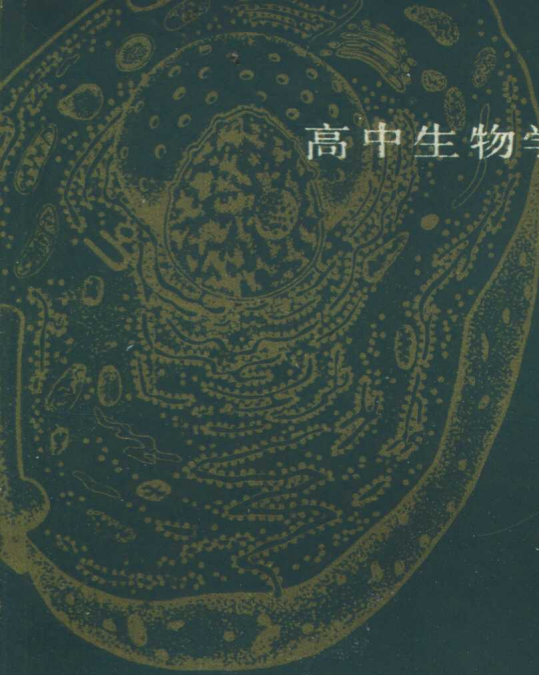




高中生物学教学参考丛书

# 细胞

XI BAO

上海教育出版社

高中生物学教学参考丛书

# 细 胞

陈瀛震 编 著

上海教育出版社

高中生物学教学参考丛书

细 胞

陈瀛震 编著

上海教育出版社出版

(上海永福路123号)

新华书店上海发行所发行 江苏太仓印刷厂印刷

开本 787×1092 1/32 印张 3.875 字数 84,000

1982年4月第1版 1982年4月第1次印刷

印数 1—7,500 本

统一书号: 7150·2683 定价: 0.33 元

# 目 录

|                  |    |
|------------------|----|
| 引 言              | 1  |
| 一 细胞的发现和细胞学说的建立  | 3  |
| (一) 细胞的发现        | 3  |
| (二) 细胞学说的创立      | 6  |
| (三) 核细胞学的研究      | 9  |
| (四) 细胞学研究的新时期    | 10 |
| 二 细胞的起源          | 13 |
| (一) 最简单的生命形式     | 13 |
| (二) 原核细胞         | 17 |
| (三) 细胞起源的探索      | 19 |
| 三 细胞的形态和结构       | 23 |
| (一) 细胞的形态        | 23 |
| (二) 细胞的体积        | 24 |
| (三) 细胞的分类        | 28 |
| (四) 细胞的模式结构      | 29 |
| 四 质膜和细胞壁         | 32 |
| (一) 质膜的受体和选择渗透作用 | 33 |
| (二) 质膜的亚显微结构     | 37 |
| (三) 细胞壁          | 43 |
| 五 细胞核的结构和功能      | 47 |
| (一) 细胞核的形态       | 47 |
| (二) 细胞核的成分       | 49 |

|                             |     |
|-----------------------------|-----|
| (三)细胞核的结构·····              | 50  |
| (四)细胞核的功能·····              | 55  |
| <b>六 细胞质的结构和功能</b> ·····    | 61  |
| (一)动植物细胞细胞器的结构和功能·····      | 61  |
| (二)植物特有细胞器的结构和功能·····       | 68  |
| (三)细胞质内的无生命贮存物·····         | 77  |
| (四)细胞的结构和功能小结·····          | 80  |
| <b>七 细胞的生长和繁殖</b> ·····     | 84  |
| (一)细胞生长和繁殖的概念·····          | 84  |
| (二)细胞的生长·····               | 85  |
| (三)细胞的无丝分裂·····             | 86  |
| (四)细胞的有丝分裂·····             | 89  |
| (五)细胞分裂间期·····              | 100 |
| <b>八 细胞的分化、再生和衰亡</b> ·····  | 104 |
| (一)细胞的分化和增殖·····            | 104 |
| (二)细胞的再生和分化·····            | 107 |
| (三)细胞的损伤、衰老和死亡·····         | 110 |
| (四)细胞的寿命·····               | 113 |
| <b>九 细胞学的新成就和发展趋势</b> ····· | 116 |
| (一)细胞学的新成就和应用·····          | 116 |
| (二)细胞学的发展趋势·····            | 118 |

## 引 言

生物体有复杂的生命现象,它的各种生理活动,如新陈代谢、运动、生长、发育、生殖和遗传等,都是生命物质所特有的运动形式。构成生物体的最小基本单位是细胞,它是反映生命现象和进行生理活动的舞台。这里所说的最小基本单位,是指结构和功能上的单位,而不是指生命物质存在的单位。因为在有机界内,还有比细胞结构更简单、不能独立生活的微小生物,如噬菌体、病毒等,它们还算不上是细胞,但是有生命的。就是在高等动物体内,参予有机体整个生命活动的,除了细胞以外,还有流动于细胞和细胞间隙中的、不定型的生命物质叫细胞间质,这类物质也是生物体的一个重要组成成分。

显然,多细胞生物体不是象砖块或水泥板砌搭成的房子那样的堆砌物,而是由无数相对独立的细胞构成的复杂生物体。各个细胞之间具有密切的联系,它们既有分工又有合作,形成一个有机的整体。在这个整体内反映生命现象的一切生理活动,主要是在细胞里面发生的。所以,要认识生物体的复杂的生命现象,以及了解生物体内生命活动的机制和规律,必须从弄清细胞的基本结构和功能开始。学习细胞学是我们学习生物学、医学、农学以及某些边缘学科的基础。因而研究细胞的结构和功能的关系、阐明生命活动中理化过程的机制和规律的细胞学,就成为研究生命发生、发展和探索生命活动规律的一门极为重要的基础学科和前沿学科。

在学习细胞的知识时,我们还须注意:单细胞有机体的一

一个细胞就是一个生物体,所以一个细胞的生命活动规律,可以看作是**该生物体的生命活动规律**。但是,多细胞有机体中的一个细胞,只是有机体中的无数组成成员之一,它的生命活动虽然有相对的独立性,但又受它所在整体的活动的影响和控制。多细胞有机体内的细胞活动规律,不能认为它仅仅是反映了该细胞本身的规律,因为其中还掺杂有整个有机体的相互作用;但另一方面也不能因而就否认细胞本身运动的规律。再就细胞而言,细胞本身的结构之间,如细胞器和细胞整体之间的关系也有类似的情况。

近几十年来,随着研究技术的改进和研究工作的进展,以及现代物理、现代化学和分子生物学的相互渗透,人们对细胞的认识正在逐步深入。特别是电子显微技术和细胞化学、生物化学等研究技术的结合使用,使我们有可能从分子水平来揭示细胞的超微结构以及结构和功能的关系。在细胞生命活动过程中,某些分子活动的规律,也正在为我们所掌握。例如,揭示基因和分子疾病的关系将有利于我们更好地控制和改造生物,并使它在生产实践和人类健康事业中发挥巨大的作用。

# 一 细胞的发现和细胞学说的建立

早在远古时代，人们就开始探索生命的奥秘。这种探索其实只是对粗浅观察到的生命现象进行朴素的解释，有的甚至是一些主观的猜测，所以还谈不上是科学的探索。

人类真正地用科学的方法认识生命，是从探索人和动、植物的结构开始的。至于发现细胞，更是在研究生物体的形态和结构以后。从发现细胞到确立完整的细胞概念，建立细胞理论以至研究细胞的亚显微结构大约经历了 300 多年的时间。

## (一) 细胞的发现

### 1. 显微镜的发明和细胞的发现

正常视力的肉眼对细小物体的分辨力一般在 0.1mm 左右。细胞要比 0.1mm 小得多，因此要看到细胞和看清楚细胞内部的东西，只有借助于显微镜。细胞体积的微观特性使细胞的发现以及细胞秘密的逐步被揭示，同显微镜的发明及显微镜技术不断发展发生着密切的联系。

1590 年，荷兰眼镜商詹森 (Janssen) 兄弟研究出将两片透镜装在管内，能放大微小物体。意大利著名科学家伽利略 (Galileo Galilei 1564~1642) 在 1610 年于铅管中合装几片透镜，制成了第一架复式显微镜。现代复式光学显微镜的原型，是寨纳 (Christoph Scheiner 1575~1650) 在 1628 年制

成的。显微镜的诞生和应用,扩大了人类的眼界,在生物科学研究者眼前展现了一个奇异的微观世界。

英国的罗伯特·胡克(Robert Hooke 1625~1703)曾一度致力于研制显微镜(图 1)。他在改进自制显微镜时,有一次用一块软木薄片来鉴定显微镜的放大倍数,发现软木薄片

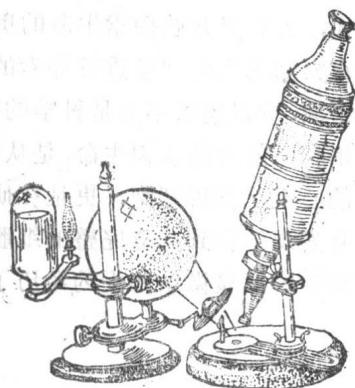


图 1 胡克用的显微镜

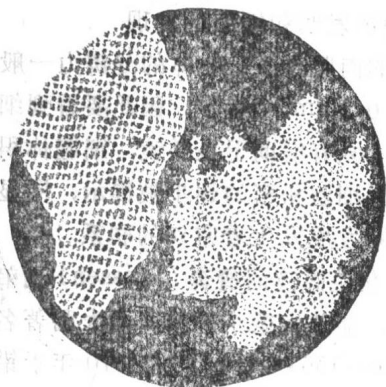


图 2 胡克所见的木栓细胞

左:纵切面 右:横切面

有许多细小的、蜂窝状的封闭“小格”，好象一间间小房子（图 2）。这些小格实际上是已经没有内含成分的本栓细胞的细胞壁。后来他又在萝卜、芜菁等植物中看到有类似的结构。在 1665 年，他正式将这些“小格”定名为“细胞(Cell)”（原意是“小室”）。

## 2. 细胞结构的发现

胡克对细胞的发现，引起了人们对生物体进行微观研究的广泛兴趣。不久，英国的格鲁 (Nehemiah Grew 1641~1712) 和意大利的马尔辟基 (Marcello Malpighi 1628~1694) 分别在 1670 年和 1671 年发表了有关植物体结构的报导。马尔辟基认为“植物体是由许多细胞构成的。”这个可贵的发现为 19 世纪“细胞理论”的诞生奠定了基础。差不多与此同时，荷兰人列文虎克 (Anthony van Leeuwenhoek 1632~1723) 在动物体中也发现“细胞”结构，并作了轮廓性的描绘。他还在鱼的血细胞中看到了细胞核，但没有鉴定和命名。1772 年，意大利的柯蒂 (Abbe Corti) 发现水生植物细胞中有原生质流动现象，1781 年法国的方坦纳 (Felix Fontana) 在鳗鱼皮肤细胞中看到了核。1831 年英国布朗 (Robert Brown 1773~1853) 在兰科植物中发现细胞核，并命名。但是这些发现并未引起人们注意，因当时大家认为细胞壁是细胞的重要结构。

从胡克发现和命名细胞，直到 18 世纪末，将近一个半世纪，人们主要是用简单的方法观察、记录和描述各种细胞，积累了许多细胞形态方面的资料。

## 3. 原生质的发现

1835 年，法国杜渣田 (Felix Dujardin 1801~1860) 在观察根足虫时，看到细胞内有一种胶状物质，他认为这种物质有生命运动，将它定名为“原形质”。1846 年，德国植物学家

冯摩尔 (Hugo von Mohll 1805~1872) 在植物的未分化细胞内, 也发现类似“原形质”的粘性物质, 还看到它在流动。他把这种能流动的物质命名为“原生质”, 并着重指出这类物质在细胞中的重要性。以后, 德国冯·耐格里 (Karl von Nägeli 1817~1891) 发现了这种物质含有氮元素。他并于 1846 年与法国的佩恩 (Anselme Payen 1795~1871) 共同提出: 生物细胞原生质的重要性, 在于它是细胞生命活力的载体。

1861 年, 德国动物学家舒尔兹 (Max J. S. Schültze 1825~1874) 在总结前人研究的基础上提出“原生质学说”, 肯定原生质是一切生物体细胞所共有的基本物质, 细胞的一切活动都从这一基本物质产生。原生质的组成单位是原生质团, 它在所有生命有机体中是相同的。细胞, 就是“一团含有细胞核的原生质”。

## (二) 细胞学说的创立

### 1. 细胞学说的创立

细胞学说 是于 1838~1839 年由德国植物学家许莱登 (Matthias Jacob Schleiden 1804~1881) 和动物学家许旺 (Theodor Schwann 1810~1882) 两人创建的。许莱登根据自己的工作, 在总结前阶段许多学者工作结果的基础上, 于 1838 年提出: “细胞是任何一个植物体的基本单位, 它有它自己的形成和发展过程。”他描述细胞的形成是先从一些均质的物质中, 浓缩出颗粒, 这些颗粒向中心集中形成核, 以后再生成一个细胞。现在看来, 细胞从均质物质中按上述方式发育起来的这个推论显然是不正确的。

许旺在许莱登的影响下，把细胞概念应用到动物的身体结构上，并得到证实。他在第二年(1839年)提出：“细胞是有机体。”动物体和植物体都是这些有机体的集合物，在外部类型上，动物比植物有更大的多样性。就拿动物组织来说，结构上也同样存在着这样的多样性，如肌肉、神经、蜂窝组织、角质组织等，彼此间的差别很大，但是它们都由细胞所构成，而且是由跟植物细胞完全类似的细胞构成的。许旺还指出：“卵也是细胞。”

许旺和许莱登还提出：“细胞是一切动物和植物有机体构造和发育的基础。一切有机体都按细胞的分裂和分化的规律，从一个细胞中发育和成长起来。”同时，他们也阐述了他们所设想的细胞发育理论。这样，细胞学说这门新的学科就建立起来了。

概括来说，细胞学说阐明了细胞是有机体组织结构的基础。细胞的外表无论差异有多大，它们的基本结构是一样的，它们都是基本的功能单位。它们的活动推动着有机体的生长和发育。

## 2. 细胞学说在当时的作用

细胞学说的创立，标志着人们从事细胞微观研究的开始，对于生物学的发展起了重大的作用。首先，许莱登和许旺关于动、植物体都有细胞结构的理论，纠正了以前动、植物界是由上帝分别创造出来的错误看法。他们证实了形形色色的动、植物体具有共同的基本构造，揭示了动、植物体之间存在着体制结构上的内在联系。通过这种联系，使人们认识到，生命有机界原来有共同的起源，遵循共同的发展规律，这为有机界的统一起源提供了科学的证据。更可贵的是，这学说具有一个可变的、发展的观点——细胞有它自己的形成和发

育过程。这对于当时的传统思想和学术观点是一个很大的冲击。

其次,细胞学说的确立,使生物学的各个分科获得很快的进展。例如,动、植物学家们很快就懂得,象细菌、酵母和某些低等藻类以及原生动物等,它们的个体就是一个细胞。德国病理学家微尔和(Rudolf Virchow 1821~1902)还把细胞学说引进了病理学,认为病理过程是在细胞和组织中进行的,创立了细胞病理学。在动物分类方面,把动物界分成原生动物和后生动物两大类。在胚胎学方面,使人们知道在后生动物中有机体是由受精卵发育而来的,而精子和卵同样都是细胞等等。

恩格斯指出:“有了这个发现,有机的、有生命的自然产物的研究——比较解剖学、生理学和胚胎学——才获得了巩固的基础。机体产生、成长和构造的秘密被揭开了;以前不可理解的奇迹,现在已经表现为一个过程,这个过程是依据一切多细胞的机体本质上所共同的规律进行的。”<sup>①</sup>这就从根本上改变各个生物学分科发展的面貌。

第三,由于细胞学说的基本理论是唯物的,它不仅对生物学科的发展有巨大的影响,而且对当时学术思想的转变起过积极的作用。特别是这学说所揭示的自然界中不同类型的生物,在基本结构上都具有相似性这一点,阐明了生物由简单到复杂、由低级到高级进化发展的内在联系,成为自然辩证法的重要佐证。恩格斯把它列为19世纪自然科学上的三项伟大发现之一,并对这项发现作了如下的评述:“……,发现细胞是这样一种单位,整个植物体和动物体都是从它的繁殖和分化中发育起来的。由于这一发现,我们不仅知道一切高等有机

<sup>①</sup> 恩格斯:《自然辩证法》人民出版社(1971版)第176页。

体都是按照一个共同规律发育和生长的，而且通过细胞的差异能力指出了使有机体能改变自己的物种并从而能实现一个比个体发育到更高的发展的道路。<sup>①</sup>”确立了它在辩证唯物主义自然观中的贡献和作用。这对于提高自然科学的理论水平，指导人们用辩证法研究自然是有普遍意义的。

### (三) 核细胞学的研究

前一时期用作细胞研究观察的对象主要是活材料；而活体内细胞的各个部分，折光率差别很小，这给研究细胞的微细结构带来极大的困难。后来人们发明了细胞化学方法，用化学试剂对细胞进行固定并染色，使微细结构显出较大差别，从而提高了观察效果。另一方面也由于发现了原生质流动、细胞分裂等现象，人们对细胞的研究就不再单纯满足于形态描述，而开始探讨细胞活动的机理。

由于核在细胞繁殖和受精过程中呈现的复杂变化，研究者的工作重点很快转向研究核和染色体变化。自 1870 年米歇(Johann Friedrich Miescher 1844~1895)从病人绷带的脓血细胞中分离出核酸后，这种倾向性就更大。研究成果一个接着一个涌现，例如 1876 年发现受精过程是双亲性细胞的结合；1879 年发现染色质的成分同核酸有关；1882 年发现核分裂时，染色体纵裂为二，并分别形成两个子核；1883 年发现精细胞染色体数是体细胞的一半；同年提出染色体含有遗传单位；1884 年看到精细胞成熟时染色体有减数分裂的现象；并证实细胞核是遗传的基础等等。这些成果，反过来又促使学者们开始从染色体、细胞核、核酸以及三者之间可能存在的

<sup>①</sup> 《马克思恩格斯选集》第四卷，人民出版社(1972 版)，第 241 页。

相互关系方面去作进一步的探讨。

1865年,奥地利修道院长孟德尔(Gregor Johann Mendel 1822~1884)通过八年的豌豆遗传实验,总结出孟德尔遗传法则,但当时没有被人重视。过了35年即转入20世纪时,才被重新发现。荷兰人德弗里斯(Hugo de Vries 1848~1935)、德国的科伦斯(Karl Erich Correns 1864~1933)和奥地利的切马克(Erich von Tschermak)三人各自在遗传实验中获得了和孟德尔法则类似的结果。这使人们更迫切地想了解细胞核在遗传过程中的作用和机理。于是,细胞受精现象和过程、细胞的减数分裂、分裂过程中染色体的行为、染色体的结构等等,就成为迫切需要探索的主要课题。这样,染色体是遗传物质的载体,核主宰细胞一切活动的概念,就在此时形成。至于那些对于核和染色体似乎无关的,细胞的其他方面的研究工作,可以说是处于停滞状态。因而这一时期的很多重要成就和贡献都在细胞遗传学方面,所以有人将细胞学研究史上这段时期的工作叫做“核学”(核细胞学)时期。

#### (四) 细胞学研究的新时期

19世纪末期,对于细胞形态的研究有了很大的发展。在光学显微镜分辨力所及范围内的细胞微细结构,如核、核仁、叶绿体、线粒体、高尔基体、中心体、液泡、核膜、胞壁等都被发现,但对它们各自在细胞中的作用和彼此间的相互关系还知道得很少。从本世纪20年代开始,摩尔根创立了“基因论”,另一些学者又注意到了细胞质的研究,细胞学又开始了全面发展。其后的几十年间,由于电子显微镜的应用,显微操作技术和细胞化学、生物化学技术的提高,组织培养的建立,

同位素技术和细胞匀浆法等新技术的引入，为在离体情况下观察、分析和研究活细胞的生命活动过程及细胞各功能小体的机制等，提供了有利的条件。细胞学研究就转入了新的发展阶段。

这个阶段的工作主要是通过去核、切割、核移植等各种方法，在实验室的基础上对细胞整体或细胞各组成部分进行观察研究，以此来观察外来核与细胞整体以及细胞各部分之间的相互关系及外来核本身的变化等。

通过这阶段的工作，使人们认识到，细胞各组成部分有它各自的特殊功能，在细胞的整体活动中它们各有分工。同时这一阶段的工作和前一阶段不同。这阶段着重以动态的观点去研究和分析所观察到的现象和获得的资料；以细胞是个整体的观点，从核质相互关系的角度去探讨细胞各种活动的机制和规律。即使研究细胞的亚显微结构形态，也是从结构和功能关系的角度去研究、分析细胞同一结构形态在不同生理活动条件下的变化规律。

近一、二十年来，我们对正常细胞的超微结构已经基本清楚。简单地说，细胞是一个复杂的、内外沟通的、连续的膜层和管道系统。在这膜层和管道系统之间，还散布着许多不同的膜结构体和颗粒体，即细胞器（又叫功能小体）。细胞内的这些结构是既独立又互相联系，它们的功能也是既分工又合作，只有当这些结构彼此步调一致、协同合作进行活动的时候，整个细胞的正常生命活动才能进行。

随着研究工作的进展，问题越深入，涉及面也越广，当前正在力图解决细胞生命活动中的一些基本问题，如蛋白质的合成、能量的转换、信息的传递、控制、调节、变化等等，这就涉及不少有关的学科，如胚胎学、生理学、病理学、遗传学、生

物化学、物理学甚至数学……等。各个方面的研究力量正在共同协作,开展研究,细胞生物学就成为其中颇为活跃的一个中心学科。

进入 20 世纪以来,生物学逐渐从一门观察和描述的科学发展成为分析和实验的科学,从认识生命活动的表面现象逐渐深入到认识生命现象的本质。特别是从 50 年代以后,由于 DNA 双螺旋模型的提出,加上现代物理、现代化学理论和技术对生物学的渗透,细胞学和生物学其他各领域一样,也正在逐渐向深入了解生物体的物质基础及其活动规律过渡。细胞学的研究也就从细胞水平跃入到分子水平,这种趋向必将更快地推动细胞学向纵深发展。