

家畜生理学

〔美〕 M. J. 斯文森 主编

科学出版社

家畜生理学

[美] M. J. 斯文森 主编

华北农业大学等 译校

科学出版社

1978

内 容 简 介

本书自1933年由 H. H. Dukes 编著在美国初版以来,一直为欧美等国家高等院校动物生理学方面最通用的教科书,也是世界上很多国家畜牧兽医教学的主要参考书。现译的第八版是1970年出版的,与原作者写的前几版比较,内容变化很大。本版由美、英、瑞典、丹麦等国大学著名学者共42人分别执笔。全书共57章,绪论重点讲细胞内结构和生理学,以后分八大篇:血液循环和心血管系统,呼吸,消化、吸收和代谢,矿物质、骨和关节,水的平衡和排泄,骨骼肌、神经系统、体温调节和特殊感官,内分泌、生殖和泌乳,放射生物学。

本书是动物生理学的大型参考书,可供动物生理专业学生、兽医和高等院校生物系、畜牧兽医系等有关专业师生参考。

Melvin J. Swenson

DUKES' PHYSIOLOGY OF DOMESTIC ANIMALS

Eighth edition, 1970

家 畜 生 理 学

[美] M. J. 斯文森 主编
华北农业大学等 译校

*

科学出版社出版
北京朝阳门内大街137号

中国科学院印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1978年3月第 一 版 开本: 787×1092 1/16
1978年3月第一次印刷 印张: 83 1/2 插页: 3
印数: 0001—8,100 字数: 1,971,000

统一书号: 13031·661
本社书号: 960·13—10

定 价: 13.00 元

译 者 的 话

1933年美国 H. H. Dukes 编著的《家畜生理学》一书问世以来,到 1955 年先后共出七版。美英等国家的高等院校多采用为教科书,也是世界上不少国家动物生理学教学的主要参考书。随着生物科学的发展,畜牧兽医实践的需要,家畜生理学的进展也很迅速。第八版系由美、英、瑞典、丹麦等国大学的 42 位学者分别执笔,在 1970 年出版。为了我国教学、科研、畜牧生产和兽医临床工作者的参考,翻译了这本书。

本书的内容比较丰富,包罗了 1970 年以前的有关文献,增写了若干新的篇章(如放射生物学),涉及生产实际的部分有所增加,对动物生理学某些有进展的新领域(如瘤胃微生物)作了扼要的介绍。通读全书也发现一些缺点:因本书由多人执笔,在内容的取舍、理论的阐述上,繁简不一;文字的表达,也显得庞杂;在业务上和印刷上的错误发现有几十处,在译校过程中作了更正,有的加了译校者注;第五十二章的一张插图有政治性错误,予以删除。

本书的翻译工作,由华北农业大学动物生理生化教研组主持,得到江西共产主义劳动大学、江苏农学院、华南农学院、兽医大学等校的支持,共四十多位教师参加。每章主要译者的姓名和工作单位均附注于各章正文之后,第四十六章承李永禄同志,第五十七章承沈蒂生、邝炎华、郑有因同志帮助校稿。集体的力量使译稿能在较短的时间内完成。另一方面,组织翻译工作的经验不足,全部译稿需要统一审校,又由杨传任、冯淇辉和韩正康整理定稿。译校者虽然作了一定的努力,由于政治水平和业务水平所限,各种错误仍会存在,希望广大读者提出批评和意见,以待再版时改正。

前 言

首先让我以喜悦的心情宣告我的《家畜生理学》第八版已经准备就绪了。它是斯文森教授 (Prof. M. J. Swenson) 为主编并由他组织世界闻名的生理学家和杰出的科学家而成的一个庞大的国际性小组作为本书著者准备出来的。我的著作通过这种方式得到充实和加强,使我感到特别满意。四十二位专家共同执笔写成这样规模的书,本身就说明此书第一版从 1933 年发行以来,生理学这个领域已经进展到什么程度。

第八版的主旨保持固有的传统,正如第一版序言中所叙述的那样:

“本书是根据多年来在动物生理学领域里所取得到的经验编写出来的。它体现我们为兽医学生在生理学课程方面提供一本合适的课本所作出的尝试。我也相信在这个经验的基础上,本书的许多材料对于畜牧学的学生来说将是有用的。此外,我还坦率地说,本书对于兽医实践者愿意了解生理学当前的趋势将是有帮助的。”(多年来在其它生物学和生物医学科学领域里,本书是受到欢迎的。)

“本书每一章后面附有参考文献目录,这些目录指引的文章是以著者的姓名列出的。把著者的姓名包括在本书内的原因是为了参考的便利,而不是为著作的成就而予以优先考虑和承认,虽然这些方面也是重要的。参考文献的重要作用有二,其一是为某些论点和某些资料来源提出根据,其二是为课本所论述的许多问题的有关文献提供线索。后者应鼓励学生在他的学习过程中尽快养成这种习惯,就是说他要越过本书的范围,参阅权威性的专著和评论以及原始著作,从其中找到生理学知识的真实来源。”

我们的认真努力也反映了原有的科学远见,正如1955年第七版序言中所详述的那样:

“由于生理学几乎所有的领域都不断地进行科研活动,又由于前版发行以来时间经历很长,本书有必要来一次广泛的修订。科学的发展与前进使我们有了可能以最大的努力来从事修订工作,这是我愉快地向大家报告的一点。本书的资料由于时间的考验已证明是错误的而需要予以注意的极少。

“本书全部经过慎重审读,并作了许多修改。这包括以前一些题目的重编,以求更加明晰和精确。

“这样一本书的作者显然从许多学者的原著中得到很大的帮助。让我再次对有关书籍、专著和评论的文章所给予的帮助致以热情的感谢。

“修订的结果使本书的内容大为增加。因为有一些地方需要作出合适的扩充,这主要是对读者有益的。

“本书虽然有了许多更改,但编写本书原来的宗旨仍然存在。”

H. H. 杜克斯

依蒂卡,纽约 1970年3月

杨传任译

(华北农业大学)

序 言

自 1933 年以来,杜克斯的书《家畜生理学》曾经是兽医学生和农学生的不可缺少的课本,兽医学和畜牧学的毕业生和研究工作者都广泛地利用它。杜克斯博士保持这本书的现代水平直至第七版,但是数年前他已放弃对本书负有的责任。

这一著作多年来有效地为我们服务,它应该继续存在下去。因此,本编者接受了这个要求来修订这本书,而且很幸运能够召集一个非常有才能的科学家小组来执行这个任务。为了把这个迅速发展领域的知识的现有最新资料包括进去,整个课本必须重新编写和增加新的插图。为了充实各个方面的内容,本书增加了十六章。单独写成一章的有:血液的凝固、血型、瘤胃微生物学、瘤胃的生理病理学、糖类和脂肪代谢的紊乱、骨的生理学、关节和滑液的生理学、行为的生理学、乳腺和泌乳、禽类的生殖、放射性同位素在生理上的应用。有关心血管、消化和神经系统部分作了很大的补充。当然,笔者可以任意利用前版的任何部分,这是大家一致同意的。每章的提纲是为帮助教师给学生分配具体作业准备的。

在学生方面,他应能很快找到阅读的作业。编者在准备本书的过程中,受到许多学者的鼓励和帮助,特此致谢。

M. J. 斯文森

阿姆斯特,埃奥华 1970 年 5 月

杨传任译

(华北农业大学)

目 录

前言	H. H. 杜克斯	v
序言		vi
第一章 绪论: 细胞内的结构和生理学		1

第一篇 血液循环和心血管系统

第二章 血液的生理特性, 细胞成分和化学成分	18
第三章 血液的凝固	56
第四章 血型、免疫遗传学和生化遗传学	72
第五章 心血管系统的基本特性	101
第六章 心脏的电生理学	105
第七章 心脏的血泵作用, 血液动力学和心输出量的调节	124
第八章 心血管音	148
第九章 心脏和血管的调节	158
第十章 微循环与淋巴	182
第十一章 到肺、肝、瘤胃、脑和心的血液循环	200
第十二章 骨骼肌的循环、运动中循环的调节和心脏增大	220
第十三章 循环性休克	231
第十四章 脑循环、血脑屏障及脑脊液	240

第二篇 呼 吸

第十五章 哺乳动物的呼吸	270
第十六章 鸟类呼吸	314

第三篇 消化、吸收和代谢

第十七章 攫食、咀嚼、吞咽和食管	323
第十八章 胃肠运动	334
第十九章 唾液和胃液分泌	345
第二十章 小肠的消化	359
第二十一章 消化的发育和比较方面	375
第二十二章 反刍动物消化	390
第二十三章 瘤胃微生物学	444
第二十四章 反刍动物消化道的生理病理学	473
第二十五章 家禽消化	483
第二十六章 吸收	495
第二十七章 糖类代谢	503

第二十八章	脂类代谢	520
第二十九章	蛋白质代谢	542
第三十章	糖类及脂肪的代谢紊乱	567
第三十一章	能量代谢	589
第三十二章	维生素	604

第四篇 矿物质、骨和关节

第三十三章	矿物质	629
第三十四章	骨	655
第三十五章	关节和滑液	687

第五篇 水的平衡和排泄

第三十六章	水、电解质和酸-碱平衡	702
第三十七章	肾脏	725
第三十八章	皮肤	768

第六篇 骨骼肌、神经系统、体温调节和特殊感官

第三十九章	骨骼肌	783
第四十章	神经系统概况	799
第四十一章	外周神经和接头区的活动	828
第四十二章	脊髓和脑干的机能	863
第四十三章	躯体感受机制	891
第四十四章	运动活动的脑部调节	930
第四十五章	睡眠和觉醒	944
第四十六章	行为的神经生理学基础	977
第四十七章	行为生理学	989
第四十八章	自主神经系统	1016
第四十九章	体温调节与环境生理学	1050
第五十章	眼及视觉	1065
第五十一章	味觉、嗅觉和听觉	1089

第七篇 内分泌、生殖和泌乳

第五十二章	内分泌腺	1114
第五十三章	母畜的繁殖过程	1170
第五十四章	雄性生殖过程	1213
第五十五章	禽类的繁殖	1251
第五十六章	乳腺和泌乳	1266

第八篇 放射生物学

第五十七章	辐射和放射性核素(放射性同位素)在动物生理学中的应用	1291
-------	----------------------------------	------

第一章 绪论：细胞内的结构和生理学

L. Evans Roth

细胞的概念

真核细胞

膜系统

膜的生理学

运动系统：纤丝系统

细胞核

原核细胞

病毒

摘要

细胞是生命的基本单位，一切生活细胞的表现基本相同，因为它们都有一个细胞核以指导复杂的活动，有细胞质以执行这种活动，有细胞膜包围和分隔细胞质。最低级的有机体，如细菌和原生动物，虽是一个微小的细胞，却具有生命所有的机能，即把食物转变为能量、生长和繁殖。比较高级的细胞联合成为专门的组织，使整个有机体显出生命。象人就有亿万万个细胞。但是人所有专门系统的机能，如呼吸与血液循环，仍然是以细胞这一级来实现的。在这一级里，是血液或更具体地说细胞成分，输送氧气和携带废物；同样，有机体的基本代谢过程，包括极其复杂分子的合成，是在这一级完成的。

因此，学生首先必须懂得细胞和细胞怎样活动，然后，才能在生物学上明白一个器官如心脏或肝脏，以至整个有机体，甚至整个种属。

细胞的概念

细胞学说在十八和十九世纪的发展，促进生物学各个方面的研究开花结果。细胞概念的初期发展是围绕德国生理学家 Johannes Müller (1801—1858) 和他的学生的研究为中心进行的。他的学生 Theodor Schwann 于 1830，在他二十九岁时综合初期和当代科学家的研究工作，其中包括 Robert Hooke, Lorenz Oken, Robert Brown 和 M. J. Schleiden 的研究，确切地阐明了细胞学说，并指出细胞是动物和植物组织的基础。Schwann 也是从物理化学水平来考虑生命过程的其中最早的一个。他要求更改生机论 (Vitalism, 认为独立于生命过程之外的一种活的因素能焕发生命) 的观点，使之符合于近代的哲学立场，就是说机体的动作，象机器一样具有相互依存的部分。这正是法国生理学家 Claude Bernard 坚决拥护的观点。Albert von Kölliker 也是 Müller 的学生，他把细胞概念应用于胚胎学和组织学中并研究细胞增殖。后来，另一位德国学者 Walther Flemming 称细胞增殖为“有丝分裂”。在同一时期里，Rudolf Virchow 发展了细胞的概念，把它应用到病理学上来；而 Theodor Boveri 和 Oskar Hertwig 开展有关染色体和受精的基本细胞的研究。美国动物学家 E. B. Wilson 是以研究细胞的遗传机能而闻名的。在他的经典的而现在还适用的著作《细胞的发育和遗传》(1928) 中，他总结了细胞研究的进展。

新概念是建立在新技术的基础上，因此，十九世纪的生物学家是依靠光学的发展。意

大利的 Marcello Malpighi, 荷兰的 Antony van Leeuwenhoek 和 Jan Swammerdam, 英国的 Robert Hooke 等的先锋业绩是发展光显微镜到必要的程度以观察 Schwann 氏概念为根据的结构。1886 年 Ernst Abbe 和 Carl Zeiss 把透镜(消色差物镜)作了很大的改进,使病理学和细胞内结构的精细研究成为可能。Gardner (1960) 和 Hughes (1959) 详述了光学和细胞结构的历史发展。

1925 年以来,技术的发展同样促进科学知识的迅速增长,深刻地改变了细胞的概念。Zernicke 设计的相差显微镜,使活细胞较细的研究成为可能。干扰、偏光、和紫外线显微镜有助于其它非常有益的观察。一些非显微镜方法也是很重要的,例如,X 线衍射法、细胞分离法、微电测量法和在玻璃器内生物化学法等。

研究细胞最有意义的仪器是电子显微镜。它为细微结构和分子结构之间提供重要的联系。在日常应用中,这种仪器的明辨力和细胞保存技术使我们能观察到十埃($10 \text{ \AA}$ 等于 1 毫微米,或 10^{-3} 微米,或 10^{-6} 毫米)以下的东西。因此,可以直接看到小分子集合物和大分子,并且可以对正常的或变化的细胞器和细胞结构作正确的描述和比较。(细胞器是细胞的一部分,具有专门的机能、特殊的化学成分和独特的形态;细胞器对一个细胞说来就象器官对一个动物一样。)由于细胞是这样一种分子相互作用和分子构成的高度精密组成单位,生理学的和分子的精确的研究和了解不仅是现代的需要,而且也是现代的成就。

了解细胞的构成是为了研究器官和机体的生理学的有价值准备。因此,在开始时有必要提出细胞的结构和某些有关生理学现象与某些生物学原理是有帮助的。

真 核 细 胞

复细胞动物或多细胞动物的典型细胞是真核细胞,细胞核大,围以核膜,位于细胞中央(图 1-1N)。细胞核将在本章后面较为详细地讨论。在细胞核的周围为细胞质。细胞质含有许多细胞器,并构成细胞的其余部分。因此,真核细胞显然分为细胞核、细胞质以及其它小的以膜分隔的内含物。实际上,真核细胞的最显著特点是构成不同机能部分的膜的普遍存在。

膜 系 统

细胞的外围通常是一层质膜(细胞膜)(图 1-1, PM)。它是周围液体和细胞质之间的界线。在高倍镜检下,这层膜显示两条黑线,被一条同样大小的亮隙均匀地分隔开。这层膜通常不超过 10 毫微米厚,并有相当强的伸张力,与细胞内膜的形状相同。质膜可以通过叫做桥粒的支持结构和邻近的细胞膜连接起来。

细胞质的内界是由中间被一宽狭不一的间隙分开而又在一起的两层这样的膜称为核膜形成的(图 1-1, E)。这两层膜在许多点上连接起来,形成约 40 毫微米宽的小孔(图 1-1 和 1-5, P)。每个小孔具有一管状环(图 1-3, EF)。这些小孔和环在大多时候可能由单一的膜关闭着,但有选择地让一些离子和分子通过。在横切的薄片上,细胞核呈现由两条黑线包围着(图 1-2, EC),而在切线面上则呈现一系列的圆圈(切面通过环)(图 1-3, EF)。如果是斜切面,核膜不显出,但仍存在。

位于质膜和核膜之间的细胞质有一些重要的细胞器。这些细胞器是受膜包围的、体积较小的、具有专门机能的机构。其中最显著的为线粒体(图 1-1 和 1-5, M; 以及图 1-3 和

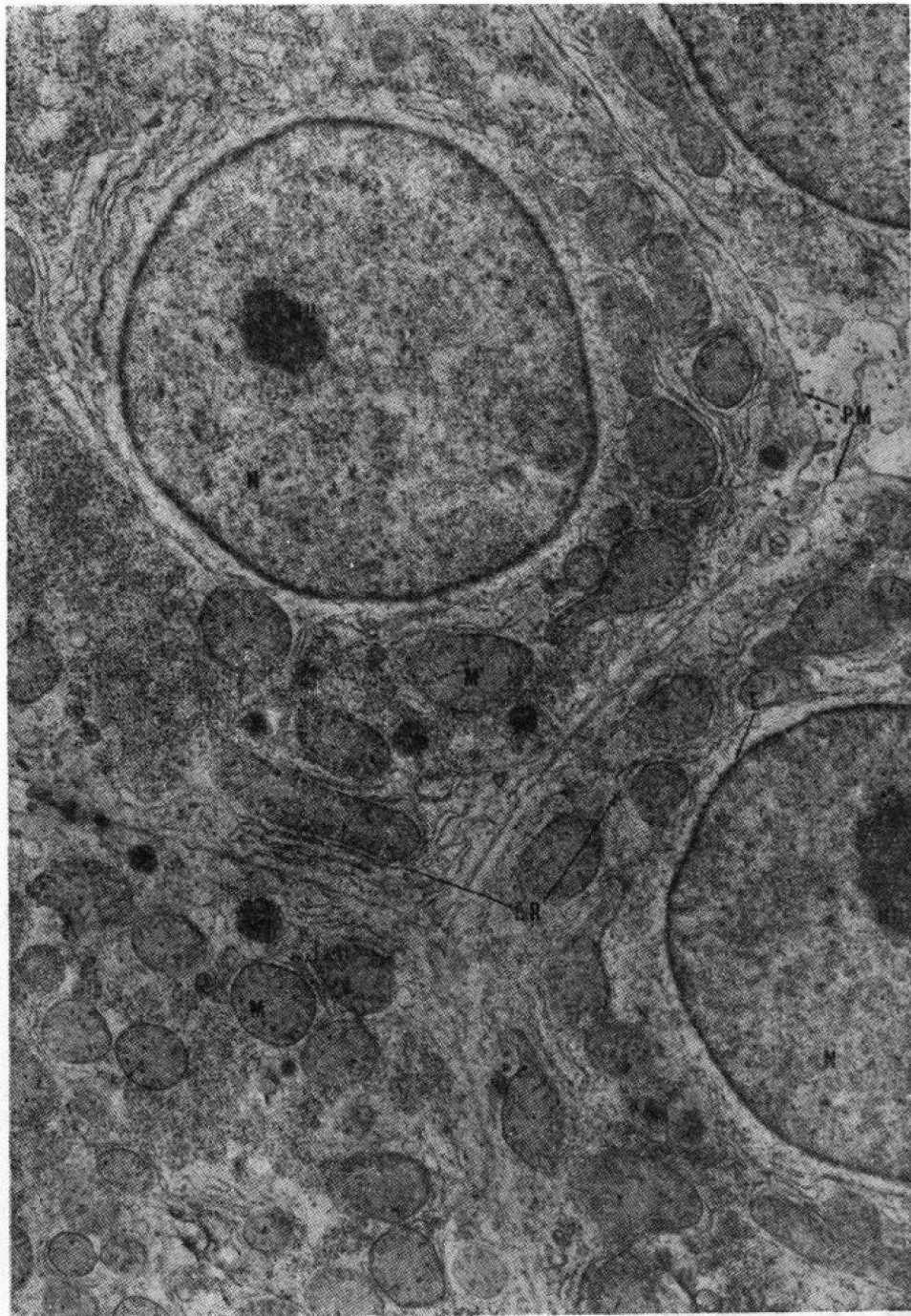


图 1-1 薄片上的电子显微照相显示典型细胞的结构和细胞器。大圆形轮廓的是细胞核(N)及其核仁(NU)和核膜(E)。细胞质中可见许多线粒体(M)、内质网(ER)和贮糖的颗粒区。细胞的外界线是质膜(PM)。正常的狗肝薄片放大 8000 倍。(自 Stein, Richter and Bryniolfsson, *Exp. and Mol. Path.*, 5: 195—224, 1967.)

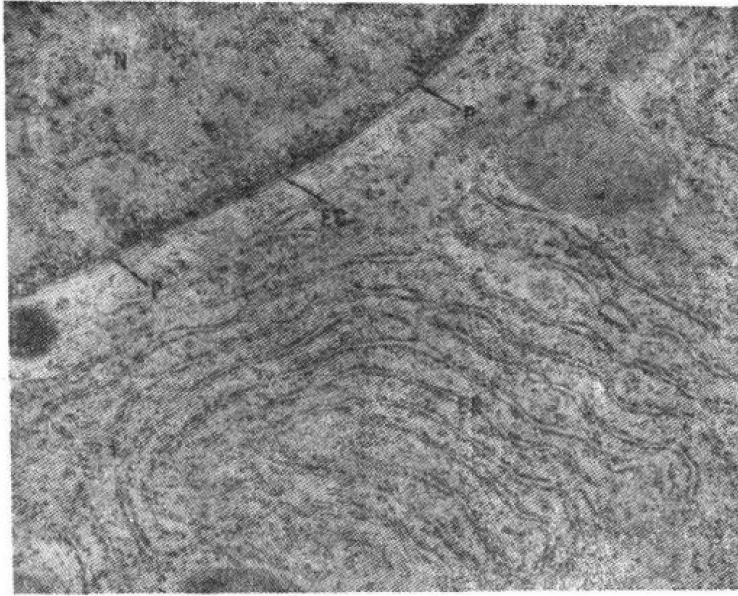


图 1-2 细胞核(N)有由两层膜构成的核膜。在横切面上,核膜呈现两条线,其间有一间隙(EC);在核膜连接形成小孔(P)的地方,两条线是看不到的。小孔是细胞质和核质之间物质交换的通道。在细胞质中存在大量内质网(ER)。内质网是由膜和附着的核酸粒组成。摄自正常狗肝,放大 20,850 倍。(自 W. R. Richter.)

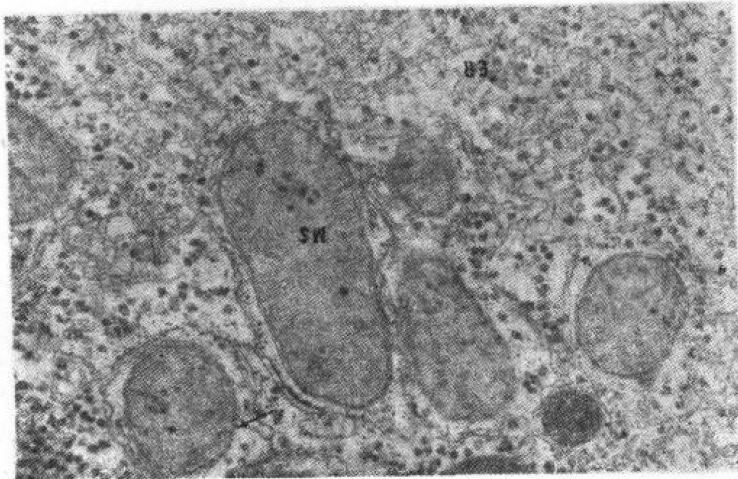


图 1-3 (上)和图 1-4(下)。线粒体有两种膜成份。其外膜平滑,而内膜折迭成层或嵴(未注字的箭头);这样就形成许多作为反应部位的膜性表面,膜间的嵴内间隙和线粒体内间隙(MS)。内质网在上图表示为粗糙面的,下图表示平滑面的(ER),还包括以多核酸粒形式存在的核酸粒(L)。核膜是线切的,示小孔内的环(EF),并包围含有脱氧核糖核酸染色质的核。摄自正常狗肝,上图放大 19,525 倍,下图放大 17,435 倍。(自 W. R. Richter.)

1-4), 体积 0.3—2.0 微米, 颇稠密, 大量存在于需氧细胞中。线粒体有两层膜: 内膜折迭成层, 称嵴或小管; 外膜表面比较平滑。被两膜包围在内的间隙含有极细粒状基质(图1-3和1-4, MS)。

线粒体是多种生物化学反应的, 并且也是细胞主要能量传递体三磷酸腺苷(ATP)中贮存能量的部位。一些化学反应是在线粒体的外膜发生, 另一些在内膜发生, 还有一些则在基质发生。与膜有关的化学反应是在像小球状的从膜突出的基本微粒发生的。这些微粒可能是膜结构的组成单位。每个基本微粒被认为是仅由数个蛋白分子包围一些脂类基团所组成, 并且它们是按化学合成的次序排列的。因此, 线粒体是与能量转变有密切关系, 其结构是为促进这些反应而建立的(Racker, 1968)。

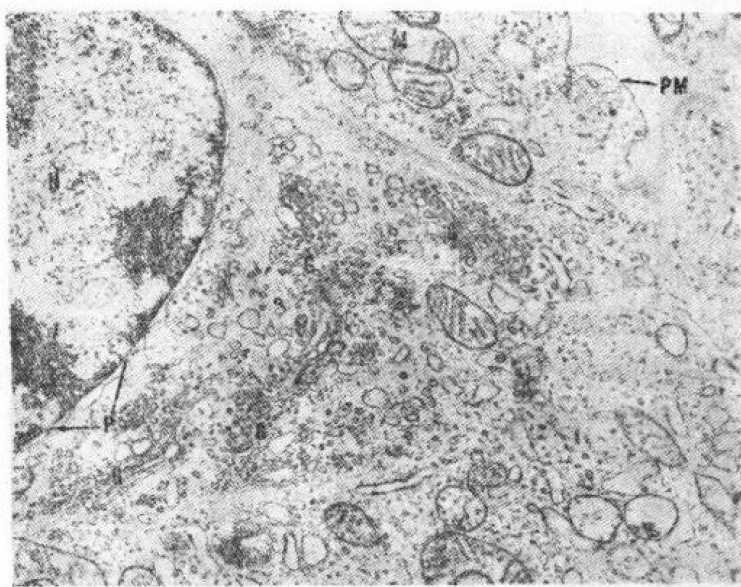


图 1-5 高尔基器是由许多扁平小泡(G)组成, 通常位于细胞核(N)附近。图中还包括核膜的小孔(P), 质膜(PM)和线粒体(M)。摄自牛睾丸的培养细胞, 放大 12,770 倍。(自 R. A. Jenkins.)

能量转变也发生于其它的细胞器中。所有这些细胞器都具有组织完善的内膜系统。植物的质体(一切动物生活所需要的)把太阳能转变为化学能。高等植物的叶绿体具有包含叶绿素的膜。这种膜平行排列重叠着, 叫做基粒。眼视网膜视觉的光感受器也是由许多平行闭合的泡状结构所组成(Hendricks, 1968)。

细胞质中的另一个膜性细胞器是高尔基器。它是由数个扁平、常常是环状, 紧密重叠的闭合膜性小泡组成; 在小泡的边缘通常还有许多小圆泡(图1-5 G)。一般认为高尔基器的机能是保持水的平衡, 脂类的代谢, 以及某些合成作用, 但还有许多方面尚待研究(Dalton, 1961)。

另一个重要的细胞质膜系统是内质网。Porter (1953)首次发现, 膜是由一些细胞的内质形成的, 在某种程度上构成一个连续的网(图1-1, ER)。Siekevitz 和 Palade (1959)以及 Ernster、Siekevitz 和 Palade (1962)进一步研究表明, 在这些膜的表面上分布着无数的小而密的核酸粒(曾译为核糖体, 因含核糖核酸, 故改用此译名——译者)(图1-2和1-3), 并且这个膜系统是与蛋白质的合成和输出有关的。肝细胞和胰的外分泌细胞是研究内质网方面用得最多的材料; 它们具有丰富的内质网和附着的核酸粒(图1-1, 1-2, 1-4, ER)。无核酸粒附着的内质网也发现于产生类固醇激素的细胞、合成脂类的细胞以及使某些药物失去活性的细胞中。因此, 可以区别出平滑面的和粗糙面的两种内质网, 同时明确两者机能的不同。

核酸粒是细胞质蛋白合成的主要部位。这些小细胞器的直径约为 20 毫微米, 含有核糖核酸(RNA)浓度高达 60%。它们的大量存在既在膜上产生输出的蛋白, 也游离于

胞质中产生内部用的蛋白。在这种情况下,核酸粒是其他两种核糖核酸集合的地方,并通过它们的相互作用导致蛋白的合成。这两种核糖核酸之一是运载核糖核酸,它把活化的氨基酸运来用于蛋白的合成。第二种核糖核酸是信息核糖核酸,它带来决定氨基酸次序的密码,从而确定产生什么样的蛋白(Hultin, 1964; Hurwitz and Furth, 1962)。数个核酸粒可以同时利用同一个信息核糖核酸分子,所以有线状或环状的汇集。这样的核酸粒叫做多核酸粒,其形状与串珠相似(图 1-3, L)(Rich, 1963)。

内质网中核酸粒合成的蛋白穿过内质网膜,积聚在膜腔中。随后,蛋白通过内质网、高尔基器和平滑面的内质网,逐渐聚合成为颗粒状蛋白而排出于细胞之外。这个程序是 60 年代主要生物学发现之一。关于这个过程 Nossal (1964) 和 Watson (1963) 作过比较详细的论述。

溶粒是最近发现的膜性细胞器(图 1-6, LY)。溶粒具有单层膜,包含数种水解酶和因内含结构而具不同形状的物质。溶粒被认为是细胞内消化的部位,同时也是不溶解物质贮藏的地方。在心肌、肝、和肾等的衰老和病理组织中,不溶解物质的存积是显著的(Allison, 1967)。

这些细胞器是最显著的膜系统。膜的分子结构现在正深入地研究。虽然现代的理论



图 1-6 溶粒 (LY) 是膜包围的结构,起细胞内消化的作用。被单层膜包围的物质的来源在这里不可能看得清楚。摄自小白鼠肝,放大 50,000 倍。(自 T. F. McDonald.)

还存在许多争论,膜的一些特性已经比较明确。膜含有不同类型的脂类和蛋白。脂类分子比蛋白分子居多,但蛋白分子比较大,所以它们在量方面几乎相等。所有类型的分子可能是处于动态的平衡;有些在体内迅速变化,而另一些则比较稳定地结合在一起。膜显示双折光性,这说明分子的排列是与膜面垂直的。类脂性液体和油进入细胞或与膜融合较为容易。膜有较高的电阻、有较强的抗机械破坏力,以及有数倍于正常范围的弹力。脂解酶和

蛋白水解酶都能影响膜结构的完整性。大多数膜上有电荷,构成膜表面和周围液体之间的小电位, Zeta 电位。质膜通常携带负电荷,而内膜则携带正电荷。

迄今提出所有的膜模型(membrane model)是不适当的(Ponder, 1961),还极需做深入和细致的研究。然而,提出膜是由两层平行排列的长的脂类分子组成,分子的极化端向外,而长的类脂端向内相互对着的设想(Davson, 1962)是获得积极效果的,这就有可能假设一个有利于某些生物学反应的非水环境。在这个膜的两面可能有多层的数种蛋白质以赋予膜以伸张力并提供重要的外露部位作为选择性的结合。膜孔可能有带有电荷的蛋白层,电荷的变化和孔的大小控制物质的通过。如果注意到,膜是在动态平衡状态下的分子排列,那么上述有关膜的情况给予我们一个有用的但是高度简化的概念。

对描述真核细胞这部分作个小结：在细胞的胞质内，膜形成几个细胞器中闭合系统内的闭合小泡。必须认为，膜是精确排列的脂类和蛋白模式的集合物。

膜的生理学

前面的叙述提供一个基础，作为探讨细胞膜的六项综合机能；这就是分隔、转运、调整、结构支持、协调和融合。

膜在细胞内形成许多分隔开的机能单位。在内质网中，膜从核酸粒合成蛋白的部位把蛋白分隔开，并把这种化学反应产物转移，从而使化学反应连续无干扰地进行。核膜也起着分隔的屏障作用，控制信息核糖核酸进入细胞质，对蛋白的合成施加控制性影响。核膜通常对在胞质和核质之间的 pH、钙的浓度、凝胶化，和一些化合物的浓度的维持，或许还有各种变化的产生起着重要的作用。由此看来，不应认为核膜是个筛子，而核膜的小孔可能是不常开放。

虽然膜是屏障，它们也具有转运的机能。离子和分子可以通过膜，但顺利程度不同。如果考虑各种已知的物质如何进入细胞，必然牵涉到扩散、电荷的相互作用和离子的逆浓度梯度的主动通过这些问题。转运也可以从通过膜的小孔、膜的脂类对类脂物质的溶解与融合、与膜结合的蛋白作为携带者所起的化学反应，或这三种情况都一起来考虑。必须强调转运的选择性；此外还认为膜是主动参与的，因在某些转运现象中使用了能量。这个重要的课题将在第 20 和 26 章中加以讨论。

现代研究已指出，膜对生物学过程是怎样进行调整的。有关线粒体、叶绿体和视觉光感受器能量转化的研究以及内质网的研究都说明：化学反应是在膜表面或膜内面发生的（Calvin 和 Andrees, 1962; Lehninger, 1964）。有这样一种推测，即膜内或膜的外围提供可进行或有利的化学反应的特殊环境，而这些化学反应在典型的细胞条件下是不可能实现的。例如，Bittar (1964) 强调过与膜有关的 pH 梯度的重要性。膜还可以为酶提供固定的排列或酶的临界的空间浓度，从而使一个多级的合成作用能够按照膜上规定的“生产线”进行。

膜还关于调整的作用就是限制多余的化合物至反应部位。例如，核膜作为一个屏障，限制核内合成的化合物进入细胞质。同样，横纹肌的膜系统也执行调整机能（参阅 Franzini-Armstrong 和 Porter, 1964 和第 39 章骨骼肌）。

膜另一调整能力是与细胞有丝分裂有关。一个细胞和另一个细胞的接触对有丝分裂产生抑制效果，其机制还不明确。这种现象叫做接触抑制。现在正在进行细心研究这一现象，因为培养的恶性肿瘤细胞没有这种抑制作用（Szent-Gyorgyi, 1965）。

膜还提供结构的支持，对细胞内的结构起固定作用。对横纹肌的研究表明，细胞内的肌丝束是固定于膜上的。这样形成的连续纤维有数个细胞长，但是作为一个单位执行机能。同样，复细胞动物器官的细胞以叫做桥粒的特殊结构牢固地相互连接着（Overton, 1962）。

现有足够的资料表明，膜起着协调作用（Franzini-Armstrong 和 Porter, 1964）。半导性的概念在物理和工程方面是重要的。这个概念已经应用到生物学上来，这是由于许多重要的生物化合物被证明有半导体的性能。

最后，膜经常顺利地融合和分隔，这便引出几种机能上的表现。事实说明，一切膜结构

是从先前存在的膜通过掐断与融合衍生出来的。虽然膜的表面可以经常地、迅速地扩大,这显然是通过分子夹入现存的膜内实现的,但还没有情况表明任何类型的膜的小泡是重新形成的。胞饮现象,或者以前认为是细胞饮水,是 Lewis (1931) 首先叙述的膜掐断一个明显例证。它的重要性仅是最近在证明摄入离子化的溶质时才发现的。例如, Roth (1960) 证明变形虫的食泡在排空时的重要性,并指出泡膜必须得到每分钟每一平方微米的补偿。质膜能产生许多小泡,后者被携带入细胞质中或通过细胞转运,象在毛细血管壁那样(图 1-7),与另一侧的质膜融合而被排出。当然,物质不是更多的进入小泡中的细胞质,而是为转运提供较多的面积。同时,这些小泡的膜可能发生变化以促进不同转运机能。

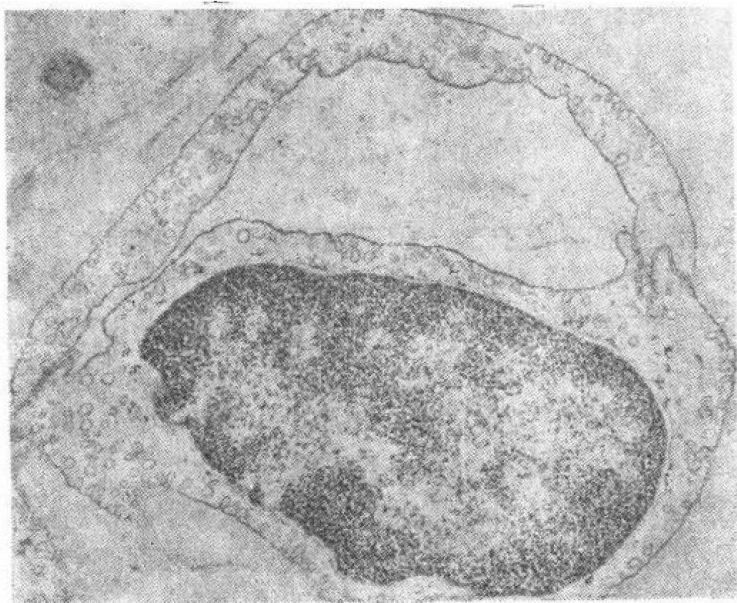


图 1-7 膜是动态的并有掐断与融合的能力。这里显示许多小泡在胞饮过程中从膜掐断并携带物质穿过毛细血管壁。摄自狗的肌肉,放大 7,600 倍。(自 W. R. Richter.)

人们认为,细胞分裂后每个细胞的线粒体分裂为二,以保持其数量和质量。然后通过合并新分子,体积又得到增大。关于这个过程及其各个步骤,还需要许多研究,特别是现已知道线粒体和叶绿体都含有核酸。

有趣的是,卵的受精最终依靠的是膜的融合。在这方面经过细心研究仅有的动物,海洋无脊椎动物的受精的研究

中, Colwin 和 Colwin (1963) 证实膜融合的两个步骤,这就是合子的质膜与精子的质膜以及另一个小泡的膜,即顶体的膜融合。顶体是起源于精子细胞的高尔基器。一个共同的细胞质形成并含有两个细胞核,后者凑在一起而融合,这可能又是膜的融合。

上述膜的接合情况,基本上是细胞两方一面对一面的融合。较为少见的是,膜的层状融合也可以发生,这主要见于神经细胞的多层髓鞘。这里的膜显然是以“果冻卷”样式围绕着神经轴,并且膜表面是在接触的地方融合。必须指出,与此现象相反,膜表面的接触常常不发生融合。而是在接触的地方一般有微小的距离,这主要可能是容许膜表面的蛋白对已证实的细胞联合的特异性施加较大的影响。这种特异性表现于来自同一器官的细胞。它们倾向于互相联合,而不与其它类型的细胞联合 (Moscona, 1961)。

小结一下,这一部分表明:(1) 膜是动态的结构,能够融合、分离、和分化,以形成新的膜性细胞器并执行正常的生理活动。(2) 膜是与分离、转运、调整、结构支持、协调和融合等生理现象有联系。(3) 膜有高度的选择性,和在机能上的高度特异性。

运动系统: 纤丝系统

运动系统是细胞内的丝状装置。迄今为止所研究过的所有主要的运动系统都显示有极其相似的结构,然而也能提出某些差异 (Roth 和 Shigenaka, 1964; Weber, 1958)。

运动系统研究得最详细的是横纹肌。第 39 章“骨骼肌”介绍生理知识,结构描述(图 39-1 和 39-2),以及运动如何产生的理论。在这里,对横纹肌扼要地描述是含有两种纤维,即初级、较粗的肌球蛋白纤维和次级、较细的、为数较多的肌动蛋白纤维。这两种纤维有一个精细的安排,即六条次级纤维等距离地围绕着每一条初级纤维。这个系统与其它运动系统区别的特点是,这两种纤维都不被认为是连续穿过横纹肌的机能单位、肌节。

和上述的情况相反,其它运动系统具有的纤维,现在叫做微小管,而且这种纤维在执行机能的整个长度上是连续的。例如,原生动物的纤毛和复细胞动物上皮的纤毛以及原生动物的鞭毛和精子尾巴的鞭毛,基本上从基部至尖端是连续的。纤毛和鞭毛的直径通常约半个微米,但长度约数微米(图 1-8)。它们都含有一套精细排列的纤维,这是所有动物门(除一门之外)和许多植物属具有几乎相同的结构(Fawcett,1961; Sleight, 1962)。纤毛干

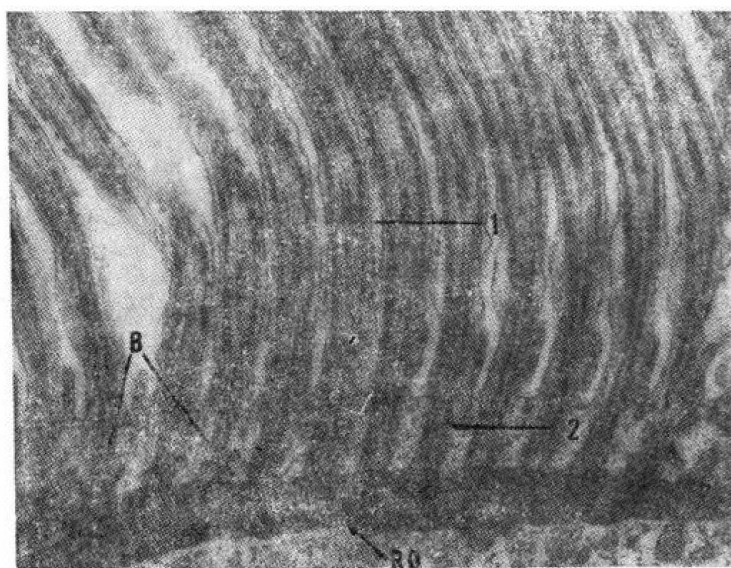


图 1-8 纤毛是含有纤维的运动性细胞器。它们是以其基体(B)固定于细胞质中。基体是附于从纤毛延伸出来的小根(RO)。纤毛干的长度是五倍于图中显示的部分。纤毛有膜覆盖着,并有鞭状动作的运动。箭头 1 示大约在这个水平上的纤毛横切面见于图 1-9。箭头 2 示这一水平的纤毛横切面见于图 1-10。放大 24,600 倍。(自 L. E. Roth and Y. Shigenaka, *J. Cell Biol.*, 1964, 20: 249—270.)

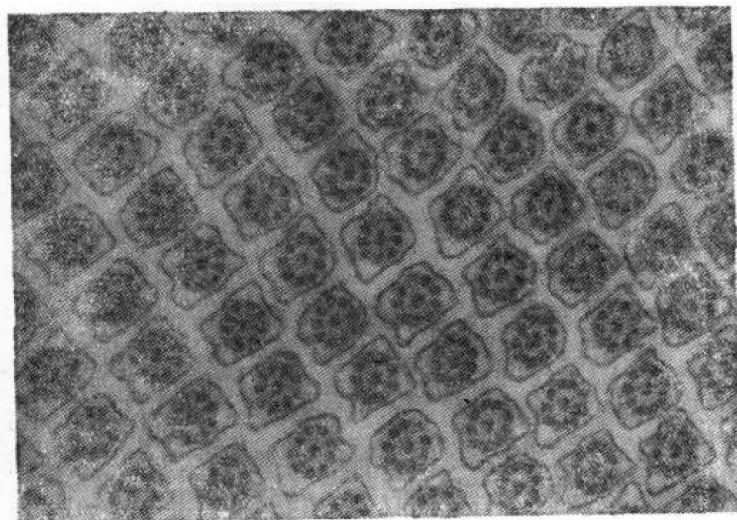


图 1-9 纤毛的横切面,表示纤毛的排列和纤维组合的秩序。每条纤毛的组成,包括呈现二平行线的膜,九条外周纤维,每条在横切面上呈 8 字形,两条中央纤维,在横切面上呈圆形。摄自瘤胃的原生动物(*Diplodinium ecaudatum*),放大 36,900 倍。(自 L. E. Roth.)

个一组的、有圆形的。

有两种微小管:一种是外周排列的九条微小管,其横切面主要显示双环,另一种是中央排列的两条微小管,其横切面为圆形(图 1-9)。微小管有延伸的质膜包围着。纤毛插入细胞内约一微米而被固定(图 1-8 B)。这个固定结构叫做基体,它仅是由外周微小管的延续部分组成,每条微小管现在是三个一组的(图 1-8 和 1-10)。在纤毛尖端的地方,每条外周微小管缩小和终止,其横切面为圆形。因此,从纤毛基部至尖端的横切面上,可以看到外周微小管有三个一组的、有两