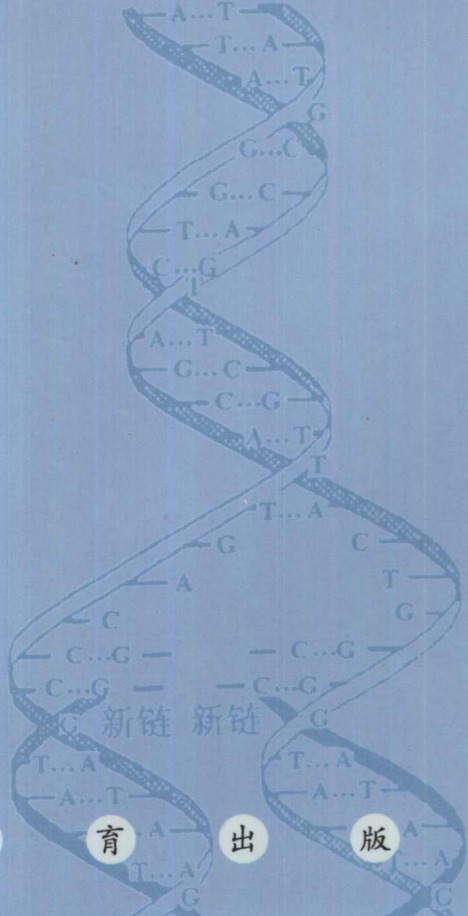
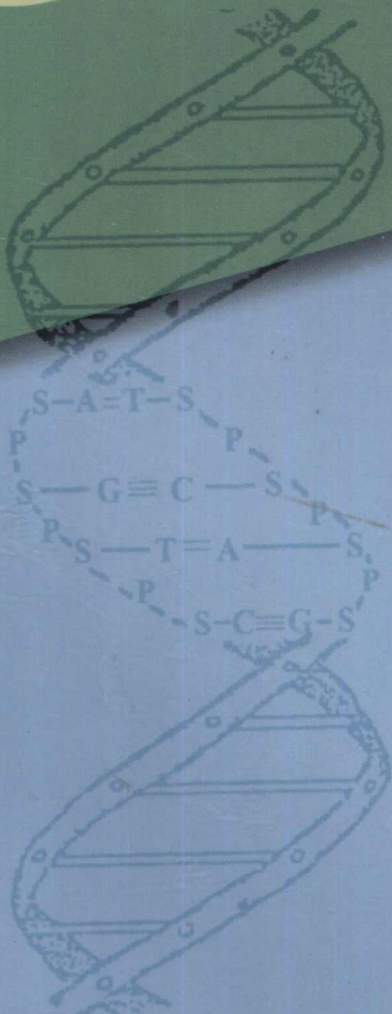


# 医学细胞

第二版

# 生物学

YI XUE XI BAO SHENG WU XUE



659  
R329.2-44  
T18

高等学校选用教材

# 医学细胞生物学

(第2版)

主编 谭恩光

编者 (按姓氏笔画顺序)

刘建中 (中山大学中山医学院)

肖渝平 (中山大学中山医学院)

李红枝 (广东药学院)

李晓军 (海南医学院)

罗宏邗 (中山大学中山医学院)

欧咏虹 (中山大学中山医学院)

赵霞 (海南医学院)

袁志刚 (广西医科大学)

梁敏仪 (广州医学院)

谭恩光 (中山大学中山医学院)

广东高等教育出版社

·广州·

## 图书在版编目 (CIP) 数据

医学细胞生物学/谭恩光主编 .—2 版 .—广州: 广东高等教育出版社, 2002.8  
ISBN 7-5361-2714-6

I. 医… II. 谭… III. 人体细胞学: 生物学-高等学校-教材 IV. R329.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (1999) 第 32053 号

广东高等教育出版社出版发行

中国人民解放军第四二三二工厂印刷

开本 787 mm × 1 092 mm 1/16 20.125 印张 465 千字

2002 年 8 月第 2 版 2002 年 8 月第 2 次印刷

印数: 3 801 ~ 13 800 册

定价: 28.00 元

# 前 言

本书由广东、广西、海南三省的中山医科大学、广州医学院、广东药学院、广西医科大学、海南医学院有关教师编写的。李晓军编写第六章，赵霞编写第八章，李红枝编写第十章，梁敏仪编写第十一章，罗宏邠编写第五章，欧咏红编写第九章，肖渝平编写第四章，刘建中编写第十二、第十六章，袁志刚编写第二、第三章，其余由谭恩光编写。

细胞生物学是生命科学四大前沿科学之一，在生命科学中有重要作用。科学家预言，21世纪将是生命科学的世纪，生物技术将引起科学革命，将在农、林、牧、副、渔、医药、环境净化、食品、化工等领域给人类带来无法估计的社会效益和经济效益，细胞生物学将在其中起着重要作用。医学细胞生物学是医学科学的重要基础理论之一，它阐明细胞生命活动的本质和规律，对了解人体结构和功能有极重要意义。许多疾病的发病机理研究、诊断和治疗的进展都依赖于细胞生物学研究进展，因此细胞生物学在医学生的知识结构中占有重要作用和地位。20世纪70年代末恢复的医学院校“医学生物学”，80年代逐步得到发展，90年代初开始又逐步被医学细胞生物学代替，目前不少重点医学院校已开设“医学细胞生物学”。1997年4月在成都全国医学院校“医学生物学”教学科研研讨会上，不少有识的专家教授都认为要尽快创造条件开设“医学细胞生物学”课程。本书是在这样的背景下策划编写的。我们总结使用过的一些正式出版的同类教材的优缺点，结合我们的教学体会，我们力求本书适合医学院校本科和研究生使用，力图使它易读、易理解、易教。

本书共五篇16章，第一篇概论，第二篇细胞膜的分子生物学，第三篇细胞质、细胞器，第四篇细胞核（含基因表达和蛋白质生物合成，基因工程）及其功能，第五篇细胞增殖、分化和自然凋亡。全书系统的安排，力求科学性，做到细胞生命活动内在联系的科学性。比如把细胞增殖周期、细胞分化、细胞衰老与自然凋亡三章内容放在第五篇内，表明系统安排有科学性。细胞增殖、分化、衰老死亡是多细胞生物个体发育过程中三项最基本的生命活动。细胞增殖、分化、衰老死亡三项生命活动的分工协调是生物进化过程中，经过自然选择压力作用而获得的，并得到逐步完善，三项生命活动

都以保证生物个体的生存和生命活动正常进行为目标执行自己的任务。细胞增殖和分化维持着个体的生存及其生命活动，衰老死亡也是为了生物个体的整个生存及生命活动正常进行。只有三者失去平衡调节，才会最终导致个体死亡。细胞癌变不仅与细胞增殖有关，而且也与细胞分化有关，还与细胞衰老死亡有关，即细胞增殖失控、细胞分化失调（如去分化）、细胞衰老死亡反常都会引起细胞癌变。与同类教材比较，我们增加了基因工程一章内容。以分子生物学理论为基础的基因工程，是生物技术的核心和前沿，生命科学在 21 世纪将起到巨大的无法估计的作用。作为 21 世纪的人才，应该掌握这部分内容，把科学技术转化为生产力，在科教兴国中发挥积极作用。

本书另一特点，是反映 20 世纪末生命科学有关重大科学事件，主要有以克隆绵羊“多莉”诞生为标志的哺乳动物克隆技术、人类基因组研究计划（HGP）、细胞自然凋亡等。其中动物克隆技术有机地结合到细胞分化一章的第三节，主要内容有克隆绵羊“多莉”出生的历史背景，科学技术上的意义，对社会和经济方面的影响，克隆动物的关键技术及其存在问题等。人类基因组计划作为一节放在第十二章第一节，其内容包括人类基因组研究计划产生的历史背景，主要研究内容、目前研究进展，课题的巨大的科学和实际意义等。细胞自然凋亡（编程死亡）是生命科学研究一个热点，特别是细胞自然凋亡的机理更为活跃，已提出数十种理论。本书主要内容有细胞自然凋亡在机体中的意义、主要机制、衰老的理论等内容。有助于人们识别老年疾病的发病机理、诊断、治疗途径和方法，造福人类，延年益寿。其余各章都有不同程度的新的内容，也就是本书的先进性。

本教研室潘志刚研究生，李燕、彭爱萍、梁洁平等老师做了大量秘书工作，在此表示衷心感谢！

由于我们编写本书时间短（1999 年 1 月策划，4 月份将稿交出版社），水平有限，错误之处难免，望读者谅解并提出宝贵意见，衷心感谢！

谭恩光  
中山医科大学  
1999.03.28

## 第 2 版前言

1999 年 8 月出版的《医学细胞生物学》，至今已经使用三年了。在教与学的实践过程中，发现本书的一些优点和不足之处。主要优点表现在内容上的先进性，章节结构安排的科学性，基本理论、基本概念清楚。不足之处为个别文字上有差错，不准确、不贴切。对不足之处我们作了修改，对优点我们在第二版进一步发扬。

自然界的事物处在不断运动、变化、发展过程，在这过程中，新的事物、新的生长总不断出现。作为一个临床工作者、一个科技工作者，在科研教学工作中，要不断探索不断创新。教育要面向未来、面向世界，首先在教材和教学内容上要有新的内容，有前沿的内容，这样培养出的学生才有创新的思维。1999 年 3 月开始写作至 2002 年修改的第二版，正好过了三年，这三年内由 20 世纪进入 21 世纪，跨越了两个世纪，20 世纪最后 10 年是生命科学日新月异，突飞猛进的时期。这三年生物科学的重大进展是：2001 年 6 月 25 日人类基因组计划完成，并进入后基因组计划、功能基因组、蛋白质组学等，而且取得一定进展。此外，基因工程技术、动物克隆技术、转基因动物技术、细胞周期调控、发育生物学、细胞凋亡等研究领域也有很大的进展。为了发扬第一版先进性特点，考虑到篇幅，第二版增加后基因组计划的研究内容、基因组功能研究、蛋白质组研究、克隆动物的有关内容、转基因动物内容和细胞周期调控内容等。细胞核及其功能（第十章）、细胞骨架（第九章）在结构上作了调整，也补充了些新内容。由于篇幅的限制，在细胞分化（第十四章）删去了细胞质对细胞分化作用、细胞分化与癌两节的内容，当然也改正了文字上的差错和不准确之处。

尽管如此，由于水平有限，错误之处仍然难免，望读者谅解并提出宝贵意见，衷心感谢！

谭恩光

中山大学中山医学院

2002.03.28

# 目 录

<b>第一篇 概论</b> .....	(1)
<b>第一章 绪论</b> .....	(1)
第一节 细胞生物学研究范围 .....	(1)
一、进化观点 .....	(1)
二、结构与功能相结合的观点 .....	(2)
三、整体和动态的观点 .....	(2)
第二节 细胞生物学发展简史 .....	(3)
一、细胞学说的创立 .....	(3)
二、细胞学的经典时期 .....	(3)
三、实验细胞学阶段 .....	(3)
四、细胞生物学的形成 .....	(4)
第三节 细胞生物学与医学的关系 .....	(4)
一、癌的防治 .....	(5)
二、疾病诊断 .....	(5)
三、疾病治疗方面 .....	(6)
四、医学基因组学研究 .....	(6)
第四节 当前细胞生物学的特点和主要发展趋势 .....	(7)
一、当前细胞生物学的主要特点 .....	(7)
二、当前细胞生物学的主要发展趋势 .....	(7)
复习思考题 .....	(8)
<b>第二章 细胞的起源和进化</b> .....	(9)
第一节 从简单分子到原始细胞 .....	(9)
一、生物小分子的生成 .....	(9)
二、能进行自我复制的多核苷酸的形成 .....	(9)
三、多核苷酸指导多肽的合成 .....	(10)
四、原始细胞的形成 .....	(11)
第二节 从原核细胞到真核细胞 .....	(12)
第三节 从单细胞生物到多细胞生物 .....	(14)
一、由单细胞聚集成群体 .....	(14)
二、多细胞生物的细胞是特化的和协同合作的 .....	(15)
复习思考题 .....	(15)

第三章 细胞的分子基础 .....	(16)
第一节 生物小分子 .....	(16)
一、无机化合物 .....	(16)
二、有机物 .....	(16)
第二节 生物大分子 .....	(17)
一、核酸 .....	(17)
二、核酸的化学组成 .....	(18)
三、脱氧核糖核酸 (DNA) .....	(20)
四、核糖核酸 (RNA) .....	(23)
第三节 蛋白质 .....	(26)
一、氨基酸 .....	(26)
二、肽键与肽 .....	(27)
三、蛋白质的分子结构 .....	(27)
四、酶蛋白 .....	(30)
复习思考题 .....	(31)

<b>第二篇 细胞膜的分子生物学</b> .....	(32)
----------------------------	------

第四章 细胞膜的结构和功能 .....	(32)
第一节 细胞膜的分子结构 .....	(32)
一、细胞膜的化学组成 .....	(32)
二、生物膜的分子结构 .....	(36)
三、生物膜的特性 .....	(38)
第二节 细胞表面 .....	(42)
一、细胞外被 .....	(42)
二、胞质溶胶层 .....	(44)
第三节 细胞膜与物质运输 .....	(45)
一、穿膜运输 .....	(45)
二、膜泡运输 .....	(52)
第四节 细胞膜的信息传导 .....	(56)
一、概述 .....	(56)
二、间接信息传递的参与物 .....	(57)
三、信息的跨膜传导体系 .....	(61)
第五节 细胞膜与疾病 .....	(66)
一、膜转运系统异常与疾病 .....	(66)



二、膜受体异常与疾病 .....	(66)
三、细胞膜与癌变 .....	(67)
复习思考题 .....	(68)

<b>第五章 细胞外基质与细胞连接</b> .....	(69)
第一节 细胞外基质 .....	(69)
一、胶原蛋白 .....	(69)
二、弹性蛋白 .....	(72)
三、糖胺多糖和蛋白多糖 .....	(72)
四、粘连糖蛋白 .....	(73)
第二节 细胞连接 .....	(74)
一、紧密连接 .....	(74)
二、抛锚连接 .....	(75)
三、间隙连接 .....	(77)
复习思考题 .....	(79)

<b>第三篇 细胞质、细胞器</b> .....	(80)
--------------------------	------

<b>第六章 细胞内膜系统</b> .....	(80)
第一节 内质网 .....	(81)
一、内质网的形态结构 .....	(81)
二、内质网的化学组成 .....	(82)
三、内质网的类型 .....	(82)
四、内质网的功能 .....	(84)
五、内质网的形成和来源 .....	(90)
六、内质网的病理改变 .....	(90)
第二节 高尔基复合体 .....	(90)
一、高尔基复合体的形态结构 .....	(90)
二、高尔基复合体的化学组成 .....	(94)
三、高尔基复合体的功能 .....	(94)
四、高尔基复合体的异常变化 .....	(99)
第三节 溶酶体 .....	(99)
一、溶酶体的形态与特征 .....	(100)
二、溶酶体的类型 .....	(100)
三、溶酶体的功能 .....	(103)
四、溶酶体与疾病 .....	(107)

第四节 过氧化物酶体·····	(108)
一、过氧化物酶体的形态特征·····	(108)
二、过氧化物酶体的功能·····	(109)
三、过氧化物酶体的起源和形成·····	(110)
复习思考题·····	(110)
<b>第七章 核糖体</b> ·····	(112)
第一节 核糖体的形态结构和化学成分·····	(112)
一、原核生物核糖体的形态结构·····	(112)
二、原核生物与真核生物核糖体比较·····	(112)
三、核糖体上三个主要 RNA 结合部位·····	(114)
四、核糖体蛋白质在核糖体上的位置·····	(114)
五、核糖体的主要化学成分·····	(116)
第二节 核糖体的功能·····	(116)
复习思考题·····	(117)
<b>第八章 线粒体</b> ·····	(118)
第一节 线粒体的形态结构·····	(118)
一、线粒体的大小、形态、数目和分布·····	(118)
二、线粒体的超微结构·····	(119)
第二节 线粒体的化学组成和酶蛋白的分布·····	(122)
一、线粒体的化学组成·····	(122)
二、线粒体酶蛋白的分布·····	(122)
第三节 线粒体的功能·····	(122)
一、糖酵解·····	(123)
二、乙酰辅酶 A 的生成·····	(124)
三、三羧酸循环·····	(124)
四、氧化磷酸化·····	(124)
五、ATP 合成·····	(128)
第四节 线粒体 DNA·····	(128)
第五节 核编码蛋白质的线粒体转运·····	(129)
一、前体蛋白在线粒体外去折叠·····	(129)
二、多肽链穿越线粒体膜·····	(129)
三、多肽链在线粒体基质内重新折叠·····	(129)
四、线粒体的生物发生·····	(130)
第六节 线粒体与医学·····	(130)
一、线粒体是分子病理学检查的重要依据·····	(130)

二、甲状腺功能亢进症是线粒体功能异常所致·····	(130)
三、线粒体肌病和心肌线粒体病·····	(131)
四、线粒体与肿瘤·····	(131)
五、线粒体与细胞凋亡·····	(131)
六、线粒体中一些组分的作用·····	(132)
复习思考题·····	(133)
<b>第九章 细胞骨架·····</b>	<b>(134)</b>
<b>第一节 微管·····</b>	<b>(134)</b>
一、微管的形态与分布·····	(134)
二、微管的化学组成·····	(135)
三、微管的组装·····	(135)
四、微管的生物学功能·····	(136)
<b>第二节 微丝·····</b>	<b>(137)</b>
一、微丝的形态与分布·····	(137)
二、微丝的化学组成·····	(137)
三、微丝的组装·····	(138)
四、微丝结合蛋白·····	(139)
五、微丝的功能·····	(140)
<b>第三节 中等纤维·····</b>	<b>(142)</b>
一、中等纤维的形态与分布·····	(142)
二、中等纤维蛋白的分类·····	(142)
三、中等纤维的分子结构·····	(143)
四、中等纤维的组装·····	(144)
五、中等纤维的功能·····	(145)
<b>第四节 中心粒·····</b>	<b>(146)</b>
一、中心粒的结构和组成·····	(146)
二、中心粒的功能·····	(147)
<b>第五节 纤毛与鞭毛·····</b>	<b>(147)</b>
一、纤毛和鞭毛的形态与结构·····	(147)
二、纤毛和鞭毛的化学组成·····	(148)
三、纤毛和鞭毛的运动·····	(149)
复习思考题·····	(150)

## 第四篇 细胞核及其功能

第四篇 细胞核及其功能	(151)
第十章 细胞核	(151)
第一节 细胞核的结构	(152)
一、核膜	(152)
二、染色质和染色体	(155)
三、核仁	(163)
四、细胞核基质(核骨架)	(166)
第二节 细胞核的功能及与医学的关系	(167)
复习思考题	(168)
第十一章 基因表达与蛋白质生物合成	(169)
第一节 细胞的 DNA 与基因组	(169)
一、原核细胞基因组的组织结构	(170)
二、真核细胞的基因组织	(171)
第二节 基因的表达	(174)
一、遗传信息的转录和 RNA 的加工	(174)
二、结构基因的翻译——蛋白质的生物合成	(179)
第三节 基因表达的调控	(186)
一、原核生物基因表达的调控	(186)
二、真核生物基因表达的调控	(188)
复习思考题	(189)
第十二章 人类基因组计划和基因工程	(190)
第一节 人类基因组计划	(190)
一、人类基因组计划的提出及其伸延	(190)
二、人类基因组计划主要内容	(191)
三、基因组的基本结构组成和进化	(192)
四、后基因组学	(194)
五、我国人类基因组研究的一些主要情况	(196)
第二节 基因工程概述	(197)
一、基因工程的理论基础	(197)
二、基因工程的一般过程	(198)
第三节 目的基因的产生	(199)
一、从基因组文库中获得	(199)
二、通过 mRNA 合成 cDNA	(200)

三、人工体外合成 DNA 片段 .....	(200)
四、聚合酶链反应 (PCR) 扩增特定基因片段 .....	(200)
第四节 基因工程载体 .....	(200)
一、基因工程载体应具备的条件 .....	(200)
二、载体的种类 .....	(201)
第五节 DNA 的体外连接 .....	(206)
一、T <sub>4</sub> 噬菌体 DNA 连接酶 .....	(206)
二、DNA 分子连接的方式 .....	(206)
第六节 重组子导入受体细胞 .....	(208)
一、转化 .....	(208)
二、转染 .....	(209)
第七节 重组子的筛选与鉴定 .....	(210)
一、针对遗传型改变筛选法 .....	(210)
二、分析重组子结构特征的筛选法 .....	(210)
第八节 基因工程的表达 .....	(211)
一、原核细胞表达体系 .....	(211)
二、真核细胞表达体系 .....	(212)
三、哺乳动物细胞表达体系 .....	(213)
复习思考题 .....	(213)

## **第五篇 细胞增殖、分化和自然凋亡** .....

第十三章 细胞增殖 .....	(214)
第一节 细胞增殖方式 .....	(214)
一、无丝分裂 .....	(214)
二、有丝分裂 .....	(215)
三、减数分裂 .....	(215)
第二节 细胞增殖周期 .....	(215)
一、G <sub>1</sub> 期 .....	(217)
二、S 期 .....	(219)
三、G <sub>2</sub> 期 .....	(220)
四、M 期 (有丝分裂期) .....	(220)
第三节 细胞增殖的调控 .....	(225)
一、基因的调节 .....	(226)
二、生长因子的调节 .....	(229)
三、M 期促进因子的调节 .....	(230)

四、抑素的调节	(232)
五、cAMP 和 cGMP 的调节	(233)
六、Ca <sup>2+</sup> 和钙调素的调节	(233)
第四节 细胞增殖与肿瘤	(233)
一、肿瘤细胞增殖周期的特点	(233)
二、细胞增殖与肿瘤治疗	(234)
第五节 减数分裂	(234)
一、减数分裂过程	(235)
二、减数分裂与有丝分裂的比较	(237)
复习思考题	(239)
第十四章 细胞分化	(241)
第一节 细胞分化的概念	(241)
一、细胞分化的概述	(241)
二、细胞分化的一般过程	(243)
三、细胞分化的特点	(244)
四、细胞分化的起源	(245)
第二节 细胞分化的机制	(246)
第三节 克隆绵羊	(248)
一、克隆、克隆动物	(248)
二、克隆动物的主要技术	(249)
三、克隆绵羊问世的历史背景	(249)
四、体细胞核移植中尚待探讨的关键问题	(252)
五、动物克隆的理论基础——基因组再程序化	(253)
六、克隆绵羊产生的意义及其带来的医学伦理问题	(254)
第四节 转基因动物	(255)
一、什么是转基因动物	(255)
二、转基因动物发展简史	(256)
三、转基因方法	(256)
四、转基因动物在生物工程产业中的应用前景	(258)
第五节 分化发育的分子基础	(259)
一、分化发育的研究主要材料	(259)
二、分化发育与基因	(260)
三、果蝇分化发育概况	(263)
第六节 基因的活性调节与细胞分化	(268)
一、差别的基因活性	(268)
二、胚胎时期基因的差别表达	(270)

三、DNA 甲基化作用与基因表达的调控·····	(271)
复习思考题·····	(273)
<b>第十五章 细胞的衰老与死亡·····</b>	<b>(274)</b>
第一节 细胞的衰老·····	(274)
一、细胞的寿命·····	(274)
二、细胞衰老的特征·····	(274)
三、衰老的分子基础·····	(275)
四、细胞衰老的学说·····	(277)
五、细胞死亡的特征·····	(281)
第二节 细胞自然凋亡 (Apoptosis) ·····	(282)
一、细胞自然凋亡的特征·····	(282)
二、细胞自然凋亡的生物学意义·····	(283)
三、细胞自然凋亡的机制·····	(285)
四、细胞自然凋亡的基因调控·····	(288)
五、细胞凋亡与疾病·····	(291)
复习思考题·····	(293)
<b>第十六章 细胞生物学的主要研究方法简介·····</b>	<b>(294)</b>
第一节 显微镜技术·····	(294)
一、光学显微镜技术·····	(294)
二、电子显微镜·····	(296)
第二节 细胞培养·····	(298)
一、培养条件·····	(298)
二、培养方法·····	(298)
第三节 细胞组分的分级分离·····	(299)
一、差速离心法·····	(299)
二、密度梯度离心法·····	(299)
第四节 同位素和抗体示踪细胞内的分子·····	(300)
一、同位素示踪·····	(300)
二、放射自显影术·····	(300)
三、免疫显微镜技术·····	(301)
第五节 重组 DNA 技术 ·····	(301)
一、人工构建重组 DNA 分子 ·····	(301)
二、重组 DNA 分子引入宿主细胞 ·····	(303)
三、筛选·····	(303)
第六节 其他细胞分子生物学技术·····	(303)

一、核酸分子杂交·····	(303)
二、聚合酶链反应·····	(304)
<b>主要参考文献·····</b>	<b>(305)</b>



# 第一篇 概 论

---

---

## 第一章 绪 论

### 第一节 细胞生物学研究范围

细胞是生命的基本单位，细胞生物学是从细胞整体水平、亚细胞水平和分子水平研究细胞的生命活动的科学。研究探索细胞进化、生长繁殖分化、运动和兴奋传导、遗传变异、衰老信号传导、癌变等基本生命活动规律。为了正确认识生命活动规律，了解细胞形态与功能，发生与发展及细胞生命活动的各种内在联系，必须运用以下观点研究细胞生物学。

#### 一、进化观点

生命系统是长期进化的结果，从无机物（主要是  $H_2O$ ， $NH_3$ ， $CH_4$ ， $CO_2$  等）到有机物（主要氨基酸、核苷酸、糖类和脂肪），从有机物到细胞、从原核细胞到真核细胞、从单细胞到多细胞、从低等动物到高等生物到人类，都是长期历史进化的结果，这是自然界发展的客观规律。那么，我们研究细胞生物学所反映的客观实际，就必须用发生发展进化观点，才能正确认识、理解和掌握细胞的生命活动规律，譬如癌基因就是一例，它被认为是生物进化早期获得的遗传结构的固有成分，在进化上高度保守，存在于脊椎动物的细胞内而有控制地表达。人们已发现几种决定人类遗传性疾病的基因有酵母同源基因，这些基因的功能可以用一系列只能用于酵母的遗传工具来确定。

从分子水平看，基因组的复杂性与生物进化关系，伴随着生物由低级向高级的进化，基因组结构和功能由简单趋向复杂，这种情况既表现于编码序列（基因的数量和功能复杂性），也反映在非编码区域（内含子的出现，重复序列）。就基因数量而言，作为原核生物的细菌，其基因的总量介于 500~8 000 个之间，而作为单细胞真核生物的酵