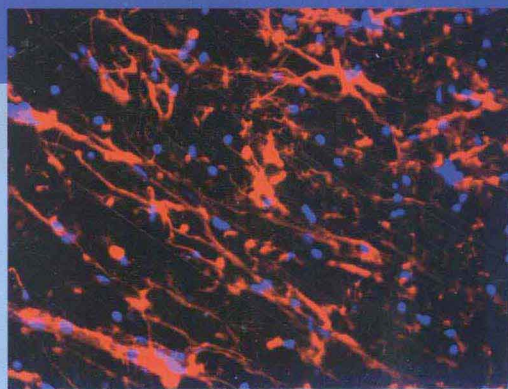


21世纪生物技术系列

# 组织细胞化学 理论与技术

Zuzhixibao Huaxue  
Lilun Yu Jishu

第3版



主编

王廷华

李力燕

Leong Seng Kee



科学出版社

21 世纪生物技术系列

# 组织细胞化学理论与技术

第 3 版

主 编 王廷华 李力燕 Leong Seng Kee

科学出版社

## 内 容 简 介

本书是《21 世纪生物技术系列》的一个分册,分上、下两篇,全面阐述了组织细胞化学的基本理论和实践技术。上篇系统介绍了组织细胞化学的基本理论,包括组织、细胞的结构与功能;下篇重点介绍了实验中常用的组织细胞化学技术方法,包括免疫组织细胞化学、酶组织化学、原位杂交组织化学、神经形态示踪技术、形态定量技术和细胞凋亡,以及免疫荧光染色技术等。

本书可供生物医学专业研究生、本科生及从事细胞组织化学相关研究的人员阅读和实验时参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

组织细胞化学理论与技术 / 王廷华, 李力燕, (新加坡) 基 (Kee LS) 主编. —3 版. —北京: 科学出版社, 2013. 6

(21 世纪生物技术系列)

ISBN 978-7-03-037957-3

I. 组… II. ①王… ②李… ③基… III. 组织细胞-细胞化学 IV. Q26

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 135987 号

责任编辑: 沈红芬 / 责任校对: 彭 涛

责任印制: 肖 兴 / 封面设计: 范璧合

版权所有, 违者必究。未经本社许可, 数字图书馆不得使用。

**科 学 出 版 社** 出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

**新科印刷有限公司** 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

\*

2005 年 3 月第 一 版 开本: 787×1092 1/16

2013 年 6 月第 三 版 印张: 17 插页: 2

2013 年 6 月第四次印刷 字数: 400 000

**定价: 68.00 元**

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

## 《21 世纪生物技术系列》第 3 版编审委员会

主 审 李云庆

委 员 (按姓氏笔画排序)

王廷华

四川大学

特聘教授,博导

昆明医科大学,云南师范大学,成都医学院

教授,博导

白 洁

昆明理工大学医学院

教授,博导

刘 进

四川大学华西医院

教授,博导

李云庆

第四军医大学

教授,博导

李成云

云南农业大学

教授,博导

李兵仓

第三军医大学

教授,博导

李官成

中南大学湘雅医学院

教授,博导

李建国

上海交通大学医学院

教授,博导

张连峰

北京协和医学院

教授,博导

陈向东

华中科技大学同济医学院

教授,博导

陆 地

昆明医科大学

教授,博导

项 鹏

中山大学中山医学院

教授,博导

胡帧明

重庆医科大学

教授,博导

顾晓松

南通大学医学院

教授,博导

曾园山

中山大学中山医学院

教授,博导

游 潮

四川大学华西医院

教授,博导

Jean Philippe Merlio

法国波尔多第二大学

教授,博导

John W. McDonald

美国霍普金斯大学医学院

教授,博导

Leong Seng Kee

新加坡国立大学

教授,博导

Xin-Fu Zhou

澳大利亚南澳大学

教授,博导

Zhi-Cheng Xiao

澳大利亚莫纳什大学

教授,博导

## 《组织细胞化学理论与技术》第3版编写人员

主 编 王廷华 李力燕 Leong Seng Kee

副主编 黄秀琴 刘 佳 钱保江

编 委 (按姓氏笔画排序)

王廷华 王旭阳 巴迎春 刘 佳

苏吉春 李力燕 李官成 李晓莉

吴林艳 邹晓莉 张 晓 张连双

金立德 胡艳丽 饶 莹 钱保江

徐振波 殷露玮 高 燕 黄秀琴

章 为 康 燕 戴 萍 Leong Seng Kee

# 《21 世纪生物技术系列》前言

21 世纪是生命科学飞速发展的时代。如果说 20 世纪后半叶是信息时代,那么 21 世纪上半叶,生命科学将成为主宰。我国加入 WTO 后与世界科技日益接轨,技术的竞争已呈现出其核心地位和作用。正是在此背景下,为适应我国 21 世纪生物技术的发展和需求,科学出版社于 2005 年组织编写了一套融基础理论和实践技术为一体、独具特色、主要面向一线科技人员的学术著作——《21 世纪生物技术丛书》,包括《组织细胞化学理论与技术》、《神经细胞培养理论与技术》、《蛋白质理论与技术》、《分子杂交理论与技术》、《PCR 理论与技术》、《基因克隆理论与技术》、《抗体理论与技术》和《干细胞理论与技术》共 8 个分册。本丛书自 2005 年 3 月问世以来,即受到了广大生物技术科技工作者的喜爱,2006 年 1 月进行了重印;2009 年出版了第 2 版。本丛书对满足我国日益扩大的科研人员及研究生实践需求,以及推动我国 21 世纪生物技术的普及和发展起到了积极的作用。

生物技术发展迅速,为了满足广大科技工作者的需求,本丛书于 2013 年推出第 3 版。在第 2 版的基础上,第 3 版主要对实验技术中的经验体会部分进行了全面增补,同时补充了新的理论技术,包括免疫荧光染色、诱导型干细胞理论与培养、基于病毒载体的转基因及 RNA 干扰技术、免疫共沉淀与蛋白质相互作用、蛋白芯片等实用技术,并对各技术的相关实践经验进行了更全面的总结。重要的是,为了应对和满足前沿技术的发展需要,推出第 3 版的同时还增补了 4 个分册,即《基因沉默理论与技术》、《电生理理论与技术》、《生物信息学理论与技术》和《神经疾病动物模型制备理论与技术》,并将丛书名更改为《21 世纪生物技术系列》。至此,本丛书已达 12 个分册,从行为、形态、细胞、分子生物学、电生理和生物信息等多个层面介绍了目前常用生物技术的基本理论、进展及其相关技术与应用,是我国 21 世纪生物技术著作中覆盖面最广、影响最大的一套著作。本丛书从培养科学思维能力和科研工作能力的目标出发,以实用性和可操作性为目的,面向我国日益增多的研究生和广大一线科研人员。在编写方式和风格方面,力求强调对基本概念和理论进行简明扼要的阐述,注重基本技术实践,认真总结了编者的实验经验和体会,并提供了大量原版彩图,使丛书在兼顾理论的同时更具实用价值。

本丛书由王廷华教授牵头,邀请国内外一批知名专家教授参加编写和审阅。本丛书是全体参编人员实践经验的总结,对从事科研的研究生和一线研究人员有很好的参考价值。

由于编写时间有限,加之科学技术发展迅速,书中的错误和不足之处在所难免,恳请各位读者批评指正。

值本丛书出版之际,感谢为我国生物技术及科学发展孜孜不倦、奉献一生的老一辈科学家,他们的杰出工作为我国中青年一代的发展奠定了基础;感谢国内外一批知名专家教授对丛书的指导和审阅;感谢编者们所付出的辛勤劳动;感谢中国解剖学会长期以来对本丛书组织工作的支持;感谢各位同道给予的鼓励和关心!

《21 世纪生物技术系列》编审委员会

2013 年 4 月 8 日

# 目 录

## 上篇 组织细胞化学理论

|                                    |      |
|------------------------------------|------|
| 第一章 免疫组织细胞化学基础 .....               | (1)  |
| 第一节 细胞 .....                       | (1)  |
| 第二节 组织概述 .....                     | (5)  |
| 第三节 显示细胞和组织成分、结构的方法 .....          | (11) |
| 第二章 组织细胞化学的免疫学与酶学基础 .....          | (15) |
| 第一节 抗体的发现及其特性 .....                | (15) |
| 第二节 免疫球蛋白分子 .....                  | (18) |
| 第三节 组织细胞化学的酶学基础 .....              | (31) |
| 第三章 免疫组织化学基本理论 .....               | (35) |
| 第一节 免疫组织化学的基本原理、发展及展望 .....        | (35) |
| 第二节 免疫组织化学技术的分类 .....              | (38) |
| 第三节 免疫组织化学技术常用仪器设备、器皿准备及试剂配制 ..... | (45) |
| 第四节 免疫组织化学标本的获取及处理 .....           | (49) |
| 第五节 免疫组织化学染色后的观测 .....             | (57) |
| 第六节 常用免疫组织化学技术的注意事项 .....          | (57) |
| 第四章 酶组织化学 .....                    | (59) |
| 第一节 福尔根显示 DNA 的方法 .....            | (59) |
| 第二节 高碘酸-Schiff 反应显示糖原和其他多糖 .....   | (61) |
| 第三节 异丙醇油红 O 法 .....                | (62) |
| 第四节 碱性磷酸酶显示法 .....                 | (63) |
| 第五节 碱性磷酸酶与 PAS 反应合并染色法 .....       | (65) |
| 第六节 酸性磷酸酶显示法 .....                 | (66) |
| 第七节 三磷酸腺苷酶显示法 .....                | (68) |
| 第八节 葡萄糖-6-磷酸酶铅法显示 .....            | (70) |
| 第九节 偶氮偶联法显示非特异性酯酶 .....            | (71) |
| 第十节 乙酰胆碱酯酶和胆碱酯酶显示法 .....           | (72) |
| 第十一节 同时偶联法显示氨基肽酶 .....             | (73) |
| 第十二节 细胞色素氧化酶显示法 .....              | (75) |
| 第十三节 琥珀酸脱氢酶显示法(四唑盐法) .....         | (75) |
| 第十四节 乳酸脱氢酶显示法 .....                | (76) |

|                                |       |
|--------------------------------|-------|
| 第十五节 $3\beta$ -羟甾体脱氢酶显示法 ..... | (77)  |
| 第五章 原位杂交组织化学 .....             | (79)  |
| 第一节 探针制备 .....                 | (79)  |
| 第二节 原位杂交的组织标本制作 .....          | (80)  |
| 第三节 杂交组织化学反应 .....             | (81)  |
| 第四节 实验对照 .....                 | (81)  |
| 第五节 生物素标记探针杂交方法 .....          | (82)  |
| 第六章 神经形态示踪方法学 .....            | (85)  |
| 第一节 辣根过氧化物酶示踪技术 .....          | (85)  |
| 第二节 荧光染料追踪技术 .....             | (90)  |
| 第三节 放射自显影神经示踪 .....            | (92)  |
| 第四节 顺行示踪技术 .....               | (94)  |
| 第七章 形态定量技术及其应用 .....           | (97)  |
| 第一节 概述 .....                   | (97)  |
| 第二节 目前形态定量研究方法简介 .....         | (97)  |
| 第三节 体视学概述 .....                | (98)  |
| 第四节 体视学技术的基本方法 .....           | (103) |
| 第五节 体视学技术中各参数的计算 .....         | (123) |
| 第六节 图像分析仪在医学实验研究中的应用 .....     | (129) |
| 第八章 细胞凋亡 .....                 | (135) |
| 第一节 概述 .....                   | (135) |
| 第二节 与细胞凋亡相关的酶类 .....           | (138) |
| 第三节 细胞凋亡的信号转导途径 .....          | (142) |
| 第四节 细胞凋亡的调控 .....              | (146) |
| 第五节 细胞凋亡与疾病 .....              | (149) |
| 第六节 细胞凋亡的研究方法 .....            | (153) |

## 下篇 组织细胞化学技术

|                                                   |       |
|---------------------------------------------------|-------|
| 第九章 组织化学技术的应用 .....                               | (170) |
| 第一节 免疫组织化学 ABC 法检测猫背根节 c-jun、c-fos 的表达 .....      | (170) |
| 第二节 免疫组织化学 SP 法在检测成年猴脑 BDNF、NT-4 和 NGF 中的应用 ..... | (174) |
| 第十章 用酶组化技术显示猫脊髓 II 板层一氧化氮合酶的表达 .....              | (184) |
| 第十一章 原位杂交组织化学技术检测猫背根节 BDNF 和 NT-3 的 mRNA 表达 ..... | (186) |
| 第一节 材料和方法 .....                                   | (186) |
| 第二节 结果 .....                                      | (195) |
| 第三节 结果分析与经验体会 .....                               | (196) |
| 第十二章 组织化学双标技术 .....                               | (197) |
| 第一节 脊髓 II 板层 NOS、BDNF 样神经膨体的免疫组化与酶组化双标技术 .....    | (197) |

|      |                                                   |       |
|------|---------------------------------------------------|-------|
| 第二节  | 免疫组织化学和原位杂交双标技术检测猫背根节 BDNF、NT-3 及其 mRNA 的表达 ..... | (198) |
| 第十三章 | 组织化学技术的关键与要点 .....                                | (202) |
| 第一节  | 高压控制免疫组化非特异性反应 .....                              | (202) |
| 第二节  | 组织化学标本处理要点 .....                                  | (203) |
| 第三节  | 组织化学实验步骤操作中的注意事项 .....                            | (203) |
| 第四节  | 组织化学结果显色要点 .....                                  | (203) |
| 第五节  | 经验体会 .....                                        | (203) |
| 第十四章 | 石蜡切片免疫组织化学实验的技术关键点 .....                          | (204) |
| 第一节  | 石蜡切片制备 .....                                      | (204) |
| 第二节  | 免疫组织化学染色 .....                                    | (206) |
| 第三节  | 免疫组织化学染色的对照设置 .....                               | (208) |
| 第四节  | 免疫组织化学染色过程中出现问题的原因与对策 .....                       | (209) |
| 第十五章 | 原位细胞凋亡 TUNEL 法检测大鼠全横断损伤脊髓细胞凋亡 .....               | (211) |
| 第十六章 | 大鼠皮质脊髓束 BDA 追踪实验 .....                            | (218) |
| 第一节  | 实验原理 .....                                        | (218) |
| 第二节  | 实验所需设备、试剂及其配制 .....                               | (218) |
| 第三节  | 实验步骤 .....                                        | (219) |
| 第四节  | 实验结果 .....                                        | (220) |
| 第五节  | 结果分析与实验体会 .....                                   | (221) |
| 第十七章 | 大鼠背根节细胞中枢终末脊髓内 CB-HRP 示踪技术 .....                  | (223) |
| 第一节  | 实验原理 .....                                        | (223) |
| 第二节  | 实验仪器、试剂及其配制 .....                                 | (223) |
| 第三节  | 实验方法 .....                                        | (225) |
| 第四节  | 实验结果 .....                                        | (226) |
| 第五节  | 结果分析 .....                                        | (227) |
| 第六节  | 经验体会及注意事项 .....                                   | (228) |
| 第十八章 | 免疫荧光技术 .....                                      | (229) |
| 第一节  | 概述 .....                                          | (229) |
| 第二节  | 免疫荧光技术的原理及常用方法 .....                              | (229) |
| 第三节  | 常用抗体标记荧光染料的选择 .....                               | (230) |
| 第四节  | 免疫荧光技术注意事项 .....                                  | (231) |
| 第五节  | 免疫荧光技术的应用 .....                                   | (231) |
| 第十九章 | 免疫荧光单标技术检测正常 SD 大鼠脊髓 GFAP 表达 .....                | (232) |
| 第一节  | 实验原理 .....                                        | (232) |
| 第二节  | 实验所需设备、试剂及其配制 .....                               | (232) |
| 第三节  | 实验方法 .....                                        | (234) |
| 第四节  | 实验结果 .....                                        | (235) |

---

|      |                                           |       |
|------|-------------------------------------------|-------|
| 第五节  | 结果分析 .....                                | (235) |
| 第六节  | 经验体会及注意事项 .....                           | (235) |
| 第二十章 | 大鼠脊髓白质 GFAP 阳性星形胶质细胞和 GDNF 免疫荧光双标技术 ..... | (237) |
| 第一节  | 实验原理 .....                                | (237) |
| 第二节  | 实验所需设备、试剂及其配制 .....                       | (237) |
| 第三节  | 实验方法 .....                                | (239) |
| 第四节  | 实验结果 .....                                | (240) |
| 第五节  | 结果分析 .....                                | (240) |
| 第六节  | 经验体会及注意事项 .....                           | (240) |
| 附录   | .....                                     | (242) |
| 附录一  | 组织化学的常用试剂及处理 .....                        | (242) |
| 附录二  | 原位杂交组织化学常用试剂及处理 .....                     | (247) |
| 彩图   |                                           |       |

# 上 篇 组织细胞化学理论

## 第一章 免疫组织细胞化学基础

### 第一节 细 胞

细胞是生物体形态结构、生理功能和生长发育的基本单位。

#### 一、细胞的发现及细胞学说建立

细胞(cell)的概念是随着16世纪末光学显微镜(light microscope,简称光镜)的发明而提出的。1665年,英国人胡克(Hooke)用光镜观察了软木塞薄片后,将所发现的蜂窝状小室命名为“细胞”。其实,他所见到的仅是植物的细胞壁,但该工作却无意中开创了用显微镜研究生物构造的先河。此后,许多学者对显微镜的使用投入了极大的热情,并陆续发现了各种各样的细胞。例如,意大利人马尔比基(Malpighi)观察了脾、肺、肾、表皮;荷兰人列文虎克(Leeuwenhoek)发现了红细胞、精子、肌纤维;格拉夫(Graaf)发现了卵泡。1801年,法国人比沙(Bichat)提出“组织”一词,并认为是组织构成了各种器官。

1838~1839年,德国人施万(Schwann)和施莱登(Schleiden)在综合归纳前人研究成果的基础上提出了细胞学说,认为细胞是机体的基本结构和功能单位;细胞中进行着复杂的化学反应;新的细胞是由原有的细胞产生的。此后,随着显微镜制造技术的发展,组织切片机的发明与改进,各种生物标本固定和染色方法的出现,19世纪下半叶成为了组织学和细胞学发展的黄金时代。到19世纪末,人们已能较准确地描述细胞的结构,使组织学发展为一门独立而系统的学科。1906年,意大利神经组织学家高尔基(Golgi)和西班牙人拉蒙·卡哈尔(Ramony Cajal)因发明镀银染色法和对神经系统组织结构的开创性研究而获得诺贝尔生理学/医学奖。

#### 二、细胞的形态

根据显微镜的观察结果,细胞大小不一,形态各异,有梭形、扁平形、立方形、圆柱形、多边形、球形和星形多突起状等。细胞的形态与其执行的生理功能和所处的部位密切相关。例如,接受刺激、传导冲动的神经细胞具有很多长突起;流动的血细胞呈圆形;紧密排列的上皮细胞呈方形、柱形、扁平形和多边形。有些细胞为了特殊功能的需要,具有纤毛、鞭毛、微

绒毛等突起,如精子等。人体内各种不同类型的细胞,其大小差别也很大,有些细胞的大小可随功能而变化。大多数细胞的直径只有几微米,肉眼看不见。最小的细胞(如小脑的颗粒细胞)直径只有  $4\mu\text{m}$ ;较大的细胞(如成熟的卵细胞)直径可达  $100 \sim 140\mu\text{m}$ ,肉眼勉强可见;最大的某些神经细胞,其突起最长可超过  $1\text{m}$ 。肌细胞大小还可随生理需要而发生变化。如骨骼肌可因锻炼使肌细胞变粗大;非妊娠子宫平滑肌的长度约为  $50\mu\text{m}$ ,但在妊娠期可增大到  $500\mu\text{m}$ 。

### 三、细胞的结构和功能

尽管细胞类型不同,但仍具有共同的基本结构,即细胞膜、细胞质和细胞核。

#### (一) 细胞膜

细胞膜(cell membrane)结构不仅存在于细胞表面,而且也出现在细胞内部。因此,将位于细胞表面的膜称为细胞外膜,细胞内的膜结构称为细胞内膜或内膜系统,两者统称为生物膜(biological membrane)。

**1. 生物膜的结构** 生物膜主要由类脂、蛋白质和糖类组成,其分子结构为液态镶嵌模型,其基本内容为:膜的结构以液态的类脂双分子层为基架,其中镶嵌着各种不同生理功能的球状蛋白质。生物膜在光镜下难以辨出;在电镜下可见其呈两暗夹一明的三层结构,又称单位膜(unit membrane),总厚度约  $7.5\text{nm}$ (图 1-1)。

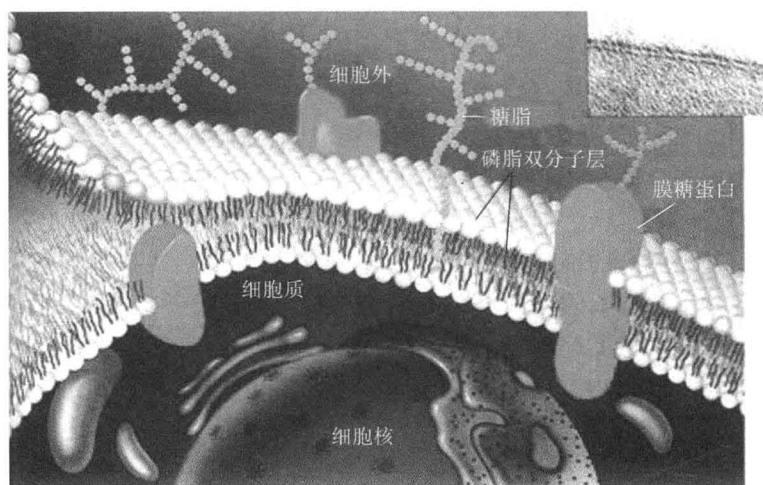


图 1-1 生物膜的分子结构示意图

**2. 细胞膜的功能** 细胞膜具有多方面的功能:①维持细胞的一定构型;②构成细胞屏障;③选择性地物质交换;④构成细胞支架;⑤与细胞识别、细胞粘连和运动有关;⑥细胞膜内各种嵌入蛋白的功能也是细胞膜的功能。

## (二) 细胞质

细胞质(cytoplasm)为细胞膜与细胞核之间的结构,是细胞新陈代谢与物质合成的重要场所。生活状态为透明胶状物,在固定标本上常呈颗粒状、泡沫状或网络状,由基质、细胞器和内涵物组成。

1. 基质 为无定形的胶状物质。

2. 细胞器 为细胞质内有特定形态结构、执行一定生理功能的有形成分,观察其微细结构需在电镜下进行,光镜下通过特殊染色,可见线粒体、高尔基复合体、中心体等细胞器(图 1-2)。

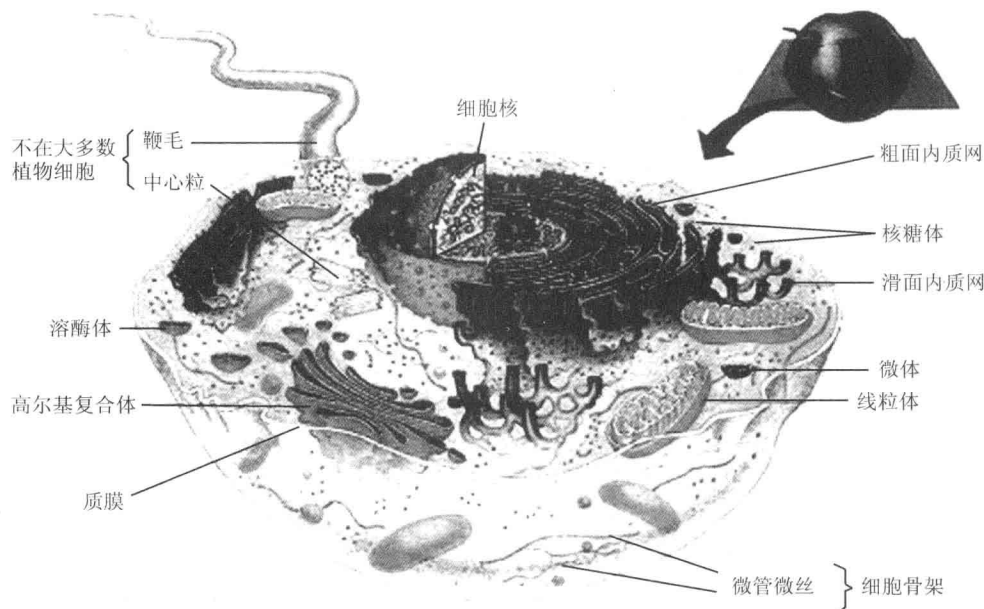


图 1-2 细胞模式图

(1) 线粒体 (mitochondria): 为细胞的供能站。光镜下呈线状或颗粒状。电镜下为双层单位膜构成的椭圆形小体,外膜光滑,内膜向内折叠形成板状或管状的线粒体嵴。线粒体的主要功能是通过氧化磷酸化作用产生能量,并将能量储存于 ATP 中,以备细胞进行各种生命活动所用。

(2) 核糖体 (ribosome): 为细胞内合成蛋白质的基地,由核糖核酸 (RNA) 和蛋白质构成。电镜下呈近似球形的致密颗粒,由大亚基和小亚基结合而成,有游离核糖体和附着核糖体两种存在形式。核糖体易被碱性染料着色,故光镜下细胞质中核糖体丰富的部位呈嗜碱性。

(3) 内质网 (endoplasmic reticulum): 为多功能的膜性小管系统,是由一层单位膜围成的囊状或小管状结构,根据其表面有无核糖体附着而分为粗面内质网和滑面内质网。

1) 粗面内质网(RER):由平行排列的扁囊和附着在膜外表面的核糖体构成,是合成蛋白质的部位,易被碱性染料着色。

2) 滑面内质网(SER):为表面光滑的管网状结构,无核糖体附着。SER为一多功能的结构,参与类固醇的合成,脂类、糖类的代谢,激素灭活和离子调节等功能,多分布于肝细胞和类固醇激素细胞内。

(4) 高尔基复合体(Golgi complex):为细胞的加工厂,由扁平囊泡、小泡和大泡构成,多位于细胞核附近,与细胞的分泌功能和溶酶体的形成有关。

(5) 溶酶体(lysosome):为细胞内的消化器,是胞质内有膜包裹并含有多种水解酶的致密小体,具有极强的消化分解物质的能力。可分为初级溶酶体、次级溶酶体及残余体三种形式。

(6) 微体(microbody):为细胞的防毒小体,是有膜包裹的卵圆形小体,中央常有一致密的核样体,微体中含有多种酶,可防止细胞的氧中毒,有保护作用。

(7) 中心体(centrosome):为细胞分裂的推动器,由两个互相垂直的中心粒和周围特化的细胞质及中心粒随体组成。中心体与细胞分裂时期中的纺锤体形成及染色体移动有关,纤毛与鞭毛等也由中心粒产生,故中心粒也与细胞运动有关。

(8) 微丝、微管、中间丝和微梁网络系统:为细胞骨架(cytoskeleton),是胞质内细丝状结构的总称,它构成了细胞的支架,参与细胞运动、分化、物质的转运等功能。

1) 微丝(microfilament):是由肌动蛋白构成的细丝状结构,直径5~6nm。

2) 微管(microtubule):是由微管相关蛋白构成的中空圆柱状结构,直径25nm。

3) 中间丝(intermediate filament):由富含脯氨酸、甲硫丁氨酸和胱氨酸的蛋白质构成,直径8~11nm。根据其化学组成及其在不同细胞中的分布与特性,又可分为角蛋白中丝、张力微丝、波形蛋白中丝、结蛋白中丝、神经胶质中丝及神经中丝等。

4) 微梁网络(microtrabecular lattice):是近年来应用超高压电镜观察到的一种比微丝更细的纤维,直径3~6nm。

**3. 内涵物** 是细胞质中一些有形的代谢产物或储备的营养物质,如糖原、脂滴、色素及分泌颗粒等。其数量随细胞生理状态不同而变化。

### (三) 细胞核

细胞核(cell nucleus)是细胞遗传和代谢活动的控制中心,在细胞生命活动中起着决定性的作用。除成熟红细胞外,所有的细胞都具有一个或多个细胞核。细胞核的形态、大小一般与细胞的形态、大小相适应,核与胞质之比通常为1:3或1:4。细胞核的结构由四部分组成(图1-3)。

**1. 核膜(nucleus membrane)** 为使遗传物质区域化的膜,由双层单位膜构成,其间隙称为核周隙,外层核膜上附有核糖体,与粗面内质网相似,核膜上有核孔,是控制大分子物质出入细胞核的通道。

**2. 核仁(nucleolus)** 为合成核糖体的场所。核仁一般呈圆球形,无膜包被,其大小、数量及位置随细胞功能而变化。主要化学成分是RNA和蛋白质,主要功能是加工和部分装配核糖体亚单位,因此是合成核糖体的场所。

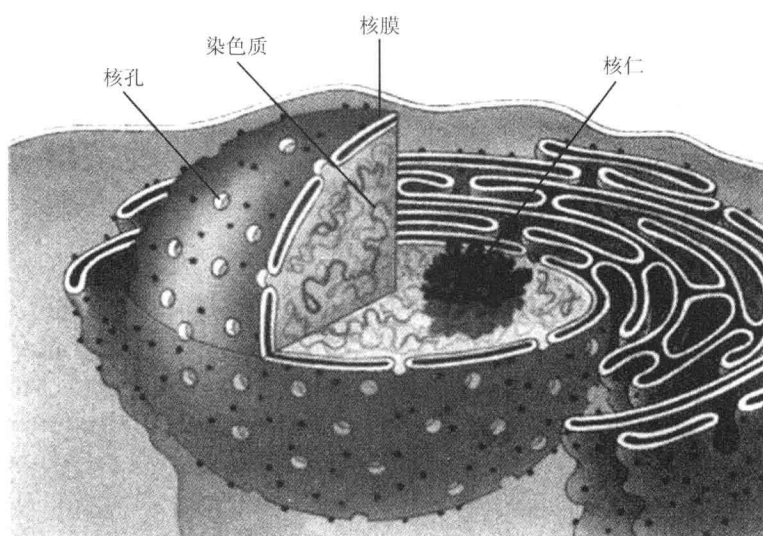


图 1-3 细胞核模式图

**3. 染色质 (chromatin) 和染色体 (chromosome)** 为遗传物质的载体。染色质是指细胞间期核内易被碱性染料着色的物质,由蛋白质和 DNA 组成。DNA 双螺旋紧密的部分在光镜下着色深,称异染色质;DNA 双螺旋松散延长,着色浅淡的称为常染色质。在细胞进行有丝分裂时,染色质细丝盘曲缠绕为具有特定形态结构的染色体。染色质与染色体实际上是不同功能状态下的同一物质。

**4. 核基质与核内骨架** 为核内无定形的胶状物及酸性蛋白构成的骨架系统,为核内代谢活动提供适宜的环境。

## 第二节 组织概述

### 一、组织的基本概念

组织是由一群结构相似的细胞及其间的细胞外基质 (extracellular matrix, ECM) 共同构成。构成人体的组织归纳为四大基本组织,即上皮组织、结缔组织、肌肉组织和神经组织。

### 二、组织的分类及结构特点

#### (一) 上皮组织

上皮组织 (epithelial tissue) 简称上皮,由大量密集排列的细胞和极少量的细胞外基质组成。上皮细胞具有明显的极性,即细胞的不同表面在结构和功能上具有明显的差别。其朝向体表或体内各种管、腔、囊的一面称为游离面,与其相对的另一面则称为基底面。基底面通过基膜与深部的结缔组织相连。上皮组织内神经末梢丰富,一般没有血管,其所需营养由

深部结缔组织中的血管提供。上皮组织具有保护、吸收、分泌和排泄等功能。按其结构和功能,上皮组织可分为被覆上皮和腺上皮两大类。除此之外,体内还有少量其他特殊类型的上皮,如可感受理化刺激的感觉上皮(分布在味蕾、嗅上皮、内耳和视网膜等处),可产生精子的生精上皮(分布在睾丸的生精小管)和具有舒缩功能的肌上皮(分布在大唾液腺、汗腺和乳腺的腺细胞与基膜之间)。

**1. 被覆上皮** 被覆上皮覆盖于体表或内衬于体内各种有腔器官的腔面。根据组成被覆上皮的细胞层数,可分为由一层细胞组成的单层上皮和两层或两层以上的细胞组成的复层上皮。按单层上皮细胞的形态或复层上皮的表层细胞形态,又可将其分为扁平上皮、立方上皮和柱状上皮(表 1-1)。通常所说的上皮即指被覆上皮。

表 1-1 被覆上皮的类型及主要分布

|      | 上皮类型      | 主要分布                                        |
|------|-----------|---------------------------------------------|
| 单层上皮 | 单层扁平上皮    | 内皮:心脏、血管和淋巴管<br>间皮:胸膜、腹膜和心包膜<br>其他:肺泡和肾小囊壁层 |
|      | 单层立方上皮    | 肾小管、甲状腺滤泡等                                  |
|      | 单层柱状上皮    | 胃、肠、胆囊、输卵管和子宫等                              |
|      | 假复层纤毛柱状上皮 | 呼吸道等                                        |
| 复层上皮 | 复层扁平上皮    | 未角化的:口腔、食管和阴道<br>角化的:皮肤的表皮                  |
|      | 复层柱状上皮    | 眼睑结膜和男性尿道等                                  |
|      | 移行上皮      | 肾盏、肾盂、输尿管和膀胱等                               |

**2. 腺上皮和腺** 以分泌功能为主的上皮称为腺上皮(glandular epithelium),以腺上皮为主构成的器官称为腺体(gland)。腺体的分泌物通过导管通达身体表面或有腔器官腔面的腺体,称有管腺或外分泌腺(exocrine gland),如汗腺、乳腺和唾液腺等;无导管,分泌物(主要是激素)直接进入腺细胞周围的毛细血管和毛细淋巴管,再被运送到其作用部位的腺体,称无管腺或内分泌腺(endocrine gland),如甲状腺、肾上腺和腺垂体等。

(二) 结缔组织

结缔组织(connective tissue)广泛分布于机体各部,由大量细胞外基质和各种结缔组织细胞构成。结缔组织的细胞外基质包括细丝状的纤维和无定形的基质。结缔组织细胞散在分布于细胞外基质中,细胞无极性,其数量相对较少,但种类较多,功能各异。

结缔组织来源于胚胎时期的间充质。间充质细胞是一种多潜能的干细胞,除分化成各种结缔组织细胞外,还分化成血管的内皮细胞和平滑肌细胞等。结缔组织根据其纤维的数量、排列及基质成分的不同,分为固有结缔组织、软骨组织、骨组织和血液等。通常所称的结缔组织多指固有结缔组织。固有结缔组织按其结构和功能不同又分为疏松结缔组织、致密结缔组织、脂肪组织和网状组织。

1. 固有结缔组织

(1) 疏松结缔组织(loose connective tissue):的纤维较少,排列疏松,细胞种类较多,结