



全国普通高等医学院校护理学类专业“十三五”规划教材
(供护理学类专业用)

组织学与胚胎学

◎ 主 编 苏衍萍 吴春云

◎ 副主编 贾书花 韩永明 任明姬 王春艳



中国医药科技出版社



全国普通高等医学院校护理学类专业“十三五”规划教材
(供护理学类专业用)

组织学与胚胎学

主 编 苏衍萍 吴春云

副主编 贾书花 韩永明 任明姬 王春艳

编 者 (以姓氏笔画为序)

丁晓慧 (沈阳医学院)

王喜梅 (湖南医药学院)

刘晓萍 (青岛大学医学院)

杜 辉 (泰山医学院)

李晓文 (昆明医科大学)

吴春云 (昆明医科大学)

张晓丽 (山东大学医学院)

岳淑芬 (包头医学院)

韩永明 (湖北中医药大学)

王春艳 (承德医学院)

任明姬 (内蒙古医科大学)

孙丽慧 (齐齐哈尔医学院)

李 斌 (内蒙古医科大学)

苏衍萍 (泰山医学院)

张旭东 (长治医学院)

张雪梅 (湖南医药学院)

贾书花 (长治医学院)

内 容 提 要

本教材为全国普通高等医学院校护理学类专业“十三五”规划教材之一,编写宗旨是基于培养适应行业发展的护理应用型人才。组织学与胚胎学是医学基础学科,教材内容除了注重“三基”(基础理论、基本知识、基本技能)“五性”(思想性、科学性、启发性、先进性、适用性)之外,还融入最新教学改革成果。全书包括22章,每章在介绍主干内容的同时辅助设置了“学习目标”“案例引导”“知识链接”“本章小结”“目标检测”5个编写模块。本书的特色为:①内容编写、章节安排突出适用性、科学性;本书删减了胚胎学器官系统发生,淡化了学科完整性。②启发性和应用性,案例引导和知识链接的呼应使本教材更具有启发性和应用性。③图谱化,图文并茂,易学易教。

本教材供全国普通高等医学院校护理学类专业师生教学使用。

图书在版编目(CIP)数据

组织学与胚胎学/苏衍萍,吴春云主编. —北京:中国医药科技出版社,2016.8

全国普通高等医学院校护理学类专业“十三五”规划教材

ISBN 978-7-5067-8271-5

I. ①组… II. ①苏…②吴… III. ①人体组织学-医学院校-教材 ②人体胚胎学-医学院校-教材 IV. ①R32

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第123561号

美术编辑 陈君杞

版式设计 张 璐

出版 中国医药科技出版社

地址 北京市海淀区文慧园北路甲22号

邮编 100082

电话 发行:010-62227427 邮购:010-62236938

网址 www.cmstp.com

规格 889×1194mm $\frac{1}{16}$

印张 16 $\frac{1}{4}$

字数 385千字

版次 2016年8月第1版

印次 2016年8月第1次印刷

印刷 北京九天众诚印刷有限公司

经销 全国各地新华书店

书号 ISBN 978-7-5067-8271-5

定价 45.00元

版权所有 盗版必究

举报电话:010-62228771

本社图书如存在印装质量问题请与本社联系调换

全国普通高等医学院校护理学类专业“十三五”规划教材

出版说明

为面向全国省属院校本科护理学专业教学实际编写出版一套切实满足培养应用型护理学人才需求和“老师好教、学生好学及学后好用”的护理学类专业教材，在教育部、国家卫生和计划生育委员会、国家食品药品监督管理总局的支持下，根据教育部高等教育教学改革精神，以及培养临床实用型人才、提高护理实践能力等护理人才培养要求，在全国普通高等医学院校护理学类专业“十三五”规划教材建设指导委员会专家的悉心指导下，中国医药科技出版社组织全国近 110 所省属高等医学院校为主体的具有丰富教学经验和较高学术水平的 600 余位专家教授历时 1 年余的编撰，本套教材即将付梓出版。

全套教材包括护理学类专业理论课程教材共计 34 门。将于 2016 年 8 月由中国医药科技出版社出版发行。主要供全国普通高等医学院校护理学类专业教学使用，也可供医药卫生行业从业人员学习参考。

本套教材定位清晰、特色鲜明，主要体现在以下方面：

1. 切合院校教学实际，突显教材针对性和适应性

在编写本套教材过程中，编者们始终坚持从全国省属医学院校护理学类专业教学实际出发，并根据培养应用型护理人才的需求和医疗机构对护生临床护理实践能力、沟通交流能力、服务意识、敬业精神等要求，结合国家护士执业资格考试新要求，同时适当吸收护理行业发展的新知识、新技术、新方法，从而保证教材内容具有针对性、适应性和权威性。

2. 强化护理能力培养，满足应用型人才培养需求

本套教材的内容和体系构建着眼于理论与实践相结合、人文社科及护理与医学相结合，强化培养学生实践能力、独立分析问题和解决问题的评判性思维能力，满足以能力为本位的高素质、强能力、精专业、重实践的应用型本科护理学人才培养需求。

3. 创新教材编写模式，增强内容的可读性实用性

在遵循教材“三基、五性、三特定”的建设规律基础上，引入“案例引导”模块内容，同时设计“学习目标”“知识链接”“知识拓展”“考点提示”“本章小结”“目标检测”等模块，以增强教材内容的可读性和实用性，更好地培养学生学习的自觉性和主动性以及理论联系实践的能力、创新思维能力和综合分析能力。

4. 搭建在线学习平台，立体化资源促进数字教学

在编写出版整套纸质教材的同时，编者与出版社为师生均免费搭建了与每门纸质教材相配套的“爱慕课”在线学习平台（含电子教材、教学课件、图片、微课、视频、动画及练习题等教学资源），使教学内容资源更加丰富和多样化、立体化，更好地满足在线教学信息发布、师生答疑互动及学生在线测试等教学需求，促进学生自主学习，为提高教育教学水平和质量，实现教学形成性评价等和提升教学管理水平提供支撑。

编写出版本套高质量教材，得到了全国知名专家的精心指导和各有关院校领导与编者的大力支持，同时本套教材专门成立了评审委员会，数十位专家对教材内容进行了认真审定并提出了宝贵意见，在此一并表示衷心感谢。出版发行本套教材，希望受到广大师生欢迎，并在教学中积极使用本套教材和提出宝贵意见，以便修订完善，共同打造精品教材，为促进我国护理学类专业教育教学改革和人才培养作出积极贡献。

中国医药科技出版社
2016 年 7 月

全国普通高等医学院校护理学类专业“十三五”规划教材

教材建设指导委员会

顾问 姜小鹰 (福建医科大学护理学院)

主任委员 何国平 (中南大学湘雅护理学院)

副主任委员 (以姓氏笔画为序)

丁 萍 (安徽医科大学)

任 辉 (第三军医大学护理学院)

刘殿刚 (湖北中医药大学)

张彩虹 (海南医学院国际护理学院)

方正清 (安徽中医药大学护理学院)

刘建军 (江西中医药大学护理学院)

张 瑛 (长治医学院护理学院)

单伟颖 (承德医学院护理学院)

委员 (以姓氏笔画为序)

王秀华 (中南大学湘雅护理学院)

邓科穗 (江西中医药大学护理学院)

朱大诚 (江西中医药大学)

江育萍 (广西中医药大学)

李 净 (安徽中医药大学)

李玉翠 (长治医学院护理学院)

宋晓亮 (长治医学院)

金荣疆 (成都中医药大学)

房氏琴 (三峡大学第一临床医学院)

姜贵云 (承德医学院)

唐红英 (第三军医大学)

章新琼 (安徽医科大学护理学院)

梁桂仙 (昆明医科大学护理学院)

新 燕 (内蒙古医科大学)

颜文贞 (广东医科大学护理学院)

王春平 (潍坊医学院)

申丽娟 (昆明医科大学)

朱天民 (成都中医药大学)

苏衍萍 (泰山医学院)

李玉红 (安徽医科大学护理学院)

李智山 (湖北文理学院医学院)

张雪飞 (湖北中医药大学)

周谊霞 (贵州医科大学护理学院)

钟志兵 (江西中医药大学)

徐旭东 (济宁医学院)

黄秀凤 (广东医科大学护理学院)

商战平 (泰山医学院)

彭德忠 (成都中医药大学)

翟 静 (泰山医学院)

魏秀红 (潍坊医学院护理学院)

全国普通高等医学院校护理学类专业“十三五”规划教材

教材评审委员会

主任委员 姜小鹰 (福建医科大学护理学院)

何国平 (中南大学湘雅护理学院)

副主任委员 (以姓氏笔画为序)

王 强 (河南大学护理学院)

王克芳 (山东大学护理学院)

史瑞芬 (南方医科大学护理学院)

朱爱勇 (第二军医大学护理学院)

江智霞 (遵义医学院护理学院)

安力彬 (大连大学护理学院)

李惠玲 (苏州大学护理学院)

张立力 (南方医科大学护理学院)

张美芬 (中山大学护理学院)

尚少梅 (北京大学护理学院)

赵 岳 (天津医科大学护理学院)

郝玉芳 (北京中医药大学护理学院)

胡秀英 (四川大学华西护理学院)

委 员 (以姓氏笔画为序)

于 睿 (辽宁中医药大学护理学院)

王 彦 (河北大学护理学院)

王亚宁 (江西科技学院护理学院)

王爱敏 (青岛大学医学院护理学院)

王继红 (北华大学护理学院)

方正清 (安徽中医药大学护理学院)

毕怀梅 (云南中医学院护理学院)

任海燕 (内蒙古医科大学护理学院)

刘 娟 (宁夏医科大学护理学院)

刘卫东 (滨州医学院护理学院)

刘化侠 (泰山医学院护理学院)

刘建军 (江西中医药大学护理学院)

刘彦慧 (天津中医药大学护理学院)

李 伟 (潍坊医学院护理学院)

李 红 (福建医科大学护理学院)

李伊为 (广州中医药大学护理学院)

李远珍 (皖南医学院护理学院)

李春卉 (吉林医药学院护理学院)

李保刚 (昆明医科大学护理学院)

李惠萍 (安徽医科大学护理学院)

杨英豪 (河南中医药大学护理学院)

吴 彬 (广西中医药大学护理学院)

何桂娟 (浙江中医药大学护理学院)

何朝珠 (南昌大学护理学院)

张 佩 (锦州医科大学护理学院)

张 瑛 (长治医学院护理学院)

张素英 (包头医学院护理学院)

张彩虹 (海南医学院国际护理学院)

张翠娣 (上海中医药大学护理学院)

陈长英 (郑州大学护理学院)

林 秧 (厦门医学院护理学院)

林素兰 (新疆医科大学护理学院)

郎玉玲 (牡丹江医学院护理学院)

胡 慧 (湖北中医药大学护理学院)

贾秀英 (贵州医科大学护理学院)

崔香淑 (延边大学护理学院)

谢 晖 (蚌埠医学院护理学系)

鞠 梅 (西南医科大学护理学院)

林 萍 (佳木斯大学基础医学院)

周建荣 (重庆医科大学护理学院)

单伟颖 (承德医学院护理学院)

袁爱华 (长沙医学院护理学院)

郭 宏 (沈阳医学院护理学院)

韩 琳 (兰州大学医学院护理学院)

廖 力 (南华大学护理学院)

魏碧蓉 (莆田学院护理学系)

全国普通高等医学院校护理学类专业“十三五”规划教材

书 目

序号	教材名称	主编	ISBN
1	护理专业英语	刘殿刚	978 - 7 - 5067 - 8239 - 5
2	医学统计学	张雪飞	978 - 7 - 5067 - 8240 - 1
3	人体解剖学	徐旭东 邹智荣	978 - 7 - 5067 - 8269 - 2
4	药理学	宋晓亮 王瑞婷	978 - 7 - 5067 - 8267 - 8
5	组织学与胚胎学	苏衍萍 吴春云	978 - 7 - 5067 - 8271 - 5
6	医学微生物学与寄生虫学	李智山 杜雯英	978 - 7 - 5067 - 8268 - 5
7	生物化学	翟 静 周晓慧	978 - 7 - 5067 - 8243 - 2
8	生理学	朱大诚	978 - 7 - 5067 - 8266 - 1
9	医学免疫学	新 燕	978 - 7 - 5067 - 8241 - 8
10	病理学	申丽娟 王娅兰	978 - 7 - 5067 - 8253 - 1
11	病理生理学	商战平 卢彦珍	978 - 7 - 5067 - 8263 - 0
12	预防医学	王春平 李 君	978 - 7 - 5067 - 8247 - 0
13	临床营养学	江育萍	978 - 7 - 5067 - 8264 - 7
14	社区护理学	李玉红	978 - 7 - 5067 - 8258 - 6
15	护理心理学	钟志兵	978 - 7 - 5067 - 8242 - 5
16	老年护理学	邓科穗 钟清玲	978 - 7 - 5067 - 8256 - 2
17	健康评估	王秀华 丁 萍	978 - 7 - 5067 - 8265 - 4
18	护理学导论	唐红英 王 萍	978 - 7 - 5067 - 8244 - 9
19	基础护理学	颜文贞 肖洪玲	978 - 7 - 5067 - 8246 - 3
20	护理伦理学	黄秀凤	978 - 7 - 5067 - 8245 - 6
21	护理管理学	李玉翠 任 辉	978 - 7 - 5067 - 8248 - 7
22	内科护理学	魏秀红 张彩虹	978 - 7 - 5067 - 8249 - 4
23	外科护理学	梁桂仙 宫叶琴	978 - 7 - 5067 - 8250 - 0
24	妇产科护理学	单伟颖 柳韦华	978 - 7 - 5067 - 8251 - 7
25	儿科护理学	张 瑛 张丽萍	978 - 7 - 5067 - 8252 - 4
26	五官科护理学	房民琴 王志英	978 - 7 - 5067 - 8254 - 8
27	精神科护理学	章新琼	978 - 7 - 5067 - 8257 - 9
28	急危重症护理学	周谊霞 田永明	978 - 7 - 5067 - 8255 - 5
29	康复护理学	姜贵云	978 - 7 - 5067 - 8259 - 3
30	中医养生康复学	金荣疆 唐 巍	978 - 7 - 5067 - 8270 - 8
31	中医临床护理学	刘建军	978 - 7 - 5067 - 8261 - 6
32	针灸推拿与护理	彭德忠	978 - 7 - 5067 - 8262 - 3
33	中医护理学基础	李 净 孟静岩	978 - 7 - 5067 - 8260 - 9
34	中医营养与食疗	朱天民	978 - 7 - 5067 - 8272 - 2

注:34 门主干教材均配套有中国医药科技出版社“爱慕课”在线学习平台。

组织学与胚胎学是相关的两门学科,组织学是研究人体微细结构及其功能关系的学科,是一门实践性很强的形态学科。胚胎学是研究个体出生前发生、发育过程及其机制的学科。本教材为全国普通高等医学院校护理学类专业“十三五”规划教材,基于培养适应行业发展护理应用型人才的目标编写,供护理学类专业使用。全书包括 22 章,每章在介绍主干内容的同时辅助设置了“学习目标”“案例引导”“知识链接”“本章小结”“目标检测”5 个编写模块。

《组织学与胚胎学》是由苏衍萍教授和吴春云教授主编,泰山医学院、昆明医科大学、长治医学院、承德医学院、湖北中医药大学、内蒙古医科大学、沈阳医学院、湖南医药学院、山东大学医学院、齐齐哈尔医学院、青岛大学医学院和包头医学院 12 所高等医药院校共 17 名教授联合编写。

本教材的特色如下:

1. 夯实基础突出适用性,本教材删减了胚胎学器官系统发生,淡化了学科完整性,由 27 章缩减为 22 章。编写过程中更强调够学、够用;更注重以形态与功能相结合、局部与整体相统一,使之既可理解人体的组织结构,同时又吸纳了新教学研究成果和新的科学研究成果,使本教材更具有思想性、科学性、先进性和适用性。

2. 启发性和应用性,每一章节都精心选择了“案例引导”,并适当加入了“知识链接”,两部分内容互相呼应,使本教材更具有启发性和应用性。

3. 图谱化,本教材共有彩色图片 430 幅,其中模式图和示意图 237 幅,细胞、组织器官光镜和电镜结构图片 193 幅。每一重要结构后都附有精美图片,图随文走,图文并茂,将抽象的微细结构生动、形象地展现出来,有助于学生建立机体结构的实际形象,易学易教。

本教材模式图或示意图为编者在引进国内外教材插图的基础上进行仿绘,并加以改进。光镜图像和电镜图像主要为编者单位的组织切片拍照和编者们分享的照片。

由于编者水平有限,加之时间仓促,教材中疏漏之处在所难免,恳请各位同仁和广大师生批评指正,便于以后修订完善。

第一章 组织学绪论	1
一、组织学的研究内容	1
二、组织学的研究方法	1
三、组织学学习方法	7
第二章 上皮组织	9
一、被覆上皮	9
二、腺上皮和腺	13
三、上皮细胞的特化结构	15
四、上皮组织的更新和再生	17
第三章 固有结缔组织	19
一、疏松结缔组织	20
二、致密结缔组织	26
三、脂肪组织	26
四、网状组织	27
第四章 软骨和骨	29
一、软骨	29
二、骨	31
三、骨的发生和生长	35
第五章 血液	40
一、红细胞	41
二、白细胞	43
三、血小板	46
四、骨髓和血细胞的发生	47
第六章 肌组织	51
一、骨骼肌	51
二、心肌	55
三、平滑肌	57
第七章 神经组织	59
一、神经元	59
二、突触	63
三、神经胶质细胞	65
四、神经纤维和神经	66
五、神经末梢	68

第八章 神经系统	73
一、脊髓	73
二、大脑皮质	74
三、小脑皮质	76
四、神经节	78
五、脑脊膜、脉络丛	79
六、血 - 脑屏障	79
第九章 循环系统	82
一、心脏	82
二、动脉和静脉管壁的一般微细结构	85
三、动脉	86
四、静脉	88
五、毛细血管	90
六、微循环	91
七、淋巴管系统	92
第十章 免疫系统	94
一、免疫细胞	95
二、淋巴组织	96
三、淋巴器官	97
第十一章 内分泌系统	108
一、甲状腺	109
二、甲状旁腺	110
三、肾上腺	111
四、垂体	113
五、松果体	118
六、弥散神经内分泌系统	119
第十二章 皮肤	120
一、表皮	120
二、真皮	124
三、皮肤附属器	124
第十三章 眼和耳	129
一、眼	129
二、耳	135
第十四章 消化管	140
一、消化管壁的一般结构	140
二、口腔	141
三、咽	144
四、食管	144
五、胃	145
六、小肠	149
七、大肠	152
八、消化管的淋巴组织	153
九、胃肠的内分泌细胞	154

第十五章 消化腺	157
一、唾液腺	157
二、胰腺	159
三、肝	161
四、胆囊与胆管	165
第十六章 呼吸系统	167
一、鼻腔	167
二、喉	169
三、气管和支气管	169
四、肺	171
第十七章 泌尿系统	177
一、肾	177
二、排尿管道	187
第十八章 男性生殖系统	190
一、睾丸	191
二、生殖管道	196
三、附属腺	198
四、阴茎	200
第十九章 女性生殖系统	202
一、卵巢	202
二、输卵管	207
三、子宫	208
四、阴道	211
五、乳腺	212
第二十章 胚胎学绪论	214
一、胚胎学的研究内容	214
二、胚胎学发展简史与现代胚胎学	215
三、胚胎学的意义和学习方法	217
第二十一章 人体胚胎学总论	219
一、生殖细胞和受精	219
二、卵裂、胚泡形成和植入	222
三、三胚层的形成与分化	225
四、胎膜和胎盘	230
五、胚胎龄的推算	234
六、双胎、多胎和联体双胎	235
第二十二章 先天性畸形的发生和预防	238
一、先天性畸形的发生概况	238
二、致畸敏感期	239
三、先天性畸形的影响因素	239
四、先天性畸形的预防和产前检查	241
参考文献	243

第一章 组织学绪论

学习目标

1. **掌握** 组织学的概念、研究内容和意义；常用显微镜的主要用途；常用苏木精和伊红染色、组织化学与细胞化学技术、免疫组织化学与免疫细胞化学技术的基本概念。
2. **熟悉** 普通光镜技术；组织化学与细胞化学技术原理；免疫组织化学与免疫细胞化学技术的原理。
3. **了解** 特殊光学显微镜技术；电子显微镜技术；原位杂交术；体外培养、组织和细胞的定量术。

一、组织学的研究内容

组织学 (histology) 是研究人体各种组织 (tissue) 和器官 (organ) 的细微结构及其功能关系的一门科学。微细结构是指在显微镜下才能清晰观察的结构。显微镜主要有光学显微镜和电子显微镜，在光学显微镜下的结构简称光镜结构，在电子显微镜下的结构简称电镜结构，或者超微结构。

组织由细胞和细胞外基质 (extracellular matrix) 构成。按照结构和功能不同，通常把机体的基本组织分为四种类型，即上皮组织、结缔组织、肌组织和神经组织。每种组织均具有各自的形态结构和功能特点。细胞是机体结构和功能的基本单位，是一切生物新陈代谢、生长发育、繁殖、分化的形态基础。人体具有多种不同形态和结构的细胞，它们在体内互相调节和互相合作，以维持机体的生命活动。细胞外基质由细胞产生，构成细胞生存的微环境。四种基本组织按照一定的比例和方式构成器官，各种器官都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，称中空性器官，如心、胃、小肠等；如果无大的空腔，称实质性器官，如肝、胰、甲状腺等。由一些结构和功能相关的器官构成系统 (system)，完成连续的生理活动，如呼吸系统、消化系统、男性生殖系统、女性生殖系统等。

二、组织学的研究方法

组织学的发展与其研究方法的进展密切相关，因此了解组织学的研究工具、方法和技术，是理解和掌握这门课程的前提。组织学技术原理广泛涉及物理学、影像学、化学、免疫学、生物化学、分子生物学等学科。

(一) 普通光镜技术

应用光学显微镜观察组织切片是最常用的方法。组织和器官不能直接在显微镜下观察，制备成能使光线透过的组织学切片是组织学研究的基本方法，主要包括取材、固定、脱水、包埋、切片和染色等步骤。首先，迅速取动物或人体的新鲜组织块，用甲醛、乙醇 (酒精) 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。然后用乙醇由

浓度低到高梯度脱水，二甲苯透明，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 $5\sim 10\mu\text{m}$ 的组织切片，贴于载玻片上，称石蜡切片法（paraffin sectioning）。也可将组织块快速冷冻变硬，进行冰冻切片，以保存蛋白质（包括酶）的活性。此外，血液、体液和培养的细胞等，可以直接涂于玻片上制成涂片；将疏松结缔组织或肠系膜撕成薄片，铺在载玻片上制成铺片；将骨和牙等硬组织磨成薄片，贴在载玻片称磨片。

染色的目的是使不同的微细结构呈现不同的颜色，以提高组织的反差。最常用的染色方法是苏木精（hematoxylin）和伊红（eosin）染色（简称HE染色）。苏木精是碱性染料，使细胞核和细胞质中的核糖体等酸性物质染成紫蓝色；伊红是酸性染料，使细胞质和细胞外基质中的碱性蛋白成分染成粉红色。组织细胞的结构对碱性染料亲和力强的性质称为嗜碱性（basophilia），对酸性染料亲和力强的性质称为嗜酸性（acidophilia），对碱性染料和酸性染料亲和力都不强的称中性（neutrophilia）（图1-1）。另外，某些结构如肥大细胞的胞质内颗粒，用甲苯胺蓝等蓝色染料染色时染成紫红色，称异染性（metachromasia）。当用硝酸银染色时，有些组织结构可直接使硝酸银的银离子还原为银颗粒并附于其上而成黑色，称为亲银性（argentaffin）；有些组织结构对硝酸银不能直接还原，需加入还原剂才能发生还原沉淀显色，称为嗜银性（argrophilia）（图1-2）。



图1-1 甲状腺切面光镜像（高倍）
→ 滤泡上皮细胞



图1-2 小肠肌间神经丛镀银染色（高倍）
↓ 肌间多极神经元

（二）特殊光学显微镜技术

1. 荧光显微镜技术 荧光显微镜（fluorescence microscope）以波长较短的紫外光或者蓝紫光作为光源，激发细胞、组织内的荧光物质或者荧光染料发出波长较长的荧光，由于激发荧光的波长不同，在荧光显微镜下可以看到不同的颜色。适用于观察细胞和组织内各种自发荧光物质，也可以观察被荧光素染色或者荧光染料标记的细胞、组织结构。常用的荧光素有异硫氰酸荧光素（fluorescein-isothio-cyanate, FITC）、碘化丙啶（propidium iodide, PI）、4, 6-二氨基-2-氨基咪唑（4, 6-diamidino-2-phenylindole, DAPI）、Cy3-N-羟基琥珀酰亚胺酯（Cyanine3 NHS ester, CY3）（图1-3）等。

2. 倒置相差显微镜技术 相差显微镜（phase contrast microscope）适用于观察体外培养的活细胞的形态结构。未经染色的活细胞是无色透明的，其各部分的光密度几乎相同，故普通光学显微镜难于分别其微细结构。相差显微镜可将活细胞内各种结构对光产生的不同折射（相位差）转换为明暗差别（振幅差），从而使观察对象结构反差明显。这种显微镜常将光源安装在载物台上面，物镜在载物台下面，称倒置相差显微镜（inverted phase contrast microscope），可观察生长在培养皿（瓶）中的活细胞（图1-4），并进行摄片及录像以记录活细胞的增殖、分裂和运动等行为。

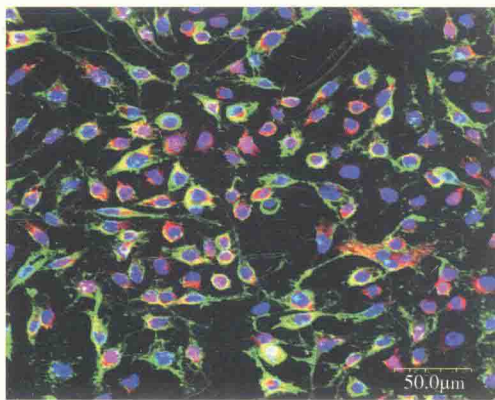
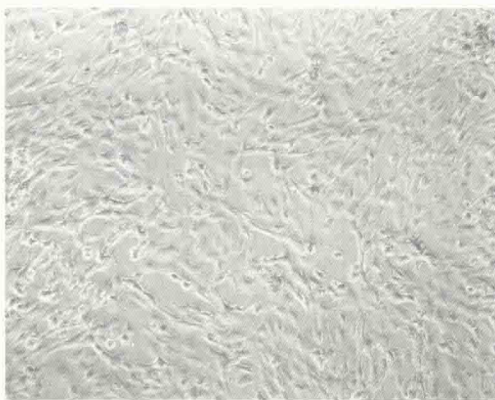


图 1-3 免疫荧光显微镜像 (高倍)

图 1-4 体外培养的小鼠胚胎成纤维细胞
倒置相差显微镜像 (中倍)

3. 激光扫描共聚焦显微镜 激光扫描共聚焦显微镜 (laser scanning confocal microscope, LSCM), 是 20 世纪 80 年代初研制成功的一种高光敏度、高分辨率的新型生物学仪器。目前, 在教学和科学研究过程中, 越来越多地应用激光扫描共聚焦显微镜。它主要由激光光源、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组成, 还附有外接探测器、彩色显示器和照相装置等。LSCM 是以激光束通过扫描器和柱状透镜到达物镜, 聚焦后对样品不同深度进行扫描, 再经过光电信号转换在显示屏上, 图像同时传送到计算机图像分析系统, 对图像进行二维或三维的分析处理。LSCM 突破了普通光学显微镜不能对细胞或组织内部进行定位检测的限制, 实现了对细胞内部非侵入式扫描成像, 可以检测、识别组织或细胞内微细结构及其变化、细胞的受体移动、膜电位变化、酶活性以及物质转运, 并以激光对细胞及染色体进行切割、分离、筛选和克隆, 实现对亚细胞和分子水平的结构与功能研究。

(三) 电子显微镜技术

电子显微镜 (electron microscope, EM) 技术, 简称电镜技术, 是 20 世纪 30 年代发明的一项新技术。与光镜相比, 电镜用电子束代替可见光, 用电磁透镜替代光学透镜, 将肉眼看不见的电子束成像于荧光屏上。光镜分辨率为 $0.2\mu\text{m}$, 放大倍数约为 1000 倍; 而透射电镜的分辨率为 0.2nm , 可放大几万倍到几十万倍, 因此, 电镜能观察到细胞的更微细结构, 称超微结构。电镜术分为透射电镜技术和扫描电镜技术。

1. 透射电镜技术 透射电镜 (transmission electron microscope, TEM) 是通过电子枪发射的电子束穿透观察样品后, 经电磁场的聚合放大并在荧光屏上显像, 或将影像投射到照相底片上。由于电子束的穿透能力较弱, 故样品的厚度以不超过 100nm 为宜, 一般是 $50\sim 80\text{nm}$, 称超薄切片。样品制备的主要过程与普通光镜样品制备技术类似: 包括取材 (组织块不超过 1mm^3), 用戊二醛 (glutaraldehyde) 和锇酸 (osmic acid) 依次固定, 脱水、树脂包埋, 用超薄切片机 (ultramicrotome) 切成超薄切片 (ultrathin section), 裱贴于铜网上; 再用醋酸铀 (uranium acetate) 和柠檬酸铅 (lead citrate) 等重金属盐进行电子染色, 电镜下观察等步骤。电镜下所看到的结构通常称超微结构。细胞内重金属盐沉积的部位因电子多被散射而较少投射到荧光屏上, 故呈较黑暗的图像, 称电子密度高 (electron - dense); 反之图像则较明亮, 称电子密度低 (electron - lucent) (图 1-5)。

2. 扫描电镜技术 扫描电镜 (scanning electron microscope, SEM) 主要用于观察组织细胞表面微细结构。特点是图像富有三维立体感, 如细胞的微绒毛、纤毛等。其分辨率为 $6\sim 10\text{nm}$ 。组织经戊二醛和锇酸固定、脱水和临界点干燥后, 在其表面喷薄层碳和金属膜。扫描电镜发射极细的电子束 (电子探针) 在样品表面扫描, 将样品表面散射的电子 (二次电子) 用探测器收集, 形成电信号送达荧光屏上显像。形成的图像清晰, 立体感强 (图 1-6)。

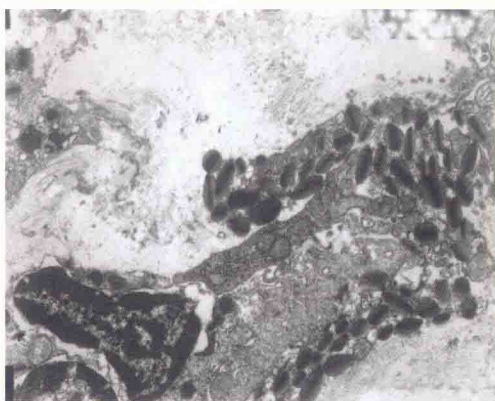


图 1-5 大鼠胃黏膜嗜酸性粒细胞投射电镜像



图 1-6 气管扫描电镜像 (显示表面大量排列整齐的纤毛)

(四) 组织化学与细胞化学技术

组织化学 (histochemistry) 与细胞化学 (cytochemistry) 技术是利用化学试剂与组织、细胞内某种待检成分发生化学反应, 在局部形成有色沉淀物, 便于在光镜或电镜下对其进行定性、定位和定量研究。

1. 糖类显示法 最常用的显示多糖或蛋白多糖的方法是过碘酸-希夫反应 (periodic acid-Schiff reaction), 简称 PAS 反应。其原理是: 过碘酸是一种强氧化剂, 可将多糖分子中的乙二醇基氧化成乙二醛基; 后者再与 Schiff 试剂中的亚硫酸品红结合, 形成不溶于水的紫红色沉淀, 紫红色物质存在的部位即是多糖和糖蛋白存在的部位。基底膜、系膜基质、纤维蛋白、血管透明变性、淀粉样物质等可显示阳性反应, 呈紫红色 (图 1-7)。

2. 酶类显示法 酶对其相应底物水解、氧化而产生的反应物与捕获剂发生反应时, 可形成有颜色的终产物, 且以终产物显色的深浅程度来判断酶活性的有无与强弱。不同的酶有不同显示方法, 例如, 酸性磷酸酶催化底物 β -甘油磷酸钠水解产生磷酸根, 然后以 Pb^{2+} 捕获磷酸根, 生成无色、电子致密的磷酸铅沉淀, 可在电镜下观察, 如再用硫化铵与磷酸铅反应, 则形成黑色硫化铅沉淀, 就可在光镜下观察。

3. 脂类显示法 组织块可用甲醛固定, 冷冻切片。用油红 O、尼罗蓝、苏丹类脂溶性染料 (如苏丹 III、苏丹黑 B) 染色, 使脂类 (脂肪、类脂) 呈相应染料的颜色 (图 1-8)。亦可用钼酸固定兼染色, 脂肪酸或胆碱可使四氧化钼还原为二氧化钼而呈现黑色。

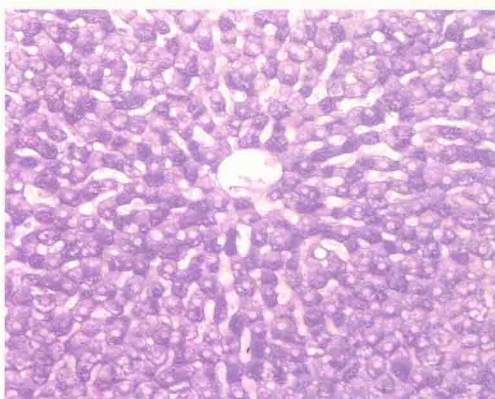


图 1-7 大鼠肝糖原光镜像, 组织化学 PAS 法 (高倍)



图 1-8 脂类组织化学染色 (↓) 苏丹 III 染色 (高倍)

4. 核酸显示法 显示脱氧核糖核酸 (deoxyribonucleic acid, DNA) 常用福尔根反应 (Feul-