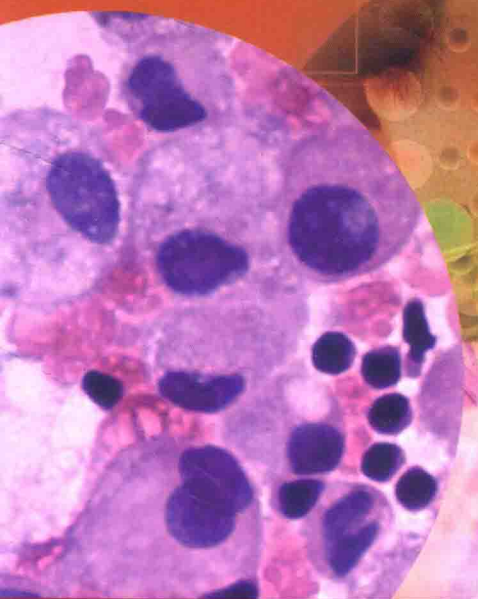




中国科学院教材建设专家委员会规划教材  
全国高等医药院校规划教材

# 组织学与胚胎学

齐亚灵 赵文杰 主编



科学出版社

中国科学院教材建设专家委员会规划教材  
全国高等医药院校规划教材

# 组织学与胚胎学

主 编 齐亚灵 赵文杰

副主编 刘佳梅 贾书花 李跃萍 朱 梅 刘慧雯

编 者 (按姓氏拼音排序)

|     |         |     |        |
|-----|---------|-----|--------|
| 崔志刚 | 海南医学院   | 贾书花 | 长治医学院  |
| 李 坪 | 昆明医科大学  | 李 尧 | 佳木斯大学  |
| 李 文 | 佳木斯大学   | 李树蕾 | 吉林大学   |
| 李跃萍 | 海南医学院   | 刘春玲 | 牡丹江医学院 |
| 刘慧雯 | 哈尔滨医科大学 | 刘佳梅 | 吉林大学   |
| 刘玉荣 | 广州医科大学  | 齐亚灵 | 海南医学院  |
| 王景霞 | 佳木斯大学   | 王淑英 | 佳木斯大学  |
| 张 辉 | 佳木斯大学   | 赵文杰 | 海南医学院  |
| 周劲松 | 西安交通大学  | 朱 梅 | 牡丹江医学院 |

绘图人员 (按姓氏拼音排序)

|     |       |     |       |
|-----|-------|-----|-------|
| 方秋月 | 佳木斯大学 | 王圣茜 | 佳木斯大学 |
| 王一博 | 佳木斯大学 | 赵芸鹤 | 佳木斯大学 |

编写秘书 李 玥 佳木斯大学

科 学 出 版 社

北 京

• 版权所有 侵权必究 •

举报电话：010-64030229；010-64034315；13501151303（打假办）

## 内 容 简 介

组织学与胚胎学是医学专业的主要基础医学课程。其任务是使学生掌握组织和器官的显微结构和超微结构，熟悉其结构与功能的关系，了解人体胚胎的发生和常见的先天性畸形，为学习其他基础医学课程和临床医学课程奠定基础。全书内容分为两篇，共设 27 章。第一篇为组织学，主要研究机体微细结构及其相关功能。研究内容包括细胞、组织和器官系统的微细结构及其相关功能。第二篇为胚胎学，主要研究个体发生、发育及其发生机制。其研究内容包括生殖细胞的发生、受精、胚胎早期发育、器官与系统的发生、胚胎与母体的关系、先天性畸形及环境因素对胚胎发育的影响等。

本教材供临床、基础、预防、口腔、护理、影像、中医、中西医结合、临床检验及全科医学等医学专业本科生使用。

### 图书在版编目 (CIP) 数据

组织学与胚胎学 / 齐亚灵, 赵文杰主编, —北京: 科学出版社, 2017.1

中国科学院教材建设专家委员会规划教材·全国高等医药院校规划教材  
ISBN 978-7-03-050461-6

I. ①组… II. ①齐… ②赵… III. ①人体组织学—高等院校—教材  
②人体胚胎学—高等院校—教材 IV. ① R32

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 262338 号

责任编辑：赵炜炜 胡治国 / 责任校对：彭 涛

责任印制：赵 博 / 封面设计：陈 敬

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>

北京世汉凌云印刷有限公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

\*

2017 年 1 月第 一 版 开本：850×1168 1/16

2017 年 1 月第一次印刷 印张：15

字数：488 000

定价：69.80 元

(如有印装质量问题，我社负责调换)

# 前言

本教材是全国高等医药院校本科规划教材，在科学出版社组织的基础医学教材建设专家委员会的指导下，由海南医学院主持编写，全国九所医学院校组织学与胚胎学专家、教授及在校学生通力合作，以国家教育部新版的教学大纲为依据，根据本科教学的培养目标，结合多年的组织学与胚胎学教学实践编写而成。

本教材有如下主要特点：①实物切片图多且结构典型，并且图均由各编者及所在院校自行提供（光学显微镜图取自编者学校自有切片库，电子显微镜图来自于吉林大学白求恩医学院尹昕教授和朱秀雄技师惠赠，书中黑白简图由在校学生绘画），使形态学内容更直观，极大提高学生认知能力。②在每章正文之前给出内容提要，提示重点。③在文末增加了相关疾病的简介以及思考题，旨在启发学生思考，引导学生了解临床与基础知识之间的相关性，思考医学中的实际问题。

本教材注重吸收国内外同类教材的优点，广大组织学与胚胎学同仁们的辛勤劳动为本教材奠定了良好的基础，谨在此向他们表示深深的敬意！

本教材在编写过程中，得到了各参编单位的大力支持，尤其得到科学出版社的鼎力相助，在此对提供图片的北京大学医学部唐军民教授，大连大学的杨利敏教授，吉林大学白求恩医学院尹昕教授和朱秀雄技师，吉林医学院徐冶教授，哈尔滨市儿童医院口腔外科的田素宝主任医师以及绘图学生一并表示最诚挚的谢意！

由于我们的水平有限，纰漏在所难免，欢迎同行专家、广大师生批评指正。

齐亚灵

2016年11月



# 目 录

## 第一篇 组 织 学

|                                     |                            |
|-------------------------------------|----------------------------|
| 第1章 绪论.....1                        | 第六节 血-脑屏障..... 68          |
| 第一节 组织学与胚胎学的研究内容及其在<br>医学中的地位.....1 | 第9章 循环系统..... 69           |
| 第二节 组织学与胚胎学的研究方法和常用<br>技术.....2     | 第一节 血管壁的一般结构 ..... 69      |
| 第三节 组织学与胚胎学的学习方法.....7              | 第二节 动脉 ..... 70            |
| 第2章 上皮组织.....9                      | 第三节 静脉 ..... 73            |
| 第一节 被覆上皮.....9                      | 第四节 毛细血管 ..... 74          |
| 第二节 腺上皮和腺 ..... 16                  | 第五节 心脏 ..... 75            |
| 第3章 固有结缔组织..... 18                  | 第六节 淋巴管系统 ..... 77         |
| 第一节 疏松结缔组织 ..... 18                 | 第10章 免疫系统 ..... 79         |
| 第二节 致密结缔组织 ..... 23                 | 第一节 主要的免疫细胞 ..... 79       |
| 第三节 脂肪组织 ..... 24                   | 第二节 淋巴组织 ..... 80          |
| 第四节 网状组织 ..... 24                   | 第三节 淋巴器官 ..... 81          |
| 第4章 软骨和骨..... 26                    | 第11章 皮肤 ..... 88           |
| 第一节 软骨 ..... 26                     | 第一节 表皮 ..... 88            |
| 第二节 骨 ..... 28                      | 第二节 真皮 ..... 90            |
| 第三节 骨的发生 ..... 30                   | 第三节 皮下组织 ..... 91          |
| 第5章 血液与血细胞发生..... 33                | 第四节 皮肤附属器 ..... 91         |
| 第一节 血液的组成 ..... 33                  | 第12章 内分泌系统 ..... 93        |
| 第二节 骨髓的结构和血细胞发生 ..... 39            | 第一节 甲状腺 ..... 93           |
| 第三节 淋巴 ..... 42                     | 第二节 甲状旁腺 ..... 94          |
| 第6章 肌组织..... 43                     | 第三节 肾上腺 ..... 95           |
| 第一节 骨骼肌 ..... 43                    | 第四节 垂体 ..... 97            |
| 第二节 心肌 ..... 46                     | 第五节 松果体 ..... 101          |
| 第三节 平滑肌 ..... 47                    | 第六节 弥散神经内分泌系统 ..... 101    |
| 第7章 神经组织..... 49                    | 第13章 消化管 ..... 103         |
| 第一节 神经元 ..... 49                    | 第一节 消化管壁的一般组织结构 ..... 103  |
| 第二节 突触 ..... 53                     | 第二节 口腔 ..... 104           |
| 第三节 神经胶质细胞 ..... 55                 | 第三节 食管 ..... 106           |
| 第四节 神经纤维和神经 ..... 57                | 第四节 胃 ..... 107            |
| 第五节 神经末梢 ..... 58                   | 第五节 小肠 ..... 109           |
| 第8章 神经系统..... 61                    | 第六节 大肠 ..... 111           |
| 第一节 大脑皮质 ..... 61                   | 第七节 消化管壁的特殊结构及功能 ..... 112 |
| 第二节 小脑皮质 ..... 64                   | 第14章 消化腺 ..... 115         |
| 第三节 脊髓 ..... 66                     | 第一节 唾液腺 ..... 115          |
| 第四节 神经节 ..... 66                    | 第二节 胰腺 ..... 116           |
| 第五节 脑脊膜、脉络丛、脑脊液 ..... 67            | 第三节 肝 ..... 118            |
|                                     | 第四节 胆囊与胆管 ..... 122        |
|                                     | 第15章 呼吸系统 ..... 123        |

|                          |     |                            |     |
|--------------------------|-----|----------------------------|-----|
| 第一节 呼吸道的一般结构 .....       | 123 | 第二节 耳 .....                | 147 |
| 第二节 鼻腔 .....             | 123 | <b>第 18 章 男性生殖系统</b> ..... | 151 |
| 第三节 喉 .....              | 124 | 第一节 睾丸 .....               | 151 |
| 第四节 气管和主支气管 .....        | 125 | 第二节 排精管道 .....             | 155 |
| 第五节 肺 .....              | 127 | 第三节 附属腺体 .....             | 157 |
| <b>第 16 章 泌尿系统</b> ..... | 133 | <b>第 19 章 女性生殖系统</b> ..... | 159 |
| 第一节 肾 .....              | 133 | 第一节 卵巢 .....               | 159 |
| 第二节 排尿管道 .....           | 139 | 第二节 输卵管 .....              | 164 |
| <b>第 17 章 眼与耳</b> .....  | 142 | 第三节 子宫 .....               | 165 |
| 第一节 眼 .....              | 142 | 第四节 乳腺 .....               | 168 |

## 第二篇 胚胎学

|                                |     |                                  |     |
|--------------------------------|-----|----------------------------------|-----|
| <b>第 20 章 胚胎学绪论</b> .....      | 170 | <b>第 23 章 消化系统和呼吸系统发生</b> .....  | 197 |
| 第一节 胚胎学研究内容及其意义 .....          | 170 | 第一节 消化系统的发生 .....                | 198 |
| 第二节 胚胎学发展简史和现代胚胎学的发展 .....     | 171 | 第二节 呼吸系统的发生 .....                | 202 |
| <b>第 21 章 人胚发生和早期发育</b> .....  | 172 | <b>第 24 章 泌尿系统和生殖系统的发生</b> ..... | 205 |
| 第一节 生殖细胞和受精 .....              | 172 | 第一节 泌尿系统的发生 .....                | 205 |
| 第二节 胚泡的形成和植入 .....             | 173 | 第二节 生殖系统的发生 .....                | 208 |
| 第三节 胚层的形成 .....                | 175 | <b>第 25 章 心血管系统的发生</b> .....     | 212 |
| 第四节 三胚层的分化和胚体的形成 .....         | 177 | 第一节 原始心血管系统的建立 .....             | 212 |
| 第五节 胎膜和胎盘 .....                | 181 | 第二节 心脏的发生 .....                  | 213 |
| 第六节 胚胎龄的推算和胚胎各期外形特征 .....      | 185 | 第三节 胎儿血液循环及出生后的变化 .....          | 215 |
| 第七节 双胎、多胎和联体双胎 .....           | 187 | 第四节 心血管系统主要畸形 .....              | 216 |
| <b>第 22 章 颜面、颈和四肢的发生</b> ..... | 189 | <b>第 26 章 神经系统和眼与耳的发生</b> .....  | 218 |
| 第一节 鳃器的发生和演变 .....             | 189 | 第一节 神经系统的发生 .....                | 218 |
| 第二节 颜面的形成 .....                | 191 | 第二节 眼的发生 .....                   | 223 |
| 第三节 腭的发生与口腔、鼻腔的形成 .....        | 192 | 第三节 耳的发生 .....                   | 225 |
| 第四节 舌和牙的发生 .....               | 193 | <b>第 27 章 先天性畸形</b> .....        | 228 |
| 第五节 颈部的形成 .....                | 194 | 第一节 先天性畸形的分类 .....               | 228 |
| 第六节 四肢的发生 .....                | 194 | 第二节 先天性畸形的发生原因 .....             | 228 |
| 第七节 常见先天性畸形 .....              | 195 | 第三节 胚胎的致畸敏感期 .....               | 229 |
|                                |     | 第四节 先天性畸形的预防和宫内诊断、治疗 .....       | 230 |

# 第一篇 组 织 学

## 第 1 章 绪 论

### 内 容 提 要

- (1) 组织学与胚胎学的研究内容及意义。
- (2) 组织学与胚胎学的研究方法和常用技术。
- (3) 光学显微镜技术、电子显微镜技术。
- (4) 组织化学和免疫组织化学术。
- (5) 原位杂交术。
- (6) 组织细胞定量术。
- (7) 组织学与胚胎学学习方法。

### 第一节 组织学与胚胎学的研究 内容及其在医学中的地位

#### 一、组织学与胚胎学的研究内容

组织学与胚胎学是一门重要的医学基础课程，由组织学和胚胎学两部分内容组成，两者既独立又相互关联。

**组织学** (histology) 是研究机体微细结构及其相关功能的科学。其微细结构常借助于显微镜方可观察清楚，显微镜有**光学显微镜** (light microscope, LM, 简称光镜) 和**电子显微镜** (electron microscope, EM, 简称电镜)，两者观察到的机体微细结构分别称光镜结构和电镜结构，电镜结构又称超微结构。

组织学的研究内容包括细胞、组织和器官系统的微细结构及其相关功能。**细胞** (cell) 是构成机体形态结构与功能的基本单位。**组织** (tissue) 是由细胞和**细胞外基质** (extracellular matrix) 组成的群体结构，是构成器官的基本成分。组织有四大基本类型：上皮组织、结缔组织、肌组织和神经组织。这些组织按一定方式组合构成**器官** (organ)。器官具有一定的形态结构，并执行特定的生理功能，按其

组织学特征，可分为中空性器官与实质性器官两大类型。中空性器官：器官中央有大的空腔，如心血管、消化管、呼吸道以及排尿和生殖管道等。这类器官的管壁结构分层，一般可分 3~4 层。实质性器官：器官内无大腔，如消化腺、淋巴器官、内分泌腺、肾脏等。这类器官的结构表面为被膜，内部为实质，实质行使器官的主要功能。若干功能相关的器官构成系统。

#### 二、组织学与胚胎学在医学中的地位

组织学是重要的医学基础课程，现代组织学的发展、研究已深入到分子水平，与基础医学许多学科交叉渗透，相互促进。生命科学的一些重大研究如组织工程、器官移植等都与组织学有着密切关系。所以学好组织学，才能认识并系统掌握正常机体的微细结构以及深入理解其功能，为其他基础和临床学科的学习，打下必备的形态学基础。

作为一门医学基础课程，组织学与胚胎学和其他医学基础课程及临床学科都有一定联系，尤其与解剖学、生理学、病理学、遗传学、妇产科学、儿科学和生殖工程学等学科联系更为密切。随着科技的发展，组织学与胚胎学研究已深入到分子水平，生命科学的一些重大研究如器官移植等都与其有着密不可分的联系。



## 第二节 组织学与胚胎学的研究方法 和常用技术

组织学与胚胎学的研究方法很多,且随着科学技术的发展而得到了很好的发展和创新,下面仅简要介绍几种常用的方法和技术。

### 一、光学显微镜技术

#### (一) 普通光学显微镜术

普通光学显微镜是观察组织细胞微细结构最常用的工具,它由光学部分和机械部分两部分组成。光学部分主要起放大作用,包括目镜、物镜和聚光器。光镜的分辨率约为  $0.2\ \mu\text{m}$ ,可放大几十至一千多倍。普通光学显微镜下观察组织切片是组织学最基本的研究方法。

**1. 普通光学显微镜组织切片标本的制备方法** 观察机体组织细胞的微细结构前,首先需将组织块制成薄片,以利于光线的透过,制片的方法中以石蜡切片法最为常用。其制备程序如下:

(1) 取材与固定:取人体或动物新鲜组织块,迅速投入固定剂中进行固定,使组织中蛋白质快速凝固,以保持接近生活状态下的组织结构。常用的固定剂有甲醛、乙醇、冰醋酸等。

(2) 脱水、透明与包埋:固定好的组织块经乙醇脱水、二甲苯透明、石蜡浸透、包埋成硬块。除石蜡包埋外,在制作较大组织块如眼球和脑等组织时,常用火棉胶包埋。

(3) 切片与染色:用切片机将石蜡包埋后的组织块切成厚度约为  $5\sim 10\ \mu\text{m}$  的切片,贴于载玻片上,经二甲苯脱蜡后进行染色。为了较好地保存细胞内的酶活性或尽快制成切片标本,可用恒冷箱制成冰冻切片后再进行染色。

(4) 封固:切片经脱水、透明,滴加中性树胶后覆以盖玻片封固。

#### 2. 组织切片染色法

(1) 组织切片最常用的染色法:苏木精(hematoxylin)和伊红(eosin)染色法,简称HE染色法。苏木精为碱性染料,可使细胞核内的染色质及细胞质内的核糖体等结构染成蓝紫色;伊红为酸性染料,可使多数细胞的细胞质和细胞外基质等结构染成粉红色(图 1-1-1)。易于被碱性或酸性染料着色的性质分别称嗜碱性(basophilia)或嗜酸性(acidophilia);与两者亲和力均不强的,称中性(neutrophilia)。

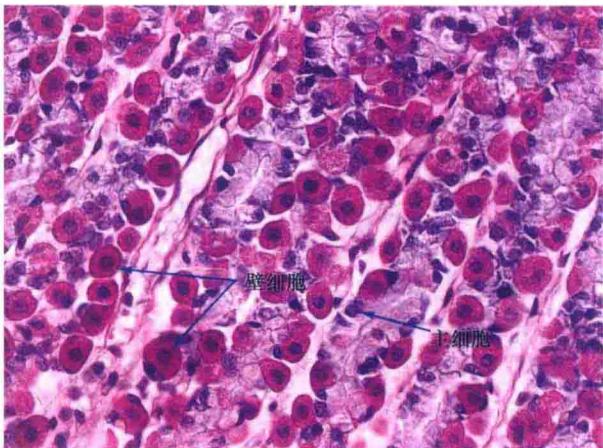


图 1-1-1 HE 染色(胃底腺)

(2) 其他染色方法:除 HE 染色外,还有其他多种染色法可特异地显示细胞内的某些结构,如肾上腺髓质细胞经重铬酸盐处理后,呈棕褐色,称嗜铬性;肥大细胞中的颗粒经甲苯胺蓝等蓝色染料染色后,呈紫红色,这种现象称异染性。硝酸银染色时,有的组织可使银离子直接还原成银微粒附着在组织上呈棕黑色(图 1-1-2A),该特性称亲银性;而有的组织结构如神经元的神经原纤维需加还原剂方能显色,则称嗜银性(图 1-1-2B);地衣红染色也称弹性染色,能将含弹性蛋白的弹性纤维染成紫褐色(图 1-1-3)。

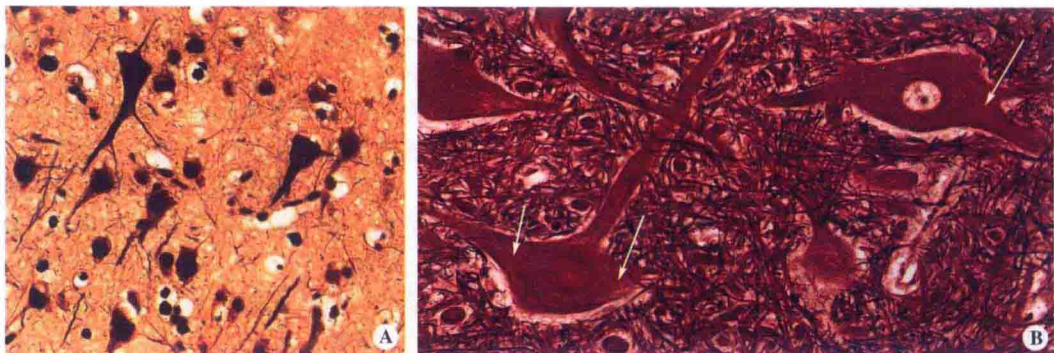


图 1-1-2 镀银染色(A. 大脑皮质神经元; B. 脊髓灰质前角神经元)





图 1-1-3 地衣红染色（弹性软骨）

制作组织标本除切片外，还有其他制备法：

①涂片法：如血液、精液等可直接涂于载玻片上制成涂片；②铺片法：用于疏松结缔组织、肠系膜等薄层组织，可将其撕开铺于载玻片上，展平制成铺片；③磨片法：用于骨和牙等坚硬组织，可直接将其磨成薄片，制成标本进行观察。

## （二）几种特殊显微镜术

**1. 相差显微镜** 相差显微镜用于观察生活细胞和未经染色细胞的形态结构。生活细胞无色透明，细胞内各种结构间的反差很小，在一般光镜下难以观察到细胞的结构。相差显微镜的基本原理是把透过标本的可见光的相位差变成振幅差，从而提高结构之间的对比度，使标本中的结构清晰可辨。倒置相差显微镜则用于观察生长在培养皿中的生活细胞，其特点是光源安装在载物台的上方，物镜安装在载物台的下方，可以对体外培养细胞进行长时间观察、记录（图 1-1-4）。此外，还有干涉微分相差显微镜，可使生活细胞呈现不同颜色来进行观察。

**2. 荧光显微镜** 荧光显微镜是用于观察标本中的自发荧光物质或以荧光素标记的结构。其原理是用能够产生紫外线的光源，激发标本中的荧光物质呈现出不同颜色的荧光，如维生素 A 呈绿色荧光；或用荧光素标记细胞内结构，通过观察荧光分布与强度来检测组织、细胞的结构成分的变化，探讨细胞的功能状态（图 1-1-5）。

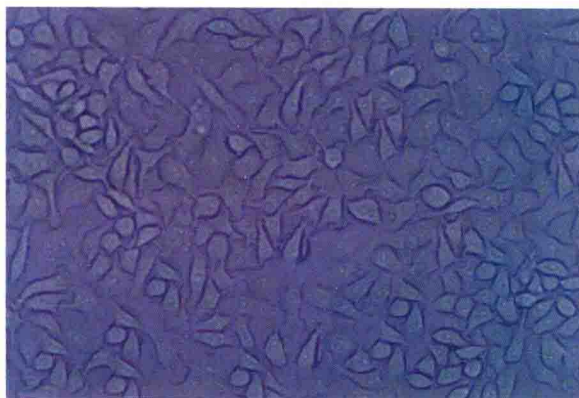


图 1-1-4 HeLa 细胞（倒置相差显微镜）

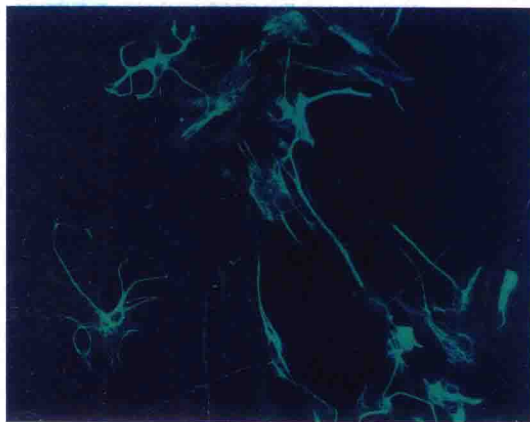


图 1-1-5 GFAP-FITC 免疫荧光（荧光显微镜）

此外，还有暗视野显微镜用于观察线粒体运动、细菌活动等；偏光显微镜可检测出骨骼肌的明、暗带的折光性。

## 二、共聚焦激光扫描显微镜

共聚焦激光扫描显微镜主要由激光光源、共聚焦成像扫描系统、电子光学系统和微机图像分析系统四部分构成。激光光束扫描样品，形成不同层次的图像，再利用计算机技术合成和构建出三维图像，可对细胞的多种功能进行全自动、高效、快速地微量定性和定量测定（图 1-1-6）。

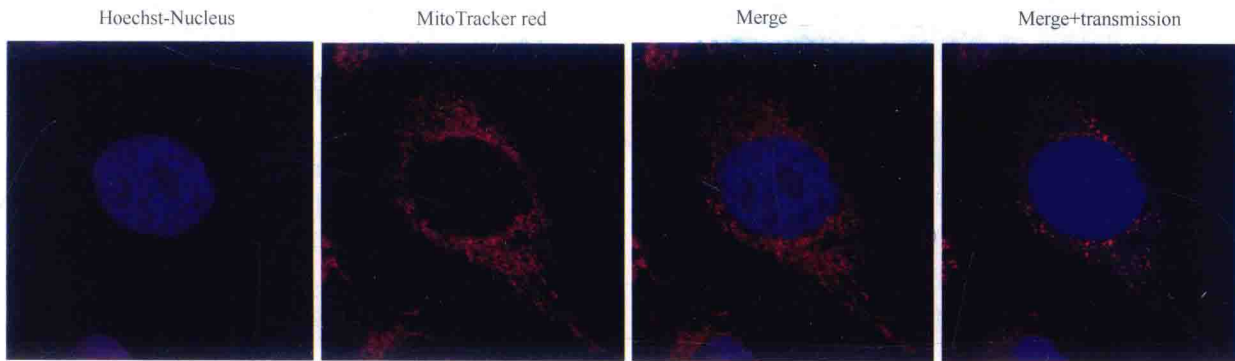


图 1-1-6 SKOV3 cell（共聚焦激光扫描显微镜）



### 三、电子显微镜技术

电子显微镜技术 (electron microscopy, EM) 简称电镜技术, 是研究机体超微结构的重要手段。较常用的为透射电镜 (transmission electron microscope, TEM) 和扫描电镜 (scanning electron microscope, SEM)。其原理与光镜不同的是用电子束代替了可见光, 用电磁透镜代替了光学透镜, 并使用荧光屏将肉眼不可见的电子束成像。

#### (一) 透射电镜术

透射电镜用于观察组织细胞的内部超微结构, 其原理是以电子束穿透标本 (组织的超薄切片), 经聚焦与放大后, 成像于荧光屏上进行观察和摄片。透射电镜的分辨率可达 0.2 nm, 放大倍数为几万至几十万倍。其标本制备较光镜的更为严格, 取材要新鲜, 切成小于 1 mm<sup>3</sup> 的组织块, 用戊二醛和锇酸双重固定、树脂包埋, 用超薄切片机切成 50 ~ 70 nm 的薄片, 经重金属盐醋酸铀和柠檬酸铅电子染色, 方可在电镜下观察。

由于电子束易散射, 故穿透力低, 必须制备超薄切片。当电子束投射到密度大的样品时, 电子被散射的多, 投射到荧光屏上的电子少而呈暗像, 电镜图像呈黑色, 称电子密度高, 反之, 则称电子密度低 (图 1-1-7)。



图 1-1-7 毛细血管 (透射电镜)

1. 电子密度低; 2. 电子密度高

#### (二) 扫描电镜术

扫描电镜是用于观察细胞、组织或器官表面的立体超微结构。组织块经固定后, 置于真空镀膜仪内干燥, 在标本表面先后喷镀一层碳膜和合金膜, 以增加二次电子数, 即可置于镜下观察。扫描电镜以极细的电子束在样品表面扫描, 将产生的二次电子用探测器收集, 形成电信号送到显像管, 在荧光屏上成像, 可显示出细胞、组织或器官表面富有立

体感的图像 (图 1-1-8)。

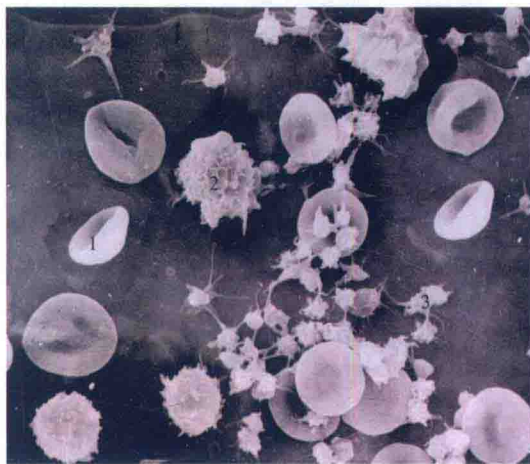


图 1-1-8 血细胞扫描电镜图

1. 红细胞; 2. 白细胞; 3. 血小板

此外, 在扫描电镜和透射电镜装配上 X-射线显微分析器, 即为分析电镜 (analytic electron microscope), 可对组织或细胞内的元素进行定位、定性和定量分析, 又称 X-射线显微分析术 (或能谱分析)。冷冻蚀刻复型术 (freeze etch replica) 能显示细胞、组织微细结构的立体构象, 是研究细胞膜相结构的重要手段 (图 1-1-9), 可应用于研究膜结构与功能的关系。冷冻断裂术 (freeze cracking) 可观察组织细胞结构断面的立体图像 (图 1-1-10)。

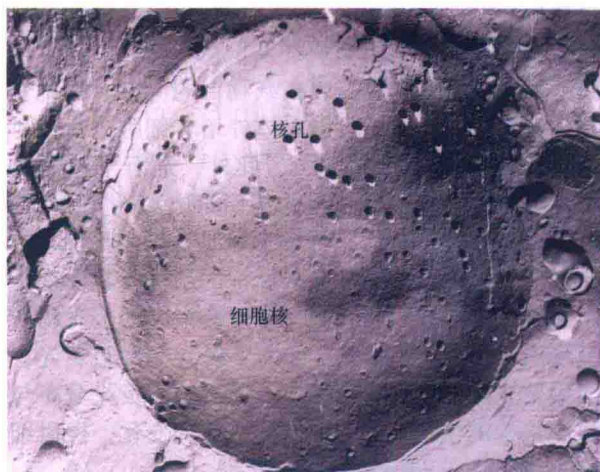


图 1-1-9 冰冻蚀刻 (细胞)

### 四、组织化学和细胞化学术

组织化学 (histochemistry) 和细胞化学 (cytochemistry) 技术是用于检测组织细胞内的糖类、脂类、酶类、核酸等。应用化学反应原理, 在组织切片上加相应试剂, 使发生反应成为有色沉淀物, 用于光镜观察。若为重金属沉淀, 可用电镜观察, 称为电镜组织化学 (electron microscope histochemistry)。



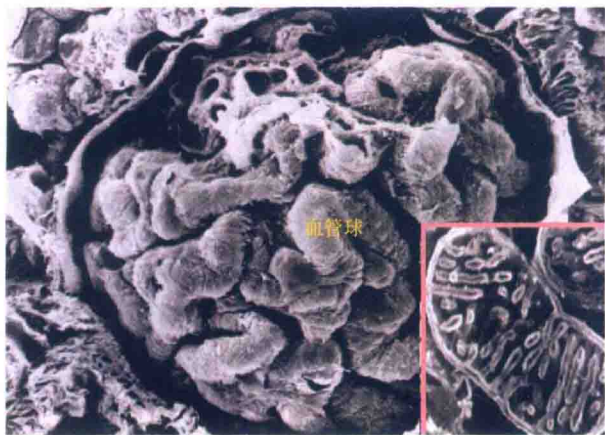


图 1-1-10 冷冻断裂（肾小球，右下为线粒体）

### （一）糖类

最常用的方法是过碘酸-希夫反应（periodic acid Schiff reaction, PAS 反应），用于显示细胞、组织内的多糖和蛋白多糖。PAS 反应基本原理是糖被过碘酸氧化后，形成二醛基，后者与希夫试剂中的无色亚硫酸品红结合，形成紫红色反应产物，表示 PAS 反应阳性，即显示该部位存在多糖或蛋白多糖（图 1-1-11）。

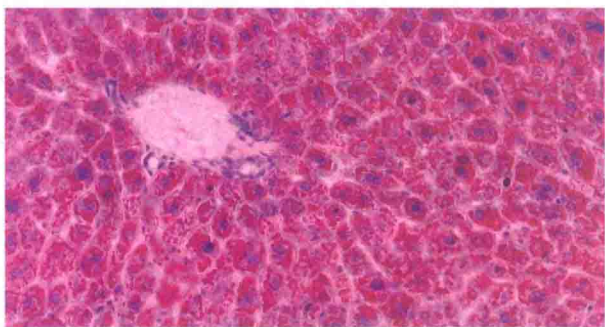


图 1-1-11 肝糖原（PAS 染色）

### （二）酶类

细胞内含有多种酶，每一种酶可催化一定的化学反应。酶组化技术是将具有酶活性的组织放入有特定底物的溶液中孵育，底物被酶水解或氧化形成

初级反应产物，再用某种捕捉剂捕获该产物，在酶存在部位形成显微镜下可视性沉淀（图 1-1-12），即最终反应产物；如酸性磷酸酶，可催化作用于酶底物  $\beta$ -甘油磷酸钠，水解并释放磷酸根，用捕捉剂硝酸铅与磷酸根反应，形成磷酸铅沉淀为重金属沉淀，可在电镜下检出；如再用硫化铵处理时，磷酸铅被置换成黑色硫化铅沉淀，可在光镜下观察到。

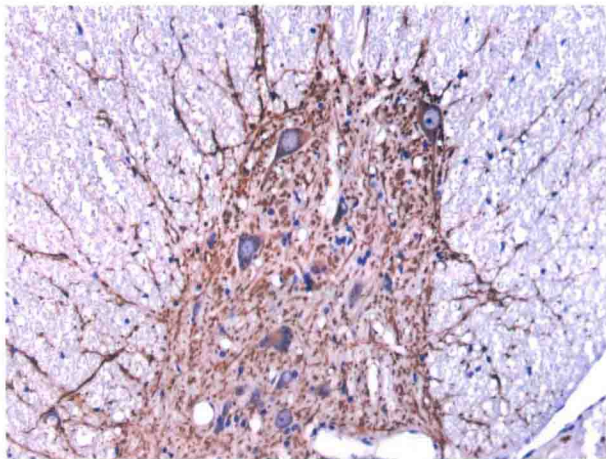


图 1-1-12 脊髓灰质（DAB 染色）

### （三）核酸

显示 DNA 的传统方法为 Feulgen 反应；切片先经稀盐酸处理后，使细胞内 DNA 水解，打开脱氧核糖核酸和嘌呤碱之间的连接键，使醛基暴露，再用 Schiff 试剂处理，形成紫红色反应产物。如用甲基绿-派若宁反应，可同时显示细胞内的 DNA 和 RNA，甲基绿与细胞核的 DNA 结合呈蓝绿色，派若宁与核仁及胞质内的 RNA 结合呈红色。

### （四）脂类

脂类物质包括脂肪与类脂。标本可用甲醛固定、冰冻切片，常用油红 O、苏丹Ⅲ（红色）、苏丹Ⅳ、苏丹黑 B，尼罗蓝等脂溶性染料染色；亦可用锇酸固定并染色，使脂类呈黑色（图 1-1-13）。

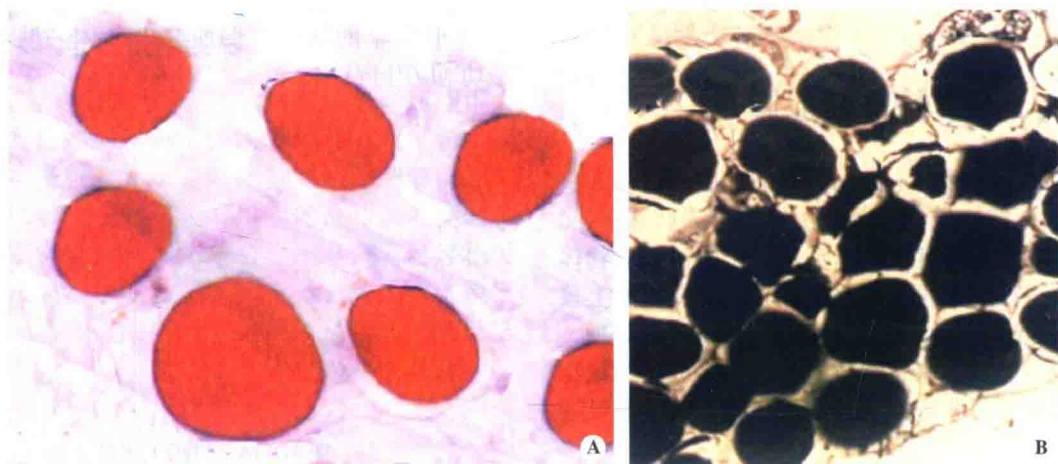


图 1-1-13 脂肪染色（A：苏丹Ⅲ染色；B：锇酸染色）



## 五、免疫组织化学术

免疫组织化学术 (immunohistochemistry) 是将免疫学原理与组织化学技术相结合建立的新技术, 根据抗原与抗体特异性结合的特点, 检测组织细胞内某种多肽、蛋白质等大分子物质的存在与分布 (见图 1-1-14)。由于肽类与蛋白质虽种类繁多但均具有抗原性, 将人或动物的某种肽或蛋白质注入另一种动物体内时, 后者体内将产生与注入抗原相应的抗体, 然后从血清中提取该抗体并用某种标记物进行标记, 即为标记抗体。用标记抗体处理组织切片, 标记抗体则与切片中组织相应抗原发生特异性结合, 结合部位被标记物显示, 则在显微镜下观察到该物质的分布。

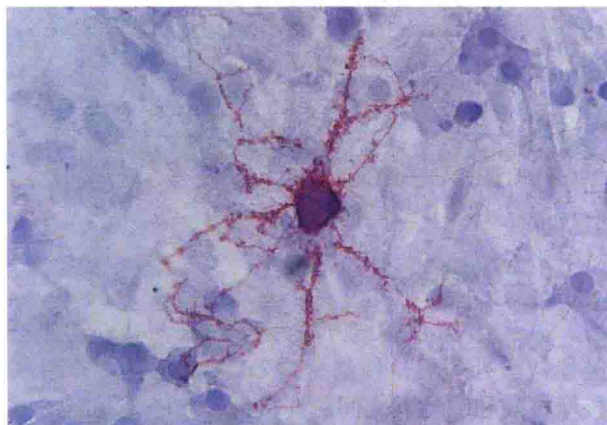


图 1-1-14 免疫组化染色 (少突胶质细胞, AEC 染色)

## 六、原位杂交术

原位杂交 (in situ hybridization) 是指在组织细胞原位进行的核酸分子杂交技术。应用带有标记的 DNA 或 RNA 片段作为核酸探针, 与组织切片或细胞内待检 DNA 片段或 mRNA 进行杂交, 然后显示标记物, 在光镜或电镜下观察目的 mRNA 或 DNA 的存在与定位 (图 1-1-15)。原位杂交术敏感性高、特异性强, 可在原位研究细胞合成某种多肽或蛋白质的基因表达。此方法已成为当今分子生物学研究的重要手段。

## 七、放射自显影术

放射自显影术 (autoradiograph) 用于追踪某些物质在机体、组织或细胞中的分布、数量及代谢路径。取材前, 先将放射性同位素或其标记物注入动物体内, 间隔一段时间再取材制成标本, 于暗室涂上核乳胶, 置暗处曝光。数日后, 再经显影和定影处理, 或经染色后光镜观察, 在放射性同位素或其标记物存在的部位, 溴化银被还原成黑色银微粒, 也可在电镜下观察。

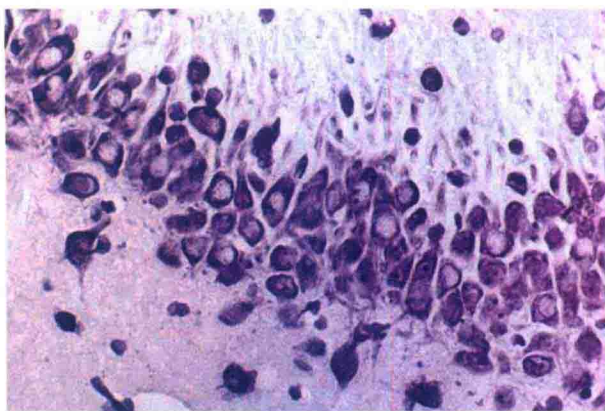


图 1-1-15 大鼠海马 PKC  $\beta$  I mRNA 的原位杂交结果 (地高辛标记蛋白激酶 C $\beta$ I 寡核苷酸探针, ABC 法, 镍-DAB-H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>)

## 八、组织培养和组织工程

### (一) 组织培养

组织培养 (tissue culture) 可分为器官培养、组织培养和细胞培养, 是指无菌条件下, 将离体活的器官、组织或细胞, 置于模拟机体生理条件的体外条件下进行培养, 使其生存和生长的技术。培养条件需要适宜的 CO<sub>2</sub>、O<sub>2</sub>、pH、渗透压、湿度与温度等, 还需有适合细胞生长的培养液和生长因子等, 常用血清、羊水、腹水等天然培养基, 特别需严防微生物污染。长期培养传代的细胞群体, 称细胞系 (cell line); 细胞克隆或单细胞培养的纯种系细胞, 称细胞株 (cell strain)。

### (二) 组织工程

组织工程 (tissue engineering) 是组织学和材料学相结合的一门新兴学科。是利用组织细胞培养术在体外模拟构建机体组织或器官的技术。组织工程技术已开展了许多人造组织和器官的研制, 如神经、血管、肌腱、骨、角膜和气管等, 用于组织修复和器官移植。2001 年国家“863”计划 15 周年成就展上, 上海交通大学曹谊林带领的科研团队生产的组织工程耳展出, 曹谊林因“人耳鼠”而闻名世界 (图 1-1-16)。经过十多年的研发, 目前组织工程化皮肤和软骨已成功地应用于临床。



图 1-1-16 组织工程耳



## 九、组织细胞定量术

### (一) 显微分光光度术

是应用显微分光光度计对组织和细胞内化学成分进行定量分析的技术。由于细胞内某种物质的含量不同,则染色反应的深浅不一,对一定波长的光波吸收也不同,通过测定其光密度值(OD值)可进行定量分析其含量。

### (二) 形态计量术

形态计量术(morphometry)是运用数学和统计学原理对组织细胞内各种成分的数量、体积、表面积等的相对值与绝对值的测量。研究组织和细胞内某种结构的三维立体结构称为体视学(stereology)。随着科学技术的发展,现今应用图像分析仪可直接对组织、细胞的三维结构进行定量分析研究。

### (三) 流式细胞术

流式细胞术(flow cytometer, FCM)是应用流式细胞仪进行细胞定量分析研究和细胞分类研究的技术。该仪器能精确计数荧光强度不同的细胞,以达到收集不同类别细胞的目的,分类速度高。流式细胞术用于研究细胞周期中各时相细胞的比例、细胞内DNA、RNA和蛋白质含量的分析,也广泛应用于细胞动力学、免疫学和肿瘤诊断等的研究。

## 第三节 组织学与胚胎学的学习方法

组织学与胚胎学是一门形态学科,借助显微镜开辟了一个新的视觉空间,初学者只要掌握正确的学习方法,就会收到事半功倍的学习效果,学习时应注意以下几方面:

### (一) 理论联系实践

组织学与胚胎学属于形态学科,教学过程中,理论课所描述的形态结构内容,必须通过实验课观察标本来验证和加深对理论知识的理解,才能强化记忆。在认真学习组织学理论知识的同时,还要重视实验课,课前要做好预习,复习好相关的理论知识,才能有效、迅速、准确地辨认镜下结构。理论与实践相结合是学好组织学与胚胎学的关键环节。

## (二) 结构与功能的关系

结构是功能的物质基础,功能是结构的必然表现。例如,具有吞噬功能的细胞都含有许多溶酶体,细胞才能消化异物颗粒。含粗面内质网和高尔基复合体发达的细胞,其合成蛋白质的功能一定旺盛。学习中要将形态结构与功能相结合,才能加深理解和记忆。

## (三) 平面与立体的关系

观察组织切片时,镜下的形态结构都是组织细胞的平面结构,由于所切部位不同,可看见有细胞核的和没有细胞核的断面。管状结构的器官于横切、纵切、斜切时,往往呈现不同的形态,结构也可能有不同之处。切片和插图只提供了平面图像,而真实的结构是立体的,所以,观察切片和插图时,要建立由平面到立体的概念,培养观察能力和空间思维能力,将二维图形还原为三维构象。

## (四) 静态结构推出动态变化规律

生活中的组织和细胞,一直处于动态变化过程中,其微细结构也有相应的变化,观察的组织切片是某一时间的图像,必须从动态变化概念去理解、去思维,才能正确掌握其结构与功能。如腺细胞,一般情况是立方形或矮柱状,但当其机能旺盛时,其胞质内充满分泌物,则细胞可变成高柱形。反之,细胞变低呈扁平状,可见细胞因功能状态不同而有形态变化。因此观察组织切片要注意从静态结构推出动态变化的规律。

## (五) 善于比较、分析和总结

各器官或组织虽各自不同,但有一定规律可循,在学习时要善于抓住结构的特征,运用分析、比较、归纳及总结的方法,找出其共性以及内在联系,以便掌握和记忆。如心肌细胞和骨骼肌细胞,细胞形态结构很近似,都是圆柱形、并有横纹的细胞,这是两者的共性,在学习中就要前后进行横向联系和对比,不断归纳、找出共性、记住个性、循序渐进,才能学得扎实。

总之,学习知识除了一点一滴地积累,不断探索,独立思考,努力钻研,还需注意学习方法,勤奋加技巧是学习任何知识的必备法宝。

## 思考题

组织学常用实验技术有哪些?

(齐亚灵)



## 克隆技术

克隆是英文“clone”或“cloning”的音译。英文“clone”起源于希腊文“klone”，原意是指以幼苗或嫩枝插条，以无性繁殖或营养繁殖的方式培育植物，如扦插和嫁接。在台湾与港澳一般意译为复制或转殖或群殖。中文用“无性繁殖”、“无性系化”以及“纯系化”诠释克隆。科学家把人工遗传操作动物繁殖的过程叫克隆，这门生物技术叫克隆技术。克隆技术在现代生物学中被称为“生物放大技术”。

克隆是指生物体通过体细胞进行的无性繁殖，以及由无性繁殖形成的基因型完全相同的后代个体组成的种群。通常是利用生物技术由无性生殖产生与原个体有完全相同基因组织后代的过程。

## 第2章 上皮组织

### 内容提要

- (1) 上皮组织的一般特性。
- (2) 被覆上皮的类型、结构及功能。
- (3) 上皮细胞游离面、侧面和基底面的特殊结构及功能。
- (4) 腺上皮和腺的结构。

**上皮组织** (epithelial tissue) 简称**上皮**, 由紧密排列的上皮细胞与少量的细胞外基质 (intercellular substance) 组成。上皮细胞朝向体表或中空性器官腔面的一侧为**游离面**, 通过基膜与深部结缔组织相连接的一侧称**基底面**。游离面和基底面在形态结构和功能上的差异性称**极性** (polarity), 上皮细胞之间的连接面称为**侧面**。上皮组织内大多无血管, 其营养供应来自结缔组织中的血管渗透基膜供给。此外, 上皮组织中还分布有丰富的神经末梢。

上皮组织具有保护、吸收、分泌和排泄等功能, 但身体不同部位不同类型的上皮的功能也不一样。如体表上皮主要发挥保护作用, 消化管腔面的上皮除保护作用外, 还有吸收和分泌功能。

上皮组织主要分为**被覆上皮**和**腺上皮**两大类。在某些部位, 少数上皮细胞可特化为感觉上皮、

生殖上皮和肌上皮等。本章主要叙述被覆上皮和腺上皮。

### 第一节 被覆上皮

#### 一、被覆上皮的类型和结构

**被覆上皮** (covering epithelium) 分布广泛, 主要覆盖于人体体表或衬贴于体内各种管、腔、囊器官的内表面。根据上皮细胞的层数, 分为单层和复层两种类型。又根据细胞 (或表层细胞) 的形状分为扁平、立方、柱状等类型 (表 1-2-1)。

表 1-2-1 被覆上皮的分类及其主要分布

|      |           |                    |
|------|-----------|--------------------|
| 单层上皮 | 单层扁平上皮    | 内皮: 心脏、血管及淋巴管的腔面   |
|      |           | 间皮: 胸膜、腹膜及心包膜的表面   |
|      |           | 其他: 肺泡和肾小囊壁层等上皮    |
|      | 单层立方上皮    | 甲状腺滤泡及肾小管上皮等       |
| 复层上皮 | 单层柱状上皮    | 胃、肠和子宫等腔面          |
|      | 假复层纤毛柱状上皮 | 呼吸道等的腔面            |
|      | 复层扁平上皮    | 未角化的: 口腔、食管和阴道等的腔面 |
|      |           | 角化的: 皮肤的表皮         |
| 复层上皮 | 复层柱状上皮    | 睑结膜、男性尿道等的腔面       |
|      | 变移上皮      | 肾盂、肾盂、输尿管及膀胱等的腔面   |



## (一) 单层扁平上皮

单层扁平上皮 (simple squamous epithelium) 也称单层鳞状上皮, 由一层扁平细胞构成。表面观细胞边缘呈锯齿状彼此嵌合, 核扁圆形, 位于细胞中央。垂直切面观细胞核椭圆形, 细胞扁而薄, 胞质很少, 仅含核的部分略厚 (图 1-2-1)。

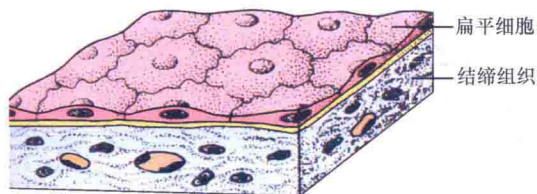


图 1-2-1 单层扁平上皮模式图

**1. 内皮 (endothelium)** 分布在心、血管和淋巴管腔面的单层扁平上皮, 薄而光滑, 利于血液、淋巴液的流动和内皮细胞内、外的物质交换 (图 1-2-2)。

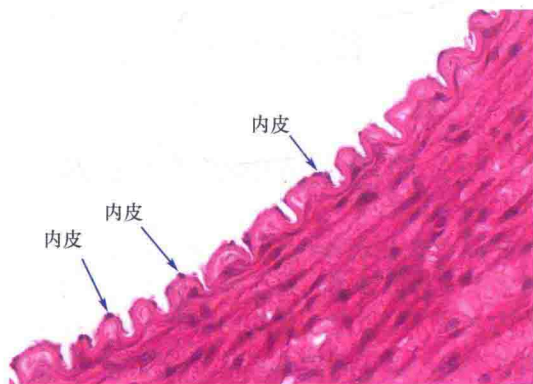


图 1-2-2 内皮侧面观 (中动脉, HE 染色)

**2. 间皮 (mesothelium)** 分布在胸膜、腹膜和心包膜表面的单层扁平上皮, 光滑而湿润, 利于内脏器官的活动 (图 1-2-3)。

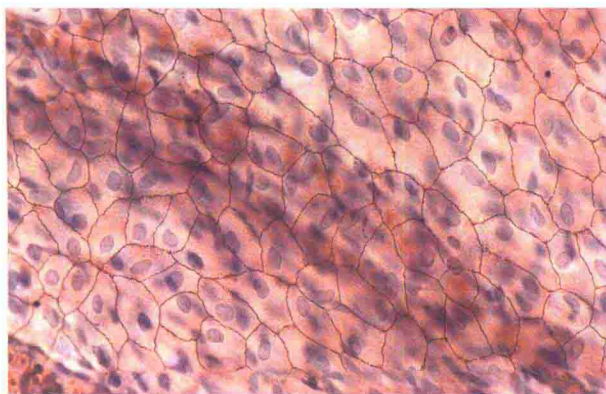


图 1-2-3 间皮表面观 (肠系膜铺片, 镀银染色)

此外, 还分布在肺泡和肾小囊壁层 (图 1-2-4) 等。

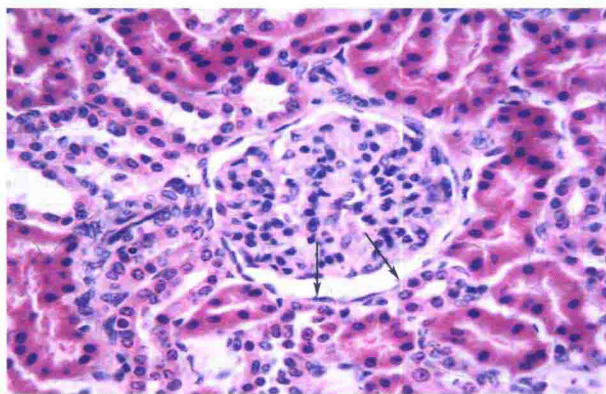
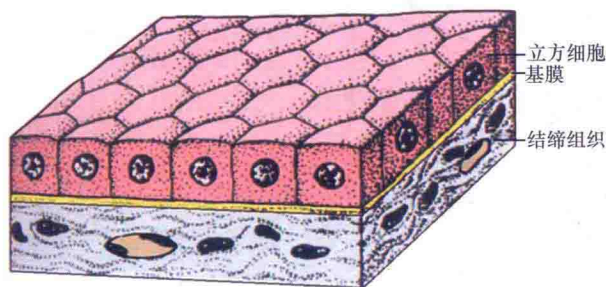


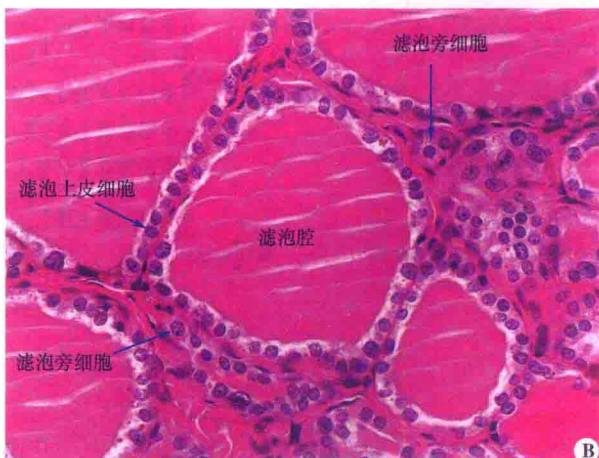
图 1-2-4 单层扁平上皮 (肾小囊壁层, HE 染色)

## (二) 单层立方上皮

单层立方上皮 (simple cuboidal epithelium) 由一层立方形细胞构成。表面观细胞呈多边形。垂直切面观细胞呈立方形, 核圆形, 位于中央 (图 1-2-5A)。这种上皮分布在肾小管、肾集合小管、甲状腺滤泡 (图 1-2-5B) 和视网膜色素上皮层等处。



A



B

图 1-2-5 单层立方上皮 (A. 模式图; B. 甲状腺滤泡, HE 染色)



### (三) 单层柱状上皮

**单层柱状上皮 (simple columnar epithelium)** 由一层柱状细胞构成。表面观细胞呈多边形。垂直切面观细胞为柱状，核长椭圆形，靠近细胞底部 (图 1-2-6A)。这种上皮大多分布在胃、肠、胆囊、子宫和输卵管等器官的腔面，有吸收和分泌的功

能。其中分布在小肠腔面的单层柱状上皮 (图 1-2-6B)，柱状细胞之间常夹有单个散在的杯状细胞 (goblet cell)，外形似高脚酒杯，核三角形，位于细胞底部，胞质顶端充满黏原颗粒 (mucinogen granule)。它是一种单细胞腺，能分泌黏液，润滑和保护上皮。

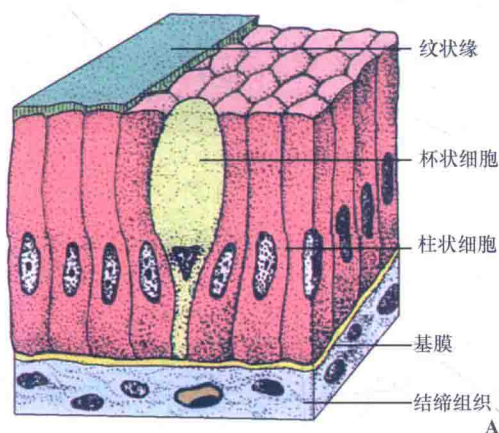


图 1-2-6 单层柱状上皮 (A. 模式图; B. 小肠绒毛, HE 染色)

### (四) 假复层纤毛柱状上皮

**假复层纤毛柱状上皮 (pseudostratified ciliated columnar epithelium)** 由高低不等、形态不同的柱状细胞、杯状细胞、梭形细胞和锥形细胞构成。其中

柱状细胞最多，其游离面伸出大量纤毛。垂直切面观，由于细胞高矮不一，导致核的位置参差不齐，貌似复层，但所有细胞的基底面均附着于基膜上，实为单层 (图 1-2-7A)。这种上皮主要分布在呼吸道腔面 (图 1-2-7B)。

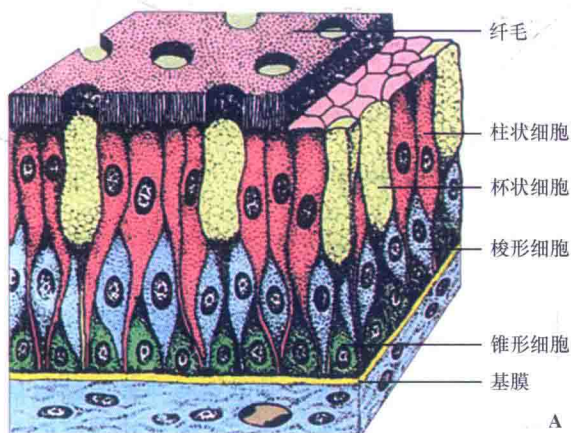


图 1-2-7 假复层纤毛柱状上皮 (A. 模式图; B. 气管, HE 染色)

### (五) 复层扁平上皮

**复层扁平上皮 (stratified squamous epithelium)** 由多层不同形状的细胞构成。垂直切面观，浅层为扁平鳞片状细胞，因此该上皮也称复层鳞状上皮，中间为数层多边形细胞，紧贴基膜的基底细胞为矮柱状，是一种幼稚干细胞，其新生细胞逐渐向浅层推移，补充表层衰老死亡脱落的细胞。上皮基底面

与结缔组织的连接面凹凸不平，增加了两者的连接面积，既保证上皮组织的营养供应，又使连接更加牢固。此种上皮较厚，具有很强的机械保护作用。

**1. 未角化的复层扁平上皮 (nonkeratinized stratified squamous epithelium)** 浅层细胞是有核的活细胞，含角蛋白较少 (图 1-2-8A)。分布于口腔、食管 (图 1-2-8B) 和阴道腔面。