

0017

# 活細胞

J. 布拉舍等著



科学出版社

17

# 活 細 胞

J. 布拉舍等著

刘凌云等译

科 学 出 版 社

1963

J. BRACHET et al.

## THE LIVING CELL

Scientific American, September 1961

### 內 容 簡 介

本书系論文集,包括十篇譯自“Scientific American”1961年9月号的論文。論文作者都是有关方面的著名科学家,他們根据目前最新的研究成果,从分子水平来闡明了活細胞的結構,細胞內能量的轉換,分子的合成,物質的进入細胞,細胞的运动、特化、分裂,以及細胞間的連結、聯絡等重要問題,并附有許多精致的电子显微镜照片。可供細胞学、生理学、生物化学和生物物理学研究及教学工作参考。

### 活 細 胞

J. 布拉舍等著

刘凌云等譯

\*

科学出版社出版 (北京朝陽門大街117号)

北京市书刊出版业营业許可証出字第061号

中国科学院印刷厂印刷 新华书店总經售

\*

1963年9月第一版

1963年9月第一次印刷

(京) 0001—3,400

书号: 2832 字数: 172,000

开本: 850×1168 1/32

印张: 4 1/2 插頁: 33

定价: 2.00 元

## 目 录

|               |                                     |
|---------------|-------------------------------------|
| 活細胞.....      | J Brachet ( 1 )                     |
| 細胞如何轉化能量..... | A. L. Lehninger ( 24 )              |
| 細胞如何合成分子..... | V. G. Allfrey, A. E. Mirsky ( 45 )  |
| 細胞如何分裂.....   | D. Mazia ( 62 )                     |
| 細胞如何特化.....   | M. Fischberg, A. W. Blackler ( 94 ) |
| 細胞如何連結.....   | A. A. Moscona ( 114 )               |
| 物質如何进入細胞..... | H. Holter ( 134 )                   |
| 細胞如何运动.....   | T. Hayashi ( 151 )                  |
| 細胞如何联络.....   | B. Katz ( 170 )                     |
| 細胞如何接受刺激..... | W. H. Miller et al. ( 189 )         |

# 活 細 胞

介紹关于生命的基本顆粒的論点。細胞的解剖学和化学的观点現在已經一致地指出了細胞不是一个原生質的小滴,而是一个有高度組織的分子工厂。

Jean Brachet

活細胞是构成所有生活有机体的基本单位。这对讀者來說是一个很平常的問題,但是如追溯到 100 多年前認識細胞的时候,那是很令人惊奇的(图 2, 3)。植物学家 Matthias Jakob Schleiden 和动物学家 Theodor Schwann 同时和分別地研究了植物和动物的組織,在 1839 年首次提出了細胞学說。以后不久,在 1859 年 Rudolf Virchow 指出了所有的細胞必須来自以前生存的細胞,即 *omnis cellula e cellula*, 他確認細胞唯一的作用是作为“活物質”的容器。由于細胞是具体的物体,并且很容易被观察,所以此后細胞的实驗研究就代替了关于“生命”問題的哲学臆測,也代替了一些不确切的科学研究,如已发表的关于“原生質”的一些含混的概念。

在本世紀,那些从事細胞的研究者們是从两个根本不同的方向进行研究的。細胞生物学家們利用增大效能的顯微鏡开展了完整細胞的顯微解剖和亚顯微解剖学研究。他們最初把細胞的輪廓当作是由外膜,被称为細胞質的胶状物質小团以及中央的核所构成的結構,并且曾指出这个結構充分地分化成一些細胞器来执行各种生命过程。他們借助于电子顯微鏡开始看出了系統的分分子活动部分。近年来他們的工作已經和生物化学家們的工作汇合了。生物化学家們的研究是从无情的破碎細胞的微細結構开始,他們观察了用这种方法搜集的一些物質的化学活性,已經探索了細胞

所执行的作为生命过程基础的生化反应的一些途径，其中也包括制造细胞自身物质的一些生化反应途径。

提供给“Scientific American”的这篇论文是当前这两个研究方向的交叉点，本文专研究活细胞。细胞生物学家现在力求用分子的名词来解释借助于他们的仪器所看到的东西；他们已经成为了分子生物学家。生物化学家已经成为了生化细胞学家，他对细胞所进行的生化活动感兴趣，同样也对细胞的结构感兴趣。读者可以了解，细胞的结构和功能的奥妙不能单独运用形态学或生物化学的技术而得到解决。如果要得到成功的研究，那就必须同时从两方面进行。但是由研究细胞所得到的对生命现象的理解已经完全承认了19世纪生物学家们的判断，他们理解生物被分为很多细胞正象分子是由原子构成的一样。

对于活细胞的机能解剖的描述首先必须说明象一个模式细胞那样的东西是没有的。很多不同种类的单细胞有机体，以及脑和肌肉组织的细胞，它们在形态上的不同，正象在机能上的不同一样。虽然它们是多种多样的，但是它们都是细胞，所以它们都有细胞膜，包含各种细胞器的细胞质和中央的细胞核。细胞除了有固定的结构以外，也具有许多有趣的共同的机能。

首先，细胞能够利用能量和转变能量，由绿色植物细胞开始，把太阳的光能首先转变为化学的键能。各种特化的细胞能将化学键能转变为电能和机械能，甚至再变为可见光。但是，所有细胞的转变能量的能力主要是用来维持其内部环境的恒定和结构的完整的（见本书“细胞如何转化能量”）。

细胞内部和外部的区别，在于细胞内有一些高度复杂的大分子。实际上，无论在什么时候，只要这样一些分子出现在无生命的环境中，就能够确信它们是死细胞的残留物。在最早的地球上生命必然有它的起源，由较小的分子自然合成较复杂的大分子。在今天的条件下，由较简单的物质合成大分子的能力仍然是细胞最显著的能力之一。

在这些大分子之中有蛋白质。它除了构成细胞的大部分“固

体”物质以外,很多蛋白质(酶)有催化的性质,就是说,它们能够大大地加速细胞内化学反应的速度,特别是包括转变能量的那些化学反应的速度。由比较简单的20多种氨基酸单位合成蛋白质是在脱氧核糖核酸(DNA)和核糖核酸(RNA)的控制下进行的。DNA和RNA是细胞内所有大分子中最高级的结构(见本书“细胞如何合成分子”)。在近年来以及近几月内研究者们已经指出位于核内的DNA,它控制RNA的合成,RNA在核和细胞质中都有发现。RNA有顺序地把氨基酸按键的一定联系排列成蛋白质链。DNA和RNA可以比作是设计者与施工者,他们互相合作,用很多的砖、石、瓦来建造一所美丽的房子。

在生命的某个时期,每个细胞都要进行分裂,按照Daniel Mazia曾描述的详细过程,一个母细胞生长并产生两个子细胞(见本书“细胞如何分裂”(图4)。在转入本世纪以前,生物学家们已经观察到在细胞分裂过程中决定性的事件是核中一些小体的均等分裂,这些小体能接受某种染料,所以被称为染色体。正确的推测,染色体是遗传的作用者(agents)。在染色体精确的自我复制和分裂中,它们把母细胞全部的性能传递给子细胞。当代的生物化学现在已经指出染色体的主要成分是DNA。分子生物学家当前的一个重要目的是要探索遗传信息如何隐藏在此种大分子结构的密码里。

世代繁殖的能力不是唯一地局限在活细胞。在现在的世界上有被称为病毒的大分子,它们含有很复杂的并有特异性的核酸和蛋白质(图5)。当病毒钻入适当的细胞时,它们恰象细胞那样增殖,但是耗损了细胞。它们有遗传性,因为当它们在进行自我复制时是真正繁殖的,并且合成它们本身的蛋白质。但是由于缺乏细胞的解剖上的完整性能,它们不能产生它们增殖所需要的能。因此,病毒成了细胞的专性寄生物,从被感染细胞的酶系统供给它们所需要的能。然而,细胞必须恰当的供给酶合适的补充物。这就是为什么烟草花叶病毒不能在人的细胞内增殖,所以对人是无害的。

象细菌这样的单细胞有机体,具有制造其本身酶的能力,来产

生它們生長和繁殖所需要的能，它們能够在比活細胞內部更為簡單的基質內生活和繁殖。因此它們不是專性寄生物。可是，从解剖学的观点来看，細菌比細胞更為簡單，所以，各种細菌就其复杂程度說，被列在病毒和細胞之間（图6）。

較高等生物的細胞除了具有能的轉變、生物合成以及借自我复制和分裂进行繁殖的能力以外，还具有其他一些协调有机体整体生命的能力。从单細胞的受精卵产生多細胞有机体不仅是通过子細胞的分裂，而且也由于同时分化出形成各种組織的特化細胞。在很多情况下，当一个細胞变成已分化的和特化的細胞时，它就不再分裂；通过細胞分裂进行的分化和生長之間有一种拮抗作用。

成年有机体的繁殖和种的延續能力保留在卵和精子中。这些配子和身体所有的其他細胞一样，是从受精卵通过細胞分裂，随着分化而产生的。然而，在那些經常耗損和衰退的地方，如皮肤、腸和产生血細胞的骨髓，細胞分裂即使在成年有机体也仍然是經常地进行。

在胚胎发育中，那些分化的細胞显示出辨别其本身以外的其他細胞的能力。属于同一来源和彼此相似的那些細胞聚集在一起，形成一种組織，所有其他的細胞被排除在該組織之外。在这些細胞的相互結合和相互排斥中細胞膜似乎是起了决定性的作用。細胞膜在賦予机体以运动能力的肌肉細胞的机能中、在提供以交通綫来調整机体活动的神經細胞的机能中、以及在接受內外部刺激的感觉細胞的机能中也都是重要的成分之一。

虽然沒有模式的細胞，但是为了詳細地图解在不同程度上能代替所有細胞的解剖結構，可以归并成一个綜合的細胞。这样的一个細胞大都是根据电子显微照象所看到的結構（图7），这个細胞和用光学显微照象的相当的細胞（1922年 Edmund B. Wilson 所設計的，見图8）作比較，說明由于电子显微鏡的应用已带来了迅速的发展。

虽然細胞膜仅有  $100 \text{ \AA}$  单位厚（ $1 \text{ \AA} =$  千万分之一毫米），在普通显微鏡下看来不过是一条界綫，而在电子显微鏡下却是有結



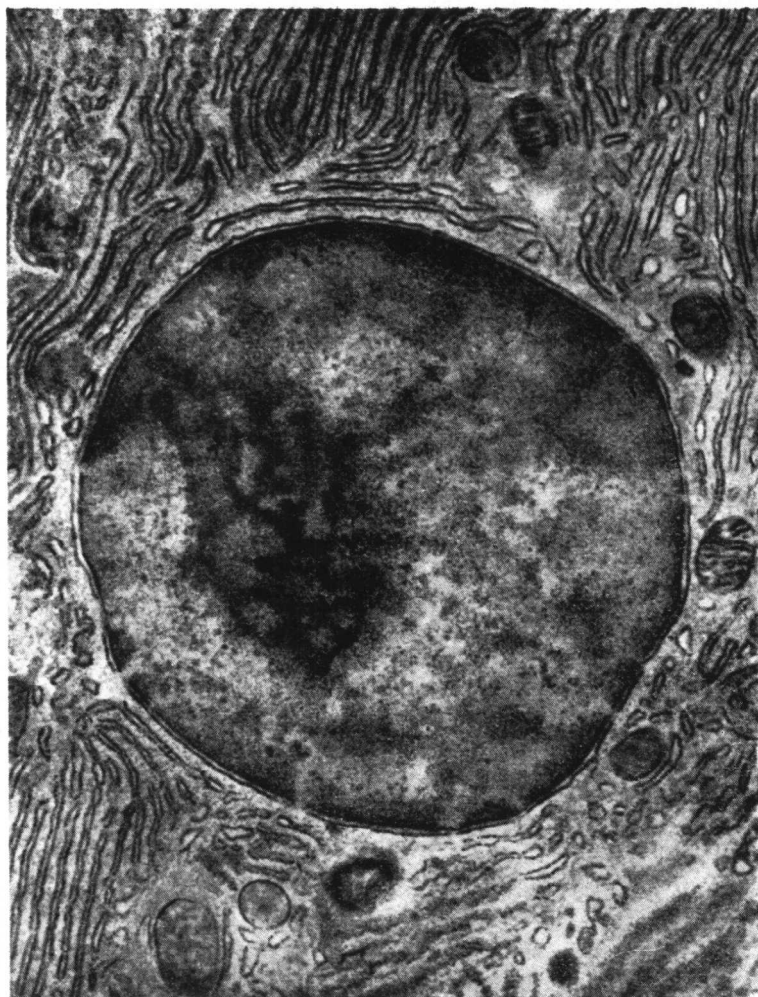


图 1. 活細胞的核。在电子显微照象的中心的的大圓形体。圍繞核的膜有很多小孔,通过小孔核能够和周围的細胞质沟通。在細胞质中比較小的圓形体是綫粒体;长而細的結構是內质网 (endoplasmic reticulum); 排列在网上的那些暗点是核蛋白体。实际上显微照象显示的不是一个活細胞而是一个死細胞。此細胞用重金属鉍的化合物固定,浸在可塑的流体物中,然后使流体物硬固,最后用玻璃刀切片。显微镜的电子注主要能探出鉍原子,这些鉍原子是根据固定化合物对各种細胞組成成分的亲和力分布的。本显微照象由哈佛医学院的 Don W. Fawcett 摄制。放大 17040 倍。細胞取自蝙蝠的胰脏。

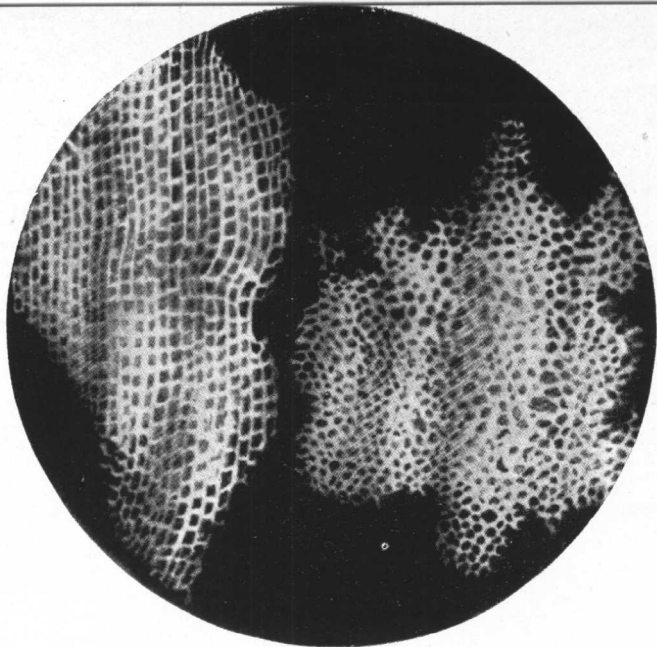


图2. 軟木塞的細胞圖形。1665年 Robert Hooke 发表。Hooke 把它們称为細胞,但是所有有机体是由細胞构成的这个事实直到19世紀才被承認。



图3. 鸽子血液中細胞的光学顯微照象。1871年美国陆軍軍医 J. J. Woodward 摄制。Woodward 曾在1866年首次摄制了細胞的光学显微照象。

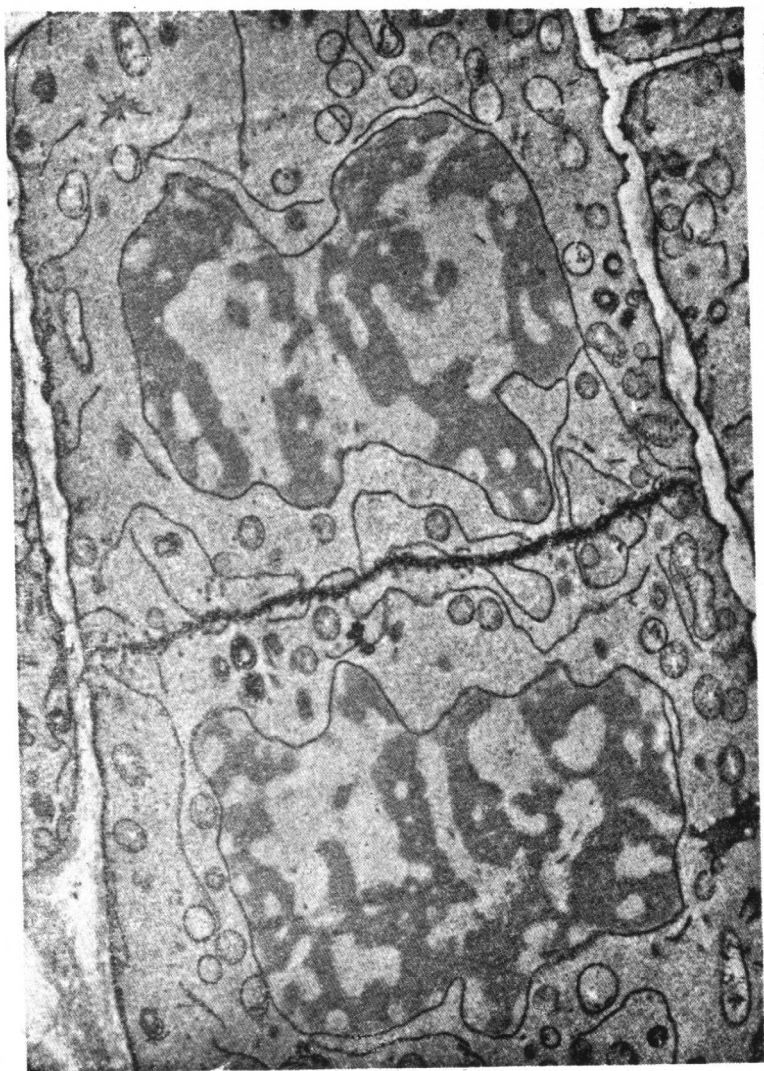


图 4. 植物细胞 (洋葱根尖)。此电子显微照象放大 5360 倍。由洛克菲勒研究所 K. R. Porter 摄制。显微照象中由上方向下方的一条细暗线表示在细胞分裂后不久位于两细胞间的膜。在膜的左边和右边有大而形状不规则的物体为两细胞的核。

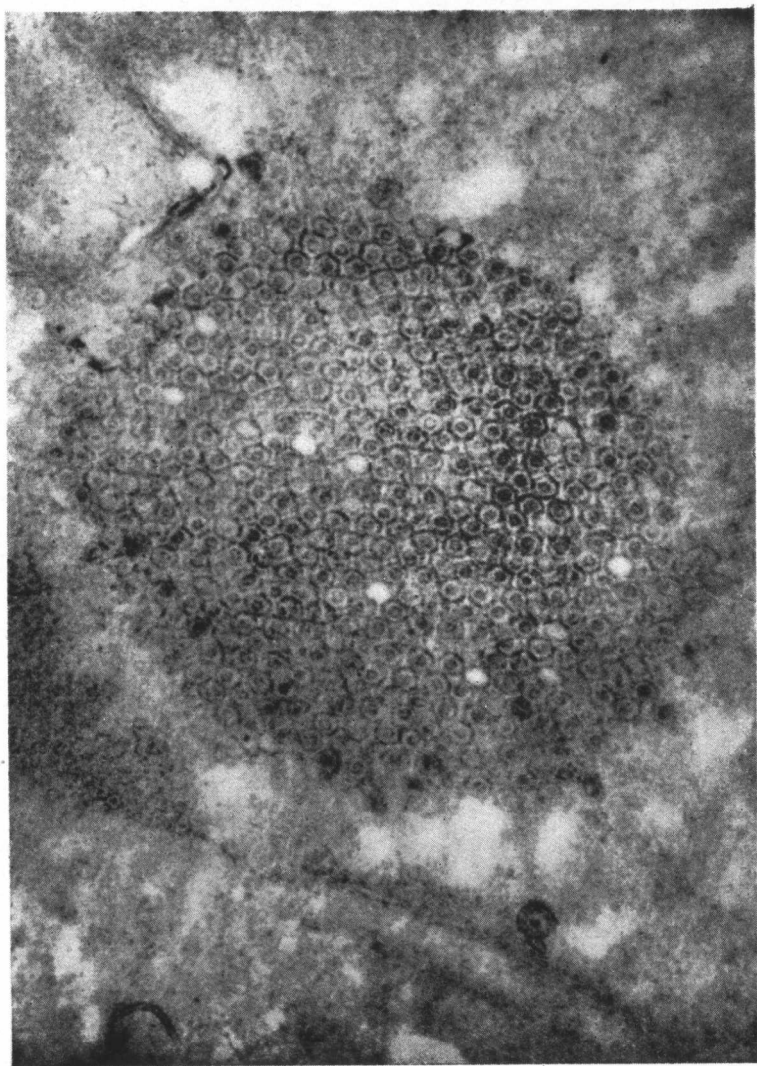


图 5. 病毒 (*Herpes simplex*) 的颗粒。在一个细胞核内形成结晶。电子显微照象将颗粒放大 43,800 倍。由哥伦比亚内科和外科学院 Morgan 摄制。对于一切生物是细胞或者是由一些细胞构成的这样一个规律来说病毒是例外，它们只有在细胞内时才能繁殖。

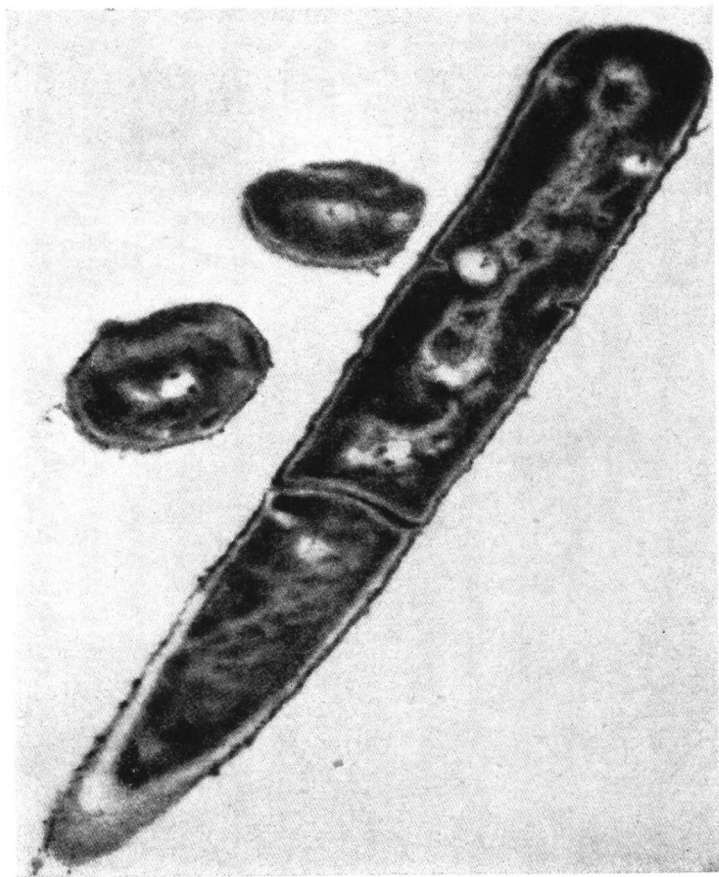


图 6. 蜡样芽胞杆菌(*Bacillus cereus*)(长形体)。电子显微照象放大 30,000 倍,由 Chapman 和 RCA 实验室的 James Hillier 摄制。杆菌有几个核。

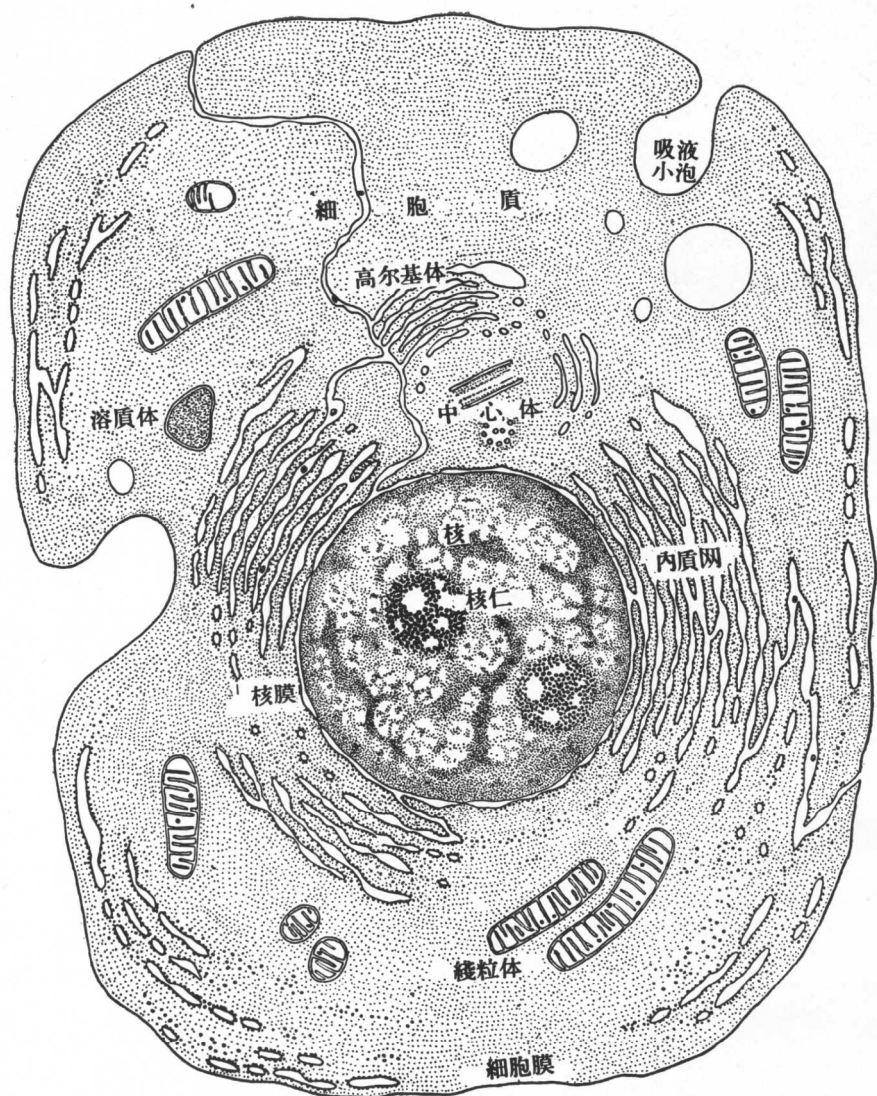


图 7. 現代模式細胞圖解是根据图 1 那样的电子显微照象所看到的結構而画。綫粒体是氧化反应的場所，它供給細胞能量。位于內質網上的小点是核蛋白体，它是蛋白質合成的場所。在細胞分裂中，一对中心体，一个表示縱切面（杆狀的）另一个表示橫切面（一些圓圈），它們分开形成能分离两个重复的染色体組的紡錘体极。



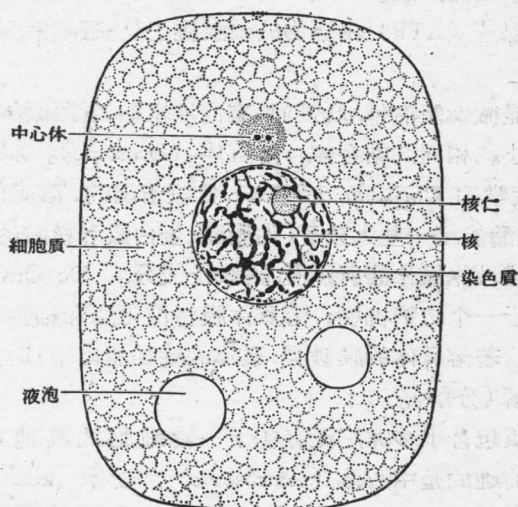


图8. 模式細胞圖解(实际不存在这样的模式細胞)是根据普通显微镜所看到的結構而設計的。該图解是根据 Edmund B. Wilson 的“发育与遗传中的細胞”1922年版所繪。

构的。誠然,电子显微照象还没有把細胞膜的结构充分显示出来。另一方面,如已清楚指出的,这样的复杂性和已知的膜的机能特点是符合的。例如紅血細胞和神經細胞的膜能区别鈉离子和鉀离子,虽然这些离子的大小和电荷是相似的。膜有助于鉀离子进入細胞,而比仅具透性的屏障更多地阻碍鈉离子的进入。就是說,細胞膜是能够“主动透过”的。膜也能通过机械的摄入把一些大分子和肉眼能看見的小体(macroscopic bodies)帶入細胞內部(見本书“物質如何进入細胞”)。

除了細胞膜外,在細胞質內,电子显微鏡已經分辨出一些細胞器的微細結構,这些細胞器在普通显微镜下看来仅仅是一些顆粒。其中主要的是綠色植物細胞的叶綠体(图9)和动植物細胞都具有的綫粒体(图10,11)。它們是地球上所有生命的“动力工厂”。每一个細胞器通过一些相当微細的結構适合于其功能。前者是通过光合作用得到太阳光的能,后者是通过氧化和呼吸从細胞营养



物質的化學鍵提出能。從每一個“動力工廠”所產生的能量儲存在三磷酸腺苷（ATP）化合物的磷酸鍵上供細胞在消耗能的过程中利用。

電子顯微鏡能清楚地區別具有高度組織的微細結構的綫粒體和另一大小約相同的結合體：溶質體（lysosome）。根據 Louvain Catholic 大學的 Christian de Duve 曾經指出的，溶質體包含有消化酶，那些酶能把一些大分子（如脂肪、蛋白質和核酸的分子）分解成為能被綫粒體氧化酶所氧化的較小成分。De Duve 假定，溶質體相當於一個防護機構；溶質體膜將消化酶和細胞質的其餘部分隔開來。若溶質體的膜破裂，聚集的酶釋放出來，則很快地引起細胞的溶解（分解）。

細胞質包含很多非廣泛存在於一般細胞的其他可見的內含物。特別有趣的是中心體（centrosome）和動體（kinetosome）。中心體或中心粒（centrioles）只有當細胞接近分裂時，在光學顯微鏡下才明顯易見，在分裂時中心體作為分開染色體的紡錘體的極，起着控制作用。而動體則僅在那些以纖毛或鞭毛運動的細胞中發現，它們出現在每根纖毛或鞭毛的基部。這兩種細胞器都具有自我复制的特性。在細胞分裂時，每一對中心體產生出另一對；而動體每次复制其自身時，在細胞的表面就形成了一根新的纖毛。很久以前，某些細胞學家提出了這樣的觀點：這兩種細胞器的機能雖然很不相同，可是它們却有很多相同的結構。電子顯微鏡觀察已經証實了這種看法。每根纖毛或鞭毛是由 11 條纖維所構成的圓柱，有兩條纖維在中央，其餘 9 條纖維在外圍。這是所有纖毛和鞭毛的一般結構。這種結構的道理還不了解，但毫無疑問與纖毛和鞭毛的收縮性有關。可能“單分子肌肉”原理是機能十分不同的動體和中心體的活動基礎。

電子顯微鏡已經証實了較早期的細胞學家們的另一推測，即細胞質有着一種看不見的結構——“細胞骨架”（cytoskeleton）。大部分細胞顯示出有複雜的、在普通光學顯微鏡下看不見的內膜系統。這些膜有些是光滑的，另一些膜是粗糙的，在其一面附着一些



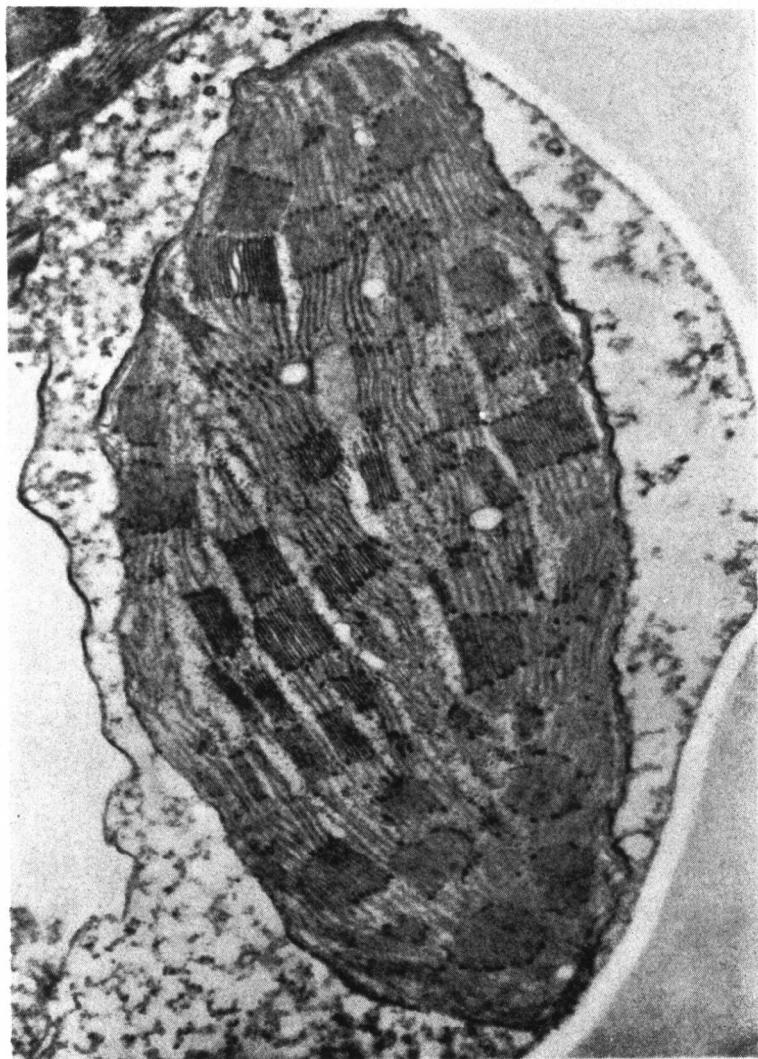


图9. 叶绿体是光合作用的场所。这样,光能转变成化学能奠定了植物和动物的生命循环。玉米细胞中的一个叶绿体,电子显微照象放大24,000倍。由Abbott实验室 A. E. Vatter 摄制。包含叶绿素和太阳能的“光”反应发生在矩形的“质体基粒”内。