

普通細胞学

E. D. P. 戴罗伯底斯

W. W. 諾温斯基 著

F. A. 賽 士

科学出版社

E. D. P. DE ROBERTIS, W. W. NOWINSKI, F. A. SAEZ

GENERAL CYTOLOGY

W. B. Saunders Company, 1956

內 容 簡 介

本书共分12章,从现代化学、物理化学和细胞化学的角度,着重叙述了细胞的亚显微结构,细胞生理和细胞遗传方面的最新成就,如原生质结构、质膜构造与透过性,细胞化学,以及辐射因素与化学药物对于遗传物质的作用等。同时也介绍了获得这些成就的最新仪器和最新技术,如电子显微镜、显微光谱光度计、分部离心法,以及超微量分析法等。内容较丰富,可供细胞学、生理学、遗传学、医学,以及一般生物学研究工作和教学工作者参考。

普 通 細 胞 学

E. D. P. 戴罗伯底斯等著

复旦大学遗传学研究室译

*

科学出版社出版 (北京朝阳门大街117号)

北京市书刊出版业营业登记证出字第061号

中国科学院印刷厂印刷 新华书店总经售

*

1961年8月第一版

书号:2366 字数:400,000

1961年8月第一次印刷

开本:787×1092 1/27

(京)0001—5,000

印张:17 21/27 插页:6

定价:2.85元

二 版 序 言

本书初版(1948)中所討論的細胞学的某些領域，近年来进展非常之快，有极大的革新。因此对于它的内容有完全加以修訂的必要。

在第二、第六和第十章中，对于原生质的物理化学、质膜，以及細胞的酶都作了深入的修改，并且新加入一节細胞的代謝。第八和第九章也完全重写，在細胞遗传学方面增加了輻射和化学药剂的作用这二节新内容。

現在第三章大約有一半討論細胞的細胞化学結構。第四和第五章已完全修改，并且新加入质体一节。第七章关于核的細胞化学，曾全部重新写过。在第十一和第十二章中也加入了新的材料，特别是关于超微結構和細胞化学領域中的材料。为了糾正第一版的有些内容太着重在动物細胞方面，因此在好几章內增加了很多关于植物細胞方面的材料。

虽然作了这許多更改，但对上次英文和西班牙文版所原有的布排和目的，却仍然保持着。

作 者

初 版 序 言

本英文版并不仅仅是 1946 年在阿根廷出版的原书的譯本，而是一部全新的修訂本。我們乘此机会使它的內容赶上最新的发展水平，并增加了三十四幅新的插图。对于第二，第四和第六章作了很多修改，在第五，第七，第八，第十一和第十二章中加入了新的材料。然而，西班牙文版的范围、布排以及主要材料仍保持未动。

本书原来是为了用西班牙文来綜合現代細胞学的最重要成就而写的。

近些年来，生物学的这一分支已有了迅速的进展，并且已經成为研究活体在正常和病理状态下的結構和机能的基础。細胞可以看作是生物的生命单位，并且是生命現象的解剖和生理基地。在其形态方面，現代細胞学已經超出了在光学显微镜下可見結構的簡單描述范围，并且借助于新方法的应用，已經开始分析亚显微結構，这种分析是研究組成活质的分子和分子团的結構排列的。在其机能方面，現代細胞学已經超越了对于生理变化的純粹描述时期，并且对于这些变化已經找到了一种解释，即认为与原生质的物理化学过程和代謝过程密切相关。最后，作为一种推論，現代細胞学在細胞核結構的物理化学变化的基础上，已經尝试来解释生活有机体的遗传、性别、变异、突变以及进化等現象了。

本书內容側重在現代細胞学上的形态、生理和遗传等方面。第一章簡略說明活体結構問題和导致細胞学說与原生質理論的簡短历史。第二章叙述了細胞結構和机能的化学及物理化学基础。第三章描述細胞的一般显微結構。第四章介紹原生質的亚显微結構或超微結構。第五章說明了細胞質器的結構、組成和机能。第六章述說了質膜的分子結構和透性現象。第七章陈述細胞核的結構及其化学組成。第八章討論染色体的形态和內部結構及其在細胞

分裂过程中的行为。而第九章则指出了染色体和遗传现象的关系(细胞遗传学)。

在第十章内描述了参加细胞代谢和呼吸的酶系统。在第十一章对于可见的细胞活动现象,以及在第十二章对于细胞的分化、衰老和死亡现象,作了阐述。

促进细胞学进步的最重要的因素之一是新方法的发展,在很多例子中,这些方法是从有关的科学如物理学和生物化学方面得来的。因此,我们简略地叙述了这方面的某些近代技术。这些叙述并没有分别另列章节,而是在叙述细胞学领域中因为运用了这些技术才可能获得结果与进展时,紧密地结合起来一同加以说明的。

由于要想用来解释细胞现象的很多学说还在讨论阶段,因此我们尽可能地避免这些,而仅仅介绍给读者那些已经确定了的事实。然而,我们也得指出,细胞学是经常处于变动之中,并且从形态和动态的观点来看,在我们能够建立一个完整的细胞学说以前,很多概念仍有待于发展,很多事实仍有待于廓清。

本书主要是为学习医学、农学、畜牧兽医学、生物学以及其他自然科学的学生,并且也是为那些由于教学或研究的目的而对于现代细胞学的某些方面要想获得一个一般观念的人们而计划写作的。有了这样的目的,因此我们在每一章的末尾都列了一些书目,其中包含着在各该方面所叙述到的参考文献和最近的论文。

作 者

目 录

第一章 緒論(E. De Robertis 和 W. W. Nowinski)	1
細胞学的历史.....	5
細胞的发现,細胞学說.....	5
原生質理論.....	9
細胞学和遺传.....	10
参考文献.....	11
第二章 細胞的化学和物理化学結構(W. W. Nowinski)	13
一般化学成分.....	13
水.....	14
細胞的有机成分.....	15
蛋白質和氨基酸.....	15
碳水化合物.....	23
粘多醣,粘蛋白与糖蛋白.....	25
核酸.....	26
脂类.....	27
細胞的无机成分.....	32
原生質的物理化学結構.....	35
胶体.....	35
团聚体.....	40
半晶体.....	41
凝胶.....	41
参考文献.....	44
第三章 細胞的形态和細胞化学結構(E. De Robertis)	47
相差显微镜.....	47
組織培养.....	49
活細胞的一般形态学.....	50
質膜与外被.....	50

細胞質	53
細胞核	57
固定細胞的一般形态	58
固定	59
冻干法固定	62
固定細胞的結構	64
細胞的形狀和大小	66
細胞的細胞化学組成	67
蛋白質的細胞化学	70
酶的細胞化学	72
参考文献	75
第四章 細胞的亞显微結構(E. De Robertis)	79
界限和度量	80
研究方法	81
錢狀結構与片狀結構	95
纖維蛋白質	95
基本原生質, 基础物質, 透明質的超微結構	101
亞显微顆粒(微粒体)	102
內質网体	104
結構蛋白質	104
一些細胞結構的超微結構	107
参考文献	110
第五章 細胞質器的形态和机能(E. De Robertis)	115
粒錢体	115
活体观察与超活观察	115
超活染色	116
固定染色	117
形态学(形狀、体积、分布、排列方式和教目)	117
粒錢体的結構和化学成分	119
亞显微結構	125
粒錢体的起源	126
粒錢体的机能	127

質体: 叶綠体.....	131
形态学	131
物理化学性質	132
显微結構	135
叶綠体的化学成分	136
叶綠体的亚显微結構	136
叶綠体的机能	138
高尔基体或高尔基物質.....	138
活体染色与超活染色	140
形态学(形状、体积、分布地位)	141
物理化学性質与化学成分	143
高尔基体的机能	146
中心体.....	149
核外染色質.....	153
参考文献.....	155
第六章 质膜与細胞透过性(W. W. Nowinski)	160
质膜.....	160
质膜的结构: 各种理論	162
紅血球外壳的结构	163
渗透压与质膜.....	167
細胞透过性.....	168
研究方法	169
分子的透过性	169
离子的透过性	171
参考文献.....	174
第七章 間期状态細胞核的结构和細胞化学 (E. De Robertis)	176
細胞核的形态(恆定性、形状、大小、数目、位置)	176
細胞核的结构	178
核仁的结构: 核仁絲	182
細胞核的物理化学性質	184

細胞核的細胞化学	186
生物化学的研究	186
核蛋白	187
細胞核的蛋白質	188
核酸	190
細胞核的核酸含量	192
細胞学研究	195
孚尔根氏核反应	196
显微光谱光度吸收法	197
DNA 含量、染色体和基因	200
酶試驗	203
核仁的細胞化学	204
核酸的細胞质定位和核外染色质的化学成分	205
間期核的机能	211
参考文献	214
第八章 染色体及細胞分裂 (F. A. Saez)	219
染色体的形态	220
着絲点	222
次縊痕	225
端粒	225
随体	226
核仁区	226
染色体的結構	227
巨大染色体	234
多綫染色体	234
灯刷染色体	240
染色体的化学組成和亚显微結構	243
异固縮現象和异染色质	244
細胞分裂	248
有絲分裂	250
間期	250
前期	250

前中期	250
中期	251
后期	251
末期	251
有絲分裂过程分析	251
有絲分裂周期的持續時間	260
染色体的特性	266
参考文献	270
第九章 細胞遺傳学 (F. A. Saez)	271
減数分裂	271
減数分裂过程分析	274
染色体是遺傳的物质基础	287
連鎖与交換	293
交換与交叉	298
多倍性	303
染色体的畸变及其重組机制	312
輻射和化学葯剂的細胞遺傳学效应	322
概述	322
輻射的一般細胞內效应	323
結構上的变化	324
化学葯剂的作用	329
性別决定	332
基因平衡与性別决定	335
基因平衡的扰乱与性別变异的发生	338
雌雄嵌合体	340
参考文献	343
第十章 鵝和細胞的代謝作用 (W.W. Nowinski)	358
研究方法	361
华勃 (Warburg) 氏測压法	362
微量測压法	363
超微量分析法及其在应用上的一些成果	366

酶的定位	368
酶在組織中的分布状况	368
酶在細胞內的分布状况	371
酶和細胞結構	374
細胞的代謝作用	377
氧化作用	377
参考文献	385
第十一章 細胞活动的細胞学和細胞化学現象	
(E. De Robertis)	389
細胞运动	389
細胞质环流	390
变形虫式运动	392
纤毛运动	397
細胞营养中的細胞学和細胞化学变化	405
吞噬作用	405
液泡吞噬作用	408
内含物或副质	408
粘蛋白	411
細胞分泌过程的細胞形态学問題	418
分泌周期	418
分泌顆粒的来源及其意义	425
参考文献	428
第十二章 細胞的分化、衰老和死亡 (E. De Robertis)	431
細胞的分化	431
細胞质的特殊分化	435
肌原纤维	435
神經原纤维物质	441
細胞的衰老和死亡	446
細胞死亡	455
細胞的死后变化	456
参考文献	458
英汉名詞对照表	461

第一章 緒 論

細胞是生物构造中的一个基本形态学单位和基本生理学单位,正象原子是化学构造的单位一样。細胞的結構中除了可用普通的光学显微鏡見到的以外,还有更精細的結構:由分子团以及有机和无机的分子,而更进一步由原子的質子、中子和电子构成,这些組成了細胞的“超微結構”。

假使用机械方法或其它方法把細胞結構破坏,那么細胞机能也同样会被破坏,并且虽然有些生命性质还能保持(例如許多細胞酶的活力),但整个細胞已經不是一个有机結構的单位了。这就是說在这种場合下,活細胞最重要的性质,即自动調节(Roux 所用的詞),已不再存在,在形态学或靜态意义上以及在生理学或动态意义上都已不再存在。

这个事实产生一个問題,是好几世紀以来生物学中的基本問題:生命过程还是純粹机械性的,就是說,可以用机械原理来理解(机械論)(其中“机械”一字是按康德的意义)的呢,还是說生命过程可以認為是由存在于有机体内的一种特殊的力量来調节的呢?按照后面一种看法,結構就只是一种骨架,生命力借此而得以表现(生机論)。幸好在近代生物学研究中,大多認為这問題是科学以外的。要理解并研究生命現象,唯一的可能是用物理学和化学的方法。想用实验方法来証明有一种特殊的动因,例如“隱德来希”¹⁾(Driesch 所用的詞),这种企图全部失敗。

一方面这种企图失敗,另一方面生物机体有許多特性又認為是用物理学和化学解释不通的,这用 von Bertalanffy (1952) 提出

1) 隱德来希 entelechy, 由希腊字 entelecheia 而来,其意义是有一个目的,一个最終原因。Driesch 提出一个假設,說有一种要素,能調节生物的发育,他要用亚里斯多德所用的名詞,而称之为“隱德来希”。

的开放体系理論就都可以理解。研究无机界的科学主要处理关闭体系,在关闭体系中物质不进不出,最后达到热力学的平衡。有机体则不然,是个开放体系,就是说,物质和能量不断进出,但整个体系则处于一种安定状态,就是说,它不改变。

这种安定状态可以解释许多有机现象,这些现象迄今看来很难用机械論和生机論来理解。关闭体系达到一种平衡以后就不需要能量,但是开放体系需要能量不断供应。所以这样一种开放体系只是趋向平衡,而永远不会达到真正平衡。在关闭式的物理体系中,最終状态只决定于最初条件。但在开放体系中,达到怎样的安定状态与最初条件无关,而只决定于这体系的参数(例如反应速率,内流和外流的速率等)。这与生物学现象中所见的类终止状态相应。例如,一个分裂球能发育成一个完整胚胎的事实,并非象 Driesch 所想的那样是“隐德来希”的作用,而是发育机体趋向安定状态的结果,所以在早期胚胎受损以后,经过调节作用和补偿作用,最后产生一个正常的胚胎。开放体系的非常重要的特点之一是可用物理学和数学公式来表示, von Bertalanffy (1951) 曾举出很多的例子。

机械論者的理論与生机論者一样,是由于把形式与机能分开的结果,这是生物学中的古老倾向。这可能一部分是由于亚里斯多德的特出影响,在他的邏輯学中把形式当作一种性质,而机能则不然。今天我们相信形式与机能组成一个不可分割的统一体:活机体。由于这种信念,在生物学中引进了一个新的概念,即有机論或整体論的概念。

有机論的学說基于一个前提:整体不仅是其部分的算术总和。换句话说,把一个复合的构造拆成其组成要素,那是不能确实了解整个构造的机能的。例如,假使把一只表拆散成不同部分,对这些孤立的部分进行观察,不能推断出整个表的机能,更不能知道它的运转是与地球自转有关的。这个例子可以说明,尽管整体有其特殊表现,有机論并不给整体加上什么超自然的东西,首先发展这些思想的心理学家(整体理論, Köhler, Kafka 等)用可以证明的事

实來說明了这一点。

整体論原則也可应用于无机界,正象在生物界中一样。例如,肝糖的性質与組成肝糖的葡萄糖分子的性質很不同;氯化鈉与它两个組成离子的特点不同。

前一世紀是大綜合的时期;現在則相反,是科学的分析时期。我們分析生物学过程,就是說,把生物学过程拆成各要素,然后为要得到整体概念,我們必須在头脑中进行积分和綜合。

整体論原則可应用于整个机体,也能以一种很特殊的方式应用于說明細胞机能。可以把細胞看作一个完整的机体,常常是很专化的,由許多要素組成,所有这些要素不仅組成細胞单位,而且在整个机体中还有一种特殊的重要性。

古希腊的哲学家和博物学家,特别是亚里斯多德与戴奧弗拉斯德,曾得出結論說“一切动植物,不管多么复杂,都是由少数要素組成的,它們在每种动植物中重复出現。”他們所講的是机体的大体构造,如不同植物所共有的根、叶、花,或在动物界中重复出現的体节或器官。

許多世紀以后,由于发明了放大透鏡,发现在大体构造之下有一显微世界。于是把細胞认为是“生活物質的单位”(H. Spencer)或“生命的基层代表”(Claude Bernard)。单个細胞本身亦可成一完整机体,例如原生动物,或者可分化成組織与器官,如多細胞机体。

显微技术的发展使我們对細胞构造了解得更清楚,不仅了解固定后死細胞的結構,而且也了解在活細胞中所見的結構。另一方面,生物化学証明生活物質的产物,甚至生活物質本身,是由組成无机界的同样一些元素所組成的。生物化学家能从組成細胞的复杂的混合物中分离出各种物質,不仅是基本物質,如蛋白質、脂肪、肝糖、核酸等,而且也能分离出个别的专化物質如激素、維生素、酶。这些物質好多都能用有机化学的方法合成。

随着对細胞成分的知識进展,特别是由于应用現代物理学方法,如偏极光学、X綫衍射、超显微鏡与电子显微鏡,我們对細胞构

造的观念将起一根本性的改变。

在这些发现中,必须要提起病毒。在不久以前,我们对病毒的知識只限于它們在細胞中所造成的病理現象,以及它們能透过滤器,但在最近几年中,已在电子显微镜下看到了病毒。病毒无疑有許多性質与活机体相同,例如自己繁殖現象。它們是含有核酸蛋白質的聚合物。有几种病毒已經提純,甚至制成結晶(Stanley,图1)。

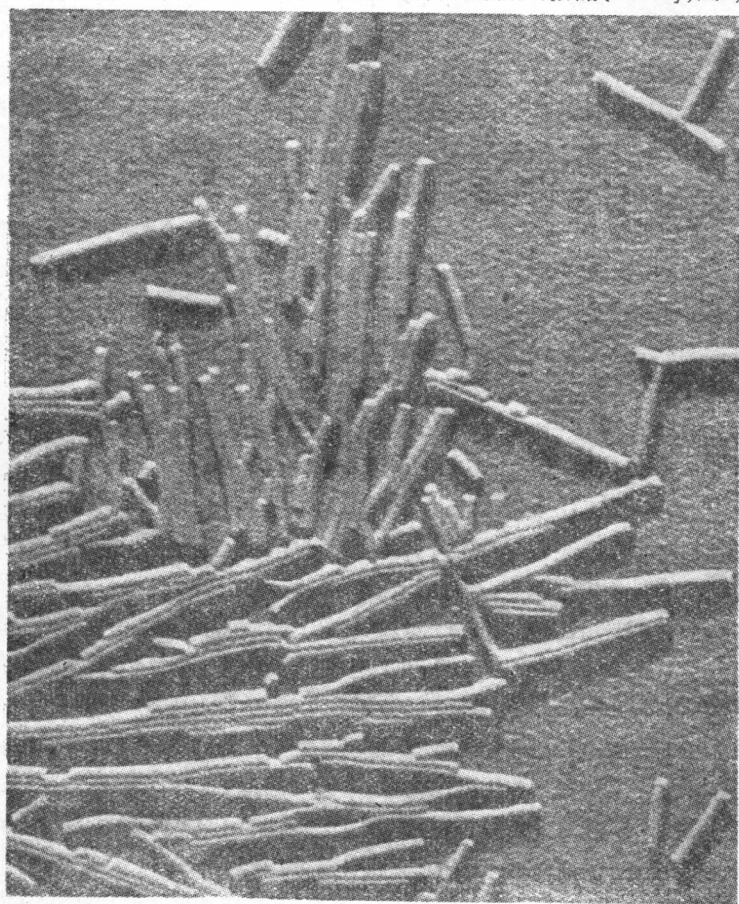


图1 烟草鑲嵌病毒的电子显微摄影。× 65,000。
(R. C. Williams 供給)

从历史观点来讲,很有意思的是 Haeckel 在 1868 年曾假定有一种“同質均匀的蛋白質集团,无結構,不定形”(Monera),是生命最原始的形式。有些研究病毒的人趋向于把病毒作为无机界与有机界間的連鍵(Pirie),认为这是証实 Haeckel 的假設的¹⁾。但是目前大多数研究者把病毒看作是有机体(Burnet, Andrewes)。

我們現在正处在亚显微生物学时代的开端,这就是研究組成原生質体系的分子和分子团的形态、集合方式和空間排列方式。这亚显微世界的发现非常重要,因为这世界中的分子和分子团、酶、激素等,以及各种代謝产物之間,产生着生命現象所特有的全部化学变化和能量轉变。

現代关于生活物質的研究証明在机体中有各种水平的組織,彼此綜合而成机体的生命表現。这个多級組織水平的观念被 Gerard, A. E. Emerson, J. Needham 等人作了令人贊美的发展,使我們可以否定那以組織为生物所专有的意見。Needham 的观点是:組織存在于整个宇宙,大宇宙与小宇宙,有机物与无机物,但是有各种水平的組織,复杂程度不同,“在某一水平上的規律或法則可以(根据整体論原則)在較低的水平上不出現。”現代的物理学家、化学家和生物学家已开始在这些組織水平之間架起桥梁,但这条道路是艰巨的,大多数問題仍有待于将来的研究,数学处理和哲学推測。

細胞学的历史

細胞的发现,細胞学說

有机体的細胞結構的发现与显微镜的发明密切相关。

显微镜的起源与以后的改进,現已不易确切追溯,但这在生物学进展上如此重要的发明,无疑要归功于眼鏡制造工业对光学科学的影响。Euclid(300 B. C.), Ptolemy (127—151 A. D.) 与十一世紀初的 Alhazan 已熟知曲面的

1) Haeckel 认为“Monera”直接由无机物质形成。

某些光学性质，但对这种曲面的放大性能未作实践应用。眼镜发明于意大利，大约在1285年，发明者是Salvino degli Armati。十六世纪时da Vinci与Maurolyco曾强调在研究小物体时应用透镜的优点。当时有荷兰的眼镜制造者Janssen兄弟于1590年发现如何把两片凸透镜在管内合用，而得一个光学仪器，能把微小物体放大，复合显微镜就此发明了。有些历史学家说下列诸人也对这个发明有贡献：Leonard与Thomas Diggs, De La Porta, Mouffit。在1588年出版的“自然戏术”一书中，Porta建立了结晶性透镜的原则。

眼镜制造家改进了短焦距透镜的磨光技术，因而在1674年，Leeuwenhoek (1632—1723) 能制成有足够放大倍数的透镜，可作简单的科学观察。1610年，Galileo (1564—1642) 在铅管中合用几个透镜，构成了第一架显微镜。Descartes 在其“Dioptrique” (1637) 一书中叙述了一种复合显微镜，有两个透镜，一个(接目镜)是平凹的，另一个(接物镜)是双凸的。Roger Bacon曾称道透镜能帮助视觉，但在监禁以后，他的著作到1733年始为人所知，所以可惜他对光学的贡献在显微镜的发展史上未起影响。

Borel, 路易十四宫中医生，是显微镜最初使用者之一。Faber, 在罗马服侍教皇乌朋七世的医生，为这种光学仪器题名“显微镜”。Faber是dei Lincci学院的成员，而Stelluti亦属此学院，他在1625年首先把显微镜应用于解剖学研究。

在十七世纪，Athanasius Kircher首先在疾病研究中系统地使用显微镜，虽然他对观察到的事物理解不正确。他的显微镜象早期模型一样，是在一个管子内部装透镜。此管可以横置，用一个螺旋调节推近观察物；而且在光源与观察物之间还插进一个集光镜。Robert Hooke改进了Kircher的光学仪器。Monconys与Campani (1655) 在接物镜与接目镜之间插入第三片透镜以消除色差。

随着显微镜机械装置的改进，用它来对不同物体所进行的观察工作也在进展。

1665年，Robert Hooke在伦敦皇家学会上提出他“用放大镜观察软木质”的研究结果，这是有关生物显微构造的一切知识的起点。他是一位物理学家和数学家，也是当时最好的机械师和发明家之一，看看这位科学中的天才人物如何描述是很有意思的。

Hooke在他“显微谱志”(Micrographia)一书中写道(第十八项观察。软