

机能組織学綱要

G. H. 波綸著



高等教育出版社

机能組織学綱要

G. H. 波 綸 著
李 維 恩 譯

高等教育出版社

本書是根據英國 J. & A. Churchill Ltd. 出版的波綸 (G. H. Bourne) 所著“機能組織學綱要”(An Introduction to Functional Histology) 1953 年版譯出的。

本書綜合了組織化學、放射性同位素和電子顯微鏡技術，從機能觀點講述組織學。並介紹了不少比較新的有關技術操作的材料。關於機能組織學的著作目前還不多。本書中所講的技術部分，多是比較現代的方法，特別是關於酶的部分。這可以說是本書的優點。

但書中關於細胞理論談得不多，有關細胞的章節主要是談細胞的構造，因為作者是承認微耳和學說的，他的論點自然會有錯誤，這一點值得我們注意。

本書可供綜合大學和高等師範學校生物系師生和組織學、病理學科學工作者參考。

機能組織學綱要

G. H. 波綸 著

李維恩 譯

高等教育出版社出版 北京宣武門內大街 7 號

(北京市書刊出版業營業許可證出字第 054 號)

京華印書局印刷 新華書店發行

統一書號 16010·164 開本 850×1168 1/32 印張 6 1/16

字數 154,000 印數 0001—4,000 定價 (8) 5 0.95

1959 年 6 月第 1 版 1959 年 5 月北京第 1 次印刷

原 序

这本书的目的不仅是从结构观点，而且是从机能观点来叙述组织学，当然把结构与机能完全分开是不可能的，而且也是不恰当的。这本书是为补充现有的教科书而编写的，因此它本身不够完全，例如本书的技术部分仅包括比较现代的方法，特别是那些与处理酶有关的方法。

由于现有知识还不够全面，从机能观点谈问题，以及对组织的研究结果作出解释，还是有困难的。有些器官和组织在组织化学方面曾经广泛地被研究过，有的则未经研究。曾经研究过内分泌和维生素缺乏对某些器官的影响，但对另外一些器官的影响则没有研究过。同样，利用电子显微技术和其他技术研究组织与器官的结构和机能，还没有完全开展。因此，这本书的资料显然不够全面，但是我希望从这个新的观点出发来谈问题，会引起读者的兴趣。

这本书对于医学院和理学院的学生，以及在某种程度上对病理学工作者和大多数学习生物科学的学生都有用处。特别是这本书的技术细节，对组织学和病理学技术人员会引起很大的兴趣。

G. H. 波倫 1953 年

目 录

原序	v
第一章 細胞	1
細胞質的基質	2
細胞膜	5
綫粒体	6
高尔基氏器	8
細胞核	10
染色体	11
显微镜檢术	14
第二章 組織	15
上皮	15
結締組織	21
結締組織器官	29
胚样結締組織	32
軟骨	32
骨	35
肌組織	44
血液	52
骨髓	65
淋巴組織和淋巴样組織	65
神經組織	69
第三章 器官	83
消化管	83
舌	83
牙	84
唾液腺	86
食管、胃和小腸	88
胰	98
肝	99
腎	107
輸尿管	115
雄性生殖器官	116

雌性生殖器官	124
內分泌腺	135
呼吸系統	148
專門感覺器官	154
第四章 技術	163

第一章 細胞

“細胞”这个名詞，在 1665 年植物学家虎克首次用于他所观察的构成植物組織的小室。后来这个结构單位也应用于动物組織。在 1838 年，史萊登和雪旺提出“細胞学說”，在 1839 年，他們肯定了动物和植物組織的細胞性質。

細胞的研究称为“細胞学”。数十年來，注意力主要集中于闡明細胞的结构，也就是說，集中于細胞形态方面。还在 19 世紀就作出某些实验，以探索細胞的化学性質及其組成成分。直到化学發展后，后来有机化学和生物化学也發达起来，这样的探索才成为可能。甚至現在，仍必須仔細理解用組織化学和細胞化学方法所获得的結果；不仅應該从化学性質的观点研究，而且也必須研究物質在細胞內的正确定位。近年来，相差显微鏡和电子显微鏡的發現，扩大对細胞新形态的观察，几乎可以观察到分子。

近 20 年来，器官和組織被看成几乎是在靜止状态的，好象是解剖室內的一套骨骼那样沒有变动似的。但是，現在由于利用放射性同位素所获得的知識，知道身体处于不断的运动状态。结构是恒定的，但结构的組成成分不断往来，甚至骨骼的鈣和磷也經常在流动，同时被新鮮矿質所代替。这种物質交換的速度可由于內外环境因素改变而变化。执行机能的器官和組織，經常被內分泌腺的激素所影响。在某些器官中，例如雌性生殖器官，结构的周期性变化是与內分泌的盛旺和衰退相協調的。食物中的維生素、矿質和其他营养，对正常结构和正常交換是必需的。內分泌的正常作用有賴于正常食物的吸取，因而在这种情况下造成生理的“調和”，使身体的器官和組織得以協調地动作。

我們再也不認為細胞是一个染紅色的胞体而具有藍色的胞核

了，我們所理解的細胞是一個搏動的生活的物體，它的胞膜能選擇或拋棄出入於細胞中的化學物質，它的長蛋白質鏈形成可塑性的支

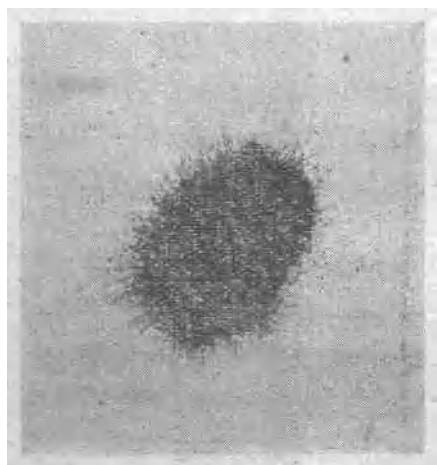


圖 1. 組織塊放在溫箱的無毒培養基中，細胞成分向外遷移變為游離生活的細胞。這就是組織培養。這個圖顯示細胞從外植組織塊向外遷移。

架，在支架上細胞的酶系統進行活動，並在其中積累儲藏物質與分泌物質，其中浮懸着細胞器。我們想到出入於核膜、染色體和基因中的核酸。從這樣的觀點看細胞，組織和器官的靜止概念已成過去了。必須考慮到每種組織和器官與時間的關係。例如，月經前的子宮或受孕的子宮不同於月經後的子宮或月經間期的子宮，正

是因為對組織有這樣的看

法才把這本小書稱為“機能組織學綱要”。
有名的細胞學家威爾孫(E. B. Wilson)在他的 1896 年首次發表的細胞學巨著中，把細胞公式化地描述為長的或圓的物體，具有明顯的胞膜並含有不活動的物質(分泌物質)和液泡，以及浮懸在顆粒狀細胞質支架中的綫粒體。胞核含有嗜酸性染色質或核絲，其中有成串的嗜鹼性染色質顆粒，在核絲上固着一個眞核仁。在胞核的一端有中心體，被高爾基體所包圍。在 19 世紀末葉前細胞形態學家所描述的一般情況並沒有任何更改，而關於細胞各部的化學性質和結構的知識，現在已經大大增加了。

細胞質的基質 最早描述主要構成細胞的基質是一種含有許多顆粒並有複雜膠體系統許多特性的透明粘滯液體化合物。布其利(Bütschli)於 1878 年提出一個學說，認為原生質具有與乳狀液

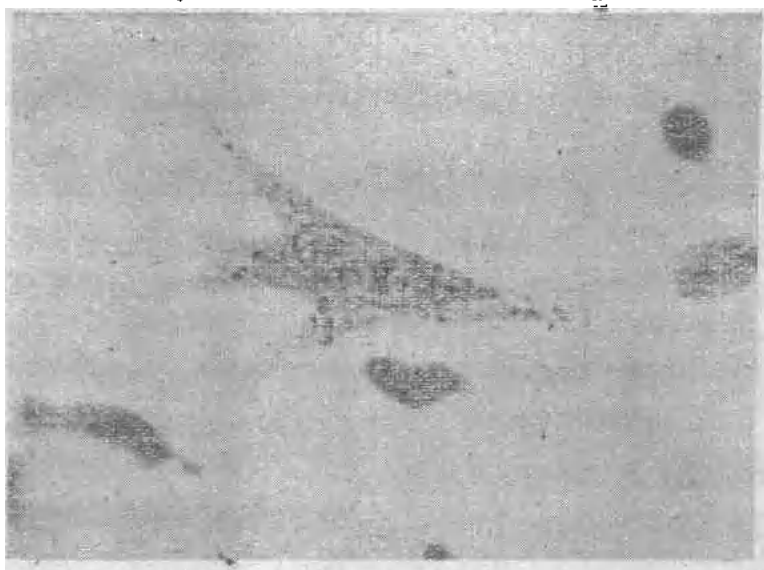


圖 2. 一个組織培养的細胞。高倍鏡放大注意卵圓核中的染色質核仁。球狀的粒綫体(胞質中的黑点)和伪足。

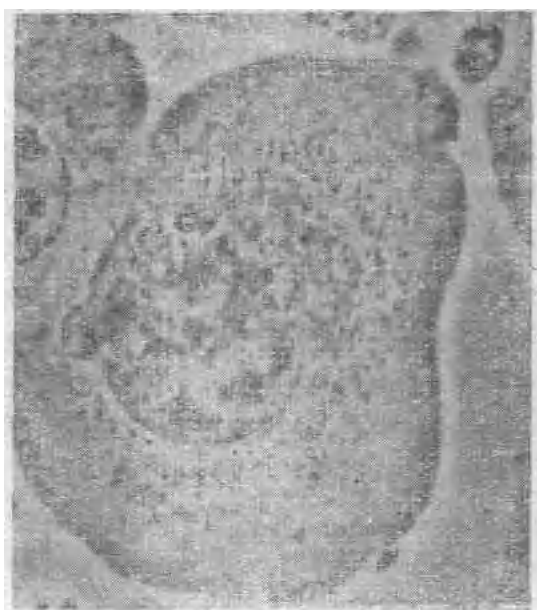


圖 3. 迅速生長鼠肉瘤的活的惡性細胞的相差显微照相。注意胞質中的杆狀綫粒体。

相似的泡沫狀結構。這叫作泡狀學說。對於細胞質結構持有不同見解的科學家有李狄、夫拉明、卡內和布維利(Leydig, Flemming, Carnoy, Boveri)。他們的學說稱為絲狀學說，它闡明原生質是由許多細絲所組成。這些細絲在同質的基質中或形成一個網，或分別貫穿其中。當然，絲狀學說主要是根據顯微鏡下觀察到的固定和染色的細胞形態而作出的。由於固定劑能夠把細胞的蛋白質沉淀下來，很明顯，沉淀的形狀僅間接反映生活原生質的結構。在1899年，哈地和非斯爾(Hardy, Fischer)發表文章，曾強調這個事實。此外還有許多科學家認為原生質是由許多顆粒構成的。

自從對原生質結構發生這些爭論之後，利用物理方法研究溶膠與凝膠的結構，利用紫外顯微鏡、偏光顯微鏡、相差顯微鏡、電子顯微鏡和X光分析，以直接探索原生質結構的性質，增加了我們的知識，並使我們對於原生質得到比以前所提出的更為正確的概念。

原生質的基本物質就是蛋白質。從結構的觀點來看，蛋白質的最重要的成分是 α -氨基酸。這些氨基酸的兩端可以互相連接起來（在連接過程中放出一個水分子）。兩個氨基酸可以產生一個二肽。如果多數氨基酸互相連接起來，就產生一個肽鏈或多肽。這些鏈是以有規律的曲折的圖形連接起來。在鏈的角上附有側鏈。側鏈，象多肽的端基一樣，有強烈的化學反應。因此，細胞質團可能是由這些多肽鏈鑲嵌而成，它的驚人的化學不穩定性是由於多肽具有許多化學反應基。在這個分子的基質中有水分子和化學物質，如磷脂（即磷酸酯和脂肪酸酯）和脂肪（即脂肪酸酯），脂肪酸本身，糖原以及其他的化學分子^①。電力幫助這些分子定向。許多分子之間發生化學鏈。不要認為這種分子鑲嵌是靜止的，它不斷在重新定向和變化。原生質具有可逆的溶膠與凝膠結構的特

① 本書沿用生物化學雜誌的習慣，與脂肪有相同溶度的物質的名詞如下：脂類(Lipid)是生物來源的物質，溶于脂肪溶劑，包括脂肪、脂肪酸、固醇、磷脂。磷脂(Phospholipins)是磷酸與脂肪酸的酯，例如，卵磷脂和腦磷脂。

点。溶胶的流动是粘滞的，但太多凝胶不易流动而有象明胶的硬度。某些变形粘菌，如果被接触，立即变为凝胶状态。经过短时间，它们自然转变为溶胶状态而离开。溶胶与凝胶的变化是细胞许多运动的根源，例如，伪足的形成，有丝分裂的纺锤体等。胞质在细胞内的流动可能是由于同样的溶胶与凝胶相互转化过程的作用。

细胞膜 细胞膜或质膜是细胞极其重要的结构，因为它决定什么东西可以进入和离开细胞。细胞膜的厚度因不同细胞而异，但平均约为 $50\text{\AA}$ ($10,000\text{\AA} = 1\mu$)。当然，这个厚度是一般显微镜区别不出来的。细胞膜的研究指出，它是由磷脂性质的分子连续层和吸附在这层内外的蛋白质层所组成的。蛋白质的排列可能是多肽链的镶嵌形式，虽然丹尼利 (Danielli) 认为在某些细胞中可能还有一层球蛋白吸附在细胞膜外第一层的蛋白质上，而在所有细胞中，细胞膜内面的吸附可能有相同的情况。使斯利 (Bensley) 曾经从肝细胞获得一种不溶解的蛋白质，它是在所有可溶解的蛋白质除去之后剩余下来的。这种蛋白质叫做 ellipsin，使斯利相信它是细胞一种重要的结构蛋白质，并相信它的特性说明它可能是质膜或核膜的组成成分。直接靠近细胞膜的内面是一薄层胞质的凝胶区，叫做外质层。这层呈透明状，没有颗粒和线粒体等。这层可以逆转地液化，也就是说，这层可以变为溶胶。事实上，外质层这个溶胶与凝胶的可逆变化是变形活动机制的重要作用。在某些细胞中，外质可以改变，形成刷状缘（例如，肠上皮细胞和肾小管细胞）、鞭毛、纤毛等。

丹尼利曾经指出，某些物质，如氧与二氧化碳，容易穿过细胞。其他物质则不那么容易穿过。甲醇 (CH_3OH) 是易于穿过胞膜的一种物质，因为它仅有一个极基与细胞膜外周围的水分子结合。它的 CH_3 部分易溶于细胞膜内的类脂。另一方面，有着三个极 (OH) 基的甘油通过细胞膜则有困难，因为 OH 基使甘油与细胞膜外的

水分子結合。沒有極基的物質很難通過細胞膜，因為雖然它們可以很容易進入細胞膜，它們難於從細胞膜進入細胞內。少數極基能夠實現這個過程，因為它們與細胞內的水分子結合，這就幫助把細胞膜外的物質拉進細胞內。許多藥品對身體產生生理作用，這是由於它們對細胞膜起作用的緣故。

綫粒體 綫粒體是胞質中小的有形成分，1880 和 1890 年間，被奧特曼(Altmann)所發現。綫粒體起初稱為“原生粒”(bioblast)或“奧特曼顆粒”。這些細胞器游離地在胞質中存在著，它們呈綫狀、杆狀或顆粒狀。在某些細胞中，綫粒體似乎有獨立運動的能力，並且在某些情況下，綫狀的綫粒體可以斷裂為杆狀或顆粒狀，而顆粒狀的可以連接成為杆狀和綫狀的綫粒體。綫粒體對細胞損傷是很敏感的指標。在切除時，僅僅用鑷子夾組織一下，就可以使綫粒體斷裂成顆粒，因此很明顯，在取組織研究這些細胞器時，應該把組織切下，並使沉入固定劑中。後來把組織修剪至適當的大小。麻醉劑也能使綫粒體斷裂，而某些毒物，包括磷在內，能使綫粒體膨脹。在敗血病時，綫粒體斷裂和融合。

利用產生離心力等於吸引力 50 萬倍的超速离心机把細胞旋轉，其中的綫粒體即被拋離出來。這說明綫粒體比周圍的胞質較為濃密。

便斯利與霍爾(Bensley and Hoerr)在 1934 年用离心机從碾碎的肝細胞漿中獲得綫粒體純物。由於細胞被碾碎，只需較小的速度即可把綫粒體分離出來。用這個方法所獲得的綫粒體經過化學分析，發現含有蛋白質 60%、脂肪物質(甘油酯)30%、磷脂 4—5%、膽固醇 2%。後來的分析示出磷脂的數字較高。

除了這些主要成分之外，綫粒體還含有(從綫粒體的直接分析、分離實驗以及組織化學實驗來判斷)一些維生素和酶，例如某些綫粒體中的維生素 A、維生素 C、一些 B 族維生素、含 B 族維生素的酶、麥胱甘肽、蛋白水解酶、呼吸酶、後者包括細胞色素氧化酶

和細胞色素还原酶、琥珀酸脱氢酶以及克瑞卜氏循环 (Krebs Cycle) 其他的酶, 核糖核酸酶、氨基移换酶、脂肪酸氧化酶和辛糖氧化酶。

过去所积累相当数量的細胞学知識, 說明綫粒体不仅具有分解蛋白質、淀粉和脂肪的能力, 而也能合成各种化学物質。早在 1912 年, 金斯伯利 (Kingsbury) 認為綫粒体在細胞呼吸中起着重要的作用。驟然一看, 似乎难以置信这些物体是如此活跃的, 但如果最近研究綫粒体各种酶的定位终于被証实的話, 那么很明显, 这些細胞器具有一切酶来完成各种不同的机能。

我們試作如下的解釋。細胞的主要呼吸燃料就是由葡萄糖聚合而成的糖原。在氧化过程中, 糖原首先分解为內酮酸, 后者本身分解为二碳物質, 这种物質与草酰乙酸濃縮为檸檬酸, 放出一个二氧化碳分子。然后, 檸檬酸轉变为 α -酮戊二酸, 又放出一个二氧化碳分子, 而戊酰酸轉变为琥珀时, 即产生第三个二氧化碳分子。琥珀酸变为延胡索酸, 随即变为苹果酸, 最后又变为草酰乙酸, 后者与較多的二碳物質化合而使循环重复, 放出三个二氧化碳分子并同时产生五对氢原子。这个循环称为“克瑞卜氏三羧酸循环”或“檸檬酸循环”, 这是細胞需氧呼吸机制的一个重要作用。促成这些变化的許多酶, 主要存在于綫粒体中。

这五对氢原子是由酶(也存在于綫粒体中)迁移至細胞色素系(大多也是存在于綫粒体中)所具有的氧原子。因此, 每个克瑞卜氏循环就形成五个水分子和三个二氧化碳分子。

克瑞卜氏循环与細胞色素系不仅为細胞中的葡萄糖和糖原的需氧代謝开辟了途徑, 而也为蛋白質和脂肪的代謝开辟了需氧途徑。从蛋白質轉化为谷氨酸所产生的 α -酮戊二酸被引入这个循环, 即可發动这个机制。促进这个过程的氨基移换酶, 存在于綫粒体中。同样, 氨基酸的其他轉化物可以进入这个循环。草酰乙酸可以从各种脂肪酸轉化而来。便斯利曾經指出綫粒体与脂肪酸氧化

的密切关系。因此，現在已有許多事实証明綫粒体与蛋白質、脂肪和醣的需氧代謝有密切关系。

綫粒体对細胞变化的潛力还不止于此。 α -酮戊二酸和其他氨基酸可以离开这个循环，而被合成为氨基酸，最后被合成为蛋白質。草酰乙酸不是与二碳物質濃縮为檸檬酸，而是可以轉变为脂肪酸和脂肪。因此，綫粒体显然具有合成蛋白質和脂肪所必需的机制，并且也可能合成糖。所以一点也不惊奇，过去細胞学家的研究工作曾經提出綫粒体与各种細胞产物的合成有关。

有趣的是，糖原的分解为丙酮酸和二碳物質似乎是在胞質發生而不在綫粒体。事实上，作者和阿倫 (R. J. Allen) 在 1943 年已指出，从組織化学来看，促成这个过程的阶段之一的“醛縮酶”弥散在胞質，而不是位于綫粒体中。其他工作者后来証实糖酵解作用是在胞質發生。如果二碳物質是在胞質中形成，則这种物質必然进入綫粒体来渡过下一个代謝阶段。它們进入的速度要看綫粒体的面积而定。綫粒体在粒状时其面积最大，在綫状时面积最小。現在知道，呼吸抑制剂，如乙醚和哥罗仿，使綫状的綫粒体解体。我們也知道，綫粒体可以自然地解体，并可連接在一起成为長綫。因此，可以把綫粒体看成是控制細胞呼吸率的关键。

高尔基氏器 高尔基氏器是在 1898 年被意大利神經学家高尔基在猫头鷹和猫的神經細胞內發現的。他發現这个細胞器是靠近細胞核的一个胞質区，用銀盐处理組織时这个胞質区显出一个黑網。这个細胞器也可以用四氧化鐵显出。在这个發現 20 或 30 年之后，許多人研究过这种細胞器，大多的研究是放在高尔基氏器在体内各部分細胞中的詳細描述与分布上。在高尔基的發現 50 年之后，約有 130 位科学家發表有关高尔基氏器的文章共約 2000 篇。在 1902 年何姆格倫 (Holmgren) 發現高尔基氏器是一个細胞內管系，所謂“胞管系”。很可能胞管系是人为的产物。如果胞管系是有在的，則它与高尔基氏器是不相同的。后来巴罗特 (Parat)

發現高尔基氏器是許多中性紅染色的液泡，这个概念使許多学者滿意，但其他学者仍相信嗜銀網狀結構是真实的。

相差显微镜沒有显示在正常生活的細胞中網狀結構的存在。在高尔基氏器的地方出現一个或数个球狀結構，位于細胞核附近。

曾經采用的那些組織化学反应，說明高尔基氏器含有大量磷脂，并可能含有其他脂肪物質。貝克尔(Baker)对高尔基氏器的概念是：它是由具有脂类邊緣的液泡所組成的，液泡的脂类邊緣可能被弥散的脂类所包圍，或可能不被脂类所包圍。

在 1949 年巴拉德和克斐德(Palade and Claude)用相差显微镜观察肝細胞，仅發現在細胞核旁有球狀体，並沒有看到任何網狀結構。后来他們看到在一般高尔基固定剂处理过的肝細胞中，那些液泡构成髓磷脂象，这說明液泡含有大量磷脂^①。这些髓磷脂象吸收各种高尔基染料，并且与一般的高尔基網有相同的形状。如果这是一个事实，即高尔基網仅是髓磷脂象，那末我們对于这些結構的知識有着很大的进步了。

高尔基氏器具有吸收染料和其他物質(包括維生素)的能力。这說明在許多細胞中高尔基氏器可能有保护性質，因为它能将有毒的和其他的物質(外来的或代謝的产物)从胞質排除出去，这些物質可以損害細胞的正常机能。过去 50 年的細胞学研究說明任何細胞将要分泌的时候，分泌的产物經常先出現于高尔基氏器的地区。这样就使人認為这个細胞器是細胞的合成中心。但是到現在为止，還沒有証实这些結構含有合成过程所必需的酶。因此，比較可能的是，合成过程發生在綫粒体的膜內，或在膜的附近，或在

① 髓磷脂象是巴拉德和克斐德所描述的球狀或管狀平滑体。这些平滑体是通过各种试剂作用于含有磷脂的結構所产生的。它們是有組織的結構，因为它們是由有规律排列的磷脂分子以及其他分子組成的。髓磷脂象的壁是由不同数目(通常数目很大)同心圓排列的上述分子双層膜所構成的。双層膜之間有水分子膜。髓磷脂象可能有腔，并表現无限的多形变态。

膜的上面，同时分泌的細粒由綫粒体进入高尔基氏器，在这里分泌的細粒濃縮成为显微鏡下可以看到的小粒。

細胞核 植物学家布郎 (Brown) 于 1835 年發現細胞核。細胞核在高等植物和动物中是經常可以看到的。在活的細胞中，胞核是一个具有高度屈光的球状体(柱状上皮細胞的胞核是卵圓的，复層上皮細胞的胞核是扁平的，白血球的胞核是不規則的)并有核膜包圍着。胞核含有一个或数个大的屈光体，叫作核仁。由于它們的堅硬度，核仁可以被显微解剖針推移，并在某些情况下，用这种針可以把它們从胞核撥离出來。也可以用辨差离心法把它們分离出來。在固定和染色的細胞中，可以看到胞核具有明显的核膜。

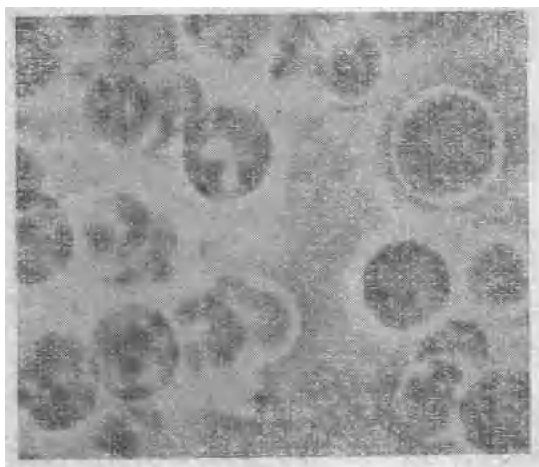


圖 4. 从碾碎并与盐水混合的鼠肝用辨差离心法分离出來的胞核。

核膜包圍几乎同質的基質(核液)，其中有一些綫状物构成核網。附在核網上为一些染色質顆粒。过去的細胞学家認為这个網状支架是由核絲組成的。有的地方染色質物質聚合成为較大的結構，叫作“染色核仁”或假核仁。

此外还有一个真核仁。染色質和假核仁被鹼性染料染色很深。所謂“核絲”支架和真核仁可用酸性染料染色。我們現在知道，胞核显出的核網是由極其伸長的染色体所組成的，“核絲”支架代表染色体的蛋白質部分，而染色質則代表剩餘的核酸。

大多数的細胞只有一个核，但有的肝細胞和一些軟骨細胞可能有两个核。一些大的骨髓細胞(多核細胞)和破骨細胞可能有

12个以上的核。在胎盘中也有多核细胞。在胚细胞中，胞核通常位于细胞的正中央，但在成年的细胞中，核的位置随细胞的功能而变异，例如在胰的腺泡细胞、唾液腺细胞和柱状上皮细胞中，胞核在细胞的一端。

胞核最重要的蛋白质就是组蛋白，但鱼精子的核有一种蛋白质，叫作鱼精蛋白。在大多数胞核中，存在着一种含硫的蛋白质。

胞核的核酸和蛋白质化合形成的核蛋白，并不很稳定。核酸是由核苷酸聚合形成的。核苷酸是个复合分子，含有嘧啶或嘌呤部分、戊糖（脱氧核糖或核糖）和磷酸。核酸是约 2000 核苷酸的聚合。

胞质也有核酸，在核苷酸中与核酸结合的戊糖主要是核糖，而与核内的核苷酸结合的主要是脱氧核糖。因此，胞质的核酸称为核糖核酸，胞核的则被称为脱氧核糖核酸。但是核仁也有核糖核酸，此外还有核糖核酸与染色质结合。由于在有丝分裂之前染色体的核酸大为增加，而胞质的核酸减少，很可能胞质的核苷酸是一些核酸的来源，虽然大家已经知道，将要进入有丝分裂的细胞，活跃地合成脱氧核糖核酸。

在胞核附近有胞质的特殊分化区，叫作“核旁体”，特别是某些动物的未成熟的生殖细胞和卵，更为明显。核旁体包围中心体，后者在有丝分裂中形成纺锤体。核旁体本身常被高尔基氏器包围着。在高等动物所有的细胞中，核旁体和中心体似乎不一定存在。曾经提出过，在某些情况下，中心体能够重新形成。

有时可以看到从中心体放射出许多纤维状的结构，形成所谓星体。曾经这样表演过，用氯化镁来处理海星的未受精卵，可以使它形成具有中心体的星体。

染色体 很久以前，在 1848 年植物学家何夫美司特(Hofmeister)发现了染色体，虽然他没用这个名称来描述它们。此后对染色体曾经做了许多研究工作，用显微解剖针把染色体从细胞分