

高等医药院校教材

实用组织学 与胚胎学

PRACTICAL HISTOLOGY & EMBRYOLOGY

主编 余跃南 王新亭 缪亦安

第七版



第二军医大学出版社

高等医学院校教材

实用组织学与胚胎学

PRACTICAL HISTOLOGY AND EMBRYOLOGY

(第七版)

主 编 余跃南 王新亭 缪亦安

副主编 全宏勋 王晓冬 陈永珍

编 委 (以姓氏笔画为序)

王晓冬 王新亭 毛 曦 全宏勋

刘玉荷 许志大 李 英 李庆明

邹 丹 余跃南 陈永珍 徐邦生

缪亦安

主 审 许志大

副主审 李 英 刘玉荷 毛 曦

第二军医大学出版社

内 容 提 要

本书分为组织学、胚胎学和专题介绍三部分。本书第七版在编写中吸收了许多本国内外新教材的重要内容,注重实用性,尽量多联系基础和临床的后续课程,简明扼要地叙述本科学生所要掌握的最基本的内容。组织学部分首先介绍细胞学基本知识和四种基本组织。然后,按人体各系统叙述器官组织学。胚胎学部分的总论介绍受精、胚胎早期发育、植入、胎膜和胎盘;各论包括颜面和四肢、消化呼吸、泌尿生殖、心血管、体腔系膜、皮肤、肌肉骨骼、神经系统、眼、耳的发生和先天性畸形。专题介绍部分涉及临床医学中有应用价值的组织学和胚胎学理论和技术,介绍本学科的热点问题,进一步提高学生学习兴趣。本书为高等医学院校本科教材,具有简明扼要、重点突出、内容较新、联系临床、实用性强等特点。

图书在版编目(CIP)数据

实用组织学与胚胎学/余跃南,王新亭,缪亦安编著. - 7 版. - 上海:第二军医大学出版社, 2005.2

ISBN 7-81060-454-6

I. 实... II. ①余... ②王... ③缪... III. ①人体组织学 ②人体胚胎学

IV. R32

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 000445 号

实用组织学与胚胎学 (第七版)

主 编:余跃南 王新亭 缪亦安

责任编辑:程春开

第二军医大学出版社出版发行

(上海市翔殷路 818 号 邮编:200433)

全国各地新华书店销售

徐州医学院印刷厂印刷

开本: 850 × 1168 mm 1/16 印张: 20.5 插页: 2 字数: 512 千字

2005 年 2 月第 7 版 2005 年 2 月第 1 次印刷

ISBN 7-81060-454-6/R·376

定价: 36.00 元

第七版前言

《实用组织学与胚胎学》自 1986 年至今 18 年来共出 6 版。教材质量不断提高,2000 年“第五版”参加徐州医学院教学成果奖的评比,获一等奖。经省教育厅评审,荣获 2000 年江苏省普通高校教学成果二等奖。这是各参编高校的领导、组织胚胎专业的同行热情支持的结果,在此要特别感谢两位老主编齐易祥教授和许志大教授。

2004 年 6 月,在苏州市举行了“第七版”编委会会议。这次参编的单位有南通大学基础医学院、徐州医学院、江苏大学医学院、苏州大学医学院、东南大学医学院、河南职工医学院、内蒙古科技大学医学院和江南大学医学系。会上,就“第六版”的内容和使用情况进行了回顾总结,一致认为:“第六版”编委会提出的“注重本书的实用性,在简明扼要特色的基础上,适当介绍本学科的新进展,多联系后续课程的教学内容”的修订思路是合适的。同时也对“第六版”中存在的不足和缺点提出了修改意见。2004 年 10 月在徐州医学院召开了“第七版”定稿会。

由于分子生物学、分子遗传学和发育生物学的深入研究,胚胎学已从单纯的形态描述发展为研究胚胎诱导及其基因在形态学上和功能上顺序性表达及调控机制的科学。胚胎干细胞的研究已成为生命科学的热点问题。1998 年,人胚胎干细胞系的分离培养成功,为解开人类胚胎发育之谜打下良好的基础,并展示它在临床医学中宽广的应用前景。作为医学本科生有必要了解这方面的知识。因此“第七版”除了介绍“胚胎诱导”、“胚胎干细胞”和“神经干细胞”等专题外,还新增加了“骨髓基质细胞”和“细胞、组织工程”等内容。为了使學生更多地掌握英文专业词语,第七版组织学部分的插图都改用英文标注所示结构的名称,并在组织学部分每章的后面附有图标英汉名词对照。插图的总数达到 315 幅,插图质量也有所提高。

在“第七版”的修订出版过程中,得到南通大学基础医学院、徐州医学院等参编的八所院校领导的支持和鼓励,谨向他们表示衷心的感谢。此外,本书出版得到第二军医大学出版社、《徐州医学院学报》编辑部的大力支持,得以在短期内完成出版印刷任务,特此致以深切的谢意。由于我们的专业水平有限,且时间仓促,难免有欠妥及错误之处,请同行专家和广大读者指正,以便使本教材进一步提高质量。

《实用组织学与胚胎学》第七版编委会

2005 年 2 月

目 录



绪论	(1)
一、组织学的研究内容	(1)
二、组织学在医学中的地位	(1)
三、组织学的学习方法	(1)
四、组织学的发展简史	(2)
五、组织学常用的研究技术	(3)

第一篇 细 胞

第一章 细胞	(6)
一、细胞的结构及其功能	(6)
二、细胞周期	(13)
三、细胞的分化和衰老	(15)
四、细胞凋亡和细胞坏死	(15)
图标英汉名词对照	(17)

第二篇 基本组织

第二章 上皮组织	(18)
一、被覆上皮	(18)
二、上皮组织的特殊结构	(21)
三、腺上皮和腺	(25)
四、上皮组织的化生	(27)
五、上皮组织的更新和再生	(27)
图标英汉名词对照	(27)
第三章 结缔组织	(29)
第一节 固有结缔组织	(29)
一、疏松结缔组织	(29)

二、致密结缔组织	(35)
三、脂肪组织	(36)
四、网状组织	(36)

第二节 软骨和骨	(37)
一、软骨	(37)
二、骨	(38)
三、骨发生	(42)
第三节 血液及造血组织	(46)
一、血液	(46)
二、造血组织	(51)

图标英汉名词对照	(55)
----------	------

第四章 肌组织	(57)
一、骨骼肌	(57)
二、心肌	(61)
三、平滑肌	(63)

图标英汉名词对照	(64)
----------	------

第五章 神经组织	(65)
一、神经元	(65)
二、神经胶质细胞	(70)
三、神经纤维	(72)
四、神经末梢	(75)
五、周围神经系统的组织结构	

	(76)
--	------

六、中枢神经系统的组织结构	
	(78)

图标英汉名词对照	(81)
----------	------

第三篇 器官与系统

第六章 循环系统	(83)
一、动脉	(83)

二、毛细血管·····	(87)	一、大唾液腺·····	(142)
三、静脉·····	(89)	二、胰腺·····	(144)
四、微循环·····	(90)	三、肝·····	(146)
五、心脏·····	(91)	四、胆囊与胆管·····	(152)
六、淋巴管系统·····	(93)	图标英汉名词对照·····	(152)
图标英汉名词对照·····	(94)	第十一章 呼吸系统 ·····	(155)
第七章 免疫系统 ·····	(95)	一、鼻·····	(155)
一、免疫细胞·····	(95)	二、气管和支气管·····	(156)
二、淋巴组织·····	(96)	三、肺·····	(157)
三、淋巴器官·····	(97)	图标英汉名词对照·····	(162)
图标英汉名词对照·····	(109)	第十二章 泌尿系统 ·····	(164)
第八章 内分泌系统 ·····	(111)	一、肾·····	(164)
一、甲状腺·····	(111)	二、排尿管道·····	(173)
二、甲状旁腺·····	(113)	图标英汉名词对照·····	(174)
三、肾上腺·····	(113)	第十三章 男性生殖系统 ·····	(175)
四、垂体·····	(115)	一、睾丸·····	(175)
五、松果体·····	(119)	二、生殖管道·····	(180)
六、弥散神经内分泌系统·····	(120)	三、附属腺·····	(181)
图标英汉名词对照·····	(121)	四、阴茎·····	(182)
第九章 皮肤 ·····	(122)	图标英汉名词对照·····	(183)
一、皮肤的结构·····	(122)	第十四章 女性生殖系统 ·····	(185)
二、皮下组织·····	(125)	一、卵巢·····	(185)
三、皮肤的附属器·····	(125)	二、输卵管·····	(189)
图标英汉名词对照·····	(127)	三、子宫·····	(190)
第十章 消化系统 ·····	(129)	四、阴道·····	(192)
第一节 消化管·····	(129)	五、乳腺·····	(193)
一、口腔·····	(129)	图标英汉名词对照·····	(194)
二、消化管的一般结构·····	(131)	第十五章 感觉器官 ·····	(195)
三、食管·····	(132)	第一节 眼·····	(195)
四、胃·····	(133)	一、眼球壁·····	(195)
五、小肠·····	(136)	二、内容物·····	(200)
六、大肠·····	(140)	三、眼附属器·····	(200)
七、消化管的内分泌细胞·····	(141)	第二节 耳·····	(201)
第二节 消化腺·····	(142)	一、膜半规管和壶腹嵴·····	(201)

二、前庭迷路和位觉斑	(202)
三、耳蜗和螺旋器	(203)
图标英汉名词对照	(206)

胚胎学

绪论	(208)
一、胚胎学的定义和研究内容	(208)
二、胚胎学的分支学科	(208)
三、胚胎学的发展简史	(209)
四、学习胚胎学的意义和方法	(210)
第十六章 人体胚胎早期发生	(211)
第一节 生殖细胞和受精	(211)
一、生殖细胞	(211)
二、受精	(212)
第二节 胚泡的形成和植入	(213)
一、卵裂及胚泡形成	(213)
二、植入与子宫内膜的变化	(213)
第三节 胚层的形成和分化	(216)
一、二胚层胚盘及相关结构的形成	(216)
二、三胚层胚盘及相关结构的形成	(217)
三、三胚层的分化	(218)
四、胚体的形成及其外形变化	(223)
第四节 胎膜和胎盘	(223)
一、胎膜	(223)
二、胎盘	(226)
第五节 双胎、多胎与联胎	(228)
一、双胎	(228)

二、多胎	(229)
三、联胎	(229)
第六节 胚胎龄测算和预产期推算	(229)
第十七章 颜面和四肢的发生	(232)
第一节 颜面、腭和颈的发生	(232)
一、鳃弓和咽囊的形成	(232)
二、颜面的形成	(232)
三、腭的发生	(233)
四、颈的形成	(233)
五、牙的发生	(234)
六、常见畸形	(234)
第二节 四肢的发生	(236)
一、肢芽的发生及四肢的形成	(236)
二、常见畸形	(236)
第十八章 消化系统和呼吸系统的发生	(237)
第一节 消化系统的发生	(237)
一、原始消化管的形成与分化	(237)
二、咽与咽囊的演变	(237)
三、食管与胃	(238)
四、肠	(238)
五、肝和胆囊	(240)
六、胰	(241)
七、常见畸形	(241)
第二节 呼吸系统的发生	(242)
一、呼吸系统原基的发生和演变	(242)
二、常见畸形	(243)
第十九章 泌尿系统和生殖系统的发生	(244)
第一节 泌尿系统的发生	(244)

一、肾和输尿管的发生	(244)
二、膀胱和尿道的形成	(246)
三、常见畸形	(247)
第二节 生殖系统的发生	(248)
一、生殖腺的发生和分化	(248)
二、生殖管道的发生和演变	(250)
三、外生殖器的发生	(251)
四、常见畸形	(251)
第二十章 心血管系统的发生	(254)
一、原始心血管系统的建立	(254)
二、心脏的发生	(255)
三、胎儿血循环及其生后的变化	(259)
四、心血管系统的常见畸形	(260)
第二十一章 体腔及系膜的发生	(262)
一、体腔的发生	(262)
二、系膜的发生和演变	(265)
三、常见畸形	(266)
第二十二章 皮肤、肌肉和骨骼的发生	(267)
一、皮肤及其附属器的发生	(267)
二、肌肉系统的发生	(269)
三、骨骼系统的发生	(270)
四、常见畸形	(271)
第二十三章 神经系统的发生	(273)
一、中枢神经系统的发生	(273)
二、周围神经系统的发生	(275)

三、垂体、松果体和肾上腺的发生	(276)
四、神经系统的先天性畸形	(278)
第二十四章 眼和耳的发生	(280)
一、眼的发生	(280)
二、耳的发生	(282)
第二十五章 先天性畸形	(285)
一、致畸因素	(285)
二、畸形易发期	(286)
三、预防措施	(287)

* * * * *

专题介绍

* * * * *

一、骨髓基质细胞	(289)
二、细胞外基质	(291)
三、血管内皮细胞	(294)
四、造血干细胞的研究	(297)
五、成体哺乳动物中枢神经系统的 神经干细胞	(300)
六、抗原提呈细胞	(302)
七、胚胎诱导	(305)
八、辅助生殖技术	(308)
九、胚胎干细胞	(312)
十、细胞因子和细胞因子网络	(315)
十一、细胞工程和组织工程	(318)
参考文献	(320)

绪 论

一、组织学的研究内容

组织学(histology)是研究机体微细结构及其功能的科学。内容包括细胞、基本组织、器官和系统。

细胞(cell)是组成人体结构和功能的基本单位,形态多样,具有各自的结构特征、代谢特点及功能活动。

组织(tissue)是由众多形态相似、功能相关的细胞和细胞间质构成的。细胞间质又称为**细胞外基质**,是位于细胞之间的物质,是细胞在生命活动过程中分泌产生的,包括纤维、基质和体液成分(组织液、血浆、淋巴液),构成细胞生存的微环境,对细胞具有支持、保护和营养等作用;也是维持细胞增殖分化和功能活动的重要场所。一般将组织分为上皮组织、结缔组织、肌组织和神经组织4种。每种组织有一些共同的结构特点,在机体中有一定的分布规律、执行一定的功能。这4种组织是构成各种器官的基本成分,故又称它们为基本组织。

器官(organ)是由几种不同的组织按一定的比例和构筑方式组合而成的相对独立的结构,如:心、肺、肝等。每一器官在机体内执行特定的功能。

系统(system)由一些功能相关的器官组合而成,完成连续的生理活动。人体有神经、循环、免疫、消化、呼吸、泌尿、内分泌、生殖等系统。每个系统在机体内执行一定的相对独立的生理功能。各个系统密切联系共同构成一个完整而复杂的机体。因此,在机体内有系统、器官、组织、细胞及分子等不同水平的各级结构。这些结构彼此相互影响、相互依存,既有一定的独立性,又有严密而完整的统一性。它们在神经内分泌系统的支配和协调下,有条不紊地进行着各种生命活动。

二、组织学在医学中的地位

组织学和解剖学、生理学、生物化学一样,是医学中重要的基础学科。组织学是病理学的基础,不掌握正常的微细结构,就无法鉴别病理学中形态结构的变化。现代组织学的研究,已从光镜水平深入到电镜和分子水平,并与生物化学、免疫学、生殖医学等相关科学互相渗透。现代医学研究的热点,如细胞凋亡、细胞突变、癌变及其逆转,细胞识别与细胞通讯,细胞增殖、分化和衰老的调控,细胞与免疫等都与组织学有密切的联系。作为一名医学生,只有熟悉人体微细结构的基本知识,才能进一步学好其他医学基础课和临床各课。随着科学技术的进步,各门学科飞跃发展,各学科之间互相渗透和联系更为密切,出现了不少边缘科学,如组织化学,分子生物学、分子遗传学等,都渗透着组织学的知识。因此,组织学是一门重要的基础科学。

三、组织学的学习方法

组织学是一门医学基础课,学好这门功课,就能为学习其他基础医学和临床医学创造条件。要学好一门科学,除勤奋学习之外,还需掌握该学科的特点,注意学习方法。这将收到事

半功倍的效果。学习时应注意以下几个方面。

(一)形态与功能相结合

组织学是一门形态科学,在学习时应以掌握形态结构为主。但在学习形态结构时,不应忽视它的功能。结构是功能的基础,功能的变化也会对结构产生影响。因此,联系功能才能深入地理解结构的特点及规律,也才能学得灵活、主动。所以,形态与功能相结合,是学习组织学的基本方法。

(二)理论与实践相结合

组织学理论来自于无数学者的实践,一旦理论建立之后,又反过来指导实践。在学习时既要重视理论知识,又要重视实际的操作和观察,二者不可偏废。要认真观察组织切片、电镜照片及示教片,充分利用各种电教手段来提高学习效果。观察切片时应先肉眼、后低倍、再高倍,由浅入深地观察。将切片的图像与理论、图谱反复对照,进一步增强理解和记忆。实验是提高学生动手操作能力、分析问题和解决问题能力的重要环节。

(三)建立动态变化和立体的概念

人体的细胞、组织和器官是机体不可分割的组成部分。因此,不能孤立地去理解它们的结构和功能,应从整体的观念去分析。生活中的组织和细胞一直处于动态变化中。学习时,必须要把静止的图像与动态变化相结合,才能真正地理解与掌握其结构和功能。细胞、组织和器官是立体的。而切片、图谱、电镜照片等多是平面的。由于切片的部位和方向的不同以及染色方法的差异,同一结构可以出现不同的图像。因此,在学习时要发挥自己的想像力和空间思维能力,建立由平面到立体的三维概念。

(四)前后联系,总结对比

在学习过程中要不断总结分析,找出共性与特性,抓住结构的特征与规律。这样才能融会贯通,如有些比较幼稚的细胞,如成纤维细胞、软骨细胞、成骨细胞等,它们都有合成蛋白质的功能,均有相同的超微结构特征,即有丰富的游离核糖体、粗面内质网和发达的高尔基复合体。在苏木精-伊红染色的切片中,胞质均偏嗜碱性。这样便能举一反三,灵活记忆。

学习是个艰苦的、积极的思维过程,需要付出辛勤的劳动。掌握良好的学习方法,只能促进深入理解,帮助记忆,而不能代替应有的努力。但不求甚解,死记硬背,也是不可取的。在学习中必须具有坚忍不拔、刻苦攻关的精神。学习过程中,首先要掌握好基本理论知识,在学有余力的情况下,可自学书本中小字部分、专题介绍和图书馆的有关期刊和书籍,扩大知识面,跟上科学飞跃发展的步伐。

四、组织学的发展简史

组织学的发展与科学技术密切相关。1665年,虎克(Hooke)首先发明了最简单的显微镜,用以观察软木塞的切片,发现一些蜂房状的空腔结构,他将这些空腔命名为细胞(cell)。实际上,这些空腔是植物残留的细胞壁围成的;但后来仍沿用“细胞”这一名词。由于显微镜的改进以及切片、染色方法的建立,对细胞结构的认识不断完善。1838年,植物学家施来登(Schleiden)及在1839年,动物学家施万(Schwann)分别发现植物和动物都是由细胞组成的,细胞是动物和植物共同的结构基础。于是,建立了“细胞学说”的理论,揭开了机体结构的奥秘,推动了组织学的发展。1856年,德国病理学家魏尔啸(Virchow)发表《细胞病理学》,认为有机体是由许多细胞组成的,细胞是机体的结构和功能单位。这些大大地丰富了“细胞学说”的理论,对生物学和医学的发展起了很大作用。

1932年,德国人卢斯卡(Ruska)和科诺尔(Knoll)发明了电子显微镜(electron microscope,简称电镜,EM)。虽然当时只能放大12倍,但却打开了电子光学的大门。由于电镜性能的逐步提高、超薄切片机和包埋技术的改进,陆续发现了许多新的超微结构,澄清了许多光镜所不能解决的遗留问题,大大更新和丰富了组织学的内容。目前,透射电镜可将物像放大几十万倍,同时又研制了扫描电镜,创造了冰冻蚀刻等新技术,使组织学的发展进入了一个新的纪元。

20世纪30年代以后,随着科学的不断进步,新的技术方法不断出现,如组织化学技术、免疫细胞化学技术、组织培养术、细胞融合术、显微放射自显影术、荧光标记和激光技术、形态计量法等。组织学运用这些技术后,使内容不断充实,研究领域不断扩大,于是形成了许多互相渗透的新兴的边缘科学,如功能组织学、免疫组织化学、分子生物学、细胞遗传学、神经内分泌学、生物体视学等,它们丰富了组织学的内容,促进了医学科学进一步的发展。

新中国成立后,组织学也取得很大的进步,这与老一辈组织学家的辛勤工作有关。如马文昭教授(1886~1965)在卵磷脂方面的工作,鲍鉴清教授(1893~1982)在组织培养及细胞解剖术等方面的研究,王有琪教授(1899~1995)在神经系统结构及其联系方面的工作,张作干教授(1907~1969)在组织化学方面的研究,郑国章教授(1920~1979)在神经组织方面的工作,成令忠教授(1931~2003)主编多本组织学与胚胎学教科书和教学、科研参考书。他们为我国组织学和胚胎学专业的教学和科研工作都做出了杰出贡献。老一辈组织学家为我们建立了坚实的工作基础,现在又有一批年富力强的组织学工作者在各自的岗位上从事组织学的教学和科研工作,新的成果不断涌现,这必将推动组织学更进一步地向前发展。

五、组织学常用的研究技术

(一)普通光学显微镜技术

光学显微镜(light microscope,简称光镜,LM)仍是目前观察人体微细结构的主要工具。用于光镜的标本制作方法是研究组织学最基本的方法,简述如下。

先将人体或动物组织放入固定液中固定(fixation),以防组织自溶和腐败,使组织保持原有的结构。再经脱水(dehydration)、透明(clearing),最后用石蜡包埋(embedding),即可进行切片(section),切片厚约5~7 μm ,置载玻片上,即可进行染色。

常用的染色液为苏木精(hematoxylin)和伊红(eosin),简称H-E染色。细胞核被苏木精染成紫蓝色,细胞质被伊红染成粉红色。因苏木精为碱性染料,凡结构与苏木精有亲和力者,称为嗜碱性(basophilia);伊红为酸性染料,与伊红有亲和力者,称为嗜酸性(acidophilia);对碱性和酸性染料都缺乏亲和力者称为中性(neutrophilia)。光镜下观察常用的计量单位为微米(μm)。

有些组织结构可直接使硝酸银还原而显色,称亲银性(argentaffin)。有些结构需加入还原剂后才能显色,称嗜银性。有些组织成分用甲苯胺蓝(toluidine blue)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(metachromasia)。

人体中疏松结缔组织、肠系膜等柔软组织,可在玻片上制成铺片;液体成分,如血液、骨髓及脱落细胞等,可在玻片上制成涂片;坚硬的骨及牙齿等可磨成磨片。经固定染色后即可在光镜下进行观察。

(二)电子显微技术

1. 透射电子显微镜 透射电镜(transmission electron microscope, TEM)使用最为普遍。电镜标本一般用戊二醛或锇酸固定,合成树脂包埋用超薄切片机进行超薄切片,用铅或铀等重金属盐染色,在电镜下摄片观察。凡组织结构被重金属盐染色的部位,图像较暗,称为电子密度高

(electron - dense);反之,则称为电子密度低(electron - lucent)。电镜的分辨率为 0.2 nm,比光镜高 1 000 倍,可将物体放大几万倍到几十万倍。在电镜下所见结构称超微结构(ultrastructure),常用的长度计量单位为纳米(nm)。

2.扫描电镜(scanning electron microscope,简称 SEM) 观察的样品不需要包埋和切片,标本经固定、脱水、干燥后,表面喷涂金属膜,即可进行观察。扫描电镜主要观察组织和细胞的表面结构,如微绒毛、纤毛以及细胞的分泌和吞噬活动等。其特点是视场大,图像有立体感,标本制备较易,但分辨率较低。

3.冷冻蚀刻法(freeze etching method) 是透射电镜下研究膜相结构的一种方法。标本经过骤冷、断裂、蚀刻、镀铂、复型、腐蚀等步骤,将生物膜的一类脂双分子层的疏水层断开,制成铂碳复型膜。因此,本法所观察的不是标本本身,而是由标本断面制成的复制品,可以了解蛋白质在膜上的分布以及膜相结构和功能的变化。

(三)一般组织化学和细胞化学技术

本技术是利用某些化学试剂与组织、细胞中的某些物质发生化学反应,使其最终产物在位形成有色沉淀,在镜下观察这些沉淀物色泽的深浅及颗粒的大小来判断此物质的数量及位置。如糖类、脂类、酶、核酸等可与试剂发生化学反应,形成有色的终末产物。

1.过碘酸 - Schiff 反应(periodic acid Schiff reaction, PAS 反应) 可显示组织和细胞中的多糖。过碘酸可将多糖氧化形成醛基,醛基与无色的 Schiff 试剂结合,形成紫红色沉淀。PAS 阳性部位为多糖存在的部位。

2.脂类物质 包括脂肪和类脂,应用易溶于脂类的染料,使其溶于细胞内脂滴中而使这些物质显色。如用苏丹Ⅲ和苏丹黑 B 等制成 70% 乙醇饱和溶液可浸染组织,也可用四氧化锇(OsO_4)染色,脂肪酸或胆碱可使 OsO_4 还原为 OsO_2 而显黑色。

3.酶细胞化学 是利用酶对其相应底物的水解、氧化等作用,使底物的反应产物被某种捕获剂捕获并在原位沉淀,形成有色的终末产物,借此测定该酶在细胞内的分布及活性强弱。细胞内有多种酶,如氧化还原酶、水解酶、合成酶等,目前已有 100 多种酶细胞化学染色法。

(四)免疫细胞化学技术(immunohistochemistry)

是利用抗原与抗体特异性结合的原理,以测定组织、细胞中的多肽、蛋白质等具有抗原性的大分子物质的方法。先将被检测的物质作为抗原(antigen),注入不具备这种抗原的动物体内,动物将产生对该物质的抗体(antibody);从动物的血液中提取这种抗体,用铁蛋白或辣根过氧化物酶等进行标记,以标记的抗体作用于被检组织切片,组织中的抗原与标记的抗体发生特异性的结合,切片中标记物出现的部位,即为被检物质(抗原)的分布部位。该方法特异性强、灵敏度高,近年来又有所进展,如生物素 - 亲合素等试剂的应用,为检测微量抗原、受体、抗体开辟了新的途径。

(五)原位杂交术(in situ hybridization)

是一种核酸分子杂交组织化学术。它可用于检测细胞内 mRNA 和 DNA 序列片段,原位研究细胞合成某种多肽或蛋白质的基因表达,组织学应用的原位杂交是染色体原位杂交和细胞原位杂交。前者是研究遗传基因、抗原基因、受体基因、癌基因等在染色体上的定位和表达,后者是研究细胞内编码某种蛋白质的基因转录物 mRNA 在胞质内的定位与表达。原位杂交是一种简单、直接和精确的核酸定位方法,具有极高的敏感性和特异性,已成为当前细胞生物学、分子生物学研究的主要手段。

除上述常用组织学方法外,尚有以下各种方法,现作简略介绍。

1. 荧光显微镜(fluorescence microscope) 以紫外线作光源,可激发组织、细胞内的荧光物质发出荧光,因而可显示普通光镜不能检出的物质。组织中有些物质本身可产生荧光,如维生素 A 在荧光显微镜下发绿色荧光。有的物质虽不能自发荧光,但对荧光染料有一定的亲和力,如吖啶橙与 DNA 结合在荧光显微镜下呈黄色或绿色荧光。

2. 激光共聚焦扫描显微镜(confocal laser scanning microscope,简称 CLSM) 是 20 世纪 80 年代初研制的一种高光敏度、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。CLSM 可以更准确地检测、识别组织和细胞内微细结构的变化,也可对细胞的受体移动、膜电位变化、酶活性以及物质转运进行测定。

3. 细胞培养 是将活体的组织或细胞,在体外适宜的环境中培养存活,进行实验观察。培养必须与体内的条件基本相同,如适当的营养、合理的 O_2 和 CO_2 比例、恒定的温度和湿度、pH 以及无菌等,它可被用来观察细胞分裂、分化、吞噬、运动等,并可施加不同实验手段,观察其对活细胞的影响。细胞培养是很有价值的技术,已广泛应用于生物学和医学的各个领域。

4. 显微放射自显影术(microautoradiography) 是将某些放射性同位素或放射性同位素标记的物质注入动物体内或组织培养液中,让组织、细胞摄取标记物质,隔一定时间,取出标本制成切片,在暗室中将切片涂以薄层的感光乳胶或贴于感光底片上,由于在放射性同位素作用下,感光乳胶或底片经显影、定影后,有标记物渗入处即出现银粒,可在光镜或电镜下观察标记物的数量和分布部位。

5. 同位素示踪法 是用放射性核素的射线研究细胞对某些物质的吸收、合成、转运和分泌等代谢过程。将放射性标记物注入动物体内或加入细胞培养的培养基内,细胞摄取该物质后,取被检组织制成切片或细胞涂片。可用显微放射自显影术检测该放射性物质在细胞内的原位分布及代谢转归。如常用 3H -胸(腺嘧啶核)苷研究细胞 DNA 合成和细胞增殖动态合成,用 ^{131}I 碘化钠研究甲状腺素的合成等。

6. 组织工程(tissue engineering) 是生物医学和材料科学交叉融合的产物。其基本方法是取少量自体(或异体)组织,在体外分离、培养细胞,制备具有一定形状和空间结构的三维支架,将一定量的种子细胞种植到支架上,然后将细胞支架复合物植入人体内或做体外培养,细胞不断生长、增殖,并分泌细胞外基质,而支架材料逐渐降解吸收,从而形成具有一定结构和功能的组织或器官,用于组织修复。1979 年,我国学者已成功地在裸鼠背上复制出世界上第一只“人耳朵”,人工器官正在变成现实。

7. 形态计量法(morphometry) 过去对组织、细胞的研究是通过切片观察,仅限于二维结构的形态描述。近年来,在二维结构定量的基础上,运用概率论及数理统计的原理,推出三维结构的定量信息,发展为体视学(stereology)。生物体视学使形态学向“数字化”发展,使组织、细胞中各种成分的数量、形状、分布、体积、表面积等以精确的数据显示出来,促进形态学由定性走向定量。新的仪器,如图像分析仪、流式细胞仪等,为形态计量法的发展起到了极大的推动作用。

图像分析仪(image analyzer)可对各种类型的试样,如切片标本、涂片、照片、底片,进行测试。信号输入后,由主机进行处理,测量及统计全部由微型计算机自动控制操作,快速而准确地分析出组织、细胞中各种微细结构的详细参数。在生物学和医学研究中,它日益显示出重要作用。

流式细胞仪(flow cytometry, FCM)是对单细胞进行定量分析的新型仪器,是形态计量方面的又一有力工具。它是激光技术、微型计算机和流体喷射技术等的综合产物。将待测的细胞用荧光染料染色,制成细胞悬液,运用喷射技术使细胞悬液喷成均匀小滴,当单个细胞通过流动窗时,受到聚焦后的激光束照射而发生两个方向的散射光。当细胞通过检测区时,细胞各部分依次被照射,就能同时分析细胞的大小、数量、密度及表面特性,也能检测细胞内部的 DNA、RNA 及蛋白质含量。

(余跃南)

第一篇 细 胞

第一章 细 胞

1665年, Robert Hooke 发现细胞(cell); 1838年、1939年, Schleiden 和 Schwann 共同指出, 一切动植物都是由细胞组成, 细胞是一切动植物的基本单位, 这就是著名的“细胞学说”(cell theory); 之后, 随着新仪器、新技术的不断涌现, 人们对细胞的认识从显微镜观察描述为主的研究, 发展为结构与功能相结合的综合分析范畴。细胞是构成生物体结构、功能及分化发育等一切生命现象的基本单位, 有了细胞才有完整生命活动。所以, 了解生物体生命活动的规律必须从了解细胞开始。

一、细胞的结构及其功能

人体大约有 10^{14} 个细胞, 可分为 200 多种不同的类型。细胞的形态是各种各样的。如流动血液中的血细胞是圆形的, 能收缩的肌细胞是梭形或长圆柱形的, 接受刺激并传导冲动的神经细胞有细长的突起等。就大小而言, 人卵细胞直径达 $100 \sim 120 \mu\text{m}$, 而小淋巴细胞仅 $4 \sim 5 \mu\text{m}$; 平滑肌细胞短者 $20 \mu\text{m}$ (血管壁), 长者可达 $500 \mu\text{m}$ (妊娠子宫); 骨骼肌细胞一般长 $1000 \sim 40000 \mu\text{m}$, 长者可达 10 cm 以上; 神经细胞胞体直径一般为数十微米, 但其突起长者可达 1 m 甚至 1 m 以上(图 1-1)。尽管细胞的形态、大小各不相同, 但都具有共同的基本结构, 即均由细胞膜、细胞质和细胞核 3 部分组成。

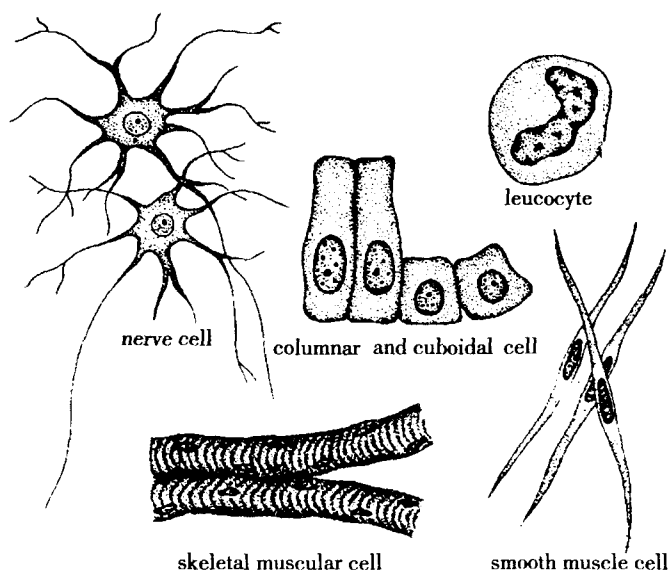


图 1-1 各种类型细胞

(一)细胞膜

1. 细胞膜的结构 细胞膜(cell membrane)是细胞生命的基本结构。细胞表面的膜即细胞外膜,它维持细胞的完整性。在电子显微镜下细胞膜可以分为3层,内、外2层电子密度高、色深暗,中间层电子密度低、色浅淡。这“两暗一明”的3层结构称为单位膜(unit membrane)。它不仅位于细胞表面,细胞内部有些结构也是由单位膜构成,如内质网、高尔基复合体、线粒体、核膜、溶酶体等,称细胞内膜。细胞外膜和细胞内膜统称为生物膜(biomembrane)。

2. 细胞膜的化学成分 细胞膜主要由蛋白质和脂类组成,此外还含有糖类、水、无机盐和金属离子。细胞的种类不同,细胞膜中各种组分的比例有较大差异。

(1)膜脂 主要的脂类有磷脂、胆固醇和糖脂3种类型,其中以磷脂最多。磷脂主要有磷脂酰胆碱(卵磷脂)、磷脂酰乙醇胺(脑磷脂)和肌醇磷脂等。胆固醇和糖脂的含量均因细胞而异。膜脂分子的一端为亲水性基团(hydrophilic end),是极性头;另一端为2条疏水性脂肪酸链(hydrocarbon chains),是非极性尾端。2层膜脂分子平行排列,以尾部彼此吸引相聚,构成双层排列的膜性结构。

(2)膜蛋白 蛋白质是细胞膜最为重要的组成部分。膜蛋白在构型上多为球形蛋白,有单体也有多聚体。根据其在膜中的位置不同,可分成两大类:镶嵌蛋白(mosaic protein)和周边蛋白(peripheral protein)。镶嵌蛋白占膜蛋白的70%~80%,有的贯穿膜的整层,两端露于膜的两侧;有的深埋于膜内。露出膜外的部分含有较多的亲水性氨基酸;嵌入脂质双分子层中的是疏水性氨基酸,能与疏水性脂肪酸链相结合。周边蛋白约占膜蛋白的30%,主要附着在细胞膜内表面,它以亲水性氨基酸为主(图1-2)。

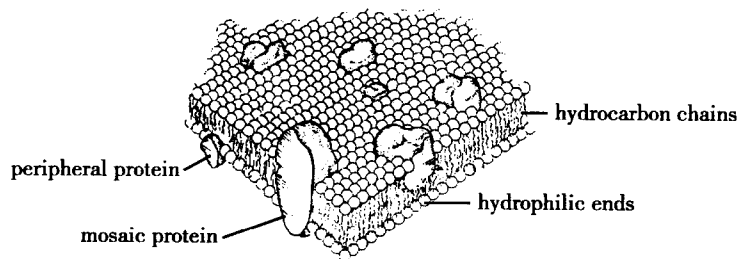


图1-2 细胞膜的立体模式结构

(3)膜糖 生物膜含糖少,大多是与蛋白质或脂类分子相结合的低聚寡糖链,分布在质膜外表面形成细胞衣(cell coat)。

3. 细胞膜的分子结构 关于细胞膜的分子结构,目前公认的是“液态镶嵌模型”学说(fluid mosaic model)。细胞膜由脂质双分子层和镶嵌其中的蛋白质分子构成。脂质双分子层构成膜的主体,它既有类似固体分子排列的有序性,又有液态的流动性;球形蛋白质分子则以各种镶嵌形式与脂质分子相结合,其极性部分露于脂质双分子层的膜表面,非极性部分则嵌在脂质分子层的疏水区。这种模型学说强调了膜的流动性和膜的不对称性。膜的流动性会使膜蛋白在双层脂质分子之间自由移动,使膜蛋白之间彼此作用或与脂质相互作用,这对于细胞膜发挥正常的生理功能是必要的。细胞膜内外两层的脂质种类和含量上的差异,造成膜功能的不对称性,这使膜的功能产生了方向性,从而有利于膜功能的极性运转。

4. 细胞膜的功能 细胞膜的功能是多方面的,除了维持细胞形态,保持相对独立和稳定的内环境外,还是细胞膜内外物质流、信息流和能量流的进出门户。

(1)细胞膜的物质交换功能 细胞与外环境之间进行着活跃的物质交换,都是通过细胞膜来完成的。细胞膜的物质交换作用是有选择性地进行的,细胞膜的物质交换作用可分为被动运输、主动运输和膜泡运输3种。前2种是水、离子和小分子物质的运输,后一种则是大分子物质和颗粒物质的运输。

①被动运输 被动运输不需要消耗细胞代谢的能量,物质可以从浓度高的一侧经细胞膜转运至低的一侧。它又可分为自由扩散、离子通道扩散和协助扩散3种。自由扩散只要膜两侧具有一定的浓度差即可发生,不需专一的膜蛋白参与,如苯、乙醇、甾类激素等脂溶性物质,尿素、甘油等不带电荷的双极性小分子以及水和溶于水中的 O_2 、 CO_2 和 N_2 等,均是通过这种方式经脂质双分子层快速扩散的。离子通道扩散是通过细胞膜中一种跨膜蛋白完成的,这种通道蛋白在细胞膜上形成许多直径为0.35~0.8 nm的小孔,在特定刺激反应时瞬间开放,这时,一些离子、代谢产物或其他溶质即可顺浓度梯度经过通道扩散到细胞的另一侧。还有一些非脂溶性物质,如葡萄糖、氨基酸和核苷酸等,需要借助于细胞膜上特异性载体蛋白的帮助才能顺浓度梯度进行物质运输,这种方式称为协助扩散。

②主动运输 主动运输是借助于镶嵌在细胞膜上的特异性载体蛋白,将物质逆浓度梯度经细胞膜转运的过程。此过程需要消耗能量。

③膜泡运输 大分子物质和颗粒物质不能直接穿过细胞膜,而是通过一系列膜囊泡融合来完成转运过程,称为膜泡运输。

(2)细胞膜的信号传递功能 细胞外的信号分子,如激素、抗原、神经递质以及其他有生物活性的化学物质,都必须与特异性受体结合,通过受体的介导作用,才能对细胞产生效应,这些信号分子统称为配体(ligand)。受体(receptor)是细胞表面或细胞内亚细胞组分的一种蛋白分子。位于细胞膜的受体称为膜受体,它的主要功能是识别配体并与之结合,把细胞外信号变成细胞内信号,从而引起胞内效应。同种信号分子可以与不同种类的细胞结合,产生不同的效应,这主要取决于受体的不同类型,如乙酰胆碱可引起心肌细胞舒张,骨骼肌细胞收缩,腺细胞执行分泌功能。

(3)细胞膜抗原和细胞识别功能

①细胞膜抗原(membrane antigen) 又称细胞表面抗原(cell surface antigen),是每个细胞表面表示其属性的膜蛋白标志。膜抗原同时也是能引起特异性免疫反应的异物,它们在输血、器官移植和肿瘤研究中都有重要意义。

②细胞识别(cell recognition) 是指细胞通过表面受体的作用,对同种和异种细胞、自我和非我细胞进行选择性的辨别的功能。识别的结果可引起细胞的不同反应,如组织和器官的形成、免疫细胞间的相互作用、同种精子和卵的受精等,都是细胞识别的具体表现。

(二)细胞质

细胞质(cytoplasm)是存在于细胞膜与细胞核之间的细胞组成部分,构成细胞内各种生命活动的场所,生活状态下为半流动的、透明的胶样物质,又称细胞浆,是由基质、细胞器和内含物组成。

1. 基质 基质(matrix)是细胞质的基本成分,呈液态,化学成分复杂,由水、无机盐、离子(K^+ 、 Na^+ 、 Cl^- 、 Mg^{2+} 、 Ca^{2+})、可溶性蛋白质、糖、脂类、氨基酸、核苷酸以及各种酶等组成。基质的主要功能是为各种细胞器维持其正常结构提供所需的微环境,并为它们完成各种功能活动提供所必需的底物,同时也是某些生化反应的场所。

2. 细胞器 细胞器(organelle)是位于细胞基质内具有一定形态结构、执行一定生理功能的

有形成分,包括线粒体、核糖体、内质网、高尔基复合体、溶酶体、微体、中心体、细胞骨架等(图 1-3)。

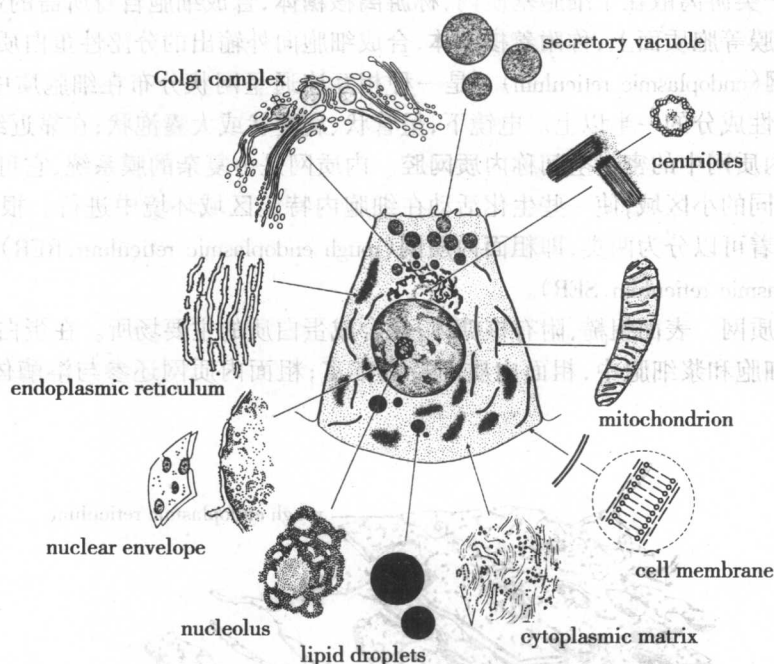


图 1-3 细胞超微结构图

(1)线粒体(mitochondrion) 是细胞内能量储存和供给的场所。光镜下,线粒体呈线状、粒状或杆状,不同类型或不同生理状况的细胞,线粒体的形态、大小和数量都不相同。电镜下,线粒体是由 2 层单位膜围成的膜性囊,外膜(outer membrane)和内膜(inner membrane)组成线粒体的支架,但不相连;外膜平整光滑,内膜向内褶皱叠成嵴(crista),嵴上有基质颗粒,其上含有 ATP 酶;在线粒体腔内充满基质,内含有 DNA、RNA 和多种酶,如物质代谢所需的氧化磷酸酶,按一定序列分布在嵴上或基质中(图 1-4)。在细胞质中初步分解的物质,在线粒体中继续氧化分解,释放出能量以供细胞活动需要。线粒体是细胞的“供能器”,代谢功能旺盛的细胞线粒体多,代谢功能低下的细胞线粒体少。

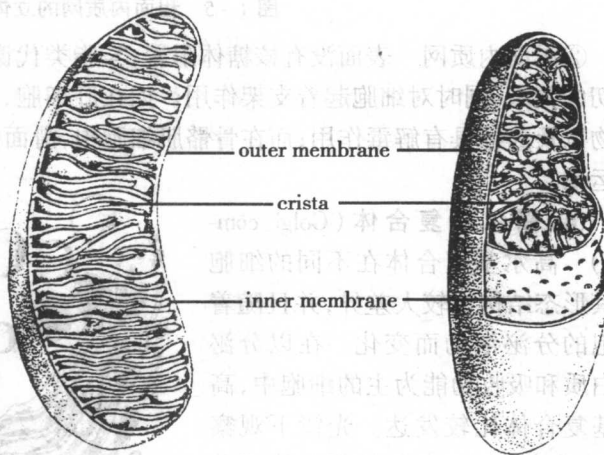


图 1-4 线粒体的立体模式结构

(2)核糖体(ribosome) 是细胞质中的一种非膜性结构,又称核蛋白体。光镜下呈颗粒状,可被碱性染料着色,故核糖体丰富的部位嗜碱性强。电镜下,呈电子密度高的球形结构,由大小不等的 2 个亚基组成,大亚基由 3 种 rRNA 组成,小亚基仅有 1 种 rRNA。单个的核糖体无合