

G 高等医药院校教材

医学细胞生物学

张瑾峰 肖义秀 ● 主编

中国协和医科大学出版社

高等医药院校教材

医学细胞生物学

张瑾峰 肖义秀 主编

编委名单 (以姓氏笔画为序)

刘 欣 何 立 肖义秀

张瑾峰 唐佐青 谢文杰

中国协和医科大学出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

医学细胞生物学 / 张瑾峰, 肖义秀主编. —北京: 中国协和医科大学出版社, 2005.3
ISBN 7-81072-656-0

I. 医… II. ①张…②肖… III. 人体细胞学: 细胞生物学 IV. R329.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 018433 号

医学细胞生物学

主 编: 张瑾峰 肖义秀
责任编辑: 李春宇 刘建春 左 谦

出版发行: 中国协和医科大学出版社
(北京东单三条九号 邮编 100730 电话 65260378)

网 址: www.pumcp.com
经 销: 新华书店总店北京发行所
印 刷: 北京丽源印刷厂

开 本: 787×1092 毫米 1/16 开
印 张: 15.75
字 数: 350 千字
版 次: 2005 年 3 月第一版 2005 年 3 月第一次印刷
印 数: 1—5000
定 价: 28.00 元

ISBN 7-81072-656-0/R·649

(凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页及其他质量问题, 由本社发行部调换)

前 言

细胞生物学是医学教育中的一门重要的基础课程，其研究范围非常广泛，特别是近年来，细胞生物学发展特别迅速，新的理论、新的概念和名词不断涌现，新的研究手段和技术方法层出不穷。但是由于医学专科教育课时较少，学生难以在有限的时间内学习所有的基础知识、理论和新的进展。为了适应不断发展的形势需要，为了专科的学习和教学需要，大家都希望能编写一本深度和内容都适合的专科医学细胞生物学教材。为此，我们从学生的基础和学科的自身特点出发，并且结合我们多年专科生教学的经验和体会编写了此书。

本书的读者对象主要为医学院校的专科生，也可以作为医学本科生的参考书。参加本书编写的都是多年参加专科生和本科生细胞生物学教学的教师，具有丰富的教学经验和体会。在内容上，本书在注意系统性和科学性的同时加强了细胞生物学的基础理论知识，力求由浅入深、循序渐进。本书重点是描述真核细胞的结构和功能，并注意加强了与医学实际的联系。在本书的一些主要章节上注意吸纳了一些细胞生物学新进展，特别是细胞生物学近年来某些研究热点问题，这些在关于细胞增殖调控、细胞分化机制、细胞衰老及细胞凋亡等章节中都有所体现。书中选编了大量的图片，可以更好的帮助同学学习理解。

本书共分十二章（第一、二、十二章由张瑾峰编写；第三、五章由谢文杰编写；第四、十章由肖义秀编写；第六、七章由唐佐青编写；第八章由何立编写；第九、十一章由刘欣编写）。

本书的编写得到了首都医科大学各级领导的大力支持和同行的帮助，特别是教材科李绪德老师对本书给予了热情的帮助和指导，王喆老师、丁相海老师和付桂芳老师都对本书的编写给予热情帮助，在此一并表示衷心感谢。

由于我们的水平所限，本书难免存在缺点和错误，祈望读者提出批评和指正。

张瑾峰 肖义秀

2005年1月于首都医科大学

目 录

第一章 绪论	(1)
第一节 细胞生物学的主要研究内容	(1)
第二节 细胞生物学发展简史	(3)
第三节 细胞生物学与医学	(7)
第二章 细胞概述	(8)
第一节 细胞是生命活动的基本单位	(8)
第二节 细胞的形状和大小	(9)
第三节 细胞的类型	(11)
第三章 细胞的分子基础	(16)
第一节 生物小分子	(16)
第二节 生物大分子	(20)
第四章 细胞膜的结构与功能	(32)
第一节 细胞膜的化学组成	(32)
第二节 细胞膜的分子结构及其特点	(37)
第三节 细胞膜的功能	(42)
第四节 细胞膜受体	(54)
第五节 细胞膜与疾病	(65)
第五章 细胞外基质与细胞连接	(67)
第一节 细胞外基质的成分	(67)
第二节 细胞外基质的生物学作用	(80)
第三节 细胞连接	(81)
第四节 细胞粘附分子	(89)
第六章 内膜系统	(96)
第一节 核糖体	(96)
第二节 内质网	(106)
第三节 高尔基复合体	(114)
第四节 溶酶体	(120)
第五节 过氧化物酶体	(125)
第七章 线粒体	(128)
第一节 线粒体形态结构及化学组成	(128)
第二节 线粒体的功能	(132)

第三节	线粒体的半自主性·····	(140)
第四节	线粒体蛋白质的转运·····	(142)
第五节	线粒体的增殖与起源·····	(143)
第六节	线粒体与医学关系·····	(146)
第八章	细胞骨架·····	(148)
第一节	微管·····	(149)
第二节	微丝·····	(161)
第三节	中间纤维·····	(169)
第四节	细胞骨架与疾病·····	(173)
第九章	细胞核·····	(175)
第一节	核膜和核孔复合体·····	(176)
第二节	染色质与染色体·····	(179)
第三节	核仁·····	(190)
第四节	核基质·····	(194)
第五节	遗传信息与疾病·····	(195)
第十章	细胞增殖及其调控·····	(200)
第一节	细胞增殖周期·····	(200)
第二节	细胞分裂·····	(204)
第三节	细胞增殖周期的调控·····	(212)
第四节	细胞增殖与医学的关系·····	(219)
第十一章	细胞的分化·····	(222)
第一节	胚胎发育·····	(222)
第二节	细胞分化的概念及其特点·····	(223)
第三节	细胞的分化潜能与潜能决定·····	(224)
第四节	细胞分化的机制·····	(227)
第五节	影响细胞分化的因素·····	(229)
第六节	干细胞·····	(232)
第七节	细胞核和细胞质在个体发育中的作用·····	(233)
第八节	细胞分化与癌变·····	(233)
第十二章	细胞的衰老与死亡·····	(236)
第一节	细胞的衰老·····	(236)
第二节	细胞的死亡·····	(240)
主要参考文献	·····	(246)

第一章 绪 论

细胞是生命体形态结构和生命活动的基本单位。著名科学家 EB Wilson 早在 1925 年就说过：“每一个生物学问题的最终解决，必须在细胞中寻找。”在当今生命科学蓬勃发展的时代，细胞生物学研究是探索生命体生命活动本质和规律的基础，细胞生物学是一切生命科学的重要基础学科。

第一节 细胞生物学的主要研究内容

一、细胞生物学的概念

生命体是多层次、非线性、多侧面的复杂结构体系，而细胞是生命体的结构与生命活动的基本单位，有了细胞才有完整生命活动。一切生命现象的奥秘都要从细胞中寻求答案。细胞的研究是生命科学的基础，也是现代生命科学发展的主要支柱。

细胞生物学 (cell biology) 是以细胞为研究对象，应用近代物理学、化学和实验生物学方法，从细胞、亚细胞和分子水平来研究细胞生命活动及其机制和规律的学科。

细胞生物学是现代前沿生命学科之一，发展迅速，新内容、新理论和新技术不断涌现。过去只对细胞的形态、结构和功能及生活史进行研究，称为细胞学。从 20 世纪 50 年代以来，逐步开展了在分子水平上探讨细胞的各种生命活动的研究工作，突出细胞在生命活动机制中的重要作用，研究范围远远超出细胞学的内容，形成了细胞生物学。近年来，由于在分子水平上的研究不断深入和不断取得新进展，逐步形成了细胞分子生物学。细胞分子生物学是当今细胞生物学的重点，细胞工程可能是 21 世纪生物工程发展的重要组成部分。可以预见，细胞的结构与基本生命活动的研究将越来越深入，并将成为 21 世纪初生命科学研究的重要领域之一。

二、细胞生物学的主要研究内容

细胞生物学是研究细胞基本生命活动规律的学科，它在不同层次上以研究细胞结构与功能，细胞增殖、分化、衰老与凋亡，细胞信号传递，真核细胞基因表达与调控，细胞起源与进化等为主要内容。

细胞生物学研究大体上可以分为细胞结构功能与细胞重要生命活动两大基本部分，但它们又不能截然分开的。从 20 世纪 60 年代开始，由于细胞超微结构研究积累的大量资料大大充实与拓宽了细胞结构与功能的知识范畴。在细胞生物学研究和教学中，细胞结构和功能内容所占比例较多。从 20 世纪 70 年代中期开始，由于分子生物学概念、内容与方法的引入，使细胞生物学面貌发生了深刻的变化，不仅使细胞结构和功能的研究更深入，对细胞重大生命活动规律及其调控机制的研究也取得了巨大发展，极大地丰富与改变了细胞的知识结构。

因此,现代细胞生物学研究和教学中细胞重要生命活动的内容所占比重越来越大。

当前细胞生物学研究内容可以大致归纳为以下诸多的领域:

(一) 细胞化学组成

化学组成包括细胞结构的分子组成,细胞内化学成分分布、含量、比例等。同时还要研究各种结构之间在分子组成、分布、含量和比例等的同一性、差异性,以及正常细胞与异常细胞如癌细胞的区别等。

(二) 生物膜

生物膜是细胞结构的重要基础,细胞的大部分细胞器(包括细胞核)都是以生物膜为基础构建的。生物膜的研究就成为研究细胞器结构与功能的基础。生物膜的主要功能是进行细胞内外、膜性结构之间以及膜性结构与环境之间物质与信息的交换,也具有识别的功能。关于生物膜研究的主要内容,近些年主要集中在膜的结构模型与物质的跨膜运输机制。在膜的识别与受体效应、蛋白质分子跨膜运输与定向分选等方面取得了巨大进展。

(三) 细胞核、染色体以及基因表达

细胞核是遗传物质 DNA 的贮存场所,也是遗传信息转录的场所。染色质与染色体是遗传物质的载体,核仁是转录 rRNA 与装配核糖体亚单位前体的具体场所。核膜与核孔复合体是细胞核与细胞质之间物质交换与信息交流的结构。细胞核与染色体的研究一直就是经典细胞学的重点内容,也是细胞遗传学的核心内容。染色体结构以及动态变化,结构变化与基因表达及其调控的关系,是现代细胞生物学的核心课题之一,也是目前细胞生物学与遗传学和发育生物学等学科相互结合和渗透的热门课题。

(四) 细胞器

细胞器的研究历来是认识细胞结构与功能的重要组成部分。近年来对内质网、高尔基体与溶酶体功能的研究使得不断有新知识的产生。发现核糖体 RNA 能够催化肽链的合成,使人们更加深了对核糖体功能的认识,同时也显示了核糖体在生命起源与进化中的重要地位。线粒体结构与换能机制的研究已经很深入,线粒体 DNA 的发现及其半自主性的研究使人们对这种细胞器又有了更进一步的认识。

(五) 细胞骨架体系

广义的细胞骨架概念应该包括细胞质骨架与核骨架两大部分。关于细胞骨架研究在细胞生物学中是一个比较新的、发展中的研究领域。

细胞骨架越来越受到人们的重视,因为细胞骨架在维持细胞形态、维持细胞内结构及分布、细胞内大分子的运输、细胞及细胞器的运动、细胞信息的传递、细胞增殖与分化、基因表达和大分子加工等方面起着主要作用。近年来细胞核骨架的研究是进展很快的领域之一。广义的核骨架包括核基质、核纤层和核孔复合体,不仅参与核染色体的构建,而且与基因表达关系密切。

(六) 细胞增殖及其调控

一切生物体(现存的除病毒外)的形成以及生长发育都是通过细胞的增殖与分化来实现的。研究细胞增殖的基本规律及其调控机制是研究生物体和细胞生命活动的重要方面,而且也是研究癌变发生及逆转的重要途径。目前,研究细胞增殖的调控主要包括两个方面:①寻找环境与生命体中控制细胞增殖的因子,并阐明它们的作用机制(各种生长因子的发现及其

作用机制的揭示是近年在这一领域中重要的进展); ②寻找对细胞增殖起控制作用的基因, 通过调节基因表达和对基因产物的影响来控制细胞的增殖。细胞的癌基因与抑癌基因及其表达产物均与细胞增殖有关。

(七) 细胞分化及其调控

生物体的形成和发育离不开细胞分化作用。因而关于细胞分化的研究已越来越显示出其重要性, 也成为细胞生物学与发育生物学和遗传学等学科相互渗透和结合的热门研究领域。分子生物学技术的建立为研究细胞分化机制提供了良好的基础, 使关于细胞分化的研究蓬勃发展。关于细胞“全能性”的揭示, 使人们认识到细胞分化是可以控制的, 而“去分化”与“转分化”则向人们展示了美好的应用前景, 通过分化控制来抑制肿瘤成为研究的热点。

(八) 细胞的衰老与凋亡

很多科学家认为细胞衰老的研究将成为 21 世纪初的热门课题之一。细胞衰老的研究是研究生物体寿命的基础。细胞的衰老与有机体的衰老是不同的概念, 细胞总体的衰老导致个体的衰老。关于细胞衰老规律的研究多数是用细胞体外培养的方法来进行。大量实验表明, 体外培养的细胞其分裂与传代的次数是有限的, 所以人们推测体内的细胞寿命与细胞分裂次数密切相关, 细胞衰老是必然的规律。寻找细胞中衰老基因以及影响因子和信号转导途径等, 进而寻找到延长细胞和机体的寿命, 是人们在努力做的工作之一。

细胞凋亡的研究是近年生命科学中发展起来的重要的新兴研究领域之一。细胞凋亡是由一系列基因控制并受复杂信号调节的细胞自然死亡现象。细胞凋亡可能是生物正常生理发育与病理过程中的重要平衡因素。诱导肿瘤细胞凋亡也许是肿瘤治疗的途径之一。

此外, 关于细胞运动、细胞的遗传与变异、细胞外基质、细胞免疫、细胞起源与进化、细胞社会学等也是细胞生物学的重要研究内容, 其中关于细胞信号转导已经成为细胞生物学中最热门的研究领域之一。

三、当前细胞生物学研究中的基本问题

(一) 细胞内的基因组是如何在时间上与空间上有序表达的?

(二) 基因表达的产物——结构蛋白、核酸、脂、糖及其化合物, 这些是如何逐级装配成能行使生命活动功能的基本结构体系和各种细胞器的? 这个过程是怎样调控的?

(三) 基因表达的产物——大量的活性因子与信号分子是如何调节生命活动的?

第二节 细胞生物学发展简史

一、细胞的发现

绝大多数细胞的大小是直径 $30\mu\text{m}$ 以下。而人眼睛的分辨能力是 $100\mu\text{m}$ 以上, 所以要观察到细胞就必须借助放大工具。光学镜片的磨制以及把镜片组合到一起组装成复式显微镜的过程, 为发现细胞准备了前提条件。到目前为止, 显微镜依然是观察细胞的主要工具。

1604 年, 荷兰的眼镜商人詹森 (Jagssen) 创造了世界上最早的一架显微镜, 但它并没有保留下来, 所观察到的细胞结构已无法查考。这架显微镜放大倍数不高, 约为 $10 \sim 30$ 倍, 可观察一些整体小昆虫如跳蚤等, 故有“跳蚤镜”之称。詹森创造的显微镜虽对生物学价值

不大，与细胞的发现也无直接关系，但这一技术成就的意义是不可忽视的，它在技术史上是把光学放大装置提高到显微镜水平的标志。

英国物理学家胡克（Hooke）创造了第一台有科学研究价值的显微镜，它的放大倍数为40~140倍。胡克利用这架显微镜做了许多观察，于1665年发表著作《显微图谱》。他在此书中描述了他所见到的软木（栎树皮）薄片是由许多盒状的小室所组成，他曾写道：“我一看到这些形象，就认为是我的发现，因为它的确是我第一次见到而从未见到过的微小孔洞，也可能是历史上的第一次发现，使我理解到软木为什么这样轻的原因。”由此，人们认为细胞是在1665年由胡克最早发现的。cell一词是由中世纪拉丁语“cella”演变来的，原是小室之意。后来就用cell一词来描述生物体的基本结构单位——细胞。由于当时胡克发现的细胞，细胞壁要比细胞内部物质明显得多。因此，自胡克开始以后的近200年中，学者们一直把注意力放在细胞壁上。胡克在1665年发表的木栓显微图像（图1-1）现在看来很简单，可在历史上却有重要意义，图中所描绘出的这些小孔洞是人类有史以来第一次看到的细胞轮廓，胡克所描绘的这些微小孔洞也是细胞学史上第一个细胞模式图。

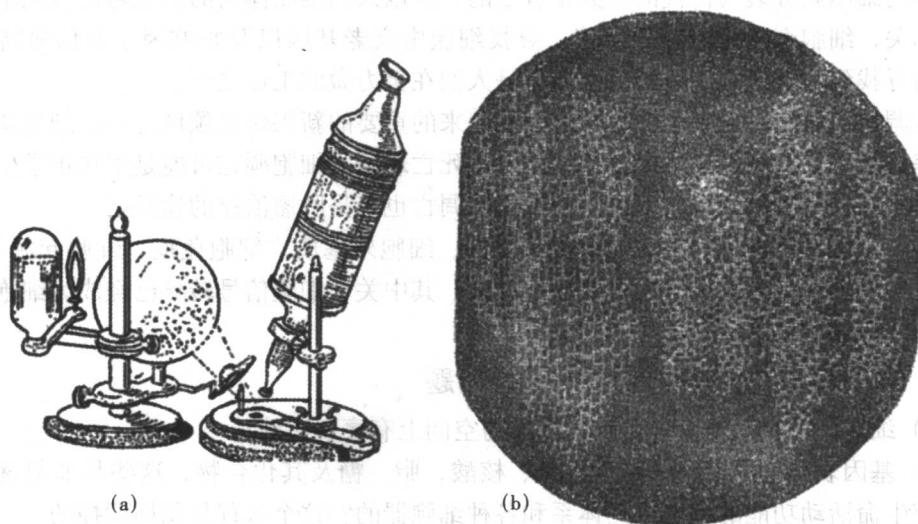


图1-1 (a) Hooke (胡克) 所用的显微镜。它是一个复式显微镜，具有一个接物镜和一个接目镜 (b) 胡克所绘制的木栓图

荷兰科学家列文·虎克（Antony von Leeuwen Hoek），在1674年用自制的高倍放大镜观察池塘水中的原生动物（如纤毛虫）、单细胞藻类、蛙肠内的原生动物、人类和哺乳类动物的精子等，这样才真正观察到活细胞，后又在鲑鱼的血液中看到红细胞的核。1683年，他又在牙垢中看到了细菌。他把观察的现象报告给英国皇家学会，得到英国皇家学会的肯定。列文虎克出身于布商，他最初磨制透镜的目的是为了检验布的质量，但他在掌握了高水平的磨制透镜技术后，进而利用透镜组装成显微镜，并利用自制的显微镜发现了前人未曾见到过的一些活细胞，这些成就是十分难能可贵的。他一生亲手磨制了550个透镜，组装了247架显微镜，至今保留下来的有9架。根据现存中的一架测定其放大倍数为270倍，分辨力为

1.4 μm 。在当时,这个水平是很高的,直到19世纪初所制的显微镜还未超过这一水平。因此,我们不能忽视他对细胞生物学发展所做的贡献的重要性。

从上可见,细胞生物学的基础是在17世纪建立的,这个时期最重要的发展是胡克和列文·虎克所做的贡献。

二、细胞学说的建立

17世纪,人们对细胞的基本轮廓有了些粗浅的了解,但由于当时所使用的显微镜比较简单,分辨能力不强,清晰度不高,从而限制了人们对细胞的深入认识。这样,在胡克发现细胞后的200年时间里,人们对细胞的认识进展是非常缓慢的。到了19世纪30年代,显微镜的制造技术有了明显改进,分辨率提高到了1 μm 以内,同时切片机制造成功,这就促使显微解剖学取得许多新进展。这段时期,发现了细胞核(Brown, 1831),发现了细胞分裂现象(Mohl, 1835),发现了细胞的“肉样质”即原生质(Dujardin, 1835),发现了核仁(Valentin, 1836)。在这个时期,细胞是生物体的基本结构单位的观点已逐步明确。早在1808~1809年,穆贝尔(Mirbel)就指出:“植物是由有膜的细胞组织构成。”1824年,杜罗切特(Dutrochet)更明确地提出:“一切组织,一切动、植物器官,实质上只是由形态不同的细胞所构成。”这些发现使人们对细胞的认识初具系统性。德国植物学家施莱登(Schleiden)总结了前人的成果并结合自己的研究,于1838年出版了《关于植物的发生》一书,书中指出“植物,无论发展到多么高级,都是由个体化的、各自独立的、分离的物体组成的聚合体,这些物体就是细胞。”第二年,德国动物学家施旺(Schwann, 1839)发表了《关于动植物在结构和生长中的相似性的显微研究》一文,提出“整个动物和植物乃是细胞的集合体,它们依照一定的规律排列在动植物体内。”施莱登和施旺的理论使对细胞的认识理论化,建立起关于细胞的学说。总的来讲,细胞学说(cell theory)包括了以下观点:①一切动植物都是由细胞发育而来,并由细胞和细胞产物所构成;②所有细胞在结构、组成上基本相似;③每个细胞作为一个相对独立的单位,既有它“自己的”生命,又对与其他细胞共同组成的整体的生命有所助益;④新的细胞可以通过老的细胞繁殖产生。从目前来看,这些观点都是符合事实的。恩格斯曾对细胞学说给以高度评价,把它与进化论和能量守恒定律并列为19世纪的三大发现。他指出:“首先是三大发现,使我们对自然过程的相互联系的认识大踏步地前进了。”细胞学说建立之后,才能明确提出:细胞是生物有机体的结构和生命活动的单位,又是生物“个体发育”与“系统发育”的基础。它在生物学发展史上确实占有非常重要的地位。

三、细胞学的经典时期

细胞学说建立后,很自然地掀起了对多种细胞进行广泛的观察与描述的高潮,各种主要的细胞器和细胞分裂活动被发现,构成了细胞学的经典时期,主要是指19世纪的最后25年。

首先,是原生质理论的提出,1840年普金耶(Pukinje)和1846年冯·莫尔(Von Mohl)首次将动物、植物细胞的内含物称为“原生质”(protoplasm)。1861年舒尔策(Schultze)提出了原生质理论,认为有机体的组织单位是一小团原生质,这种物质在一般有机体中是相似的。1880年Hanstein提出“原生质体”(protoplast)的概念。这一重要的基本概念的深化,使人们对细胞的研究展现出新的面貌。

再者,是关于细胞分裂的研究,1841年Remak发现鸡胚血细胞的无丝分裂,其后Flemming在动物细胞中,Strasburger在植物细胞中发现了细胞有丝分裂(mitosis),并证实有丝分裂的实质是核内丝状物(染色体)的形成及其向两个子细胞的平均分配。Beneden(1883年)和Strasburger(1886年)分别在动物与植物细胞中发现减数分裂,至此发现了细胞分裂的主要类型。

再有就是很多重要细胞器的发现,随着显微镜原理和装置的发展,显微镜的分辨能力大大的提高,并发明了石蜡切片方法和若干重要的染色方法,继而各种细胞器相继被发现。1883年Beneden和Boveri发现中心体,1894年Aitmann发现线粒体,1898年Golgi发现了高尔基体等。

这一时期的各种发现,使人们对细胞的基本认识大为丰富起来。这一时期的研究方法,主要是显微镜下形态的描述。

四、实验细胞学时期

1876年Hertwig发现受精后两个细胞核合并的现象。1892年在《细胞和组织》一书中,他提出生物学的基础在于研究细胞的特性、结构和功能,以细胞为基础,对所有生物学现象作一般性综合,从而使细胞学成为生物科学的一个独立分支。同时,由于他采用实验方法研究海胆和蛔虫卵发育中的核质关系,实际上创立了实验细胞学。此后,人们广泛应用实验的手段与分析的方法来研究细胞学中的一些根本问题,美国学者摩尔根(Morgan)以果蝇为材料,研究遗传因子的效应,不仅发展了19世纪孟德尔(Mendel)的遗传理论,而且将生物的遗传与细胞的作用联系起来。在细胞化学、生理方面的研究也取得较大进展,美国学者Harrison于1907年用蛙淋巴液成功地培养了神经细胞,1912年法裔美国人卡雷尔(Carrel)采用严格的组织培养技术,成功地培养了鸡胚胎成纤维细胞。1924年Feulgen染色法鉴别细胞中的核酸物质。1943年克劳德(Cloude)以高速离心从活细胞中分离出细胞器线粒体,并证实线粒体是细胞氧化的中心场所。从20世纪50年代开始,高分辨力的电子显微镜应用于细胞学,发现或重新认识了细胞内部结构如内质网(Porter, 1950)、溶酶体(De Duve, 1952)、质膜(Robertson, 1958)、高尔基复合体(Sjostrand, 1950)、线粒体(Palade, 1952)等。层析法和放射性核素示踪方法等在细胞学中的应用,也使细胞的一些化学成分得到分析和鉴别。这些发现和方法技术为细胞学的研究开辟了一些新的方向与领域,并与其他生物科学结合形成一些重要的分支,如细胞遗传学、细胞生理学和细胞化学等。特别是在后期,由于体外培养技术的应用使实验细胞学得到迅速的发展。

五、细胞生物学学科的形成和发展

20世纪50年代以来,电子显微镜的发展以及超薄切片技术出现,产生了细胞超微结构学这一新兴领域。从50年代中期至60年代末,细胞超微结构研究积累了大量的资料,使对细胞结构的认识在很大程度上得到了更新。不仅对已知的细胞结构,如线粒体、高尔基体、细胞膜、核膜、核仁、染色质与染色体结构的认识出现了全新的内容,而且发现了一些新的重要的细胞结构,如内质网、核糖体、溶酶体、核孔复合体与细胞骨架体系等等,为细胞生物学学科早期的形成奠定了良好的基础。20世纪50~60年代以来,生物化学与细胞学的相互渗透与结合,使细胞生物化学这一领域快速发展。由于超微结构学与细胞生物化学这两个领域的迅速发展,使人们对细胞的概念的认识也发生了极大的变化,逐渐认识到细胞的知识

是各生物学科的共同基础知识。更由于 20 世纪 70 年代以来,科学家将分子生物学的概念与技术引进细胞学,为细胞生物学这门学科的最后形成与建立创造了全新的局面。细胞生物学成为生命科学的基础。

20 世纪 80 年代以来,细胞生物学的主要发展方向是细胞的分子生物学(或称分子细胞生物学),也就是说,在分子水平上探索细胞的基本生命规律,把细胞看成是物质、能量、信息过程的结合,并在分子水平上深入探索其生命活动规律,深刻性与综合性是细胞生物学进一步发展的特点。

第三节 细胞生物学与医学

细胞生物学既是一门新兴的基础理论学科,又是与实践紧密联系的学科,它与医学的关系是极为密切的。德国医生和病理学家魏尔肖(Virchow, 1858)指出:“一切病理现象都是基于细胞的损伤。”细胞生物学将超微结构与分子生物学紧密结合,采用新技术进行细胞生命活动的研究,因此在医学科学中占有重要的地位。

医学是研究疾病的发生、发展,转归的规律,借以诊断、治疗、预防,达到增强人体健康的科学。人体是由细胞构成的,如果正常细胞结构和功能有了损伤,必然导致细胞乃至肌体结构的破坏和功能的异常,由此发生疾病。因此,医学上许多基本问题,谋求在细胞生物学中解决。例如对癌细胞的研究,癌细胞的恶性生长和无休止的分裂是其主要特征之一,癌细胞不仅失去了原有细胞所具有的正常功能,而且还获得了即使原始的未分化细胞也没有的那种破坏能力。那么,癌细胞能否逆转成正常细胞?可以说,只有细胞生物学对癌细胞的本质揭露以后,控制癌细胞的生长、提供根本性的防治措施才有可能。因此,对癌细胞的生物学特性及其发病机制的研究便是细胞生物学的重要研究课题。细胞生物学不仅与癌的研究有关,可以说,许多疾病的致病原因都属于细胞生物学的研究范围,而且一些新的细胞分子生物学技术,在临床诊断和治疗上得到越来越广泛的应用。

细胞生物学与医学的关系不仅仅限于细胞生物学理论和方法在医学方面的应用,更重要的是以细胞生物学的原理和方法研究人体细胞的结构、功能、生命活动规律及与疾病发生的关系。这样细胞生物学与医学融合,就形成新的医学细胞生物学(medical cell biology)学科。医学细胞生物学作为一门医学的基础课程与其他基础课的关系非常密切。如组织胚胎学、生理学、病理学、生物化学、免疫学、微生物学、寄生虫学、药理学、临床各学科等课程中都不同程度地涉及细胞生物学的许多内容,因此掌握好医学细胞生物学的理论和知识对这些课程的学习和理解将会有很大的帮助。

复习思考题:

1. 什么是细胞生物学?什么是医学细胞生物学?
2. 细胞生物学的研究内容主要有哪些?
3. 细胞学说的主要内容是什么?
4. 细胞生物学的形成和发展经历哪些时期?

第二章 细胞概述

第一节 细胞是生命活动的基本单位

一、细胞是构成有机体的基本单位

在自然界中现存的各种生命有机体，除了病毒以外，都是由细胞构成的。单细胞生物的有机体由 1 个细胞构成；多细胞生物的有机体复杂程度不同，可以由数百乃至万、亿为单位计数的细胞构成；还有如盘藻仅是 4、8 或几十个相同的细胞构成，它们是单细胞生物和多细胞生物之间的过度类型。高等动植物的有机体是由无数的功能和形态结构不同的细胞构成的，比如人的大脑是由 10^{12} 个细胞构成的复杂体系、刚出生的婴儿有机体细胞数约为 2×10^{12} 个，人体由 200 多种不同类型的细胞构成，根据分化程度又可以分为 600 多种，这些细胞形态、结构和功能差异很大，但都是从一个细胞——受精卵通过分裂与分化而来的。构成高等生物的细胞虽然有严格的“社会化”分工与协作，但这些细胞都保持形态与结构的独立性，每个细胞具有自己独立的整套结构体系，构成有机体的基本结构单位。

二、细胞具有完整的、独立的代谢体系

在有机体的代谢活动中，细胞是独立的单位，表现为独立、自控、有序的代谢体系，每一个具有功能的细胞都具有自身完整的代谢体系，无论是低等的、简单的生物体细胞，还是高等的、复杂的生物体细胞，都是如此。细胞可以看作是机体代谢与执行功能的基本单位。

三、细胞是生物体生长发育的基本单位

生物体的形成是通过细胞分裂实现的，单细胞生物通过细胞分裂就可以直接形成新的个体，多细胞有性生殖的生物体，通过细胞分裂形成生殖细胞，生殖细胞结合形成受精卵（或合子），受精卵（或合子）通过细胞分裂和分化形成新的个体，这些过程都是以细胞为单位进行的。新的个体形成后，从胚胎、幼体到成体的这个生长发育过程中，同样是以细胞为单位进行的，是通过细胞的分裂、增长、分化和凋亡来实现的。例如：生物体生长的一个明显变化就是生物体体积的增加，这个过程实质上是细胞数目增加的过程，人在出生时细胞数目的单位是 10^{12} ，而发育成为成体后细胞数目的单位是 10^{14} ，细胞数目的增加是通过细胞分裂活动完成的，这个过程也是以细胞为基本单位进行的。

四、细胞是遗传的基本单位

无论是简单的、低等的生物还是复杂的、高等的生物的细胞；无论是结构简单还是结构复杂的细胞；也无论是分化程度高（个别终末分化细胞除外）还是未分化的细胞；性细胞还是体细胞，细胞都含有全套的遗传信息——全套的基因。所以细胞具有遗传的全能性。

遗传使前后代之间具有相似性。遗传的实现是亲代细胞将遗传物质复制后均等的分配给

子代细胞的结果。单细胞生物通过这种方式，就可以获得相似的后代；多细胞有性生殖的生物，通过这种方式将遗传物质传递给生殖细胞，生殖细胞结合形成的受精卵（或合子）就具有了亲代的遗传物质，由此萌发形成的新个体也就具有了亲代的遗传物质，表现出和亲代的相似性。所以，前后代之间的联系是细胞，通过细胞进行遗传物质的传递，才能实现前后代的相似性（遗传），细胞是遗传的基本单位。

第二节 细胞的形状和大小

一、细胞的形状

生物体中的细胞由于类型不同、执行的生理功能不同、处于不同的发育时期、处在机体的不同部位和不同组织中，其形状是有差别的。细胞的形状表现为多样性。但是每类细胞的形状相对固定（图 2-1）。

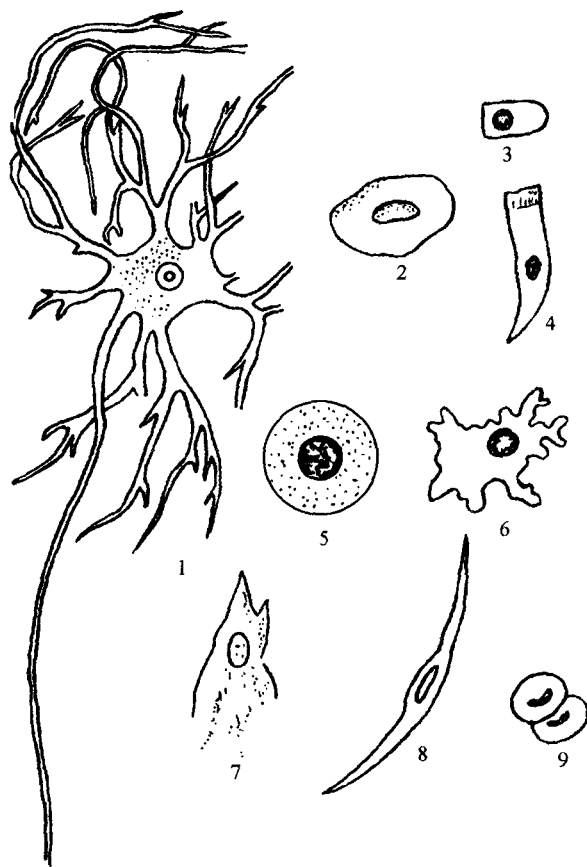


图 2-1 人体细胞的各种形状

1. 神经细胞 2、3、4. 各种上皮细胞 5. 卵细胞 6、7. 结缔组织细胞 8. 平滑肌细胞 9. 红细胞

细胞的形状主要与两个方面的因素有关：第一个因素是细胞自身的功能。细胞的形状是和细胞的生理功能相适应的，如红细胞，呈双凹的圆盘状，这样具有最大的表面积，以利于气体交换，同时还具有最大的变形能力适应于在毛细血管中移动通过；神经细胞呈多边形，具有细胞突起，适应于神经冲动的传导；精子细胞具有鞭毛，适应于在液体环境游动；肌细胞为梭形具有收缩作用。第二个因素是细胞所处的环境。实验表明，在体内组织中呈扁平状的上皮细胞，在体外条件下进行悬浮培养，则变成球状。这说明了环境对细胞形状的影响。

细胞形态是靠细胞中骨架纤维来形成和维持的。

二、细胞的大小

细胞大小的计量单位一般用微米（micrometer, μm ）表示。光镜的最高分辨率为 $0.2\mu\text{m}$ ，除支原体外，一般的细胞在光镜下即可观察到。但细胞内部细微结构的观察，光镜不易分辨，常需使用电镜，电镜的计量单位需用纳米（nanometer, nm）表示。 $1\text{nm} = 1/1000\mu\text{m}$ ，

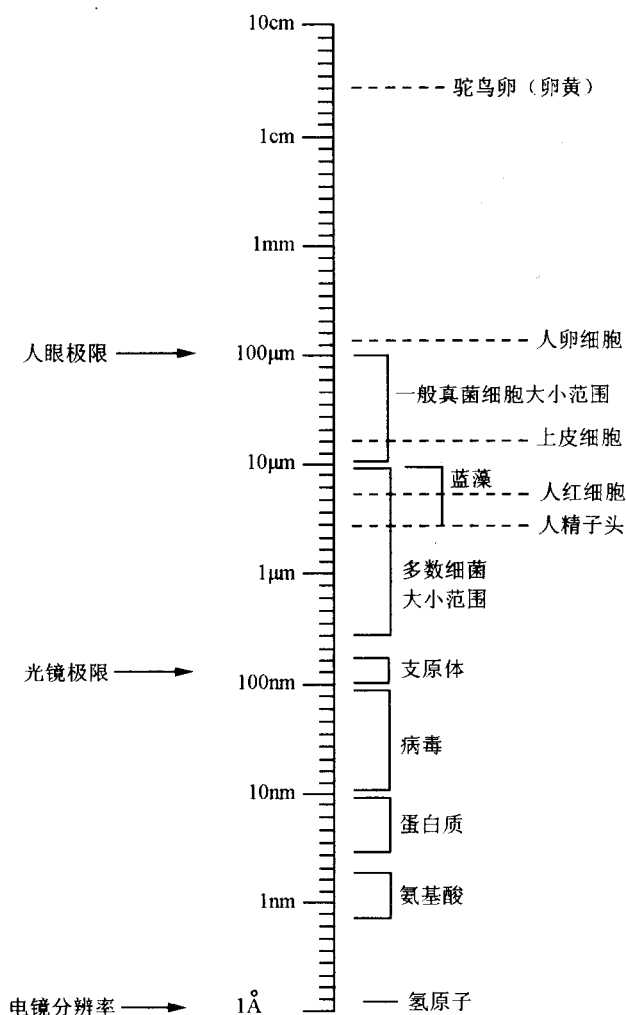


图 2-2 细胞的大小比较

$1\mu\text{m} = 1/1000\text{mm}$ (图 2-2)。

不同种类的细胞大小各不相同。如鸵鸟卵细胞直径可达 12cm ，是最大的细胞；现存的最小细胞是支原体，直径只有 $0.1\mu\text{m}$ ，需用电子显微镜才能见到；人的卵细胞直径约为 $100\mu\text{m}$ ，个别的神经细胞突起可达 1m ，但其胞体直径不超过 $100\mu\text{m}$ ；成熟的红细胞直径约是 $7.5\mu\text{m}$ ；精子的头部为 $5\mu\text{m}$ ；小型白细胞只有 $3\sim 4\mu\text{m}$ 。植物细胞的直径一般约为人卵直径的一半。动物细胞直径一般约 $10\mu\text{m}$ 。

细胞的大小与细胞的种类、细胞的功能状态及细胞的发育时期密切相关。胞体只有 $100\mu\text{m}$ 的神经细胞，其神经突起可达 1m ，能将兴奋传遍全身；卵细胞含有大量的营养物质，能保证胚胎的发育，所以卵细胞体积相对较大。

有机体本身体积的大小以及有机体内器官的大小与细胞的大小不具有相关性，而是与细胞的数目呈正相关关系。生物个体的体积越大，则细胞的数目就越多。同类细胞其体积相对是相同的。

第三节 细胞的类型

细胞的形状和大小差别很大，但是从结构和功能上可以将细胞分为两大类，即原核细胞 (prokaryotic cell) 和真核细胞 (eukaryotic cell)。原核细胞体积小，结构简单，其中许多与人类的疾病有关，如衣原体、立克次体、放线菌和各种致病细菌等。真核细胞体积大，结构复杂，各种动植物和人体细胞均属于真核细胞。由真核细胞构成的生物称真核生物 (eukaryote)，而由原核细胞构成的生物称原核生物 (prokaryote)。

一、原核细胞

原核细胞是指那些无细胞核或无真正细胞核的较原始状态的细胞，如各种细菌、支原体、衣原体等单细胞生物。其遗传物质 DNA 一般不与蛋白质结合，而以裸露的状态分散分布于细胞中或较集中地分布于细胞的一定区域形成所谓的拟核或核区。这类细胞结构较简单，无各种细胞器，与人类多种疾病有密切关系。

原核细胞大约 $30\sim 35$ 亿年前就出现在地球上了，体积很小，其直径在 $1\sim 10\mu\text{m}$ 之间，细胞的外部有质膜包围。很多种类在质膜外还有一层坚固的细胞壁 (cell wall)。内部遗传物质分散在细胞质中，无核膜。

支原体是自然界中现存的最简单的细胞 (图 2-3)。

细菌是典型的原核细胞 (图 2-4)，其结构特点是：细菌没有真正的细胞核，只有一个比较集中的核区，称拟核，在不到 $1\mu\text{m}^3$ 的核区内折叠排列着大约长 $1200\sim 1400\mu\text{m}$ 的 DNA 分子。DNA 分子不与蛋白结合，呈环状裸露状态，具有与真核细胞相同的功能。此外，在拟核外还有 DNA，也为环状，称为质粒，携带遗传信息，能自我复制，也可以整合到核区 DNA 中去。细菌具有中膜体结构，也称中间体，是细胞膜内陷形成的复杂的折叠结构，其中还包含一些细管和小泡样的结构。在这些结构上含有色素和一些酶。细菌细胞膜形成的这些特殊结构，执行了类似于真核细胞内膜性细胞器的功能。核糖体是细菌唯一的细胞器，沉降系数为 70S ，包含 50S 的大亚基 (对红霉素和氯霉素敏感) 和 30S 的小亚基 (对链霉素和四环素敏感)。细菌具有细胞壁，但与植物细胞的细胞壁不一样，植物细胞的细胞壁成分