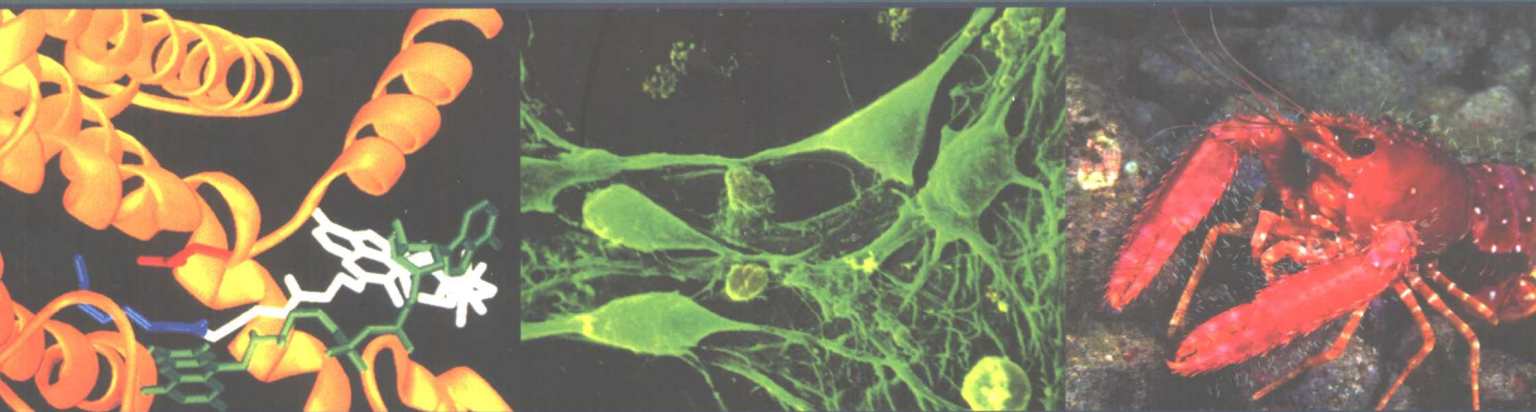


高 · 等 · 院 · 校 · 选 · 用 · 教 · 材

分子细胞生物学

(第二版)



韩贻仁 主编

科学出版社

高等院校选用教材

分子细胞生物学

(第二版)

韩贻仁 主编

韩贻仁 樊廷俊 杨晓梅 时永香 栗翼玟 编著

山东大学出版基金委员会 资助

科学出版社

内 容 简 介

本书全面系统地讲述了细胞生物学的基本内容,在介绍细胞的一般结构和功能的基础上,重点扩增了细胞在发育、遗传、信息传递中的活动和细胞生物工程等方面的内容,体现了细胞的生命属性。本书依据素质教育的原则,在体系安排上,引导学生建立学科系统概念,理解学科发展的连续性;在辅助环节上,注意方法论,启发学生独立思考,培养学生科学思维的创造能力。本书打破了以课时定量的“教案式”结构,篇幅有了较大的扩增,既有利于学生阅读,也为教师的教学留下了游刃有余空间。

本书可供大学生物学专业作为生物基础课教材。也可供相关专业的研究生参考。

图书在版编目(CIP)数据

分子细胞生物学/韩贻仁主编.-2版.-北京:科学出版社,2001.3

(高等院校选用教材)

ISBN 7-03-008639-2

I.分… II.韩… III.分子生物学:细胞学-高等学校-教材 IV.Q7

中国版本图书馆CIP数据核字(2000)第64130号

科学出版社出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

北京双青印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2001年3月第一版 开本:850×1168 1/16

2001年3月第一次印刷 印张:51 1/2 插页:2

印数:1—3 800 字数:1 193 000

定价:69.00元

(如有印装质量问题,我社负责调换<环伟>)

细胞是一切生物的基本结构单位,细胞生物学是研究细胞结构及其生命活动规律的学科。生命并不神秘,实际上生命即是细胞的属性,一切生命现象都是细胞活动的表现。正是由于细胞具有这一独特的属性,从而使细胞在生命起源和个体发生过程中占有独特的地位。在生命起源过程中,细胞的诞生即伴随着生命的出现;在个体发生中,生物通过细胞进行繁衍和延续。

细胞是构成生物的基本元件,生命科学的各个分支学科无不与细胞生物学有着密切的辐射联系。目前生物学正处于飞速发展的时期,其主要特征表现在对细胞生命活动奥秘的认识空前深刻,人类开始有能力按照客观规律对生命进行控制和改造。生命科学的一切研究成就最终都要和细胞联系起来。细胞生物学作为高校的主干基础课,当然应不断地改革和加强,以适应生命科学发展的需要。

细胞是一个结构实体,人类对细胞的研究经历了整体、显微、超微和分子水平几个发展阶段。从目前来看,细胞的整体和超微结构已基本查清,当前的研究重点已向细胞的分子结构同生命活动的关系方面转移。例如,人类基因组计划的实施和蛋白质分子结构 X 线衍射分析技术的广泛应用等,即是细胞生物学研究重点发生阶段性转移的标志。高等学校的细胞生物学教学有必要反映出这一战略重点转移的动向,以便使教学内容由细胞的显微、超微结构同功能关系的水平,发展到更高层次。本书在修订的第二版中,对这方面作了初步尝试。正文中在介绍细胞的一般结构和功能的基础上,重点扩增了细胞在发育、遗传、信息传递中的活动和细胞生物工程等方面的内容,体现了细胞的生命属性。在体系安排上,引导学生建立学科系统概念,理解学科发展的连续性。在辅助环节上,注意方法论,启发学生独立思考,培养学生科学思维的创造能力。

教材是为教师和学生编写的教学材料。然而,教材的主要对象应当是学生,它是对学生进行素质教育的重要环节之一。对理科教学来说,素质教育除了思想品德教育外,应着重培养学生的科学素质,使学生面对浩瀚的知识海洋,具有提出问题和解决问题的独创能力。本教材在编写方式上没有因循“教材—教案—笔记”的格式,避免学生为了争取好的学习成绩,采取死记硬背的学习方法,制约了学生独创能力的发挥,束缚了教师的教学主动性。教材毕竟不同于教案,不能以课时定量。因此,本书再版的篇幅有了较大的扩增,既有利于学生阅读,也为教师的教学留下了游刃有余的空间。

本书第一版面世于 1988 年,时隔 12 年出版第二版,虽然晚了些,但这也为我们留下了较为充裕的积累资料和思考问题的时间和空间。在此期间,得到了许多读者的支持和鼓励,真切要求再版。也有的读者坦诚地提出了中肯的意见和建议,为本书的修订提供了可贵的帮助。值此再版之际,特向读者表示深切的谢意!

尽管我们在修订过程中竭尽所能,渴求完善,但受学术水平所限,错误和疏漏在所难免。诚恳欢迎同行和读者批评指正。

参加本书第二版编著的作者分工如下:第一至第五章,第十三章和第十五至第十八章由韩贻仁编写;第六至第十二章和第十五章由樊廷俊编写;第十四章由粟翼玫编写;第十九章由杨晓梅编写;第二十章由时永香编写。

我国生物学界德高望重的老前辈贝时璋院士对本书的再版甚为关心,时值 97 岁高龄,不辞劳累,亲笔为本书题名,令作者不胜感激!

薛绍白、陈楚楚、翟玉梅、夏光敏、辛华等教授,高建刚、刘伊、赵辉、朱和平等同志,均从不同的方面支持了本书的编写;英国 Roslin 研究所惠赠了克隆羊“Dolly”的图片,美国“Molecular Probe”公司为本书提供了两幅细胞免疫荧光图片;南京新飞达光学仪器公司为本书的出版提供了赞助。作者对他们们的热情支持深表谢忱!

我们还要感谢科学出版社丁海珈等编辑对本书的精心编校为提高本书的出版质量所付出的辛勤劳动。

韩贻仁
2000 年 5 月

细胞生物学是从细胞的不同结构层次——分子、超微结构和细胞整体来研究生命活动规律的学科。它和生物化学、遗传学形成了生命科学的三足鼎立,这三门学科既是当代生命科学发展的前沿学科,也是生命科学赖以发展的基础。细胞生物学不同于生物学中的一般分支学科,从生物学的发展过程来看,是由个体生物学到局部生物学,再到细胞生物学。细胞生物学是一个层次的生物学,在这一层次上把生物学各个分支学科联系起来,构成了一个统一的整体。

细胞是生命有机体最基本的结构和功能单位,生命是细胞特有的属性,没有细胞就没有生命。正由于细胞具有这种独特的属性,从而规定了细胞生物学在生命科学中所占的重要地位。随着科技的进步,生物学不断向更深入的层次发展,分子生物学的兴起即是这一发展趋势的反映。分子生物学的发展更深刻地揭示了生命现象的许多奥秘,它的每一项成就都在推动着生物学的发展。但是分子不同于细胞,分子,包括大分子,只不过是细胞的组成成分,任何大分子单独存在都不是生物体的基本单位,也不能形成独立生存的生命实体。分子的存在和变化只有在细胞整体结构中才具有生命意义。因此,分子生物学不能取代细胞生物学,正像分子不能取代细胞一样。

生物化学和分子生物学的飞速进步,为细胞生物学的发展增添了新的活力。由于它们向细胞生物学的渗透,在20世纪80年代中期汇合成了分子细胞生物学。分子细胞生物学的兴起反映出从分子水平上对细胞的结构和生命活动有了更加深刻的理解,细胞生物学的重点已由超微结构的定性研究转移到定位研究分子物理化学变化在细胞生命活动中的作用上来了。这种新的发展动向,在教学中应有所体现。

分子细胞生物学的研究对象是细胞,生命寓于细胞之中。分子细胞生物学最关心的是细胞的时间、空间变化,它的任务是在细胞这个生物体最基本结构单位里探索生命活动的规律性,并通过细胞来认识生命的共同本质。分子细胞生物学要涉及到生物学中的许多分支学科的内容,例如遗传、发育、生理、代谢等。但是,分子细胞生物学具有自己的独立体系,它并不是各个学科内容的简单累加。生物学各个分支学科都有各自观察问题、分析问题的范畴和角度,可是要把各种生命活动同细胞结构相联系,并在细胞水平上统一起来,则是分子细胞生物学的任务,这是其他任何学科所无法取代的。例如,细胞内蛋白质生物合成这样复杂的过程,如果脱离细胞结构只从生物化学角度来讨论,是无法阐述清楚的。分子细胞生物学的发展必然为生物学各分支学科的发展提供更深刻的依据。

本书是作者在山东大学任课使用的教材,几经修改,形成了现在的体系。在编写过程中得到了多方面的帮助。余先觉教授和汪德耀教授对本书的讲义稿提出了一些中肯、宝贵的意见;贝时璋教授和蓝碧霞副研究员为本书提供了资料;美国 Rutgers 大学 C. J. Avers 教授及时寄赠了自己的新著 *Cell Biology* (1981)、*Genetics* (1984) 和 *Molecular Cell Biology* (1986),并交流了对编写细胞生物学教材的看法;栗翼玖副教授为本书提供了一些遗传学资料;1983年夏,长春细胞生物学教材评选会上,有些兄弟院校提出了一些意见和建议;1986年,高等教育出版社委托北京师范大学对本教材进行了审稿,汪堃仁教授、王永潮教授、刘凌云教授、薛绍白副教授、柳惠图副教授、王端顺副教授、聂剑初副教授、张述祖副教授以及李靖炎教授(中国科学院昆明动物研究所)提出了书面评审意见。责任编辑李茂国同志为本书的问世付出了辛勤的劳动。对于大家的热情帮助和支持,特致衷心感谢。

还应特别提到的是修习本课程的同学,他们在阅读本教材时,认真钻研,提出了许多问题和建议,对提高本教材的质量起了积极的作用。不言而喻,本书的完成也包含了同学们的贡献,是教和学的共同创作。

分子细胞生物学涉及知识面广,内容浩繁且更新迅速。由于作者水平所限,本书中的缺点和错误在所难免,热情希望广大读者多多提出批评和建议。

本书所采用的大部分绘图是由朱和平同志绘制;书中的照片在制作过程中得到了薛凤英和张尚立同志的帮助;尚有一些同志协助做了一些技术性工作。对这些同志的支持,深表谢意。

编者

1987年5月于山东大学

目 录

第二版前言

第一版前言

第一章 绪论	1
第一节 细胞生物学的研究对象和范围	1
第二节 细胞生物学的发展简史	2
一、细胞的发现	2
二、细胞学说的创立和细胞学的形成	4
三、电镜下的细胞和细胞生物学的兴起	7
四、分子细胞生物学的出现	9
第三节 细胞生物学的研究进展	10
提要	12
第二章 细胞生物学研究方法	15
第一节 形态观察	15
一、光学显微镜	15
二、电子显微镜	21
第二节 生物化学分析	24
一、细胞化学和组织化学技术	24
二、免疫细胞化学	25
三、显微光谱分析技术	26
四、放射自显影术	26
五、超离心技术	27
六、分子杂交技术	28
七、PCR 技术	30
第三节 细胞生理学技术	31
一、膜电位检测技术	31
二、膜片钳位记录技术	31
三、细胞电泳	32
第四节 实验操作技术	33
一、细胞培养	33
二、显微操作技术	35
三、细胞融合	35
四、染色体分析技术	36
提要	40
第三章 细胞的基本概念	43
第一节 细胞的基本特征	43

第二节 原核细胞与真核细胞概念的确立	44
一、原核细胞	45
二、真核细胞	47
第三节 病毒	49
一、病毒的形态和结构	49
二、病毒在细胞内的活动	52
三、类病毒	53
四、病毒的进化地位	54
五、病毒某些属性的启示	54
六、蛋白质感染因子	55
第四节 细胞的形态和大小	55
第五节 细胞的化学组成	58
一、水是原生质最基本的物质	58
二、无机离子	59
三、细胞的有机分子	59
第六节 细胞的能量代谢与生物催化剂	71
一、细胞能量代谢的特点	72
二、酶——生命的催化剂	76
三、细胞的 RNA 催化剂	83
四、蛋白质组学的诞生	84
提要	86
第四章 质膜和细胞表面	89
第一节 质膜的分子结构	89
一、质膜的化学性质	89
二、几种有代表性的质膜模型	91
三、质膜流动性的分子机制	97
四、膜的化学组成和结构	101
五、细胞外被	107
第二节 细胞连接	112
一、紧密连接	113
二、黏合连接	115
三、隔状连接	116
四、桥粒	116
五、间隙连接	118
六、胞间连丝	121
第三节 质膜的特化结构	122
一、微绒毛	122
二、褶皱	125
三、圆泡	125
四、内褶	125
五、纤毛和鞭毛	127
第四节 质膜与物质运输	127

一、膜泡运输	127
二、离子和小分子的穿膜运输	134
提要	145
第五章 细胞外基质	148
第一节 细胞外基质的化学	148
一、多糖的分子结构	149
二、纤维蛋白	154
三、整联蛋白在细胞与细胞外基质相互关系中的作用	169
第二节 植物细胞壁	171
细胞壁的结构和组成	171
第三节 细菌细胞壁	176
提要	178
第六章 内质网和核糖体	181
第一节 细胞质溶质	183
一、细胞质溶质的成分	184
二、细胞质溶质的功能	185
第二节 内质网	187
一、内质网的形态结构	188
二、内质网的化学组成	190
三、内质网的功能	191
四、内质网的特化类型	196
五、内质网的来源	198
第三节 核糖体	198
一、核糖体的基本结构与类型	198
二、核糖体的化学组成	201
三、核糖体的功能	202
提要	205
第七章 高尔基复合体与细胞分泌	209
第一节 高尔基复合体的形态结构	209
第二节 高尔基复合体的化学组成	212
第三节 高尔基复合体的功能	214
一、形成和包装分泌物	214
二、蛋白质和脂类的糖基化	216
三、蛋白质的加工改造	218
四、细胞内的膜泡运输	219
五、膜的转化	220
第四节 高尔基复合体的来源	221
提要	221
第八章 溶酶体和微体	224
第一节 溶酶体	224
一、基本特性	224
二、溶酶体与内吞作用	227

三、内体与膜的再循环	229
四、溶酶体的功能	230
五、溶酶体与疾病	232
六、溶酶体的发生	233
第二节 微体	235
一、过氧化物酶体	235
二、乙醛酸循环体	238
三、微体的发生	239
提要	241
第九章 细胞骨架与细胞运动	243
第一节 微管	244
一、微管的形态结构	244
二、微管的化学组成	245
三、微管的特性	247
四、微管的特导性药物	250
五、微管的功能	250
六、微管组成的细胞器	254
七、细菌鞭毛	262
第二节 纤丝	263
一、横纹肌的结构及收缩机制	264
二、平滑肌收缩机制	271
三、非肌细胞中微丝	272
四、中间丝	281
提要	284
第十章 线粒体与氧化磷酸化	288
第一节 线粒体的形态、大小与分布	289
一、线粒体的形态、大小	289
二、线粒体的数量	289
三、线粒体的分布	290
第二节 线粒体的超微结构	291
一、线粒体外膜	292
二、线粒体内膜	292
三、膜间隙	293
四、线粒体基质	293
第三节 线粒体的化学组成与酶的定位	293
一、线粒体各部分的分离	293
二、线粒体的化学组成	294
三、线粒体中各种酶的定位	295
第四节 线粒体的功能与氧化磷酸化	295
一、生物氧化的分区和定位	296
二、电子传递和氧化磷酸化的分子结构基础	297
三、氧化磷酸化的偶联机制	302

四、ATP 的合成和穿膜机制	306
五、线粒体与疾病	307
第五节 线粒体的半自主性	308
第六节 线粒体的发生	310
第七节 细菌的氧化磷酸化作用	311
提要	313
第十一章 叶绿体与光合作用	316
第一节 叶绿体的形态、大小	316
第二节 叶绿体的超微结构	317
一、叶绿体被膜	317
二、类囊体	318
三、基质	319
第三节 叶绿体的化学组成	320
一、叶绿体被膜	321
二、类囊体	321
三、基质	323
四、电子载体在类囊体膜中的分布	323
第四节 光合作用	324
一、光合作用的基本过程	324
二、光反应	325
三、暗反应	330
第五节 叶绿体的半自主性	333
第六节 叶绿体的发生	334
第七节 原核生物的光合作用	336
提要	337
第十二章 间期细胞核和染色体	340
第一节 细胞核的形态结构	340
一、核被膜与核孔复合体	341
二、染色质和染色体的分子结构	348
三、核仁	365
四、核液	368
第二节 细胞核的化学组成	368
一、染色质的化学组成	368
二、重复 DNA 顺序	370
第三节 核骨架	373
一、核基质	374
二、核纤层与核孔复合体系统	375
三、染色体骨架	375
提要	375
第十三章 细胞的信号转导与信号传递系统	378
第一节 信号细胞与靶细胞	378
一、信号分子与信号细胞	378

二、靶细胞	379
第二节 细胞内信号传递的基本原理	382
一、胞内信号传递的级联反应	382
二、细胞对细胞外信号反应的不同速率	383
第三节 G 蛋白关联受体与 G 蛋白	383
一、G 蛋白的结构与活性变化	383
二、G 蛋白在信号传递中的功能	385
三、胞内信号传递与第二信使	387
第四节 酶关联受体信号传递途径	393
一、鸟苷酸环化酶性受体	394
二、酪氨酸激酶性受体	394
三、酪氨酸激酶关联性受体	395
四、酪氨酸磷酸酶性受体	396
五、丝氨酸/苏氨酸激酶性受体	396
提要	397
第十四章 细胞的基因表达和蛋白质的生物合成	399
第一节 细胞中的遗传物质	399
一、原核细胞中的遗传物质	399
二、真核生物的遗传物质	400
第二节 细胞内遗传物质的复制与扩增	401
一、原核生物的 DNA 复制	401
二、真核生物的 DNA 复制	410
三、DNA 复制的其他类型	416
四、基因扩增	418
第三节 转录——基因表达的核心步骤	419
一、RNA 聚合酶	420
二、mRNA、rRNA 和 tRNA 的合成	422
第四节 翻译与蛋白质的生物合成	437
一、mRNA、tRNA 和核糖体在蛋白质合成中的作用	437
二、与肽链合成有关的可溶性蛋白质因子	439
三、多肽链的合成过程	441
四、新生蛋白质的加工	444
五、蛋白质合成的抑制剂及作用原理	446
第五节 蛋白质合成的调节	447
一、原核生物中蛋白质合成的调控	447
二、真核生物中蛋白质合成的调控	452
第六节 蛋白质的细胞定位	469
一、蛋白质合成后的去向和命运	469
二、蛋白质运输的信号理论	471
三、分子伴侣在蛋白质折叠和运转中的作用	474
四、内质网途径的蛋白质合成及其命运	479
五、游离核糖体上合成的蛋白质的归宿	484

六、原核生物中分泌蛋白的合成	490
七、糙面内质网核糖体上合成蛋白质的外运	491
八、蛋白酶体在蛋白质降解中的作用机制	495
提要	496
第十五章 细胞增殖与细胞周期	503
第一节 原核生物的细胞分裂	503
一、原核细胞的 DNA 复制和胞质分裂	503
二、原核细胞分裂的控制	504
第二节 真核细胞的分裂	504
一、无丝分裂	505
二、有丝分裂	506
三、减数分裂	515
第三节 细胞周期及其调控	526
一、细胞周期(cell cycle)	526
二、细胞分裂的影响因素	530
三、细胞周期的调控	532
第四节 细胞分裂的同步化	534
一、分选	535
二、化学同步化	535
三、物理同步化	535
提要	536
第十六章 细胞分化	539
第一节 细胞分化的特征	540
一、形态结构发生差异	540
二、差别基因表达	540
三、细胞分化方向的限定早于形态差异的出现	541
四、分化细胞的表型保持稳定	541
五、去分化与转分化	543
六、细胞的生理状态随分化程度而有所不同	543
第二节 细胞发育潜能的变化	544
一、遗传物质丢失观点的提出	544
二、高度分化的植物体细胞仍具有全能性	544
三、动物高度分化细胞的细胞核仍保持全能性	546
第三节 细胞分化与差别基因表达	550
一、细胞分化的转录调节	550
二、差别基因表达的转录后调节	560
三、细胞分化的翻译水平调节	562
第四节 细胞分化中的核质关系	564
一、受精卵细胞质的不均一性	564
二、细胞质决定子	566
第五节 卵中影响细胞分化的细胞质因子的性质	570
一、决定子是 RNA 调控信息	570

二、调控信息来源于母体	571
三、卵的激活与母体信息的翻译调控	574
第六节 细胞间相互作用和环境因素对细胞分化的影响	575
一、胚胎诱导	575
二、细胞数量效应	576
三、激素的作用	577
四、环境对细胞分化的影响	578
提要	580
第十七章 个体发育的细胞与遗传活动	582
一、先成论与渐成论	582
二、早期实验胚胎学家对卵子的认识	583
第一节 卵子的发生和空间结构的建成	584
一、卵的基本形态	585
二、卵的极性	585
三、果蝇卵极性建立的机制	587
四、母体因子与胚胎模式形成	590
第二节 果蝇个体发育的基本过程	590
一、果蝇的生活周期	591
二、果蝇的早期胚胎发生	591
三、幼虫的发育	593
四、蛹化	593
五、果蝇个体发育过程中的几个关键问题	594
第三节 母体效应基因与体轴的建立	595
一、胚轴的建立与卵轴的关系	595
二、dorsal 蛋白沿 D-V 轴调控合子基因表达	598
三、确定背部结构模式形成的形态发生素为 decapentaplegic 蛋白	600
第四节 合子基因对早期胚胎模式形成的调控作用	601
一、间隔基因沿前后轴将胚胎区分成若干宽带区	601
二、对控基因对副节形成的调控作用	603
三、体节极性基因与幼虫的体节形成	607
第五节 同源异型选择基因与体节发育模式	610
一、同源异型选择基因对体节发育的调控	610
二、果蝇成虫盘分化的基因调控	616
第六节 脊椎动物发育的体型形成	623
一、脊椎动物的基本发育过程	623
二、中胚层诱导信号	624
三、体节的形成	625
四、Hox 基因沿前后轴确定体节的位置特性	627
五、肢体的发育	629
第七节 植物发育的细胞和遗传活动	634
一、植物发育的基本过程	634
二、苗分生组织细胞的发育命运	636

三、花的发生	637
第八节 再生	641
一、再生的类型	641
二、再生与去分化	642
三、去分化的调控机制	642
四、肢体再生与位置值	643
五、去分化与转分化	645
六、哺乳动物的再生潜能	647
七、植物的极化再生	647
第九节 程序性细胞死亡	648
一、基本概念	648
二、程序性细胞死亡的普遍性	650
三、程序性细胞死亡的意义	653
四、程序性细胞死亡的基本过程	653
五、线粒体在细胞凋亡中的关键作用	658
六、程序性细胞死亡的基因调控	660
七、细胞死亡的类型	660
提要	661
第十八章 癌细胞和癌基因	665
第一节 癌细胞的特性	665
一、癌的特征	665
二、癌细胞的几种主要特点	666
第二节 癌的发生与致癌剂	669
一、致癌剂的性质	669
二、肿瘤病毒的发现	671
第三节 癌基因学说的创立	674
一、反转录酶的发现	674
二、癌基因学说的提出	674
三、原癌基因的认识	675
第四节 癌基因产物的转化作用机制	677
病毒癌基因的转化作用	677
第五节 原癌基因的激活与细胞癌变	681
一、原癌基因的激活途径	681
二、细胞癌变是多次基因突变的结果	684
第六节 抑癌基因	684
一、抑癌基因的发现	684
二、抑癌基因的分类	687
第七节 畸胎瘤与胚胎干细胞	688
畸胎瘤	688
提要	690
第十九章 细胞工程	692
第一节 生物工程的兴起	692

一、遗传工程	693
二、细胞工程	694
三、微生物工程	694
四、酶工程	694
第二节 细胞工程的主要技术领域	695
一、细胞培养	695
二、细胞融合	699
三、细胞拆合	703
四、哺乳动物胚胎培养和胚胎移植	705
五、转基因技术	714
六、哺乳动物克隆技术	718
第三节 国内细胞工程研究方面的简况	720
提要	722
第二十章 生命起源与细胞进化	724
第一节 化学进化与生命起源	724
第二节 生物大分子进化的可能途径	727
第三节 分子构成形态实体	729
一、分子团聚物	729
二、膜的自然形成	733
三、细胞重建	734
第四节 原核细胞的出现	735
第五节 真核细胞的起源和进化	739
一、细胞核的起源	740
二、中心粒、过氧化物酶体、线粒体和叶绿体的起源	740
提要	746
附录 I 分子细胞生物学名词	750
附录 II 索引	787
附录 III 分子细胞生物学常用缩写代称	801
附录 IV 氨基酸代号和密码子	804
附录 V 氨基酸的极性	805

第一节 细胞生物学的研究对象和范围

细胞生物学是现代生物学的基础学科。它是从细胞整体、超微和分子水平上研究细胞的结构和生命活动规律的科学。细胞是一切生物的基本结构单位,它是由膜围成的能独立进行生长繁殖的原生质团。

宇宙间,就目前我们认识到的一切物体,小至基本粒子,大至广阔无垠的星系,其结构都是分层次的。有机界也不例外,同样也包含着不同层次的结构,其中细胞即是一个层次。生物体是由基本结构单位所组成的观点早在公元前3世纪即由希腊哲学家 Aristotle(384~322B. C.) 提出来了,他认为:“一切植物虽然很复杂,但都是由少数几种基本成分所重复构成。”Aristotle 的这一观点,当时是从哲学观点提出来的,他并没有,也不可能指明这种基本成分究竟是什么。此后,经过了一千余年,才明确了细胞是一切生物的基本结构单位。

然而,细胞不同于非生命界的任何结构单位,细胞最独特的属性就是它是一个能独立生存,进行自我调节的开放体系,它在同外界进行物质、能量、信息交换的条件下,处于动态平衡之中。因此,所谓生命实质上即是细胞属性的体现。生物体的一切生命现象,如生长、发育、繁殖、遗传、分化、代谢和激应等都是细胞这个基本单位的活动体现。由此可见,细胞是生命现象的物质结构基础,生命是细胞所独有的运动方式。正像著名的生物学家 E. B. Wilson(1925) 所说:“许久以来,大家就明确,一切生物学问题的答案最终都要到细胞中去寻找。因为所有生物体都是,或曾经是,一个细胞。”细胞生物学的研究对象是细胞,恰恰由于细胞在生命界中的独特属性,这就不能不使细胞生物学在生命科学中占有核心地位。生物学中的许多分支学科,如生理学、解剖学、遗传学、免疫学、胚胎学、组织学、发育生物学、分子生物学等,都要求从细胞水平上来阐明各自研究领域生命现象的机制。可以毫不讳言地说,脱离细胞,现代生物学的所有分支学科都将失去意义。于是,这些分支学科便同细胞生物学形成了交叉重叠关系。细胞生物学的每一步进展必然要渗透到其他学科中去;其他学科所取得的进展同样要推动细胞生物学的发展。现代生物学各个分支学科的交叉汇合将是21世纪生命科学的发展趋势,各个学科都要到细胞中去探索生命现象的奥秘。细胞生物学是一门正在蓬勃发展的学科,它的发展必将不断地把生命科学推向更高的新水平。

我们知道,细胞是由许多超微结构组成的体系,这些超微结构又是由生物大分子所组成。细胞的生命活动发生在各级结构水平上,其中有许多活动是大分子所具有的属性。例如 DNA 的复制,微管和核糖体的自我装配,就是明显的例证。在体外适当的条件下,亦可重演它们在体内的组装过程。这说明,细胞内的超微结构是符合于分子的力学原理的。分子生物学的研究进展对细胞生物学的发展有着重大的影响。分子生物学的许多成就,如 DNA 双螺旋模型的提出;基因的核苷酸序列分析;DNA 重组技术;酶分子活性基团的定位;大分子立体化学等,都在启发着人们从分子水平上去揭

示生命活动现象的本质,分子生物学的进步推动着细胞生物学向着更深层次发展。

然而,需要指出的是,虽然许多生命现象可以用分子的结构属性来解释,但是生物体最基本的结构单位是细胞,细胞是作为一个整体而存在,分子对于细胞来说总归是从属关系。大分子所表现出的一些属性只有在细胞这个体系里才具有生命的意义。细胞是有秩序的四维结构体系,为各种分子参加生命活动提供了特定的微环境,脱离了这一微环境,大分子的某些属性就要发生变化。例如生物体最主要的遗传物质——DNA,它虽然可以储存着物种的全部信息,可是各种分子必须在细胞内装配成有一定秩序的结构关系,它一旦脱离细胞而单独存在时则毫无生命现象,因此试图用总DNA来恢复物种的存在看来是不可能的。各种分子必须在细胞内组配成一定的时空关系,相互协调配合,才能表现出有生命意义的活动变化。细胞外的大分子变化,再复杂也只能是生物化学反应,还称不上是生命活动。细胞是进行生命活动最完善的基本空间结构。目前所知,还不存在有非细胞的生命体。因此,从分子水平上阐明生命现象时,决不能忽视细胞这一基本结构的整体性。

细胞生物学是生命科学中的一门基础学科,然而任何学科的最终目的不仅要认识世界,而且更重要的是要改变世界,造福于人类。细胞生物学和其他学科一样,也是改善人类生存条件的重要手段。细胞生物学更有其特殊性,它在农业、医学和工业开发应用中都曾经,而且正在发挥着重要的作用。农业的良种繁育离不开细胞生物学;医学中的许多严重疾病的防治,如癌症、心血管病、血液病等,也离不开细胞生物学;它的发展还带动了生物产业的发展,特别是在开发生物药品方面创造了巨大的经济效益。总之,生命科学的发展离不开细胞生物学的贡献。有人认为,21世纪是生命科学的世纪,那么处于生命科学的核心地位的细胞生物学就必然要肩负重任,为生命科学开拓未来,在科教兴国的伟大事业中发挥着自己应有的作用。

第二节 细胞生物学的发展简史

人类对细胞的认识也经历了一个过程,从细胞的发现至今已有三百余年的历史。在此期间,随着技术和实验手段的进步,细胞生物学才得以形成和发展。科学的发展总是和工具的改进分不开的,每当有重大的工具和技术发明时,科学也就在孕育着重大的飞跃。当然,细胞生物学也不例外,由于对细胞的观察、解剖和分析手段的发明和不断进步,也使它由一个水平发展到一个更高的新水平(表1-1)。科技发展水平具有时代的特征,于是细胞生物学的历史便显现出不同的发展阶段。

一、细胞的发现

细胞的发现是和显微镜的发明分不开的。这是由于大多数细胞的直径都在 $30\mu\text{m}$ 以下,远远超出了肉眼的直观范围($200\mu\text{m}$),只有靠放大装置才能看到细胞,这种放大装置就是显微镜。世界上第一架显微镜是由荷兰眼镜商Z. Jansen(1588~1628)于1604年创制的(图1-1),这架显微镜实物没有保存下来,其详细结构已无从查考。根据记载,这架显微镜的镜筒长度约46cm,光学部分是由两个双凸透镜组成,利用自然光作光源。其放大倍数不高,约为10~30倍,可观察一些小昆虫的整体形态,如观察跳蚤等,故有“跳蚤镜”之称。Z. Jansen创造的显微镜在生物学上的意义不大,当时属玩物