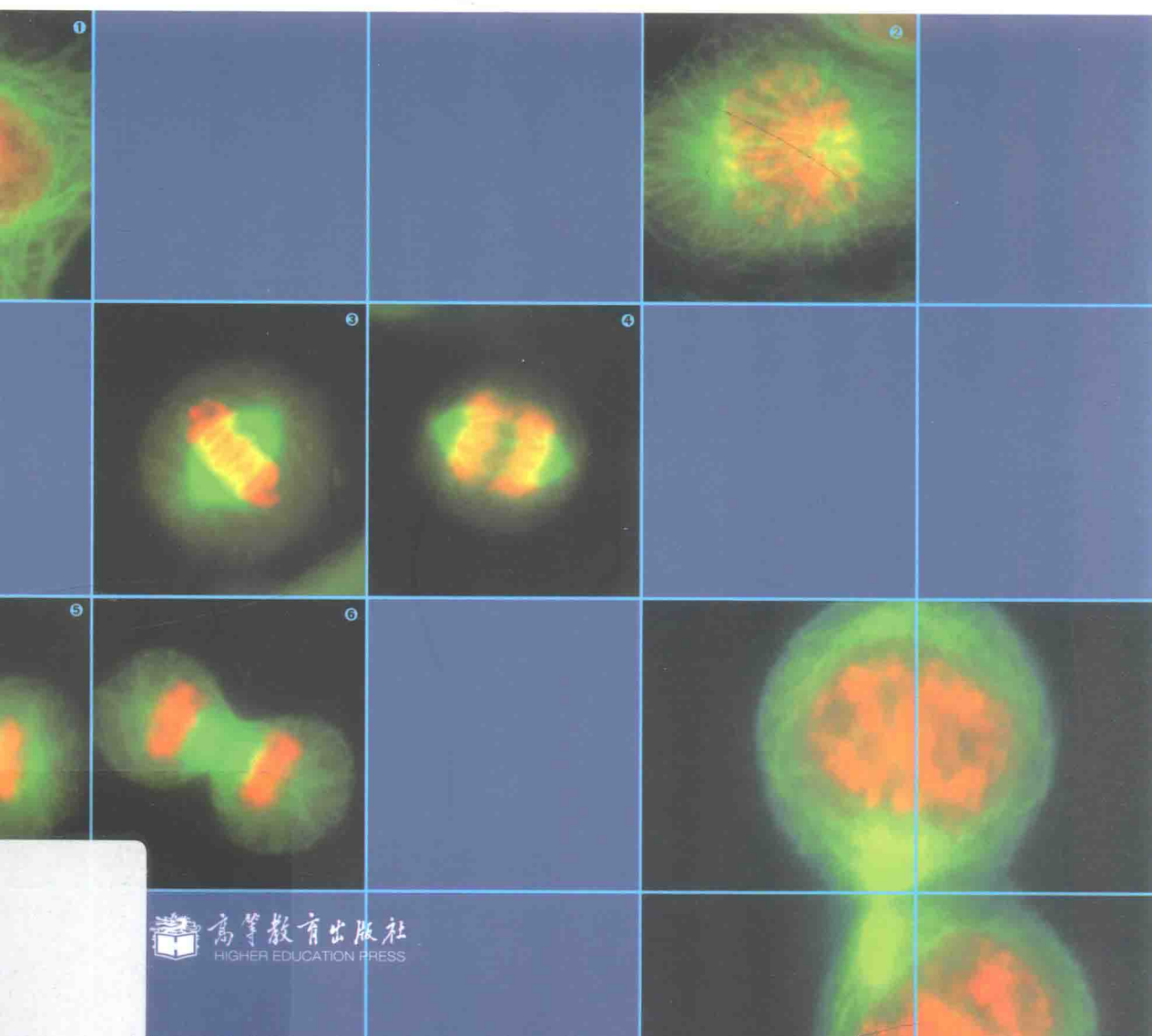


细胞生物学学习指南

邹方东 王卫东 刘江东 曹祥荣 编著
王喜忠 丁明孝 主审



Student Study Guide for Cell Biology

细胞生物学学习指南

Xibao Shengwuxue Xuexi Zhinan

邹方东 王卫东 刘江东 曹祥荣 编著

王喜忠 丁明孝 主审



高等教育出版社·北京
HIGHER EDUCATION PRESS BEIJING

图书在版编目(CIP)数据

细胞生物学学习指南 / 邹方东等编著. -- 北京:
高等教育出版社, 2013. 7
ISBN 978 - 7 - 04 - 037372 - 1

I. ①细… II. ①邹… III. ①细胞生物学 - 高等学校
- 教材参考资料 IV. ①Q2

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第092250号



策划编辑 王莉
责任校对 胡晓琪

责任编辑 孟丽
责任印制 韩刚

封面设计 李小璐

出版发行 高等教育出版社
社址 北京市西城区德外大街4号
邮政编码 100120
印刷 涿州市京南印刷厂
开本 787mm × 1092mm 1/16
印张 14
字数 350千字
购书热线 010 - 58581118

咨询电话 400 - 810 - 0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landaco.com>
<http://www.landaco.com.cn>
版次 2013年7月第1版
印次 2013年7月第1次印刷
定价 29.00元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题, 请到所购图书销售部门联系调换
版权所有 侵权必究
物料号 37372 - 00

序

在普通高等教育“十一五”国家级规划教材建设期间，翟中和、王喜忠、丁明孝主编的《细胞生物学》第3版教材于2007年由高等教育出版社出版发行后，该书编著者曾计划编写一本与之配套的《细胞生物学学习指南》，但由于事情太多，始终未能如愿。2011年6月，《细胞生物学》第4版（彩色版）教材出版发行。2011年8月在银川，由教育部生物科学与生物工程教学指导委员会主办、四川大学和宁夏大学联合承办了“全国高校细胞生物学骨干教师培训与研讨班”。与会期间，不少一线教师建议：应该将原计划编写的《细胞生物学学习指南》尽快完成。在此鞭策下，由王喜忠、丁明孝教授组织，四川大学邹方东、湖北师范学院王卫东、武汉大学刘江东和南京师范大学曹祥荣4位教授具体承担并完成了本书的编写。

本书是与第4版（彩色版）教材相配套的辅助性教学参考书，4位编者长期工作在该领域科研和本科教学第一线，主讲“细胞生物学”课程，他们具有多年的教学积累和丰富的教学经验。本书的编写宗旨是：①根据课程教学基本要求，提炼“教学重点”；②根据“基本知识单元”，分别凝练与“基本概念、基础知识、基本理论”相关的“知识点”，为学生学习“细胞生物学”课程提供简洁的思路导航。为此，在内容编写上列出了4个基本模块：“重点提要”、“基本概念”、“知识点解析”和“知识点自测”。为便于学生自学，还提供了“学习导航”与“参考答案”。

本书在内容方面特别值得推荐的地方在于，它不是单纯的学生复习备考资料，而是特别注重学生“知识”和“能力”的训练与提高。与同类教学参考书相比，这是难能可贵的创新点。为此，在“知识点自测”模块，编写了部分“分析与思考”问题，主要是帮助学生训练与提高“知识迁移”与“综合分析”能力，不仅使学生懂得“我学了什么、我知道什么”，更重要的是“我知道如何分析、解决问题”。

虽经反复研讨，本书还有不够完备之处，我们以诚挚期望之情，切盼同行与读者不吝赐教！

王喜忠 丁明孝

2013年1月



学习
导航

{ 图示各章知识体系，凸显知
识点，便于读者系统掌握知
识脉络 }



重点
提要

{ 围绕教学基本要求，概括各章
要点，提示读者关注重点 }



基本
概念

{ 明晰相关专业名词，释义简明
扼要，指导读者掌握各章基本
概念 }



知识点
解析

{ 配合导航图，解析知识点，
夯实基础知识，便于读者掌
握教学要点 }



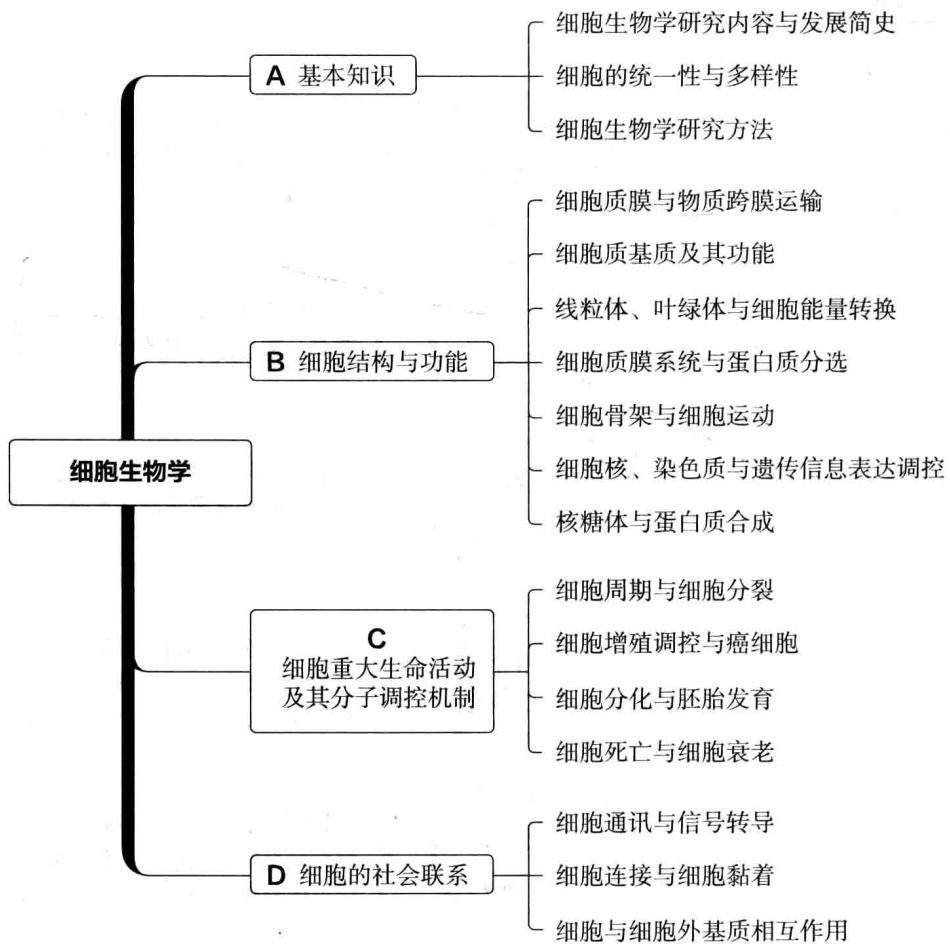
知识点
自测

{ 设计探究性题目，训练和提高
综合利用知识的能力，利于知
识点间融会贯通 }



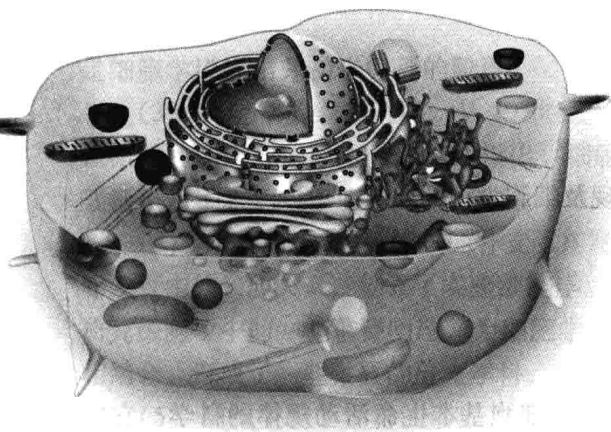
参考
答案

{ 满足读者自主学习 }



目 录

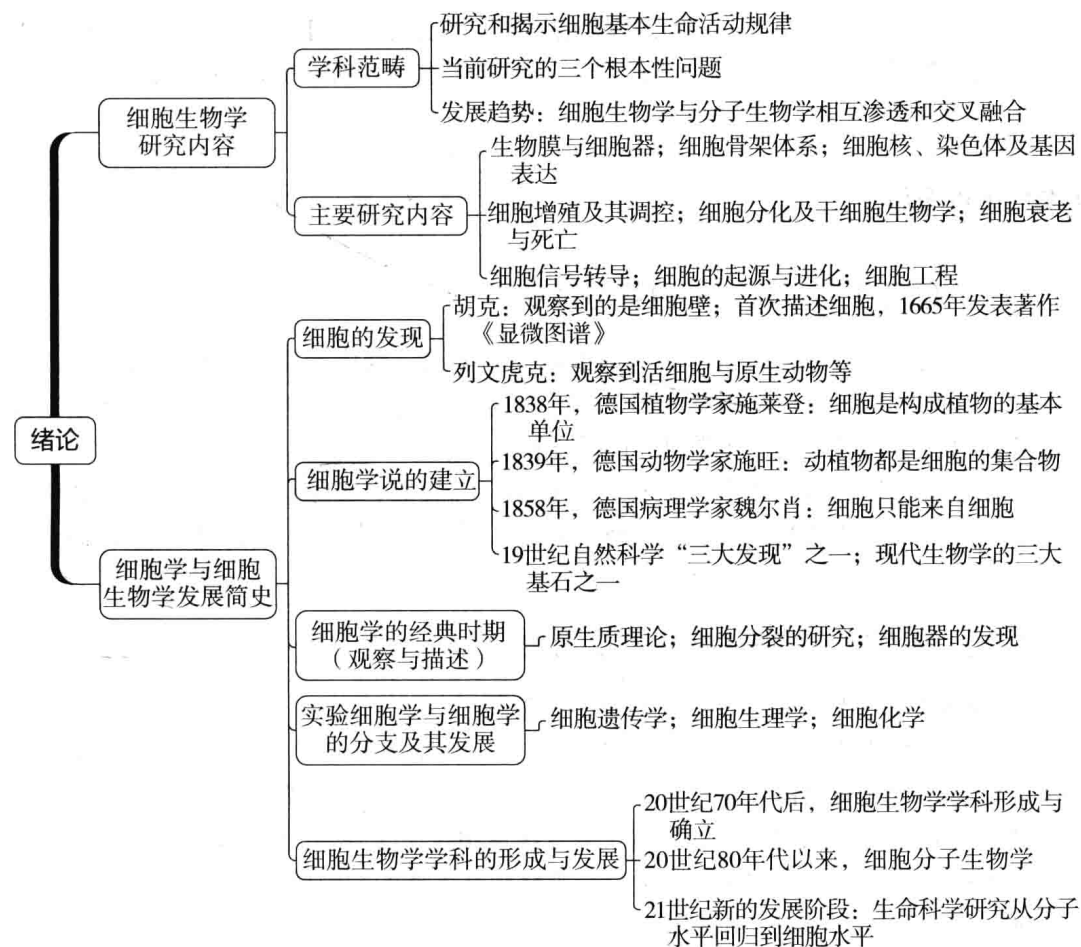
第一章	绪论	1
第二章	细胞的统一性与多样性	7
第三章	细胞生物学研究方法	17
第四章	细胞质膜	31
第五章	物质的跨膜运输	42
第六章	线粒体和叶绿体	55
第七章	细胞质基质与内膜系统	69
第八章	蛋白质分选与膜泡运输	83
第九章	细胞信号转导	97
第十章	细胞骨架	112
第十一章	细胞核与染色质	125
第十二章	核糖体	140
第十三章	细胞周期与细胞分裂	149
第十四章	细胞增殖调控与癌细胞	161
第十五章	细胞分化与胚胎发育	174
第十六章	细胞死亡与细胞衰老	185
第十七章	细胞的社会联系	198



第一章

绪论

【学习导航】



【重点提要】

细胞生物学研究内容与现状；细胞的发现及细胞学说的建立。

【基本概念】

1. 细胞生物学 (cell biology): 是研究和揭示细胞基本生命活动规律的科学。它应用现代物理学与化学的技术成就和分子生物学的概念与方法, 从显微、亚显微与分子水平上研究细胞结构与功能, 细胞增殖、分化、代谢、运动、衰老、死亡, 以及细胞信号转导, 基因表达与调控, 细胞起源与进化等重大生命过程。

2. 细胞学说 (cell theory): 是关于生物有机体组成的学说, 包括三个基本内容: 所有生命体均由单个或多个细胞组成; 细胞是生命的结构基础和功能单位; 细胞只能由原有细胞分裂产生。

3. 原生质体 (protoplast): 去除细胞壁的植物、真菌或细菌细胞叫原生质体。如植物细胞通过酶解使细胞壁溶解而得到的具有质膜的原生质球状体。动物细胞就相当于原生质体。

【知识点解析】

(一) 细胞生物学研究的内容与现状

细胞生物学是研究细胞生命活动基本规律的学科。细胞是生命体结构与功能的基本单位, 细胞既是生命科学研究的出发点, 又是生命科学研究的汇聚点。因此, 细胞生物学是现代生命科学的枢纽学科和前沿学科。

细胞生物学研究的主要内容包括: 生物膜与细胞器、细胞信号转导、细胞骨架体系、细胞核、染色体及基因表达、细胞增殖及其调控、细胞分化及干细胞、细胞死亡、细胞衰老、细胞工程、细胞的起源与进化。

(二) 细胞学与细胞生物学发展简史

1. 细胞学与细胞生物学发展的五个主要阶段

(1) 细胞的发现 1665 年, 英国学者胡克 (Robert Hooke) 发现了细胞。胡克在其发表的著作《显微图谱》中描述了用自制显微镜 (放大倍数为 40 ~ 140 倍) 观察软木 (栎树) 的薄片中的植物细胞的构造, 并首次借用拉丁文 *cellar* (小室) 这个词来描述他所看到的类似蜂巢状结构 (实际上只是观察到纤维质的细胞壁)。荷兰学者列文虎克 (Antony van Leeuwenhoek) 用设计更好的显微镜, 观察了许多动植物的活细胞与原生动物, 并于 1674 年在观察鱼的红细胞时描述了细胞核的结构。

(2) 细胞学说的建立 19 世纪 30 年代及之前, 是细胞认识阶段; 30—50 年代末

是细胞学说提出并初步完善的阶段。

(3) 细胞学的经典时期 从 19 世纪 30 年代到 20 世纪中期, 主要进行细胞形态、显微结构的研究。原生质理论的提出、细胞分裂的研究以及各种重要细胞器相继发现, 逐渐丰富了人们对细胞的认识。

(4) 实验细胞学与细胞学的分支及其发展 O. Hertwig 采用实验方法研究海胆和蛔虫卵发育中的核质关系, 创立了实验细胞学。此后, 实验的手段与分析的方法被广泛用于研究细胞学中的一些重要问题, 为细胞学的研究开辟了新的领域, 并与生物学其他领域相结合, 形成了一些重要的分支学科, 如细胞遗传学、细胞生理学以及细胞化学等。

(5) 细胞生物学学科的形成与发展 20 世纪 50 年代以来, 电子显微镜超薄切片技术的发展和细胞超微结构的发现, 为细胞生物学学科早期的形成奠定了基础。随着分子生物学的问世及其技术的引入, 以及分子生物学、生物化学、遗传学等学科与细胞学之间相互渗透与结合, 人们对细胞结构与功能的研究水平达到了新的高度。20 世纪 70 年代以后, 细胞生物学这一学科最后得以形成并确立。20 世纪 80 年代出现的分子细胞生物学代表了细胞生物学的主要发展方向。

2. 细胞生物学的发展趋势

推动细胞生物学学科形成与快速发展的主要原因有: ①主要仪器设备的改进和技术方法的进步; ②学科间的相互渗透与交叉融合。

“多莉”羊的诞生、人胚胎干细胞的建系和诱导性多潜能干细胞技术的建立等, 是生命科学研究从分子水平回归到细胞水平、深入探索生命奥秘的重要标志, 显示出细胞生物学的发展进入了一个新的阶段。其基本特点可大致归纳如下: ①以细胞 (及其社会) 特别是活体细胞为研究对象; ②以细胞重大生命活动为主要研究内容; ③在揭示细胞生命活动分子机制方面, 以细胞信号调控网络为研究重点; ④在多层次上特别是纳米尺度上揭示细胞生命活动本质; ⑤多领域、多学科的交叉研究成为细胞生物学研究的重要特征。总的特点是, 从细胞静态的分析到细胞生命活动的动态综合, 这在很大程度上也反映了生命科学研究的趋势。

3. 当前细胞生物学的三个根本性问题

(1) 基因组是如何在时间与空间上有序表达的?

(2) 基因表达的产物是如何逐级组装成能行使生命活动的基本结构体系及各种细胞器的? 这种自组装过程的调控程序与调控机制是什么?

(3) 基因及其表达的产物, 特别是各种信号分子与活性因子是如何调节诸如细胞的增殖、分化、衰老与凋亡等细胞重要的生命活动过程的?

【知识点自测】

(一) 选择题

1. 1674 年, 荷兰学者列文虎克用自制显微镜观察到了 ()。

A. 植物细胞的细胞壁

B. 精子、细菌等活细胞

- ## (二) 判断题

- ### (三) 名词比对

(四) 分析与思考

- 4

【参考答案】

(一) 选择题

1. B 2. A 3. D 4. D 5. C

(二) 判断题

1. × 胡克观察到的是死的植物细胞的细胞壁。
2. ✓
3. ✓
4. × 原生质包括细胞内所有的生命物质。
5. ✓
6. ✓

(三) 名词比对

细胞学是细胞生物学发展的前身，主要研究细胞的结构、功能等。而细胞生物学是从显微、亚显微及分子水平研究细胞结构、功能及细胞生命活动规律的学科。

(四) 分析与思考

1. 当前细胞生物学的研究热点集中在：①细胞核、染色体以及基因表达；②生物膜与细胞器；③细胞骨架体系；④细胞增殖及其调控；⑤细胞分化及其调控；⑥细胞的衰老与凋亡；⑦细胞的起源与进化；⑧细胞工程。

细胞生物学与分子生物学相互渗透与交融是总的发展趋势。当前细胞生物学研究的重要领域为：染色体 DNA 与蛋白质相互作用的关系；细胞增殖、分化、凋亡的相互关系及其调控；细胞信号转导的研究；细胞结构体系的组装等。

未来发展趋势可结合自己的认识自由发挥。

2. 人们对生命的认识过程是从个体→细胞→分子水平逐渐深入，这也是学科发展的基本趋势。但如果从生命的层次或从生物进化的角度来看，细胞则是生命起源和决定生命活动的枢纽层次。从 20 世纪 50 年代初 DNA 双螺旋模型的建立至 2003 年人类基因组计划的完成，分子生物学从建立到发展为深入了解细胞的生命活动打下了基础。而“多莉”羊的诞生、人胚胎干细胞的建系和诱导性多潜能干细胞技术的建立等，则可以看成是生命科学研究从分子水平回归到细胞水平、深入探索生命奥秘的几个最新的重要标志，显示出细胞生物学的发展进入了一个新的阶段。

3. 生命是多层次、复杂而有序的结构体系，细胞是生物体结构与功能的基本单位，是物质、能量与信息相互“辉映”的综合体，也是生命活动的缩影。它不仅体现生命的多样性和统一性，更体现生命的复杂性。所以，一切有关生物体的问题，也就是生命的关键问题，都是由一个个的细胞来完成的。因此，解决一切生命的关

键问题还是要立足于细胞，从宏观到微观，从组织水平到细胞水平，最终在分子及纳米水平上揭示生命活动的奥秘。细胞的研究既是生命科学的出发点，又是生命科学的汇聚点。

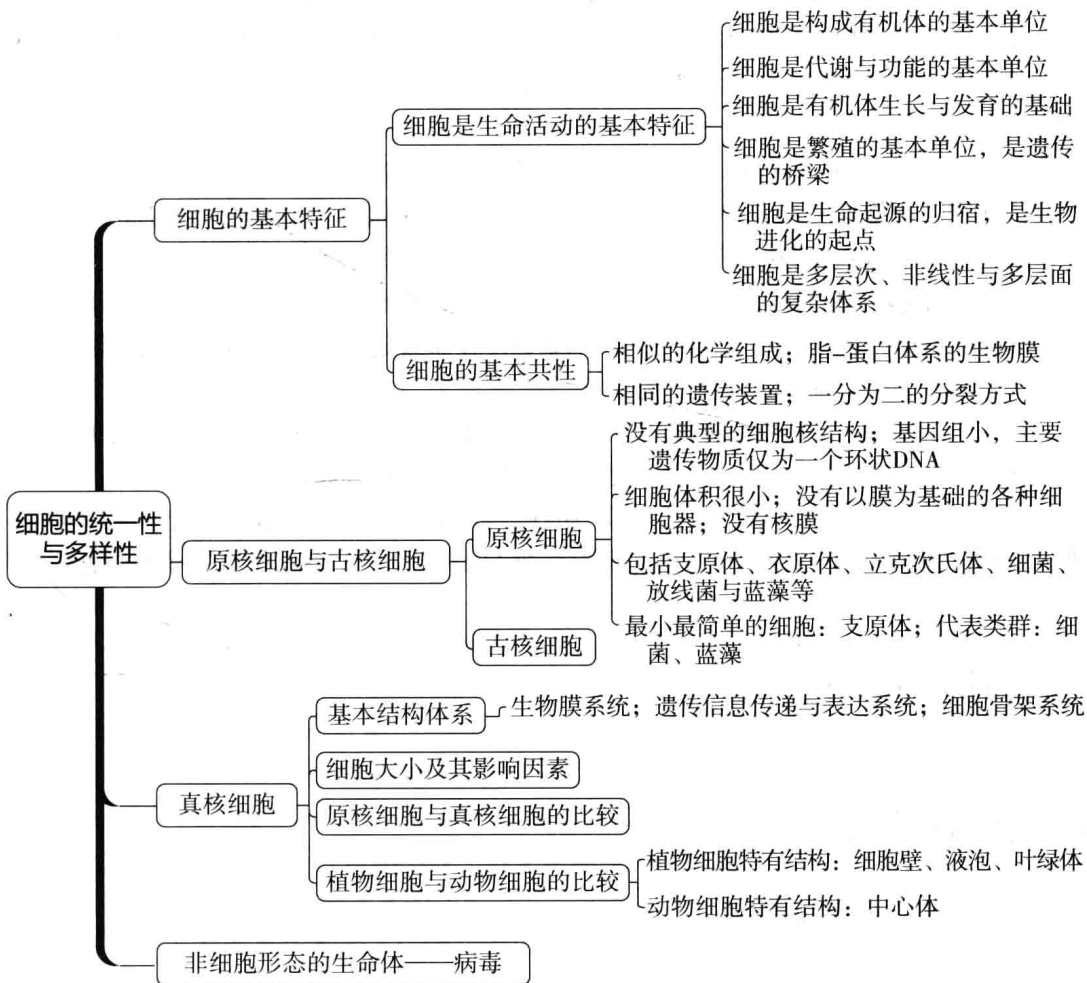
4. 参考网站 http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/medicine/laureates/，或《细胞生物学》（第4版）配套数字课程 <http://res.hep.com.cn/32175>，<http://res.hep.edu.cn/32175>。



第二章

细胞的统一性与多样性

【学习导航】



【重点提要】

细胞是生命活动的基本单位；细胞的基本共性；原核细胞、古核细胞与真核细胞三大结构体系；病毒与细胞之间的关系。

【基本概念】

1. 原核细胞 (prokaryotic cell)：因没有典型的核结构而得名。主要特征是没有明显可见的细胞核，也没有核膜和核仁，只有类核或拟核，进化地位较低。

2. 类核 (nucleoid)：原核细胞具有明显的核区，但没有核膜、核仁，结构简单，为了与真核细胞典型的细胞核区别，称为类核或拟核。类核携带着全部遗传信息，其功能是决定遗传性状和传递遗传信息。

3. 中膜体 (mesosome)：又称间体或质膜体，是由细菌细胞膜内陷形成的囊泡状、管状或包层状膜结构。中膜体常见于分裂期细菌的隔或横壁旁边，推测它可能起 DNA 复制的支点作用。也有人认为中膜体上含有细胞色素和琥珀酸脱氢酶，功能类似于线粒体。

4. 真核细胞 (eukaryotic cell)：具有典型的细胞结构，有明显的细胞核、核膜、核仁和核基质；遗传信息量大；细胞质中含有一些膜性细胞器。包括植物细胞、动物细胞、原生生物细胞和真菌细胞等。

5. 古核细胞 (古细菌, archaeobacteria)：是一类特殊的细菌，具有不同于原核和真核细胞的特征，多生活在极端的生态环境中，在系统进化上既不属真核生物，也不属原核生物，如嗜热细菌、嗜盐细菌。

6. 病毒 (virus)：是由一种核酸分子 (DNA 或 RNA) 与蛋白质构成的非细胞形态的营寄生生活的有机体。病毒是迄今发现的最小最简单的有机体。

7. 类病毒 (viroid)：是目前已知最小的可传染的致病因子，仅由一个有感染性的裸露的环状 RNA 分子构成，侵入宿主细胞后能自我复制，大小仅有几百个核苷酸，只感染植物。

8. 朊粒 (prion)：又称朊病毒，是一种感染性蛋白质因子，具有复制能力，与某些哺乳动物的退行性疾病相关。

【知识点解析】

(一) 细胞的基本特征

1. 细胞是生命活动的基本单位

(1) 一切有机体都由细胞构成，细胞是构成有机体的结构单位。构成多细胞生物

体的细胞虽然是“社会化”的细胞，但它们又保持着形态结构的独立性，每一个细胞具有完整的结构体系。

(2) 细胞是有机体代谢与执行功能的基本单位，与试管内的生化过程的根本不同点是，细胞有严格自动控制的代谢体系，并且具有保证完成有序生命过程的独立的结构。

(3) 有机体的生长与发育依靠细胞增殖、分化与凋亡来实现。细胞也是研究有机体生长与发育的基础。

(4) 细胞是遗传的基本单位，每一个细胞（核）都具有遗传的全能性（除少数特化细胞）。

2. 细胞的基本共性

(1) 相似的化学组成。

(2) 脂-蛋白体系的生物膜。

(3) 相同的遗传装置。

(4) 一分为二的分裂方式。

(二) 真核细胞

1. 真核细胞的基本结构体系

在亚显微结构水平上，真核细胞可以划分为三大基本结构系统：①以脂质及蛋白质成分为基础的生物膜结构系统；②以核酸与蛋白质为主要成分的遗传信息传递与表达系统；③由特异蛋白质装配构成的细胞骨架系统。

2. 细胞的大小及其影响因素

细胞的大小是细胞的重要特征。对于高等动、植物，不论物种的差异多大，同一器官与组织的细胞，其大小总是在一个恒定的范围之内，这是由细胞作为生命基本单位的功能所决定的。细胞的大小，主要是通过调控每个细胞内所含的蛋白质与核糖体RNA的量来决定的，其中对蛋白质合成的调控是更为主要的因素。

目前已知，哺乳动物细胞中，调控细胞大小的信号网络的中心是一个叫做 mTOR (mammalian target of rapamycin) 的蛋白激酶。mTOR (或 TOR) 接收上游信号，对细胞外部的氨基酸、葡萄糖等营养物质以及胰岛素等生长因子做出反应。活化的 mTOR 有两个功能：一方面活化核糖体蛋白 S6 (rpS6) 的激酶 (S6K)，导致 rpS6 磷酸化，从而可能加强核糖体的翻译效率，使细胞增大。另一方面，活化的 mTOR 将翻译抑制因子 4E-BP (eukaryotic initiation factor 4E-binding protein) 磷酸化，解除其对翻译起始因子 4E (eukaryotic initiation factor 4E, eIF4E) 的抑制，增强蛋白质的翻译，促使蛋白质积累，细胞体积增加。此外，PI3K 和 mTOR 还会激活固醇调控元件结合蛋白 (sterolregulatory- element-binding proteins, SREBPs)，加强脂质的合成。

总之，细胞大小的决定是复杂的，还受到其他多种因素的影响。

3. 原核细胞与真核细胞的比较

原核细胞与真核细胞最根本的区别可以归纳为两条：

(1) 细胞膜系统的分化与演变 建立在细胞内膜系统分化基础上的内部结构与功能的区域化与专一化，是细胞进化过程中的一次重大飞跃。

(2) 遗传信息量与遗传装置的扩增与复杂化 真核细胞的基因组一般远远大于原核细胞的, 作为遗传信息载体的 DNA 也由原核细胞环状单倍性变为线状多倍性; 基因数量大大增加, 由几千个发展到数十万个; 细胞核的存在, 使真核细胞基因表达实现了多层次调控, 远比原核生物精细与复杂, 为完成复杂的生命活动提供了基础。

(三) 非细胞形态的生命体——病毒

1. 病毒的基本知识

(1) 病毒作为非细胞形态的生命体, 与细胞的区别主要表现在: ①病毒很小, 结构极其简单。绝大部分病毒的大小只有 20 ~ 200 nm, 可以通过细菌滤器。②遗传载体的多样性。不仅有 DNA 病毒, 还有 RNA 病毒, 这两种病毒均有双链和单链之分。但每一种病毒粒子中只含有 DNA 或 RNA, 而非二者兼有。③彻底的寄生性。病毒自身没有独立的代谢与能量转化系统, 必须利用宿主细胞的结构、“原料”、能量与酶系统进行繁殖。④病毒是以复制和装配的方式进行增殖, 而细胞只能以分裂的方式进行增殖。

(2) 病毒的分类 ①依遗传物质分类: DNA 病毒、RNA 病毒; ②依病毒结构分类: 真病毒 (euvirus, 简称病毒) 和亚病毒 (subvirus, 包括类病毒、拟病毒); ③依病毒感染的宿主范围分类: 动物病毒、植物病毒与细菌病毒 (噬菌体) 等。

(3) 病毒的基本结构 由核酸和蛋白质组成。蛋白质构成了包裹病毒核酸的衣壳 (capsid), 有保护核酸的作用。衣壳与核酸构成病毒的核壳体 (nucleocapsid)。有些病毒在核壳体之外, 还围有脂双层的囊膜 (envelope), 其主要成分为脂质与蛋白质。脂双层来自于细胞膜, 而蛋白质由病毒基因编码。

(4) 在电子显微镜下才能清楚地看到病毒。根据核壳体的形态, 病毒可分为立体对称、螺旋对称和复杂病毒三种基本类型。

2. 病毒在细胞内增殖

病毒的增殖必须在细胞内进行。病毒在宿主细胞内的增殖是病毒生命活动与遗传性的具体表现。其增殖过程是:

(1) 病毒识别并侵入宿主细胞, 释放出病毒的核酸。

(2) 病毒核酸的复制、转录与蛋白质的合成 病毒“篡夺”了细胞 DNA 对代谢过程的“指导”作用, 利用宿主细胞的全套代谢机构, 以病毒核酸为模板, 进行病毒核酸的复制与转录, 并翻译病毒蛋白质。不同核酸类型的病毒, 其复制与转录的方式也各不相同。

(3) 病毒的装配、成熟与释放 无囊膜的病毒, 当其核酸与蛋白质装配成核壳体后, 就成为具有感染性的完整病毒粒子。有囊膜的病毒, 当其核酸与衣壳蛋白装配成核壳体后, 还需要以出芽的方式包上囊膜而发育成成熟的子代病毒。囊膜实际上是嵌有病毒囊膜蛋白的特化的细胞膜。最后, 子代病毒以不同的方式从细胞中释放出来, 再感染其他的细胞, 开始新一轮的增殖周期。

3. 病毒与细胞在起源与进化中的关系

病毒与细胞在起源上的关系, 目前存在三种主要观点, 其中病毒是由细胞或细胞