

医学高等专科学校教材
中央广播电视大学医科大专指定教材

Zuzhixue Yu
Peitaxue

组织学

(第二版)

● Zuzhixue Yu Peitaxue

■ 主编

唐军民 高俊玲 苏安英

与

胚胎学

北京医科大学出版社



医学高等专科学校教材
中央广播电视大学医科大专指定教材

组织学与胚胎学

第二版

主 编 唐军民 高俊玲 苏安英

编 委 (以姓氏笔画为序)

马太芳	山西医科大学汾阳学院
卫 兰	北京大学医学部
王裕民	大同高等医学专科学校
安长新	新疆医科大学
苏安英	邯郸高等医学专科学校
李 英	北京大学医学部
吴 俊	北京大学医学部
赵淑敏	承德医学院
唐军民	北京大学医学部
高俊玲	华北煤炭医学院
郭顺根	北京中医药大学
袁维中	内蒙古医学院
崔彩莲	北京大学医学部
舒丹毅	北京大学医学部
韩依林	内蒙古医学院
焦丽娅	北京大学医学部

北京医科大学出版社

ZUZHIXUE YU PEITAI XUE

图书在版编目 (CIP) 数据

组织学与胚胎学/唐军民, 高俊玲, 苏安英主编.
2 版. - 北京: 北京医科大学出版社, 2001.8
医学高等专科学校教材. 中央广播电视大学医科大专
指定教材
ISBN 7-81071-220-9

I. 组… II. ①唐…②高…③苏… III. ①人体
组织学 - 电视大学 - 教材②人体胚胎学 - 电视大学 - 教
材 IV. R32

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2001) 第 055689 号

本书自 2001 年 8 月第 1 次印刷起封面贴防伪标记, 无防伪标记不准销售。

北京医科大学出版社出版发行
(100083 北京市海淀区学院路 38 号 北京大学医学部院内)
责任编辑: 姜艾琳 白玲
责任校对: 王怀玲
责任印制: 郭桂兰
山东省莱芜市圣龙印务书刊有限责任公司印刷 新华书店经销
开本: 787mm×1092mm 1/16 印张: 13 字数: 326 千字
2001 年 8 月第 2 版 2002 年 9 月第 2 次印刷 印数: 15001-35000 册
定价: 17.60 元

版权所有 不得翻印

前 言

组织学与胚胎学是相关的两门学科，我国的医学教学习惯地将他们列为一门课程——《组织学与胚胎学》。近几十年来，随着细胞生物学的兴起，组织化学、免疫组织化学、电子显微镜、激光共聚焦扫描显微镜等新方法和新技术的应用，大力推动了组织学与胚胎学科的发展。

《组织学与胚胎学》（第二版）是由唐军民、高俊玲、苏安英教授主编，北京大学医学部、华北煤炭医学院、邯郸高等医学专科学校、北京中医药大学、新疆医科大学、承德医学院、内蒙古医学院、山西医科大学汾阳学院、大同高等医学专科学校等9所院校的教师共同参加编写的一本基础医学专科教材。

本书是在吴江声、孙树勋教授主编的第一版的基础上，根据近年来本学科医学专科教学大纲以及教师和学生使用该教材的体会等编写而成。

为了更好地适应教学改革，适用于医学专科学学生使用，本教材对某些内容进行适当的文字精减，适当地增加了一些标本图像和模式图（共计280幅），并对所用图像进行了精心的处理和修改，使其更加清晰，适用性更强。

由于编者的水平有限，教材中不足之处或医学错误在所难免，恳请各位同行及学生提出意见，批评指正。

该教材的出版要衷心感谢第一版主编吴江声教授和孙树勋教授的指导和帮助，并感谢北京医科大学出版社给予的大力协助。

编者

2001年6月 北京

出版说明

为了适应学科发展、教学改革的新形势，我社组织北京大学医学部以及首都医科大学、山西医科大学、内蒙古医学院、唐山煤炭医学院、承德医学院、河北省职工医学院、邯郸医学高等专科学校的专家教授对我社 1994 年出版的医学大专教材作了修订，出版第二版，尽可能将最优秀的教材奉献给读者。这套医学大专教材，包括人体解剖学、组织学与胚胎学、医用基础化学、人体生理学、医学生物化学、医学寄生虫学、医学免疫学与微生物学、医学遗传学、病理学、病理生理学、药理学、诊断学基础、预防医学、护理学基础、内科学、外科学、妇产科学、儿科学、五官科学（耳鼻咽喉科学、眼科学、口腔科学）、皮肤病性病、传染病学、中医学等 22 本。其中 14 门基础医学教材为“中央广播电视大学医科大专指定教材”。

本套教材是根据医学大专学生的培养目标和教学大纲，在总结各校教学经验的基础上编写的。强调少而精和实用性，保证基本理论和基本知识的内容，适当反映学科发展趋势。这套系列教材除主教材外，各书配有辅导教材，即学习指导，便于学生自学。本套教材适用于医学高等专科学校（含临床医学、预防医学、口腔医学、护理学、妇幼卫生、精神卫生、医学检验、医学影像等专业）、大专层次的高职教育、网络教育、成人教育及专业证书班学生。授课教师可根据专业和学时数，选择重点讲授。

本套教材在策划、组稿、编写过程中，得到有关院校领导和中央电大医科课程主持教师的大力支持和各位编审人员的通力合作，在此一并致以衷心的感谢。

目 录

第一章 绪论 (1)	五、软骨 (33)
一、组织学与胚胎学的研究内容及与 其他医学课程的关系..... (1)	(一) 透明软骨 (33)
(一) 组织学的研究内容 (1)	(二) 纤维软骨 (35)
(二) 胚胎学的研究内容 (1)	(三) 弹性软骨 (35)
二、组织学与胚胎学常用的研究技术 (2)	六、骨组织和骨 (35)
(一) 显微镜 (2)	(一) 骨组织基本结构 (36)
(二) 样品标本制备技术 (3)	(二) 长骨的结构 (38)
第二章 细胞 (6)	(三) 骨的发生 (39)
一、细胞形态..... (6)	(四) 骨的再生及影响骨生长的因素 (41)
二、细胞的结构与功能..... (6)	七、血液和血发生 (41)
(一) 细胞膜 (7)	(一) 血细胞 (42)
(二) 细胞核 (9)	(二) 骨髓与血细胞的发生 (45)
(三) 细胞质 (11)	第五章 肌组织 (49)
三、细胞分裂 (15)	一、骨骼肌 (49)
(一) 有丝分裂 (15)	(一) 骨骼肌纤维的光镜结构 (49)
(二) 无丝分裂 (17)	(二) 骨骼肌纤维的超微结构 (50)
四、细胞周期 (17)	(三) 骨骼肌纤维的收缩原理 (51)
(一) 分裂间期 (17)	二、心肌 (51)
(二) 分裂期 (M期) (17)	(一) 心肌纤维的光镜结构 (52)
第三章 上皮组织 (19)	(二) 心肌纤维的超微结构特点 (52)
一、被覆上皮 (19)	三、平滑肌 (52)
(一) 被覆上皮的类型和结构 (19)	(一) 平滑肌纤维的光镜结构 (53)
(二) 上皮组织的特殊结构 (22)	(二) 平滑肌纤维的超微结构 (53)
二、腺上皮和腺 (24)	第六章 神经组织 (54)
(一) 外分泌腺和内分泌腺 (25)	一、神经元 (54)
(二) 外分泌腺的结构和分类 (25)	(一) 神经元的结构 (54)
第四章 结缔组织 (27)	(二) 神经元的分类 (55)
一、疏松结缔组织 (27)	(三) 突触 (57)
(一) 细胞 (27)	二、神经胶质细胞 (58)
(二) 细胞间质 (30)	(一) 中枢神经系统的胶质细胞 (58)
二、致密结缔组织 (31)	(二) 周围神经系统的胶质细胞 (59)
三、网状组织 (32)	三、神经纤维和神经 (59)
四、脂肪组织 (33)	(一) 有髓神经纤维 (59)
	(二) 无髓神经纤维 (59)

四、神经末梢	(62)	(一) 胸腺的组织结构	(82)
(一) 感觉神经末梢	(62)	(二) 胸腺的功能	(82)
(二) 运动神经末梢	(63)	(三) 血胸腺屏障	(83)
五、神经节、脊髓、大脑皮质和小脑		二、淋巴结	(83)
皮质	(63)	(一) 淋巴结的组织结构	(83)
(一) 神经节	(63)	(二) 淋巴结的功能	(85)
(二) 脊髓	(65)	三、脾	(86)
(三) 大脑皮质	(65)	(一) 脾的组织结构	(86)
(四) 小脑皮质	(67)	(二) 脾的血液循环	(88)
六、血脑屏障	(68)	(三) 脾的功能	(88)
第七章 循环系统	(69)	四、扁桃体	(89)
一、毛细血管	(69)	五、单核吞噬细胞系统	(90)
(一) 毛细血管的组织结构和分类	(69)	第十章 消化系统	(91)
(二) 毛细血管的功能	(70)	消化管	(91)
二、动脉	(70)	一、消化管的一般结构	(91)
(一) 中动脉	(71)	(一) 粘膜	(91)
(二) 小动脉和微动脉	(71)	(二) 粘膜下层	(91)
(三) 大动脉	(71)	(三) 肌层	(92)
三、静脉	(72)	(四) 外膜	(92)
(一) 中静脉	(72)	二、口腔及咽	(92)
(二) 小静脉和微静脉	(73)	(一) 口腔	(92)
(三) 大静脉	(73)	(二) 咽	(93)
(四) 静脉瓣	(73)	三、食管	(93)
四、心脏	(73)	四、胃	(94)
(一) 心脏的结构	(73)	(一) 粘膜	(94)
(二) 心脏的传导系统	(74)	(二) 其它各层的结构	(96)
五、淋巴管系统	(75)	五、小肠	(96)
(一) 毛细淋巴管	(75)	(一) 粘膜	(96)
(二) 淋巴管和淋巴导管	(75)	(二) 其它各层的结构	(98)
第八章 皮肤	(76)	六、大肠与阑尾	(98)
一、皮肤的结构	(76)	七、胃肠的内分泌细胞	(98)
(一) 表皮	(76)	消化腺	(99)
(二) 真皮	(78)	一、唾液腺	(99)
二、皮下组织	(78)	(一) 唾液腺的一般结构	(99)
三、皮肤附属器	(78)	(二) 三对唾液腺的特点	(100)
(一) 毛	(78)	二、胰	(100)
(二) 皮脂腺	(79)	(一) 外分泌部	(100)
(三) 汗腺	(80)	(二) 内分泌部	(101)
第九章 淋巴器官	(81)	三、肝	(102)
一、胸腺	(81)	(一) 肝小叶	(102)

(二) 肝门管区	(104)	(二) 神经垂体及其与下丘脑的关系	(127)
(三) 肝血液循环	(104)	五、散在的神经内分泌系统	(128)
(四) 胆汁的排泄途径	(105)	第十四章 生殖系统	(129)
(五) 肝的功能	(105)	男性生殖系统	(129)
第十一章 呼吸系统	(106)	一、睾丸	(129)
一、鼻腔	(106)	(一) 生精小管	(129)
(一) 前庭部	(106)	(二) 睾丸间质	(131)
(二) 呼吸部	(106)	(三) 直精小管和睾丸网	(131)
(三) 嗅部	(106)	二、生殖管道	(132)
二、喉	(107)	(一) 附睾	(132)
三、气管与支气管	(107)	(二) 输精管	(132)
(一) 粘膜	(107)	三、附属腺	(132)
(二) 粘膜下层	(108)	女性生殖系统	(133)
(三) 外膜	(108)	一、卵巢	(133)
四、肺	(108)	(一) 卵泡的发育与成熟	(134)
(一) 肺导气部	(108)	(二) 排卵	(136)
(二) 肺呼吸部	(109)	(三) 黄体的形成和退化	(136)
(三) 肺的血管	(110)	(四) 卵泡闭锁与间质腺	(137)
第十二章 泌尿系统	(111)	二、输卵管	(137)
一、肾	(111)	三、子宫	(138)
(一) 肾的一般结构	(111)	(一) 子宫壁的一般结构	(138)
(二) 肾的组织结构	(111)	(二) 子宫内膜的周期性变化	(139)
(三) 肾间质	(118)	四、阴道	(140)
(四) 肾的血液循环	(118)	五、乳腺	(141)
二、排尿管道	(119)	(一) 乳腺的一般结构	(141)
(一) 粘膜	(120)	(二) 静止期乳腺和活动期乳腺	(142)
(二) 肌层	(120)	第十五章 眼和内耳	(144)
(三) 外膜	(120)	一、眼球	(144)
第十三章 内分泌系统	(121)	(一) 眼球壁	(144)
一、甲状腺	(121)	(二) 眼内容物	(148)
(一) 滤泡	(121)	二、眼睑	(148)
(二) 滤泡旁细胞	(122)	(一) 皮肤	(148)
二、甲状旁腺	(123)	(二) 皮下组织	(148)
(一) 主细胞	(123)	(三) 肌层	(148)
(二) 嗜酸性细胞	(123)	(四) 纤维层	(148)
三、肾上腺	(123)	(五) 睑结膜	(149)
(一) 皮质	(123)	三、内耳	(149)
(二) 髓质	(124)	(一) 壶腹嵴	(149)
四、垂体	(124)	(二) 位觉斑	(150)
(一) 腺垂体	(125)		

(三) 膜蜗管和螺旋器	(150)	二、消化系统的发生	(173)
第十六章 人体胚胎学总论	(153)	(一) 原始消化管的发生和分化	(173)
一、人体胚胎学简介	(153)	(二) 咽囊的演变	(173)
二、生殖细胞与受精	(153)	(三) 消化管的发生	(174)
(一) 生殖细胞	(153)	(四) 消化腺的发生	(175)
(二) 受精	(153)	(五) 消化系统的常见畸形	(177)
三、卵裂、胚泡形成与植入	(155)	三、呼吸系统的发生	(179)
(一) 卵裂	(155)	(一) 喉、气管和肺的发生	(179)
(二) 胚泡	(155)	(二) 呼吸系统的常见畸形	(179)
(三) 植入	(155)	第十八章 泌尿系统和生殖系统的发生	
四、胚层形成与分化	(157)	(181)
(一) 三胚层的形成	(157)	一、泌尿系统的发生	(181)
(二) 三胚层的分化	(160)	(一) 肾和输尿管的发生	(181)
五、圆柱形胚体形成	(162)	(二) 膀胱和尿道的发生	(183)
(一) 胚中轴器官的建立	(162)	(三) 泌尿系统的常见畸形	(184)
(二) 圆柱形胚体形成过程	(162)	二、生殖系统的发生	(185)
(三) 圆柱形胚体形成结果	(162)	(一) 睾丸和卵巢的发生	(185)
六、胎膜和胎盘	(162)	(二) 生殖管道的发生和演变	(186)
(一) 胎膜	(163)	(三) 生殖系统的常见畸形	(188)
(二) 胎盘	(165)	第十九章 循环系统的发生	(189)
七、双胞胎、联胎与多胎妊娠	(167)	一、原始心血管系统的建立	(189)
(一) 双胞胎	(167)	二、心脏的发生	(189)
(二) 联胎	(168)	(一) 心管的发生	(189)
(三) 多胎	(168)	(二) 心脏外形的演变	(190)
第十七章 颜面、消化系统与呼吸系统的		(三) 心脏内部的分隔	(190)
发生	(170)	三、胎儿血循环及出生后的改变	
一、颜面的发生	(170)	(192)
(一) 鳃弓的发生	(170)	(一) 胎儿血循环	(192)
(二) 颜面的形成	(170)	(二) 胎儿出生后血循环的改变	(193)
(三) 腭的发生与口鼻分隔	(171)	四、循环系统的先天畸形	(194)
(四) 颜面常见畸形	(171)		

第一章 绪 论

一、组织学与胚胎学的研究内容及与其他医学课程的关系

(一) 组织学的研究内容

组织学 (histology) 是研究正常机体细微结构及其相关机能的科学, 包括细胞、基本组织和器官系统三部分。

1. 细胞 (cell) 是一切生物体结构和功能的基本单位。人体的细胞形态多样, 呈球形、方形、柱形、杯形、梭形、扁平形、多突起形等。

2. 组织 (tissue) 由形态相似、功能相关的细胞及细胞间质构成。细胞之间的物质称为细胞间质 (intercellular substance), 由细胞产生, 构成细胞生活的微环境。通常把机体的基本组织归纳为四种, 即上皮组织、结缔组织、肌组织、神经组织。每种组织都具有各自的结构和功能特点。

3. 器官 (organ) 和系统 (system) 基本组织进行有机组合形成器官, 多个器官协调配合完成一定的功能, 形成系统。人体由多个器官系统组成, 各有其形态结构, 执行特定功能。例如, 消化系统由一系列管腔性器官及实质性器官组成, 包括食管、胃、肠、肝、胰腺等, 每一个器官均由基本组织构成。整个消化系统的功能是摄取、消化食物和吸收营养。神经系统、内分泌系统和免疫系统协调调控和整合各系统的活动, 以保持机体的完整和统一。

(二) 胚胎学的研究内容

胚胎学 (embryology) 是研究个体发生及发育规律的科学, 包括发生过程、发育机制、先天性畸形等。人体胚胎学着重研究人体在母体子宫内的发育, 始于精卵结合, 历经 38 周, 266 天, 由受精卵演发为结构复杂的胎儿, 最后得以分娩。人体胚胎学包括人体胚胎学总论、各论及相关的先天性畸形的发生机制。

机体的微细结构及其功能是在个体发生发育过程中逐渐形成和完善的。因此, 从机体的发生发育过程和规律的角度, 更能深刻理解它们的微细结构和功能。由于组织学与胚胎学关系密切, 故常将组织学和胚胎学编为一本教材, 但它们是具有不同研究内容的两门学科, 都是重要的基础医学课程。

人们对疾病发生发展规律的认识, 是从掌握人体正常结构入手的。研究机体的外形和内部器官系统的结构, 称为解剖学。利用显微镜研究机体的微细结构, 称为组织学, 也称显微解剖学, 因而组织学以解剖学为基础。同时, 组织学又是病理学的基础, 倘若不了解人体正常微细结构, 就不可能识别细胞、组织的病理形态变化。组织学与生理学、生物化学等学科的关系也很密切。目前, 对人体细微结构的研究已从组织细胞水平、亚细胞水平上升到分子水平, 这对于深入理解疾病的发生机理是不可缺少的。

医学生另一个必要的基础知识是学习掌握个体的发生发育过程、机制以及相关的先天性畸形。胚胎学与病理学、临床医学、计划生育和人类优生学等都有密切的关系, 特别是目前胚胎干细胞生物工程的不断进展, 将给人类对疾病的治疗带来飞跃发展。

二、组织学与胚胎学常用的研究技术

组织学伴随着显微镜的发明而建立。观察手段的进步推动着组织学不断地发展。显微镜的不断改进,使得人们对机体微细结构的认识,经历了由粗到细,由简单到复杂,到更精细的过程。显微镜的放大倍率与其分辨率有关。人眼分辨两点之间最小距离的能力,称为分辨率。通常,人裸眼的分辨率仅为0.2mm,而光学显微镜的分辨率可为0.2 μ m,可使物体放大几十倍至一千倍。电子显微镜的分辨率则提高到0.2nm,放大倍率为几千倍至几十万倍。扫描隧道显微镜的分辨率则高达原子水平。

用光学显微镜与电子显微镜观察标本时,常用的长度计量单位及其之间的换算为:

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

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

另外,样品制备技术的不断进步和完善,与观察手段相得益彰,为深化研究工作创造了良好的条件。可以预言,随着技术进步、新方法的不断涌现,必将有力地推动组织学与胚胎学进一步的发展。下面仅就常用的显微镜和样品制备技术做简要介绍。

(一) 显微镜

1. 光学显微镜 光学显微镜(light microscope, LM)是最常用的、最基本的观察工具。它以自然光或照明光为光源,以玻璃透镜进行聚焦、放大成像,使用透射光观察标本。组织标本一般需要切成5~7 μ m的薄片,用染料染色以增加颜色反差,构成彩色图像显示细胞、组织结构。代表细胞水平的分辨率和放大倍率,称为光镜结构。

2. 透射电子显微镜 透射电子显微镜(transmission electron microscope, TEM)以电子束为光源,以电磁场作为透镜(电磁透镜)。电子束在电磁场的作用下偏转,产生聚焦或放大。放大的图像成像于荧光屏,可照像纪录。因为电子束穿透能力很低,被观察的组织须制备成50~80nm的超薄切片,用重金属盐(醋酸铀、枸橼酸铅)染色后进行观察。

细胞、组织的不同结构与重金属离子的结合量不同,以这种重金属离子分布的差别间接反映出样品的组织结构。当电子束到达样品时,一些电子被样品上的重金属离子吸收或散射,另一些电子则透过样品。电子的吸收、散射、透过量因样品组织结构而形成相应差别,在荧光屏上产生具有明暗反差的图像。电镜下所观察的结构代表亚细胞水平,称为电镜结构或超微结构。

3. 扫描电子显微镜 扫描电子显微镜(scanning electron microscope, SEM)主要用于观察材料的表面结构,被观察的样品不必制备为超薄切片。扫描电镜发射的电子经聚焦后形成极细的电子束,称为电子探针。后者在样品表面逐级扫描,扫描到样品表面的电子,为入射电子,由于它的撞击,样品表面发出二次电子。各扫描点二次电子的产量与样品表面的形貌有关。收集二次电子信号,经放大并在荧光屏上转变为图像,所得到的是明暗反差的三维立体图像。

4. 荧光显微镜 荧光显微镜(fluorescence microscope, FM)以波长较短的紫外光或蓝紫光为光源,称作激发光。标本中某些特殊分子吸收激发光之后,发出在荧光显微镜下可观察到的、波长较长的荧光。呈现荧光处,即代表某种成分所在。这些成分若是组织、细胞的固有成分,则称为原发荧光;若是与荧光染料结合的成分,则称为继发荧光。如维生素A本身所产生的绿色荧光即为原发荧光,而DNA与荧光染料吖啶橙结合后发出的黄绿色荧光则

为继发荧光，RNA发出的继发荧光呈桔红色。若以荧光染料（如异硫氰酸、罗丹明等）标记抗体，检测组织中相应抗原的存在与分布，则称为免疫荧光技术，特异性更高。

5. 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年代研制成的，以激光为光源，在传统光学显微镜基础上采用共轭聚焦原理和装置，并利用计算机对所观察分析的对象进行数字图像处理的一套观察和分析系统。CLSM主要解决了生物样品结构相互重叠影响观察的问题。CLSM可对细胞或组织切片（包括活细胞或组织）进行连续扫描，获得各个层面的结构图像，并进行三维重建。另外，CLSM可通过荧光标记检测细胞内pH值、离子浓度、抗原、核酸等。

（二）样品标本制备技术

依据各类显微镜的成像原理，对被观察的组织、细胞进行处理，使之成为镜下可观察的标本，这一过程构成样品标本制备技术。

1. 普通组织标本制备技术 光镜用透射光观察标本，如果把组织材料直接置于镜下，由于厚度大，光线不能透过，而且绝大多数组织都是无色的，难于进行观察。须将组织材料制备为薄的组织切片，再经染色等步骤，才能在镜下观察。组织处理的主要步骤如下。

（1）取材和固定：将新鲜组织约5mm³无损伤取下，立即投入固定液中进行固定。固定的目的是防止组织离体后由于酶的作用，细胞产生自溶；防止由于细菌的作用产生组织腐败，并尽可能保存细胞生活状态下的结构、化学特性和生物活性等。用于固定的化学试剂称为固定剂。固定液的种类很多，最常用的是甲醛溶液。

（2）包埋和切片：为便于组织块切割为薄的组织切片，需将固定的组织块逐步过渡到包埋剂中，进行包埋。石蜡是常用的包埋剂，经过梯度浓度的乙醇脱水之后，将熔化的石蜡充分浸透于组织内，待石蜡冷却凝固后，组织块即被包埋于石蜡中。用石蜡切片机把石蜡组织块切成5~7μm厚的薄片，将之裱贴于载玻片上。

也可用火棉胶或树脂包埋。此外，尚可将未经固定的新鲜组织块迅速冷冻，再用冰冻切片机进行切片，称为冰冻切片技术。后者能较好的保存组织的化学成分和酶活性，并且方法简便快速，适用于酶的显示和临床病理快速诊断。

（3）染色：在普通光学显微镜下，只有当可见光通过标本后发生波长或振幅改变时，才能观察到结构细节。一般生物样品多无色透明，所以需要组织切片进行染色。最常用的是苏木素（hematoxylin）和伊红（eosin）染色法，简称HE染色。苏木素为碱性染料，将细胞核染为蓝色。伊红为酸性染料，将细胞质染为红色。组织细胞成分若被碱性染料所染，称为嗜碱性；若被酸性染料所染，称为嗜酸性；若与两种染料的亲和力均较差，着色很浅，则称为中性。

银染法也较常用。将组织切片浸于硝酸银中，有的组织成分能够直接把硝酸银还原，使银颗粒附于其上，呈棕黑色或棕黄色，组织的这种染色特点称为亲银性；有的组织成分本身对硝酸银无直接还原能力，需要先加入还原剂，使银盐还原沉淀显色，称此为嗜银性。

异染性是一种有趣的染色现象，例如，当用蓝色碱性染料甲苯胺蓝进行染色时，肥大细胞内的嗜碱性颗粒被染为紫红色，并非染成蓝色，这种改变染料自身颜色的现象称为异染性。

另外，将血细胞、骨髓或其他游离细胞（如胸水、腹水或分泌物的脱落细胞）直接涂于载玻片上，制成涂片标本；疏松结缔组织或肠系膜等制成铺片标本；将牙或骨制成磨片标本。经染色，均可在光镜下观察。其中有的还具有临床诊断价值。

(4) 脱水封存：经过梯度浓度乙醇脱去组织中的水分，经二甲苯透明，用树胶将组织封存于载玻片和盖玻片之间，以便较长期保存。

2. 透射电镜样品制备技术 也经过取材、固定、包埋、切片、电子染色等步骤。与普通组织标本制备技术比较，有以下特点：取材时组织块更小，一般为 1 mm^3 ；固定液通常使用戊二醛、四氧化锇双重固定；树脂包埋；用超薄切片机切成厚度为 $50\sim 80\text{nm}$ 的超薄切片；使用重金属盐醋酸铀、枸橼酸铅进行电子染色。电子染色与染料染色不同，它不产生颜色差别，只产生明暗反差。

电镜下观察时，由于标本中不同成分与重金属盐结合程度的差异，因而对电子的吸收与散射程度不同，所以在荧光屏上呈现出图像的明暗反差。被重金属盐染色的部位，电子束照射时，产生电子吸收或电子散射，在荧光屏上成像显得暗，称为电子密度高；反之，在荧光屏上成像显得亮，称为电子密度低或电子透明。

3. 扫描电镜样品制备技术 不需制成超薄切片，标本经过固定、脱水干燥、表面喷镀金属膜，即可观察。样品表面喷镀处理可增加表面二次电子信号发射率，并可增加样品表面导电性，使图像质量提高。

4. 组织化学与细胞化学技术 组织化学 (histochemistry) 与细胞化学 (cytochemistry) 是介于组织学与生物化学间的边缘科学。其基本原理是利用某些化学试剂与组织细胞样品中的某种物质发生化学反应，反应终产物是在组织的原位形成可见的有色沉淀物，从而间接证明某种组织细胞成分的存在。用组织化学方法可以定性、定位、定量显示组织内糖类、脂类、蛋白质和酶、核酸等物质。例如，PAS 反应 (periodic acid Schiff reaction, PAS) 是显示多糖的组织化学反应，它的终产物为紫红色。

倘若组织化学反应终产物的细小沉淀具有吸收或散射电子的能力，则可在超微结构水平上观察到某种化学成分的存在，称此为电镜细胞化学技术。

5. 免疫组织化学或免疫细胞化学技术 免疫组织化学 (immunohistochemistry)、免疫细胞化学 (immunocytochemistry) 是以抗原抗体结合反应为基础，在显微镜下查知组织或细胞内多肽、蛋白质等具有抗原性物质的技术。它的优点是特异性强、敏感度高，是迅速发展起来的新技术。显微镜下是不能见到抗原抗体间的反应，但若用标记物 (镜下可见的物质) 将抗体进行标记，再用标记抗体与抗原进行反应，那么在看到标记物的地方，即代表抗原的所在。常用的标记物有辣根过氧化物酶、碱性磷酸酶、胶体金、铁蛋白等。在超微结构水平显示抗原成分的技术，称为电镜免疫细胞化学技术。如果以荧光素为标记物，则可在荧光显微镜下进行观察，称为免疫荧光技术。

6. 原位杂交技术 原位杂交 (*in situ hybridization*) 是新近发展起来的分子水平的前沿技术，融分子生物技术与形态学技术为一体。基本原理是根据 DNA 或 RNA 核苷酸碱基互补特点，应用已知的被标记碱基序列 (核酸探针) 与细胞内待检测的核苷酸片段 (基因) 进行杂交，通过标记物的显示，在显微镜下观察待测基因的定位分布，并可以通过图像分析技术进行定量，进而反映出该基因的表达与细胞功能的联系。如果说免疫细胞化学是蛋白水平的检测技术，那么原位杂交就是进一步从分子水平探讨细胞基因表达、调节机制及其与细胞功能的关系。该技术具有很高的特异性和敏感性。

7. 组织或细胞培养技术 组织培养 (tissue culture)、细胞培养 (cell culture) 是将活的组织或细胞在体外适宜条件下进行培养的技术。细胞在体外生长，需要有与体内基本相同的条件 (温度、湿度、营养、pH、合理的 O_2 与 CO_2 比例等)。对培养的细胞可进行形态学观察，

也可对培养细胞施加一定的因素，观察其对细胞形态、功能、行为等的影响。体外培养下的各因素易于控制，便于对所得结果进行分析。组织培养技术在生物医学领域有着广泛应用，已经成为细胞学、病理学、微生物学、免疫学、肿瘤学、分子生物学等不可缺少的研究手段，为医学发展做出了很大贡献。

1998年11月，美国科学家报道将胚胎干细胞进行分离与体外培养。近两年将胚胎干细胞、成体干细胞进行分离、体外培养以及定向分化成所需组织的研究称为“干细胞生物工程”，成为继克隆羊之后的又一国际性关注热点。这一工程不但探索胚胎干细胞向不同组织细胞分化的规律，对于揭开人体的个体发育之谜具有极其重要的理论意义，而且将产生的组织细胞甚至器官供移植用，在疾病治疗上也有广阔的应用前景。

(高俊玲)

第二章 细 胞

细胞 (cell) 是一切生物体结构和功能的基本单位。人体由多种细胞构成, 它们具有不同的形态结构和特定的功能, 共同完成人体完整生命活动, 如物质代谢、生长发育、对环境的感应及生殖遗传等。

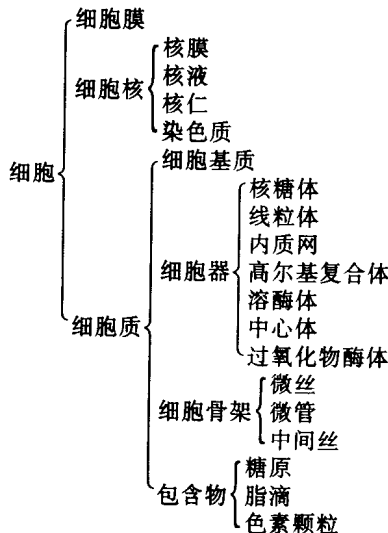
一、细胞形态

人体的多种细胞形态各异, 有球形、多边形、梭形、扁平形、立方形、圆柱形和星形多突状等 (图 2-1), 都是适应有机体各种特定的功能演化而成。如血液中可以游走的白细胞呈球形; 输送氧气的红细胞为双凹圆盘状; 密集排列成片或成团的上皮细胞呈多边形; 具有收缩能力、完成有机体各种运动的肌细胞为长梭形或长圆柱形; 能接受刺激、传导冲动, 并支配其它细胞活动的神经细胞, 则具有长短不等的突起 (图 2-1); 还有些细胞为了特殊功能需要, 具有纤毛、鞭毛、微绒毛等突起, 如精子等。

人体内各种不同类型的细胞, 其大小差别很大, 有些细胞并可随功能的变化而变化。最小的细胞, 如小脑的颗粒细胞, 直径只有 $4\mu\text{m}$; 较大的细胞, 如成熟的卵细胞, 直径约为 $135\mu\text{m}$; 最大的细胞是神经细胞, 它的突起最长可超过 1m ; 肌细胞大小还可随生理需要发生变化; 如骨骼肌可因锻炼使肌细胞变粗大; 成年妇女子宫平滑肌的长度约为 $50\mu\text{m}$, 但在妊娠期可增大到 $500\mu\text{m}$ 。

二、细胞的结构与功能

人体细胞的形状及大小虽然各不相同, 但它们都具有共同的基本结构: 即细胞膜、细胞核和细胞质 (图 2-2, 2-3)。



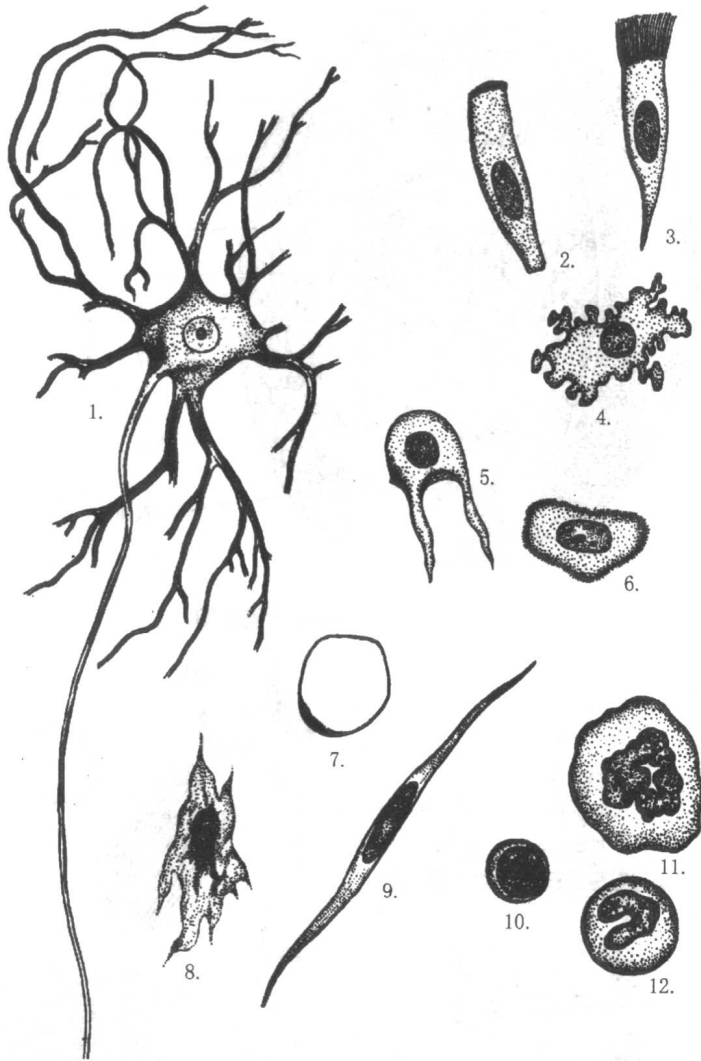


图 2-1 各种形态的细胞模式图

1. 神经细胞 2~6. 各种上皮细胞 7. 脂肪细胞 8. 成纤维细胞 9. 平滑肌细胞 10~12. 血细胞

(一) 细胞膜

细胞膜 (cell membrane) 是包在细胞表面的一层薄膜, 它是细胞质的一部分, 因而又称质膜 (plasma membrane), 其厚度约 $7 \sim 10\text{nm}$ 。

1. 细胞膜的结构 在光学显微镜下, 一般难以分辨出细胞膜, 但可间接证明其存在, 如刺破活细胞时可见胞质流出。经四氧化钼染色后, 应用电子显微镜观察, 可见细胞膜分为内、中、外三层结构。内、外两层电子密度高, 每层厚 2.0nm , 深暗; 中间层电子密度低, 厚 3.5nm , 明亮。三层总厚约 7.5nm 。以上三层膜是一切生物膜所具有的共同特征, 称为单位膜 (unit membrane)。细胞内有膜细胞器的膜也具有单位膜的结构。

关于细胞膜的分子结构, 目前较为公认的是“液态镶嵌模型 (fluid-mosaic model)”学说。即细胞膜是由双层脂类分子和镶嵌其中的蛋白质分子构成 (图 2-4)。

细胞膜的双层脂类分子呈液态, 可以流动, 镶嵌其中的蛋白质分子在两层脂类分子之间

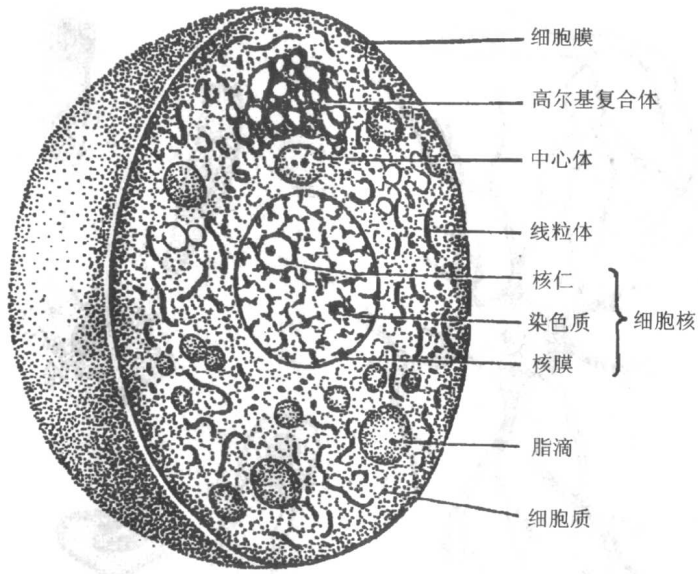


图 2-2 细胞一般结构模式图

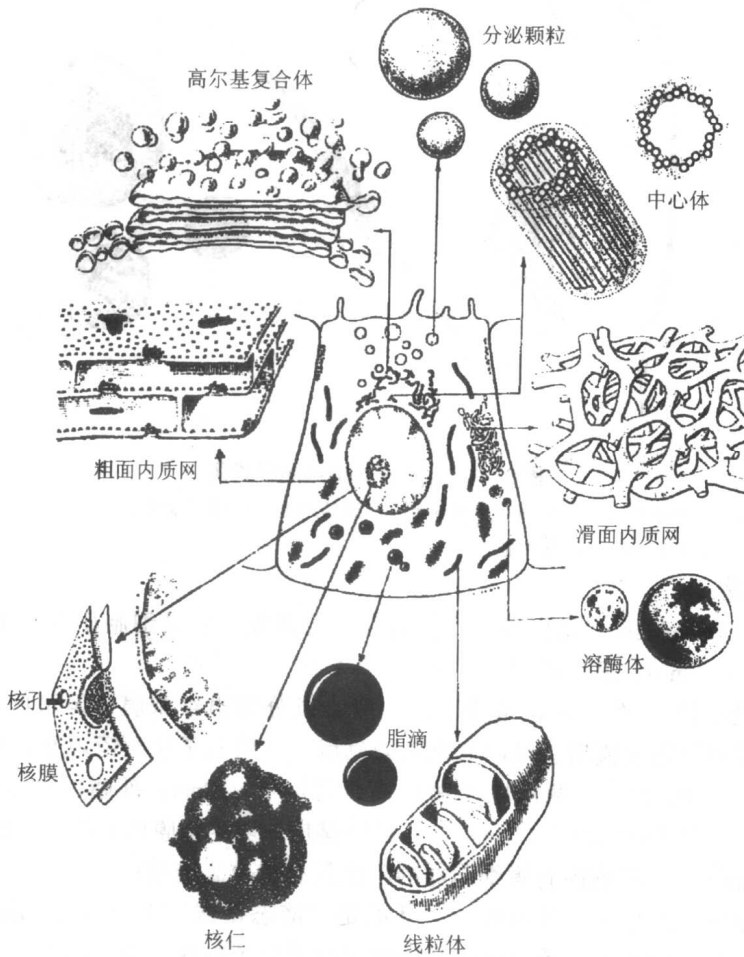


图 2-3 细胞超微结构模式图