

5 年制全国高等医学院校教材

Histology and Embryology

组织学与胚胎学

■ 刘 斌 主编



内附光盘



北京大学医学出版社

五年制全国高等医学院校教材

组织学与胚胎学

主 编 刘 斌

副主编 唐军民 刘 皓 王秀琴

编 委 (以姓氏笔画排序)

王秀琴 首都医科大学

瓦龙美 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

张 雷 河北医科大学

金连弘 哈尔滨医科大学

唐军民 北京大学医学部

殷秀玲 河北医科大学

袁维中 内蒙古医学院

郭筠秋 哈尔滨医科大学

高俊玲 华北煤炭医学院

景 雅 山西医科大学

韩依林 内蒙古医学院

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, 2003.2 (2007.4 重印)
ISBN 978-7-81071-351-1

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 (2003) 第 000817 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: 莱芜市圣龙印务有限责任公司

经 销: 新华书店

责任编辑: 娄艾琳 李小云 责任校对: 翁晓军 责任印制: 张京生

开 本: 787mm×1092mm 1/16 印张: 23 插页: 1 字数: 595 千字

版 次: 2003 年 3 月第 1 版 2007 年 3 月第 4 次印刷 印数: 34001—40000 册

书 号: ISBN 978-7-81071-351-1

定 价: 39.80 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)

前 言

组织学和胚胎学是相关的两门形态学科，在长期的发展中它们相互渗透、相互推进，我国的医学教育中习惯地将它们列为一门《组织学与胚胎学》。

为了迎接生命科学大发展的 21 世纪，由北京大学医学部、首都医科大学、天津医科大学、哈尔滨医科大学及内蒙古医学院等 5 所大学的领导聚会北京共同确定要与时俱进，发挥自身优势，出版一批面向 21 世纪的医学本科生新教材，《组织学与胚胎学》就是其中的一部。

我们于 2002 年元月在北京召开了第一次编委会，除上述 5 所大学外，河北医科大学、山西医科大学和华北煤炭医学院也参加了编写。编委会由 15 位专家教授组成，经过大家充分讨论，确定这部《组织学与胚胎学》新教材要体现以下几个特点。

1. 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，这章既要简明又要有“细胞学”新进展。

2. 本教材要适当介绍新知识、新理论和新技术，如有关“试管婴儿”新进展、“转基因动物”、“克隆动物技术”、“组织工程”、“人胚干细胞”及“植入窗”学说等，这些介绍要与本学科的“三基”结合起来。

3. 本教材要突出专业英语，为双语教学打下基础。为此，每章标题要使用英文，并增加英语专业名词，同时在各章之后要增加英文小结 (Summary)。

4. 为配合双语教学的开展，特增加了由外籍教师灌读的英语词汇只读光盘。

5. 本教材要新增加一些插图，特别是原创图。在版面安排上也要有改进，使彩图随文编排，便于学生学习。

北京大学医学部领导、北京大学医学出版社领导给予我们很多指导和帮助。河北医科大学的领导 and 同行们为本教材定稿会的召开也做出了很大贡献，对此一并表示衷心感谢。

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。

编 者

2002 年 12 月 北京

序

为了适应医学教育改革以及加强教材建改的需要，北京大学医学部、首都医科大学、天津医科大学、哈尔滨医科大学、内蒙古医学院等五所医学院校共同研究决定编写一套以本科五年制为基础的医学生教材。

出版这套教材的目的在于：

1. 教材内容要更新，以适应于面向 21 世纪医师的要求。近年来，医学科技突飞猛进，疾病谱发生了重大变化，疾病的预防、诊断、治疗的技术手段明显提高。新编写的教材一定要反映这些新的成果。

2. 医师的服务对象是人，医师不仅需要深厚的医学基础知识，临床学科的知识，还需要增加人文社会科学，比如卫生法学、卫生经济学、心理学、伦理学、沟通技巧与人际关系等。因此新编写教材应增加新的学科内容以及学科之间的融合和交叉。

3. 教育，包括医学教育要逐步走向全球化，我们培养的医师应得到国际认可。最近，世界医学教育联合会、美国中华医学基金会都制定出了医学教育的国际标准或人才培养的最低基本要求。这也为我们编写这套教材提供了一个参照系。

我们计划编写 30 多种教材，在主编和编者的人选方面精心挑选，既有学术知名度，又有丰富的教学经验，并且认真做到老中青结合。在内容、体例、形式、印刷、装帧等方面要有特色，力求有启发性以引起学生的兴趣，启发创新思维。要提高学生的英语水平，教材中体现英文专业词汇的使用，书后配英文专业词汇只读光盘。

在教材编写和教材建设工作中，目前教育部提出要百花齐放，打破过去一本教材一统天下的局面，我们希望这套教材能在竞争中脱颖而出。这套教材编写过程中得到北京大学医学出版社的大力支持，在此表示感谢！错误不足之处还希望同仁们批评指正。

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 (2)

(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 (4)

(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 (7)

(四) 人胚干细胞研究现状及前景 (8)

(五) 组织工程的兴起 (9)

第一章 细胞

1 The Cell (10)

一、细胞膜 (11)

(一) 细胞膜的结构 (11)

(二) 细胞膜的功能 (12)

二、细胞质 (13)

(一) 细胞器 (13)

(二) 包涵物 (18)

(三) 细胞骨架 (19)

三、细胞核 (20)

(一) 核被膜 (20)

(二) 染色质和染色体 (21)

(三) 核仁 (22)

(四) 核基质 (22)

四、细胞周期 (23)

(一) 分裂间期 (23)

(二) 分裂期 (M 期) (23)

五、细胞分裂 (23)

第二章 上皮组织

2 Epithelial Tissue (27)

一、被覆上皮 (27)

二、腺上皮和腺 (31)

(一) 外分泌腺的结构和分类 (31)

(二) 外分泌腺细胞的分泌过程 (32)

三、上皮细胞的特化结构 (34)

(一) 上皮细胞的游离面 (34)

(二) 上皮细胞的侧面 (35)

(三) 上皮细胞的基底面 (36)

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 (45)

(三) 基质 (46)

(四) 组织液 (47)

二、致密结缔组织 (48)

三、脂肪组织 (49)

四、网状组织 (50)

第四章 软骨和骨

4 Cartilage and Bone (52)

一、软 骨 (52)

(一) 透明软骨 (52)

(二) 纤维软骨 (54)

(三) 弹性软骨 (54)

二、骨 (54)

(一) 骨组织的结构 (54)



(二) 长骨的结构	(56)	(二) 无髓神经纤维	(87)
三、骨的发生	(58)	五、周围神经系统的组织结构	(88)
(一) 骨组织发生基本过程	(58)	(一) 周围神经	(88)
(二) 膜内成骨	(59)	(二) 神经节	(88)
(三) 软骨内成骨	(59)	(三) 神经末梢	(90)
第五章 血液和血细胞发生		六、中枢神经系统的组织结构	(92)
5 Blood and Hemopoiesis	(62)	(一) 脊髓	(92)
一、血液	(62)	(二) 大脑皮质	(93)
(一) 红细胞	(62)	(三) 小脑皮质	(95)
(二) 白细胞	(63)	(四) 脑脊膜	(96)
(三) 血小板	(66)	(五) 血-脑屏障	(97)
二、骨髓和血细胞发生	(67)	第八章 循环系统	
(一) 骨髓的结构	(67)	8 Circulatory System	(99)
(二) 造血干细胞和造血祖细胞	(68)	一、毛细血管	(99)
(三) 血细胞发生过程的形态演变	(69)	(一) 毛细血管的结构	(99)
第六章 肌组织		(二) 毛细血管的分类	(100)
6 Muscle Tissue	(72)	(三) 毛细血管与物质交换	(101)
一、骨骼肌	(72)	二、动脉	(101)
(一) 骨骼肌纤维的光镜结构	(72)	(一) 中动脉	(101)
(二) 骨骼肌纤维的超微结构	(72)	(二) 大动脉	(103)
(三) 骨骼肌的收缩原理	(74)	(三) 小动脉	(103)
二、心肌	(75)	(四) 微动脉	(104)
(一) 心肌纤维的光镜结构	(75)	三、静脉	(104)
(二) 心肌纤维的超微结构	(76)	(一) 微静脉	(104)
三、平滑肌	(77)	(二) 小静脉	(104)
(一) 平滑肌纤维的光镜结构	(77)	(三) 中静脉	(104)
(二) 平滑肌纤维的超微结构	(77)	(四) 大静脉	(105)
第七章 神经组织		(五) 静脉瓣	(105)
7 Nerve Tissue	(79)	四、微循环的血管	(105)
一、神经元	(79)	(一) 微动脉	(105)
(一) 神经元的形态结构	(79)	(二) 毛细血管前微动脉和中间微动脉	(105)
(二) 神经元的分类	(81)	(三) 真毛细血管	(105)
二、突触	(82)	(四) 直捷通路	(105)
(一) 化学突触	(83)	(五) 动静脉吻合	(106)
(二) 电突触	(84)	(六) 微静脉	(106)
三、神经胶质细胞	(84)	五、血管壁的营养血管和神经	(106)
(一) 中枢神经系统的神经胶质细胞	(84)	六、血管壁的特殊感受器	(107)
(二) 周围神经系统的神经胶质细胞	(86)	七、心脏	(107)
四、神经纤维	(86)	(一) 心壁的结构	(108)
(一) 有髓神经纤维	(86)		



(二) 心脏的传导系统	(109)	三、肾上腺	(141)
八、淋巴管系统	(110)	(一) 皮质	(141)
(一) 毛细淋巴管	(110)	(二) 髓质	(142)
(二) 淋巴管	(110)	(三) 肾上腺皮质与髓质的功能关系	(142)
(三) 淋巴导管	(110)	四、脑垂体	(143)
第九章 免疫系统		(一) 腺垂体	(143)
9 Immune System	(112)	(二) 神经垂体及其与下丘脑的关系	(146)
一、胸腺	(113)	(三) 下丘脑和垂体与其他内分泌腺的相互关系	(147)
(一) 胸腺的组织结构	(113)	五、松果体	(148)
(二) 胸腺的功能	(115)	六、弥散神经内分泌系统	(149)
(三) 血-胸腺屏障	(115)	第十二章 消化管	
二、淋巴结	(116)	12 Digestive Tract	(151)
(一) 淋巴结的组织结构	(116)	一、消化管壁的一般结构	(151)
(二) 淋巴细胞再循环	(119)	(一) 粘膜	(151)
(三) 淋巴结的功能	(120)	(二) 粘膜下层	(152)
三、脾	(120)	(三) 肌层	(152)
(一) 脾的组织结构	(120)	(四) 外膜	(152)
(二) 脾的血液循环	(122)	二、口腔	(152)
(三) 脾的功能	(122)	(一) 口腔粘膜的一般结构	(152)
四、扁桃体	(123)	(二) 舌	(152)
五、单核吞噬细胞系统	(124)	(三) 牙	(154)
第十章 皮肤		三、咽	(155)
10 Skin	(126)	四、食管	(155)
一、皮肤的结构	(126)	五、胃	(156)
(一) 表皮	(127)	(一) 粘膜	(156)
(二) 真皮	(130)	(二) 粘膜下层	(160)
二、皮下组织	(131)	(三) 肌层	(160)
三、皮肤的附属器	(132)	(四) 外膜	(160)
(一) 毛	(132)	六、小肠	(160)
(二) 皮脂腺	(133)	(一) 粘膜	(160)
(三) 汗腺	(135)	(二) 粘膜下层	(163)
(四) 指(趾)甲	(135)	(三) 肌层	(164)
(四) 指(趾)甲	(135)	(四) 外膜	(164)
第十一章 内分泌系统		七、大肠	(164)
11 Endocrine System	(138)	(一) 盲肠、结肠和直肠	(164)
一、甲状腺	(138)	(二) 阑尾	(164)
(一) 甲状腺滤泡	(139)	(三) 肛管	(164)
(二) 滤泡旁细胞	(140)		
二、甲状旁腺	(140)		
(一) 主细胞	(140)		
(二) 嗜酸性细胞	(140)		



八、肠相关淋巴组织	(165)	(五) 肾的血管、淋巴管和神经	(202)
九、胃肠道的内分泌细胞	(165)	二、排尿管道	(204)
第十三章 消化腺		(一) 肾盂和肾盂	(204)
13 Digestive Gland	(169)	(二) 输尿管	(204)
一、大唾液腺	(169)	(三) 膀胱	(205)
(一) 唾液腺的一般结构	(169)	第十六章 男性生殖系统	
(二) 三对唾液腺的特点	(170)	16 Male Reproductive System	(207)
(三) 唾液	(171)	一、睾丸	(207)
二、胰 腺	(171)	(一) 生精小管	(207)
(一) 外分泌部	(171)	(二) 睾丸间质	(211)
(二) 内分泌部	(173)	(三) 直精小管和睾丸网	(211)
三、肝	(174)	(四) 睾丸功能的内分泌调节及年龄性 变化	(212)
(一) 肝小叶	(174)	二、生殖管道	(212)
(二) 肝门管区	(178)	(一) 附睾	(212)
(三) 肝内血循环	(178)	(二) 输精管	(213)
(四) 肝内胆汁的排出途径	(179)	三、附属腺	(213)
四、胆 囊	(179)	(一) 前列腺	(213)
第十四章 呼吸系统		(二) 精囊	(214)
14 Respiratory System	(182)	(三) 尿道球腺	(215)
一、鼻 腔	(182)	四、阴 茎	(215)
(一) 前庭部	(182)	第十七章 女性生殖系统	
(二) 呼吸部	(182)	17 Female Reproductive System	(217)
(三) 嗅部	(182)	一、卵 巢	(217)
二、喉	(184)	(一) 卵泡的发育与成熟	(218)
三、气管和支气管	(184)	(二) 排卵	(220)
(一) 粘膜	(184)	(三) 黄体的形成与退化	(220)
(二) 粘膜下层	(186)	(四) 卵泡的闭锁与间质腺	(222)
(三) 外膜	(186)	(五) 门细胞	(222)
四、肺	(186)	二、输卵管	(222)
(一) 肺导气部	(186)	三、子 宫	(224)
(二) 肺呼吸部	(187)	(一) 子宫壁的结构	(224)
(三) 肺间质和肺巨噬细胞	(190)	(二) 子宫内膜的周期性变化	(225)
(四) 肺的血管、淋巴管和神经	(191)	(三) 子宫颈	(227)
第十五章 泌尿系统		(四) 卵巢和子宫内膜周期性变化的神 经内分泌调节	(227)
15 Urinary System	(193)	四、阴 道	(228)
一、肾	(193)	五、乳 腺	(228)
(一) 肾单位	(194)	(一) 乳腺的一般结构	(228)
(二) 集合小管系	(199)	(二) 静止期乳腺	(229)
(三) 球旁复合体	(200)		
(四) 肾间质	(201)		



(三) 活动期乳腺	(229)	三、腭的发生与口腔、鼻腔的分隔	(264)
第十八章 眼和耳		四、牙的发生	(265)
18 Eye and Ear	(231)	五、颈的形成	(266)
一、眼	(231)	六、四肢的发生	(266)
(一) 眼球壁	(231)	七、颜面、颈和四肢的常见畸形	(267)
(二) 眼球内容物	(237)	第二十一章 消化系统和呼吸系统的发生	
(三) 眼睑	(237)	21 Development of Digestive System and	
二、耳	(238)	Respiratory System	(269)
(一) 膜半规管和壶腹嵴	(238)	一、消化系统的发生	(270)
(二) 椭圆囊、球囊和位觉斑	(239)	(一) 咽的发生及咽囊的演变	(270)
(三) 膜窝管和螺旋器	(239)	(二) 甲状腺的发生	(270)
第十九章 人体胚胎学总论		(三) 舌的发生	(271)
19 General Embryology	(243)	(四) 食管和胃的发生	(271)
一、精、卵成熟和受精	(243)	(五) 肠的发生	(271)
(一) 精、卵成熟	(243)	(六) 直肠的发生与泄殖腔的分隔	(272)
(二) 受精	(244)	(七) 肝和胆的发生	(273)
二、胚泡的形成与植入	(245)	(八) 胰腺的发生	(275)
(一) 卵裂与胚泡的形成	(245)	(九) 消化系统的常见畸形	(275)
(二) 植入	(246)	二、呼吸系统的发生	(276)
三、三胚层的形成	(248)	(一) 喉、气管和肺的发生	(276)
四、胚体形成和三胚层分化	(250)	(二) 呼吸系统的常见畸形	(277)
(一) 圆柱形胚体的形成	(250)	第二十二章 泌尿系统和生殖系统的发生	
(二) 三胚层的分化	(250)	22 Development of Urogenital System	
五、胎膜和胎盘	(252)	(280)
(一) 胎膜	(252)	一、泌尿系统的发生	(280)
(二) 胎盘	(255)	(一) 肾和输尿管的发生	(281)
六、胚胎龄的推算和胚胎各期主要特征	(257)	(二) 膀胱和尿道的发生	(283)
(一) 以月经龄推算胚胎龄	(257)	(三) 泌尿系统的常见畸形	(284)
(二) 胚期主要特征	(257)	二、生殖系统的发生	(285)
(三) 胎期主要特征	(258)	(一) 生殖腺的发生和分化	(285)
七、双胎、多胎和联胎	(258)	(二) 生殖管道的发生和演变	(287)
(一) 双胎	(258)	(三) 外生殖器的发生和演变	(288)
(二) 多胎	(259)	(四) 生殖系统的常见畸形	(290)
(三) 联体双胎	(259)	第二十三章 心血管系统的发生	
第二十章 颜面、颈和四肢的发生		23 Development of Cardiovascular System	
20 Development of Face, Neck and Limb		(293)
.....	(262)	一、原始心血管系统的建立	(293)
一、鳃器的发生	(262)	二、心脏的发生	(294)
二、颜面的形成	(263)	(一) 心管的发生	(294)

(二) 心脏外形的建立	(295)	(一) 脑垂体的发生	(311)
(三) 心脏内部的分隔	(297)	(二) 松果体的发生	(312)
三、弓动脉的演变	(301)	(三) 肾上腺的发生	(312)
四、胎儿血液循环和出生后血液循环 的变化	(302)	四、神经系统的常见畸形	(312)
(一) 胎儿血液循环途径	(302)	第二十五章 眼和耳的发生	
(二) 胎儿出生后血液循环的变化	(302)	25 Development of Eye and Ear	
五、心血管系统的常见畸形	(302)	(314)
(一) 房间隔缺损	(303)	一、眼的发生	(314)
(二) 室间隔缺损	(303)	(一) 眼球的发生	(314)
(三) 主动脉干和心球分隔异常	(303)	(二) 眼睑和泪腺的发生	(316)
(四) 动脉导管未闭	(304)	(三) 眼的常见畸形	(316)
第二十四章 神经系统的发生		二、耳的发生	(317)
24 Development of Nervous System		第二十六章 先天畸形与预防	
.....	(306)	26 Congenital Malformations and	
一、中枢神经系统的发生	(306)	Prevention	(320)
(一) 神经管和神经嵴的发生和早期分化	(306)	一、先天畸形的发生概况	(320)
(二) 脊髓的发生	(307)	二、先天畸形的发生原因	(320)
(三) 脑的发生	(309)	(一) 遗传因素与先天畸形	(321)
二、周围神经系统的发生	(310)	(二) 环境因素与先天畸形	(321)
(一) 神经节的发生	(310)	(三) 环境因素与遗传因素在致畸中的相互 作用	(322)
(二) 周围神经的发生	(310)	三、先天畸形的预防	(322)
二、脑垂体、松果体和肾上腺的发生	(311)	附 录	(325)
		汉英 专业词汇	(325)

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其与其机能的关系；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。胎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。胎儿出生后，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 (cryostat) 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四部分组成，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 50~80nm），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 0-1）。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。

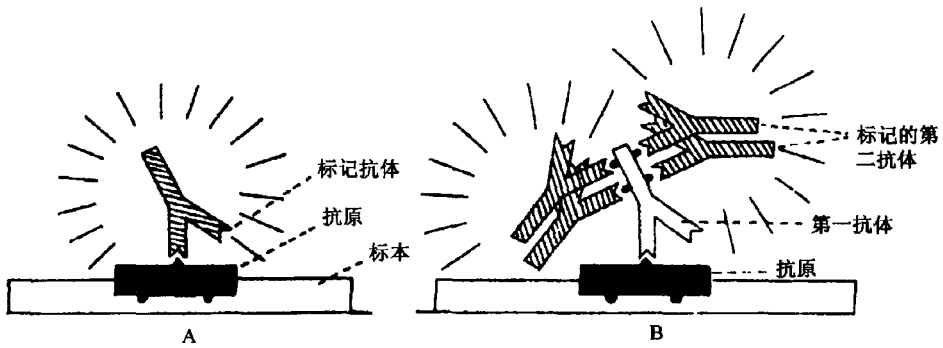


图 0-1 免疫组织化学直接法 (A) 与间接法 (B) 示意图

(六) 原位杂交

原位杂交 (in situ hybridization) 术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, 必须具备适宜的条件, 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, 可人为地给以各种不同条件, 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, 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“人类基因组图”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Stephoe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。

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年的统计全球已超过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与胚胎移植(in vitro fertilization and embryo transfer, IVF-ET)技术方法,其中有药物诱发超排卵、采集卵子、精子获能、人工授精、体外培养和胚胎移植等步骤。其中又以诱发超排卵、人工授精和体外培养暨胚胎移植三个步骤最为关键。所以,人们称这三个步骤是培养“试管婴儿”的“三关”。

目前,试管婴儿成功率还不高,只有20%左右,关键是还有许多问题尚未解决:母胎不同步,因穿刺取卵造成黄体受损,移植时有可能使子宫内膜出血,因超排用药使子宫内膜上皮表面的糖蛋白减少,透明带变宽变硬,这些都不利于着床,影响成功率。

1987年 Laws-King 首先使用显微注射法使一个精子进入卵子，从而受孕，这就是所谓的第二代试管婴儿（intracytoplasmic sperm injection，简称 ICSI）。1992年由比利时生殖医学专家 Palermo 技术的改进，使第二代试管婴儿成功率大大提高了，适应证也扩大了，可用射出的精子，还可以使用附睾、睾丸的精子，甚至可以使用精子细胞进行显微注射。

精子显微注射法成功，解决了经典试管婴儿培育方法不能解决的问题。根据这个思路，进一步还可以把 X 型和 Y 型精子分离出来，再作显微注射，这样就可以控制试管婴儿的性别，避免某些伴性遗传病的发生，从而达到优生的目的。显微注射过程中可能使卵子细胞骨架遭受破坏，对胚胎发育造成不良影响。

20世纪90年代，随着细胞生物学、分子生物学技术的发展，生殖医学的学者们在培育经典试管婴儿或第二代试管婴儿时，在受精卵发育到2个细胞期或更晚些时，取出一个或几个细胞进行荧光原位杂交（FISH）检查这个细胞的核型，或用PCR技术检查基因状况，这就叫“着床前遗传诊断”（简称PGD）。检查合格者的胚胎，再移到母体子宫内，令其发育成熟，这样诞生的婴儿称为“第三代”试管婴儿。

近年又出现“三亲试管婴儿”，就是这名婴儿有三个血缘关系，即两个“母亲”一个父亲（即2+1）。一些女性因各种原因错过了生育的最佳年龄，因此，她们在生育上存在各种各样的困难。其中较大的困难就是卵子质量难以保障，比如卵子的活力不够，卵细胞中的某些内涵物，如细胞器不足或质量不佳等。为了满足大龄女性要生个孩子的愿望，生殖技术便伸出了援助之手。具体做法是为了改进大龄妇女的卵子质量，先从一名年轻妇女自愿者的卵巢中获得质量较好的卵子，然后将卵子中的细胞质吸出，置换大龄妇女的卵细胞质。可见这个新“组装”的卵子，是由来自两个妇女的卵子构成的。然后，令其大龄妇女的丈夫手淫取出精子，进行体外受精，体外培养及胚胎移植。胚卵可以移到大龄妇女子宫内，也可移植给“代母”体内，这样生出的婴儿，即是“2+1”试管婴儿。

（二）转基因动物的研究现状

20世纪80年代初，自从 Palmiter 等用小鼠金属硫蛋白-I 基因融合大鼠生长激素基因显微注射入小鼠受精卵原核中，获得了“超级小鼠”，并提出可以从转基因动物中获得有价值的蛋白质。因此转基因动物的研究发展十分迅速。

用实验的方法将外源基因导入动物的早期胚胎细胞，使之稳定整合于细胞基因组中并能遗传给后代，这样制备的携带有外源基因的动物品系称为转基因动物。目前常用的转基因动物除转基因牛、转基因羊、转基因猪、转基因兔等转基因家畜外，最常见的还是转基因鼠。因前者价格昂贵、生殖周期长、并且产仔数少、操作复杂、外源DNA整合率低。而后者价格便宜、饲养方便、生殖周期短、生育能力强、产仔数多、外源DNA整合率高，因而应用最为广泛。

目的基因、载体系统和受体动物是转基因动物的三要素。目前，将外源基因导入哺乳动物细胞的方法很多，以所用目的基因的性质、受体动物或受体细胞和转移基因的目的不同，主要有显微注射法、逆转录病毒感染法及胚胎干细胞法等。

用显微注射法制备转基因动物是一项技术复杂、步骤繁琐的实验过程，但应用较广，成功率高。如图0-2所示，转基因兔主要有5个步骤：首先是雌雄兔交配，第2步是从母兔输卵管冲出受精卵，第3步是将外源基因注入原核（雌或雄原核均可），第4步将注射过的健康的受精卵移植到假孕母兔输卵管内，第5步对仔兔检测外源基因整合情况。