

基层卫生人员成人大专学历教育
全科思维创新型规划教材

● ZUZHIXUE YU PEITAIXUE ●

供临床医学专业用

组织学与胚胎学

主编 ● 窦肇华 郝立宏

基层卫生人员成人大专学历教育全科思维创新型规划教材
供临床医学专业用

组织学与胚胎学

主 编 窦肇华(吉林医药学院)
郝立宏(大连医科大学)

副主编 李质馨(吉林医药学院)
汪维伟(重庆医科大学)
陈维平(广西医科大学)

编 委 (按姓氏汉语拼音排序)
丁晓慧(沈阳医学院)
宫琳琳(大连医科大学)
李宏宇(吉林医药学院)
林冬静(吉林医药学院)
刘忠平(吉林医药学院)
罗 彬(广西医科大学)
玛衣拉·阿不拉克(新疆医科大学)
田洪艳(吉林医药学院)
吴 宏(重庆医科大学)
徐 冶(吉林医药学院)

军事医学科学出版社
· 北 京 ·

图书在版编目(CIP)数据

组织学与胚胎学/窦肇华,郝立宏主编.
-北京:军事医学科学出版社,2012.01
ISBN 978-7-80245-851-2

I. ①组… II. ①窦… ②郝… 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(2011)第237329号

策划编辑:盛立 责任编辑:吕连婷 责任印制:丁爱军

出版人:孙宇

出版:军事医学科学出版社

地址:北京市海淀区太平路27号

邮编:100850

联系电话:发行部:(010)66931049

编辑部:(010)66931127,66931039,66931038

传真:(010)63801284

网址:<http://www.mmsp.cn>

印装:中煤涿州制图印刷厂北京分厂

发行:新华书店

开本:787mm×1092mm 1/16

印张:16(彩14)

字数:388千字

版次:2012年10月第1版

印次:2012年10月第1次

定价:56.00元

本社图书凡缺、损、倒、脱页者,本社发行部负责调换

前言

2011年初卫生部发布了《基层医疗卫生机构全科医生转岗培训大纲(试行)》,大纲中指出,基层医疗卫生机构全科医生的培养目标是:“以全科医学理论为基础,以基层医疗卫生服务需求为导向,以提高全科医生的综合服务能力为目标,通过较为系统的全科医学相关理论和实践技能培训,培养学员热爱、忠诚基层医疗卫生服务事业的精神,建立连续性医疗保健意识,掌握全科医疗的工作方式,全面提高城乡基层医生的基本医疗和公共卫生服务能力,达到全科医生岗位的基本要求。”

军事医学科学出版社组织编写、出版的全科思维创新型规划教材,要求各主编坚持“贴近实际、关注需求、注重实践、突出特色”的基本原则,以学生认知规律为导向,以培养目标为依据,以现行的教学计划和教学大纲为纲领,结合国家执业医师考试的“考点”,根据新时期卫生岗位的实际需求,体现“实用为本,够用为度”的特点,注重思想性、科学性、先进性、启发性和适用性相结合,形成“学-做-练”一体化的大专学历教育的教材体系。说实话,这是一部比较难编写的教材。

接受编写任务后,我们立即组织编委会,确定编写人员,分配编写任务,提出编写要求,严格按照编写大纲编写出高质量的全科思维创新型规划教材。根据当前教材建设的发展趋势,编委会决定全书采用全彩色插图。本版《组织学与胚胎学》插图230余幅,插图精美,色彩鲜艳,结构清晰、明了,能显著提高学生的学习效果。模式图由大连医科大学郝立宏教授负责制作,各作者尽量提供自己的高质量的组织、器官结构照片。为此郝立宏教授牺牲了大量个人休息时间,付出了艰辛的劳动,其工作认真的态度与敬业精神,深深地鼓励了各位编委。在此,我代表全体编委向其表示真诚的感谢。

2011年11月在云南丽江市召开了本版教材编写工作会议,出版社对教材编写提出了具体要求。根据会议精神,本教材编委会又对教材进行了第3次全面审稿,最后定稿。

教材中的“知识链接”、“课堂互动”与“达标与评价”等都是本版教材的特色,但却是很难把握其标准或难度、深度,要体现“全科思维”也缺少经验。尽管我们已倾尽全力,但由于作者水平、能力和学识有限,编写周期短,在内容的取舍、编排上肯定有不妥和疏漏之处,甚至可能挂一漏万,错误在所难免;更难做到文笔精炼、流畅。恳请使用本教材的教师和同学惠于评议、指正。

宾肇华

2012年9月于吉林市

目 录

第一章 绪论	(1)
一、组织学与胚胎学的概念及其在医学教育中的地位	(1)
(一)组织学	(1)
(二)胚胎学	(2)
二、组织学与胚胎学的发展简史	(2)
三、组织学与胚胎学常用研究技术和方法	(3)
(一)HE 染色	(3)
(二)光学显微镜技术	(3)
(三)电子显微镜技术	(5)
(四)组织化学和细胞化学技术	(6)
四、组织学与胚胎学的学习方法	(7)
(一)形态与功能相互联系的观点	(7)
(二)进化发展的观点	(8)
(三)局部与整体统一的观点	(8)
(四)理论与实际相结合的观点	(8)
第二章 细胞	(10)
一、细胞膜	(10)
(一)质膜的化学成分	(10)
(二)质膜的特性	(11)
(三)质膜的分子结构模型	(11)
(四)质膜的功能	(11)
二、细胞器	(13)
(一)内质网	(13)
(二)高尔基复合体	(13)
(三)溶酶体	(14)
(四)过氧化物酶体	(16)
(五)线粒体	(16)
(六)核糖体	(16)

三、细胞核	(17)
(一)核被膜和核孔复合体	(17)
(二)染色质与染色体	(17)
(三)核仁	(18)
(四)核基质	(19)
四、细胞周期	(19)
(一)细胞周期和有丝分裂	(19)
(二)减数分裂	(20)
第三章 上皮组织	(23)
一、被覆上皮	(23)
(一)单层上皮	(24)
(二)复层上皮	(25)
二、腺上皮和腺	(27)
三、上皮细胞的特化结构	(29)
(一)上皮细胞的游离面	(29)
(二)上皮细胞的侧面	(30)
(三)上皮细胞的基底面	(31)
第四章 固有结缔组织	(34)
一、疏松结缔组织	(35)
(一)细胞	(35)
(二)纤维	(40)
(三)基质	(42)
二、致密结缔组织	(43)
三、脂肪组织	(44)
四、网状组织	(44)
第五章 软骨与骨	(47)
一、软骨	(47)
(一)软骨组织	(47)
(二)软骨膜	(47)
(三)软骨的类型	(48)
二、骨	(48)
(一)骨组织	(49)
(二)长骨的结构	(51)
三、骨发生	(53)
(一)膜内成骨	(53)
(二)软骨内成骨	(53)

第六章 血液	(56)
一、血细胞	(58)
(一)红细胞	(58)
(二)白细胞	(59)
(三)血小板	(61)
二、造血组织	(62)
(一)造血组织的发生	(62)
(二)骨髓	(62)
三、血细胞发生	(63)
(一)造血干细胞和造血祖细胞	(63)
(二)血细胞发生过程的形态演变	(63)
第七章 肌组织	(66)
一、骨骼肌	(66)
(一)骨骼肌纤维的光镜结构	(67)
(二)骨骼肌纤维的超微结构	(69)
(三)骨骼肌纤维的收缩原理	(70)
二、心肌	(70)
(一)心肌纤维的光镜结构	(70)
(二)心肌纤维的超微结构	(71)
三、平滑肌	(72)
(一)平滑肌纤维的光镜结构	(72)
(二)平滑肌纤维的超微结构	(72)
第八章 神经组织	(75)
一、神经元	(75)
(一)神经元的结构	(75)
(二)神经元的分类	(78)
(三)神经元的连接	(78)
(四)神经干细胞	(80)
二、神经胶质细胞	(81)
(一)中枢神经系统的胶质细胞	(81)
(二)周围神经系统的胶质细胞	(82)
三、神经纤维和神经	(82)
(一)神经纤维	(82)
(二)神经	(82)
四、神经末梢	(84)
(一)感觉神经末梢	(84)

(二)运动神经末梢	(86)
第九章 心血管系统	(89)
一、心	(89)
(一)心壁的结构	(89)
(二)心传导系统	(90)
二、血管	(91)
(一)动脉	(91)
(二)静脉	(93)
(三)毛细血管	(93)
三、微循环	(95)
第十章 免疫系统	(98)
一、主要的免疫细胞	(99)
(一)淋巴细胞	(99)
(二)巨噬细胞及单核吞噬细胞系统	(100)
(三)抗原呈递细胞	(100)
二、淋巴组织	(100)
(一)弥散淋巴组织	(100)
(二)淋巴小结	(100)
三、淋巴器官	(101)
(一)胸腺	(101)
(二)淋巴结	(102)
(三)脾	(104)
(四)扁桃体	(107)
第十一章 皮肤	(109)
一、表皮	(109)
(一)角质形成细胞	(109)
(二)非角质形成细胞	(110)
二、真皮	(112)
(一)乳头层	(112)
(二)网织层	(112)
三、皮肤的附属器	(113)
(一)毛	(113)
(二)皮脂腺	(113)
(三)汗腺	(114)
(四)指(趾)甲	(114)
四、皮肤的年龄变化	(114)

第十二章 消化管	(116)
一、消化管的基本结构	(116)
(一) 黏膜	(116)
(二) 黏膜下层	(116)
(三) 肌层	(117)
(四) 外膜	(117)
二、口腔与咽	(117)
(一) 舌	(117)
(二) 牙	(118)
(三) 咽	(119)
三、食管	(119)
(一) 黏膜	(119)
(二) 黏膜下层	(119)
(三) 肌层	(119)
(四) 外膜	(119)
四、胃	(119)
(一) 黏膜	(119)
(二) 黏膜下层	(122)
(三) 肌层	(122)
(四) 外膜	(122)
五、小肠	(122)
(一) 黏膜	(122)
(二) 黏膜下层	(123)
(三) 肌层	(123)
(四) 外膜	(124)
六、大肠	(124)
(一) 盲肠、结肠、直肠的结构特点	(124)
(二) 阑尾的结构特点	(124)
(三) 肛管的结构特点	(124)
七、胃肠的内分泌细胞	(125)
第十三章 消化腺	(128)
一、大唾液腺	(128)
(一) 一般结构	(128)
(二) 大唾液腺的特点	(129)
二、胰	(129)
(一) 外分泌部	(129)

(二) 胰岛	(130)
三、肝	(131)
(一) 肝小叶	(131)
(二) 门管区	(135)
第十四章 呼吸系统	(139)
一、气管与主支气管	(139)
(一) 气管	(139)
(二) 主支气管	(140)
二、肺	(141)
(一) 肺的导气部	(141)
(二) 呼吸部	(142)
(三) 肺的血管	(145)
第十五章 泌尿系统	(147)
一、肾	(147)
(一) 肾单位	(148)
(二) 集合管	(153)
(三) 球旁复合体	(153)
(四) 肾间质	(154)
(五) 肾的血液循环	(154)
二、输尿管与膀胱	(155)
(一) 输尿管	(155)
(二) 膀胱	(155)
第十六章 内分泌系统	(157)
一、甲状腺	(158)
(一) 甲状腺滤泡	(158)
(二) 滤泡旁细胞	(160)
二、甲状旁腺	(160)
三、肾上腺	(160)
(一) 皮质	(161)
(二) 髓质	(162)
四、垂体	(162)
(一) 腺垂体	(163)
(二) 神经垂体	(165)
五、松果体	(166)
第十七章 男性生殖系统	(168)
一、睾丸	(168)

(一)生精小管	(168)
(二)睾丸间质	(172)
(三)直精小管和睾丸网	(172)
(四)睾丸功能的内分泌调节	(172)
二、生殖管道	(173)
(一)附睾	(173)
(二)输精管	(173)
三、前列腺	(174)
四、精液	(174)
第十八章 女性生殖系统	(176)
一、卵巢	(176)
(一)卵泡的发育与成熟	(176)
(二)排卵	(179)
(三)黄体	(179)
(四)闭锁卵泡	(180)
二、输卵管	(180)
三、子宫	(180)
(一)子宫底部和体部的结构	(180)
(二)子宫内膜的周期性变化	(181)
(三)子宫内膜周期性变化的内分泌调节	(183)
(四)子宫颈	(184)
四、乳腺	(184)
(一)静止期乳腺	(184)
(二)活动期乳腺	(184)
第十九章 人体胚胎学总论	(187)
一、概述	(187)
二、胚胎学的发展	(187)
三、生殖细胞和受精	(189)
(一)生殖细胞	(189)
(二)受精	(189)
四、卵裂和胚泡形成	(190)
(一)卵裂	(190)
(二)胚泡形成	(191)
五、植入和二胚层胚盘形成	(192)
(一)植入	(192)
(二)蜕膜形成	(194)

(三)二胚层胚盘及相关结构的发生	(194)
六、三胚层胚盘及相关结构的形成	(194)
(一)三胚层胚盘的形成	(194)
(二)三胚层的分化	(195)
(三)胚体形成	(200)
七、胎膜与胎盘	(200)
(一)胎膜	(200)
(二)胎盘	(203)
八、胚胎龄的推算和胚胎各期外形特征	(205)
九、双胎、多胎与联胎	(206)
(一)双胎	(206)
(二)多胎	(207)
(三)联胎	(207)
十、先天畸形	(207)
(一)先天畸形的分类	(207)
(二)先天畸形的发生原因	(207)
(三)致畸敏感期	(208)
(四)先天性畸形的产前检查	(208)
附录 实习指导	(211)
实习一 绪论和上皮组织	(211)
实习二 结缔组织	(213)
实习三 肌组织和神经组织	(215)
实习四 循环系统和皮肤	(217)
实习五 免疫系统	(220)
实习六 消化管	(221)
实习七 消化腺	(223)
实习八 呼吸系统和泌尿系统	(225)
实习九 内分泌系统	(227)
实习十 男性生殖系统和女性生殖系统	(229)
实习十一 复习和考试	(231)
中英文名词对照索引	(232)



第一章 绪 论

组织学的创始人——马尔丕基

意大利人马尔丕基(Malpighi, 1628 ~ 1694), 解剖学家及医生, 出身于农民家庭(图 1-1)。由于双亲都死于流行病, 所以 Malpighi 下定决心学习医学。当时生物学上的一大困惑是血液是怎样从动脉流回静脉的? 解剖学家 Harvey 猜想, 在动脉和静脉之间一定有一个肉眼看不见的起连接作用的血管网。1661 年, Malpighi 用显微镜观察到了青蛙肺部动、静脉之间的毛细血管, 正是这些细小的血管将动脉与静脉连在了一起, 验证了 Harvey 的血液循环理论。为了证实毛细血管的存在, Malpighi 发明了独创性的研究方法, 首先向肺动脉注水, 冲淡血管内的血液, 使连接肺动脉和肺静脉的肺毛细血管在显微镜下显得更加清晰。同时他还发现, 肺中含有气泡, 气泡和血液之间由隔膜隔开, 为后人理解肺气体交换的生理机制创造了条件。

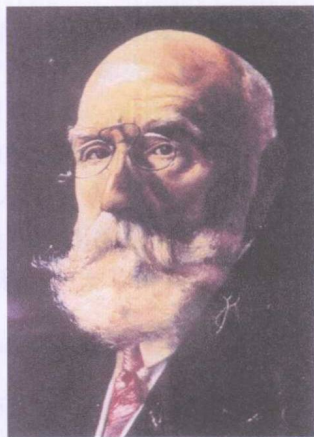


图 1-1 马尔丕基(Malpighi)

他还用放大镜观察了脾、肺、肾与皮肤等组织结构, 发现了脾小体、肾小体、舌乳头以及人类皮肤表皮与真皮之间有色素沉积层(现称马尔丕基层)等。至今某些《组织学》书中仍将脾小体、肾小体称“Malpighi 小体”。他还描述了鸡胚的体节、神经管和卵黄血管等。他的许多详细观察和记录对胚胎学的发展也产生了很大影响。他最先使用了染色剂染色和蜡剂注射等技术, 使被观察的物体更易分辨, 并且改进了显微镜。因此, Malpighi 是公认的组织学的创始人。

后来, 法国人 Bichat (1771 ~ 1822) 首次提出“tissue”(原意为编织物)一词。德国人 Meyer (1819) 将组织分类为 8 种并创用 Histology 一词。

一、组织学与胚胎学的概念及其在医学教育中的地位

组织学与胚胎学是研究人体形态结构、发生发育规律及其与功能关系的科学, 属生物学科中的形态学范畴, 是医学教育中重要的基础课程之一。其主要任务是探讨和阐明人体各器官、组织的形态特征、发生发育规律及其功能意义。对人体各器官、组织的形态结构若无正确的认识, 就无法区分正常与异常, 也不可能充分理解人体各器官和系统的生理机能、病理和病理生理的发展过程, 对临床诊断、治疗等均无法进行。

(一) 组织学

组织学是生命科学(life sciences)的组成部分。组织学包括细胞学、基本组织和器官组织学, 是借助光学显微镜或电子显微镜研究人体的微细结构、超微结构甚至分子水平的结构及相关功能关系的一门学科。组织学的发展以细胞学的发展为基础, 又与胚胎学的发展密不可分。



组织学与生物化学、免疫学、病理学、生殖医学及优生学等相关学科交叉渗透。因此,现代医学中的一些重大研究课题,如细胞凋亡,细胞突变,细胞识别与细胞通讯,细胞增殖、分化与衰老的调控,细胞与免疫,神经调节与体液调节等,都与组织学密切相关。作为一名医学生,只有系统掌握人体微细结构的基本知识,才能更好地学习、分析与理解机体生理过程和病理现象,才能进一步学好其他医学基础课程和临床各学科课程。

(二) 胚胎学

人体胚胎学主要研究人体胚胎发育的形态、结构形成及变化特点或规律,包括生殖细胞发生、受精、胚胎发育、胚胎与母体的关系以及先天畸形等。研究出生前胚胎发育和出生后婴儿的生长、成熟、衰老直至死亡的全过程的科学,称**人体发育学**(development of human)。现代胚胎学的研究内容充满无穷魅力,其中**生殖工程学**(reproductive engineering)通过体外受精、早期胚胎培养、胚胎移植、卵质内单精子注射、配子与胚胎冷冻等技术,可望获得人们期望的新生个体。试管婴儿和克隆动物是现代胚胎学最著名的成就。对医学生来讲,只有学习了胚胎学之后,才算真正地了解个体的人是如何来到世间的,体内各系统、器官和细胞是如何发生演化的;才能更准确地理解解剖学、组织学、病理学、遗传学以及免疫学等学科的某些内容或概念。所以,胚胎学知识有广泛的临床应用价值。

二、组织学与胚胎学的发展简史

组织学发展迄今为止已有 300 余年历史。法国人 Bichat(1771 ~ 1822)用放大镜观察肉眼解剖的组织,德国人 Meyer(1819)将组织分类为 8 种并创用 Histology 一词。德国学者 Schleiden(1804 ~ 1881)和 Schwann(1810 ~ 1882)于 1838 ~ 1839 年分别指出细胞是一切植物和动物的结构、功能和发生的重要单位,创立了细胞学说。19 世纪中期以后,随着光学显微镜、切片技术及染色方法的不断改进与充实,推动着组织学的继续发展。20 世纪初至中期,陆续研究出了相差显微镜、偏光显微镜、暗视野显微镜、荧光显微镜、紫外光显微镜等特殊显微镜并用于组织学研究。与此同时,组织化学、组织培养和放射自显影等技术也逐渐建立和完善并广泛应用,组织学研究更趋深入,资料日益丰富。20 世纪 40 年代电子显微镜问世,至今已广泛用于观察细胞和组织的微细结构及其不同状态下的变化,使人类对生命现象结构基础的认识进入到更微细的境界。

俄国生物学家、人类学家和胚胎学的奠基人——冯·贝尔(Von Bear, 1792 ~ 1876)最早发现了脊索,提出神经褶是中枢神经系统的原基并阐明了胎膜(羊膜、绒毛膜、尿囊膜)的发育和功能,而最大的贡献则是 1827 年第 1 次发现并证实了卵子。他发现脊椎动物的胚胎在早期极其相似。通过精细的比较研究,指出所有脊椎动物的胚胎都有一定程度的相似,在分类上亲缘关系愈近,胚胎的相似程度愈大;在发育过程中,门的特征最先出现,纲、目、科、属、种的特征随后依次出现。这就是胚胎学上的 Bear 法则。1855 年,德国学者 Remark(1815 ~ 1865)根据 Wolff 与 Bear 的一些报告及自己的观察,提出胚胎发育的三胚层学说,成为描述胚胎学起始的重要标志。

近 20 年来,生物力学、免疫学、组织化学和分子生物学等向组织学与胚胎学渗透,一些新兴技术如示踪技术、免疫组织化学技术、细胞培养技术和原位分子杂交技术等,在形态学研究中,被广泛采用,使这个古老的学科焕发出青春的异彩,尤其是胚胎学有了突飞猛进的发展。我国一大批中青年组织学与胚胎学工作者正在茁壮成长,可以预见,不久的将来,将以崭新的面貌



立足于世界解剖学界。

我国组织学研究起始于 20 世纪初,是从人体解剖学分划出来的一门较年轻的学科。我国老一辈组织学家如马文昭(1886~1965)、鲍鉴清(1893~1982)、王有琪(1899~1995)、张作干(1907~1969)、李肇特(1913~2006)、薛社普(1917~)等,他们在学科建设、科学研究和人才培养等方面作出了历史性的贡献。

三、组织学与胚胎学常用研究技术和方法

组织学与胚胎学常用研究技术和方法较多,现将几种主要研究技术与方法作一简要介绍。

(一) HE 染色

染色是用染料使组织切片着色,便于镜下观察。含氨基、二甲氨基等碱性助色团的染料,称**碱性染料**(basic dye)。细胞和组织内的酸性物质或结构与碱性染料亲和力强,细胞内颗粒和胞质内的酸性物质被染为蓝紫色,称**嗜碱性**(basophilia)。常用的碱性染料是苏木精。含羧基、羟基等酸性助色团的染料,称**酸性染料**(acid dye)。细胞和组织内的碱性物质或结构与酸性染料亲和力强,细胞质、基质及间质内的胶原纤维等被染为红色,称**嗜酸性**(acidophilia)。常用的酸性染料是伊红。对碱性或酸性染料亲和力均不强,称**中性**(neutrophil)。组织学中最常用的是**苏木精**(hematoxylin)和**伊红**(eosin)染色法,简称 HE 染色(图 1-2)。

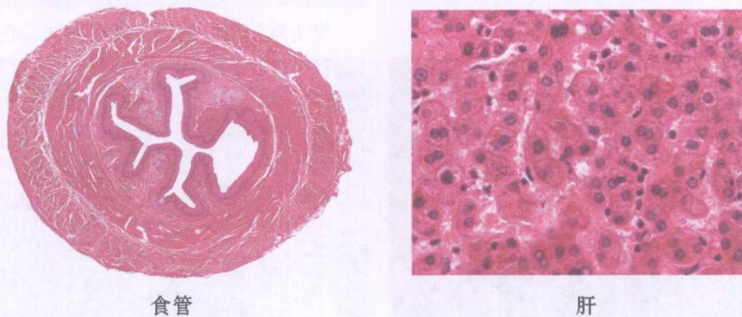


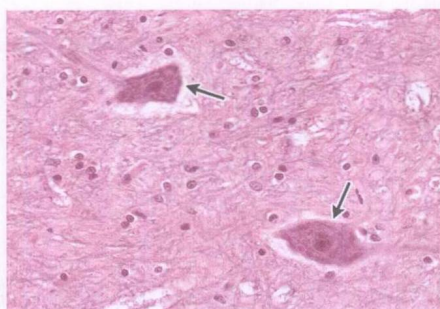
图 1-2 HE 染色法染色的器官

此外,有些组织结构经硝酸银处理(又称银染)后呈现黑色,此现象称**嗜银性**(argyrophilia)。有些组织成分用**甲苯胺蓝**(toluidine)等碱性染料染色后不显蓝色而呈紫红色,这种现象称**异染性**。不同的染色方法可以显示出不同的细胞或结构(图 1-3)。

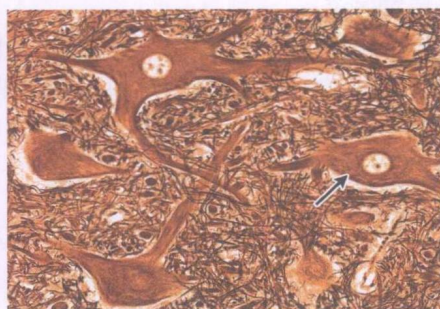
(二) 光学显微镜技术

1. 普通光学显微镜技术 光学显微镜(简称光镜)是一种既古老又常用的观测工具(图 1-4)。最好的光镜其分辨率约为 $0.2\ \mu\text{m}$,可将物体放大约 1500 倍。借助光镜能观察到的细胞、组织的微细结构,称**光镜结构**。在应用光镜技术时,需把组织制成薄片,以便光线透过,这样才能看到组织结构。最常用的切片是**石蜡切片**(paraffin section),其制备程序大致如下:①取材、固定;②脱水、透明、包埋;③切片、染色;④最后用树胶加盖片封固。

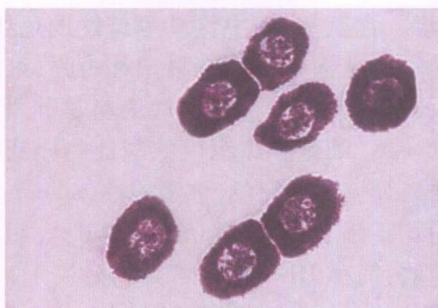
除石蜡切片外,还有:①**冰冻切片**(frozen section),即把组织块置于低温下迅速冻结后,直接切片。这种方法程序简单、快速,常用于酶的研究和快速病理诊断。②**涂片**(smear),把液体标本(如血液、骨髓、腹水)直接涂于玻片上。③**铺片**,把柔软组织(如疏松结缔组织)撕成薄膜



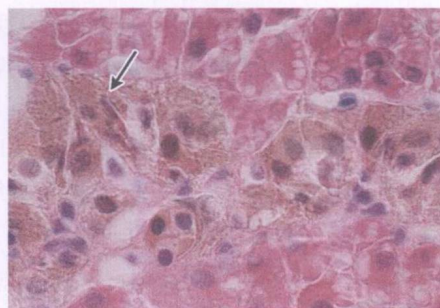
神经元(HE染色)



神经元(硝酸银染色)



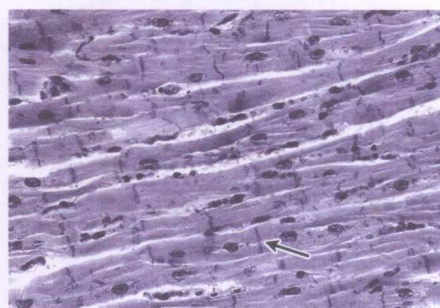
肥大细胞(甲苯胺蓝染色)



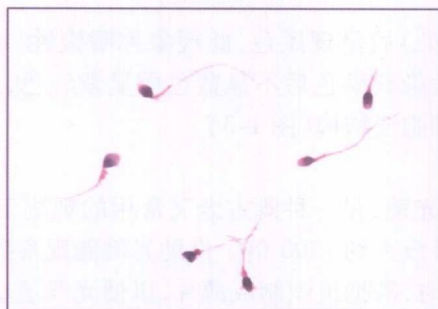
肾上腺髓质细胞(重铬酸盐+HE染色)



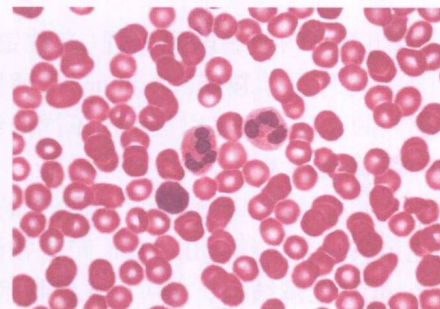
骨单位(硫堇染色)



心肌纤维(示闰盘,苏木精染色)



精子涂片(HE染色)



血涂片(瑞特染色)

图 1-3 不同染色方法显示不同的细胞或结构(窦肇华图)

铺在玻片上。④磨片,把硬组织(如骨、牙)磨成薄片贴于玻片上。以上各种制片,经染色后可在光镜下观察。



2. 常用特殊光学显微镜技术 因研究内容与观察对象的不同,需借助特殊的显微镜。①**荧光显微镜**(fluorescence microscope),是用设置了特殊的光源、滤片系统的显微镜,观察标本内的自发荧光物质或荧光素染色或标记的结构。②**倒置相差显微镜**(inverted phase contrast microscope),是一种把光源和聚光器安装在载物台上方,物镜放置在载物台的下方,利用光的相位差原理,专门用于观察组织培养的活细胞的形态及生长情况。③**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(图1-5)。CLSM可以更准确地检测、识别组织或细胞内的微细结构及其变化,也可以对细胞的受体移动、膜电位变化、酶活性以及物质转运进行测定并能用激光对细胞及染色体进行切割、分离、筛选和克隆;还可以对采集的图像进行二维或三维的分析处理。



图1-4 光学显微镜

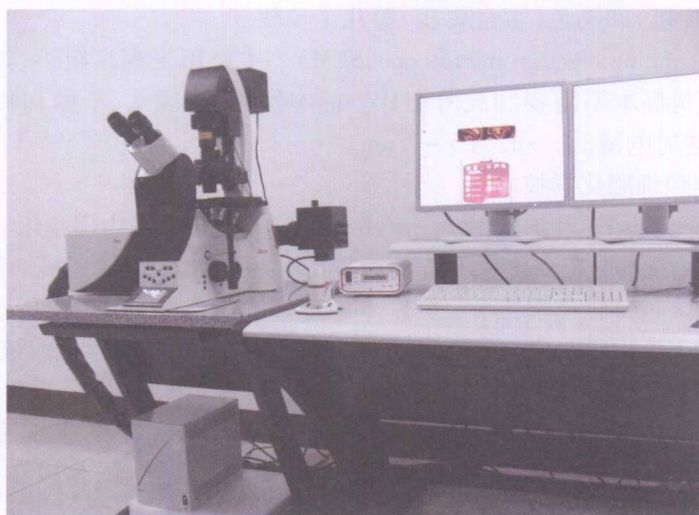


图1-5 激光扫描共聚焦显微镜

(三) 电子显微镜技术

电子显微镜(简称电镜)虽与光镜不同,但基本原理相似。电镜是以电子发射器代替光源,以电子束代替光线,以电磁透镜代替光学透镜,最后将放大的物像投射到荧光屏上进行观察。透射电镜的分辨率为 $0.1 \sim 0.2 \text{ nm}$,比光镜高1000倍。放大倍数可从几十倍至几十万倍。在电镜下所见的结构,称**超微结构**(ultrastructure)。样品中较薄或密度较低的部分,电子束散射得较少,有较多的电子通过物镜光栏,参与成像,在图像中显得较亮,称低电子密度。反之,样品中较厚或密度较高的部分,电子束散射得多,射落到荧光屏上的电子少,在图像中显得