

組 織 学

蔣 天 鶴 編 著

科 技 卫 生 出 版 社

出版者声明

本書原由華東醫務生活社出版，內容分細胞、組織、器官三部，共有二十一章七十五節，主要取材於 Schaefer 的“組織學綱要”及 Bailey 的“組織學教科書”，敘述簡明，插圖豐富，為當時醫學院和生物學系的組織學班所適用的教材之一。1954 年時作者曾在學習蘇聯先進醫學的基礎上對原書加以重點修訂，並以專章介紹勒柏辛斯卡婭的生活物質學說，使內容進一步地充實，惜不久作者逝世，此書未得再版。但目前國內組織學參考用書仍很缺乏，本社認為此書有重印價值，乃請上海第一醫學院王有琪教授對全書作了一次審訂，對部分內容作了一些修正和補充，予以再版，以應讀者需要。

修訂版序

这本組織学是蒋天鶴教授生前根据几种国外通行著名教本和他自己在二十多年中教學研究的經驗綜合編写而成的教本，所以在选材方面，不同于一般單行本的譯著。在內容敘述和插圖配合方面，亦能做到力求明白曉暢，給予初學讀者容易領會，不致感到理解困難，因此这种著作，在目前中文教本还不多見的时候，我們更其感到很需要的。

自从这本組織学初版問世以来，至今已逾五載，今年春間，中国医学科学院沈霽春教授認為这書已有修訂再版的必要，特將蔣教授自己已經修訂的原稿送来，提了些意見，并囑予代为审校，我在欣然接受任务之余，不自量力，即大胆地和我組同事谷华运同志展开全部校閱工作。工作中为了保持原稿的本来面目，我們的主要計劃，只是对于原稿作了一次关于文字、名詞和插圖的統一工作，其中章节內容，并未有所改变和增刪，另外对于其中有些尚未获得一般公認的論点，我們便提出予以研究和商討，經過決議之后，才进行加以修改，但是这种事例还是很少的。在我們校閱以后，又經沈教授复核一遍，最后才轉給上海衛生出版社考虑付印。

在这次校閱过程中，我們虽然尽了一定的努力，但是由于思想水平和學識根基的限制，不免在工作中还有許多不适合或錯誤之处，还请讀者大力的帮助，給予批評和指正。

王有琪

上海第一醫學院組織胚胎學教研組

1957年12月26日

前 言

這本組織學印出後，在不到二年中重印了二次，這說明了在新中國有它的需要，作者有責任加以修訂。爲了響應毛主席的號召，向蘇聯先進科學學習，除了專章介紹了蘇聯傑出科學家勒柏辛斯卡婭底生活物質學說，作爲學習的基礎外，並有重點修訂。

我們知道蘇聯先進生物科學家底三個生長點：米丘林學說、巴甫洛夫的高級神經活動學說和勒柏辛斯卡婭的細胞起源於生活物質學說，有它科學真理的統一性。它們相互說明了生物機體活動完整性和與環境的統一性，這是完全符合唯物辯證論的真理的。因此在這次修訂中，作者盡可能的把它們結合起來，想在這方面有進一步的改進。同時本書中原有唯心的、非科學的主觀部分，已予以刪除，像色粒和粒線體等的來源等；也有些部分予以重寫，像血島和上皮的修復等；但由作者也正在學習，水平很低，一定有不夠的地方，甚至可能有錯誤之處，這要請先進的同志們不客氣地加以批評和指出。

此外在修訂中有些不妥當的語句，和錯誤的字，也已加以更正。但有些部分像血細胞形成等照辯證唯物論觀點是有問題的，現階段暫予保留。

作者得到讀者反映，認爲本書應有復習提綱，因此在每章總結後加上了。爲了不使和總結重複，並想使讀者在學習中能够批判唯心的非科學思想，因此這樣的復習提綱在教學中是否適合，也希望同志們予以指出。

蔣 天 鶴

1954.2.1.

目 錄

第 一 章 細胞	1
第一節 細胞概論	1
第二節 原生質	5
第三節 細胞膜	7
第四節 色粒	9
第五節 粒線體	10
第六節 高爾基體	13
第七節 細胞核	15
第 二 章 生活物質	23
第一節 生活物質的發現	23
第二節 什麼叫做生活物質	22
第三節 細胞起源於生活物質在生物科學上的重大意義	23
第 三 章 細胞分裂	26
第一節 體質細胞分裂	26
第二節 染色體	32
第三節 成熟分裂	36
第四節 精子變態	40
第 四 章 活的細胞	45
第一節 實驗方法	45
第二節 活的組織和細胞	48
第 五 章 形態形成	54
第一節 胚胎發生和三胚層	54

第二節 組織發生.....	55
第三節 三胚層所分化的組織和器官.....	57
第 六 章 上皮組織	59
第一節 概述.....	59
第二節 單層上皮.....	61
第三節 複層上皮.....	66
第四節 變態的上皮.....	69
第 七 章 結締組織	74
第一節 纖維組織.....	74
第二節 軟骨.....	85
第三節 硬骨.....	90
第 八 章 肌肉組織	106
第一節 橫紋肌.....	106
第二節 心肌.....	112
第三節 平滑肌.....	115
第 九 章 神經組織	120
第一節 神經細胞.....	120
第二節 神經纖維.....	129
第三節 神經末梢.....	137
第四節 神經組織的組成.....	146
第 十 章 血	160
第一節 紅血球.....	160
第二節 白血球.....	163
第三節 血細胞的形成.....	168
第 十 一 章 循環系統	176
第一節 心臟.....	176

第二節 動脈.....	182
第三節 靜脈.....	186
第四節 微血管和血竇.....	188
第五節 淋巴管.....	191
第十二章 淋巴器官	195
第一節 淋巴腺.....	195
第二節 扁桃腺.....	203
第三節 胸腺.....	207
第四節 脾.....	210
第十三章 外皮	220
第一節 皮膚.....	220
第二節 皮膚的腺體.....	224
第三節 毛髮.....	232
第四節 指甲.....	238
第十四章 口腔	242
第一節 口唇和口黏膜.....	242
第二節 舌.....	243
第三節 齒.....	248
第四節 唾液腺.....	257
第十五章 消化管	264
第一節 咽喉和食道.....	265
第二節 胃.....	267
第三節 小腸.....	271
第四節 盲腸和大腸.....	277
第十六章 肝臟和胰腺	282
第一節 肝.....	282
第二節 胰腺.....	288

第十七章 呼吸器官	293
第一節 鼻腔和鼻咽	293
第二節 喉頭和氣管	293
第三節 肺	298
第十八章 泌尿系統	303
第一節 腎	303
第二節 輸尿管與膀胱	309
第三節 尿道	311
第十九章 男性生殖系統	316
第一節 睪丸	316
第二節 精管	321
第三節 副性腺	327
第四節 陰莖	330
第二十章 女性生殖系統	335
第一節 卵巢	335
第二節 輸卵管	342
第三節 子宮	344
第四節 陰道和外生殖器	355
第二十一章 內分泌腺	361
第一節 腦下腺	362
第二節 腦上腺	366
第三節 甲狀腺	367
第四節 甲狀旁腺	369
第五節 腎上腺	371
第二十二章 感覺器官	376
第一節 眼	376
第二節 耳	395

第一章 細 胞

第一節 細胞概論

細胞是生物體組成的一部份，除了單細胞生物由一個細胞來完成生命現象外，無論那一種生物都是由成千成萬的大小不同、老小不同的細胞和體液共同來完成生命現象的。這就是說，一個多細胞生物，不管植物或者動物，一個人也好，一隻青蛙也好，它的生命現象是由不同的細胞和各種體液在機體精密組織中的共同組成一個複雜的體系，有規律的適應着機體內外環境來表現它的生命。這也就是說機體內的細胞組織在生命中是不斷活動的，爲了適應機體內外環境可以有某些改變或局部改變的，而這些活動和組織形式上的改變是受着神經系統主導，互相調節、互相約制的，尤其在高等動物和人類的中樞神經是負着主導作用。這一個唯物的、辯證的、科學上的創見，是由蘇聯傑出的科學家勒柏辛斯卡婭、巴甫洛夫和米邱林所奠定的。他們揭發了微耳和、惠司曼、摩爾根等錯誤的科學觀點，使生物科走向了正確的道路。

細胞的發現和發展——細胞的發現是早在 1665 年霍克 Hooke 用了擴大鏡在軟木片上看到有很多微小的空室，他就稱它爲室(Cell)，現在譯成細胞。這一個現象在植物的別的部份或動物體上，是否有它的存在，當時並沒有知道。以後很多學者從事研究，先後發現了細胞核、漿汁等的存在，於是對細胞的認識略有了些眉目。在 1838 年植物學家史萊登(Schleiden)和動物學家司旺(Schwann)在共同觀察下，發現了動物和植物的細胞是一致的，才確定了一切生物的組織是由細胞組成的，而成立了細胞學說。後在 1846 年潘應(Payen)把細胞內的黏性漿質，統稱爲原生質，也就是細胞質。就在這一個時期又發現了細胞分裂現象，於是微耳和(Virchow)認爲細胞只能從細胞形成，又認爲有機體的一切活動，都是由細胞決定的，好像有機體是細胞的集合體，因此有細胞是「生命的基礎」和「生命的單位」的錯誤說法。而且他又斷定一切病理變化都是由細胞的病變所引起；這樣就把科學的細胞學拉進了唯心的偽科學的道路上去，阻礙了生物科學、病理

學和醫學的發展。

自從 1933 年歐·潘·勒柏辛斯卡婭第一次提出細胞可以從卵黃球演變成細胞後，為生物科學開闢了正確的光明大道，差不多經過快二十年的時間，與唯心的微耳和學派展開了激烈的鬥爭。並不斷以各種各樣的事實來證明在自然界中細胞是可以從無生命的複合有機物，經過生活物質階段，演變成細胞的；而細胞分裂，不過細胞產生方式的一種而已。這一偉大的發現，使生物學端正了發展的前途。不僅使細胞學前進了一大步，也給組織學、胚胎學、病理學和其他有關科學開

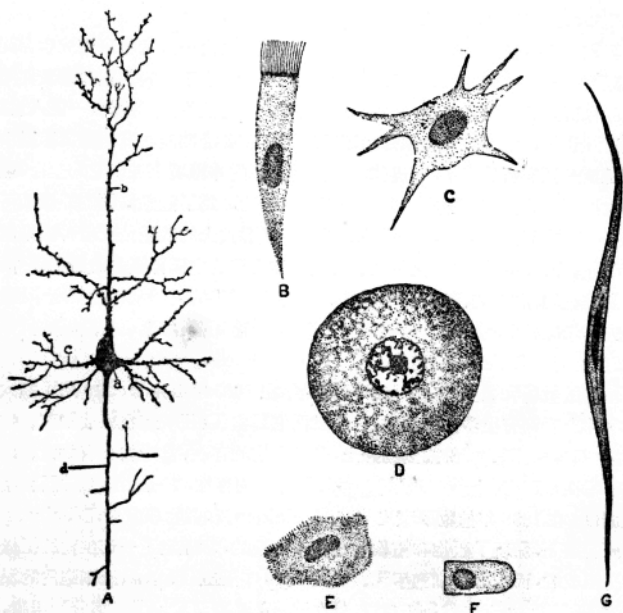


圖 1. 各種細胞的形態

- A. 神經細胞； B. 纖毛上皮； C. 組織細胞； D. 人的卵；
E. 人的表皮； F. 柱狀上皮； G. 平滑肌。

開了道路。

勒柏辛斯卡婭說道：「**微爾和**細胞只能從細胞產生」的理論，是反動並且有害的；因為他否定了辯證唯物主義和斯大林同志教導我們的發展的一般規律……從簡單到複雜，由低級到高級的向前推進的運動。她這一個創見更證實了恩格斯的有名的預言：「**無細胞生物是從那種以各種形式伸出或縮回偽足的簡單的蛋白質小塊——無核原生生物——起源的**」。所以我們應當明確這一個新的真正科學觀點，新細胞不僅可以從細胞分裂方式產生，而也能够從非細胞形態的生活物質演發而成的。

細胞的大小和形態——細胞一般是很小的，除了用顯微鏡觀察外，肉眼是看不見的，最小的像細菌僅有1微米，紅血球8微米，而最大的卵細胞，有的就可以肉眼看到，尤其是鳥類的更大，所以細胞的大小相差很大。至於它們的形狀，也極不一致，一個單獨的細胞是圓形的，卵細胞就是最好的例子。如果許多細胞結合在一起，由於功能上的不同，形態也就隨着改變，例如上皮細胞有的成方形、有的成柱形，而肌肉細胞為長筒形或梭形。骨細胞或神經膠細胞（*Neuroglia*）是有許多細胞突體的，而神經細胞的突體則更長，形成了神經纖維，又如巨噬細胞（*Macrophage*）則有變形現象（圖1）。從這些例子，我們就可知道，細胞的形狀是很繁複的，可是正因為它們的形狀不一，我們就應把它們分門別類來研究，如四種組織就是由形態結構上來區別的。

細胞的構造——細胞的基本物質是原生質，由原生質的分化細胞才有了各種機構，在細胞外緣有一層薄膜叫細胞膜（*Cell membrane*）也叫質膜（*Plasma membrane*）。在細胞膜之外，植物細胞有一層細胞壁（*Cell wall*）。前者為細胞質（*Cytoplasm*）分化而成，後者則為分泌的產物。細胞膜之內是細胞質，靠近外面的稱外質（*Ectoplasm*），中間的稱內質（*Endoplasm*）。但在內質中，尚有分化成的各種形成體（*Organoid*），各種形成體並不是每個細胞全有的。這要看細胞在有機體複雜體系中所處的地方和相互關係來決定的。如：

（1）**中心球（Centrosphere）**——這是對於細胞分裂有關的物質，其中有二個中心體（*Centrosome*）。當細胞分裂時，它放出星射線，移到兩極吸引染色體，所以有人稱它是細胞分裂的動力中心（*Dynamic center*）。但中心球並不普遍存在的，尤其在高等植物中是沒有的。

（2）**色粒（Plastid）**——色粒存在於植物細胞中，數量極多，它的功能對營養很有關係。

（3）**空胞（Vacuole）**——在植物細胞中很易見到，在動物細胞有時也可看

見，但在原生動物 (Protozoa) 總是存在的。空胞對於呼吸和排洩都有相當關係。

(4) 粒線體 (Mitochondria)——它是一般細胞所具有的，因為它的形狀有

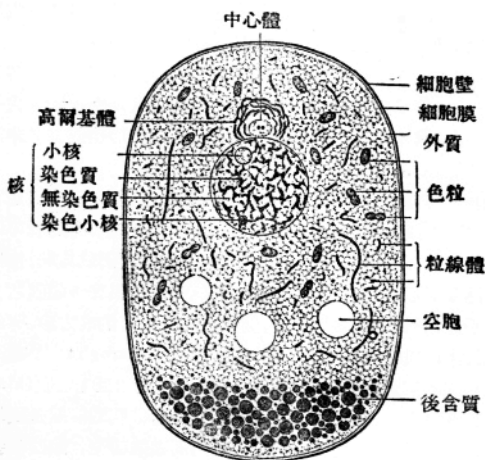


圖 2. 模式細胞

細胞質為顆粒網形，含有不同的顆粒和纖維絲等。

細胞活動的產物；像澱粉粒類，或者為外界侵入的分子，如沙及食物等。至於像卵細胞內的卵黃球和腺細胞內分泌粒，在以前也當做後含質的，自先進的蘇聯科學發現了是賦有生活機能後，我們應當明確的認識它們是細胞的生活有機體的一部份(圖 2)。

大概在細胞質的中央，總有一個較大的圓球似的物質，此即細胞核，它外面也有一層薄膜稱核膜 (Nuclear membrane)，核膜內有核液，固定 (Fixation) 後，成纖維網 (Linnin network)，分裂時成梭形線 (Spindle)，除了核液外，還有一個或兩個圓形體叫小核 (Nucleolus)，這三種物質統稱為無染色物 (Achromatic matter)，這是因為在製片染色中鹼性染料 (Basic dye) 是染不上的。在細胞核內，還有一種極易染上鹼性染料的稱染色物 (Chromatic matter)，它在細胞核中平時成網狀，叫染色網 (Chromatic network)，在網上有染色質 (Chromatin)，到了細胞分裂時，則成為染色體 (Chromosome)。

的成顆粒形。有的成線桿形，故稱粒線體，它對細胞有何機能，尚未完全確定，大概對於分泌方面很有關係。

(5) 高爾基體 (Golgi material)——它是動物細胞具有的機構，形態不一，通常為網形，環繞在中心球附近。論其功能，曾有人認做細胞的分泌器官，但還沒有具體的決定。

後含質並不一定是形成體，僅是

第二節 原生質

原生質是生命的物質基礎，也就是細胞所以形成的基本物質。它在細胞內是一種無色透明的膠狀物，故也稱明質（Hyaloplasm）。它的性質富有彈性和黏性，但在不同的細胞或生物中，其彈性及黏性的程度頗有上下。在顯微鏡下觀察它有很多的顆粒，大小不一，大的稱大體（Macrosome），小的稱微體（Microsome），細微的纖維，有反光性的油球和泡沫等現象（圖3）。爲了這點，關於原生質的構

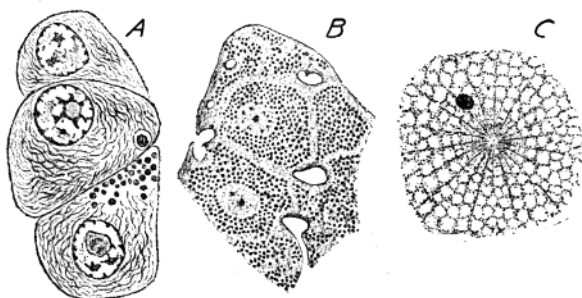


圖 3. 原生質固定後的形態

A. 纖維狀(肌細胞)， B. 顆粒狀(肝細胞)， C. 泡沫狀(卵細胞質)。

造，舊的說法會有顆狀學說(Granular theory)，纖維學說(Fibrillar theory)，泡狀學說(Alveolar theory)和網狀學說(Reticular theory)等的假定和爭論。後來活體觀察及活體染色(Vital stain)成功，始知原生質構造，並不限於一種，而這四種現象，有時可以同時看到，有時則並不全具，而且即在同一細胞，因時間不同或生理不同也往往有差異。但一般的講，微小的顆粒多少總是有的，且這些顆粒體，除去神經細胞外，每多搖搖不定即所謂波浪氏運動(Brownian movement)。波浪氏運動並不是原生質所獨有，凡在膠狀物體或膠質(Colloid)中都有這種現象，不過原生質是水膠質在物理性方面和一般膠質相似，如表面張力(Surface tension)，黏性，半滲透性(Semipermeability)及不易導電等無不與膠質相同。但原生質中液質(Sol)之外的膠粒(Gel)是液體或固體，是很難想像的。無論液質或膠粒，主要物質是蛋白質，這種蛋白質化合物又可以由液質成爲膠粒，膠粒回到液

質。至於蛋白質在原生質內怎樣構造，可以說完全不瞭解的，有人認為原生質的蛋白質是一種纖維性蛋白質，是他長鏈形的蛋白質質點來決定蛋白質的性質，因此這種長鏈纖維性蛋白質叫做質絲 (Plasmotin)。質絲從原生質抽出後，可以完全溶解成液質，富有粘性，細胞經質絲取出後，另有不能溶解的質體，如用高鹼則又可以溶解，這是一種複合的物體，叫做質體 (Ellipsin)。質體是含有一部質絲的，它可以形成質膜和細胞間質的。

原生質究為何種物質，已知為炭水化合物、蛋白質 (Protein)、脂肪 (Fat)、無機鹽 (Salt) 及水等的綜合物，現據克塞兒 (Kiesel) 分析乾的黏菌 (Myxomycete) 則知為：

蛋白質 (Protein)	29.07%	蛋黃素 (Lecithin)	4.67%
油 (Oil)	17.85%	膽固醇 (Cholesterol)	0.58%
澱粉 (Glycogen)	15.24%	氮抽出物 (N. extractives)	12.00%
可溶性還原炭水化合物 (Reducing soluble carbohydrate)	2.74%		
非溶性還原炭水化合物 (Non-reducing soluble carbohydrate)	5.32%		
多糖體類 (Polysaccharides)	1.78%		
核酸 (Nucleic acid)	3.68%		
卵黃蛋白質 (Lecithoprotein)	1.20%		
其他	5.67%		

這許多不同的化合物，究以如何法則來構成原生質並使其有生命的現象，在死細胞分析中是不可知的。但生物化學在不斷地進步，到現在至少可知道原生質是一種核蛋白質 (Nucleoprotein)。核蛋白質是含有不同的炭水化合物的蛋白質的，也就是說它是一種複合蛋白質 (Conjugated protein)。有了核蛋白質，原生質才能繼續不斷地進行代謝作用，我們習知的除了核蛋白質外，還有卵磷脂 (Lecithin)、腦磷脂 (Cephalin)、神經磷脂 (Sphinganglin) 等一類的磷脂化合物 (Phosphatides 或 Phosphonized fats)，這許多物質在原生質內分佈極廣，但在顯微鏡下或微體化學中是看不見的。它可能形成薄膜或可以見的顆粒，也能懸掛在他周圍的水內。如果用鹽類，可以有沉澱，但極難抽出這種有機溶質。這些物質在乳粒體情況下還有一種特性，是非常穩定的。此外原生質內的磷脂類 (Phospholipin) 原是看不見的，到現在才可能顯出。至於澱粉在原生質中也常有的，少量的金屬如鉀、鎂和鈣也是存在的，這許多物質共同組成了原生質是一個事實，但是這些物質怎樣互相結合，還沒有得到解決，我們所知道的只是決不像舊的說法那麼簡單。

第三節 細胞膜

前節說原生質存在於細胞中間，實則細胞即為一滴原生質所分化後的有機體。細胞質是比較沒有分化的一部，故與原生質最為相近，其物理性也近似。因此細胞質外圍因有表面張力，膠粒較多，比較濃厚，成為外質。中間比較稀薄則為內質，而內質和外質之間，却並無明晰的界限，大概愈靠邊緣，愈為濃厚。於是在最外一層形成薄膜（Film）就是細胞膜。細胞膜和外質也同樣的沒有清晰的界線，並且細胞質又是親液懸膠體，所以這二者之間可以互為轉換，但無論怎樣，細胞膜終是存在的。因為細胞膜就是細胞質的一部，所以也稱做質膜。

細胞膜雖然和外質可以互相轉變，但它也自有其特質。如彈性和張力較細胞質為強，而其半滲透性轉為賦有選擇性的滲透尤為重要。至於它究竟如何組成，則有很多不同的解釋，渥弗東（Overton）認為主要物質是似脂質（Lipides）；而潑弗復（Pfeffer）認為是蛋白質，格得納（Gortner）則認為是蛋白質的膠粒。不過細胞膜雖屬極薄一層的物質，當無這樣的簡單。故如克魯氏（Clowes）（1916）覺得細胞膜形成是一種鹽類的相互平衡（Balanced antagonistic salt），而格雷（Gray）認為細胞活動的動力系統（Dynamic system）的產物，這樣看來，細胞膜又和細胞質無大分別了。但據達氏和哈氏（Danielli and Harvey）則說：細胞膜是一層小質點的似脂層，和蛋白質層黏在一起組成的，他們並指出似脂層是一種極羣（Polar group）雙質點，處在脂水交錯象中（Lipid-aqueous interface）（圖4）；而蛋白質層是一種多勝性鏈（Polypeptide chain）也在脂水交錯象中和似脂質成垂直排列。紅血球的質膜在血分解後因為沒有了細胞質，是比較可靠的材料。據紫氏等（Dziemian & Parpart）說集在細胞膜表面的是卵磷脂和腦磷脂一類的似脂體。曲氏（Jorpes）則說細胞內部的物質是基勝（Stramatin）屬於酸性蛋白質（Acidic protein）。用極光顯微鏡（Polarization microscope）歇氏等（Schmitt, Beer & Ponder）指出紅血球細胞膜是帶有負極的似脂物橫在放射性軸的纖維蛋白質上的。但在

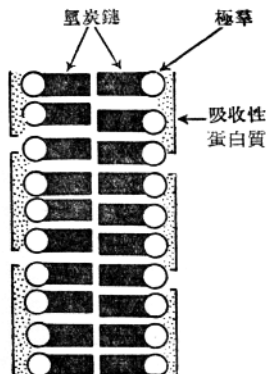


圖 4. 質膜的質點構造圖解

原子顯微鏡中則似脂體和蛋白質却並沒有排列成層的，細胞膜只有格子似的蛋白質，格子內有似脂體孔，而這個孔是有滲透作用的。

細胞壁——在細胞膜外，又有一層物質圍繞着的叫做細胞壁，通常這個名詞往往和細胞膜相混，但它們之間是有區別的。細胞膜是細胞質的一部分，而細胞壁却由細胞分泌而成，因此前者是有生命的物質，而後者却僅是一種有機物質，不屬於細胞之內的身體。

說起細胞壁，好像是植物細胞所獨具，實則在動物細胞上也未始不可找到，如上皮細胞外面，有時有角質 (Cuticle) 就是一個例子，其不同點是沒有植物細胞的普遍和完整。所以談到細胞壁最好的對象還是植物細胞，雖然細胞壁的構造並不盡同，但大體上，則相差無幾。細胞壁的化學組成是多醣體類一類的纖維素 (Cellulose)、半纖維素 (Hemi-cellulose) 和蛋白質屬的果膠 (Pectine)，由這些不同的化學物質共同排列成層，成為細胞壁。其排列次序是這樣的：當細胞分裂快完成時，在兩個新細胞之間就有一層物質存在着叫中間質 (Intercellular substance) 或中層 (Middle lamella) 也稱初級層 (Primary layer)，所含的物質大多是果膠化合物；此後兩個細胞之間繼續存貯或堆積木材質和木材纖維 (Lignin)，於是造成了第二及第三層 (Secondary & Tertiary layer)。不過第二層之形成，約在細胞分裂之後，而第三層則並非任何細胞都有，如在裸子植物 (Gymnosperm) 的假導管 (Tracheid) 和被子植物 (Angiosperm) 的導管 (Vessel)，才有細弱的螺旋形或環狀形的第三層物加在第二層的外面。無論細胞壁有二層或三層的組成環繞在細胞的四周，可是細胞與細胞之間，並不完全隔絕，因為細胞壁上是有小孔 (Pit) 的。再如果這些暴露在外面的細胞如表皮細胞 (Epidermis) 之類，在細胞壁外還蓋着一層明角質 (Chitin)。

這些成層的細胞壁，究竟有何特殊構造或如何形成，在顯微鏡下是不能看清楚的，你若看到了下面的學說，你就可知道這是超顯微鏡 (Ultramicroscope) 的構造和一種假定。馮漢 (Von Mohl) 在 1853 年首先認為細胞壁的構成由於物質的堆集，而且成層的堆集這一個解釋稱為堆積學說 (Apposition theory)，這個假定會得到不少人的贊同。但奈格拉 (Nägeli) 1858 年更進一步創立了間歇學說 (Interausception theory) 他在研究澱粉和細胞壁時，覺得這些儲積物由於原子的複雜的組織，形成微粒小體 (Micellae) 四周繞有小膜，所以壁的增厚在於新的微粒小體一個個間隔着的產生。但史屈司荷格 (Strasburger) 1892 年雖承認細胞壁是固體和液體共同組成的，可是仍認為是一種堆積，沒有複雜的構造，不過是線狀排列的原子，由化學親和力造成網狀的物質。最後史邦寧 (Stern) (1913)

1922 年用 X 光的分析，發現了無水葡萄糖的遺留四周繞有木材質的連鎖，成為晶狀構造，才造成了膠質微粒小體 (Colloid micellae)，這種微粒小體長度為 0.06—0.1 微米，厚度僅 0.002—0.005 微米，但史邦塞雷的微粒小體是否同於奈格拉的假定，當然是另一個問題了。

第四節 色 粒

色粒是一種細胞質的形成體，是一般植物細胞所具有的，除非在無色植物如菌類 (Fungi) 則沒有色粒的存在。色粒大多是圓形或長圓形，在藻類 (Algae) 中也常見有長形和多角形的色粒。色粒的大小，很不一致，據莫皮氏 (Möbius) 1920 年在 215 種植物中觀察的結果，一般長度直徑約為 4—8 微米。色粒在每個細胞內的數量也不很一律，在藻類中只有一個或兩個，而在高等植物細胞則為數甚多，一般地說，植物愈高等，色粒的數量也較多。色粒在細胞中，通常靠近細胞核，但也常受外界影響而改變其位置的，如柵狀組織 (Palisade)，它的葉綠色粒在微弱的陽光下，常羣集在葉面的一端，如光線太強時，則就回到細胞的兩側了。

色粒的種類——通常以色素來區別。但這種分類有時不大準確，如兩個不同的色粒，因了色彩相似，就列入一類，或者具有相同的色素却又有不同的功能。不過根據了色素和功能來分類，却又有許多有趣味的例子，如高等植物和綠藻 (Green algae) 產生澱粉，黃綠藻 (Yellow-green algae) 和矽藻 (Diatom) 則能造出油類，褐藻 (Brown algae) 造出五碳醣類 (Pentosan)，紅藻 (Red algae) 造成的是福祿立的澱粉 (Floridean starch) 以及藍藻 (Blue algae) 可以造成臍粉 (Glycogen) 等是。

但大體上色粒是分成無色色粒 (Leucoplasts) 和有色色粒 (Chromoplasts) 二種。無色色粒大多存在於生長組織 (Meristematic tissue) 中，富有液體組織，有時有似阿米巴之變形，體積很小，往往用不規則的分裂來增加它的數量。在鴨跖草 (Tradescantia) 的表皮細胞內，可以看到蛋白球在無色色粒中間，有些無色色粒比較大些的稱澱粉色粒 (Amyloplasts) 有貯藏澱粉的機能。

有色色粒是色粒中含有一種或兩種的色澤，所以也稱色素 (Chromatophores)。不過色素兩字現在大多用之於動物色素細胞和藻類方面，故通常仍稱有色色粒。有色色粒中最常見和最重要的一種是綠色粒 (Chloroplasts)，普通是圓形、橢圓形或圓錐形，它的大小與在細胞中之含量頗不一致。它的構造是沒有滲透膜 (Osmotic membrane) 的，而具有網狀似的基質 (Stroma)。在基質之間有葉綠素