



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

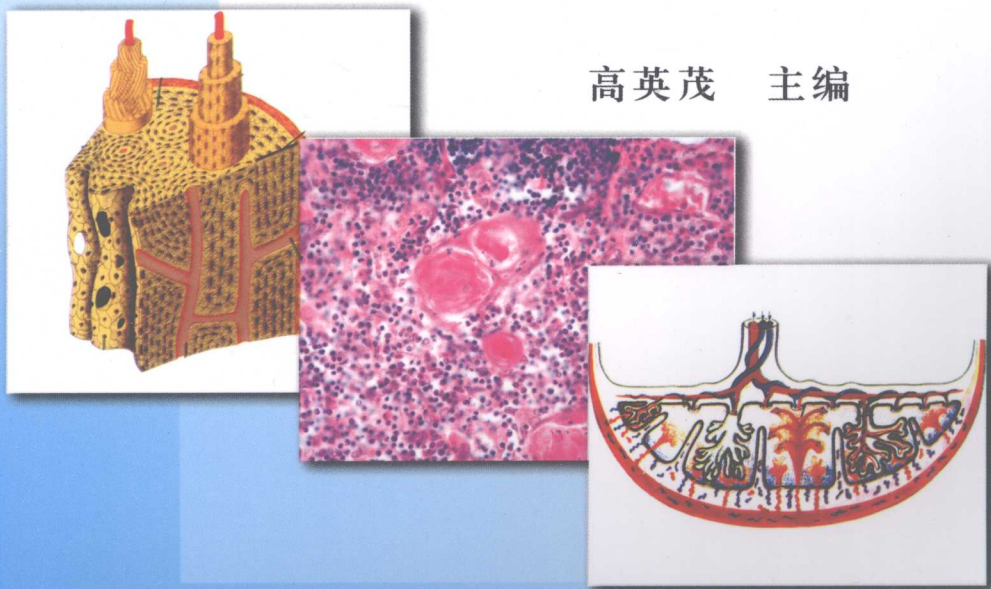
国家高等学校精品课程教材
国家级教学名师主编教材

供临床、预防、基础、口腔、麻醉、影像、药学、检验、护理、法医等专业使用

组织学与胚胎学

双语版 第2版

高英茂 主编



科学出版社
www.sciencep.com



教育部推荐教材 第十一版 全国高等学校教材

教育部高等学校生物学类专业教学指导委员会
教育部高等学校生物医学类专业教学指导委员会
教育部高等学校生物科学类专业教学指导委员会

ISBN 7-309-05411-1 定价：48.00元 7-309-05412-9 定价：48.00元 7-309-05413-7 定价：48.00元

组织学与胚胎学

第2版 第2版

第2版 第2版



人民卫生出版社

普通高等教育“十一五”国家级规划教材
国家高等学校精品课程教材
国家级教学名师主编教材

供临床、预防、基础、口腔、麻醉、影像、药学、检验、护理、法医等专业使用

组织学与胚胎学

双语版 第2版

主 编 高英茂

副主编 宋天保 刘 凯 管英俊 武玉玲

编 者 (以姓氏笔画为序)

于向民 青岛大学医学院

王亚平 重庆医科大学

刘晓萍 青岛大学医学院

李 和 华中科技大学同济医学院

邱曙东 西安交通大学医学院

张圣明 潍坊医学院

陈晓蓉 安徽医科大学

孟运莲 武汉大学医学院

郝 晶 山东大学医学院

崔运河 济宁医学院

管英俊 潍坊医学院

于 丽 潍坊医学院

刘 凯 山东大学医学院

苏衍萍 泰山医学院

李 臻 第四军医大学

宋天保 西安交通大学医学院

张钦宪 郑州大学医学院

武玉玲 山东大学医学院

郝爱军 山东大学医学院

高英茂 山东大学医学院

雷亚宁 温州医学院

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

本书第1版于2005年3月面世,经过4年的应用,得到广大教师和学生的好评,并被教育部评定为“十一五”国家级规划教材。遵照国家级规划教材的要求,并认真吸纳了读者对第1版教材的意见和建议,由全国14所医学院校的21位多年从事中英双语教学的教授编写出版了第2版。与第1版相比,新版教材更加突出了“双语”特色,更多地考虑了不同外语水平的学生的普遍适用性;插图全部改为彩图和电镜照片,图随文走,图文并茂,显著提高了全书的视觉效果;图名和图注是教材的核心内容,用中英双语标出,以便使不同外语水平的学生都能准确理解插图的内涵;内容进一步删繁就简,文字更加精炼,编排更加紧凑;书末的中英文名词对照改为中英文名词对照和索引,不仅方便了专业英语的学习,也方便了专业知识的学习。

本书可作为5年制本科和长学制医学生的教科书,也可作为相关学科的研究生和青年教师的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

组织学与胚胎学:双语版:汉、英/高英茂主编.—2版.—北京:科学出版社,2009

普通高等教育“十一五”国家级规划教材·国家高等学校精品课程教材
ISBN 978-7-03-024767-4

I. 组… II. 高… III. ①人体组织学-高等学校-教材-汉、英 ②人体胚胎学-高等学校-教材-汉、英 IV. R32

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 097074 号

策划编辑:胡治国 / 责任编辑:胡治国 / 责任校对:钟 洋

责任印制:刘士平 / 封面设计:黄 超

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>

北京天时彩色印刷有限公司 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:850×1168 1/16

2009年7月第 二 版 印张:18

2009年7月第七次印刷 字数:604 000

印数:21 001—29 000

定价:59.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

第2版前言

本书第1版于2005年3月出版,至今已有4个年头。在这些年的应用中,得到广大教师和学生的好评,并被教育部评定为“十一五”国家级规划教材。在我们的调研中,也听到了一些来自使用该书的教师和学生宝贵意见和建议。例如有的教师提出,该书的文字描述很到位,只是插图大部为黑白图,少数几张彩图还放在书末,影响视觉效果;有的教师提出,这本双语教材的设计很好,对不同学制、不同英文水平的学生都适用,但对于理解课堂讲课内容十分重要的插图注释只用了英文,这对刚刚接触专业外语名词的学生来说,有较大困难,要花很多时间去查字典,最终还不一定能正确理解;在与同学座谈时,多数同学对于文内的英文插入框很感兴趣,认为这不仅有益于专业知识和英文水平的提高,也激发了同学的学习兴趣,但花费时间较多,建议改为中英文对照;有的教师提出,书末的中英文名词对照作为本专业的小字典很方便,如果再标出名词所在的页码,发挥索引的作用就更好了。我们遵照国家级规划教材的要求,并认真吸纳了教师和同学的建议,在第1版的基础上,精益求精,编成了第2版,其主要变化如下:①更加突出了本书的“中英双语”特色,更多地考虑到不同外语水平的学生的普遍适用性,例如插图的图名、图注等是教科书的核心内容,全部用中英双语标出;②书末的中英文名词对照改为中英文名词对照和索引,即可方便于专业外语的学习,又可方便于专业知识的学习;③文内的英文插入框和各章末的复习题系教材中的非核心、辅助内容,仍然只用英文,不附中文对照,我们认为这样既不影响学生对主体内容的理解和吸纳,又可拓宽学生自主学习空间;④新版中的插图全部改为彩图和电镜照片,图随文走,图文并茂,从而大大提高了本书的视觉效果,有利于学生对专业知识的理解和记忆;⑤内容进一步删繁就简,文字更加精炼,文图编排更加紧凑,这不仅更适于教学,而且节省了版面空间,降低了印刷成本,减轻了学生负担。

本版教材的主编和作者虽然在第1版的基础上努力提高本书的整体水平,但因能力受限,仍会有若干不尽如人意甚至错误之处,敬请使用本书的老师 and 同学提出宝贵意见,不胜感谢。

高英茂

2009年3月

高英茂

11 21 34 100%

第1版前言

随着改革开放的深入和国民经济的发展,我国的高等教育事业也正在走向世界,与国际接轨,高等教育的内容和方式也随之发生着深刻的变革。双语教材正是这种变革的重要体现。教育部发文提倡双语教学,大学生和研究生欢迎双语教学,高校教师努力开展双语教学,双语教学在高等教育中蔚然成风。双语教学需要相应的适用教材,高校师生呼唤适合我国国情的双语教材。目前,双语教材的编写和使用尚处于探索阶段,多数学校使用中文和英文两本教材。多年的双语教学实践使我们体会到:尽管中文和英文两本教材可拓宽学生的知识领域,并使学生学到地道的专业英语,但也严重增加了学生的学习和经济负担,超越了学生所能承受的知识基础和外语水平的极限,同时也增加了教师的授课负担。为此,在科学出版社的全力支持下,来自全国13所医学院校、有多年从事双语教学经验的18位教授,同心协力,编写了这本汉英双语教材。全书共26章,60多万字,插图334幅。全书既不是中英文两本式教材,也不是中英文对照式编排,而是以中文为主、中英文混编的双语教材。各章的章名和四级标题全部用双语标出,每章开头有英文要点(key points),要点之后有该章的英文概述(outline),正文中有数量不等的英文插入框(box),描述与该章内容密切相关的重要概念或最新进展。插图的说明和标字全部为英文,章后有英文复习题(questions for review),书末有英中文名词对照和索引。英文占全书版面字数的四分之一。我们总的指导思想是:组织胚胎学的基本内容仍用中文系统描述,英文表述的内容只限于基本内容的丰富和外延,不影响基本内容的系统性和完整性。这样既可保证不同外语水平的读者对专业知识的完整吸纳,又可促进读者专业外语水平的提高,同时也有利于拓宽学生的自学空间和方便于教师的备课、授课。

本书在编写过程中得到了各编者单位的大力支持,主编单位山东大学和科学出版社为编委会的召开提供了经费资助,书中部分插图引自 *Medical Embryology*、*Basic Histology*、*Histology—A Text and Atlas*,在此一并致谢。

编写这本双语教材是我们的一个大胆的探索和尝试。在编写过程中,尽管编者付出了极大努力,几经修改,反复审校,但由于主编的专业知识和英文水平有限,差错之处在所难免,敬请组织胚胎学专业同仁和广大读者批评指正。

高英茂

2004年12月

目 录

第 1 章 组织学绪论 INTRODUCTION	
TO HISTOLOGY	1
一、组织学的研究内容 Study Contents of Histology	2
二、组织学的研究方法 Methods of Histological Research	2
三、组织学的学习方法 Methods of Learning Histology	7
第 2 章 上皮组织 EPITHELIAL TISSUE	8
一、被覆上皮 Covering Epithelium	9
二、上皮细胞的特殊结构 Specialized Structures of Epithelial Cell	12
三、腺上皮和腺体 Glandular Epithelium and Gland	15
四、上皮细胞的更新与再生 Epithelial Cell Renewal and Reproduction	18
第 3 章 固有结缔组织 CONNECTIVE TISSUE	
PROPER	19
一、疏松结缔组织 Loose Connective Tissue	21
二、致密结缔组织 Dense Connective Tissue	27
三、脂肪组织 Adipose Tissue	28
四、网状组织 Reticular Tissue	29
第 4 章 软骨和骨 CARTILAGE AND BONE	30
一、软骨 Cartilage	31
二、骨 Bone	33
第 5 章 血液和血细胞发生 BLOOD AND HEMATOPOIESIS	40
一、血液 Blood	41
二、血细胞的发生 Hematopoiesis	45
三、淋巴 Lymph	51
第 6 章 肌组织 MUSCLE TISSUE	52
一、骨骼肌 Skeletal Muscle	52
二、心肌 Cardiac Muscle	56
三、平滑肌 Smooth Muscle	58
第 7 章 神经组织 NERVOUS TISSUE	60
一、神经元 Neuron	61
二、突触 Synapse	65
三、神经胶质细胞 Neuroglial Cell	66
四、神经营养因子和神经干细胞 Neurotrophic Factors and Neural Stem Cell	67
五、神经纤维和神经 Nerve Fiber and Nerve	68
六、神经末梢 Nerve Ending	70
第 8 章 神经系统 NERVOUS SYSTEM	74
一、大脑皮质 Cerebral Cortex	75
二、小脑皮质 Cerebellar Cortex	77
三、脊髓 Spinal Cord	79
四、神经节 Ganglia	79
五、脑脊膜 Meninges	81
六、血-脑屏障 Blood-brain Barrier	81
七、脉络丛和脑脊液 Choroid Plexus and Cerebrospinal Fluid	82
第 9 章 循环系统 CIRCULATORY SYSTEM	83
一、心 Heart	84
二、血管 Blood Vessel	85
三、微循环 Microcirculation	90
四、淋巴管系统 Lymphatic Vascular System	91
第 10 章 免疫系统 IMMUNE SYSTEM	92
一、免疫细胞 Immune Cell	93
二、淋巴组织 Lymphoid Tissue	94
三、淋巴器官 Lymphoid Organ	95
第 11 章 皮肤及其附属结构 SKIN AND SKIN APPENDAGES	102
一、表皮 Epidermis	103
二、真皮 Dermis	108
三、皮下组织 Hypodermis	108
四、皮肤的附属器 Skin Appendages	108
第 12 章 内分泌系统 ENDOCRINE SYSTEM	112
一、甲状腺 Thyroid Gland	112
二、甲状旁腺 Parathyroid Gland	114
三、肾上腺 Adrenal Gland	114
四、脑垂体 Hypophysis	116
五、松果体 Pineal Body	119
六、弥散神经内分泌系统 Diffuse Neuroendocrine System	120
第 13 章 消化管 DIGESTIVE TRACT	121
一、消化管壁的一般结构 General Structure of the Digestive Tract	122
二、口腔 Oral Cavity	123
三、咽 Pharynx	124
四、食管 Esophagus	124
五、胃 Stomach	125
六、小肠 Small Intestine	128
七、大肠 Large Intestine	131
八、消化管的内分泌细胞 Enteroendocrine Cells in Digestive Tract	132
第 14 章 消化腺 DIGESTIVE GLANDS	133
一、唾液腺 Salivary Glands	134
二、胰腺 Pancreas	135

三、肝 Liver	138	Pouches	217
四、胆囊 Gallbladder	142	三、舌的发生 Development of the Tongue	218
第 15 章 呼吸系统 RESPIRATORY SYSTEM	144	四、甲状腺的发生 Development of the Thyroid	218
一、鼻腔 Nasal Cavity	145	五、颜面的形成 Formation of the Face	218
二、喉 Larynx	145	六、腭的发生 Development of the Palate	220
三、气管和支气管 Trachea and Bronchus	146	七、颈的形成 Formation of the Neck	221
四、肺 Lung	147	八、颜面和颈部的常见畸形 Congenital Malformations of the Face and Neck	221
第 16 章 眼和耳 EYE AND EAR	152	第 22 章 消化系统和呼吸系统的发生 DEVELOPMENT OF DIGESTIVE AND RESPIRATORY SYSTEM	223
一、眼 Eye	152	一、消化系统的发生 Development of Digestive System	224
二、耳 Ear	157	二、呼吸系统的发生 Development of Respiratory System	229
第 17 章 泌尿系统 URINARY SYSTEM	162	第 23 章 泌尿系统和生殖系统的发生 DEVELOPMENT OF URINARY AND GENITAL SYSTEMS	231
一、肾 Kidney	162	一、泌尿系统的发生 Development of Urinary System	233
二、输尿管 Ureter	171	二、生殖系统的发生 Development of Genital System	236
三、膀胱 Urinary Bladder	171	第 24 章 心血管系统的发生 DEVELOPMENT OF THE CARDIOVASCULAR SYSTEM	243
第 18 章 男性生殖系统 MALE REPRODUCTIVE SYSTEM	172	一、原始心血管系统的建立 Establishment of the Primitive Cardiovascular System	244
一、睾丸 Testis	173	二、心脏的发生 Development of the Heart	245
二、生殖管道 Genital Ducts	177	三、胎儿血液循环和出生后的变化 Blood Circulation of Fetus and its Changes After Birth	249
三、附属腺 Accessory Genital Gland	178	四、心血管系统的常见畸形 Malformation of the Cardiovascular System	250
四、阴茎 Penis	179	第 25 章 神经系统的发生 DEVELOPMENT OF NER- VOUS SYSTEM	252
第 19 章 女性生殖系统 FEMALE REPRODUCTIVE SYSTEM	181	一、神经管和神经嵴的发生和分化 Development and Differentiation of Neural Tube and Neural Crest	252
一、卵巢 Ovary	182	二、脊髓的发生 Development of Spinal Cord	255
二、输卵管 Oviduct	186	三、脑的发生 Development of Brain	256
三、子宫 Uterus	187	四、神经节和周围神经的发生 Development of Ganglion and Peripheral Nerve	259
四、阴道 Vagina	189	五、神经系统的常见畸形 Common Malformations of Nervous System	259
五、乳腺 Mammary Gland	190	第 26 章 眼和耳的发生 DEVELOPMENT OF THE EYE AND EAR	261
第 20 章 胚胎学总论 GENENRAL EMBRYOLOGY	192	一、眼的发生 Development of the Eye	261
一、配子发生和受精 Gametogenests and Fertilization	192	二、耳的发生 Development of the Ear	264
二、胚前期的发育 Development of Embryo in Preembryonic Period	195		
三、胚期的发育 Development of Embryo in Embryonic Period	201		
四、胎期的发育和胚胎龄的计算 Development of Embryo in Fetal Period and Calculation of Embryonic Age	207		
五、胎膜和胎盘 Fetal Membrane and Placenta	209		
六、双胞胎、多胎和连体双胎 Twins, Multiple Births, Conjoined Twins	213		
第 21 章 颜面和颈的发生 DEVELOPMENT OF THE FACE AND NECK	216		
一、鳃器的发生 Development of the Branchial Apparatus	217		
二、咽囊的演变 Derivatives of the Pharyngeal			
中英文名词对照索引	267		

第 1 章 组织学绪论

INTRODUCTION TO HISTOLOGY

KEY POINTS

- Tissues and organs
- Paraffin sectioning and H&E staining
- Light and electron microscopy
- Histochemistry and immunohistochemistry
- In situ hybridization
- Cell culture and tissue engineering
- Methods of learning histology

OUTLINE

Histology is a branch of biomedical science, which is the study of the tissues in the body and of how these tissues are arranged to constitute organs. Tissues are made of cells and extracellular matrix. There are four basic tissue types in the body: epithelial tissue, connective tissue, muscular tissue and nervous tissue. An organ is made up of several different types of tissues that perform a special function.

The small size of cells and matrix components makes histology dependent on the use of microscopes. The most common method used in the study of tissues by light microscopy is the preparation of paraffin sections mainly including fixation, embedding and sectioning. Sections are then routinely stained with dyes of hematoxylin and eosin (H&E staining). Tissue components that stain more readily with basic dyes are termed basophilic; those with an affinity for acid dyes are termed acidophilic. More detailed interpretation of the body structure rests with electron microscopy, both the transmission and scanning electron microscopy, because of its great magnification and high resolution.

Histochemistry is methods to detect chemical substances in cells and tissues in situ. For example, the periodic acid-Schiff (PAS) reaction is a method to demonstrate polysaccharides. Most of these methods are based on specific chemical reactions. They usually produce insoluble colored or electron-dense products that enable the localization of specific substances by means of light or electron microscopy. There are both direct and indirect methods for antigen localization by immunohistochemistry, based on specific antigen-antibody reactions tagged by a visible label. Several variations of immunohistochemical methods, such as the PAP method and ABC method, have been developed that possess both high specificity and sensitivity. Through in situ hybridization specific DNA sequences (such as genes) or gene expression, through the presence of mRNA can be localized in tissue sections, smears, or chromosomes of squashed mitotic cells.

Cell culture permits direct analysis of cell behavior. Living cells are grown in chemically defined synthetic media to which serum, nutrients, growth factors are frequently added. Tissue engineering is a novel, developing technology combined cell culture with material science. The tissue engineered skin and cartilage, among others, have achieved a great success and been used for tissue repair of patients with a severe burn and articular joint diseases, respectively.

一、组织学的研究内容

Study Contents of Histology

组织学(histology)是生物医学科学的一个主要分支,是研究机体微细结构及其相关功能的科学。微细结构是指在显微镜下才能清晰观察的结构。显微镜有光学显微镜(简称光镜)和电子显微镜(简称电镜),所以,微细结构也分光镜结构和电镜结构。光镜结构用长度单位微米(μm)来度量;电镜结构又称超微结构(ultrastructure),常用纳米(nm)来度量。 $1\text{nm}=10^{-3}\mu\text{m}=10^{-9}\text{m}$ 。

组织学主要研究机体的各种组织(tissue)和器官(organ)的微细结构。组织由细胞(cell)和细胞外基质(extracellular matrix)两种成分构成。细胞是机体的结构和功能单位,其数量众多,结构、代谢和功能各异。细胞外基质由细胞产生,构成细胞生存的微环境。细胞和细胞外基质的结构和功能决定于其中的生物大分子,尤其是核酸、酶、蛋白质和蛋白聚糖等。由形态和功能相同或相似的细胞群以及多少不等的细胞外基质构成组织。按其结构和功能,人体的组织可分为四种基本类型:上皮组织、结缔组织、肌组织和神经组织。这些组织按一定的方式有机地组合构成器官,各种器官都具有一定的大小和形态结构,并执行特定的功能。如果器官中央有大的空腔,称空腔性器官,如心、胃、膀胱等;如无大的空腔,称实质性器官,如肝、脾、肾等。由一些结构上连续或功能上相关的器官组成系统(system),完成连续的生理活动,如循环系统、消化系统、内分泌系统、生殖系统等。

二、组织学的研究方法

Methods of Histological Research

组织学的发展与其研究方法的进展有关,熟悉组织学的研究工具和方法是理解和掌握组织结构的前提。以下简单介绍常用的组织学研究方法。

(一) 光学显微镜术 Light microscopy

应用光镜观察组织切片是组织学研究的主要技术,光镜的放大率可达 1500 倍左右,分辨率约为 $0.2\mu\text{m}$ 。

1. 普通光学显微镜术(conventional light microscopy) 组织和器官大多太厚,不能直接在显微镜下观察。因之,制备能使光线透过的组织切片是组织学研究的基本方法,主要包括取材和固定、包埋和切片、染色等步骤。首先,迅速取动物或人体的新鲜组织块,用甲醛、乙醇等固定剂固定,使组织内的蛋白质凝固或沉淀,以尽量保持组织的原有结构。然后,分别用乙醇和二甲苯将固定后的组织块

脱水、透明,并用石蜡包埋,制成有一定硬度的组织蜡块,再用切片机(microtome)将其切成 $5\sim 10\mu\text{m}$ 厚的组织切片,贴于载玻片上。上述方法称石蜡切片法(paraffin sectioning)。也可使组织块快速冷冻变硬,进行冷冻切片,以保存蛋白质(包括酶)的活性。此外,常将血液、体液、培养细胞等直接涂于玻片上制成涂片;将疏松结缔组织或肠系膜等撕成薄片,铺在载玻片上制成铺片;将骨和牙等硬组织磨为薄片,称磨片。

染色的目的是使不同的微细结构呈现不同的颜色。组织学中最常用的染色方法是苏木精-伊红染色法(hematoxylin-eosin staining),简称 H-E 染色法。苏木精为碱性染料,使细胞核和细胞质中的核酸等酸性物质染成蓝紫色;伊红为酸性染料,使细胞质和细胞外基质中的碱性蛋白成分染成淡红色。组织结构与碱性染料亲和力强、易被染色的特性称嗜碱性(basophilia);与酸性染料亲和力强、易被染色的特性称嗜酸性(acidophilia);若与两种染料的亲和力都不强,则称中性(neutrophilia)。另外,某些结构如肥大细胞的胞质颗粒,当用甲苯胺蓝等蓝色染料染色时呈紫红色,称为异染性(metachromasia)。当用硝酸银染色时,有些组织结构可直接使银离子还原为银颗粒而呈黑色,称为亲银性(argentaffin),有些组织结构需加入还原剂才能显色,称为嗜银性(argyrophilia)。

2. 特殊光学显微镜术(specific light microscopy) 为了观察经过荧光染料染色或标记的组织和细胞,需用荧光显微镜。荧光显微镜术(fluorescence microscopy)常以紫外光为光源,激发标本中的荧光物质产生荧光,通过观察荧光的分布与强弱来测定被检物质(Fig. 1-1)。相差显微镜术(phase contrast microscopy)主要用于观察体内分离的和体外培养的活细胞的形态结构。光通过细胞内具有不同折射率的结构时其速度和方向发生改变,应用相差显微镜将这种改变转换为光密度差异,使活细胞的不同结构反差明显,并具有立体感。激光共聚焦扫描显微镜术(confocal laser scanning microscopy)应用激光和计算机对细胞内部进行光学断层扫描,产生活细胞或组织切片的三维图像,可进行一系列亚细胞水平的结构和功能研究,如测定细胞内 DNA、RNA、 Ca^{2+} 、pH、膜电位、细胞间通讯等。

(二) 电子显微镜术 Electron microscopy

电镜不同于光镜之处是用电子束代替可见光,用电磁场代替玻璃透镜。电镜的分辨率约为 0.2nm ,可放大几万倍到几十万倍。电镜中最常用的是透射电镜和扫描电镜。

1. 透射电镜术(transmission electron microscopy) 透射电镜术是用电子束穿透标本,经过电

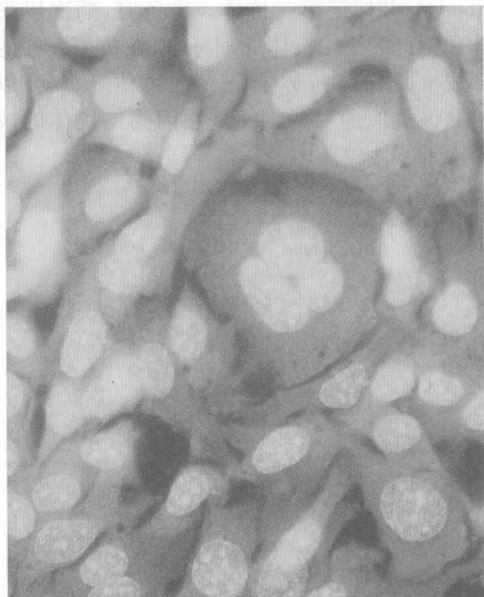


Fig. 1-1 培养的肾细胞荧光显微镜像 Fluorescence micrograph of cultured kidney cells
DNA 呈黄色, RNA 呈橘红色; 吖啶橙染色; 高倍
DNA emits yellow light and RNA appears reddish orange.
Acridine orange stain. High magnification

磁场的会聚、放大后,在荧光屏上显像或照相后观察。由于电子束穿透力弱,故经过固定的电镜标本需制成超薄切片(50~80nm),并用重金属盐如枸橼酸铅和醋酸铀等染色。被重金属染色的结构,电子束散射得多,射落到荧光屏上的电子少,图像暗,称电子密度高;反之,称电子密度低。

2. 扫描电镜术(scanning electron microscopy)

扫描电镜术用于观察细胞、组织和器官表面的立体微细结构。将小块组织经固定、脱水、干燥后,在其表面喷镀薄层碳膜和金属膜。扫描电镜发射的细电子束在样品表面按顺序逐点移动扫描,使样品表面金属膜发射出电子(称二次电子),二次电子信号被探测器收集,经过放大,在荧光屏上成像,图像清晰,富有立体感。

(三) 组织化学技术 Histochemistry

组织化学技术是应用化学反应、物理学反应或免疫学反应等原理检测组织和细胞的化学成分并进行定位和定量的技术。组织细胞中的糖类、脂类、蛋白质、酶、核酸等均可与相应试剂反应,最后形成有色反应终产物或电子致密物,应用光镜或电镜进行观察。

1. 一般组织化学(classical histochemistry)

(1) 多糖(polysaccharides):常用过碘酸-希夫(periodic acid Schiff, PAS)反应显示多糖。过碘酸是一种强氧化剂,可将糖分子中的乙二醇基氧化成乙二醛基;后者再与希夫试剂(无色亚硫酸品红)结

合,形成不溶性紫红色反应产物。多糖和糖蛋白均呈 PAS 反应阳性。

(2) 脂类(lipids):常用苏丹染料、油红 O、尼罗蓝等脂溶性染料染色,使脂类显色。也可用四氧化锇固定兼染色,脂肪酸或胆碱可使四氧化锇还原为二氧化锇而呈黑色。

(3) 核酸(nucleic acids):DNA 可用 Feulgen 反应显示。用稀盐酸处理切片,使 DNA 水解,打开脱氧核糖与嘌呤碱基之间的连接键,暴露醛基,再与希夫试剂作用,形成紫红色反应产物。还可利用甲绿-派若宁染色同时显示 DNA 和 RNA,甲绿与细胞核的 DNA 结合呈蓝绿色,派若宁与核仁及胞质内的 RNA 结合呈红色。

(4) 酶类(enzymes):细胞内酶的种类甚多,如水解酶、氧化还原酶、合成酶与转移酶等。酶组织化学技术的基本原理是:在适当的温度和 pH 条件下,酶催化其特异性底物水解、氧化等,形成初级反应产物;然后用捕获剂捕获该反应产物,在酶存在的部位形成不溶性、有颜色的或电子致密的反应终产物,在光镜或电镜下观察(Fig. 1-2)。

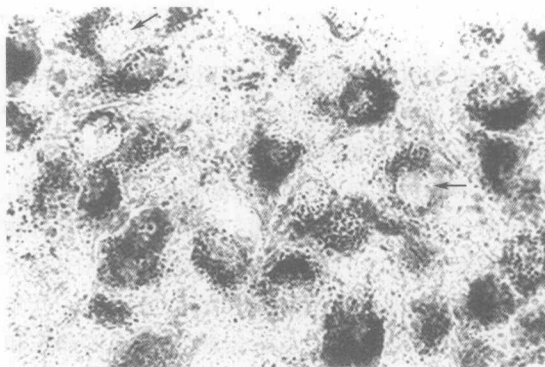


Fig. 1-2 酶组织化学示大鼠视上核神经元的酸性磷酸酶活性
颗粒状酶反应产物位于核周胞质;箭头示细胞核呈阴性反应;高倍

Enzyme histochemistry showing acid phosphatase activity in neurons of the rat supraoptic nucleus. Granular products of enzyme reaction are located in perinuclear cytoplasm. Arrows show nuclei with negative reaction. High magnification

2. 免疫组织化学(immunohistochemistry) 免疫组织化学是根据免疫学原理,应用带有可见标记的特异性抗原-抗体反应,检测组织、细胞中多肽和蛋白质等抗原物质的一种技术。这种方法特异性强,敏感度高。进行免疫组织化学染色时,首先要获得被检多肽或蛋白质的特异性抗体,其次要对抗体进行标记。常用的标记物有荧光染料如异硫氰酸荧光素(fluorescent isothiocyanate, FITC)、过氧化物酶(peroxidase)、生物素(biotin)和胶体金(colloidal gold)等。

按其基本原理,免疫组织化学技术分直接法和间接法(Fig. 1-3)。在直接法中,待检抗原的特异性

抗体(又称第一抗体, primary antibody)被标记, 用该标记抗体直接孵育标本以检测其中的抗原成分。该法简单, 特异性强, 但敏感性较差。在间接法中, 第一抗体不标记; 以第一抗体作为抗原免疫另一动物, 制备抗第一抗体的抗体, 即第二抗体(secondary

antibody), 并标记第二抗体。染色时, 顺次以第一抗体和标记的第二抗体处理标本, 在抗原存在的部位形成抗原-第一抗体-标记第二抗体复合物, 以达到检测该抗原的目的。间接法因第二抗体的放大作用而敏感性较高。

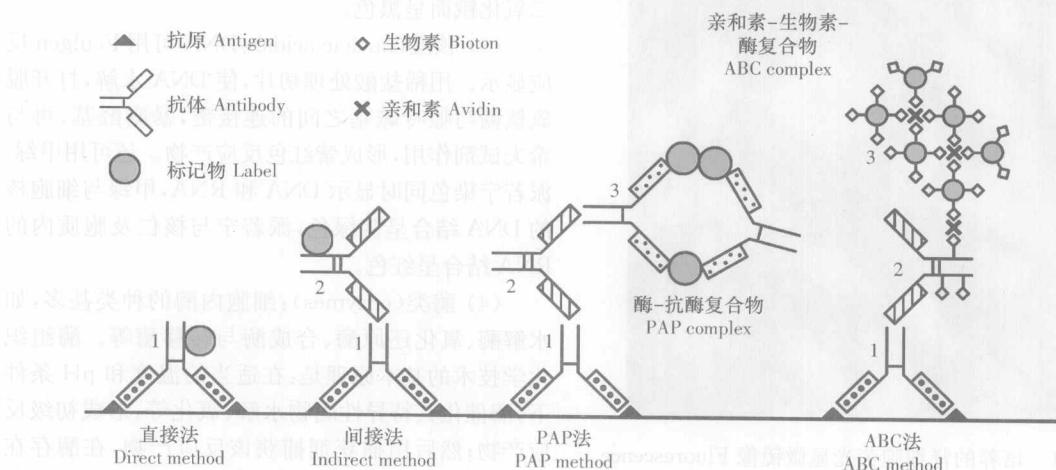


Fig. 1-3 免疫组织化学的基本原理 Principles of immunohistochemistry
1~3 示反应顺序

The reaction sequence is indicated by 1—3

目前常用的一种间接法是过氧化物酶-抗过氧化物酶法(peroxidase-antiperoxidase method, PAP法)(Fig. 1-3), 其敏感性很高。在 PAP 法中, 第一抗体和第二抗体均不标记; 但需制备 PAP 复合物。染色时, 顺次以第一抗体、第二抗体和 PAP 复合物孵育标本, 最后以 H_2O_2 -二氨基联苯胺(DAB)显示过氧化物酶, 即可检测标本中的抗原成分。近年来, 利用生物素(biotin)与亲合素(avidin)的高亲和力, 建立了更为敏感的亲合素-生物素-过氧化物酶复合物法(avidin-boitin-peroxidase complex method, ABC法)(Fig. 1-3, Fig. 1-4)。

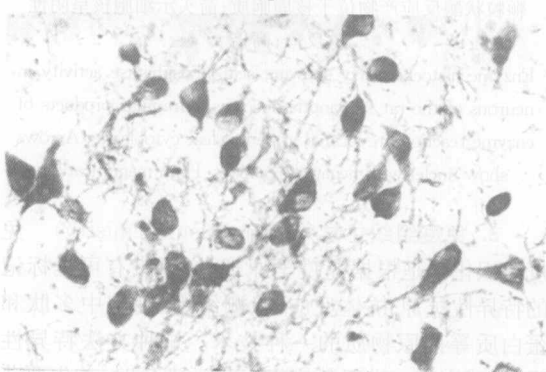


Fig. 1-4 免疫组织化学示小鼠中脑黑质酪氨酸羟化酶阳性神经元 Immunohistochemistry showing tyrosine hydroxylase-positive neurons in the mouse midbrain substantia nigra

ABC法, 中倍
ABC method, Medium magnification

AVIDIN-BIOTIN-PEROXIDASE COMPLEX METHOD

Avidin, a glycoprotein from egg white, has a very high affinity for biotin; one molecule can bind four biotin molecules. Biotin also labels antibodies and peroxidase, and avidin may be labeled with fluorescent, enzyme, or colloidal gold. A technique using a pre-formed avidin-biotin complex (ABC) has been developed. In this ABC method the first layer is the primary antibody, the second layer is biotinylated secondary antibody, and the third layer is an avidin-biotin complex, the avidin having been reacted with biotinylated peroxidase in such proportion that three of the biotin-binding sites are taken up by biotinylated peroxidase, leaving one site per molecule free to react with the biotin on the second layer antibody. A large amount of label is thus localized over the original antigenic site to increase the sensitivity.

如果用胶体金标记第二抗体, 则可在电镜下检测组织细胞的抗原成分。胶体金具有很高的电子密度, 且不影响背景结构(Fig. 1-5)。

3. 原位杂交组织化学(*in situ* hybridization histochemistry) 简称原位杂交, 是一种在组织细胞原位进行的核酸分子杂交技术, 用以研究基因在染色体上的定位, 或编码某种蛋白质的 mRNA 在

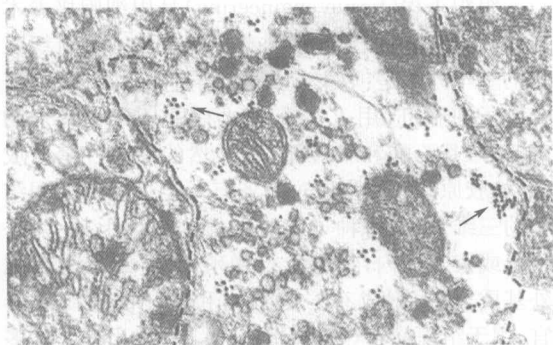


Fig. 1-5 电镜免疫组织化学像 Electron micrograph of immunohistochemistry

胶体金标记抗体法示猴下丘脑酪氨酸羟化酶阳性轴突内的金颗粒(箭头)

The colloidal gold-labeled antibody method showing gold particles (arrows) in a tyrosine hydroxylase-positive axon of the baboon hypothalamus

胞质中的表达,其敏感度高,特异性强。原位杂交的原理是根据碱基互补原则,用一条碱基序列已知、经特定标记的核苷酸链为探针,与组织切片、细胞制备或染色体标本中的待检 DNA 片段或 mRNA 进行杂交,然后显示标记物(Fig. 1-6)。常用的探针有 DNA 探针、RNA 探针和寡核苷酸探针;常用标记物有 FITC、地高辛精、生物素、放射性核素如 ^3H 、 ^{35}S 等。如果待检核酸含量很低,可先在标本上进行聚合酶链反应 (polymerase chain reaction, PCR) 或逆转录 PCR 扩增,然后再进行原位杂交。

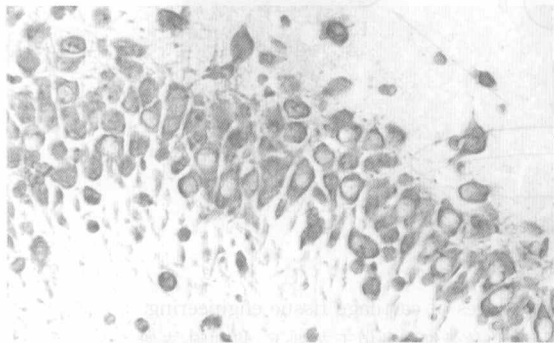


Fig. 1-6 原位杂交光镜像 Photomicrograph of *in situ* hybridization

地高辛精标记蛋白激酶 C(PKC) $\beta 1$ 寡核苷酸探针,示大鼠海马锥体细胞内 PKC $\beta 1$ mRNA;中倍
Digoxigenin-labeled oligodeoxynucleotide probe for protein kinase C (PKC) $\beta 1$ showing PKC $\beta 1$ mRNA in pyramidal cells of the rat hippocampus. Medium magnification

4. 凝集素组织化学 (lectin histochemistry)

细胞表面的糖链或寡糖与细胞的识别、分化、成熟、恶性变等有关。这些糖链不能用 PAS 反应区别,而凝集素 (lectin) 组织化学可敏感地鉴别和定位这些糖链。凝集素是主要来源于植物种子的蛋白质,不

同的凝集素如刀豆球蛋白、麦芽凝集素等可与不同的糖链特异性结合。检测糖链时,先将凝集素用荧光物质等标记,使其与标本上的特异性糖链结合,再用荧光显微镜等显示该凝集素。也可不标记凝集素,而用抗凝集素抗体和免疫组织化学技术显示结合在糖链上的凝集素。

(四) 放射自显影术 Autoradiography

放射自显影术通过研究活细胞对放射性核素(如 ^3H 、 ^{14}C 、 ^{32}P 、 ^{35}S 、 ^{131}I 等)的摄入和代谢过程来显示该细胞的功能状态。首先,将放射性核素标记的物质注入动物体内,让动物存活一定时间。然后,取材与制片,并在切片上涂以薄层感光乳胶,置暗处曝光,细胞内放射性核素产生的射线使乳胶感光,银离子被还原为银颗粒。最后,经显影、定影、复染后在显微镜下观察银粒的分布和数量。如可用 ^3H 标记胸腺嘧啶核苷研究 DNA 合成及其增殖状况。

(五) 细胞培养术与组织工程 Cell culture and tissue engineering

活的细胞、组织和器官都可在体外适当条件下培养生长。目前,大都分离和纯化组织中某种细胞进行培养,称为细胞培养术 (cell culture)。细胞培养必须严防微生物污染,培养液要有适合细胞生长的营养物质、生长因子、pH、渗透压、 O_2 和 CO_2 浓度、温度等。经长期培养而成的细胞群体,称细胞系 (cell line); 用细胞克隆或单细胞培养出的纯种细胞,称细胞株 (cell strain)。这些细胞系或细胞株可置于液氮内长期冻存,随时可取出复苏,进行实验。培养的活细胞需用相差显微镜观察 (Fig. 1-7)。细胞培养术不仅可直接研究细胞的行为,如生长、分化、代谢、形态和功能变化,还可研究各种理化因子如激素、生长因子、药物、毒物、辐射等对细胞的影响。

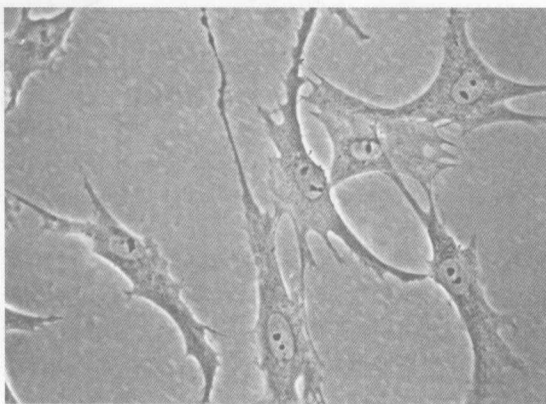


Fig. 1-7 培养的大鼠骨髓间充质干细胞 Cultured rat bone marrow mesenchymal stem cells

高倍

High magnification

CELL CULTURE

Cell culture is used to examine living cells. In preparing cultures, cells are usually dispersed mechanically or by previous treatment with enzymes, such as trypsin or collagenase. Once isolated, the cells are cultivated in the media, either in a suspension or spread out on a culture plate to which they can adhere as a single layer of cells. The use of extracellular matrix components such as collagens and laminin and the addition of hormones and growth factors greatly increase the survival of cells in vitro. Cell culture has been used for the study of the metabolism of normal and cancerous cells, for the study of parasites that grow only within cells, and for determination of human karyotypes (the number and morphology of an individual's chromosomes) and diagnosis of genetic disorders. In addition, cell culture is central to contemporary techniques of molecular biology and recombination DNA technology.

组织工程(tissue engineering)是用细胞培养术在体外模拟构建机体组织或器官的技术。组织工程的基本方法是:取少量自体或异体组织,分离、培养种子细胞;应用人工合成的有机高分子聚合物(如聚羟基乙酸和聚乳酸)或天然的细胞外基质成分(如胶原和纤维蛋白),制备有一定形状和空间结构的三维支架;将种子细胞种植到支架上,在体外培养或植入体内;细胞生长增殖,并不断分泌细胞外基质,从而形成有一定结构和功能的组织或器官,用于组织修复(Fig. 1-8)。目前,已开展了许多人造组织和器官的研制,如皮肤、软骨、骨、肌腱、角膜、神经、血管、气管等,其中组织工程皮肤和软骨已获得成功,并用于临床。

(六) 组织和细胞的定量术 Quantitative techniques of tissues and cells

随着生命科学的不断深入,各种定量技术日益广泛地应用于组织学研究。例如,应用显微分光光度计,以各种物质分子对光的选择性吸收为基础,可在显微镜下对生物样品中的化学物质进行定量分析。形态计量术(morphometry)运用数学和统计学原理,对组织和细胞进行二维和三维形态学测量

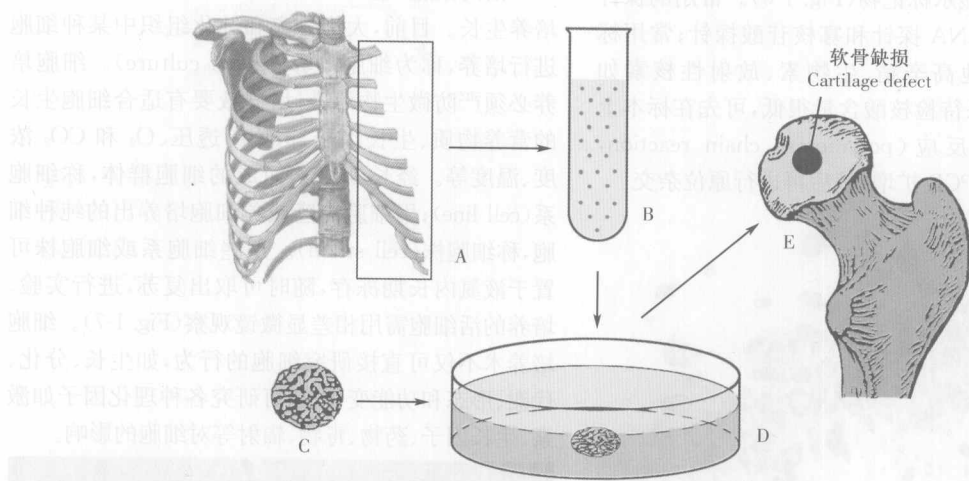


Fig. 1-8 软骨组织工程的基本方法 Basic procedures of cartilage tissue engineering

A. 获取软骨; B. 分离、培养软骨细胞; C. 制备支架; D. 将软骨细胞种植于支架; E. 将细胞-支架复合物植入组织缺损处

A. Obtaining cartilage; B. Isolating and cultivating cartilage cells; C. Preparing scaffold; D. Seeding cartilage cells in scaffold; E. Implanting the cell-scaffold complex into a site of cartilage defect

研究,其中三维立体结构的研究又称体视学(stereology)。目前,广泛应用图像分析仪(image analyzer)进行形态计量研究。将切片或照片图像通过摄影机显示在监视器屏幕上,根据各像素的大小、位置、灰度(明暗程度),可快速准确地获得各种形态参数,如细胞的截面积、直径、周长等,或组织细胞内某种物质的相对含量。

流式细胞术(flow cytometry)是近年建立的细胞分类和定量技术,应用流式细胞仪(flow cytome-

ter)对单个细胞进行快速定量测定,可进行细胞周期各时相细胞的比例和细胞内 DNA、RNA、蛋白质的含量分析,淋巴细胞亚群的分离和定量,杂交细胞等的分选等。其工作原理是分离被检细胞,并进行荧光染色或标记,然后使单细胞液流快速通过该仪器的激光照射分析区,被检细胞产生不同的荧光信号并转变为电脉冲,分别输入计算机内贮存,同时显示于示波器屏幕上,即可获得该细胞群体中不同类型细胞的有关数据。

三、组织学的学习方法

Methods of Learning Histology

组织学是一门重要的医学基础课。随着科学技术的发展,组织学的内容不断更新和发展,并与其他相关学科交叉渗透。学好组织学,理解人体微细结构的基本知识,才能更好地分析和理解人体的正常生理、病理过程,学好生理学和病理学等其他医学基础课程和临床课程。在组织学的学习中应注意以下几个问题。

1. 建立立体与动态的概念 (establishing concepts of three-dimension and dynamics) 组织切片和显微图片显示的是组织和细胞在某一时刻的平面结构,同一细胞因取材时间的不同其结构可能不同,同一结构因切面的不同也可呈现不同的图像。如饱和和饥饿时肝细胞中糖原颗粒的多少和分布不同,血管在横切和斜切时的形状不同。学习时要全面观察,善于思维,从大量静止的结构中发现其动态变化规律,从不同切面的二维结构中抽象出其立体结构,这样才能真正理解和掌握人体的微细结构。

2. 注意结构与功能的联系 (paying attention to linkage between structure and function) 人体是一个结构与功能的统一体,任何结构都有其相应的功能,而任何功能也必定有其结构基础。如神经细胞有丰富的粗面内质网与发达的高尔基复合体,其合成蛋白质的功能必定旺盛;凡具有较强吞噬功能的细胞,必然含有较多的溶酶体,以消化吞噬物。虽然组织学以研究形态结构为主,但如能时时联系功能,既可增加学习兴趣,又可深入理解和记忆组织细胞的结构。

3. 重视理论与实践的结合 (attaching importance to combination of theory and practice) 组织学的实践性很强,要求学生能在显微镜下识别机体的主要组织和器官。因之,在学习组织学理论的同时,要重视实验课。要认真、仔细地观察组织切片、电镜照片、各种多媒体课件,要动眼看、动脑想、动手画,以加强对理论知识的理解与记忆。通过理论与实践的结合,提高观察问题、分析问题和解决问题的能力。

4. 勤奋加技巧,提高学习效果 (promoting study through hard-working and skills) 学习是一种艰苦的劳动。因此,要有吃苦耐劳、勤奋钻研的精神。但也不要死背硬记,而应摸索出适合自己的学习技巧。在学习中,要坚持课前预习,课后复习;注意前后联系,归纳总结,找出共性,牢记个性;对一些相关结构可采用对比法比较其异同,对比时可用列表法,也可用图解法。这样才能学得主动,学得扎实,收到良好的学习效果。

QUESTIONS FOR REVIEW

1. What is the H&E staining? Explain basophilia, acidophilia, neutrophilia, metachromasia, argentaffin and argyrophilia.
2. What are differences between the light and electron microscopy?
3. Understand the principles of histochemistry, immunohistochemistry and in situ hybridization, and their use in the histological research.
4. How does a histologist study the living cells and tissues?

(宋天保)

第 2 章 上皮组织

EPITHELIAL TISSUE

KEY POINTS

- Characteristics of epithelium
- Types of epithelium
- Classification of covering epithelium
- Specific structures in epithelium
- Glandular epithelium and glands

OUTLINE

Epithelium consists of cells that are closely applied to each other with very little intercellular substance. The cells that make up an epithelium have distinct polarity. They exhibit functionally distinct surface domains, namely, a free surface and a basal surface. Blood vessels do not penetrate the basement membrane to enter the epithelial layers. Epithelial tissues have the following principal functions: protection, absorption, secretion, and excretion, etc.

Epithelium is classified according to the arrangement and shape of its cells. Epithelium which is only one cell deep is called simple; epithelium which is more than one cell deep is called stratified. On the basis of cell shape epithelium is designated as squamous, cuboidal, or columnar, thus by joining these descriptive terms, we may describe an epithelium as simple squamous, as stratified squamous, or stratified cuboidal, etc.

Epithelia are customarily classified according to their structure and function into two main types: covering epithelium and glandular epithelium. Covering epithelia are tissues whose cells are organized in membranous layers that cover the external surface or line the cavities of the body. In two locations, epithelium has special names, endothelium and mesothelium. Endothelium lines the inner surface of the heart, blood vessels, and lymphatic vessels. Mesothelium lines the serous membranes of the body, namely, the pleura, the pericardium and the peritoneum.

Two special categories of epithelium are pseudostratified and transitional. Pseudo-stratified epithelium has the appearance of being stratified. Some of the cells do not reach the free surface; however, all rest on the basement membrane. Thus, it is actually a simple epithelium. Transitional epithelium is a name applied to the epithelium lining the pelvis of the kidney, the ureters, the urinary bladder, and part of the urethra. It is a stratified epithelium that has rather specific morphologic characteristics and functionally accommodates well to distension.

The free surface of epithelial cells may contain cilia, stereocilia, or microvilli according to the function of the cells. Cilia enable the cells to move mucus or other materials along the surface. Stereocilia are special surface modifications that are found in the ductus epididymis and the ductus deferens. Microvilli are found on the surface of cells that engage in absorptive activity.

There are four types of cell junctions between epithelial cells, including tight junction, intermediate junction, desmosome and gap junction. The structure consisting of at least two types of cell junction is the junctional complex.

Separating the epithelium from the underlying connective tissue is a basement membrane. When the basement membrane is examined with the electron microscope, it is found to consist of a thin amorphous layer, designated the basal lamina, and a thicker layer containing delicate reticular fibers, designated the reticular lamina. The basal lamina is immediately subjacent to the epithelium and the reticular lamina faces the underlying connective tissue. The plasma membrane infolding on the basal surface of the epithelial cell results in an increased area of plasma membrane which allows the harbo-

ring of greater numbers of membrane-associated proteins such as those employed in cellular respiration or photosynthesis. In the contact zone between an epithelial cell and the basal lamina, hemidesmosomes are found to take the shape of half the desmosome where they provide adhesion to the basal lamina.

According to the way the secretory products leave the cell, glands may be classified as exocrine gland or endocrine gland. Exocrine glands have a secretory portion and the gland ducts. This connection takes the form of tubular ducts lined with epithelial cells through which the glandular secretions pass to reach the surface. Endocrine glands are ductless, and their secretions are picked up and transported to their site of action by the bloodstream. The products of endocrine gland are called hormones.

上皮组织(epithelial tissue)又称上皮(epithelium),由密集排列的上皮细胞和少量细胞间质(intercellular substance)组成。上皮细胞有极性(polarity),它们朝向身体表面或中空性器官腔的一面,称游离面;与其相对的一面,称为基底面。游离面与基底面在形态结构和功能方面都有明显的差异。上皮细胞之间的连接面为侧面。上皮组织中大都无血管,所需营养依靠结缔组织内的血管提供,营养物质透过基膜渗透到上皮细胞间隙中。上皮组织内有丰富的感觉神经末梢。按其功能,上皮组织主要有被覆上皮和腺上皮两大类。被覆上皮覆盖在躯体的体表或内衬于有腔器官的内表面,具有保护、吸收、分泌和排泄等作用。腺上皮是组成腺的主要成分,具有分泌功能。另外,体内还有少量特化的上皮,如感觉上皮、肌上皮和生殖上皮等。

一、被覆上皮 Covering Epithelium

被覆上皮根据其构成细胞的层数和细胞(或表层细胞)的形态进行分类和命名。仅由一层细胞组成的为单层上皮;有两层或两层以上细胞组成的,称为复层上皮。被覆上皮的主要类型和分布如Tab. 2-1。

Tab. 2-1 Common types of covering epithelium in human body

上皮类型	主要分布
单层上皮 单层扁平上皮	内皮:心脏、血管和淋巴管腔面 间皮:胸膜、腹膜和心包膜 其他:肺泡和肾小囊壁层等处
单层立方上皮	肾小管、甲状腺滤泡等
单层柱状上皮	胃、肠、胆囊和子宫等腔面
假复层纤毛柱状上皮	气管、支气管等腔面
复层上皮 复层扁平上皮	角化:皮肤的表皮

续表

上皮类型	主要分布
	未角化:口腔、食管和阴道等腔面
复层柱状上皮	眼睑结膜、男性尿道等
变移上皮	肾盂、肾盏、输尿管和膀胱等腔面

(一) 单层扁平上皮 Simple squamous epithelium

单层扁平上皮很薄,仅有一层扁平细胞组成。从上皮表面观察,细胞呈不规则形或多边形,边缘呈锯齿状,彼此相互紧密嵌合,核扁圆形,位于细胞中央。从垂直切面看,细胞扁薄,胞质很少,仅含核处略厚(Fig. 2-1)。衬贴在心脏、血管和淋巴管腔面的单层扁平上皮称内皮(endothelium),其游离面光滑,有利于血液和淋巴流动(Fig. 2-2);分布在胸膜、腹膜和心包膜表面的单层扁平上皮称间皮(mesothelium),间皮还分泌少量浆液,表面湿润光滑,有利于内脏器官的运动。

(二) 单层立方上皮 Simple cuboidal epithelium

单层立方上皮由一层近似立方形的细胞组成(Fig. 2-3)。从表面观察,每个细胞呈六角形或多角形;从垂直切面看,细胞呈立方形,核圆、居中。分布于肾小管、甲状腺滤泡和视网膜色素上皮等处。

(三) 单层柱状上皮 Simple columnar epithelium

单层柱状上皮由一层高棱柱状细胞组成。从表面看,细胞呈六角形或多角形;从垂直切面观察,细胞为柱状,核长圆形,常位于细胞近基底部,其长轴多与细胞长轴平行(Fig. 2-4)。主要分布在胃、肠、胆囊、子宫和输卵管等器官的腔面,具有分泌和吸收功能。在肠道的单层柱状上皮细胞之间,散在分布着许多杯状细胞(goblet cell),它们形似高脚酒杯,底部狭窄,核呈三角形或扁圆形,着色较深,位