

Histology and Embryology

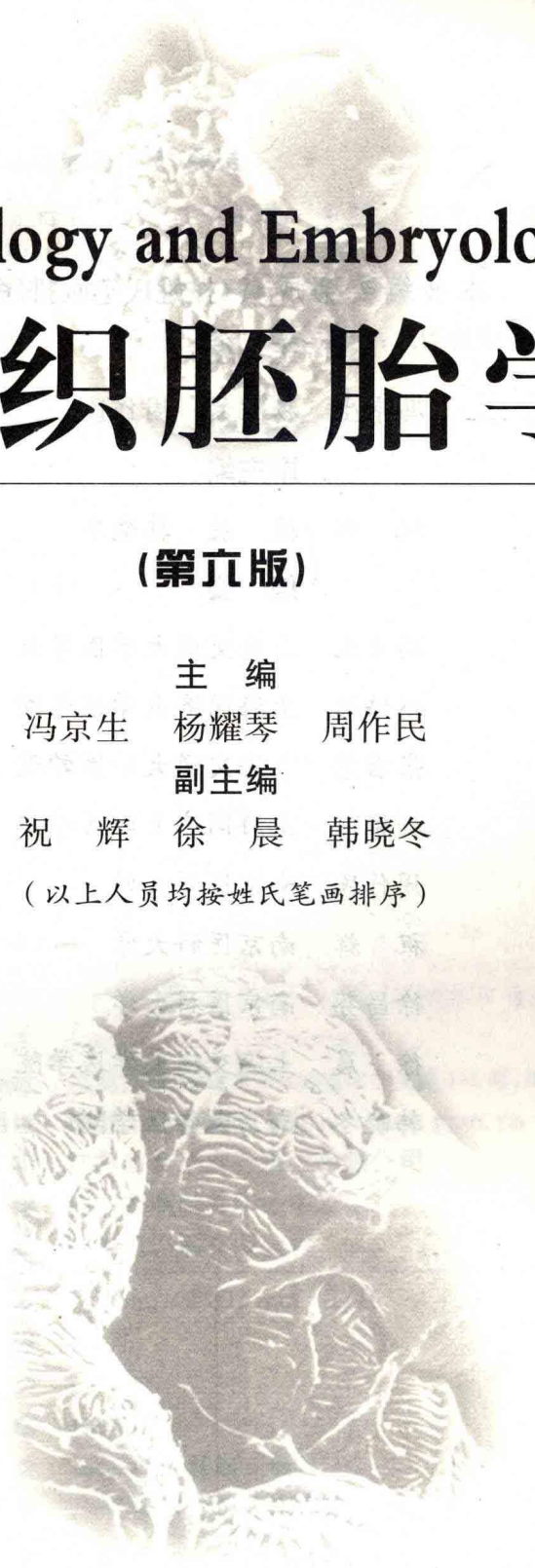
组织胚胎学

(第六版)

冯京生 杨耀琴 周作民 主编



凤凰出版传媒集团
江苏科学技术出版社



Histology and Embryology

组织胚胎学

(第六版)

主 编

冯京生 杨耀琴 周作民

副主编

祝 辉 徐 晨 韩晓冬

(以上人员均按姓氏笔画排序)

凤凰出版传媒集团
江苏科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

组织胚胎学 / 冯京生等编著. —6 版. —南京: 江苏科学技术出版社, 2008. 9

ISBN 978-7-5345-6177-1

I. 组… II. 冯… III. 人体组织学: 人体胚胎学
IV. R329.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 132833 号

组织胚胎学(第六版)

主 编 冯京生 杨耀琴 周作民

责任编辑 姚 革 孙连民

责任校对 郝慧华

责任监制 曹叶平

出版发行 江苏科学技术出版社(南京市湖南路 47 号, 邮编: 210009)

网 址 <http://www.pspress.cn>

集团地址 凤凰出版传媒集团(南京市中央路 165 号, 邮编: 210009)

集团网址 凤凰出版传媒网 <http://www.ppm.cn>

经 销 江苏省新华发行集团有限公司

照 排 南京紫藤制版印务中心

印 刷 扬中市印刷有限公司

开 本 787 mm×1 092 mm 1/16

印 张 17.75

插 页 1

字 数 403 000

版 次 2008 年 9 月第 6 版

印 次 2008 年 9 月第 1 次印刷

标准书号 ISBN 978-7-5345-6177-1

定 价 33.00 元

图书如有印装质量问题, 可随时向我社出版科调换。

第六版前言

南京医科大学、上海交通大学医学院、浙江大学医学院和上海同济大学医学院协编的《组织胚胎学》第五版教材出版已逾 6 年,由于第五版教材承袭了前四版教材内容适度、文字精炼、插图清晰、便于教学等特点,故得到了广大教师和学生的好评。但近年来组织胚胎学的研究进展迅速,特别是成体干细胞和胚胎干细胞的研究取得了突飞猛进的发展,组织胚胎学的教学方式也发生了较大的改变。为了及时反映本学科的最新进展和广泛适应多层次、多专业的教学需求,我们决定修订出版第六版《组织胚胎学》。

第六版《组织胚胎学》的特点:① 保持第五版的框架,但在内容上增加了一些本学科公认的最新进展,特别是干细胞的研究内容。② 在每一章节的最后增加了一些思考题,以帮助同学复习和掌握学习的重点。③ 更新了部分插图,使之图文并茂,图文一体。

本教材自 1981 年第一版至今已是第六版,历经 20 余年,始终集协编学校组织胚胎学教研室老、中、青三代教师的心血,并精诚合作,才得以一版再版,精益求精。在前五版教材的编写中,南京医科大学的张适、郭仁强和朱启锭教授,上海交通大学医学院的谢文英、王一飞、朱继业、吕卫和吴明章教授,浙江大学医学院的姚竹秀、罗云秀、顾文祥、倪秀生和王金茂教授,上海同济大学医学院的冯子强、杨虎川和胡志刚教授等,都为此书的编写做出卓越的贡献,在此谨表敬意!

在本书的再版过程中,我们力求做到内容新颖、编排合理和重点突出,但由于知识和能力有限,错误和不足之处在所难免,希望得到广大读者的批评指正。

本书编委会

2008 年 8 月

目 录

绪 论	1	(二) 白细胞	35
一、组织学与胚胎学的研究内容及意义	1	(三) 血小板	37
二、组织胚胎学研究方法	1	二、血细胞的发生	38
(一) 形态学研究方法	1	(一) 造血器官和造血干细胞	38
(二) 组织、细胞化学成分定位及其代谢研究方法	2	(二) 血细胞发生过程中的形态变化规律	41
(三) 组织、细胞定量研究方法	4	第四章 肌肉组织	43
(四) 组织培养技术	5	一、骨骼肌	43
三、组织胚胎学的学习方法	5	(一) 骨骼肌纤维的光镜结构	43
(一) 形态与功能的结合	5	(二) 骨骼肌纤维的电镜结构	45
(二) 立体与整体的概念	5	(三) 肌丝的分子结构	46
(三) 时间与空间的概念	5	二、心肌	47
第一章 上皮组织	6	(一) 心肌纤维的光镜结构	47
一、被覆上皮	6	(二) 心肌纤维的电镜结构	48
(一) 被覆上皮的类型和结构	6	三、平滑肌	49
(二) 上皮组织的特殊结构	9	(一) 平滑肌纤维的光镜结构	49
二、腺上皮和腺	12	(二) 平滑肌纤维的电镜结构	49
(一) 腺的发生	12	第五章 神经组织	51
(二) 外分泌腺的一般结构及分泌方式	13	一、神经元	51
三、上皮组织的更新和再生	14	(一) 神经元的结构	51
第二章 结缔组织	15	(二) 神经元的分类	53
一、固有结缔组织	15	(三) 突触	55
(一) 疏松结缔组织	15	二、神经胶质	56
(二) 致密结缔组织	21	(一) 中枢神经系统的神经胶质	56
(三) 脂肪组织	22	(二) 周围神经系统的神经胶质	57
(四) 网状组织	22	三、神经纤维	57
二、软骨与骨	23	(一) 有髓神经纤维	57
(一) 软骨	23	(二) 无髓神经纤维	60
(二) 骨	25	四、神经末梢	60
第三章 血液和血细胞的发生	33	(一) 感觉神经末梢	60
一、血液	33	(二) 运动神经末梢	61
(一) 红细胞	34	五、中枢神经系统的脑脊膜和血-脑屏障	62
		(一) 脑脊膜	62

(二) 血-脑屏障	63
六、神经和神经节	64
(一) 神经	64
(二) 神经节	64
七、神经组织对损伤的反应	65
(一) 溃变	65
(二) 再生	65
八、神经干细胞	66
第六章 循环系统	68
一、毛细血管	68
(一) 毛细血管的结构	68
(二) 毛细血管的分类	69
(三) 毛细血管的功能	70
二、动脉	70
(一) 中动脉	71
(二) 大动脉	72
(三) 小动脉	73
(四) 微动脉	73
(五) 动脉的年龄变化	74
三、静脉	74
(一) 微静脉	74
(二) 小静脉	74
(三) 中静脉	74
(四) 大静脉	74
(五) 静脉瓣	75
四、心脏	76
(一) 心脏壁的结构	76
(二) 心瓣膜	77
(三) 心脏传导系统	78
五、淋巴管系统	78
(一) 毛细淋巴管	78
(二) 淋巴管与淋巴导管	78
第七章 免疫系统	80
一、淋巴组织	80
二、淋巴器官	81
(一) 胸腺	82
(二) 淋巴结	84
(三) 脾	90
(四) 扁桃体	93
三、单核吞噬细胞系统与黏膜免疫	

系统	94
第八章 皮肤	95
一、表皮	95
(一) 角质形成细胞	95
(二) 非角质形成细胞	96
二、真皮	98
(一) 乳头层	98
(二) 网状层	98
三、皮下组织	99
四、毛发	99
五、皮脂腺	101
六、汗腺	101
七、皮肤的再生	102
第九章 内分泌系统	104
一、甲状腺	105
(一) 滤泡上皮细胞	105
(二) 滤泡旁细胞	106
二、甲状旁腺	107
(一) 主细胞	107
(二) 嗜酸性细胞	107
三、肾上腺	107
(一) 皮质	107
(二) 髓质	109
(三) 皮质和髓质的功能关系	110
四、垂体	110
(一) 腺垂体的结构与功能	111
(二) 神经垂体的结构与功能	114
(三) 垂体与下丘脑的关系	114
五、松果体	116
六、弥散神经内分泌系统	117
第十章 消化管	119
一、口腔	119
(一) 舌	119
(二) 牙	120
二、消化管的一般结构	121
(一) 黏膜	122
(二) 黏膜下层	122
(三) 肌层	123
(四) 外膜	123
三、食管	123

(一) 黏膜	123	(二) 肺的血管及血液循环	158
(二) 黏膜下层	124	第十三章 泌尿系统	160
(三) 肌层	124	一、肾	160
(四) 外膜	124	(一) 肾单位	160
四、胃	124	(二) 集合管系	167
(一) 黏膜	124	(三) 乳头管、肾盏、肾盂	168
(二) 黏膜下层、肌层和外膜	128	(四) 球旁复合体	168
五、小肠	129	(五) 肾间质	169
(一) 黏膜	129	(六) 肾的血液循环	169
(二) 黏膜下层、肌层和外膜	132	(七) 肾的淋巴管 and 神经	171
六、大肠	133	(八) 肾的内分泌功能	171
七、肠相关淋巴组织	135	二、输尿管	171
八、胃肠道内分泌细胞	136	三、膀胱	172
第十一章 消化腺	138	第十四章 男性生殖系统	173
一、唾液腺	138	一、睾丸	173
(一) 大唾液腺的一般结构	138	(一) 生精小管	173
(二) 三大唾液腺的特征	140	(二) 睾丸间质	178
二、胰腺	140	(三) 直精小管和睾丸网	178
(一) 外分泌部	141	(四) 睾丸功能的内分泌调节	178
(二) 内分泌部——胰岛	141	二、生殖管道	179
(三) 胰岛-腺泡门脉系统	142	(一) 附睾	179
三、肝	142	(二) 输精管	180
(一) 肝小叶	143	三、附属腺	181
(二) 门管区	147	(一) 前列腺	181
(三) 肝的血液循环	147	(二) 精囊腺	182
(四) 肝内胆汁形成和排出途径	148	(三) 尿道球腺	182
(五) 肝的淋巴回流	148	四、阴茎	182
(六) 肝的再生	148	第十五章 女性生殖系统	184
四、胆囊	148	一、卵巢	184
第十二章 呼吸系统	150	(一) 卵泡的发育和成熟	185
一、鼻腔	150	(二) 排卵	188
(一) 前庭部	151	(三) 黄体的形成和退化	188
(二) 呼吸部	151	(四) 闭锁卵泡和间质腺	189
(三) 嗅部	151	(五) 门细胞	189
二、气管与支气管	152	(六) 卵巢的内分泌功能	189
(一) 黏膜	152	二、输卵管	190
(二) 黏膜下层	153	三、子宫	191
(三) 外膜	153	(一) 子宫壁的组织结构	191
三、肺	154	(二) 子宫内膜的周期性变化	193
(一) 支气管树与肺泡	155	(三) 子宫颈	194

(四) 卵巢和子宫内膜周期性变化的神经 内分泌调节	194	(三) 联胎	228
四、阴道	196	七、先天性畸形	230
五、乳腺	196	(一) 先天性畸形的发生率	230
(一) 乳腺的一般结构	196	(二) 先天性畸形的发生原因	230
(二) 静止期乳腺	196	(三) 致畸敏感期	231
(三) 活动期乳腺	197	(四) 先天性畸形的预防	231
第十六章 感觉器官	198	(五) 先天性畸形的产前诊断	232
一、眼	198	八、胚胎各期外形演变和胚胎龄的 推算	232
(一) 眼球	198	(一) 胚胎外形的演变	232
(二) 眼的附属器官	204	(二) 胚胎龄的测定方法	233
二、耳	205	九、胚胎干细胞	234
(一) 壶腹嵴	205	第十八章 颜面、腭和颈的发生	235
(二) 椭圆囊斑和球囊斑	207	一、鳃器的发生	235
(三) 耳蜗和螺旋器	207	二、颜面的发生	235
第十七章 人胚胎早期发生	211	三、腭的发生	237
一、受精	211	四、颈的发生	238
(一) 受精的准备	211	五、颜面和颈部的先天性畸形	238
(二) 受精的地点	211	第十九章 消化系统和呼吸系统的发生	240
(三) 受精的过程	212	一、原始消化管的形成和分化	240
(四) 受精的意义	213	二、咽囊的衍化	241
二、卵裂和胚泡形成	214	三、消化系统的发生	241
(一) 卵裂	214	(一) 原始咽的演变	241
(二) 胚泡形成	215	(二) 食管的发生	242
三、植入	215	(三) 胃的发生	242
(一) 植入的时间和地点	215	(四) 肠的发生	243
(二) 植入的过程	215	(五) 直肠和肛管的发生	245
(三) 蜕膜形成	217	(六) 肝和胆道系的发生	246
(四) 完成植入的条件	217	(七) 胰腺的发生	246
(五) 人工授精和胚胎移植	217	(八) 消化系统的先天性畸形	247
四、胚层的形成和分化	217	四、呼吸系统的发生	248
(一) 二胚层胚盘的形成	217	(一) 喉和气管的发生	248
(二) 三胚层胚盘的形成	219	(二) 肺的发生	249
(三) 胚体形成与三胚层分化	220	(三) 呼吸系统的先天性畸形	249
五、胎膜与胎盘	222	第二十章 泌尿系统和生殖系统的发生	251
(一) 胎膜	223	一、泌尿系统的发生	251
(二) 胎盘	225	(一) 肾脏和输尿管的发生	251
六、双胎、多胎和联胎	228	(二) 膀胱和尿道的发生	254
(一) 双胎	228		
(二) 多胎	228		

(三) 泌尿系统的先天性畸形	255	(三) 血管的发生	264
二、生殖系统的发生	256	二、心脏的发生	265
(一) 生殖腺的发生	256	(一) 心脏外形的改变	265
(二) 生殖管道的发生	258	(二) 心脏内部的分隔	266
(三) 外生殖器的发生	259	三、弓动脉的发生和演变	269
(四) 生殖系统的先天性畸形	261	四、胎儿血液循环及其出生后的变化	270
第二十一章 循环系统的发生	263	(一) 胎儿血液循环	270
一、原始心血管系统的发生	263	(二) 胎儿出生后血液循环的变化	271
(一) 血岛和胚内、外毛细血管的发生	263	五、先天性心血管畸形	271
(二) 心管的发生	264		

绪 论

一、组织学与胚胎学的研究内容及意义

一切生物体无不由细胞构成。人体内的细胞不但为数甚巨,且其形态与结构各异。人体不是众多细胞的杂乱组合。一些形态近似,功能相关的细胞和由细胞产生的细胞间质组合在一起构成了组织(tissue)。毫无疑问,细胞是构成机体的主要结构和功能单位,但细胞间质及其中的体液成分(血浆、组织液和淋巴液等)构成了细胞生存的微环境,起着支持、保护和营养细胞的作用,并且与细胞的分化和运动密切相关。人体内有四种基本组织,即**上皮组织、结缔组织、肌肉组织和神经组织**。这几种组织按一定规律相互结合,组成了人体内各器官和系统。研究基本组织及各器官形态结构及相关功能的科学称为**组织学(Histology)**。

成人体内的所有细胞均来自**受精卵**,而受精卵则由男性的精子和女性的卵子相互融合而成,这个融合过程称**受精**。受精卵在母体内不断增殖分化、生长及发育为成熟胎儿直至娩出。研究个体发生、发育及其机理的科学称为**胚胎学(Embryology)**。

组织学与胚胎学的雏形始于 17 世纪。以后的几百年,组织学基本上是沿着描述组织学、比较组织学、实验组织学与功能组织学方向不断发展;而胚胎学则经历了描述胚胎学、比较胚胎学、实验胚胎学直至分子胚胎学几个阶段。近代医学有两个趋势:一个是由整体水平向细胞水平和分子水平不断深入,另一个是各学科间广泛渗透,形成众多边缘学科,从不同角度探讨生命规律以及人体与环境的关系。组织学与胚胎学的发展也充分体现这两个趋势,一方面组织学与胚胎学的研究从细胞水平向亚细胞乃至分子水平不断深化;另一方面组织学和胚胎学又与生物化学、生理学、免疫学、内分泌学和生殖生物学等相关学科交叉渗透。一些近代医学的重大课题,诸如细胞增殖与分化的调控、细胞间的通信与识别、细胞突变与癌变及逆转、组织细胞的衰老与死亡乃至生育、不育与节育、畸形与优生等,无不基于对人体组织学与胚胎学的深刻认识。总之,组织学与胚胎学已交织在现代生命科学的体系网络中,成为一门重要的基础课程。

二、组织胚胎学研究方法

(一) 形态学研究方法

1. **一般光学显微镜(light microscope)** 机体各部分的微细结构,必须用显微镜才能进行观察。应用光学显微镜(简称光镜)观察组织切片是最常用的方法;它要通过取材、固定和石蜡包埋等步骤,然后用切片机切成 5~10 μm 厚度的组织切片,经脱蜡、染色以增加反差,

再经透明封固后即可在光镜下观察,所见结构称光镜结构。最常用的切片染色是苏木精(hematoxylin)和伊红(eosin)染色,简称**H. E. 染色**。苏木精将细胞核染成紫蓝色,伊红将细胞质染成粉红色。苏木精为碱性染料,组织结构与碱性染料亲和力强者称为嗜碱性;伊红为酸性染料,与酸性染料亲和力强者,称为嗜酸性,若与两者的亲和力都不强,称中性。

为更好保存细胞内酶的活性或缩短切片制作过程,组织块也可不予固定,而立即投入液氮中(-196°C)快速冻结,用恒冷切片机制成冰冻切片,再经过染色并观察。液态标本可制成涂片(如血涂片、精液涂片);疏松的组织可撕成薄片铺在玻片上制成铺片;坚硬的组织(如骨和牙)则需磨成薄片称磨片,再经染色后观察。

2. **荧光显微镜**(fluorescence microscope) 由光源、滤光系统和显微镜三个部分组成。光源为高压汞灯,可产生紫外光,标本中的自发荧光物质或经荧光素染色或标记的结构在紫外光激发下可产生各种颜色的荧光,以此来研究该荧光物质在细胞和组织中的分布。

3. **相差显微镜**(phase contrast microscope) 是将活细胞不同厚度及细胞内不同结构对光产生的不同折射,转换成光密度差异,可使无色透明的活细胞镜下结构反差明显,图像清晰,用于进行细胞培养中活细胞的观察。

4. **激光扫描共聚焦显微镜**(laser scanning confocal microscope) 是近年研制和应用的一种新型显微镜。它将激光束落在样品上,并作移动扫描,对样品内某种荧光标记的物质进行二维和三维的动态微量分析测定。可用来研究活细胞内 Ca^{2+} 、 Na^{+} 和 K^{+} 等离子和 pH 值的动态变化;细胞内各种细胞器、细胞骨架、核酸、蛋白质和受体等的定位和定量分析;细胞膜电位、膜通道及信息传递的检测。

5. **电子显微镜技术** 电子显微镜(简称电镜)的发明和使用,使组织胚胎学研究发生了深刻变化。光镜分辨率为 $0.2\text{ }\mu\text{m}$,放大倍数约为 1 000 倍,而电镜的分辨率为 0.2 nm ,比光镜高 1 000 倍,可放大几万倍至几十万倍,因此电镜能观察到更微细的结构。在电镜下所见的结构称为超微结构(ultrastructure)。

(1) **透射电镜**(transmission electron microscope) 用于观察细胞内部结构,标本制备比光镜的要求更严格,组织块要更新鲜,体积更小(1 mm^3),固定常用戊二醛和锇酸。切片则用超薄切片机,制成 $50\sim 80\text{ nm}$ 的超薄切片,用醋酸铀和柠檬酸铅染色,然后在电镜下观察并摄片。

(2) **扫描电镜**(scanning electron microscope) 用于观察组织或细胞表面的微细结构,标本需经喷镀金属膜特殊处理,然后在扫描电镜下观察,在荧光屏上扫描成像,呈现富于立体感的表面图像,如细胞表面的微绒毛、纤毛和细胞伸出的伪足等。

(二) 组织、细胞化学成分定位及其代谢研究方法

1. **一般组织化学**(histochemistry) 是应用化学反应与物理反应原理检测组织或细胞内某种化学成分并进行定位、定量及相关功能研究的技术。

(1) **多糖** 显示多糖或蛋白多糖的常用方法是**过碘酸-雪夫反应**(periodic acid Schiff reaction, **PAS 反应**)。组织或细胞中的多糖被结合形成紫红色沉淀物。此反应称 PAS 阳性反应, PAS 阳性部位为多糖存在部位。

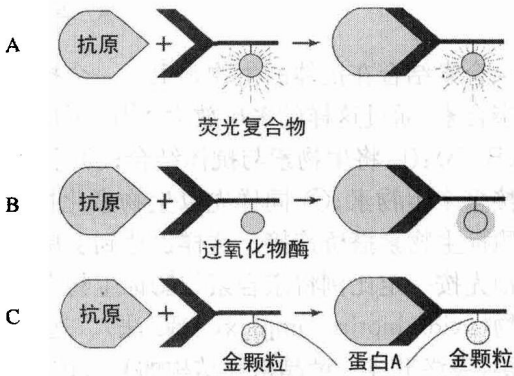
(2) **脂类** 标本用甲醛固定,冷冻切片,用油红 O、尼罗蓝或苏丹类染料染色,使组织和细胞中的脂类物质显示相应颜色。亦可用锇酸固定兼染色,脂类呈黑色。

(3) **酶** 酶细胞化学反应的基本原理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,形成有色的终产物,借此测定该酶在细胞内的分布及活性强弱。

(4) **核酸** 显示 DNA 的传统方法是 Feulgen 反应(Feulgen reaction),组织切片或细胞涂片先经稀盐酸处理,使 DNA 水解,醛基暴露,再用雪夫试剂处理,形成紫红色反应产物。

2. **免疫细胞化学和免疫组织化学**(immunocytochemistry and immunohistochemistry) 是应用抗原与抗体结合原理,检测细胞或组织内多肽、蛋白质等大分子物质的分布。这种方法的特异性强,敏感度高,近年发展迅速,应用广泛,成为生物学和医学众多学科的重要研究手段。尤其是单克隆抗体(monoclonal antibody)术的成功以及标记技术的不断改进和灵敏度的提高,使此项技术的进展日新月异,不仅用于许多基本理论的研究,并已取得若干重大突破,而且已用于疾病的早期快速诊断等临床实际。组织的多肽和蛋白质种类繁多,具有抗原性。分离提取动物的某种蛋白质,作为抗原注入另一种动物体内,后者即产生相应的特异性抗体。从被免疫动物的血清中提出该抗体,以荧光素、酶或胶体金等标记,再用这种标记抗体处理组织切片或细胞,标记抗体即与细胞内相应蛋白质(抗原)发生专一性结合。荧光标记抗体-抗原结合物用荧光显微镜观察,胶体金结合物在电镜下观察,酶标结合物用光镜或电镜观察,即可检测该蛋白质合成的部位与分布。免疫荧光法最常用的是异硫氰酸(fluorescein isothiocyanate, FITC),抗原与该荧光抗体复合物在镜下呈黄绿色荧光。免疫酶标法最常用的是辣根过氧化物酶(horse-radish peroxidase, HRP),它的底物是 3, 3'-二氨基联苯胺(DAB)和 H_2O_2 , HRP 使 DAB 氧化形成棕黄色沉淀(图绪-1)。

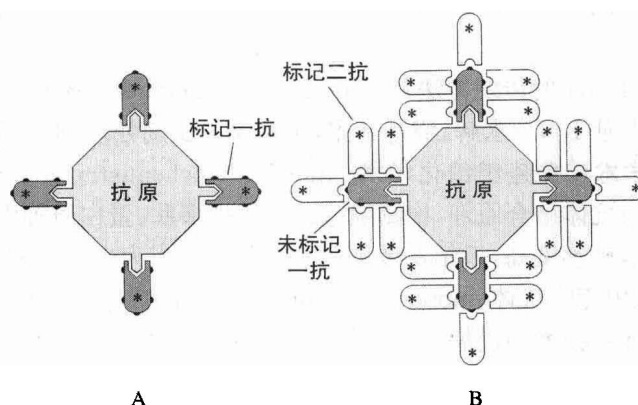


图绪-1 免疫细胞化学原理示意图

A. 免疫荧光法 B. 免疫酶标法 C. 胶体金法

标记抗体与抗原结合方式有两种。一是直接法,即如上述用标记抗体与样品中的抗原直接结合;这种方法操作简便,但灵敏度不够满意。另一种是间接法,是将分离的抗体或抗血清(第一抗体)作为抗原注入另一种动物,制备出该抗体(抗原)的抗体(第二抗体),再以标记物标记二抗;然后用一抗和二抗先后处理样品,最终形成抗原、一抗和标记二抗复合物。由于一个抗原分子可与数个一抗结合,后者又可与多个标记二抗结合,通过这种放大作用,使抗原分子上的标记物大大增多,故间接法的灵敏度比直接法更高(图绪-2)。目前间接法的应用更广泛,而且国内外已有多种标记二抗成品供应,使用方便。

免疫细胞化学近年来又有很大进展。如生物素-亲合素等新颖试剂的应用,进一步提高了该技术的稳定性和灵敏度,为检测微量抗原、受体或抗体开辟了新途径。生物素(biotin, 又名维生素 H)是从卵黄或肝脏中提取的一种小分子物质(分子量 244. 31),亲合素(avidin, 又称卵白素)是从卵白中分离的一种糖蛋白(分子量 68 000),两者可形成牢固的,不可逆的结合,每个亲合素分子有四个生物素位点。生物素-亲合素系统(BAS)的应用大致有两种方法。一种是标记亲合素-生物素法(LAB):① 将标记物(过氧化物酶)与亲和素结合,一个亲合素分子可耦联或吸附多个标记物;② 生物素与抗体(一抗或二抗)结合,一个抗体分子可连接多个生物素分子,抗体活性不受影响;③ 先使抗原与生物素化抗体结合,再将标



图络-2 免疫细胞化学直接法与间接法示意图

A. 直接法 B. 间接法

记亲合素结合在抗体的生物素上。一个抗体通过与其结合的许多生物素“捕手”连接多个标记亲合素,通过这样的多层放大,提高了检测抗原的灵敏度。另一种是桥连亲合素-生物素法(BAB):① 将生物素与抗体结合;② 生物素与标记物(过氧化物酶)结合,每个酶分子可连接多个生物素;③ 同样先以生物素化抗体与抗原结合,再用游离亲合素将生物素化抗体与酶标生物素搭桥连接。这样也达到多层放大效果。目前更实用的是后一种方法的改良,即预先按一定比例将亲合素与酶标生物素结合在一起,形成亲合素-生物素-过氧化物酶复合物(avidinbiotin complex,ABC法)。通过此复合物中的亲合素与生物素化抗体-抗原相连接,最终形成一种晶格样结构的复合体,其中罗织了大量酶分子,从而大大提高了检测抗原的灵敏度。配制现成的ABC试剂盒已商品化,操作简便实用。

3. **原位杂交术**(in situ hybridization) 是通过检测细胞内 mRNA 或 DNA 分子序列片段,原位显示细胞合成某种多肽或蛋白质的基因表达。应用某种已知的并被标记的 RNA 或 DNA 片段即核酸探针(cRNA 或 cDNA),与细胞内的待测核酸(RNA 或 DNA 片段)进行杂交,通过标记物的显示在光镜和(或)电镜下观察目的 mRNA 或 DNA 的存在与定位。

4. **放射自显影术**(autoradiography) 是应用放射性核素或其标记物注入机体内或加入培养细胞的培养基内,细胞摄取放射性物质;将感光乳胶涂在制成的组织切片上或培养的细胞上;核素射线使乳胶感光,经显影、定影后在镜下观察。借此研究该核素或其标记物在细胞和组织内的原位分布,并追踪其代谢转归。

(三) 组织、细胞定量研究方法

1. **显微分光光度测量术**(microspectrophotometry) 是应用显微分光光度计,以物质分子对光波的选择性吸收为基础,在显微镜下对生物样品中的化学物质进行定量分析。

2. **流式细胞术**(flow cytometry) 是近年发展起来的细胞分类和定量研究技术,能对细胞的生物化学和生物物理特性进行快速定量测定,还可分选收集各种细胞。该技术的建立为细胞动力学、免疫学、血液学和肿瘤学等的研究提供了重要的研究手段。如细胞周期各时相细胞的比例,同步分析细胞内 DNA、RNA 和蛋白质的含量,T 淋巴细胞亚群的分离和定量,淋巴细胞表面受体的分析,分离和浓缩造血干细胞,血细胞增殖情况,恶性肿瘤早期诊断,药物作用机制等。

（四）组织培养技术

组织培养技术(tissue culture) 是将离体的细胞、组织或器官置于培养基中,在无菌和适宜温度及酸碱度条件下进行培养成活,借以观察各种物理、化学和生物因素对组织或细胞的作用,探索和提示细胞生命活动规律和细胞的结构功能变化。

三、组织胚胎学的学习方法

（一）形态与功能的结合

组织学是一门以研究形态结构为主的学科,但形态结构特点总是和一定的生理功能密切相关。例如,合成蛋白质的细胞,其核酸代谢及基因表达旺盛,故而都有核仁明显、胞质嗜碱性、粗面内质网及高尔基复合体发达等特点,学习时联系功能会容易理解并记住这些细胞结构,而不需要死记硬背。

（二）立体与整体的概念

不论是细胞或是器官,都是立体的。在制成的切片中,由于切片的部位与方向不同而呈现不同的形态。例如,一个细胞,由于所切部位不同,在有的断面上可见到细胞核,有的断面则没有细胞核。所以学习时要建立由平面到立体的概念。人体内的各种细胞、组织和器官是整体的一部分,它们通过神经体液调节而成为统一体,能和外环境相适应。因此,学习时要有整体概念,将局部和整体结合起来分析,才不会“只见树木,不见森林”。

（三）时间与空间的概念

在研究组织学时一定要联系组织与器官的发育过程。胚胎发生每时每刻都在变化,这种变化是一个连续过程,我们应当了解每一过程发生于何时,发生于何处,发生何种变化,这样才能了解其来龙去脉。当然出生以后组织也不是一成不变的。组织在出生以后也经历生长、成熟与死亡的过程,还会发生各种病理变化,因此必须建立一个动态变化的概念。

思考题

1. 试述组织学和胚胎学的研究范畴。
2. 何谓 H. E. 染色? 何谓 PAS 染色?

(上海交通大学医学院 冯京生)

第一章 上皮组织

上皮组织(epithelial tissue)简称**上皮**(epithelium)由排列紧密、形态较规则的上皮细胞和少量细胞间质组成,细胞由黏着物和特殊连接结构牢固相连。上皮细胞具有明显的**极性**(polarity),一面朝向体表或器官的腔面,称**游离面**;与游离面相对的另一面向着深部的结缔组织,称**基底面**,细胞的两端在结构和功能上具有明显的差别。基底面借一薄层基膜与结缔组织相连。上皮组织中一般没有血管及淋巴管,细胞所需的营养依靠结缔组织内的血管提供,营养物质可透过基膜营养上皮。上皮组织内常有丰富的游离神经末梢分布,如表皮、角膜上皮和支气管上皮等,这些部位的上皮感觉锐敏。上皮组织主要可分为被覆上皮和腺上皮两大类,具有保护、吸收、分泌和排泄等功能,不同的上皮其功能各有侧重。另有一些上皮细胞特化为有特定功能的细胞,如肌上皮细胞(myoepithelial cell)是指具有收缩能力的上皮细胞;感觉上皮细胞(sensory epithelial cell)是上皮内特殊分化并具有感受特殊刺激功能的细胞。本章主要叙述被覆上皮和腺上皮。

一、被覆上皮

覆盖于身体表面和衬贴在有腔器官腔面的上皮,称**被覆上皮**(covering epithelium)。被覆上皮分布广泛,除关节腔的软骨面外,身体体表、体腔和空腔器官的内表面都衬贴着被覆上皮。被覆上皮的细胞形状规则,紧密排列成层,由于其一般位于边界上,故细胞极性明显,具有上皮组织的典型结构。

(一) 被覆上皮的类型和结构

被覆上皮主要依据组成上皮的细胞层数和浅层细胞形态进行分类(表 1-1)。

表 1-1 被覆上皮的分类、主要分布及功能简介

上皮分类	主要分布	主要功能
单层扁平上皮	内皮:心、血管和淋巴管的腔面 间皮:胸膜、心包膜和腹膜的表面 其他:肺泡和肾小囊壁层等的上皮	薄,游离面光滑,有利于血液和淋巴的流动及物质交换 游离面湿润光滑,便于内脏器官运动、气体交换和保护等
单层立方上皮	肾小管和甲状腺滤泡等	被覆、吸收与分泌
单层柱状上皮	胃、肠和子宫等	保护、吸收、分泌、润滑
假复层纤毛柱状上皮	呼吸道等	保护、分泌及将尘粒排出呼吸道
复层扁平(未角化)上皮	口腔、食管和阴道等	保护、分泌、防止水分丢失

上皮分类	主要分布	主要功能
复层扁平(角化)上皮	皮肤的表皮等	保护、防止水分丢失
复层立方上皮	汗腺导管等	保护、分泌
变移上皮	肾盏、肾盂、输尿管和膀胱	保护、有利于器官的活动
复层柱状上皮	睑结膜和男性尿道等	保护

单层上皮(simple epithelium)由一层上皮细胞组成,所有细胞的基底面都附着于基膜,游离面多伸达上皮的表面。复层上皮(stratified epithelium)由多层细胞组成,只有最深层的细胞附着于基膜。根据细胞(复层上皮为浅层细胞)的侧面形态可进一步分类。

1. 单层扁平上皮(simple squamous epithelium) 由一层很薄的扁平细胞组成(图 1-1)。从表面看,细胞边缘呈锯齿状或波浪状,互相嵌合,细胞呈不规则形或多边形,核椭圆形,位于细胞中央。从上皮的垂直切面看,中央含核的部分略厚,其余胞质很薄。

衬贴在心、血管和淋巴管腔面的单层扁平上皮称内皮(endothelium)。分布在胸膜、腹膜和心包膜表面的单层扁平上皮称间皮(mesothelium)。

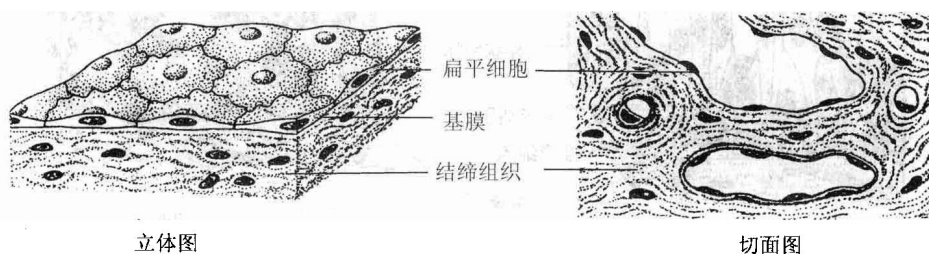


图 1-1 单层扁平上皮

2. 单层立方上皮(simple cuboidal epithelium) 由一层立方形细胞组成(图 1-2)。上皮表面观察,细胞呈六角形或多边形;上皮的垂直切面上,细胞呈立方形,核圆,位于细胞中央。

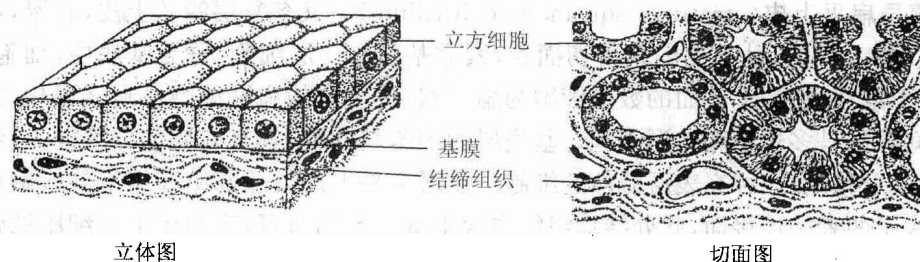


图 1-2 单层立方上皮

3. 单层柱状上皮(simple columnar epithelium) 由一层棱柱状细胞组成。上皮表面与单层立方上皮相似,垂直切面上,细胞呈柱状(图 1-3),核椭圆形,长轴与基膜垂直,多位于细胞近基底部。

4. 假复层纤毛柱状上皮(pseudostratified ciliated columnar epithelium) 上皮由柱状、梭形和锥形等几种形状、大小不同的细胞组成,由于几种细胞高矮不等,细胞核所在位

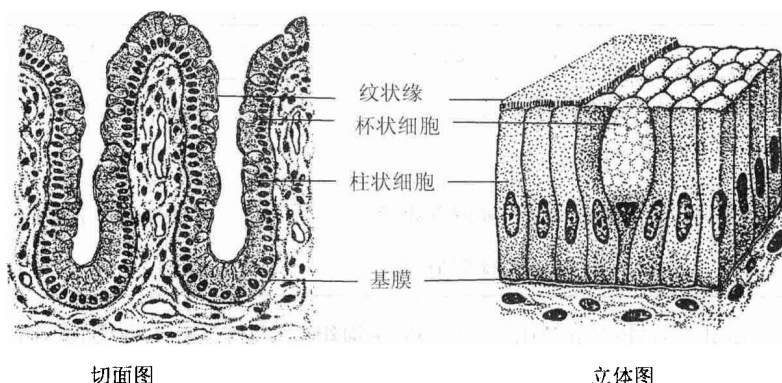


图 1-3 单层柱状上皮

置高低不一,故从上皮的垂直切面看,形似复层(图 1-4),但这些形态不一的细胞,其基底面均附着于基膜,故此种上皮仍属于单层上皮范畴。柱状细胞游离面具有纤毛。

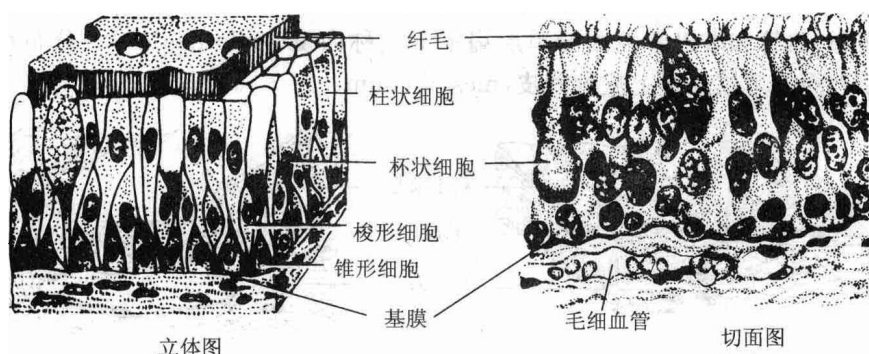


图 1-4 假复层纤毛柱状上皮

在单层柱状上皮和假复层纤毛柱状上皮中常夹有单个的杯状细胞(goblet cell)。杯状细胞形似高脚酒杯状,细胞顶部膨大,充满黏原颗粒,基部较细窄,核位于基底部,常为较小的三角形,着色较深。杯状细胞是一种腺细胞,分泌黏液,有润滑和保护上皮的作用。

5. **复层扁平上皮**(stratified squamous epithelium) 又名复层鳞状上皮,较厚,由多层细胞组成(图 1-5)。从上皮的垂直切面看,紧靠基膜的一层细胞,称为基底层,细胞较小,多为立方或矮柱状;近表面的数层细胞为扁平状,最表层的扁平细胞已衰老退化,并不断脱落;中间数层是多边形和梭形细胞。基底层的细胞较幼稚,具有旺盛的分裂能力,新生的细胞渐向浅层移动,以补充表层脱落的细胞。复层扁平上皮与深部结缔组织的接触面凹凸不平,扩大了两者的连接面,此处结缔组织内含丰富的毛细血管,有利于上皮细胞的营养和代谢。复层扁平上皮具有很强的修复能力和机械性保护作用。皮肤表皮的复层扁平上皮为角化型上皮,其表层细胞胞质中充满角蛋白,具有更强的保护作用(详见皮肤一章)。

6. **变移上皮**(transitional epithelium) 又名移行上皮,其细胞形态和层次可随所在器官的收缩或舒张而变化,故而得名。表层细胞体积大,多呈立方,有些细胞含双核,常可见一个细胞盖住下层数个细胞,故有盖细胞之称,其近游离面的胞质较为浓密,嗜酸性较强,形成一深染的壳层,有防止尿液侵蚀的作用;中层细胞为多边形或倒梨形;基底细胞为矮柱状或立方(图 1-6)。