

細胞学原理

L. W. 夏 普 著

科学出版社

細胞学原理

L.W. 夏 普 著

李 汝 祺
李 竞 雄 譯

科 学 出 版 社

1958

LESTER W. SHARP
FUNDAMENTALS OF CYTOLOGY
McGRAW-HILL BOOK COMPANY, INC.

1943

本書根据1943年美国細胞学家夏普所著“細胞学原理”一書譯出，全書共分17章，內容涉及了細胞学在生物科学中的地位；原生質体的結構成分及原生質本身；原生質的分裂及植物細胞壁；染色体及减数分裂；动物、被子植物及其他植物生殖的細胞学；細胞学与孟德尔遺傳；染色体的畸变，杂种的細胞学；細胞質在发育与遺傳中的作用；細胞学与分类学的关系等方面，因此是細胞学研究工作者及教学工作者的良好参考書。

細胞学原理

L. W. 夏 普 著

李汝祺 李竞雄 譯

*

科学出版社出版（北京朝阳門大街117号）

北京市書刊出版业营业許可証出字第061号

財政出版社印刷厂印刷 新华書店总經售

*

1958年10月第一版 書号：1439 字数：230,000

1958年10月第一次印刷 开本：787×1092 1/27

（京）0001—1,570 印張：10

定价：（10）1.40元

目 录

第一章	細胞学在生物科学中的地位	(1)
第二章	生物与細胞	(11)
第三章	原生質体的結構組成	(23)
第四章	原生質	(45)
第五章	原生質体的分裂	(57)
第六章	植物的細胞壁	(76)
第七章	染色体	(84)
第八章	减数分裂	(102)
第九章	动物生殖的細胞学	(119)
第十章	被子植物生殖的細胞学	(137)
第十一章	其他植物生殖的細胞学	(149)
第十二章	細胞学与孟德尔遺傳	(169)
第十三章	染色体的畸变	(195)
第十四章	染色体的数目及其改变	(207)
第十五章	杂交种的細胞学特点	(220)
第十六章	細胞質在发育和遺傳中的作用	(232)
第十七章	細胞学和分类学	(239)
参考文献		(256)

第一章 細胞学在生物学中的地位

人的天生好奇心理和想了解他居住的世界的願望促使他查看越来越小的自然界的物体。开始他把石块、动物、植物甚至星体的本身只当作整体来看的，不久又把它们当作由可以看見的部分所組成的，后来認識到它們是不能看見的化学分子和原子的完整系統，到最后才作为亚原子单位的整列来看的。在較早时期的研究中，他仅依靠生来的感官，而进一步的发展只有在他制造了特別的仪器如显微镜、望远镜、光譜器、化学用的天秤、真空管和回旋加速器之后，才成为可能。使用了这些强有力的輔助物，他才能够扩大他的观察到无限遙远和无限微渺的領域中，而且縱然所使用的手段是間接的，这些工具和方法却导致他找到极其有意义的知識。

生物学 从很早的时期起，动物和植物一定吸引了原始人的注意。在他的生存斗争中，不可避免地会发现这些生物的某些組成部分能供給他很好的食物、衣服与纖維。就是他的迷信也可能对他的知識貢獻一些东西，因为当演习祭神艺术的时候，他不能不会看到在动物的解剖上許許多多对他說来是新的东西。

对于有机体的結構产生比較更科学的兴趣是在紀元前第四世紀希腊民族中发展起来的。就在这个时候亚历斯多德和提奥夫瑞斯托斯分別地著作了他們的馳名的动物和植物富有系統的專題論文。人們很可以想象这些古人是如何想望比肉眼更为尖銳的視觉。在亚历斯多德的有关动物起源的工作中，那就太容易看出在細微結構上面如果没有更可靠的資料而只靠推理，势必不能使他真正解决他所发生兴趣的基本生物学的問題。

只是在很多世紀之后，肉眼所不能看到的細微組織的要素才能够得到研究。簡單的放大鏡第一次正式作为帮助視觉的工具使用大概是在十一世紀的某一个时期，而第一个复杂的显微镜（和望远镜）是在十六世紀末叶和十七世紀初叶制造成功的。許多簡單和复杂的

工具很快地都变成商品，而这些工具一旦到了职业和业余的人们手里，便使一些生物的细微解剖的研究变为可能，而这些工作直到现在还引起我们的赞赏。

然而，縱然有显微镜的帮助，人的视力还是受到限制的。只要研究的物体是在可见的幅度之内，使用或不使用放大镜的帮助来进行直接观察也许可以，但是当它们比这更加微小时，人们就不得不使用很不相同的但为化学家与物理学家所熟习的分析方法了。随着这些方法的使用，以化学分子与原子为依据的很清楚的细微结构概念才被发展起来了。

很显然，生物有机体在研究者面前提出很多需要用不同接近方式来解决的问题。例如，在研究一个胚胎的发生或一个细胞的分泌过程中，会碰到用显微镜可以看到的结构变更，而同时伴随这些变更还有在机能活动上看不见的一些变更，必须使用化学的方法才能分析。机能与结构的改变究竟那一个比较在先是一个经常争辩不休的问题，但是，如果原子和电子能够象肌肉和细胞那样容易看到从而使每一种机能反应也象可以看见的分子结构改变一样，那末上面所提到的问题就不会发生。

这样，每一个较大的生物学问题总会包括许多局部的问题，这些局部的问题一定要通过不同的科学技术的应用来求得解决。一个人不能够用一种科学技术来解决这样一个比较大的问题，正如同一个工匠不能够用一种工具来建筑一座现代的房子一样。生物有机体在我们面前提出如此复杂问题的事实很早以前就开始把生物科学分成许多部门，每一个部门都有它特殊的观察方式，因而也就需要使用个别的一套科学技术。例如，形态学家、生理学家与分类学家向生物有机体索取三种不同类群的数据，而它们所用的是三种不同的方法来诱导有机体使它提供资料。在十九世纪中以极快速度进行的这种科学的分化产生了各种不同类的专家，虽然他们对于其他各类的语言几乎不了解，但是同意使用一种普遍共同的方法——即有对照的观察，有假设的构成和以事实证明的科学方法。他们要继续依赖这种方法，因为现代可靠的生物学知识高速度的增加主要是使用这种方

法得来的。

細胞学 細胞学作为生物学一个专一化的部門是由更清楚地查看植物和动物显微结构的尝试而来。在十七和十八世紀的时期，已有許多細微解剖的学者証明有机体的組織具有細胞的结构。最早发表的这样組織的图画出现在1665年由罗伯特·胡克 (Robert Hooke) 所著的一本書里。在这个时期的工作里，細胞这个术语指着两种东西来说的：简单說就是由墙壁所包围象蜂窩一样的空腔，或者是許多不相关联的小球泡。总的来说，它們被看作是組織的附屬成份而不是它的重要的个体化的单位。

在十九世紀的早期，人們的注意力轉移到細胞里常被观察到的“液汁”或“粘質”。到了这一世紀的中叶，事情就变得很清楚了，这种

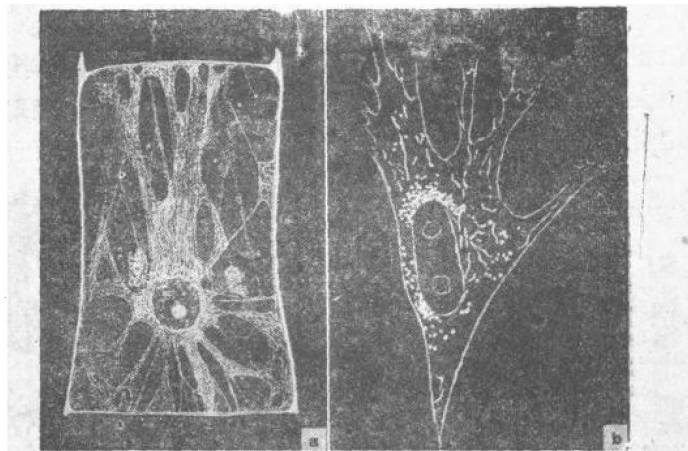


图1 在黑視野观察下活細胞的形象。a. 南瓜植株上毛的細胞。細胞質靠在細胞壁上，形成薄薄的一层，通过胞液有一系列的不斷流动的綫，和一大堆細胞質圍繞着的細胞核。(仿 M. Heidenhain) b. 在組織培养中生长在玻璃片上的雞胚細胞。在細胞質中有脂肪小球与絲狀的綫粒体 (仿 T. S. P. Strangeways and R. G. Canti)

独特的液体，或者后来称之为**原生質**的，实际上就是表現生命現象的物質，而在如此之多的植物組織里所看到的厚壁却是原生質活动的一种产物。1831年罗伯特·布朗 (Robert Brown) 第一次指出細胞核是細胞的一个正常的和特有的組成部分。这就使我們更容易把典

型細胞描写为圍繞着細胞核的一团細胞質，以便使它和其他常发生混淆的小球体区分开来，并把它当作組織結構一个重要单位来看待。对这样的单位更适当的術語：原生質体以后就被采用了，不过細胞学本身这个名字仍然叫我們回忆到对細胞早期的看法(Kytos = 空腔)。

从这时起，細胞学作为一种研究的特殊領域显得更明确了，而且它本身所涉及的問題也变得更尖銳地刻划出来。在这些問題之中就有决定这样主張的任务，即原生質体实际到了什么程度是“結構与机能的单位”。這個問題，我們会在下一章內再行討論。为时不久即发现很多极小的生物都有一个单一的原生質体的結構，配子和孢子也同样单一的原生質体，而且原生質体，無論它本身是一个完整的有机体或者仅是有机体的一部分，正統的都是用分裂来繁殖的(图2)。这些发现和以后接着的其他发现很清楚地表明很多种生物学上的問題必須直接或間接从細胞单位着手。只要这些問題在一定程度上需要細胞学的方法来解决，它們就是細胞学的問題。事实上，近年来所

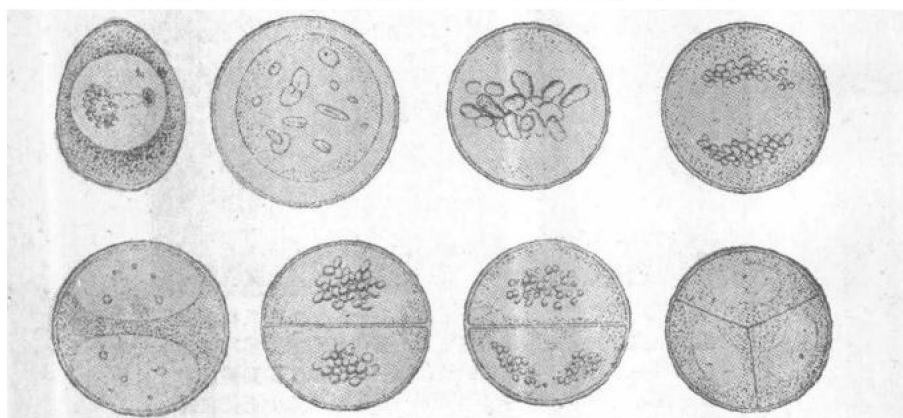


图2 霍夫买斯特(Wilhelm Hofmeister) 1848年所发现的鴨跖草(*Trametes*) 小孢子分裂的插图。这里很清楚的看出染色体；按时期这是在染色体出现于生物学文献的前列并普遍認為是具有个别性的細胞核单位的25年以前。

获得的許多有关原生質体的重要知識都是从一开始并不是在細胞学研究領域中的問題发展出来的。

細胞学的經典时期 十九世紀后叶看到生物学和其他科学很鮮

明的进展,每逢提到这个世紀的最后25年,由于它的許多基本发现,习惯上就称它为細胞学的“經典时期”。这个时期的一些主要成就将被列举在以下几段中。

有关細胞和細胞核的結構,它們用分裂来繁殖以及它們在細胞活动的各种不同阶段中的若干組成部分的行为,早已知道得很多。当时的注意力特別集中在有絲分裂的奇异的过程上,在这个时期的研究中,染色体占据了一个特別显著的地位。发生在細胞以內的生理过程的研究及其与这些細胞組成的有机体活动的关系方面的研究都有显著的进展。在矿質营养、酶、細胞內的滲压濃度以質膜的通透性方面取得的进一步的了解可以作为例証。

在細胞的繁殖和分化的基础上,也仔細描述了各种不同的动物和植物的生活周期。对于細胞与細胞核在生物有机体的生殖阶段行动的詳細情况还以特別精細的态度作了檢查,因为这时已領悟到个体的两个連續世代是以一个細微的单独細胞接連起来的——有的是孢子,其他为受精的卵子——同时也認識到这个单独的細胞在它自己的組織結構上一定会包含着由它发育而成的生物类型的某些基础。一个具有基本重要性的发现是在授精过程中两細胞核的并合,每一个細胞核都来自一个亲体(1875)。

还有人观察到有些生物并不是由普通所認為的細胞所組成,而是由大片的和連在一起的、含有大量細胞核的胞質所組成的。縱然它里面沒有細胞壁或是固定的細胞核的地位,这些生物还是发育了特有的体型和內部的分化。此外,有些主要有細胞結構的生物,在它們发育的一定时期要經過一个非細胞結構的阶段或者在成体里面具有某些不成細胞的組織。

象上面提到的一些发现不仅部分地解决了开始所要研究的問題,而且还能把那些需要解答的更特殊的問題明确地规划出来;只有在这些問題得到解答以后,才能算是解决了更广闊的問題。这样达到基本生物学过程的了解絕不是一索而得的,而是一点一滴慢慢加起来的。直到現在为止,在开始研究了細胞分裂一个世紀以后,我們还没有达到圓滿解釋那个奇异过程的境地。

應該提到在經典時期研究技術的進展。對組織的固定和染色已經發明了比以前更好的方法。在很多試劑對各種不同原生質體部分的效應上面，人們做了很多細致的工作，其目的是為了把細胞保存得比較更接近原來的面貌。其他研究把第一次生產出來的煤膠染料的使用處揭發出來。在這以前使用的只是少數幾種天然的染料，象洋紅和蘇木精，雖然這些天然染料今天仍然是極有價值，但煤膠染料大大增加了染色程序的多样性和有效性。改進很大的切片機以比較高的速度切出完整的和厚薄一致的薄的切片。所有這些輔助都受到細胞學家和組織學家的歡迎，他們的工作大大地被推動了，縱然它們也常常產生使注意力脫離活的材料的不良好效果。

在十九世紀中，複雜顯微鏡的使用效率已提到很高的水平。在經典時期中也製造成功消色的接物鏡，對於色素和球面的差異具有高度的糾正和高度的分析力；這些再和新發明的接目鏡與集光鏡用在一起，使得細胞學家能看到他向來沒有看見過的放大倍數最高的最清楚的物體影像。

十九世紀最後的幾年里也看到一些理論的系統化，這些理論對後來的研究工作都具有指導意義。例如，有的生物學家，象魏斯曼（August Weismann）大都是在晚近時期所知道的有關細胞、細胞核與染色體在生物整個生活周期中行動的基礎上，提出個體發育、遺傳與演化的機制的理論。魏斯曼遺傳學說內的一些概念繼續成為現代理論體系的一部分，縱然他的個體發育的學說早就被放棄了。在細胞生理學的領域中，從研究細胞和非生命系統的滲透壓與通透性所產生的有關溶液的一些理論和定律到了本世紀仍和以前一樣具有巨大影響。

總之，我們可以說十九世紀把許多基礎觀察，一些引人入勝的問題，一套有用的技術和一些可作參考和富有指導意義的學說貢獻給了廿世紀。觀察，科學技術和理論在科學研究中都是需要的，而且當這三者使用的適當和調和時科學的進步也得到最可靠的保證。

廿世紀的細胞學 本世紀細胞學幸運的地方是具有若干新的和非常有價值的技術輔助。在人工控制條件下把活的動物和植物組織

成功地培养在玻璃器里的方法被制订出来了。例如,今天(1942)生活在玻璃瓶里面有一些健康的细胞,这些细胞是在1912年从鸡胚的心脏取出来的同样细胞一代一代传留下来的(图3)。这样的培养使得研究者学习到有关细胞可能做的许多事情比从固定的材料或者生活在生物体内复杂环境中的同样的细胞所得的一系列的推测更为直接。显微解剖器的运用也促进了直接的观察,用这样的工具人们能够在最高接物镜下解剖或是注射活的细胞(图4)。这样性质的观察,比方说象细胞分裂,鲜明的和永久性的记录曾被活动电影机摄照下来。

另外一种在细胞学家中间现在经常使用的工具是X射线辐射管。使用放射到活的物质上面,从而引起染色体里的变化是当前最好实验方法之一;有了这些变化才能使我们更好的分析染色体在发育和遗传上的作用。X射线放射也曾用来揭露植物细胞壁的超显微结构。其他各种不同类型的辐射也正在成功地使用到有关这样的一些基本问题上。

本世纪中,在显微技术上到目前为止主要的进展是电子显微镜的发明。这一新的工具运用一系列的磁野把集中到一个焦点的电子流,来代替如在普通显微镜那样(显微照象)运用一系列的玻璃镜所能集中的看得见的光线。结果就大大地增加了分解力,那就是说,在表示一个影象细微详情的能

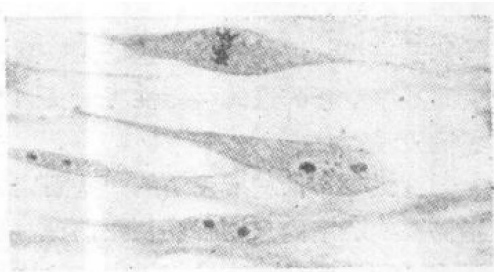


图3 从1912年卡瑞尔(Carrel)开始组织培养传留下来的细胞。(鸡胚心脏的纤维原)(A. Carrel作的图片,仿W. Seifriz)

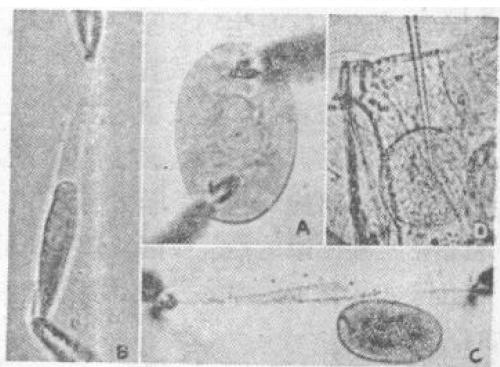


图4 在显微解剖器下正在被解剖的细胞图片。A. B. C. 代表一个两栖类动物红血球细胞被两个显微针扯开的三个阶段。D. 一个显微针正插入一个活的植物细胞里面(仿W. Seifriz)

力上面大大地增加了。細胞学家所用作直接观察的显微照象,在0.2和0.1微米(μ)¹⁾之間就到了它們分解力的限度,比这样距离还近的两个物体就显出如同一个。一个单独的顆粒低于这样限度可能显出一个或深或浅的点,看用什么样的方法来照射,但是它的真实形状不能完全显出。当使用紫外綫、石英制的鏡頭和照相照片时,分解力約有两倍大,因为这样的分解力会随着使用的放射頻率而有所不同。而使用了电子显微鏡,其分解力会增加到20倍到50倍。为了得到最好的結果,所要檢查的材料必須先干掉,安放观察材料工具的內部是为真空所占领,而得到的物象仅仅是一个物影;因此,对于研究生物的物体是有很大困难的。一些已經得到的結果,如象关于病毒的研究,連同某些精巧改进的可能性将使我們希望这种工具引向更多非常重要的发现。

过去半个世紀所发明的一些固定和染色的技术,經過很少改进后仍在实验室内保留下来使用,有些技术被大大地变动和改进过了,还有一些技术已經为价值更大的新技术所替掉。物理化学和显微化学的进展使得技术家进行他自己的工作时越来越了解到他面前所研究的生物組織里面起着什么样的变化,縱然有許多地方还没有完全解釋得清清楚楚。其主要困难的一个原由已为生物染料的标准化的大大地消除。这是生物学家、生产者、化学家和其他对此有兴趣的工作者集体合作的一个成就。

細胞学家和在其他領域的工作者一样目前正在日益更多地使用統計方法来估計他們的数据結果。过去許多有价值的貢獻是未經有意識注意了研究問題的数学方面而作出的,但是現在大家都覺得由观察結果抽出来的推論会因数学分析的結果而可能成立或被推翻,而且除非使用了这样的方法,观察結果的真实意义是不可能看出的。

二十世紀細胞学从来最有意义和最有前途的发展是它和生物学上相近的学科更具体的結合到一起。几十年来这些不同的領域早就

1) μ 的符号代表微米,微米等于0.001毫米,或 $1/25,400$ 英寸,它是在細胞学上最常用的长度单位。有时也用的埃单位($\text{\AA}$)是等于0.0001 μ 。

显出了可以互相帮助的可能性,现在这种可能性已成为事实:十九世紀的生物科学的划分现在正由各部门重新结合起来的一个更有效的整体所顶替。因为在每一个领域扩张的时候,它的边缘就会接触到其他领域的边缘,从而由后者获得促使其本身向前发展的帮助。实际上,以往不同领域所分开的地方往往就是最有为的所在。

最显著和至今最有利的这种结合是细胞学和遗传学之间的结合。虽然这个结合很大部分的基础是为十九世紀的细胞学家和研究遗传的学者所奠定,现代的细胞遗传学相当确定地是从 1900 和它以后的几年开始的;在当时孟德尔的遗传定律被重新发现了,而且在已知的逐代生活周期中染色体的行为上显示了这些定律的物质基础。这个结合的非凡的结果将在后面几章中专门讨论。

现在正在发展中的第二个结合是细胞学和分类学之间的结合。人们发现从染色体的数目和形状上常常看出可以用到分类学上的特征。染色体的数据不仅有助于种和品种的分组,而且常能为某些分类单位在演化过程中的起源提供有力的根据。直到目前为止大部份这样的工作都是在植物方面,然而这个方法对于某些动物类群也证明是有用的。

在有亲缘关系的植物中,研究染色体的结果发现了染色体数目和形状上的区别有时和地理分布或生态习性的区别有显著的相互关系。这里再一次表明不同领域的工作者——生态学、生理学与细胞学——正发现他们有进一步合作努力的必要。

疾病既然是细胞和组织中的畸形活动,那末细胞学在一方面和病理学,以及在另一方面与医药学的紧密关系应该是很明显的。我们只需要提一下生癌细胞泛滥性的生长或病毒在细胞结构和功能上的效应就能说明共同研究有病组织的重要性。

所以生物学的主要问题就是这类联合的问题,而解决它们的现代方法也就是合作。各式各样结合的利益是多方面的。对细胞学本身来说,它提供了新的和有效的工具;它在性质上已变得更为实验性;它的发现已经取得了新的意义。关于其他科学领域中所看到的现象的物质基础,细胞学给予了更清楚的概念。所有这些科学领域

中的工作者都充分感覺到他們之間的相互依賴性，還有許多對他們說來有新的重要意義的東西也是感到無知的，這一切都使他們感到容忍和謙虛。相互合作可能使我們個人的無知更顯得充滿着痛苦，但同時也能使我們指望避免某些由於無知產生的後果。

什麼是細胞學 基於上面所敘述到的和在以後的章節中所要講的，細胞學可以規定為生物科學的一個部門，它或多或少直接研究原生質的結構和功能的機構，通常是在單獨的或緊密聯合一起的原生質體里面，而且還研究這個機構對代謝、生長、分化、遺傳和演化等現象的關係。

這樣廣泛規定下來的細胞學就顯得在生物學中間佔據了一個關鍵性的地位，因為生物有機體進行的一切工作總有一部分的原因發生在原生質的活動里面。然而，這並不是說所有的生物學一定要看作是細胞學的擴充：更恰當的意思是在所有生物學的問題之中都存在着細胞學的成分。因此，細胞學是生物學不可分割的一部分，而且生物科學將來的進展在很大程度上要靠這種綜合研究如何能更好地保持下來。

第二章 生物与細胞

动物和植物的身体是由原生質和它的产物所組成的；生物有机体事实上是与它环境进行相互作用的一团組織起来的原生質。組成原生質体或細胞的原生質几乎普遍的分化为两个不相同的部分，即細胞質与細胞核，每一部分都限制在一层固有的膜里面。在本章內我們要查看一下生物的身体里面这种双重組織的各种不同的表現方式。在我們这样做的同时，我們也要指出一些一般性的推論，这些推論在以下章节中我們的討論范围縮小之前最好是記在心里。

典型的原生質体 大多数生物基本机构的最小而完整的实例或表現——具有細胞核的原生質——能从細胞里看到。这种細胞可能单独地生存或者在一个大的身体里面作为許多这样的单位之一出現。細胞和細胞間的內部組織和包圍它們的外壁有很大的差別，但是現在我們要把注意力主要限制在那些几乎所有細胞的共同的組成部分上，把其他的細節留到以后的章节里再講。

細胞質是一团无色的原生質，其外部为特化的質膜所包圍。它可能作为一种透明、胶粘的液体出現，但是更为常見的是它許多小的內含物賦予它一种顆粒或泡狀的外貌。在植物細胞里面，常常包含着相当大量的胞汁，其周圍形成了一个有界限的囊泡膜，胞汁中有时还有一个或两个質体，其中有碳水化合物的組成。

細胞核是包圍在細胞質里面，而且在正常情况下很少和細胞的其他組成部分直接接触。它是由一层膜所包起的。細胞核一般呈透明物質的小球狀，里面埋藏着很多細絲和一两个核仁。

上面潦草的描写，虽說是极不充分，但作为本章的目的还是适合的。在典型的原生質体里面，結構和机能組織的重要性就應該立刻加以強調。細胞質、細胞核和質体都是原生質結構上互有区别和进行着不同功能活动的区域；因此，它們应看作是原生質体的器官。同样，所有的膜都是这样特化的区域，并且應該看作不仅是障壁，而

是在細胞質、細胞核與環境之間相互作用的器官。在一個典型原生質體的範圍之內，某些反應在特定區域的局部化是和該區域結構的分化同時進行的，這和一個大形複雜的多細胞個體內不同區域的更高一級的組織水平完全一樣。

正如以後會更充分的体会到，細胞作為一個基本的有機單位的概念在生物學的思想中已占有很大的地位。（1）這種概念已為有機結構的研究者提供了一個方便而具體的單位來描寫動植物的細微解剖與發育。（2）生理學家通過了單細胞活動的研究往往能夠深入了解複雜生物的機能活動。（3）許許多多微小生物具有一個單細胞結構的事實也促使人們去推測有關較大生物進化的問題，很多這樣的推測無疑是有利的。因此，我們開始細胞學的研究是從面前的典型細胞下手的，縱然在我們向前邁進的時候，我們對細胞起着什麼作用的概念可能會有所變更的。

由來已久的習慣是以細胞單位的概念為依據來理解一個大的生物。我們也不能過分強調根據一個完整生物的概念對它身體一小部分細胞的行為所能理解的重要性。存在於多細胞生物和細胞單位這兩個個體之間的关系，可以通過各個組織和完整生物里面由細胞質、細胞核以及有界限的膜所決定的各種不同安排的考慮，並且觀察了這些安排在生物向前發育時如何從一種狀態改變為另一種狀態，搞得更清楚一些。

個體發育，即一個複雜的動物或植物個體從一個受精的合子，一個孢子或其他小而比較簡單的最初一團原生質的發育，誠然是世界上最足驚奇的现象之一。表面上顯然簡單而原始的原生質體居然具有它自己的顯微和超顯微的組織。生物學家的主要任務就在於描述這個組織，並且說明它在这种原始的原生質體逐漸轉變為具有更高程度組織的一個成體生物過程中起着怎樣的作用。這個轉變涉及到幾乎無數的結構改變和功能上的反應，有的我們知道，有的還不知道。我們現在的目的還不是詳細的來描寫任何這些改變，而是以比較一般的方式對個體發育的某些基本情況如生長、分化與相互关系等作出處理。這樣一來，我們對有機體和細胞之間的关系就會更好

的了解了。

增长 增长主要包括通过已有原生質的活动而合成新的原生質。伴随着这个过程一般是体积的加大，然而一个細胞或其他原生質物質有时可能由于一些非原生質的产物如細胞液的累积变得更大。現在需要先看一下生长对于原生質体形状的影响。

为了簡單起见，我們先从一个典型細胞开始，它有一团圓形的細胞質包圍着一个圓細胞核，这两部分分別都由一层質膜和核膜包着。新原生質的合成牽連到細胞質与細胞核之間的物質互換，而細胞核可能发生的作用在数量上又决定于核膜的面积。当細胞与細胞核加大体积时，物質互換所必須通过的核膜的面积并不以同样速度增加，因此很快就会到达一个頂点，越过此点則細胞核与細胞質之間的相互作用不足以維持整个原生質体进一步的生长。这个困难一般是由細胞核的分裂来克服的，这样一来用不到任何单个細胞核体积相应的增长，就能使原生質体里面細胞核的面积加大了。然后才能进一步的进行增长，直到再度达到核質比例的临界期。有时用改变形状的方法可以增加一个細胞核的面积和体积的比例，在非圓形的物体上，面积的量相对地要比較大一些。

一个圓形細胞的增长，又能为質膜的面积引起相似的限制，原生質与外界环境发生相互作用是要通过这种質膜的。这里对进一步增长的阻障仍由原生質体的分裂所克服，或者如在許多藻类中那样，常由細胞变成的扁形或絲状形所克服，無論那一种方法都能使单位体积的面积得到增长。在大的有机体中象我們自己那样，自然就有复杂的結構特征，如呼吸与循环系統，能使环境与体軀最內部的区域发生相互作用。

当原生質繼續增长、細胞核繼續增多时，不同組織和不同生物內的細胞質、細胞核与膜的式样可能发生很大的区别。为了便利起见，人們可以叫这些式样为原生質增长式样，但应当記得：这些式样并不总是差別悬殊的。图 5 就代表从一个典型的原生質体发生出来的六种式样的模式图。

1. 原生質的增长和它細胞核的增多可能并不伴随着分界膜的形