



北京市高等教育精品教材立项项目



北京大学医学教材

组织学与胚胎学

HISTOLOGY AND EMBRYOLOGY

■ 刘 斌 \ 主编

北京大学医学出版社

北京市高等教育精品教材立项项目

北京大学医学教材

组织学与胚胎学

Histology and Embryology

主 编 刘 斌

副主编 唐军民 刘 皓 王秀琴

审 阅 顾 江

编 委 (以姓氏笔画排序)

卫 兰 北京大学医学部

王 彤 山西医科大学

王秀琴 首都医科大学

史小林 首都医科大学

任怡敏 天津医科大学

刘 斌 北京大学医学部

刘 皓 天津医科大学

刘慧雯 哈尔滨医科大学

安长新 广东医学院

吴 俊 北京大学医学部

张 雷 河北医科大学

李 英 北京大学医学部

陈 东 吉林大学白求恩医学院

金连弘 哈尔滨医科大学

唐军民 北京大学医学部

徐 健 北京大学医学部

郭筠秋 哈尔滨医科大学

梁 玉 天津医科大学

景 雅 山西医科大学

北京大学医学出版社

ZUZHIXUE YU PEITAI XUE

图书在版编目(CIP)数据

组织学与胚胎学 / 刘斌主编. —北京: 北京大学医学出版社, 2005. 5

北京大学长学制教材

ISBN 7-81071-653-0

I. 组… II. 刘… 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. R32

中国版本图书馆CIP数据核字(2005)第017908号

组织学与胚胎学

主 编: 刘 斌

出版发行: 北京大学医学出版社(电话: 010-82802230)

地 址: (100083) 北京市海淀区学院路 38 号北京大学医学部院内

网 址: <http://www.pumpress.com.cn>

E-mail: booksale@bjmu.edu.cn

印 刷: 北京圣彩虹制版印刷有限公司

经 销: 新华书店

责任编辑: 李小云 责任校对: 王怀岭 责任印制: 张京生

开 本: 787mm × 1092mm 1/16 印张: 23 字数: 584 千字

版 次: 2005 年 5 月第 1 版 2005 年 5 月第 1 次印刷 印数: 1-5000 册

书 号: ISBN 7-81071-653-0/R · 653

定 价: 73.50 元

版权所有, 违者必究

(凡属质量问题请与本社发行部联系退换)

序

随着生命科学的日新月异，在我国高等教育体制改革的带动下，医学教育教学改革不断深入，逐渐由职业化教育转向具有职业特点的综合素质教育，着眼于21世纪，医学教育将更注重人才的综合培养，不仅要使学生具有学科专业知识和能力，而且要具有知识面宽、能力强、素质高的特点，注重创新精神、创新意识、创新能力的培养。

1995年以来，通过教育部、卫生部及北京市等各级教育教学改革项目的研究与实践，我校着力于人才培养模式和课程体系的研究，实现融知识、能力、素质于一体的综合培养，拓宽专业口径，特别强调理论与实践的结合，培养学生自学和创新的精神和能力，树立终身学习的观念；进行了课程内容、教学方法和考核方法的研究和实践；改革教与学的方法，以学生为主体，以教师为主导，引导学生主动学习，注意因材施教，注重加强人文素质的培养，强调在教学过程中的教书育人。

在改革实践中我们深刻认识到教材建设在教学过程中起着重要的作用。但长期以来医学教育一套教材一统天下的局面，未能充分体现各医学院校的办学特点，未能及时反映教学改革及教学内容的更新。为此我们邀请了北医及部分兄弟院校各学科的专家教授编写了这套长学制教材。

这套教材的编写工作力求符合人才培养目标和教学大纲，体现长学制教学的水平，探索和尝试突破原有教材的编写框架，体现北医教育观念的转变、教学内容和教学方法改革的成果和总体水平，确立以学生为主体的人才培养模式，有利于指导学生学习和思考，有利于训练学生临床思维的能力，培养学生的创新意识；体现教学过程中的“双语”教学要求，将学生必须掌握的词汇编入教材之中，其中部分教材配有英语专业词汇只读光盘。

本套教材汇集了北医及部分兄弟院校的专家教授们多年来积累的教学经验和教学经验，在编写中也进行了大胆的尝试。衷心希望该套教材的出版能为我国的医学教育贡献一份力量，使医学教育的教材建设能够百花齐放。但是由于学科专业发展的不平衡，教材中难免存在不足之处，欢迎有关专家学者批评指正。

韩启德
2002年7月

北京大学医学教材基础医学系列

教材编审委员会

主任：韩启德

副主任：贾弘禔

委员：(按姓氏笔画)

万 有	于恩华	刘 斌	庄 辉	朱万孚
吴本玠	吴立玲	吴鹤龄	库宝善	周柔丽
林克椿	范少光	郑 杰	柯 杨	贾弘禔
顾 江	高兴政	高晓明	韩启德	韩济生

前 言

组织学与胚胎学是研究人体微细结构和发生发展的科学，是基础医学的主干学科之一，也是学习生命科学的必修课程。在现代科学飞速发展中，人们对机体的发育及其结构和功能变化的认识日益深刻，组织学与胚胎学在细胞和分子水平的研究势必与其他学科相互交叉、关联渗透、相互促进，并不断发展和更新。我们编写这本教材就是介绍本学科在 20 世纪所取得的结果和展望 21 世纪发展的前景。

我们 8 所医学院校（北京大学医学部、首都医科大学、天津医科大学、河北医科大学、山西医科大学、哈尔滨医科大学、吉林大学白求恩医学院及广东医学院）的组织学与胚胎学专家、教授同心协力编写这本长学制（8 年）全彩的、面向 21 世纪的《组织学与胚胎学》教材。

1. 在编写上注意内容的科学性、先进性和实用性，面向医科长学制学生，也面向研究生，并注意与其他基础学科、临床医学的联系和衔接。

2. 为了便于学生学习《组织学与胚胎学》的知识，特增加“细胞”一章，这章既简明又展现了“细胞学”的新进展。

3. 本教材含有包括模式图、光镜结构像等全彩插图 400 余幅，这是本教材的一大特色。所有插图均色彩鲜艳、组织结构层次分明，便于学习和掌握。编委们对每一幅彩色插图的制作均付出了很大的努力，使图像达到较为理想的效果。另外，在本教材中我们也选用和参照了成令忠教授等主编的 2003 年彩色版《组织胚胎学》副标题为“人体发育和功能组织学”中的几幅插图，对此表示谢意。

4. 本教材简要的介绍了新知识、新理论和新技术，如“试管婴儿”新进展、“转基因技术与转基因动物”、“克隆动物”、“组织工程”、“干细胞”、“红细胞的免疫功能”、“卵泡发育的调控”、“性别决定与分化”、“植入窗学说”及叶酸与先天畸形等，这些介绍尽量与本学科的“三基”相结合。

5. 本教材也尽量突出专业英语，为开展双语教学打下基础。为此，除了在本教材的每章标题使用英文外，在文中增加了较多的专业英语词汇，同时在各章之后都用英文进行了小结（Summary）。

北京大学医学部领导、北京大学医学出版社以及北京大学基础医学院都给予我们很多指导和帮助，使得我们这本《组织学与胚胎学》被评为“北京市高等教育精品教材”，对此表示衷心感谢。

由于我们编者的水平有限，教材中不足之处或错误在所难免，恳请各位同行及读者提出意见、批评指正。

刘 斌

2004 年 12 月 北京

目 录

绪 论

Introduction	1
一、组织学与胚胎学的研究内容及其在医学中的地位	1
二、组织学与胚胎学的研究技术	2
(一) 一般光镜技术	2
(二) 激光共聚焦扫描显微镜	2
(三) 电子显微镜技术	3
(四) 组织化学	3
(五) 免疫组织化学	3
(六) 原位杂交	4
(七) 体外培养	4
三、组织学与胚胎学学习方法	4
(一) 形态和机能的结合	4
(二) 理论和实践密切联系	5
(三) 断面和立体的关系	5
(四) 动态变化的概念	5
四、组织学与胚胎学的展望	5
(一) 试管婴儿的新进展	5
(二) 转基因动物的研究现状	6
(三) 克隆羊 Dolly 的诞生及其意义	7
(四) 人胚干细胞研究现状及前景	8
(五) 组织工程的兴起	9
(六) 糖、细胞凋亡与胚胎发育	9

第一章 细胞

1 The Cell	12
一、细胞膜	12
(一) 细胞膜的结构	13
(二) 细胞膜的功能	14
二、细胞质	15
(一) 细胞器	15
(二) 包涵物	20
(三) 细胞骨架	20
三、细胞核	22
(一) 核被膜	22
(二) 染色质和染色体	23

(三) 核仁	24
(四) 核基质	25
四、细胞周期	25
(一) 分裂间期	26
(二) 分裂期 (M)	26
五、细胞分裂	27

第二章 上皮组织

2 Epithelial Tissue	30
一、被覆上皮	30
二、腺上皮和腺	32
(一) 外分泌腺的结构和分类	32
(二) 外分泌腺细胞的分泌过程	33
三、上皮细胞的特化结构	35
(一) 上皮细胞的游离面	35
(二) 上皮细胞的侧面	36
(三) 上皮细胞的基底面	37
四、上皮组织的更新和再生	38

第三章 结缔组织

3 Connective Tissue	40
一、疏松结缔组织	40
(一) 细胞	41
(二) 纤维	48
(三) 基质	50
(四) 组织液	51
二、致密结缔组织	52
三、脂肪组织	53
四、网状组织	54

第四章 软骨和骨

4 Cartilage and Bone	57
一、软 骨	57
(一) 软骨的结构	57
(二) 软骨的分类	58
(三) 软骨的生长	58
二、骨	59

(一) 骨组织发生基本过程	59	三、神经胶质细胞	97
(二) 骨组织的结构	60	(一) 中枢神经系统的神经胶质细胞	98
(三) 长骨的结构	63	(二) 周围神经系统的神经胶质细胞	99
(四) 长骨的发生与生长	65	四、神经纤维	99
(五) 长骨的继续发育与改建	67	(一) 有髓神经纤维	99
(六) 扁骨的结构、生长与改建	69	(二) 无髓神经纤维	101
(七) 影响骨生长的因素	69	五、周围神经系统的组织结构	101
(八) 骨的再生与修复	70	(一) 周围神经	101
第五章 血液和血细胞发生		(二) 神经节	101
5 Blood and Hemopoiesis	72	(三) 神经末梢	103
一、血液	72	六、中枢神经系统的组织结构	106
(一) 红细胞	73	(一) 脊髓	106
(二) 白细胞	75	(二) 大脑皮质	106
(三) 血小板	77	(三) 小脑皮质	108
二、骨髓和血细胞发生	78	(四) 脑脊膜	109
(一) 骨髓的结构	78	(五) 血-脑屏障	109
(二) 造血干细胞和造血祖细胞	79		
(三) 血细胞发生过程的形态演变	80	第八章 循环系统	
(四) 骨髓间充质干细胞	82	8 Circulatory System	112
第六章 肌组织		一、毛细血管	112
6 Muscle Tissue	84	(一) 毛细血管的结构	112
一、骨骼肌	84	(二) 毛细血管的分类	112
(一) 骨骼肌纤维的光镜结构	84	(三) 毛细血管与物质交换	113
(二) 骨骼肌纤维的超微结构	85	二、动脉	114
(三) 骨骼肌的收缩原理	88	(一) 中动脉	114
二、心肌	89	(二) 大动脉	115
(一) 心肌纤维的光镜结构	89	(三) 小动脉	116
(二) 心肌纤维的超微结构	89	(四) 微动脉	116
三、平滑肌	91	三、静脉	116
(一) 平滑肌纤维的光镜结构	91	(一) 微静脉	117
(二) 平滑肌纤维的超微结构	91	(二) 小静脉	117
		(三) 中静脉	117
		(四) 大静脉	117
		(五) 静脉瓣	117
第七章 神经组织		四、微循环的血管	117
7 Nerve Tissue	93	(一) 微动脉	118
一、神经元	93	(二) 毛细血管前微动脉和中间微动脉	118
(一) 神经元的形态结构	93	(三) 真毛细血管	118
(二) 神经元的分类	95	(四) 直捷通路	118
二、突触	96		

(五) 动静脉吻合	119
(六) 微静脉	119
五、血管壁的营养血管和神经	119
六、血管壁的特殊感受器	119
七、心脏	120
(一) 心壁的结构	120
(二) 心脏的传导系统	121
八、淋巴管系统	122
(一) 毛细淋巴管	122
(二) 淋巴管	122
(三) 淋巴导管	122

第九章 免疫系统

9 Immune System	124
一、胸腺	125
(一) 胸腺的组织结构	125
(二) 胸腺的功能	128
(三) 血-胸腺屏障	128
二、淋巴结	128
(一) 淋巴结的组织结构	128
(二) 淋巴细胞再循环	132
(三) 淋巴结的功能	133
三、脾	133
(一) 脾的组织结构	133
(二) 脾的血液循环	135
(三) 脾的功能	135
四、扁桃体	136
五、单核吞噬细胞系统	137

第十章 皮肤

10 Skin	139
一、皮肤的结构	139
(一) 表皮	139
(二) 真皮	143
二、皮下组织	144
三、皮肤的附属器	144
(一) 毛	144
(二) 皮脂腺	146
(三) 汗腺	146
(四) 指(趾)甲	147

第十一章 内分泌系统

11 Endocrine System	149
一、甲状腺	149
(一) 甲状腺滤泡	149
(二) 滤泡旁细胞	150
二、甲状旁腺	151
(一) 主细胞	151
(二) 嗜酸性细胞	151
三、肾上腺	151
(一) 皮质	152
(二) 髓质	152
(三) 肾上腺皮质与髓质的功能关系	153
四、垂体	153
(一) 腺垂体	154
(二) 神经垂体及其与下丘脑的关系	157
(三) 下丘脑和垂体与其他内分泌腺的相互关系	158
五、松果体	158
六、弥散神经内分泌系统	159

第十二章 消化管

12 Digestive Tract	161
一、消化管壁的一般结构	161
(一) 粘膜	161
(二) 粘膜下层	162
(三) 肌层	162
(四) 外膜	162
二、口腔	162
(一) 口腔粘膜的一般结构	162
(二) 舌	162
(三) 牙	164
三、咽	165
四、食管	165
五、胃	166
(一) 粘膜	166
(二) 粘膜下层	169
(三) 肌层	169
(四) 外膜	169
六、小肠	169

(一) 粘 膜	169
(二) 粘膜下层	172
(三) 肌 层	172
(四) 外 膜	172
七、大 肠	172
(一) 盲肠与结肠	173
(二) 阑 尾	173
(三) 直 肠	173
八、肠相关淋巴组织	174
九、胃肠的内分泌细胞	175
第十三章 消化腺	
13 Digestive Gland	179
一、大唾液腺	179
(一) 唾液腺的一般结构	179
(二) 三对唾液腺的特点	180
(三) 唾 液	181
二、胰 腺	181
(一) 外分泌部	182
(二) 内分泌部	182
三、肝	184
(一) 肝小叶	184
(二) 肝门管区	188
(三) 肝内血循环	189
(四) 肝内胆汁的排出途径	189
四、胆 囊	189
第十四章 呼吸系统	
14 Respiratory System	192
一、鼻 腔	192
(一) 前庭部	192
(二) 呼吸部	192
(三) 嗅 部	192
二、喉	194
三、气管和支气管	194
(一) 粘 膜	194
(二) 粘膜下层	196
(三) 外 膜	197
四、肺	197
(一) 肺导气部	198

(二) 肺呼吸部	200
(三) 肺间质和肺巨噬细胞	203
(四) 肺的血管、淋巴管和神经	203
第十五章 泌尿系统	
15 Urinary System	206
一、肾	206
(一) 肾单位	207
(二) 集合小管系	213
(三) 球旁复合体	213
(四) 肾间质	214
(五) 肾的血管、淋巴管和神经	215
二、排尿管道	217
(一) 肾盂和肾盂	217
(二) 输尿管	217
(三) 膀 胱	217

第十六章 男性生殖系统	
16 Male Reproductive System	219
一、辜 丸	219
(一) 生精小管	219
(二) 睾丸间质	223
(三) 直精小管和睾丸网	223
(四) 睾丸功能的内分泌调节及年龄性 变化	224
二、生殖管道	224
(一) 附 辜	224
(二) 输精管	226
三、附属腺	226
(一) 前列腺	226
(二) 精 囊	226
(三) 尿道球腺	227
四、阴 茎	227

第十七章 女性生殖系统	
17 Female Reproductive System	229
一、卵 巢	229
(一) 卵泡的发育与成熟	230
(二) 排 卵	232
(三) 黄体的形成与退化	233

(四) 卵泡的闭锁与间质腺	233
(五) 门细胞	234
(六) 卵泡发育的调控	234
二、输卵管	235
三、子宫	236
(一) 子宫壁的结构	236
(二) 子宫内膜的周期性变化	237
(三) 子宫颈	238
(四) 卵巢和子宫内膜周期性变化的神经 内分泌调节	239
四、阴道	239
五、乳腺	240
(一) 乳腺的一般结构	240
(二) 静止期乳腺	240
(三) 活动期乳腺	240

第十八章 眼和耳

18 Eye and Ear	243
一、眼	243
(一) 眼球壁	243
(二) 眼球的内容物	249
(三) 眼睑	250
二、耳	250
(一) 膜半规管和壶腹嵴	250
(二) 椭圆囊、球囊和位觉斑	251
(三) 膜蜗管和螺旋器	252

第十九章 人体胚胎学总论

19 General Human Embryology	255
一、精、卵成熟和受精	255
(一) 精、卵成熟	255
(二) 受精	256
二、胚泡的形成与植入	257
(一) 卵裂与胚泡的形成	257
(二) 植入	258
三、三胚层的形成	259
四、胚体形成和三胚层分化	261
(一) 圆柱形胚体的形成	261
(二) 三胚层的分化	261
五、胎膜和胎盘	262

(一) 胎膜	262
(二) 胎盘	265
六、胚胎龄的推算和胚胎各期主要 特征	266
(一) 以月经龄推算胚胎龄	266
(二) 胚期主要特征	267
(三) 胎期主要特征	267
七、双胎、多胎和联胎	268
(一) 双胎	268
(二) 多胎	268
(三) 联体双胎	268

第二十章 颜面、颈和四肢发生

20 Development of Face, Neck and Limb	271
一、鳃器的发生和分化	271
(一) 鳃器的发生	271
(二) 鳃弓的分化	272
二、颜面的形成	272
三、腭的发生与口腔、鼻腔的分隔	273
(一) 腭的发生	273
(二) 口腔与鼻腔的形成	273
四、舌和牙的发生	275
(一) 舌的发生	275
(二) 牙的发生	275
五、颈的形成	276
六、四肢的发生	276
七、颜面、颈和四肢的常见畸形	277
(一) 颜面畸形	277
(二) 颈部的畸形	278
(三) 四肢的畸形	278

第二十一章 消化系统和呼吸系统发生

21 Development of Digestive System and Respiratory System	280
一、消化系统的发生	281
(一) 咽的发生及咽囊的演变	281
(二) 甲状腺的发生	282
(三) 舌的发生	282

(四) 食管和胃的发生	282
(五) 肠的发生	283
(六) 直肠的发生与泄殖腔的分隔	284
(七) 肝和胆的发生	284
(八) 胰腺的发生	285
(九) 消化系统的常见畸形	286
二、呼吸系统的发生	288
(一) 喉、气管和肺的发生	288
(二) 呼吸系统的常见畸形	289

第二十二章 泌尿系统和生殖系统发生

22 Development of Urogenital System	292
一、泌尿系统的发生	292
(一) 肾和输尿管的发生	293
(二) 膀胱和尿道的发生	294
(三) 泌尿系统的常见畸形	295
二、生殖系统的发生	297
(一) 生殖腺的发生和分化	297
(二) 生殖管道的发生和演变	299
(三) 外生殖器的发生和演变	301
(四) 生殖系统的常见畸形	302

第二十三章 心血管系统发生

23 Development of Cardiovascular System	306
一、原始心血管系统的建立	306
二、心脏的发生	307
(一) 心管的发生	307
(二) 心脏外形的建立	308
(三) 心脏内部的分隔	310
三、弓动脉的演变	313
四、胎儿血液循环和出生后血液循环的变化	314
(一) 胎儿血液循环途径	314
(二) 胎儿出生后血液循环的变化	315
五、心血管系统的常见畸形	316
(一) 房间隔缺损	316
(二) 室间隔缺损	316
(三) 动脉干和心球分隔异常	316

(四) 动脉导管未闭	317
------------------	-----

第二十四章 神经系统发生

24 Development of Nervous System ..	319
一、中枢神经系统的发生	319
(一) 神经组织的形成	319
(二) 脊髓的发生	321
(三) 脑的发生	322
二、周围神经系统的发生	323
(一) 神经节的发生	323
(二) 周围神经的发生	323
三、垂体、松果体和肾上腺的发生 ..	324
(一) 垂体的发生	324
(二) 松果体的发生	325
(三) 肾上腺的发生	325
四、神经系统的常见畸形	325

第二十五章 眼和耳发生

25 Development of Eye and Ear	327
一、眼的发生	327
(一) 眼球的发生	327
(二) 眼睑和泪腺的发生	328
(三) 眼的常见畸形	328
二、耳的发生	329

第二十六章 先天畸形和预防

26 Congenital Malformations and Prevention	332
一、先天畸形的发生概况	332
二、先天畸形的发生原因	333
(一) 遗传因素与先天畸形	333
(二) 环境因素与先天畸形	333
(三) 环境因素与遗传因素在致畸中的相互作用	334
三、先天畸形的预防	334
四、叶酸与先天畸形	335

中英文索引

Index	337
-------------	-----

Introduction

一、组织学与胚胎学的研究内容及其在医学中的地位

组织学 (histology) 与胚胎学 (embryology) 是医学课程中的基础学科。组织学着重研究人体细微结构及与其机能的关系；而胚胎学则着重研究人体结构发育分化的程序和生长变化的规律性。

人体的组织是由细胞和细胞间质发育分化形成的，而器官系统则又是由几种不同组织发育分化所构成。所以组织学的研究内容包括：细胞、组织和器官系统三部分。

细胞：是人体形态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结构的细胞，约有 210 多种，执行着多样的机能活动。它们在身体内互相调节和互相合作，以维持整体的生命活动。

组织：是在胚胎发育时期形成的。组织是由一些形态相似、功能相近的细胞和细胞间质所组成。通常把机体的基本组织分为4种，即上皮组织、结缔组织、肌组织、神经组织。每种组织均具有各自的形态结构和功能特点。

器官和系统：也是在胚胎发育早期从几种不同组织发育分化和互相结合形成的，成体的各个器官和各种系统均各有其细微结构的组织特征，并执行一定的功能。组织学的研究，就是阐明在正常情况下，细胞、组织、器官和系统的形态结构和其生理活动，以及它们在人体内的相互关联和意义。

人体胚胎学是研究人体发生、生长发育及其机理的学科。研究内容包括生殖细胞形成、受精、植入、胎膜与胎盘、器官系统的发生与功能的建立、先天畸形等。人体发育是从精子与卵结合的受精卵开始一直到个体死亡的连续不断的过程。这是一个由单细胞——受精卵演变成多细胞人体的生长与分化的过程。人体的发育中绝大多数变化发生在胚胎期和胎儿期。人体胚胎学所涉及的时期可以说是自受精开始而终止于出生。婴儿的诞生只不过是人体发生中环境的明显变化，人体发育本身并不因诞生而停止。婴儿出生后，不只是身体长大，还要发生一些重要的变化。故从广义的角度讲，研究人体发生发育的科学，应称为人体发生学 (development of human)。

组织学与胚胎学在医学课程中是与基础和临床各学科都有一定联系的，尤其与解剖学、病理学、生理学、生物化学、免疫学的联系更为密切。胚胎学为妇产科学、男性学、生殖工程学、儿科学等临床学科提供了必要的基础知识，也是计划生育与优生学赖以发展的学科之一。近代生物学和基础医学的迅速发展，各学科的内容互相渗透、互相推动、紧密相关。我国老前辈马文昭教授、李肇特教授等均在基础结合临床、科研与教学方面作出了很大的贡献，在全国享有较高的声誉。

二、组织学与胚胎学的研究技术

(一) 一般光镜技术

应用光学显微镜观察组织切片是最常用的方法。在切片之前,为了尽可能使它的镜下结构保持接近活体的形态,需要用一定药品,如甲醛溶液等处理,使蛋白质迅速凝固,防止其分解和变化,称为固定(fixation)。而后,为了便于切成薄片,再把材料包埋在石蜡、火棉胶等内,用切片机切成薄片。一般切片厚约 $5 \sim 10\mu\text{m}$,再除去切片上的蜡;经染色后放在镜下观察。最常用的染色方法是苏木精(hematoxylin)和伊红(eosin)染色(简称HE染色)。

苏木精将细胞核染成紫蓝色,伊红将细胞质染成粉红色。苏木精是碱性染料,伊红是酸性染料。对碱性染料亲和力强的称为嗜碱性(basophilia),对酸性染料亲和力强的称为嗜酸性(acidophilia),对碱性染料和酸性染料亲和力都不强的称中性(neutrophilia)。

取新鲜组织,立即投入液氮(-196°C)内快速冻结,用恒冷箱切片机(crystat)制成冷冻切片,这种方法制片迅速,细胞内酶活性保存较好,常用于酶组织化学染色。此外,血细胞、分离细胞或脱落细胞可直接涂在玻片上(涂片),疏松结缔组织可撕成薄片铺在玻片上(铺片),牙和骨等坚硬组织可磨成薄片(磨片),再经固定染色后观察。

(二) 激光共聚焦扫描显微镜

激光共聚焦扫描显微镜(confocal laser scanning microscope, CLSM),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。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4部分组成,还附有外接探测器、彩色显示器和照相装置等。CLSM是以激光束通过扫描器和柱状透镜到达物镜,被聚焦成束斑落在样品平面上,通过机械性移动对样品进行扫描。经样品反射的激光束反射到光束分散器,然后通过透镜聚焦成像。这种图像被探测器准确地吸收,再传到彩色显示器上。图像同时传到图像分析系统,进行二维和三维的分析处理。CLSM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

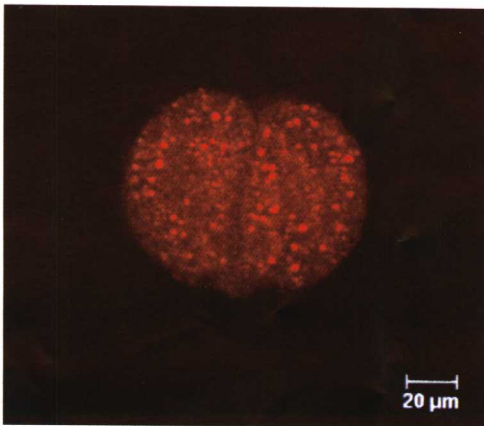


图 0-1 2-卵裂球内 RNA
(红色荧光, CLSM 单光道图像)

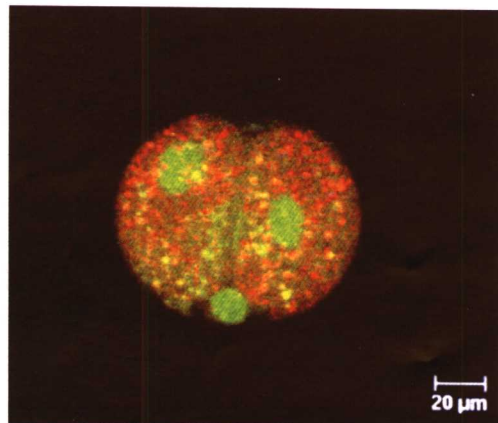


图 0-2 2-卵裂球内 DNA 和 RNA
(DNA 为绿色荧光, RNA 为红色荧光, CLSM 双光道图像)

行切割、分离、筛选等。

(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。光镜分辨率为 $0.2\mu\text{m}$, 放大倍数约为 1000 倍; 而电镜的分辨率为 0.2nm , 比光镜高 1000 倍, 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。

在光镜与电镜下进行观察, 常用的长度计量单位为毫米 (mm)、微米 (μm) 和纳米 (nm), 这些单位间的关系如下:

$$1\mu\text{m} (\text{微米}) = 10^{-3}\text{mm} (\text{毫米})$$

$$1\text{nm} (\text{纳米}) = 10^{-3}\mu\text{m} (\text{微米})$$

1. 透射电子显微镜技术

透射电子显微镜 (transmission electron microscope, TEM) 技术的组织须用戊二醛或锇酸固定, 树脂包埋, 超薄切片 (厚 $50 \sim 80\text{nm}$), 再经铅盐等重金属盐染色后, 在透射电子显微镜下观察。电子显微镜下所见的结构称超微结构, 被金属所染部位, 荧光屏上显得暗, 图像较黑, 称为电子密度高; 反之则称为电子密度低。被检结构和重金属盐相结合的称正染色; 被检结构本身不与重金属盐结合, 而其周围染上重金属盐的称负染色。一般染色都是正染色。

2. 扫描电子显微镜技术

扫描电子显微镜 (scanning electron microscope, SEM) 技术要观察的组织不需制成切片, 经固定后, 在其表面喷镀金。在荧光屏上可显示细胞组织表面的立体结构, 如细胞表面突起、微绒毛、纤毛等。

(四) 组织化学

组织化学 (histochemistry) 方法是利用化学试剂与组织、细胞内的某些物质呈现化学反应, 在局部形成有色沉淀物, 通过显微镜观察而对组织、细胞内的化学成分进行定位、定性和定量的研究。例如过碘酸希夫反应, 简称 PAS 反应 (periodic acid-Schiff reaction), 是显示细胞内糖原或多糖的一种方法, 其化学反应的基本过程是通过过碘酸的氧化作用, 使多糖释放出醛基, 醛基与无色碱性品红结合反应, 于多糖存在的部位形成紫红色沉淀物, 从而证明细胞内含有糖原或粘多糖成分。

组织化学方法也可显示酶的活性, 各种不同的酶有不同显示方法。一般来说, 是将组织切片在某些特异性底物的溶液中温育, 而后检出反应产物, 它再和某种捕捉剂结合形成沉淀物, 即可知酶的存在。如显示腺苷三磷酸酶, 作用液中就含三磷酸腺苷。然后再把被酶分解的某一成分与另一物质结合, 呈现具有一定颜色的沉淀物, 借此可在显微镜下观察酶的活性强弱、存在部位等。用油红 O、尼罗蓝或苏丹类染料染色。亦可用锇酸固定兼染色, 脂类呈黑色。用福尔根反应 (Feulgen reaction) 显示 DNA, 用甲基绿-派若宁反应可同时显示 DNA (蓝绿色) 和 RNA (红色)。

(五) 免疫组织化学

免疫组织化学 (immunohistochemistry) 主要是利用抗原-抗体特异性结合的原理, 检知细胞中某种多肽、蛋白质等大分子的分布。该方法先将这种蛋白质 (或多肽) 作为抗原,

注入某种动物体内，使其体内产生与所注入抗原相应的抗体；而后自其血清中提取该抗体，并以荧光染料或铁蛋白或辣根过氧化物酶等标记，用标记后的抗体来处理组织切片。标记抗体与切片上相应抗原特异性结合。因此，切片中有标记物呈现的部位，从而显示该物质在组织中的分布。抗体若用荧光染料标记，则可在荧光显微镜下观察；若用辣根过氧化物酶标记，再通过对此酶的组织化学显示法处理，可在光镜下观察。

上述以标记抗体直接与抗原结合方法，称为直接法。另一种方法是间接法，将分离的抗体（第一抗体，简称一抗）再作为抗原免疫另一种动物，制备该抗体（抗原）的抗体（第二抗体，简称二抗），再以标记物标记二抗。先后以一抗和标记二抗处理样品，最终形成抗原—一抗—标记二抗复合物（见图0-3）。间接法中的一个抗原分子可通过一抗与多个标记二抗相结合，使抗原清楚的显示，因此它的敏感度较高。

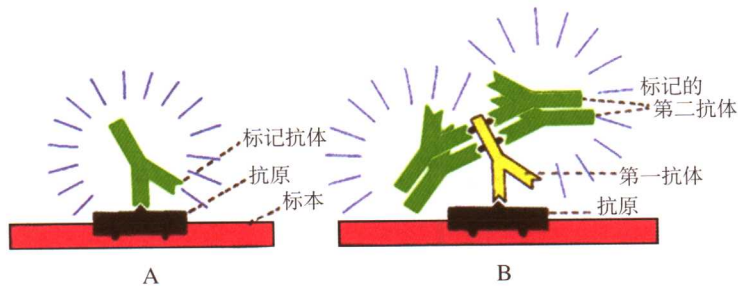


图0-3 免疫组织化学直接法(A)与间接法(B)示意图

(六) 原位杂交

原位杂交术 (in situ hybridization) 即核酸分子杂交组织化学技术。目前这种技术广泛地用来检测基因片段的有无，及在转录水平基因的活性 (mRNA)。其原理使用带有标记物的已知碱基顺序的核酸探针 (标记的 RNA 和 DNA 探针)，与细胞内待测的 DNA 和 RNA 形成特定的双链分子，即杂交，然后通过对标记物的显示和检测，而获知待测核酸的有无及相对量。常用的标记物有两种：一种是放射性核素 (^{35}S 、 ^{32}P 、 ^3H)，经放射自显影术处理后观察；另一类为非放射性药品，如地高辛，经免疫组织化学处理后观察。

(七) 体外培养

将人体或动物的活细胞、活组织在体外培养 (in vitro culture)，该技术已广泛地应用。细胞在体外生存，必需具备适宜的条件，包括营养、 O_2 和 CO_2 、适度的渗透压、pH 值、温度和湿度。体外培养细胞，可人为的给以各种不同条件，研究它们对细胞的分裂、分化、结构和功能等的影响，并可用微缩电影等纪录细胞的动态变化。

三、组织学与胚胎学学习方法

(一) 形态和机能的结合

形态结构总是和一定的机能密切相关的，神经细胞有细长的突起和结构特点以传递冲动；红细胞有丰富的血红蛋白，则具有结合和携带氧的功能；腺细胞有丰富的粗面内质网和高尔

基复合体，能合成分泌物；胎盘结构与胎儿发育的关系非常密切。总之，结构与功能有着密切地联系。

（二）理论和实践密切联系

组织学与胚胎学是一门以形态结构为主的学科，许多结构不要死记硬背，而是在实验中通过观察、分析、比较，然后再记忆。还要联系生活实际和临床，这样既不会感到枯燥而又能认识深刻。所以在学习时要重视实验课这个重要环节。

（三）断面和立体的关系

在显微镜下观察的组织切片，所观察到的形态都是形态结构的断面，一个细胞由于所切的部位不同，有的断面可见细胞核，有的断面没有细胞核。又如身体内许多管状的器官，由于所切方位不同，往往呈完全不同的形态。因此，在观察切片上的形态结构时，要考虑断面和立体的关系。

（四）动态变化的概念

从受精卵到胎儿娩出，胚胎经过一系列的变化。这种变化是个连续过程，学习时一定要把握住每一过程的变化，包括时间、空间、结构的相互关系，建立动态概念。

在学习中要培养独立思考、钻研的能力，不断扩充知识，深化认识。学习是一种艰苦的劳动，知识的积累是一点一滴的，一分耕耘，一分收获。

四、组织学与胚胎学的展望

20世纪生物学和医学都有飞速发展，并取得惊人的成果，尤其20世纪末的3~4年里，克隆羊Dolly的诞生、人胚干细胞研究的突破性进展及“人类基因组”计划的实施都预示着21世纪生命科学将会大发展。试管婴儿技术和转基因动物技术的成熟为克隆动物的发展打下了基础。人胚干细胞系的建立和转基因克隆动物的培育，将为“组织工程”的进展提供了必要的条件。在生命科学大发展的时代，组织学与胚胎学将大有作为。

（一）试管婴儿的新进展

20世纪生殖医学的一大奇迹，就是试管婴儿(test tube baby)技术的成功，从而改变人们在生育上的传统认识。那是1978年7月25日，在英国曼彻斯特郊外的奥德姆医院里，一个女婴的啼哭划破夜空，震撼了世界。她就是世界上第一例试管婴儿——路易斯·布朗。当年31岁的莱斯利因输卵管堵塞，结婚9年不能生育，其丈夫布朗是火车司机，一切正常。妇产科专家Steptoe和生理学家Edwards博士等人的潜心研究，使布朗先生一家连生两个女儿。路易斯·布朗降生4年后，她的妹妹同样是试管婴儿的娜塔莉又降生了。现在姐妹花都是亭亭玉立的大姑娘了。娜塔莉17岁时生下一个女儿凯茜，姐姐也生了小孩。

目前，试管婴儿已遍全球，截至2000年，世界各地已有30多万个试管婴儿，其中包括我国大陆的千余名试管婴儿。2002年全球已超过100万。

现在又出现了第二代、第三代试管婴儿和“三亲”试管婴儿。

爱德华和斯泰培托两位试管婴儿先驱者建立了一整套的体外受精——胚胎移植(in vitro