靶的选择标记	72
	四、基因敲除的打靶策略	74
	五、基因敲除的筛选机制	75
	六、基因敲除技术的应用	76
第三节	基因表达阻断技术	77
	一、反义核酸技术	77
	二、RNA 干扰 (RNAi) 技术	78
第四节	细胞工程表达系统	83
	一、大肠杆菌表达系统	84
	二、酵母表达系统	85
	三、昆虫细胞表达系统	86
	四、哺乳动物表达系统	87
第六章	细胞的基本知识	91
第一节	细胞的基本概念	91
	一、细胞是生命的基本单位	91
	二、细胞在形态与功能上具有多样性	91
	三、细胞的结构复杂而精密	91
	四、细胞可以增殖并具有遗传性	94
	五、细胞可以分化以实现结构和功能的特化	95
	六、细胞的形状可以改变、细胞的位置可以移动	95
	七、细胞会衰老和死亡	95
	八、细胞可以对刺激发生反应	96
	九、细胞活动需要自供能量	96
	十、细胞可以自我调节	96
	十一、多细胞生物的细胞整合为组织	96
	十二、细胞具有极性	97
	十三、细胞具有社会性	97
第二节	原核细胞、古核细胞与真核细胞	97
	一、原核细胞、古核细胞与真核细胞概念的确立	97
	二、原核细胞的特点及其代表	99
	三、真核细胞的特点及其代表	101
	四、原核细胞与真核细胞的比较	101
第三节	非细胞感染体 (病毒、类病毒与朊毒因子) 及其与细胞的关系	102
	一、病毒	103
	二、类病毒	105

三、朊毒因子 (prion)	105
----------------------	-----

第二篇 细胞的基本结构与功能

第七章 质膜	108
第一节 质膜的化学组成与分子结构	108
一、质膜的脂类	109
二、质膜的蛋白质	111
三、质膜上的复合糖	115
四、质膜的分子结构	116
第二节 质膜的特性	118
一、质膜的不对称性	118
二、质膜的流动性	119
第三节 质膜的生物学功能	122
一、质膜的保护和屏障作用	122
二、质膜内外物质的交换	122
三、质膜与细胞的识别和粘合、连接和通讯	123
四、质膜的跨膜信号转导	124
五、质膜中的酶参与物质代谢和信号转导	124
第四节 质膜与疾病	124
一、细胞质膜与癌变	125
二、细胞质膜与衰老	125
三、细胞质膜与其他疾病	126
第八章 细胞质	127
第一节 细胞质基质	127
一、细胞质基质的化学组成	127
二、细胞质基质的功能	128
第二节 核糖核蛋白体	129
一、核糖核蛋白体的基本类型与化学组成	129
二、核糖核蛋白体的形态结构	130
三、核糖核蛋白体与蛋白质合成	131
四、翻译水平的调节	133
第三节 蛋白酶体	133
一、蛋白酶体的结构	134
二、泛素 - 蛋白酶体系统对蛋白质的降解	136
三、泛素 - 蛋白酶体途径参与的生物学作用	141

第九章	细胞的内膜系统	145
第一节	内质网	145
一、	内质网的形态结构和类型	145
二、	内质网的化学组成	148
三、	内质网的功能	149
四、	细胞分化与癌细胞内的内质网	160
第二节	高尔基复合体	160
一、	高尔基体的形态结构和特征	160
二、	高尔基体的分布与数量	163
三、	高尔基体的化学组成	163
四、	高尔基体的极性及其鉴定的方法	164
五、	高尔基体的功能	165
第三节	溶酶体	167
一、	溶酶体的一般特征	167
二、	溶酶体的种类	168
三、	溶酶体的形成	171
四、	溶酶体的功能	172
五、	溶酶体与疾病	175
第四节	微体	176
一、	过氧化物酶体的形态、大小和数量	177
二、	过氧化物酶体的酶	177
三、	过氧化物酶体的功能	178
四、	过氧化物酶体的发生	178
第十章	细胞内外物质的跨膜运输	179
第一节	物质转运的基本原则	179
一、	跨膜转运的类型	179
二、	转运过程的能量变化	180
三、	膜转运蛋白	181
第二节	被动转运	184
一、	脂溶性物质的转运	184
二、	葡萄糖的转运	185
三、	离子的转运	186
第三节	主动转运	187
一、	ATP 提供能量的离子泵转运	188
二、	ATP 提供能量的 ABC 超家族参与的转运	189
三、	耦联转运	191
四、	光能驱动的转运	192

第四节	囊泡转运	192
一、	囊泡膜的成分及其相关蛋白质	193
二、	囊泡转运的方式与路径	196
三、	胞吐作用	199
四、	胞吞作用	204
第十一章	线粒体	210
第一节	线粒体的形态结构和组成	210
一、	线粒体的形状、大小、数目和分布	210
二、	线粒体的超微结构和组成	210
第二节	呼吸链与 ATP 合酶	212
一、	呼吸链的组分及其在内膜上的分布	213
二、	ATP 合酶	215
三、	氧化磷酸化作用与电子传递的耦联	217
第三节	线粒体 DNA 与线粒体病	217
一、	线粒体 DNA 的结构、功能和差异	217
二、	线粒体病	221
第四节	线粒体蛋白质的输入	224
一、	胞液中合成的蛋白质向线粒体中输入之共同特点	224
二、	蛋白质输入线粒体的途径	226
第五节	线粒体的增殖和起源	228
一、	线粒体的增殖	228
二、	线粒体的起源	228
第十二章	细胞骨架及细胞运动	231
第一节	微管	231
一、	微管的主要构成成分——微管蛋白	232
二、	微管结构	232
三、	微管组装及其体外动力学	232
四、	微管结合蛋白	233
五、	微管的功能	234
六、	药物对微管的影响	235
第二节	微丝	235
一、	肌动蛋白	235
二、	微丝结构及组装	236
三、	微丝结合蛋白	237
四、	微丝的功能	238
五、	药物对微丝的影响	239

第三节	中等纤维	239
一、	中等纤维的分子结构	239
二、	中等纤维的类型	239
三、	中等纤维的组装和动态	241
四、	中等纤维在特殊细胞中的表达	242
五、	中等纤维相关蛋白	242
六、	中等纤维的分布和功能	242
第四节	马达蛋白	244
一、	肌球蛋白	244
二、	肌球蛋白-肌动蛋白 ATP 酶化学循环	245
三、	微管马达	245
四、	驱动蛋白	246
五、	动力蛋白	246
第五节	细胞内运动	247
一、	沿着微管的快速移动	248
二、	微管聚合驱动的细胞内运动	249
三、	肌动蛋白和肌球蛋白驱动的胞质运动	250
四、	肌动蛋白聚合介导的细胞质运动	251
五、	轴突中细胞骨架多聚体及其相关蛋白的慢速运输	251
第六节	细胞运动	251
一、	伪足伸展引起的运动	251
二、	收缩引起细胞形状改变	252
三、	纤毛和鞭毛的运动	252
四、	其它运动系统	253
第七节	中心体	254
一、	中心体的结构	254
二、	中心体的一些重要蛋白质组成	255
三、	中心体的复制	255
四、	中心体与癌症	255
第八节	肌细胞及其运动	256
一、	骨骼肌细胞	257
二、	心肌细胞	259
三、	平滑肌细胞	260
第十三章	细胞核与遗传信息的转录调控	262
第一节	细胞核被膜与核孔复合体	263
一、	核被膜的结构与核孔复合体模型	263
二、	细胞核与细胞质间的物质运输	265