

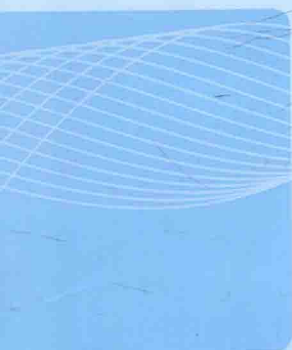


“十三五” 高等教育医药院校规划教材/多媒体融合创新教材

供护理、助产、相关医学技术类专业使用

组织学与胚胎学

ZUZHIXUE YU
PEITAIXUE



主编◎ 张钦宪 朱晓燕



郑州大学出版社



“十三五” 高等教育医药院校规划教材/多媒体融合创新教材

供护理、助产、相关医学技术类专业使用

组织学与胚胎学

ZUZHIXUE YU
PEITAIXUE

主编◎ 张钦宪 朱晓燕



郑州大学出版社

郑州

图书在版编目(CIP)数据

组织学与胚胎学/张饮宪,朱晓燕主编. —郑州:郑州大学出版社,
2017.7

ISBN 978-7-5645-4227-6

I. ①组… II. ①张…②朱… III. ①人体组织学-高等
学校-教材②人体胚胎学-高等学校-教材 IV. ①R32

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 091992 号

郑州大学出版社出版发行

郑州市大学路 40 号

出版人:张功员

全国新华书店经销

河南文华印务有限公司印制

开本:850 mm×1 168 mm 1/16

印张:17.25

字数:420 千字

版次:2017 年 7 月第 1 版

邮政编码:450052

发行电话:0371-66966070

印次:2017 年 7 月第 1 次印刷

书号:ISBN 978-7-5645-4227-6

定价:48.00 元

本书如有印装质量问题,由本社负责调换

作者名单

主 编 张钦宪 朱晓燕
副主编 高福莲 柴玉荣 闫春生
编 委 (按姓氏笔画排序)

王丽萍	朱晓燕	刘 浩
刘国红	闫春生	孙 芸
杨继要	张钦宪	郑 伟
柴玉荣	高福莲	黄 忻
程 珊	裴岩岩	

“十三五”高等教育医药院校规划教材/多媒体融合创新教材

建 设 单 位

(以单位名称首字拼音排序)

安徽医科大学

安徽中医药大学

蚌埠医学院

承德医学院

大理学院

赣南医学院

广东医科大学

广州医科大学

贵阳中医学院

贵州医科大学

桂林医学院

河南大学

河南大学民生学院

河南广播电视大学

河南科技大学

河南理工大学

河南中医药大学

湖南医药学院

黄河科技学院

江汉大学

吉林医药学院

济宁医学院

嘉应学院

井冈山大学

九江学院

南华大学

平顶山学院

山西医科大学

陕西中医药大学

邵阳学院

泰山医学院

西安医学院

新乡医学院

新乡医学院三全学院

徐州医科大学

许昌学院医学院

延安大学

延边大学

右江民族医学院

郑州大学

郑州工业应用技术学院

前 言

《组织学与胚胎学》是医学教育的主干课程之一。随着我国经济和医药卫生事业的快速发展,高质量应用型医学专业人才的需求更显紧迫。本教材是依据临床一线人员所需的知识、能力、技能、素质等,结合编者多年来对护理学教学的经验与体会编写而成。

全书共二十章,以形态结构为主,加强形态学与功能的联系,注重内容的系统性、科学性和实用性,力求反映本学科的新内容和新进展。重点突出,文字简洁,便于学习。

本教材具有以下特点:①重要结构后尽可能采用彩色图片,力争图文并茂,便于学生学习和理解。②每一章节章末附有思考题,便于学生自学与复习。③每章正文中,根据教学内容适当加入临床应用板块,旨在激发学生学习兴趣,加强基础与临床的衔接。

由于编者水平有限,书中缺点、错误在所难免,热诚欢迎读者提出批评和改进意见,便于以后修订完善,使质量不断提高。

编者

2017 年 4 月

目 录

第一章 绪论	1	第七章 肌组织	54
一、组织学与胚胎学的研究内容 与意义	1	一、骨骼肌	54
二、组织学的研究方法和技术	2	二、心肌	58
三、学习组织学与胚胎学应注 意的几个要点	6	三、平滑肌	60
第二章 人体的细胞	7	第八章 神经组织	63
一、人体细胞的一般特点	7	一、神经元	63
二、人体细胞的结构	7	二、突触	68
三、细胞的动力学特征	11	三、神经胶质细胞	70
第三章 上皮组织	13	四、神经纤维和神经	72
一、被覆上皮	13	五、神经末梢	75
二、上皮组织的特殊结构	18	第九章 眼和耳	81
三、腺上皮和腺	21	一、眼	81
第四章 结缔组织	25	二、耳	88
一、疏松结缔组织	25	第十章 循环系统	94
二、致密结缔组织	33	一、心脏	94
三、脂肪组织	34	二、动脉	96
四、网状组织	35	三、毛细血管	99
第五章 血液	36	四、静脉	100
一、红细胞	37	五、微循环	101
二、白细胞	39	六、淋巴管系统	102
三、血小板	41	第十一章 免疫系统	103
四、骨髓和血细胞发生	42	一、主要免疫细胞	103
第六章 软骨和骨	47	二、淋巴组织	105
一、软骨	47	三、淋巴器官	105
二、骨	49	第十二章 皮肤	117
		一、表皮	117
		二、真皮	121
		三、皮肤的附属器	121

第十三章 内分泌系统	124	四、阴道	213
一、甲状腺	124	五、乳腺	213
二、甲状旁腺	126	第二十章 人体胚胎发育	215
三、肾上腺	127	第一节 人胚胎早期发生	215
四、脑垂体	129	一、受精	215
五、松果体	134	二、卵裂和胚泡形成	217
六、弥散神经内分泌系统	134	三、植入	218
第十四章 消化管	136	四、胚层的形成	219
一、消化管的一般结构	136	五、三胚层分化	222
二、口腔与咽	137	六、胚体形成	224
三、食管	139	七、胎膜与胎盘	226
四、胃	141	八、双胎、多胎和联体双胎	230
五、小肠	144	九、先天性畸形	231
六、大肠	148	第二节 消化系统和呼吸系统的	
七、消化管的淋巴组织	149	发生	233
八、胃肠的内分泌细胞	150	一、原始消化管的形成和分化	
第十五章 消化腺	151		233
一、大唾液腺	151	二、原始咽的分化及咽的发生	
二、胰腺	153		234
三、肝	157	三、食管和胃的发生	235
四、胆囊与胆管	164	四、肠的发生	236
第十六章 呼吸系统	166	五、肝与胆的发生	238
一、鼻腔	166	六、胰腺的发生	239
二、喉	168	七、喉、气管和肺的发生	239
三、气管与支气管	169	八、常见畸形	241
四、肺	171	第三节 泌尿系统和生殖系统的	
第十七章 泌尿系统	179	发生	244
一、肾脏	179	一、泌尿系统的发生	246
二、排尿管道	194	二、生殖系统的发生	249
第十八章 男性生殖系统	196	第四节 心血管系统的发生	256
一、睾丸	196	一、原始心血管系统的建立	
二、生殖管道	200		256
三、附属腺	201	二、心脏的发育	259
四、阴茎	202	三、胎儿血循环及其出生后的	
第十九章 女性生殖系统	203	改变	263
一、卵巢	203	四、常见畸形	264
二、输卵管	208	参考文献	266
三、子宫	209		



第一章

绪 论

一、组织学与胚胎学的研究内容与意义

组织学与胚胎学是独立而又相互关联的两门学科。组织学(histology)是研究机体的微细结构及其与功能关系的科学。微细结构是指在显微镜下才能观察到的结构,故组织学又称为显微解剖学(microscopic anatomy)。在一般光学显微镜(简称光镜)下能被分辨的结构称光镜结构,如细胞质、细胞核、核仁等,其长度单位用微米(micron, μm)来度量。在电子显微镜(简称电镜)下能被分辨的结构称超微结构(ultrastructure),如线粒体、内质网、核糖体等,其长度单位用纳米(nanometer, nm)来度量。

组织学的研究内容包括细胞、组织、器官和系统。细胞是构成人体的结构和功能单位。组织(tissue)由细胞(cell)和细胞外基质(extracellular matrix)组成。细胞外基质又称细胞间质(intercellular substance),由细胞产生,构成细胞生存的微环境,对细胞的支持、营养、增殖、分化和迁移起主要作用。按照结构和功能的不同,人体的组织分为四种类型:上皮组织、结缔组织、肌组织和神经组织。四种基本组织按一定的方式有机地组合为器官(organ),各种器官都有一定的大小和形态结构,并执行特定的功能。如果器官中央有大的空腔,称中空性器官,如心、胃、子宫等;如无大的空腔,称实质性器官,如肝、肺、肾等。由一些结构上连续或功能上相关的器官组成系统(system),如神经系统、消化系统、免疫系统等。

胚胎学(embryology)是研究人体出生前发生发育过程及其生长规律的一门科学。人体是自然界中进化程度最高、结构和功能最复杂的有机体,由400万亿以上的细胞构成,这些细胞可分为230多种。这样一个复杂的人体在发生过程中起源于一个细胞:受精卵。受精卵经过增殖、分化和复杂的生物学过程,发育为一个成熟的胎儿。人体的胚胎发育过程,称为个体发生(ontogenesis)。人体的正常发育过程中如果受到某些内外因素的干扰,可能出现发育异常,导致各种先天畸形。研究先天畸形发生的成因、机制和预防措施的科学,称为畸形学(teratology)。

学习医学科学必须首先熟悉人体的结构、组成和发生发育过程。因此,组织学与胚胎学无疑是一门重要的基础医学课程。它与基础医学的其他学科和临床各学科均有密切联系。如人体解剖学是从宏观研究人体结构,而组织学则是从微观研究人体结构,二者相辅相成,缺一不可;不了解人体组织、细胞的微细结构,就不可能深入理解其



生理功能和生物化学反应机制;不熟悉人体胚胎发育的过程,对诸如男性不育、女性不孕、先天畸形及成因等就不能正确地诊断、治疗和预防。随着医学科学的发展,组织学与胚胎学已汇入生命科学各学科相互交叉的网络之中,与分子生物学、免疫学、遗传学、肿瘤学等学科相互渗透。因此,掌握好组织学与胚胎学知识,可为学习其他各学科奠定坚实的基础。

二、组织学的研究方法和技术

(一) 普通光学显微镜技术

生物组织和器官不能直接在显微镜下观察,制备能使光线透过的组织切片是组织学研究的基本方法,包括取材、固定、脱水、包埋、切片和染色等步骤。取人或动物的新鲜组织标本,放入固定液(如乙醇或甲醛溶液等),使组织中蛋白质迅速凝固或沉淀,以尽可能保持其原有结构。经乙醇梯度脱水、二甲苯透明和石蜡包埋等步骤,用切片机(microtome)将其切成 $5\sim 10\text{ }\mu\text{m}$ 的组织切片(tissue section),贴于载玻片上,称为石蜡切片(paraffin section)。因大多数组织细胞是无色的,在光学显微镜下无法观察其微细结构,需进行染色,染色的目的是使不同的结构显现不同的颜色。常用的染色方法是苏木精-伊红(hematoxylin-eosin)染色,简称H-E染色。苏木精是碱性染料(它的盐溶液具有正电荷),使细胞核和细胞质中的核糖体等酸性物质染成紫蓝色。伊红为酸性染料(其盐溶液具有负电荷),使细胞质和细胞外基质中的碱性物质染成粉红色。对碱性染料亲和力强,易被染色的特性称为嗜碱性(basophilia);对酸性染料亲和力强,易被染色的特性称为嗜酸性(acidophilia);与两种染料亲和力都不强称为中性(neutrophilia)。

(二) 特殊光学显微镜技术

1. 荧光显微镜 荧光显微镜(fluorescence microscope)光源为高压汞灯,用以产生波长短、能量高的紫外光,以紫外光激发组织或细胞内的荧光细胞,使之产生不同颜色的荧光,通过荧光的分布与强弱来测定被检物质。

2. 相差显微镜 相差显微镜(phase contrast microscope)适用于观察体外培养中活细胞的形态及生长变化情况。这种显微镜常将光源和聚光器安装在载物台上方,物镜在载物台下方,称倒置显微镜(inverted microscope)。未经染色的活细胞是无色透明的,其各部分的光密度几乎相同,故普通光学显微镜难以分辨其微细结构。相差显微镜可将活细胞内不同厚度和不同折射率的结构对光产生的不同折射(相位差)转变为振幅差(明暗差),这样就使活细胞的不同结构出现不同的明暗差别,并呈现立体感。

3. 激光扫描共聚焦显微镜 激光扫描共聚焦显微镜(laser scanning confocal microscope, LSCM)是一种高敏感度和高分辨率的新型生物学仪器,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四个部分组成。LSCM可对样品的不同深度进行扫描,再经过电信号转换在显示屏上,同时传送到计算机分析系统,进行二维或三维的分析处理。LSCM突破了普通光学显微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,如测定细胞的受体移动、膜电位、骨架蛋白、细胞通讯等,还可以对细胞进行切割、分离和筛选等研究。



此外,特殊光学显微镜还包括暗视野显微镜和偏光显微镜等。

(三) 电子显微镜技术

电子显微镜技术分为透射电子显微镜技术和扫描电子显微镜技术。

1. 透射电子显微镜技术 与光学显微镜相比,透射电镜(transmission electron microscope, TEM)是以电子束代替光源,以磁场代替透镜,经聚焦放大后,显像于荧光屏上进行观察和摄片。由于电子束波长甚短,故电镜的分辨率与放大倍数比光镜大得多。光学显微镜分辨率为 $0.2\ \mu\text{m}$,放大倍数约为1 000倍,而电子显微镜的分辨率为 $0.1\sim 0.2\ \text{nm}$,放大倍数可从几千倍到达几十万倍,因此电子显微镜能观察到的微细结构称超微结构(图1-1)。

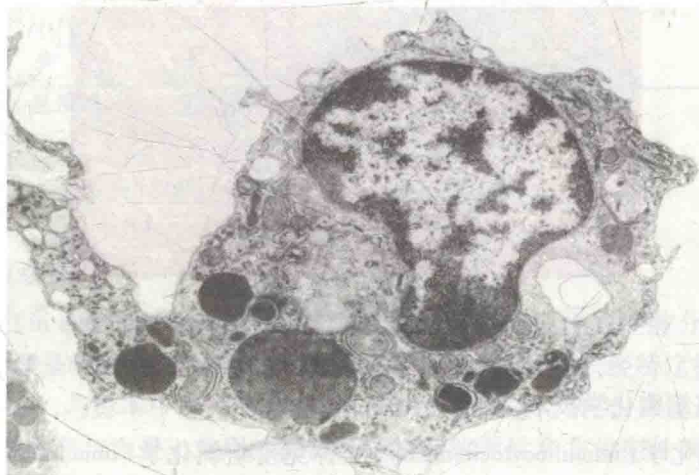


图1-1 透射电镜示巨噬细胞

因为电子易被物体散射和吸收,故标本制备比光镜更严格。新鲜组织经戊二醛、多聚甲醛固定,树脂包埋,用超薄切片机切成 $50\sim 80\ \text{nm}$ 的超薄切片,用醋酸铀和柠檬酸铅等染色后,电镜观察,在荧光屏上呈现黑白反差的结构图像。被重金属盐染色呈现黑暗的图像,称电子密度高,反之,称电子密度低。

2. 扫描电子显微镜技术 扫描电镜(scanning electron microscope, SEM)主要用于观察细胞、组织和器官的表面微细立体结构。标本表面先后喷镀一层碳膜和合金膜,即可置于电镜下观察,扫描电镜的特点是景深长、图像清晰、立体感强。

(四) 冷冻蚀刻复型

冷冻蚀刻复型(freeze etch replica)是用透射电镜观察组织或细胞断裂面的金属复制膜。组织经甘油处理后快速冷冻(-190°C),高真空下用钢刀将组织劈开,升温至 -100°C 使组织升华,出现自然的凸凹面。先喷镀一层白金膜,再喷一层碳膜,以加固白金膜,用次氯酸等将组织腐蚀掉,清理复型,电镜观察,其凸凹结构影像恰与实物相反。此法可以观察细胞膜内部两层脂质分子间的结构。

(五) 组织化学和细胞化学技术

组织化学(histochemistry)和细胞化学(cytochemistry)技术是应用化学反应的原理显示组织和细胞内某种化学成分,并可进行定位、定量研究。如欲检测组织细胞内的



多糖类,可用过碘酸希夫反应(periodic acid-Schiff reaction,PAS 反应)。其基本原理是多糖经过碘酸(HIO_4)氧化成多醛,后者与 Schiff 试剂(无色品红)结合形成紫红色沉淀物,沉淀物形成部位则表示多糖存在的部位,颜色反应的深浅取决于组织内多糖的多寡(图 1-2)。用 Feulgen 反应可显示 DNA;用甲基绿-派洛宁染色法可同时显示 DNA 和 RNA;用苏丹染料可显示脂类;用酶组织化学方法可显示酶类。

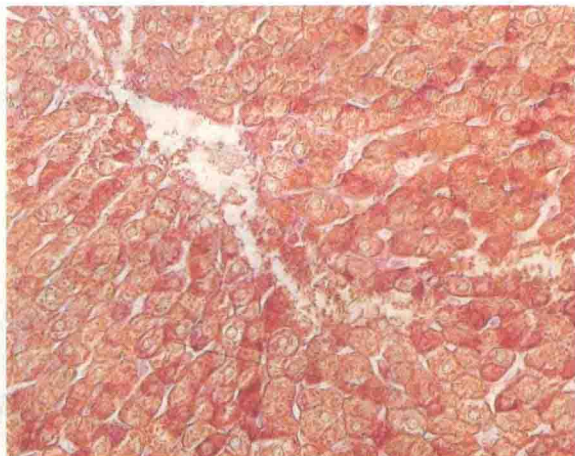


图 1-2 PAS 显示多糖

(六) 免疫细胞化学技术

免疫细胞化学(immunocytochemistry)又称免疫组织化学(immunohistochemistry),是应用抗原与抗体特异性结合的原理,检测组织细胞内多肽、蛋白质或受体等大分子物质的技术。这种方法特异性强,敏感度高。分离和纯化人或动物某种组织的蛋白质,作为抗原注入另一种物体体内,使该动物产生相应的特异性抗体(免疫球蛋白),此为多克隆抗体。将这种抗体用荧光素、铁蛋白、酶等标记,用这种标记的抗体处理切片或细胞,标记抗体即与细胞的相应蛋白质(抗原)发生特异性结合,在显微镜下观察待测蛋白的存在与分布。免疫细胞化学分为直接法和间接法。直接法是用标记抗体(又称第一抗体,primary antibody)直接与细胞或组织中的抗原结合,该法操作简便,特异性强,但敏感性差。在间接法中,不标记第一抗体,以第一抗体作为抗原免疫另一种动物,制备抗第一抗体的抗体,即第二抗体(secondary antibody),并标记第二抗体。先后用第一抗体和标记的第二抗体处理组织标本,在抗原存在部位形成抗原-第一抗体标记的第二抗体复合物。间接法因第二抗体的放大作用而敏感性高。目前常用的间接法有过氧化物酶-抗过氧化物酶复合物法(peroxidase-antiperoxidase complex method,PAP 法)和抗生物素蛋白-生物素-过氧化物酶复合物法(avidin-biotin-peroxidase complex method,ABC 法)。

1. PAP 法 第一抗体与第二抗体均不标记,但需制备 PAP 复合物。染色时,第一抗体同抗原相结合,第二抗体既能同第一抗体相结合,又能同 PAP 复合物相结合,后者由过氧化物酶和抗过氧化物酶抗体组成,最后以 DAB 显色。由于细胞内的抗原通过抗体的层层放大而与多个酶分子结合,因此敏感性高(图 1-3)。

2. ABC 法 第一抗体不标记,第二抗体用生物素标记。用第一抗体同抗原结合,



生物素标记的第二抗体再与第一抗体结合,最后用亲和素-生物素-过氧化物酶复合物处理,使复合物同生物素标记的第二抗体结合,显色部位即表明抗原存在的部位。由于一个亲和素分子上有四个生物素结合位点,因此,该法比 PAP 法敏感 20~40 倍(图 1-3)。

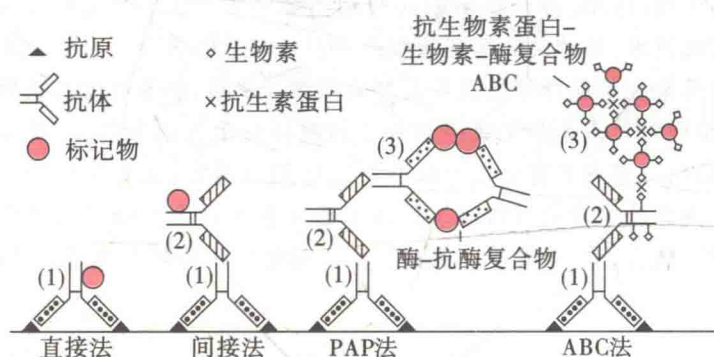


图 1-3 免疫细胞化学反应原理

(1)一抗 (2)二抗 (3)标记复合物

(七)原位杂交

原位杂交(in situ hybridization)是在组织或细胞原位进行的核酸分子杂交技术。原位杂交的原理是根据碱基互补的原则,用一段碱基序列已知、经特定标记的核苷酸链为探针(probe),与标本中待测的 DNA 或 mRNA 片段进行杂交,并通过标记物的显示,观察核酸的分布与含量。常用的探针标记物有放射性和非放射性两类,放射性标记物有 ^3H 、 ^{35}S 、 ^{32}P 等,非放射性标记物有地高辛、生物素、荧光素等。前者经放射自显影处理后观察,后者用免疫细胞化学或酶组织化学显示。

(八)细胞培养技术

细胞培养(cell culture)是将活体细胞取出,放置于模拟体内的条件下进行培养的技术。目前大多利用机械分散法或酶消化法分离和纯化组织中的某种细胞,制成原细胞悬液,然后接种于培养瓶或培养板,使之贴壁或悬浮生长,称为细胞培养。细胞培养要求环境无菌,严防微生物污染,培养条件还包括合适的温度、湿度、pH 值、 O_2 和 CO_2 的浓度等。对从体内分离的细胞首次进行培养称为原代培养(primary culture);当原代培养的细胞增殖到一定数量和密度后再稀释转移至新的培养瓶中继续培养称传代培养(subculture)。经长期传代培养的细胞群称细胞系(cell line);用细胞克隆或单细胞培养形成的纯种细胞称为细胞株(cell strain)。这些细胞系或细胞株可置于液氮中长期保存,可随时取出复苏进行实验。细胞培养技术可直接进行细胞增殖、分化、代谢等多方面研究,也可观察各种理化因子对细胞生物学行为的影响。

观察活细胞的结构和变化,可用相差显微镜。它能改变光波的相位,使相位差变为振幅差,从而能清楚地观察不经染色的活细胞。



临床应用

组织工程

组织工程(tissue engineering)是用细胞培养技术在体外模拟构建机体组织或器官的技术,目的是为器官缺损患者提供移植替代物。应用人工合成的有机高分子聚合物或纤维蛋白等天然的细胞外物质,制备所需形状的三维支架,将干细胞体外诱导分化获得的种子细胞接种于三维支架上,经体外培养或植入体内,可形成具有特定形状和功能的组织器官,且支架材料可逐渐降解吸收。国内外学者应用组织工程技术已开展了许多人造组织或器官的研制,如皮肤、软骨、骨、血管等。目前组织工程化皮肤和软骨已用于临床研究。

三、学习组织学与胚胎学应注意的几个要点

1. 理论联系实际 组织学与胚胎学属人体形态学范畴。学习过程中不仅要学好理论,而且要认真做好实验。通过实验可验证和巩固所学理论,并能提高独立思考能力和自学能力。

2. 平面与立体的关系 在组织学与胚胎学教学中,所用标本大多为切片标本,同一结构的不同切片呈现不同的形态差异。因此,在观察切片时,应通过细胞、组织、器官平面结构的观察,建立对它们立体结构的认识。

3. 结构和功能的关系 细胞、组织、器官的形态结构是功能的基础。在学习组织学与胚胎学过程中,要从形态联系功能,从功能理解形态。如肌纤维是细长的,含有大量肌丝,以维持其较大的舒缩潜能;单层扁平上皮表面平滑,分布于血管、淋巴管内腔面,具有降低摩擦力的作用;浆细胞含有丰富的粗面内质网和高尔基复合体,具有合成和分泌蛋白质的功能。因此,注意结构与功能的结合,既有助于深入理解,又可掌握规律,便于记忆。



思考题

1. 何为组织? 人体有几种基本组织?
2. 什么是 H-E 染色? 何为嗜酸性和嗜碱性?
3. 检查细胞内糖原和特异性蛋白应采用什么方法? 基本原理是什么?

(郑州大学 张钦宪)



第二章

人体的细胞

一、人体细胞的一般特点

细胞是人体形态结构、生理功能和生长发育的基本单位。成人约有 16×10^{14} 个细胞,都是由一个受精卵细胞分裂分化而来。人体细胞大小不等,形态各异。大多数人体细胞直径只有几微米,而最大的人卵细胞直径可达 $100 \sim 140 \mu\text{m}$ 。人体细胞可呈球形、方形、圆柱形、棱柱形、扁平形、梭形及不规则形,有的细胞则具有很多长突起。人体细胞可依据其所在组织、分化阶段、细胞形态、染色特点、结构与功能或综合特点进行分类与命名。如肝细胞、骨原细胞、成骨细胞、杯状细胞、嗜酸性粒细胞、脂肪细胞、味细胞、视锥细胞、巨噬细胞等。

二、人体细胞的结构

人体细胞均属真核细胞,在光镜下细胞均有细胞膜、细胞质和细胞核三部分。而在电镜下不仅可更清晰地观察这三部分,而且可以看到许多更微细的有形结构——细胞器(图 2-1)。

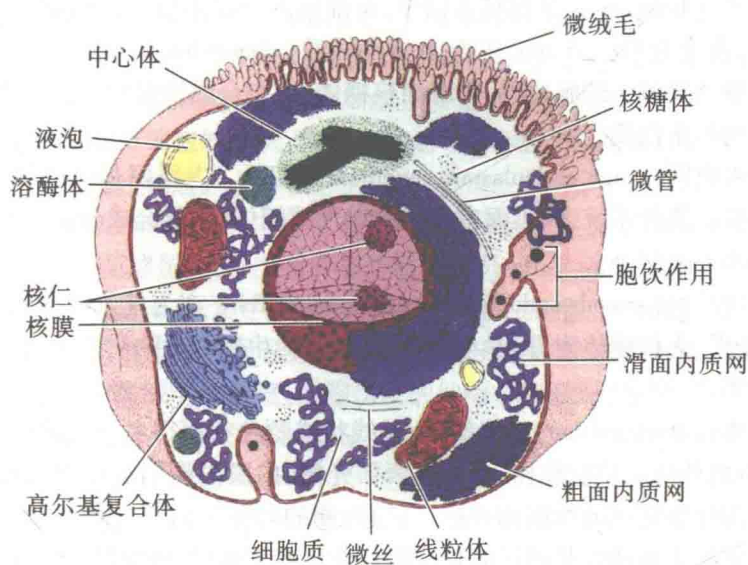


图 2-1 细胞器



(一) 细胞膜

细胞表面及细胞内部存在大量膜相结构,统称生物膜。存在于细胞外表面的生物膜称为细胞外膜或细胞质膜;而细胞内各种膜样结构称为细胞内膜或内膜系统。它们具有相似的结构特征。

细胞膜很薄,光镜下不能分辨。电镜下,细胞膜厚约 7.5 nm,呈现 2 暗夹 1 明的三层结构特征,每层厚约 2.5 nm,暗层为电子致密层(电子密度高),明层为电子透明层(电子密度低)。细胞膜由双层类脂分子、膜蛋白和膜糖组成。

1. 膜类脂双分子层 膜类脂以磷脂为主,磷脂分子是长杆状极性分子。一端是头端,为亲水端;另一端是尾端,为疏水端。由于细胞膜内外均为水环境,故类脂分子亲水的头端分别朝向膜的内外表面,构成电子致密层;而疏水的尾端相伸入膜的内部,成为电子透明层,形成特有的类脂双分子层的结构模式。类脂双分子层将细胞内容物与外界分开,与细胞的选择性吸收有关。

2. 膜蛋白 细胞膜中的蛋白质大多是球蛋白,分为镶嵌蛋白和表面蛋白两类。表面蛋白主要附于膜内侧表面,与细胞变形性运动、吞噬和分裂活动有关;镶嵌蛋白嵌入类脂双分子层内,如果蛋白质分子两端均为亲水端,则可贯穿膜的全层;如果蛋白质分子一端亲水而一端疏水,则亲水端露于膜的內表面或外表面,而疏水端则深埋于膜内。镶嵌蛋白可作为物质跨膜运转的载体,细胞特异性的标志性抗原,是接受激素、细胞因子及一些药物的受体,或作为起催化作用的酶及能量转换器等。

3. 膜糖 主要是一些多糖,膜糖以共价键与膜蛋白及膜类脂结合为糖蛋白和糖脂,其糖链常突出于细胞膜外表面,构成外伸糖衣,即细胞衣。糖衣除作为细胞膜的保护层,还与细胞黏着、细胞识别及物质交换等有密切关系。

(二) 细胞质

细胞质(cytoplasm)由无定形基质和位于其中的核糖体、粗面内质网、滑面内质网、线粒体、高尔基复合体、溶酶体、微体、中心体、细胞骨架等细胞器,以及脂滴、糖原、脂褐素等包含物组成。

1. 核糖体(ribosome) 又称核蛋白体,是细胞内合成蛋白质的细胞器。核糖体呈颗粒状结构,直径为 15~25 nm,主要由核糖核酸(ribonucleic acid, RNA)和蛋白质组成。一些核糖体游离于细胞质内,称游离核糖体,主要合成供细胞本身代谢、生长和增殖所需的结构性蛋白质。

2. 粗面内质网(rough endoplasmic reticulum, RER) 内质网是由一层单位膜围成的囊状或小管状膜管系统,其表面有大量附着性核糖体,主要合成分泌性蛋白质,通过胞吐作用排出于细胞外。

3. 滑面内质网(smooth endoplasmic reticulum, SER) 亦为单位膜围成的囊管状膜系统,表面光滑,无核糖体附着,参与脂类代谢、灭活生物活性物质及毒物、调节胞质内钙离子浓度等。

4. 线粒体(mitochondrion) 光镜下,呈线状或颗粒状而得名。电镜观察线粒体呈长椭圆形,有内外两层单位膜构成,外膜表面光滑,内膜内褶形成板状或管状结构,称线粒体嵴。内外膜之间的间隙称外腔,内膜内侧的间隙称内腔,内外腔均充满线粒体基质。线粒体的主要功能是通过氧化磷酸化作用产生能量,供细胞进行各种生命活动



之用,细胞所需能量约95%来自线粒体,故线粒体有“细胞供能站”之称。

5. 高尔基复合体(Golgi body) 高尔基复合体包括扁平囊泡、小泡和大泡三部分,其壁均由一层单位膜构成。其中扁平囊泡是高尔基复合体的最具特征性的部分,通常有5~10个相互通连的扁平囊叠摞排列,囊泡对着细胞表面的一面凹陷是成熟面,凸向细胞核的一面为生成面,小泡来自粗面内质网,数量较多,位于囊泡的生成面及其边缘;大泡由扁平囊泡出芽形成,数量较少,位于囊泡的成熟面。

高尔基复合体在细胞分泌过程中起加工厂的作用,而其本身结构也因小泡不断融入和大泡不断离去,处于不断新陈代谢的动态变化之中。

6. 溶酶体(lysosome) 由一层单位膜围成,直径为 $0.25\sim 0.8\ \mu\text{m}$,是高尔基复合体扁平囊泡成熟面出芽形成的一些特殊的大泡,内含多种酸性水解酶,具有很强的分解消化能力。尚未执行消化功能的溶酶体为初级溶酶体;初级溶酶体与自噬体融合,即为自噬溶酶体;而与异噬体融合即为异噬溶酶体,后两者统称次级溶酶体。其中的多种酸性水解酶可分解吞噬的蛋白质、核酸、脂类和糖类等物质,形成终末溶酶体,又称残余体。残余物可排出细胞外,也可积存在细胞内,如脂褐素。

在机体缺氧、中毒、创伤等情况下,可引起溶酶体膜破裂,大量水解酶扩散到细胞质内,致使整个细胞被消化、自溶。研究表明:肿瘤、类风湿、休克、发热、肝炎和硅沉着病等的发病机制均与溶酶体有一定关系。

7. 微体(microbody) 普遍存在于各种细胞内,是由一层单位膜围成的卵圆形或圆形小体,直径为 $0.2\sim 0.5\ \mu\text{m}$ 。微体内主要有过氧化氢酶、过氧化物酶和氧化酶等,又称过氧化氢体(Peroxisome)。过氧化氢酶能破坏对细胞有害的过氧化氢,防止细胞氧中毒。

8. 中心体(centrosome) 呈球形,因靠近细胞中央而得名。在光镜下中心体是由中心粒和中心球构成。电镜下中心粒是两个互相垂直的短筒状小体,其壁由9组微管构成,每一组微管包括3条微管。中心体在细胞分裂过程中参与纺锤体形成及染色体移动。

9. 细胞骨架(cytoskeleton) 是指细胞的结构网架,由微管、微丝、中间丝和微梁网组成。细胞骨架参与维持细胞形态、细胞运动、细胞附着及细胞内吞作用。

(1) 微管(microtubule):存在于绝大多数真核细胞的胞质中,直径约25 nm,壁厚 $2\sim 7\ \text{nm}$,由13条平行的原细丝组成,原细丝主要是线性排列的微管蛋白多聚体。微管除作为胞质骨架维持细胞的形状、参与细胞运动外,还可作为某些颗粒物质或大分子在细胞内移动的运转轨道。

(2) 微丝(microfilament):是一种实心的丝状结构,直径为 $5\sim 6\ \text{nm}$,属收缩性蛋白,包括肌动蛋白和肌球蛋白,除大量存在于肌细胞外,几乎所有细胞也都有这两种蛋白,其中,肌动蛋白含量丰富,集中于细胞的周边部,在细胞膜下形成肌动蛋白微丝网,肌球蛋白微丝在非肌细胞中含量甚微。微丝除参与肌细胞收缩、对细胞起支持作用外,还与细胞的吞噬、微绒毛的收缩、细胞伪足的伸缩、细胞质的分裂、分泌颗粒的排出及细胞器的移动有关。

(3) 中间丝(intermediate filament):是一类实心细丝,其直径为 $8\sim 10\ \text{nm}$,介于微丝和微管之间。中间丝存在于大多数细胞中,不同细胞内所含中间丝的类型不同,成体大多数细胞只含有一种中间丝,少数细胞含有两种类型的中间丝。目前,发现的中