

全国高等学校医学规划教材

(供临床·基础·预防·护理·口腔·药学等专业用)

组织学与胚胎学

主 编 高英茂

副主编 宋天保 谢富康

编者 (以编写章次先后为序)

宋天保	西安交通大学	张钦宪	郑州大学
王燕蓉	宁夏医学院	刘晓萍	青岛大学
孟运莲	武汉大学	王亚平	重庆医科大学
陈晓蓉	安徽医科大学	高福祿	承德医学院
杨佩满	大连医科大学	武玉玲	山东大学
谢富康	中山大学	高英茂	山东大学
张 雷	河北医科大学	张远强	第四军医大学
程上穆	江西医学院		



高等教育出版社
Higher Education Press

内容提要

本教材是全国高等学校医学规划教材之一, 由全国 14 所医药院校的 15 位多年从事本科教学工作的教授编写。全书设 32 章, 插图近 350 幅。本教材对组织学与胚胎学的基本内容作了全面系统、简明扼要的讲述, 以便给学生奠定宽厚的知识基础。对组织胚胎学的更新内容和学科交叉内容, 融入相关章节重点讲述, 以引导学生的创新思维, 并使学生掌握学科发展的最新知识。在每章首尾分别设立了内容提要和思考题, 以便提高学生的分析综合能力, 并拓宽学生的自学空间。为了提高学生的专业外语水平, 书中增加了专业名词的英文注解, 书末列出了中英文名词对照和索引。

图书在版编目(CIP)数据

组织学与胚胎学/高英茂主编. —北京: 高等教育出版社, 2004. 1

ISBN 7-04-013226-5

I. 组... II. 高... 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 099610 号

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街 4 号
邮政编码 100011
总 机 010-82028899

经 销 新华书店北京发行所
印 刷 北京中科印刷有限公司

开 本 880×1230 1/16
印 张 16.75
字 数 530 000
插 页 4

购书热线 010-64054588
免费咨询 800-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>

版 次 2004 年 1 月第 1 版
印 次 2004 年 1 月第 1 次印刷
定 价 28.00 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题, 请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

序

记得在十多年前，我在原华西医科大学做呼吸专业教授，每每授课之余，我都在想这样的问题：教育究竟承载着怎样的重荷、责任？在我走上领导岗位后，从最初医科大学副校长、省卫生厅厅长、卫生部副部长，到现在的中国医师协会会长，虽从未主管过教学工作，但上述问题却时常萦绕着我，思考从未停止过，时至今日，答案越来越清晰，明确！那就是教育要发展，要进步，首先教育理念必须发生深刻的变革，教育的内涵必须大幅度外延，教学方式必须改革。具体到医学教育，我个人有几点看法：

在教学上：第一，医学是关系到生命、健康的科学，因此必须强调严谨性；第二，医学是一门边缘性科学，且发展很快，因此应强调教师知识不断更新，增强和接受新理论、新知识的能力，满足学生扩大知识面的需求；第三，医务工作除了治病救人外，还涉及伦理、道德、法律等一系列问题，因此，医学教育应增加大量社会科学知识，并加强培养医学生的人文关怀精神；第四，医学专业的形态学课程较多，学习时需要强记硬背，但实际运用时非常强调灵活性。因此，注意培养学生的形象思维与逻辑思维，即平时我们所说的临床思维能力，这一点尤为重要。

在教材上：第一，内容在强调“三基”的同时，应能及时反映疾病谱的变化及学科的发展；第二，内容在注重科学性的同时，应为所教所学者着想，即将复杂、高深的知识，用最简单易懂的文字或图表表述出来；第三，教材应充分反映医学这门学科的特点，即形态学、方法学的内容较多。因此，应做到图文并茂，有些内容甚至可用视频来表达。

虽然自己对教学工作和教材建设有一些想法，但高等教育出版社请我来为这套医学教材做序时，倒使我十分为难。一是我离开教育、临床工作多年；二是先前我对其他很多专家邀请做序或跋拒绝多多，此次执笔搞不好会有厚此薄彼之嫌。但我细读此套教材的策划及部分章节后，眼前一亮，不禁释怀。

此套教材在内容、形式上有许多新颖之处：1. 基础学科教材注意了理论与临床紧密结合，删减了为使学科系统化而舍简求繁的内容，突出了为临床服务，打基础的特点；2. 临床学科教材则根据近些年来疾病谱的变化，突出重点地介绍了临床常见病、多发病的诊疗知识、技术手段，而且增加了近年来被公认、成熟的新知识、新技术；3. 这是一套真正意义的立体化教材，不但图文并茂，且配有学生用光盘及教师授课多媒体光盘。光盘中内容丰富，有大量彩图、病案分析、进展讲座、习题。大大丰富了教材内容，达到了医学教育应以视觉教学为主的目的；4. 本套教材作者队伍年轻化，主编平均年龄50余岁，多为留学归国人员，且为活跃在教学、临床一线的骨干。

更为可贵的是，本套教材由于策划得当，在丰富了教材内容、提高印刷质量的同时，却未增加篇幅、提高书价，减轻了学生经济负担。以《病理学》为例，全书彩色印刷，有近500幅彩图，并附学生用光盘，有病理报告库（内有17个CPC）和图库（内有302幅较为罕见的彩图），而全书定价不过60元。作为教材，能有如此的印刷质量、定价，在我国也是少见的，为此，我深感欣慰！

谨以此文，权当为序，有些提法不知当否，还请教育界、医学界有关同仁指正。

殷大奎

中国医师协会会长
2003年6月12日于北京

出版说明

为贯彻教育部关于“教材建设精品化，教材要适应多样化教学需要”（教高[2001] 1号）的精神，在全国高等学校教学研究会、中国医师协会以及数十所高等医学院校大力支持下，经两千余名具有丰富教学经验的医学专家及学者的共同努力，高等教育出版社出版了全国高等学校医学规划教材。愿此凝聚着众多学者智慧与汗水的教科书，能给我国的医学教材建设注入活力，以推动医学教育改革加速发展。

全国高等学校医学规划教材（供临床、基础、预防、护理、口腔、药学等专业用）以全球医学教育最低基本要求及教育部“新世纪高等教育教学改革工程”重点项目——临床医学专业本科教学基本要求为准则；突出对学生创新意识、创新能力和批判性思维方式的培养；强调与医疗卫生的联系，囊括了国家执业医师考试所需的知识。整套教材中各学科相关内容有机衔接、循序渐进，既防止各学科之间脱节，又避免了重复，更为有特色的是书后配有包含信息库、习题库、案例库、图像库等内容的学生用光盘，部分学科还配有教师用光盘。全套教材论述严谨，语言流畅简洁，层次分明，编排格式新颖，图文并茂，并根据学科特点，采用了全彩色印刷或彩色插页，有些内容甚至用视频形式来表达。

全国高等学校医学规划教材（成人教育）针对成人医学教育特点而编写，主编及编写人员均是具有多年医学教育经验的专家和学者。与同类教材相比，此套教材在以下几方面进行了创新和探索：（1）在确定编写体系和选择教材内容时，注重对学生创新思维、分析解决问题能力以及综合素质的培养，尽量做到以问题为中心，与临床紧密结合，学以致用。（2）注重素质教育，加强对学生伦理、道德素质和法制观念的培养。

建立面向现代化、面向世界、面向未来的立体化、系列化精品医学教材，是高等教育出版社追求的目标。尽管我们在出版教材的工作中力求尽善尽美，但仍避免不了存在这样或那样的不足和遗憾，恳请广大专家、教师及学生提出宝贵的意见和建议，为促进我国高等医学教育的进一步发展共同努力。

全国高等学校医学规划教材

(供临床、基础、预防、护理、口腔、药学等专业用)

基础化学	主编	祁嘉义	内科学	主编	张运
医用有机化学	主编	唐玉海	外科学	主编	郑树森
生物化学	主编	赵宝昌	妇产科学	主编	孔北华
医用物理学	主编	洪洋	儿科学	主编	王卫平
临床医学导论(第2版)	主编	孙宝志	眼科学	主编	葛坚
医学伦理学	主编	孙慕义	耳鼻咽喉头颈科学	主编	韩德民
系统解剖学	主编	钟世镇	口腔临床医学导论	主编	樊明文
局部解剖学	主编	王怀经	神经病学	主编	张淑琴
断层解剖学	主编	刘树伟	精神病学	主编	李凌江
组织学与胚胎学	主编	高英茂	传染病学	主编	李兰娟
医学微生物学	主编	黄汉菊	法医学	主编	侯一平
医学寄生虫学	主编	汪世平	中医学	主编	陆付耳
生理学	主编	王庭槐	循证医学	主编	李幼平
病理学	主编	王恩华	全科医学	主编	梁万年
病理生理学	主编	肖献忠	康复医学	主编	纪树荣
药理学	主编	颜光美	预防医学	主编	施榕
诊断学	主编	张桂英	流行病学	主编	姜庆五
医学影像学	主编	孟校非	医学统计学	主编	倪宗瓚
核医学	主编	黄钢	医学信息检索	主编	徐一新

全国高等学校医学规划教材

(成人教育)

内科学	主编	刘远厚	生理学	主编	徐斯凡
外科学	主编	高居忠	生物化学	主编	万福生
妇产科学	主编	林仲秋	人体解剖学	主编	席焕久
儿科学	主编	黎海芪	药理学	主编	凌保东
病理学	主编	章宗籍	医学伦理学	主编	卜平
医学免疫学	主编	张昌菊	预防医学	主编	钟才高
医学微生物学	主编	吴移谋			

前 言

本教材是全国高等学校教学研究会、中国医师协会和高等教育出版社发起并组织编写的全国高等学校医学规划教材之一，由全国 14 所医学院校的 15 位多年从事本科教学工作的教授编写。全书设 32 章，插图近 350 幅。

本教材对组织学与胚胎学的基本内容作了全面系统、简明扼要的讲述，以便给学生奠定宽厚的知识基础。对组织胚胎学的更新内容和学科交叉内容，融入相关章节重点讲述，以引导学生的创新思维，并使学生掌握学科发展的最新知识；在每章首尾分别设立了内容摘要和思考题，以便提高学生的分析综合能力，并拓宽学生的自学空间；为了提高学生的专业外语水平，书中增加了专业名词的英文注解，书末列出了中英文名词对照和索引。

2002 年底在美丽的泉城——山东济南召开了全体编写人员会议，山东大学于修平副校长和山东大学医学院周庚寅院长等领导在百忙中专程到会指导。山东大学教务处、山东大学医学院和高等教育出版社对会议作了周密安排，并提供了经费支持；各位作者所在单位也为本书的编写提供了多方面的支持。在本书即将面世之际，谨向支持和关心本书编写工作的所有单位和领导致以最诚挚的谢意。

由于本书的主编学识浅薄，经验不足，在统稿和审稿中难免存在疏漏甚至错误，敬请同仁和读者批评指正。

高英茂

2003 年 7 月

目 录

第 1 章 组织学绪论	1	(一) 膜内成骨	29
一、组织学的研究内容和意义	1	(二) 软骨内成骨	29
二、组织学的研究方法和技术	1	(三) 影响骨生长的因素	31
(一) 普通光镜组织标本的制备方法	1	第 5 章 血液和淋巴	32
(二) 光学显微镜术	2	一、血液	32
(三) 电子显微镜术	2	(一) 红细胞	33
(四) 组织化学技术	3	(二) 白细胞	33
(五) 组织培养术和组织工程	5	(三) 血小板	35
(六) 组织和细胞的定量术	5	二、骨髓的结构和血细胞的发生	36
三、组织学的学习方法	6	(一) 骨髓的结构	36
第 2 章 上皮组织	7	(二) 造血干细胞和造血祖细胞	37
一、被覆上皮	7	(三) 血细胞发生过程中的形态演变	37
(一) 被覆上皮的类型和结构	7	三、淋巴	39
(二) 上皮组织的特殊结构	9	第 6 章 肌组织	41
二、腺上皮和腺	12	一、骨骼肌	41
(一) 腺的分类	12	(一) 骨骼肌纤维的光镜结构	41
(二) 多细胞外分泌腺的结构和分类	13	(二) 骨骼肌纤维的超微结构	42
(三) 腺细胞的分类	13	(三) 骨骼肌纤维的收缩机制	44
第 3 章 固有结缔组织	15	二、心肌	44
一、疏松结缔组织	15	(一) 心肌纤维的光镜结构	44
(一) 细胞	15	(二) 心肌纤维的超微结构	45
(二) 纤维	19	三、平滑肌	45
(三) 基质	20	(一) 平滑肌纤维的光镜结构	45
二、致密结缔组织	21	(二) 平滑肌纤维的超微结构	46
(一) 不规则的致密结缔组织	21	(三) 平滑肌的收缩机制	47
(二) 规则的致密结缔组织	21	第 7 章 神经组织	48
三、脂肪组织	21	一、神经元	48
(一) 黄(白)色脂肪组织	21	(一) 神经元的结构	48
(二) 棕色脂肪组织	22	(二) 神经元的分类	50
四、网状组织	22	二、突触	50
第 4 章 软骨和骨	24	三、神经胶质细胞	52
一、软骨	24	(一) 中枢神经系统的胶质细胞	52
(一) 透明软骨	24	(二) 周围神经系统的胶质细胞	53
(二) 纤维软骨	25	四、神经纤维和神经	54
(三) 弹性软骨	25	(一) 神经纤维	54
二、骨	25	(二) 神经	55
(一) 骨组织	25	五、神经末梢	55
(二) 长骨	27	(一) 感觉神经末梢	55
三、骨的发生	28	(二) 运动神经末梢	56

六、神经纤维的溃变	57	(一) 淋巴结的结构	74
第 8 章 神经系统	58	(二) 淋巴结的功能	76
一、脊髓	58	三、脾	77
(一) 脊髓灰质	58	(一) 脾的结构	77
(二) 脊髓白质	58	(二) 脾的血液通路	78
二、大脑皮质	59	(三) 脾的功能	78
(一) 大脑皮质的神经元类型	59	四、扁桃体	79
(二) 大脑皮质的分层	59	五、单核吞噬细胞系统	80
(三) 大脑皮质神经元的联系	60	第 11 章 皮肤	81
三、小脑皮质	60	一、表皮	81
(一) 小脑皮质的神经元类型	60	(一) 表皮的分层	81
(二) 小脑皮质的分层	61	(二) 非角质形成细胞	83
(三) 小脑皮质神经元的联系	61	二、真皮	84
四、脑脊膜和脉络丛	62	(一) 乳头层	84
(一) 脑脊膜	62	(二) 网织层	84
(二) 脉络丛的组织结构及功能	63	三、皮下组织	84
(三) 脑屏障	63	四、皮肤的附属器	84
五、神经节	63	(一) 毛	84
(一) 脑脊神经节	63	(二) 皮脂腺	85
(二) 自主神经节	64	(三) 汗腺	86
第 9 章 循环系统	65	(四) 指(趾)甲	86
一、血管壁的一般微细结构	65	五、皮肤的再生	87
(一) 内膜	65	第 12 章 内分泌系统	88
(二) 中膜	65	一、甲状腺	88
(三) 外膜	65	(一) 甲状腺滤泡	88
二、动脉	66	(二) 滤泡旁细胞	89
(一) 大动脉	66	二、甲状旁腺	89
(二) 中动脉	66	(一) 主细胞	89
(三) 小动脉	66	(二) 嗜酸性细胞	90
(四) 微动脉	67	三、肾上腺	90
三、毛细血管	67	(一) 皮质	90
(一) 毛细血管的基本结构	67	(二) 髓质	90
(二) 毛细血管的分类	67	(三) 肾上腺的血管分布	91
(三) 毛细血管与物质交换	67	四、垂体	91
四、静脉	68	(一) 腺垂体及其与下丘脑的关系	91
五、微循环	68	(二) 神经垂体及其与下丘脑的关系	93
六、心脏	69	五、松果体	94
(一) 心壁的微细结构	69	六、弥散神经内分泌系统	94
(二) 心脏传导系统	69	第 13 章 消化管	96
七、淋巴管系统	70	一、消化管的一般微细结构	96
第 10 章 免疫系统	71	(一) 黏膜	96
一、胸腺	72	(二) 黏膜下层	96
(一) 胸腺的组织结构	72	(三) 肌层	97
(二) 胸腺的功能	74	(四) 外膜	97
二、淋巴结	74	二、口腔	97

(一) 口腔黏膜的一般微细结构	97	(二) 黏膜下层	118
(二) 舌	97	(三) 外膜	118
(三) 牙	98	四、肺	119
三、咽	99	(一) 肺导气部	119
四、食管	99	(二) 肺呼吸部	120
五、胃	100	(三) 肺间质和肺巨噬细胞	121
(一) 黏膜	100	(四) 肺的血液循环	121
(二) 黏膜下层	103	第 16 章 眼和耳	122
(三) 肌层	103	一、眼	122
(四) 外膜	103	(一) 眼球壁	122
六、小肠	103	(二) 眼球内容物	127
(一) 黏膜层	103	二、耳	128
(二) 黏膜下层	105	(一) 外耳	128
(三) 肌层	106	(二) 中耳	128
(四) 外膜	106	(三) 内耳	129
七、大肠	106	第 17 章 泌尿系统	133
(一) 盲肠与结肠	106	一、肾	133
(二) 阑尾	106	(一) 肾单位	133
(三) 直肠与肛管	106	(二) 集合小管	136
八、消化管的内分泌细胞	107	(三) 球旁复合体	137
第 14 章 消化腺	108	(四) 肾的血液循环	139
一、大唾液腺	108	二、输尿管	140
(一) 大唾液腺的一般微细结构	108	三、膀胱	140
(二) 三对大唾液腺的结构特点	109	第 18 章 男性生殖系统	142
(三) 唾液	109	一、睾丸	142
二、胰腺	110	(一) 生精小管	142
(一) 外分泌部	110	(二) 睾丸间质	146
(二) 内分泌部——胰岛	110	(三) 直精小管和睾丸网	146
三、肝	111	二、生殖管道	146
(一) 肝小叶	111	(一) 附睾	146
(二) 肝门管区	114	(二) 输精管	147
(三) 肝的血液循环	114	三、附属腺	147
(四) 肝内胆汁排出途径	115	(一) 前列腺	147
(五) 门管小叶和肝腺泡	115	(二) 精囊	148
(六) 肝的再生	115	第 19 章 女性生殖系统	149
四、胆囊和胆管	116	一、卵巢	149
(一) 胆囊	116	(一) 卵巢的一般结构	149
(二) 胆管	116	(二) 卵泡的发育与成熟	149
(三) 排卵	151	(三) 排卵	151
第 15 章 呼吸系统	117	(四) 黄体的形成与演变	151
一、鼻腔	117	(五) 闭锁卵泡与间质腺	151
(一) 前庭部	117	二、输卵管	152
(二) 呼吸部	117	三、子宫	152
(三) 嗅部	117	(一) 子宫壁的一般微细结构	153
二、喉	118	(二) 子宫内膜的周期性变化	153
三、气管和主支气管	118	(三) 子宫内膜周期性变化的内分泌调节	154
(一) 黏膜	118		

(四) 子宫颈	155	一、鳃器的发生	180
四、阴道	155	二、颜面的形成	181
五、乳腺	156	三、腭的发生	181
(一) 乳腺的一般微细结构	156	四、牙的发生	182
(二) 静止期乳腺	156	(一) 牙原基的形成	182
(三) 活动期乳腺	156	(二) 釉质的形成	182
第 20 章 人体胚胎学绪论	158	(三) 牙本质的形成	182
一、人的个体发生和系统发生	158	(四) 牙骨质的形成	182
二、人体胚胎学的发展	158	五、颈的形成	183
三、学习人体胚胎学的意义和方法	159	六、四肢的发生	183
第 21 章 人胚发生和早期发育	161	七、颜面、颈和四肢的常见畸形	183
一、生殖细胞和受精	161	(一) 唇裂	183
(一) 精子的发生、成熟和获能	161	(二) 面斜裂	184
(二) 卵子的发生和排卵	161	(三) 腭裂	184
(三) 受精	162	(四) 颈囊肿和颈痿	184
二、胚泡形成和植入	163	(五) 四肢畸形	184
(一) 卵裂和胚泡形成	163	第 24 章 消化系统和呼吸系统的发生	185
(二) 植入	163	一、消化系统的发生	185
三、三胚层的发生和分化	165	(一) 咽囊的演变	185
(一) 二胚层胚盘及相关结构的发生	165	(二) 舌的发生	186
(二) 三胚层胚盘及相关结构的发生	166	(三) 食管和胃的发生	186
(三) 三胚层的分化和胚体外形的建立	167	(四) 肠的发生	186
四、胎膜和胎盘	171	(五) 肝和胆囊的发生	187
(一) 绒毛膜	171	(六) 胰腺的发生	188
(二) 卵黄囊	172	(七) 消化系统的常见畸形	188
(三) 羊膜囊	172	二、呼吸系统的发生	189
(四) 尿囊	172	(一) 喉、气管和肺的发生	189
(五) 脐带	172	(二) 呼吸系统的常见畸形	189
(六) 胎盘	173	第 25 章 体腔和系膜的发生	191
五、胚胎龄的推算	174	一、体腔的发生	191
六、双胎、多胎和联体双胎	175	(一) 原始体腔的发生	191
(一) 双胎	175	(二) 原始横膈的发生	191
(二) 多胎	176	(三) 原始体腔的分隔和膈的形成	192
(三) 联体双胎	176	二、系膜的发生	192
第 22 章 生殖工程	177	(一) 原始系膜的发生	192
一、人工授精	177	(二) 系膜的演变	193
二、体外受精 - 胚胎移植	178	三、体腔和系膜的先天性畸形	194
(一) 体外受精	178	(一) 先天性膈疝	194
(二) 胚胎移植	178	(二) 先天性膈膨升	194
三、其他辅助生殖技术	178	(三) 肠系膜裂孔疝	194
(一) 配子和胚胎输卵管内移植术	178	(四) 活动性结肠	194
(二) 阴道内培养技术	179	第 26 章 泌尿系统和生殖系统的发生	196
(三) 第三者参与的生殖	179	一、泌尿系统的发生	196
(四) 卵巢内单精注射、胚胎移植技术	179	(一) 肾和输尿管的发生	196
第 23 章 颜面、颈和四肢的发生	180	(二) 膀胱和尿道的发生	197
		(三) 泌尿系统的常见畸形	198

二、生殖系统的发生	199	二、松果体	224
(一) 生殖腺的发生和分化	199	(一) 松果体的发生	224
(二) 生殖管道的发生和演变	201	(二) 松果体的先天性畸形	224
(三) 外生殖器的发生和分化	202	三、甲状腺	224
(四) 生殖系统的常见畸形	202	(一) 甲状腺的发生	224
第 27 章 心血管系统的发生	205	(二) 甲状腺的先天性畸形	225
一、原始心血管系统的建立	205	四、甲状旁腺	225
二、心脏的发生	206	(一) 甲状旁腺的发生	225
(一) 原始心脏的形成	206	(二) 甲状旁腺的先天性畸形	226
(二) 心脏外形的建立	206	五、肾上腺	226
(三) 心脏内部的分隔	207	(一) 肾上腺皮质的发生	227
三、胎儿血液循环和出生后的变化	209	(二) 肾上腺髓质的发生	227
(一) 胎儿血液循环途径	209	(三) 肾上腺的先天性畸形	227
(二) 胎儿出生后血液循环的变化	210	第 31 章 免疫系统的发生	228
四、心血管系统的常见畸形	210	一、免疫细胞的发生	228
(一) 房间隔缺损	210	(一) T 细胞的发生	228
(二) 室间隔缺损	210	(二) B 细胞的发生	229
(三) 动脉干分隔异常	210	(三) NK 细胞的发生	229
第 28 章 神经系统的发生	212	(四) 抗原呈递细胞的发生	229
一、神经管和神经嵴的发生和早期分化	212	二、免疫器官的发生	229
二、脊髓的发生	213	(一) 胸腺的发生	229
三、脑的发生	214	(二) 淋巴结的发生	230
(一) 脑泡的形成和演变	214	(三) 脾的发生	230
(二) 大脑皮质的组织发生	216	(四) 扁桃体的发生	230
(三) 小脑皮质的组织发生	216	三、淋巴器官的先天性畸形	231
四、神经系统的常见畸形	217	(一) 先天性胸腺不发育	231
(一) 神经管缺陷	217	(二) 异位胸腺及异位胸腺组织	231
(二) 脑积水	217	(三) 先天性无脾综合征	231
第 29 章 眼和耳的发生	219	(四) 副脾	231
一、眼的发生	219	第 32 章 畸形学概述	232
(一) 眼球的发生	219	一、先天性畸形的发生原因	232
(二) 眼的常见先天性畸形	220	(一) 遗传因素	232
二、耳的发生	220	(二) 环境因素	233
(一) 内耳的发生	220	(三) 遗传因素与环境因素的相互作用	233
(二) 中耳的发生	221	二、胚胎致畸敏感期	234
(三) 外耳的发生	222	三、先天性畸形的预防、宫内诊断和宫内	
(四) 耳的常见先天性畸形	222	治疗	234
第 30 章 内分泌腺的发生	223	(一) 先天性畸形的预防	234
一、脑垂体	223	(二) 先天性畸形的宫内诊断和治疗	235
(一) 腺垂体的发生	223	参考文献	236
(二) 神经垂体的发生	223	中英文名词对照及索引	237
(三) 脑垂体的先天性畸形	224		

第1章 组织学绪论

内容提要

- 组织学的定义和研究内容
- 石蜡切片、HE染色
- 组织化学和免疫组织化学
- 细胞培养与组织工程
- 组织和器官
- 光学显微镜技术和电子显微镜术
- 原位杂交
- 组织学的学习方法

一、组织学的研究内容和意义

组织学 (histology) 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 (micrometer, 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各器官、组织的细胞和细胞外基质。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 (extracellular matrix) 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、蛋白质和蛋白多糖等。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 (tissue)。按其结构和功能, 人体的组织可分为4种基本类型, 即上皮组织、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 (organ), 各种器官都具有一定大小和形态结构, 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。

组织学是生物医学科学的一个主要分支, 随着科学技术的发展, 组织学的内容也不断充实、更新和发展。现代组织学的研究已经深入到分子水平, 与细胞生物学、生物化学与分子生物学、生理学、病理学、免疫学等相关学科交叉渗透, 相互促进。目前, 生物医学的一些重大研究课题, 如细胞识别与细胞通讯, 细胞增殖、分化、衰老、凋亡的调控, 细胞突变、癌变及其逆转, 组织与器官的再生, 组织工程与器官重建等, 都与组织学有密切的关系。组织学是一门重要的医学基础课, 学好组织学, 理解人体微细结构的基本知识, 才能在解剖学的基础上, 从宏观到微观, 全面掌握人体的形态结构。也只有认识了人体的正常结构, 才能更好地分析和理解人体的正常生理过程和病理过程, 学好生理学和病理学等其他医学基础课程和临床课程。

二、组织学的研究方法和技术

组织学的发展与其研究方法的进展有关, 因此, 熟悉组织学的研究工具和方法技术是理解和掌握这门课程的前提。下面简单介绍常用的组织学研究方法和技术。

(一) 普通光镜组织标本的制备方法

大多数组织和器官太厚, 不能直接在光镜下观察。所以, 制备能使光线透过的组织切片是组织学研究

的基本方法, 主要包括固定、包埋和切片、染色等步骤。首先, 取动物或人体的新鲜组织块, 用甲醛、酒精等固定剂固定, 使组织内的蛋白质迅速凝固或沉淀, 以尽量保持组织的原有结构。然后, 分别用酒精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。最后, 脱去组织切片上的石蜡, 进行染色, 使不同的微细结构染成不同的颜色。

组织学中最常用的染色方法是苏木精 (hematoxylin) 和伊红 (eosin) 染色法, 简称 HE 染色法。苏木精为碱性染料, 使细胞核和细胞质中的核糖体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, 某些结构成分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。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)。

在制作较大组织块 (如眼球、脑) 的切片时, 常用火棉胶包埋。如要切更薄的切片 ($1 \mu\text{m}$) 需用更硬的塑料包埋。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。

(二) 光学显微镜术

1. 普通光学显微镜术 应用普通光镜观察组织切片是组织学研究的主要技术。光镜的放大作用由其光学部分完成, 后者主要由聚光器、物镜和目镜组成。光镜的放大率可达1 500倍左右。光镜的分辨率是指在光镜下所能分辨的两点间的最短距离, 约为 $0.2 \mu\text{m}$ 。分辨率决定图像的清晰度和细微度, 它与物镜的数值孔径 (A) 呈反比。普通物镜光线通过的介质是空气, A 小于1; 如使用油镜 (A 可达1.4), 在镜头与标本之间加香柏油, 可提高放大率和分辨率。

2. 特殊光学显微镜

(1) 荧光显微镜 荧光显微镜 (fluorescence microscope) 用于观察组织、细胞中有自发荧光、诱发荧光或经荧光染料染色或标记的结构。荧光显微镜技术常以紫外光为光源, 激发标本中的荧光物质产生各种不同颜色的荧光, 通过观察荧光的分布与强弱来测定被检物质。如神经细胞内的脂褐素呈黄色自发荧光; 儿茶酚胺在甲醛诱发下呈黄绿色荧光; 荧光染料吖啶橙可使 DNA 呈黄绿色荧光, 使 RNA 呈橙红色荧光。

(2) 相差显微镜 相差显微镜 (phase contrast microscope) 主要用于观察体外培养中活细胞的形态结构。未染色的活细胞常是无色透明的, 其各个部分的光密度几乎相同, 故一般光镜难以分辨其微细结构。相差显微镜是根据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的原理, 应用特殊的镜头将这种变化转换为光密度差异, 使活细胞的不同结构反差明显, 并具有立体感。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)。

(3) 共聚焦激光扫描显微镜 共聚焦激光扫描显微镜 (confocal laser scanning microscope, CLSM) 是一种高光敏度与高分辨率的仪器, 主要由激光光源、共聚焦成像扫描系统、电子光学系统和计算机图像分析系统4部分组成。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。CLSM突破了普通光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光学断层扫描成像, 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、骨架蛋白、 Ca^{2+} 浓度、细胞内 pH、膜电位、细胞间通讯等, 还可对细胞进行切割、分离、筛选和克隆。

(三) 电子显微镜术

电子显微镜简称电镜, 它是基于电子和组织成分相互作用的成像系统。电镜不同于光镜之处是用电子束代替可见光, 用磁场代替玻璃透镜。电镜的分辨率约为 0.2 nm , 可放大几万到几十万倍。电镜术分为透射电镜术和扫描电镜术。

1. 透射电镜术 透射电镜术(transmission electron microscopy, TEM)是用电子束穿透标本, 经过电磁场的会聚、放大后, 在荧光屏上显像, 或将影像投射到照相底片。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(50~80 nm), 并用重金属盐如柠檬酸铅和醋酸铀等染色。密度大、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 扫描电镜术(scanning electron microscopy, SEM)用于观察细胞、组织和器官表面的立体细微结构。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一点一点地移动扫描, 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。

(四) 组织化学技术

组织化学(histochemistry)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

(1) 糖类 常用过碘酸-希夫反应(periodic acid Schiff reaction, PAS反应)显示糖类。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(无色的亚硫酸品红)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 标本用甲醛固定, 冷冻切片, 脂类保存较好。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 显示DNA的传统方法是孚尔根反应(Feulgen reaction)。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。如要同时显示DNA和RNA, 则用甲绿-派若宁染色, 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 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的、电子致密或有色的反应终产物。例如, 酸性磷酸酶是一种重要的水解酶, 它催化底物 β -甘油磷酸钠水解产生磷酸根, 再以 Pb^{2+} 捕获磷酸根, 生成无色、电子致密的磷酸铅沉淀, 即可在电镜下观察。如再用硫化铵与磷酸铅作用, 形成黑色硫化铅沉淀, 可在光镜下观察。由上可知, 酶组织化学技术检测的不是酶本身, 而是酶的活性。

2. 免疫组织化学 免疫组织化学(immunohistochemistry)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大分子物质的一种技术。这种方法特异性强, 敏感度高, 进展迅速, 应用广泛。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抗体。分离纯化人或动物的某种蛋白质, 作为抗原注入另一种动物体内, 使该动物产生相应的特异性抗体; 或制备单克隆抗体。其次, 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(FITC), 酶类如辣根过氧化物酶(horseradish peroxidase, HRP), 重金属如胶体金等。最后, 应用标记抗体孵育标本, 标记抗体即与组织细胞中的相应抗原发生特异性结合, 可分别在荧光显微镜、普通光镜和电镜下观察。

按其基本原理, 免疫组织化学技术主要有直接法和间接法。直接法是直接标记某抗原的特异性抗体(又称第一抗体), 用该标记抗体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, 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。目前常用的一种间接法是过氧化物酶-抗过氧化物酶法(oxidase-antioxidase method, PAP法)。PAP法中, 第一抗体和第二抗体均不标记; 但需制备抗过氧化物酶的抗体, 并使之与适量过氧化物酶反

应，以制成可溶性的、含2个抗酶抗体分子和3个酶分子的五环PAP复合物。染色时，先后以第一抗体、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）为底物显示过氧化物酶，即可检测标本中的抗原成分。由于3层试剂的层层放大而在抗原位点处结合多个酶分子，PAP法的敏感性很高（图1-1）。

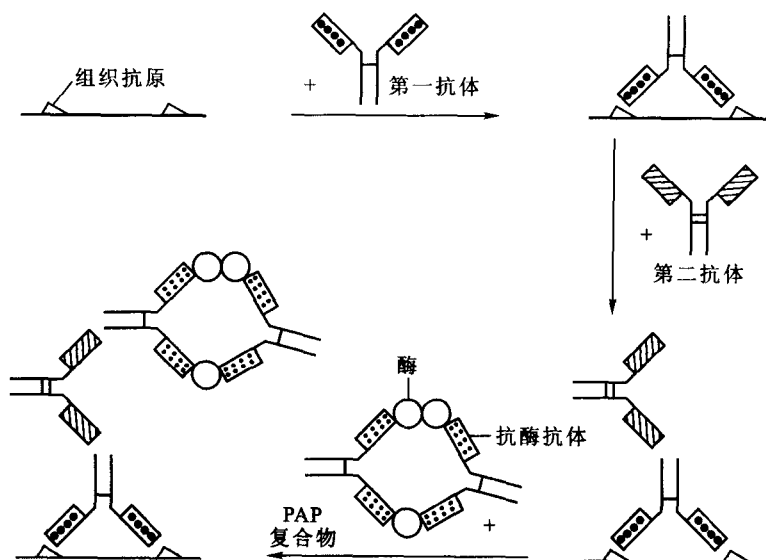


图1-1 免疫组织化学 PAP 法的原理

近年来，利用生物素可标记抗体和酶、生物素与亲合素（又称抗生物素蛋白）的亲合力很高，以及1个亲合素分子上有4个生物素结合位点等特性，建立了亲合素-生物素-过氧化物酶复合物法（avidin-biotin-peroxidase complex method, ABC法）。该法与PAP法相似，第一抗体不标记，第二抗体以生物素标记，另外，染色前按一定比例将亲合素与生物素标记的过氧化物酶混合，形成ABC复合物，并使亲合素分子上至少空出1个生物素结合位点。先后以第一抗体、生物素标记的第二抗体和ABC复合物作用于标本，最终形成的复合物结合了大量酶分子，因此ABC法的敏感性较PAP法高20~40倍（图1-2）。

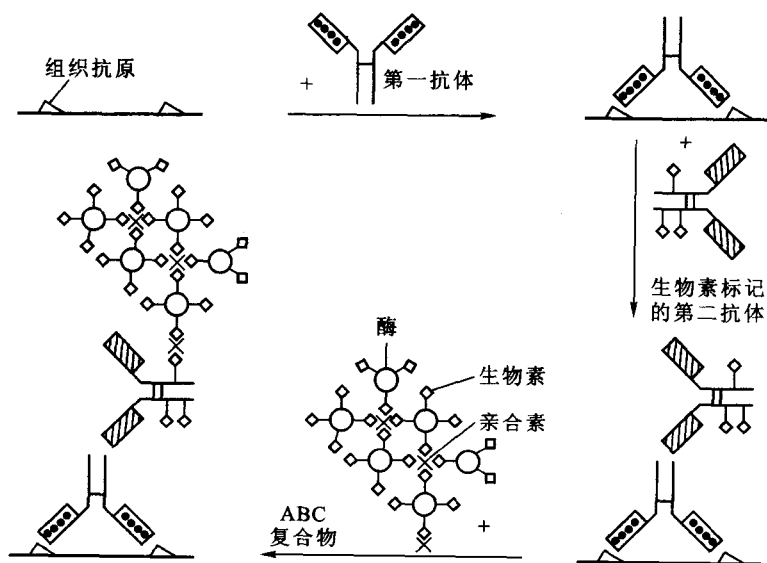


图1-2 免疫组织化学 ABC 法的原理