



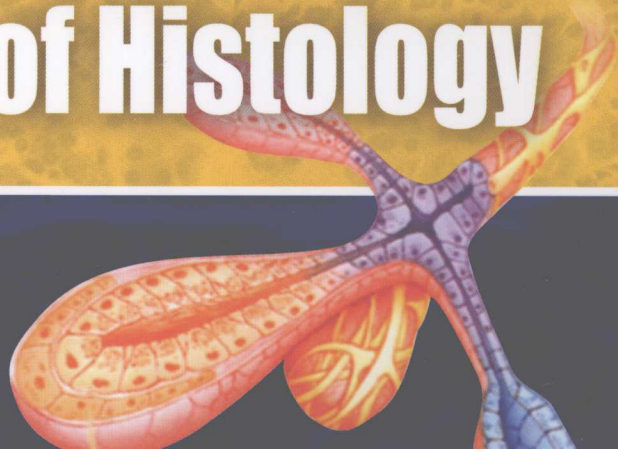
莱斯利 P. 加特纳
[美] (Leslie P. Gartner) 主编
詹姆斯 L. 西亚特
(James L. Hiatt)

史小林 翁 静 梁元晶 等译

[原著第四版]

组织学 彩色图谱

Color Atlas of Histology



化学工业出版社
医学出版分社

组织学 彩色图谱

Color Atlas of Histology

[原著第四版]

莱斯利 P. 加特纳
(Leslie P. Gartner) 主编
[美] 詹姆斯 L. 西亚特
(James L. Hiatt)

史小林 翁 静 梁元晶 等译



化学工业出版社
医学出版分社

· 北 京 ·

本书引进自Lippincott Williams & Wilkins出版公司,该书原版自1990年首版以来,曾被8个国家和地区引进并翻译出版,在组织学图书领域享有美誉,受到广大读者的欢迎。

《组织学彩色图谱》是原书第四版的中译本,共收录组织学图片600余幅(包括三维模式图、光镜照片、电镜照片),涵盖了人体所有重要的组织类型和系统。图解兼顾说明性和指导性,有助于读者对所学知识的掌握。

此外,每章前面的概述提纲挈领地介绍了相关知识和基本概念,有助于读者对图谱精确、深刻地理解。文后配有详细的中英对照索引,方便读者快速查找感兴趣的内容。

本书是组织学专业的学生、教师和研究人员的主要参考书,也可供病理学、解剖学、生物学等相关专业作为工具书使用。

图书在版编目(CIP)数据

组织学彩色图谱/[美]加特纳(Gartner, L. P.),
[美]西亚特(Hiatt, J. L.)主编;史小林,翁静,梁元晶等译. —北京:化学工业出版社, 2008. 1

书名原文: Color Atlas of Histology

ISBN 978-7-122-01537-2

I. 组… II. ①加…②西…③史… III. 人体组织学-图谱 IV. R329-64

中国版本图书馆CIP数据核字(2007)第180197号

Color Atlas of Histology, 4th edition/by Leslie P. Gartner, James L. Hiatt

ISBN 0-7817-5216-7

Copyright© 2006 by Lippincott Williams & Wilkins. All rights reserved.

Authorized translation from the English language edition published by
Lippincott Williams & Wilkins, USA

本书中文简体字版由Lippincott Williams & Wilkins授权化学工业出版社独家出版发行。
未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书的任何部分,违者必究。

北京市版权局著作权合同登记号: 01-2007-5116

责任编辑: 赵玉欣

装帧设计: 关 飞

责任校对: 李 林

出版发行: 化学工业出版社 医学出版分社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)

印 刷: 化学工业出版社印刷厂

装 订: 三河市万龙印装有限公司

787mm×1092mm 1/16 印张27 字数667千字 2008年4月北京第1版第1次印刷

购书咨询: 010-64518888(传真: 010-64519686)

售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价: 158.00元

版权所有 违者必究



译者名单

主 译 史小林 翁 静 梁元晶

译 者 (以姓氏笔画为序)

上官芳芳 史小林 乔岩岩 许 晴

孙 燕 张国境 金 洁 翁 静

郭晓霞 梁元晶 路 欣 魏雪峰

魏静波



致 谢

我们非常感谢Todd Smith对本版新增彩色模式图的绘制，以及他对封面设计的贡献；感谢为我们提供血细胞图的Jerry Gad和提供电镜照片的很多同事们；特别要感谢Mayo医学院的Stephen W. Carmichael博士关于肾上腺髓质部分的建议；另外要感谢我们在Lippincott Williams & Wilkins的好朋友们，包括行政策划编辑Betty Sun、高级执行编辑Crystal Taylor、高级开发编辑Kathleen Scogna、制作编辑Jennifer Glazer以及助理编辑Erica Lukenich。

我们还要感谢Lippincott Williams & Wilkins的软件开发工程师Graig Jester、Alison Spiegel和Brad Coleman，感谢他们为制作光盘所付出的劳动。

最后，再次感谢在本书编写期间鼓励我们的家人，是他们的支持使本书得以顺利完稿。

莱斯利P. 加特纳
詹姆斯L. 西亚特



原著前言

前3版组织学彩色图谱被多次再版，并译成了8个国家的语言，足已证明其受欢迎的程度。我们非常欣喜并以此为动力，进行新版本的准备工作。我们从同事和学生那里获得了许多建议，其中很多是关于实现图谱的实用性和使其成为“使用者的朋友”。

本版中所有显微照片都被拍摄成数码图片以期为学生提供高质量和清晰度更高的图片。同时我们在这版彩色图谱中增加了一些新的描绘口腔的显微照片。而且，每章中相关的四色模式图的缩微图被作为图标与图解一起出现并给予了恰当的标题。这些模式图将对应页上的二维显微照片进行了三维表现，用以激发学生的记忆。这将有助于为学生提供一个思维框架，使学生可在此基础上学习组织学的详细知识。

在每章的开头作者提供了启发式信息，此外，为了说明组织学的重要性及其与医学的联系，本版还特别增加了组织学相关的临床知识。我们在每章用很少的篇幅进行概述，是为了介绍理解组织学所必要的概念。我们将前几版中的“组织学结构”改成“组织学结构的概述”以反映其真实的含义。我们保留了每章正文中粗体字的格式，突出重要词，以便学生能够快速回忆起相关内容。此外，我们还扩大了索引的收词范围，以帮助

学生快速寻找感兴趣的内容。同以前的版本一样，这本图谱大多数用的是苏木精、伊红染色的组织显微照片。每幅图都有一个最终的放大倍数，这个放大倍数是摄影放大和显微镜放大倍数的总和。这本图谱中许多切片如标注的那样，是应用塑料包埋的标本。正如图解中注明的，图谱中大多数精致的电镜照片是由遍布世界的同行友情提供的。

同所有的教科书一样，这本图谱编写时考虑到了学生，因此内容完全，但并不深奥。我们希望能帮助学生学习并且喜爱组织学，而不是被其压倒。此外，这本图谱不仅可用于实习，而且可用于指导学习和进行实习考试的准备工作。

尽管本书的编写力争准确和完整，但我们知道仍难免出现错误和遗漏，欢迎各种批评、建议和意见，以便再版时改进、完善。

莱斯利P. 加特纳

詹姆斯L. 西亚特

同以前的版本一样，这本图谱大多数用



译者前言

由莱斯利P. 加特纳和詹姆斯L. 西亚特编写的组织学彩色图谱前3版(1990, 1994, 2000)被多次再版并译成了8个国家的语言, 因此他们进行了第4版组织学彩色图谱的编写。我们在组织学彩色图谱(第4版)的翻译中, 发现这版图谱不仅有助于学生学习组织学, 同时学生在进行生理学、病理学的学习时, 该图谱也将是得力的助手。此外, 由于这本图谱提供了大量选材到位、制作精细的精美图片以及详细的注解, 同样也可作为教师的教学参考书。组织学彩色图谱(第四版)具有以下特点。

(1) 每章的概述介绍了组织学学习必需掌握的概念, 配有相关的彩色三维模式图, 可启发读者对相应的组织学构成建立框架, 并可在此基础上学习组织学的详细知识。显微照片的图解将说明性与指导性合为一体, 有助于读者对所学知识的理解。

(2) 注重图谱的实用性, 加强了启发式的信息, 并提供了组织生理学和临床医学的相关知识, 使读者在学习组织学的同时可与相关的生理功能以及临床疾病进行联系。

(3) 为帮助学生快速寻找所关心的内容, 书后附有详细的索引。

我们在翻译过程中, 特别注意保留了原版使用粗体字强调重要词以及缩写的风格, 这些重点词可在书中多次出现, 所以有助于学生在阅读过程中, 加深对英文单词的记

忆, 这也是这本第四版组织学彩色图谱翻译版的独特之处。此外, 在翻译过程中, 我们发现书中有些用词与国内的教材不同, 如小肠表面的纹状缘(striated border), 此书称为刷状缘(brush border), 为保持作者的原意, 我们沿用了该书使用的词。

尽管我们全体翻译人员力争准确和完美地翻译这本精美的图谱, 但仍难免出现错误与不足。欢迎读者给予批评与建议。

史小林

2008年1月



目 录

1

细胞 ■ 1

模式图 1-1 细胞	6
模式图 1-2 细胞器	7
模式图 1-3 膜和膜的运输	8
模式图 1-4 蛋白质合成和胞吐作用	9
图版 1-1 典型的细胞	10
图版 1-2 细胞器和包涵物	12
图版 1-3 细胞表面的特殊结构	14
图版 1-4 有丝分裂（光镜及电镜照片）	16
图版 1-5 典型的细胞（电镜照片）	18
图版 1-6 细胞核和细胞质（电镜照片）	20
图版 1-7 细胞核和细胞质（电镜照片）	21
图版 1-8 高尔基体（电镜照片）	22
图版 1-9 线粒体（电镜照片）	23

2

上皮组织和腺 ■ 25

模式图 2-1 连接复合体	30
模式图 2-2 唾液腺	31
图版 2-1 单层上皮和假复层上皮	32
图版 2-2 复层上皮和变移上皮	34
图版 2-3 假复层纤毛柱状上皮（电镜照片）	36
图版 2-4 上皮的连接（电镜照片）	38
图版 2-5 腺	40
图版 2-6 腺	42

3

结缔组织 ■ 45

模式图 3-1 胶原蛋白	52
模式图 3-2 结缔组织的细胞	53
图版 3-1 胚胎性结缔组织和固有结缔组织 I	54
图版 3-2 固有结缔组织 II	56
图版 3-3 固有结缔组织 III	58

图版 3-4	成纤维细胞和胶原纤维（电镜照片）	60
图版 3-5	肥大细胞（电镜照片）	61
图版 3-6	肥大细胞脱颗粒（电镜照片）	62
图版 3-7	正在生长的脂肪细胞（电镜照片）	63

4

软骨和骨 ■ 65

模式图 4-1	密质骨	72
模式图 4-2	软骨内成骨	73
图版 4-1	胚胎软骨和透明软骨	74
图版 4-2	弹性软骨和纤维软骨	76
图版 4-3	密质骨	78
图版 4-4	密质骨与膜内成骨	80
图版 4-5	软骨内成骨	82
图版 4-6	软骨内成骨	84
图版 4-7	透明软骨（电镜照片）	86
图版 4-8	成骨细胞（电镜照片）	87
图版 4-9	破骨细胞（电镜照片）	88

5

血液和血细胞发生 ■ 89

图版 5-1	循环血液	95
图版 5-2	循环血液	96
图版 5-3	血液和血细胞发生	97
图版 5-4	骨髓和循环血	98
图版 5-5	红细胞发生	100
图版 5-6	粒细胞发生	101

6

肌肉 ■ 103

模式图 6-1	骨骼肌的分子结构	108
模式图 6-2	肌肉的类型	109
图版 6-1	骨骼肌	110
图版 6-2	骨骼肌（电镜照片）	112
图版 6-3	神经肌肉接头（光镜和电镜照片）	114
图版 6-4	神经肌肉接头（扫描电镜照片）	116
图版 6-5	肌梭（光镜和电镜照片）	117
图版 6-6	平滑肌	118
图版 6-7	平滑肌（电镜照片）	120
图版 6-8	心肌	122
图版 6-9	心肌（电镜照片）	124

7

神经组织 ■ 125

模式图 7-1 脊神经形态	132
模式图 7-2 神经元和神经肌肉接头	133
图版 7-1 脊髓	134
图版 7-2 小脑, 突触 (电镜照片)	136
图版 7-3 大脑, 神经胶质细胞	138
图版 7-4 交感神经节, 感觉神经节	140
图版 7-5 周围神经, 脉络丛	142
图版 7-6 周围神经 (电镜照片)	144
图版 7-7 神经元胞体 (电镜照片)	146

8

循环系统 ■ 147

模式图 8-1 动脉和静脉	154
模式图 8-2 毛细血管的类型	155
图版 8-1 弹性动脉	156
图版 8-2 肌性动脉, 静脉	158
图版 8-3 小动脉, 小静脉, 毛细血管, 淋巴管	160
图版 8-4 心脏	162
图版 8-5 毛细血管 (电镜照片)	164
图版 8-6 冷冻蚀刻, 有孔毛细血管 (电镜照片)	165

9

淋巴组织 ■ 167

模式图 9-1 淋巴组织	175
模式图 9-2 淋巴结, 胸腺和脾	176
模式图 9-3 记忆性B细胞和浆细胞的形成	177
模式图 9-4 细胞毒性T细胞的激活和病毒转化细胞的杀伤	178
模式图 9-5 巨噬细胞被 T_H1 细胞激活	179
图版 9-1 淋巴浸润, 淋巴小结	180
图版 9-2 淋巴结	182
图版 9-3 淋巴结, 扁桃体	184
图版 9-4 淋巴结 (电镜照片)	186
图版 9-5 胸腺	188
图版 9-6 脾	190

10

内分泌系统 ■ 193

模式图 10-1 垂体与其激素	201
-----------------------	-----

模式图 10-2 内分泌腺	202
模式图 10-3 内脏和肾上腺髓质的交感神经支配	203
图版 10-1 垂体	204
图版 10-2 垂体	206
图版 10-3 甲状腺, 甲状旁腺	208
图版 10-4 肾上腺	210
图版 10-5 肾上腺, 松果体	212
图版 10-6 垂体 (电镜照片)	214
图版 10-7 垂体 (电镜照片)	215

11

体被 ■ 217

模式图 11-1 皮肤及其衍生物	224
模式图 11-2 毛, 汗腺, 皮脂腺	225
图版 11-1 厚皮肤	226
图版 11-2 薄皮肤	228
图版 11-3 毛囊及附属结构, 汗腺	230
图版 11-4 指(趾)甲, 环层小体及触觉小体	232
图版 11-5 汗腺 (电镜照片)	234

12

呼吸系统 ■ 235

模式图 12-1 呼吸系统的导气部	240
模式图 12-2 呼吸系统的呼吸部	241
图版 12-1 嗅黏膜, 喉	242
图版 12-2 气管	244
图版 12-3 呼吸上皮和纤毛 (电镜照片)	246
图版 12-4 支气管, 细支气管	248
图版 12-5 肺组织	250
图版 12-6 气-血屏障 (电镜照片)	252

13

消化系统 | ■ 253

模式图 13-1 牙和牙发生	258
模式图 13-2 舌和味蕾	259
图版 13-1 唇	260
图版 13-2 牙和牙髓	262
图版 13-3 牙周韧带和牙龈	264
图版 13-4 牙发生	266
图版 13-5 舌	268
图版 13-6 舌和腭	270

图版 13-7 牙和硬腭的鼻腔面	272
------------------------	-----

14

消化系统 II ■ 275

模式图 14-1 胃和小肠	283
模式图 14-2 大肠	284
图版 14-1 食管	286
图版 14-2 胃	288
图版 14-3 胃	290
图版 14-4 十二指肠	292
图版 14-5 空肠, 回肠	294
图版 14-6 结肠, 阑尾	296
图版 14-7 结肠 (电镜照片)	298
图版 14-8 结肠 (扫描电镜照片)	299

15

消化系统 III ■ 301

模式图 15-1 胰腺	306
模式图 15-2 肝脏	307
图版 15-1 唾液腺	308
图版 15-2 胰腺	310
图版 15-3 肝脏	312
图版 15-4 肝脏, 胆囊	314
图版 15-5 唾液腺 (电镜照片)	316
图版 15-6 肝脏 (电镜照片)	318
图版 15-7 胰岛 (电镜照片)	319

16

泌尿系统 ■ 321

模式图 16-1 泌尿小管	328
模式图 16-2 肾小体	329
图版 16-1 肾 (概况和一般形态学)	330
图版 16-2 肾皮质	332
图版 16-3 肾小球 (扫描电镜照片)	334
图版 16-4 肾小体 (电镜照片)	335
图版 16-5 肾髓质	336
图版 16-6 输尿管和膀胱	338

17

女性生殖系统 ■ 341

模式图 17-1 女性生殖系统	348
-----------------------	-----

模式图 17-2 胎盘和激素周期	349
图版 17-1 卵巢	350
图版 17-2 卵巢和黄体	352
图版 17-3 卵巢和输卵管	354
图版 17-4 输卵管（光镜和电镜照片）	356
图版 17-5 子宫	358
图版 17-6 子宫	360
图版 17-7 胎盘和阴道	362
图版 17-8 乳腺	364

18

男性生殖系统 ■ 367

模式图 18-1 男性生殖系统	374
模式图 18-2 精子形成	375
图版 18-1 睾丸	376
图版 18-2 睾丸和附睾	378
图版 18-3 附睾，输精管和精囊腺	380
图版 18-4 前列腺，阴茎和尿道	382
图版 18-5 附睾（电镜照片）	384

19

特殊感觉 ■ 385

模式图 19-1 眼	392
模式图 19-2 耳	393
图版 19-1 眼，角膜，巩膜，虹膜和睫状体	394
图版 19-2 视网膜（光镜和扫描电镜照片）	396
图版 19-3 中央凹，晶状体，眼睑和泪腺	398
图版 19-4 内耳	400
图版 19-5 耳蜗	402
图版 19-6 Corti 螺旋器	404

索引 ■ 406

细胞

细胞不仅是组成人体的基本单位，而且参与人体生命所需的所有活动。细胞至少可分为200多种不同的类型，但绝大多数细胞具有共同的特征，这些基本特征是细胞执行其各种功能的基础。细胞的生命成分称原生质，原生质可细分为细胞质和核质两部分（模式图1-1）。

细胞质

质膜

细胞表面有一层膜，即质膜。质膜是细胞与其外环境间的一个具有选择性通透作用的结构屏障。质膜是磷脂双分子层，其中镶嵌着膜内在蛋白、外周蛋白及胆固醇。质膜的功能包括细胞间的识别、胞吐作用和胞吞作用、信号分子的受体位点及第二信使系统的启动物和控制物。物质可通过胞饮作用（非特异性地摄取水溶液中的分子）、受体介导的胞吞作用（特异性地摄取物质，如低密度脂蛋白）或吞噬作用（摄取颗粒性物质）进入细胞。分泌物可以通过固有分泌或调节分泌的途径离开细胞。固有分泌的分泌物利用非网格蛋白包被的小泡分泌，这种分泌方式称既定通路，释放不需胞外信号的刺激，因此分泌物（如胶原蛋白）的释放是连续的。调节分泌的分泌物需由网格蛋白包被形成分泌小泡，其内含物（如腺体分泌的各种酶）只有在相应胞外信号的作用下才能释放。

细胞具有多种特殊的细胞器，这些细胞器大多由膜形成，这些膜的成分与质膜相

似，但并不完全相同。

线粒体

线粒体由外膜和内膜构成，两层膜间的腔隙称嵴间隙（模式图1-2）。内膜折叠形成嵴，并围成充满胶状物质的腔隙，即基质腔。线粒体的功能是通过化学渗透偶联机制生成ATP，此过程涉及埋在线粒体嵴内的一系列特殊的酶复合物和质子移位系统（即指电子传递链和含ATP合成酶的基粒。线粒体还参与某些脂类合成和蛋白质合成。线粒体嵴间隙内有三羧酸循环的酶、环状DNA分子和基质颗粒。线粒体通过二分裂方式增殖。

核糖体

核糖体为有两种亚基的小细胞器。两个亚基以独立的单体形式存在，直到蛋白质合成过程开始，两者才联合在一起。这些结构由蛋白质和核糖体核糖核酸（rRNA）构成，其以相互作用的“工作台”的形式发挥功能，不仅提供蛋白质合成的平台，而且是推动蛋白质合成的一种催化剂。

内质网

内质网由占据细胞内大部分空间的管、囊和扁平状的膜构成（模式图1-2）。粗面内质网（rough endoplasmic reticulum, RER）的表面有核糖体的受体分子和信号识别颗粒，分别称为核糖体结合糖蛋白和停泊蛋白，RER膜与外核膜相连接。RER的功能包括合成和修饰将被包装的蛋白质，以及合

成膜脂和膜蛋白。滑面内质网具有合成胆固醇和脂类的功能，并在某些药物和毒素的解毒中发挥作用。此外，在骨骼肌细胞中滑面内质网发生特化，回收及释放钙离子以调节肌肉的收缩和舒张。

内质网与高尔基体间的间隙、高尔基体和反高尔基网

高尔基体（高尔基复合体）由一簇有极性的小囊泡、小管和扁平膜池组成，并按以下方式排列：内质网与高尔基体间的间隙（endoplasmic reticulum-golgi intermediate compartment, ERGIC）、顺高尔基网、顺面、中间面、反面和反高尔基网（trans-Golgi network, TGN）（模式图1-2）。高尔基复合体的功能不仅是包装RER表面合成的大分子物质，而且还进行修饰。COP II 包被的转移小泡将新合成的蛋白质从RER运送到ERGIC，而从该处到达顺高尔基网。可能通过COP I 包被的小泡，蛋白质通过非网格蛋白包被的小泡（或根据一些作者的观点，经成熟池），继续经高尔基体的顺面、中间面转运到反面。溶酶体的寡糖链在ERGIC和（或）顺面中被磷酸化，在中间面甘露糖基被去除，并添加一些其他糖的残基；而在反面中则添加半乳糖和唾液酸，并发生某些特定残基的硫酸化。大分子物质的分类和最终包装是由TGN完成。值得注意的是，物质可按前述的顺行方式在高尔基体内运行，也可按逆行方式运行。这种逆行转运方式发生在一些情况下，如位于RER或高尔基体特定面的逃逸蛋白要返回其起始部位时。

内体

内体是细胞内的中间过渡型小体，被用于胞吞、吞噬或自噬物质的破坏和溶酶体的形成。内体膜上有质子泵，可以将 H^+ 泵入其中，使小体的内含物呈酸性。内体也是溶酶体形成的中间阶段。早期内体位于细胞的

周边，含受体-配体复合物，其酸性内含物（ $pH \approx 6$ ）有助于受体与配体的解偶联。受体通常被转入一个管泡系统，从这里被运回质膜，而配体则转移至晚期内体。晚期内体内 pH 值更低（ $pH \approx 5.5$ ）。

溶酶体

晚期内体作为中间成分参与溶酶体的形成。溶酶体膜和溶酶体酶都在TGN中被包装，并以单独的网格蛋白包被小泡的形式运输至晚期内体内，形成内吞溶酶体，内吞溶酶体成熟后即成为溶酶体。这些膜被小泡，其膜上的质子泵造成其高度酸性的内环境（ $pH \approx 5.0$ ）。溶酶体内含有多多种水解酶，其功能是细胞内消化，即降解某些大分子以及吞噬的颗粒物（吞噬溶酶体）和自噬物（自噬体）。通常，溶酶体降解中难以消化的残余物存留在细胞内，并被封闭在小囊泡中，称残余体。

过氧化物酶体

过氧化物酶体是膜被细胞器，内含氧化酶，例如尿酸氧化酶、右旋氨基酸氧化酶和过氧化氢酶。过氧化物酶体的功能包括产生自由基（如超氧化物）和过氧化氢，过氧化氢对细胞内的各种物质有破坏作用。过氧化物酶体通过过氧化氢酶分解过氧化氢，以保护细胞免受毒害。过氧化物酶体的功能还包括对某些毒素有解毒作用，以及在脂类合成的过程中使某些脂肪酸链延长。预计存在于过氧化物酶体内的大多数蛋白质是在胞浆内而非RER合成的。所有过氧化物酶体都是由预先存在的过氧化物酶体分裂而形成。

蛋白酶体

蛋白酶体是小桶状细胞器，其功能是降解细胞溶质蛋白。细胞溶质蛋白的分解过程是高度受控的，所涉及的蛋白必须经过几种泛素分子标记，才被允许经蛋白酶体系统处理。

细胞骨架

细胞骨架是由丝状排列的蛋白质构成，这些蛋白不仅是维持细胞形态的框架，而且能将细胞内部的物质从一个部位运输到另一个部位，还使细胞具有运动和分裂的能力。细胞骨架包括微管（由 α 微管蛋白和 β 微管蛋白排列而成的13根原细丝构成）、细肌丝（即肌动蛋白丝，又称微丝）和中间丝。微管与几种蛋白密切相关，这些蛋白称微管相关蛋白，其促使一些细胞器、小泡以及细胞骨架的其它成分附着于微管上。大多数微管都来自于细胞中高尔基体附近的微管形成中心。细胞骨架的这些成分作为细胞内运输的轨道，参与细胞器和小泡的运输，而在细胞分裂过程中参与染色体的易位。两种重要的微管相关蛋白，即驱动蛋白和动力蛋白作为引擎蛋白，分别驱动细胞内小泡及细胞器的顺行运输和逆行运输。纤毛和鞭毛的轴丝及中心粒的框架，都主要由微管构成。

包涵物

胞质包涵物，如脂类、糖原、分泌颗粒和色素，是胞质内长存的成分。许多包涵物在胞质内的存在是一过性的，但也有例外，如脂褐素就永久存在于某些细胞内。

细胞核

细胞核由核被膜包围，核被膜分内核膜

和外核膜，两层膜之间为核周池（模式图1-2）。外核膜附有许多核糖体，并在一些部位与RER相连续。核孔是内、外核膜相融合形成圆环形的部位，它使得胞质与核质间交通。核膜孔有蛋白质的装置，与核孔一起构成核孔复合体，是物质出入细胞核的可调节通道。细胞核内含染色体，是RNA合成的场所。信使RNA（mRNA）和转运RNA（tRNA）都在细胞核内转录，而核糖体RNA（rRNA）则在核仁中转录。核仁也是核糖体蛋白质和rRNA装配成为核糖体的小亚单位和大亚单位的场所，而核糖体的大、小亚单位分别进入胞质。

细胞周期

细胞周期可分为四个期，即 G_1 期、S期、 G_2 期和M期。在合成前期，即 G_1 期，细胞的体积和细胞器的数量都增加。在S期发生DNA（以及组蛋白和其他的染色体相关蛋白）的合成和中心粒的复制。在 G_2 期，细胞储备了ATP，中心粒复制完成，细胞还储备了微管蛋白用于纺锤体的形成。 G_1 期、S期和 G_2 期合称分裂间期。M代表有丝分裂，有丝分裂分前期、前中期、中期、后期和末期。有丝分裂的结果是细胞一分为二，细胞的遗传物质平均分配到两个子细胞中。细胞周期这些事件的发生顺序受许多称为细胞周期蛋白的触发蛋白质调控。



组织生理学

I. 膜与膜的运输

在膜的合成、胞吞和胞吐作用中，质膜的流动性是重要因素，质膜的流动性对于膜运输同样很重要，可使膜在不同的细胞成分间转移时仍保持其特征（模式图1-3）。质膜流动的程度直接受温度及膜中不饱和脂肪酸含量的影响，并间接地受膜内胆固醇含量的影响。

跨膜运输可以是顺电位梯度或顺浓度梯度的被动运输（简单扩散以及通过离子通道或载体蛋白的易化扩散不消耗能量）；也可是主动运输（消耗能量，且通常是逆浓度或电位梯度）。离子通道蛋白分为非门控和门控两种状态。前者始终开放，而门控离子通道需某种刺激（如电位的变化、机械刺激、配体、G蛋白、神经递质的存在等）使通道开放。这些配体和神经递质也属于信号分子。

信号分子有疏水性（脂溶性）和亲水性之分，用于细胞间的通讯。脂溶性分子经扩散穿过细胞膜，与位于细胞质或细胞核内的受体分子结合，从而激活细胞内信使系统。水溶性信号分子与细胞膜上的受体（膜内蛋白）结合后启动某一系列的反应。

受体的存在使胞吞作用能内化的配体浓度比没有受体时高得多，这个过程称受体介导的胞吞作用，结果形成网格蛋白包被的内吞小泡。一旦这些小泡进入细胞，就脱掉网格蛋白包被，与早期内体融合。在这种细胞器中，配体与受体分离，使受体被转入一个管泡系统，即循环内体，从这里受体被再循环使用，运回细胞膜。停留在早期内体（ $\text{pH} \approx 6$ ）中的配体被转运到晚期内体（ $\text{pH} \approx 5.5$ ），位于胞质深部。来自于TGN的两组网格蛋白包被的小泡分别将溶酶体酶和溶酶体

膜（含有额外的ATP驱动的质子泵）运送到晚期内体，形成内吞溶酶体（或溶酶体），新装配的质子泵进一步使内吞溶酶体内的 pH 降低（降至 $\text{pH}=5.0$ ）。溶酶体内的水解酶将配体分解，释放有用的物质供细胞利用。难以消化的残余配体成分存留在小泡中，形成胞质内的残余体。

II. 蛋白质合成和胞吐作用

蛋白质合成需携带密码的mRNA、转运氨基酸的tRNA和核糖体（模式图1-4）。不进行包装的蛋白质是在胞质内的核糖体上合成，而非胞质蛋白质（包括分泌蛋白、溶酶体蛋白和膜蛋白）则在RER上的核糖体中合成。mRNA和核糖体的聚合体称多聚核糖体。

信号假说认为编码非胞质蛋白质的mRNA都含有一个固定的起始片段，即信号密码子，它编码信号蛋白。当mRNA进入细胞质后，与核糖体的小亚单位结合。核糖体的小亚单位上有一个mRNA的结合位点及三个tRNA的结合位点（P位、A位和E位）。

一旦起始阶段完成，起始密码子（编码蛋氨酸的AUG）被识别，起始子tRNA（连接有蛋氨酸）结合到P位（肽酰-tRNA结合位），这样核糖体的大亚单位就与起始子tRNA结合在一起，蛋白质合成从此开始。下一个密码子则由相应的氨酰tRNA识别，氨酰tRNA结合到A位（氨酰-tRNA结合位）。蛋氨酸与起始子tRNA（在P位）解离，在两个氨基酸之间形成肽键（生成一个二肽）。起始子tRNA移至核糖体的E位（离开位），最终离开核糖体，而带有二肽的tRNA从A位移至刚空出的P位。

下一个密码子被相应的氨酰-tRNA识别，tRNA随后结合到A位。二肽与在P位上