



全国高职高专医药院校“双证书”
人才培养“十二五”规划教材

供临床医学、护理、口腔医学等专业使用

组织学与胚胎学

齐亚灵 张玫琦 ★ 主编



华中科技大学出版社

<http://www.hustp.com>



全国高职高专医药院校“双证书” 人才培养“十二五”规划教材

供临床医学、护理、口腔医学等专业使用

组织学与胚胎学

主 编 齐亚灵 张玫琦

副主编 宋 宇 况 勇 李润琴 钟南田

编 者 (以姓氏笔画为序)

齐亚灵	海南医学院
孙冬梅	长春医学高等专科学校
李润琴	重庆三峡医药高等专科学校
况 勇	重庆医药高等专科学校
宋 宇	长春医学高等专科学校
宋佰慧	长春医学高等专科学校
张冬青	重庆医药高等专科学校
张玫琦	长春医学高等专科学校
张彦慧	海南医学院
周 雯	海南医学院
钟南田	海南医学院
洪 灯	海南医学院
黄海兵	重庆三峡医药高等专科学校
崔志刚	海南医学院



华中科技大学出版社

<http://www.hustp.com>

中国·武汉

内 容 简 介

本书是全国高职高专医药院校“双证书”人才培养“十二五”规划教材,是为培养农村、社区和基层医药卫生人才而编写的教材。本书以能在农村和社区提供医疗、保健、预防、康复综合卫生服务的实用型医学人才为培养目标,以“必需、够用”为度,力求“简、精”,突出实用性和针对性,包括绪论、细胞、上皮组织等内容。本书可供临床医学、护理、口腔医学等专业使用。

图书在版编目(CIP)数据

组织学与胚胎学/齐亚灵,张玫琦主编. —武汉:华中科技大学出版社,2014.12
ISBN 978-7-5609-9820-6

I. ①组… II. ①齐… ②张… III. ①人体组织学-高等职业教育-教材 ②人体胚胎学-高等职业教育-教材 IV. ①R32

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 301198 号

组织学与胚胎学

齐亚灵 张玫琦 主编

策划编辑:陈 鹏

责任编辑:孙基寿

封面设计:范翠璇

责任校对:李 琴

责任监印:周治超

出版发行:华中科技大学出版社(中国·武汉)

武昌喻家山 邮编:430074 电话:(027)81321915

录 排:华中科技大学惠友文印中心

印 刷:湖北新华印务有限公司

开 本:787mm×1092mm 1/16

印 张:17

字 数:364 千字

版 次:2015 年 2 月第 1 版第 1 次印刷

定 价:68.00 元



本书若有印装质量问题,请向出版社营销中心调换

全国免费服务热线:400-6679-118 竭诚为您服务

版权所有 侵权必究

全国高职高专医药院校“双证书” 人才培养“十二五”规划教材丛书编委会



丛书学术顾问 文历阳 厉 岩

委员 (按姓氏笔画排序)

- 于景龙 长春医学高等专科学校
王 健 山西医科大学汾阳学院
王承明 荆楚理工学院医学院
甘建一 海南医学院
艾力·孜瓦 新疆维吾尔医学专科学校
左天香 安徽中医药高等专科学校
作卫民 陕西能源职业技术学院
李 君 广州医科大学卫生职业技术学院
李 燕 哈尔滨医科大学大庆校区
何秀堂 荆楚理工学院医学院
何建明 韶关学院医学院
张 敏 九江学院
张金波 哈尔滨医科大学大庆校区
凯赛尔·阿不都克热木 新疆维吾尔医学专科学校
周建军 重庆三峡医药高等专科学校
董忠生 郑州铁路职业技术学院
谭 工 重庆三峡医药高等专科学校

总序

《国家中长期教育改革和发展规划纲要(2010—2020年)》中明确指出:发展职业教育是推动经济发展、促进就业、改善民生、解决“三农”问题的重要途径,是缓解劳动力供求结构矛盾的关键环节,必须摆在更加突出的位置;要把提高质量作为重点,以服务为宗旨,以就业为导向,推进教育教学改革;要实行工学结合、校企合作、顶岗实习的人才培养模式;要制定职业学校基本办学标准,加强“双师型”教师队伍和实训基地建设,提升职业教育基础能力;要积极推进学业证书和职业资格证书“双证书”制度,推进职业学校专业课程内容和职业标准相衔接。

临床医学不同于其他学科,它是一门实践科学,必要的理论知识在医疗行为中是必需的,对临床诊疗具有指导意义,但单纯有理论知识而没有或缺乏实践经验是不能成为一个好医生的。由于医学教育的特殊性,临床医学教学理念应贯彻落实以服务为宗旨,以就业为导向,以能力为本位,以产、学、研结合为基本途径,大力推行“双证书”制度,促进人才培养模式创新,拓宽学生就业面。职业资格证书是表明劳动者具有从事某一职业所必备的学识、技能的证明,国家职业资格证书是现代人就业的通行证,它通过一定的社会职业系统来发展,也必将促进社会职业系统的规范化。实施“双证书”制教学,能够增强学生的实践能力、创新能力和就业能力。学生在获得学业证书的同时,获得相应的职业资格证书,能够增强学生的就业竞争力。鉴于当前的新形势,对高职高专临床医学专业教材的建设提出了更高的要求。但是现有的各种高职高专临床医学专业教材存在着各种问题:本科教材的压缩版,不符合高职高专临床医学专业的教学实际,未能与最新的助理医师执业资格考试大纲衔接,不利于学生考取职业资格证书;教学内容过于陈旧,缺乏创新,未能体现最新的教学理念;版式设计也较呆板,难以引起学生的兴趣等。因此,符合高职高专教学实际的新一轮教材建设迫在眉睫。

为了更好地适应高职高专临床医学专业的教学发展和需求,更好地实施“双证书”制度,突出卫生职业教育的特色,华中科技大学出版社在全国卫生行业职业教育教学指导委员会副主任委员、著名医学教育专家文历阳教授的指导下,在认真、广泛调研的基础上,组织了全国30多所高职高专医药院校,遴选教学经验丰富的200多位一线教师,共同编写了全国高职高专医药院校临床医学专业“双证书”人才培养“十二五”规划教材。

本套教材力争适应性广、实用性强,符合高职高专学生的认知水平和心理特点,符合社会对临床医学专业人才的需求特点,适应岗位对临床医学专业人才知识、能力和素质的需要。因此,本套教材将体现以下编写特点。

(1) 注重学业证书和助理医师职业资格证书相结合,体现职业教育理念,提升学生



的就业竞争力。

(2) 围绕教育部“卓越医师计划”，加强对学生实践能力、人文素质和国际化能力的培养。

(3) 基础课教材以“必需、够用”为度，专业课教材突出实用性和针对性，加强临床实训内容，以案例为引导。

(4) 基础课程注重联系后续课程的相关内容，专业课程注重满足执业资格标准和相关工作岗位需求。

(5) 注重体现医学人文教育理念，培养和加强学生核心竞争力。

(6) 注重教材表现形式的新颖性，文字叙述力求通俗易懂，版面编排力求图文并茂、版式灵活，以激发学生的学习兴趣。

(7) 多媒体教学手段辅助。在推出传统纸质教材的同时，立体化开发各类配套出版物，包括多媒体电子教案、与教材配套的实验与实训课教程、学习指导等。

本套教材得到了各学校的大力支持与高度关注，它将为新时期高职高专临床医学专业的课程体系改革作出应有的贡献。我们衷心希望这套教材能在相关课程的教学发挥积极作用，并得到各位读者的青睐。我们也相信本套教材在使用过程中，通过教学实践的检验和实际问题的解决，能不断得到改进、完善和提高。

全国高职高专医药院校“双证书”人才培养“十二五”规划教材
编写委员会

前言

本书是全国高职高专医药院校“双证书”人才培养“十二五”规划教材,由海南医学院主持编写,全国多所高职高专医药院校组织学与胚胎学教授通力合作,根据高职高专培养目标,结合多年的组织学与胚胎学教学实践编写而成。

为体现以实践能力培养为核心的编写理念,本书着重充实以下内容。

(1) 紧跟教育部教学改革步伐,顺应职业教育教材发展趋势,注重学位证书和助理医师执业资格证书的要求,紧扣助理医师执业资格考试大纲。各章节设内容提要,各章后编入复习思考题,题型与助理医师执业资格考试真题相统一。

(2) 本书是为培养农村、社区和基层医药卫生人才而编写的教材。本书以疾病预防和健康促进为重点,以能在农村和社区提供医疗、保健、预防、康复综合卫生服务的实用型医学人才为培养目标,强调与实际工作相联系,以就业为导向,突出临床医学专业职业化的特点。本书在编写过程中适当加入了临床联系板块,以激发学生的学习兴趣,加强基础与临床的联系,加强学生对所学知识的理解。

(3) 本书内容以“必需、够用”为度,力求“简、精”,突出实用性和针对性。

(4) 本书在形式和内容上有所创新。根据高职高专学生的特点,本书以简洁的图表(高清晰光学显微镜和电子显微镜照片、表)代替抽象的大段文字叙述,增加了帮助学生理解和记忆的总结性表格。在内容描述时给学生留下了自主学习和思考的空间。

本书从编写到出版得到了华中科技大学出版社及海南医学院的大力支持。编委所在单位也为本书的编写提供了许多支持,各位编委为此书的完成付出了诸多辛苦和努力,在此致以最诚挚的谢意。

由于经验不足,水平有限,书中难免有疏漏或错误之处,敬请同仁和读者提出宝贵意见,以便我们今后改进。

编 者

目 录

第一章 绪论 /1

- 第一节 组织学与胚胎学的研究内容及其在医学中的地位 /1
- 第二节 组织学与胚胎学的研究方法和常用技术 /2
- 第三节 组织学与胚胎学的学习方法 /7

第二章 细胞 /10

- 第一节 细胞膜 /10
- 第二节 细胞质 /13
- 第三节 细胞核 /18
- 第四节 细胞周期 /19

第三章 上皮组织 /23

- 第一节 被覆上皮 /23
- 第二节 腺上皮和腺 /30

第四章 固有结缔组织 /33

- 第一节 疏松结缔组织 /33
- 第二节 致密结缔组织 /39
- 第三节 脂肪组织 /40
- 第四节 网状组织 /41

第五章 软骨和骨 /44

- 第一节 软骨 /44
- 第二节 骨 /46
- 第三节 骨的发生 /50

第六章 血液与血细胞发生 /55

- 第一节 血液 /55
- 第二节 血细胞发生 /63



第七章 肌组织 /67

第一节 骨骼肌 /67

第二节 心肌 /70

第三节 平滑肌 /72

第八章 神经组织 /76

第一节 神经元 /76

第二节 突触 /80

第三节 神经胶质细胞 /82

第四节 神经纤维和神经 /84

第五节 神经末梢 /87

第九章 循环系统 /92

第一节 血管壁的一般结构 /92

第二节 动脉 /94

第三节 静脉 /96

第四节 毛细血管 /98

第五节 心脏 /100

第六节 淋巴管系统 /103

第十章 免疫系统 /106

第一节 免疫细胞 /106

第二节 淋巴组织 /108

第三节 淋巴器官 /109

第十一章 皮肤 /117

第一节 表皮 /117

第二节 真皮 /122

第三节 皮肤附属器 /123

第十二章 内分泌系统 /128

第一节 甲状腺 /129

第二节 甲状旁腺 /131

第三节 肾上腺 /132

第四节 垂体 /136

第十三章 消化管 /143

第一节 消化管壁的一般组织结构 /143

第二节 口腔 /144

第三节 食管 /147

第四节 胃 /148

第五节 小肠 /152

第六节 大肠 /155

第七节 消化管壁的特殊结构及功能 /158

第十四章 消化腺 /162

第一节 唾液腺 /162

第二节 胰腺 /164

第三节 肝 /166

第十五章 呼吸系统 /173

第一节 呼吸道的一般结构 /173

第二节 鼻腔 /174

第三节 气管和支气管 /176

第四节 肺 /178

第十六章 泌尿系统 /187

第一节 肾 /187

第二节 排尿管道 /195

第十七章 眼和耳 /198

第一节 眼 /198

第二节 耳 /206

第十八章 男性生殖系统 /213

第一节 睾丸 /213

第二节 附睾 /217



第三节 附属腺体 /218

第十九章 女性生殖系统 /221

第一节 卵巢 /221

第二节 输卵管 /226

第三节 子宫 /227

第四节 乳腺 /230

第二十章 人体胚胎学总论 /234

第一节 胚胎学绪论 /234

第二节 人胚发生和早期发育 /235

第三节 畸形学概论 /253

参考文献 /256

内 容 提 要

组织学与胚胎学的研究内容及意义;组织学与胚胎学的研究方法和常用技术;光学显微镜技术;电子显微镜技术;组织化学和免疫组织化学术;原位杂交术;组织细胞定量术;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

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为光镜结构和电镜结构,电镜结构又称为超微结构。光镜、电镜的分辨率分别为 $0.2\ \mu\text{m}$ 和 $0.2\ \text{nm}$ 。

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。组织有上皮组织、结缔组织、肌组织和神经组织四大基本类型,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。若干功能相关的器官构成系统。

胚胎学(embryology)是研究个体发生、发育及其发生机制的科学,其研究内容包括生殖细胞形成、受精、胚胎发育、胚胎与母体的关系、先天性畸形等。

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,它由光学和机械两部分组成。光学部分是对被观察物起放大作用,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。

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。其制备程序大致如下。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、乙醇和冰醋酸等。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、石蜡浸透和包埋成硬块。③切片与染色:用切片机将石蜡包埋后的组织块切成厚度为 $5\sim 10\ \mu\text{m}$ 的切片,贴于载玻片上,经二甲苯脱蜡后进行染色。④封固:切片经脱水、透明,滴加中性树胶后覆以盖玻片封固。

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

除 HE 染色外,还有其他多种染色法可特异性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,该特性称亲银性;有的组织结构如神经原纤维(图 1-2)需加还原剂方能显色,称嗜银性;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 1-3)。

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。

制作组织标本除切片外,还有其他制备法。①涂片法: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

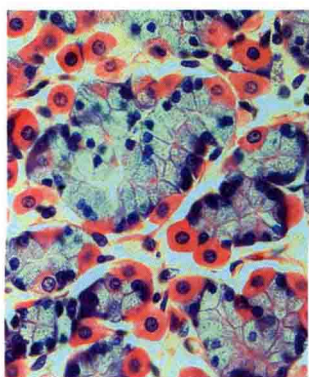


图 1-1 HE 染色

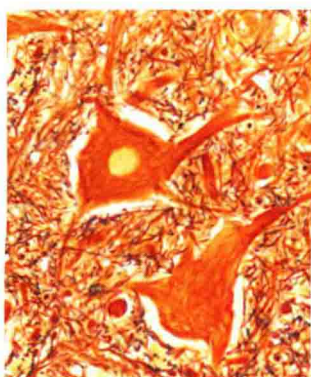


图 1-2 镀银染色

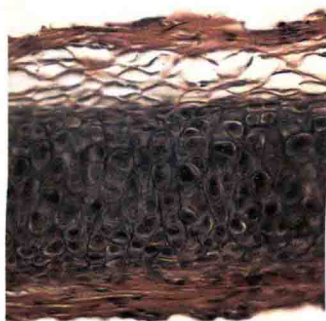


图 1-3 弹性染色

成标本进行观察。

(二) 特殊显微镜术

1. 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。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 用于观察标本中的自发荧光物质或以荧光素标记的结构,其原理是以产生紫外线的光源,激发标本中荧光物质呈现出不同颜色的荧光,如维生素 A 呈绿色荧光。荧光显微镜也用于观察用荧光素标记的细胞内结构,通过观察荧光分布与强度来检测组织、细胞结构成分的变化,探讨细胞的功能状态。

此外,还有暗视野显微镜用于观察线粒体运动、细菌活动等。另外,偏光显微镜还可检测骨骼肌明、暗带的折光性。

二、共焦激光扫描显微镜

共焦激光扫描显微镜主要由激光光源、共焦成像扫描系统、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三维图像,可对细胞的多种功能进行全自动、高效、快速的微量定性和定量测定。

三、电子显微镜技术

电子显微镜技术(electron microscopy, EM)简称电镜术,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可见光,用电磁透镜代替光学透镜,并使用荧光屏使肉眼不可见的电子束成像。

(一) 透射电镜

透射电镜(图 1-4)用于观察组织细胞的内部微细结构,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,取新鲜料材,切成小于 1 mm^3 的组织块,用戊二醛和锇酸双重固定、树脂包埋,用超薄切片机切为 $50\sim 70\text{ nm}$ 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,则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 1-5)。



图 1-4 透射电镜

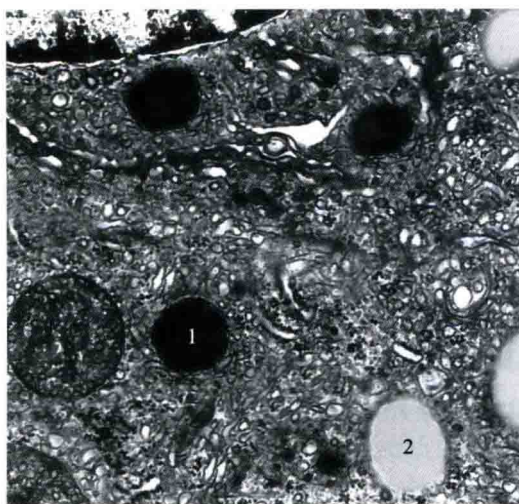


图 1-5 肾上腺皮质束

注:1. 电子密度高; 2. 电子密度低。

(二) 扫描电镜术

扫描电镜(图 1-6)用于观察细胞、组织或器官表面的立体微细结构。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 1-7)。

四、组织化学和细胞化学

组织化学(histochemistry)术和细胞化学(cytochemistry)术用于检测组织细胞内

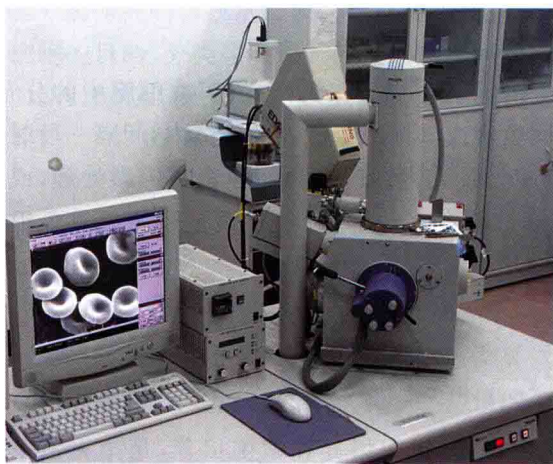


图 1-6 扫描电镜

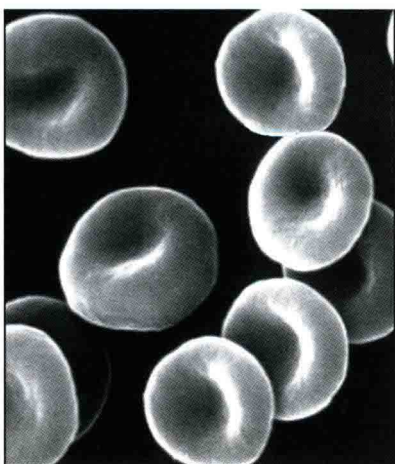


图 1-7 红细胞扫描电镜图

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,使之发生反应成为有色沉淀物,用光镜观察。若为重金属沉淀,可用电镜观察,称电镜组织化学(electron microscope histochemistry)。最常用的方法是过碘酸-希夫反应(periodic acid Schiff reaction, PAS 反应),它可用于显示细胞、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。

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。由于肽类与蛋白质均具有抗原性,所以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,则可在显微镜下观察到该物质的分布。

六、原位杂交术

原位杂交(in situ hybridization)是能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 的存在与位置。原位杂交术敏感性高、特异性强的,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。

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,将离体的活的器官、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_2 、 O_2 、pH 值、渗透压、湿度与温度等,还需有适合细胞生长的培养液、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。目前,组织工程化皮肤和软骨已成功地应用于临床。

九、组织细胞定量术

(一) 显微分光光度术

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。细胞内某种物质的含量不同,染色反应的深浅不一,对一定波长的光波吸收也不同,因此通过测定吸光度可求出其含量。

(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。

(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