全国医学高等专科学校规划教材

Yixue

组织学与胚胎学

ZUZHIXUE YU PEITAIXUE

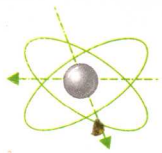


供临床医学、中西医结合专业使用

Quanguo yixue
gaodeng zhuanke
xuexiao
guihua jiaocai

主编　牟兆新

第四军医大学出版社



Zuzhixue yu peitaixue

全国医学高等专科学校规划教材

策划编辑　李占彪
责任编辑　土丽艳 王小成 王卿峰
封面设计　张　庆

ISBN 7-81086-261-8



ISBN 7-81086-261-8/R · 200
定价：28.00元

全国医学高等专科学校规划教材

供临床医学、中西医结合专业使用

组织学与胚胎学

主　编　牟兆新

第四军医大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

组织学与胚胎学/牟兆新主编. —西安:第四军医大学出版社,2006.7
ISBN 7-81086-261-8

Ⅰ.组… Ⅱ.牟… Ⅲ.人体组织学:人体胚胎学-医学院校-教材 Ⅳ.R329.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 084747 号

组织学与胚胎学

主　　编　牟兆新
责任编辑　土丽艳　王小成　王卿峰
出版发行　第四军医大学出版社
地　　址　西安市长乐西路 17 号(邮编:710032)
电　　话　029-84776765
传　　真　029-84776764
网　　址　http://press.fmmu.sn.cn
印　　刷　黄委会勘测规划设计研究院印刷厂
印　　次　2006 年 7 月第 1 版　2006 年 7 月第 1 次印刷
开　　本　787×1 092　1/16
印　　张　16.375
字　　数　368 千字
书　　号　ISBN 7-81086-261-8/R·200
定　　价　28.00 元
(版板所有　盗版必究)

编者名单

主　编　牟兆新

副主编　王海鑫　路兰红

编　者　（以姓氏笔画为序）

王海鑫　南阳医学高等专科学校

齐云飞　荷泽医学高等专科学校

刘红敏　漯河医学高等专科学校

牟兆新　沧州医学高等专科学校

张秀英　廊坊市卫生学校

张荣德　岳阳职业技术学院

李朝鹏　邢台医学高等专科学校

钱燕春　永州职业技术学院

路兰红　沧州医学高等专科学校

绘　图　王文勇　隋月林　沧州医学高等专科学校

秘　书　唐　亮　沧州医学高等专科学校

全国医学高等专科学校规划教材
参加编写学校

（以首字汉语拼音排序）

沧州医学高等专科学校
桂林医学院
河北工程大学
河北医科大学
菏泽医学高等专科学校
华北煤炭医学院秦皇岛分院
怀化医学高等专科学校
邢台医学高等专科学校
雅安职业技术学院
永州职业技术学院
岳阳职业技术学院
张掖医学高等专科学校
宁夏医学院高职学院
平凉医学高等专科学校
商洛职业技术学院
商丘医学高等专科学校
石家庄市卫生学校
石家庄医学高等专科学校
吉林大学通化医药学院
廊坊市卫生学校
娄底市卫生学校
漯河医学高等专科学校
南阳医学高等专科学校

出版说明

近年来，我国高等教育事业快速发展，取得了举世瞩目的成就。随着高等教育改革的不断深入，高等教育的工作重心正在由规模发展向提高质量转移，教育部实施了高等学校教学质量与教学改革工程，进一步确立了人才培养是高等学校的根本任务，教学质量是高等学校的生命线，教学工作是高等学校各项工作的中心的指导思想，把深化教育教学改革，全面提高高等教育教学质量放在了更加突出的位置。

教材是体现教学内容和教学要求的知识载体，是进行教学的基本工具，是提高教学质量的重要保证。教材建设是教学质量与教学改革工程的重要组成部分。为了进一步深化临床医学专业专科教育教学改革，提高教育教学质量，适应卫生事业改革和发展的需要，满足经济和社会发展对医学人才的需求，根据《中国医学教育改革和发展纲要》和教育部《关于医药卫生类高职高专教育的若干意见》，在教育部有关部门的支持和指导下，我们组织有关专家在全国范围内对临床医学专业专科教育的培养目标和模式、课程体系、教学内容、教学计划和大纲、教学方法和手段、教学实践环节等方面，进行了广泛而深入的调研。

在调研的基础上，召开了临床医学专业专科教育教学研讨会、教材编写论证会、教学大纲审定会和主编人会议，确定了教材编写的指导思想、原则和要求，组织全国10多个省市医学院校的一线教师，吸收了最新的临床医学专业专科教育教学经验和成果，编写了这套教材。本套教材体现了以培养目标和就业为导向，以职业技能培养为根本的编写指导思想，突出了思想性、科学性、先进性、可读性和适用性的编写原则，较好的处理了“三基”关系，学历教育与职业认证、职业准入的关系。

希望本套教材的出版对临床医学专业专科教育教学改革和提高教育教学质量起到积极的推动作用，也希望使用教材的师生多提宝贵的意见和建议，以便及时修订、不断完善和提高。

全国医学高等专科学校规划教材
编写指导委员会
2006年6月

前　言

为了适应21世纪我国高等医学教育改革与发展的需要，第四军医大学出版社组织我们编写了这本《组织学与胚胎学》教材。参加本教材编写的教师均为教学第一线具有10年以上教龄的老师，他们既有坚实的理论基础，又有丰富的教学经验和教材编写经验，这是保证本教材质量的首要条件。

本教材分11章，约38万字，有彩色和黑白图片182幅，图文并茂，全面介绍了细胞、组织、器官、系统的基本形态、结构和功能方面的理论、学说和技术方法，可供高中起点3年制专科或初中起点5年制高职高专临床医学、中西医结合专业使用。

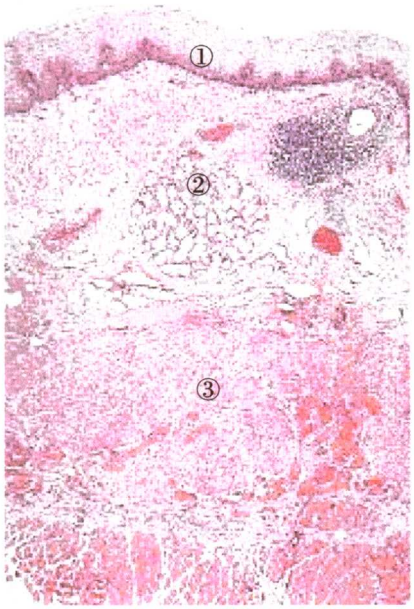
本教材的特点是：基本内容重点突出，了解内容简明扼要，适合高职高专适度、够用的培养目标要求；本教材行文简洁，体例规范，适当增加插图，易于学生阅读和理解；专业术语重点标出，并注有英文，以促进学生对专业英语的学习；各章后面附有知识概要和思考题，以利于学生对重点内容的复习；各章后编写了与正文中重点内容密切相关的知识链接，联系其他医学基础知识、临床实际或科普知识，以拓展知识领域，活学活用，提高学生学习的趣味性；教材的后面附有重要器官的彩色照片图，以方便学生实验课对照观察，理论联系实际，提高感性认识。

本教材在编写过程中参考了其他出版社及知名专家、学者的教材，在此表示衷心的谢意！对第四军医大学出版社的领导、专家给予的正确指导和帮助，并对本书编写提出的许多宝贵意见，以及兄弟院校的同道们给予的热情支持，一并谨致谢忱！

由于我们的编写水平有限，本教材难免存在不足之处和错误，恳请使用本书的同行和同学们予以批评指正。

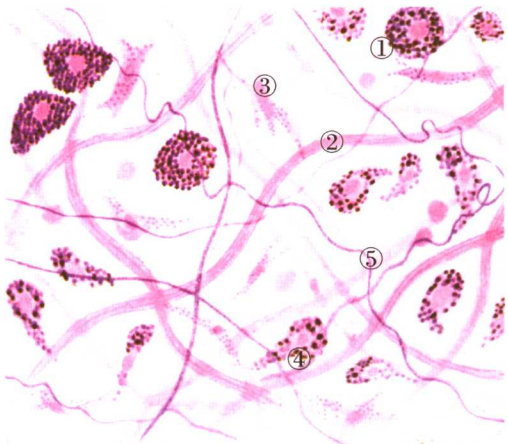
牟兆新

2006年4月于河北沧州



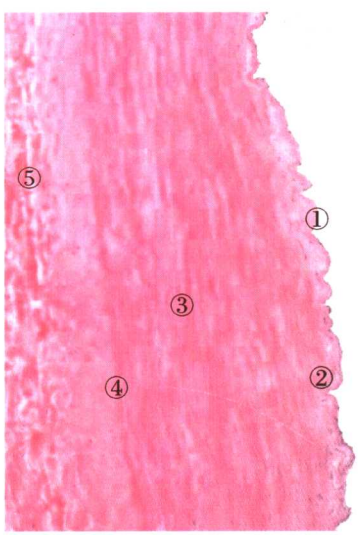
彩图1　食　管

①复层扁平上皮；②食管腺；③肌层



彩图2　疏松结缔组织(台盼蓝活体注射)

①肥大细胞；②胶原纤维；③成纤维细胞；④巨噬细胞；⑤弹性纤维



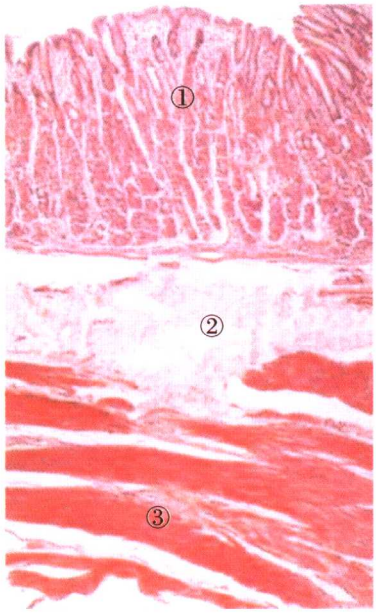
彩图3　中动脉(HE 染色)

①内皮；②内弹性膜；③中膜；④外弹性膜；⑤外膜



彩图4　心肌的 HE 染色(纵切面)

①闰盘；②横纹；③细胞核



彩图5　胃的组织结构(HE染色)

①黏膜;②黏膜下层;③肌层



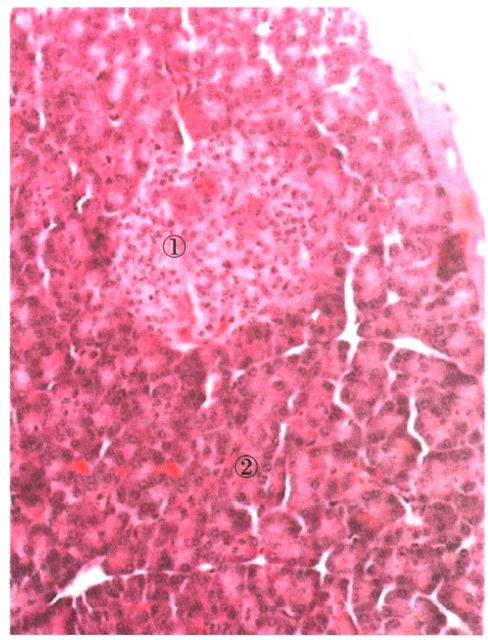
彩图6　小肠黏膜(中倍镜)

①肠绒毛;②肠腺;③孤立淋巴小结;④黏膜肌



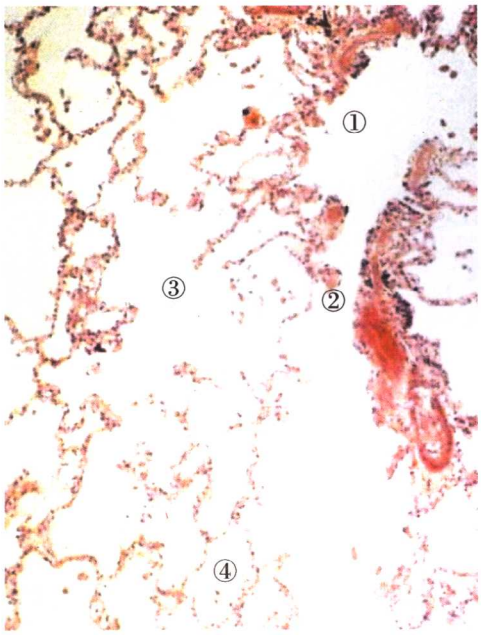
彩图7　肝脏(中倍镜)

①中央静脉;②肝板;③肝血窦;④门管区



彩图8　胰腺(HE染色)

①胰岛;②外分泌部



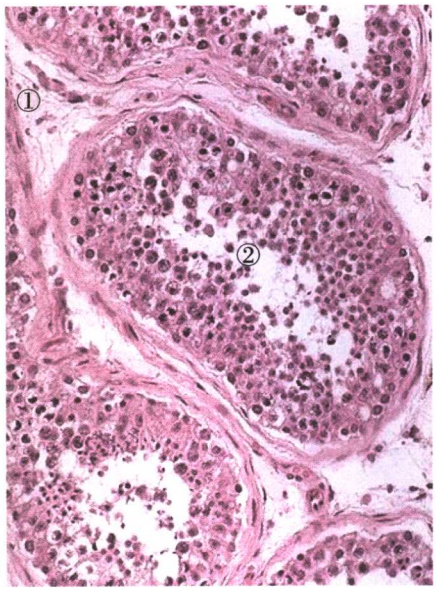
彩图 9　肺(HE 染色)

①呼吸性细支气管;②肺泡管;③肺泡囊;④肺泡



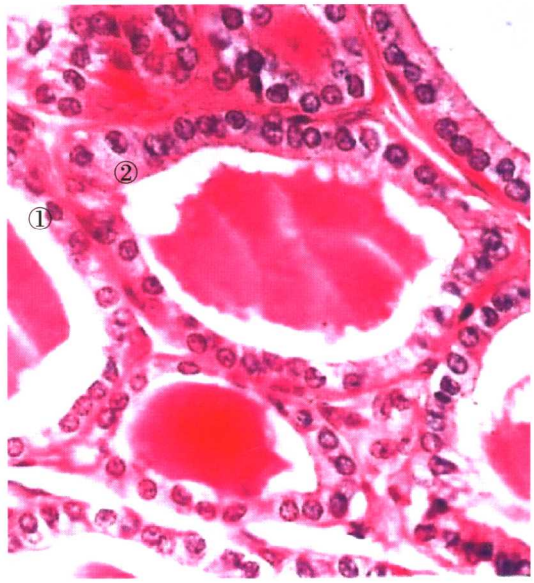
彩图 10　肾皮质(HE 染色)

①血管球;②肾小囊;③远曲小管(致密斑);④近曲小管



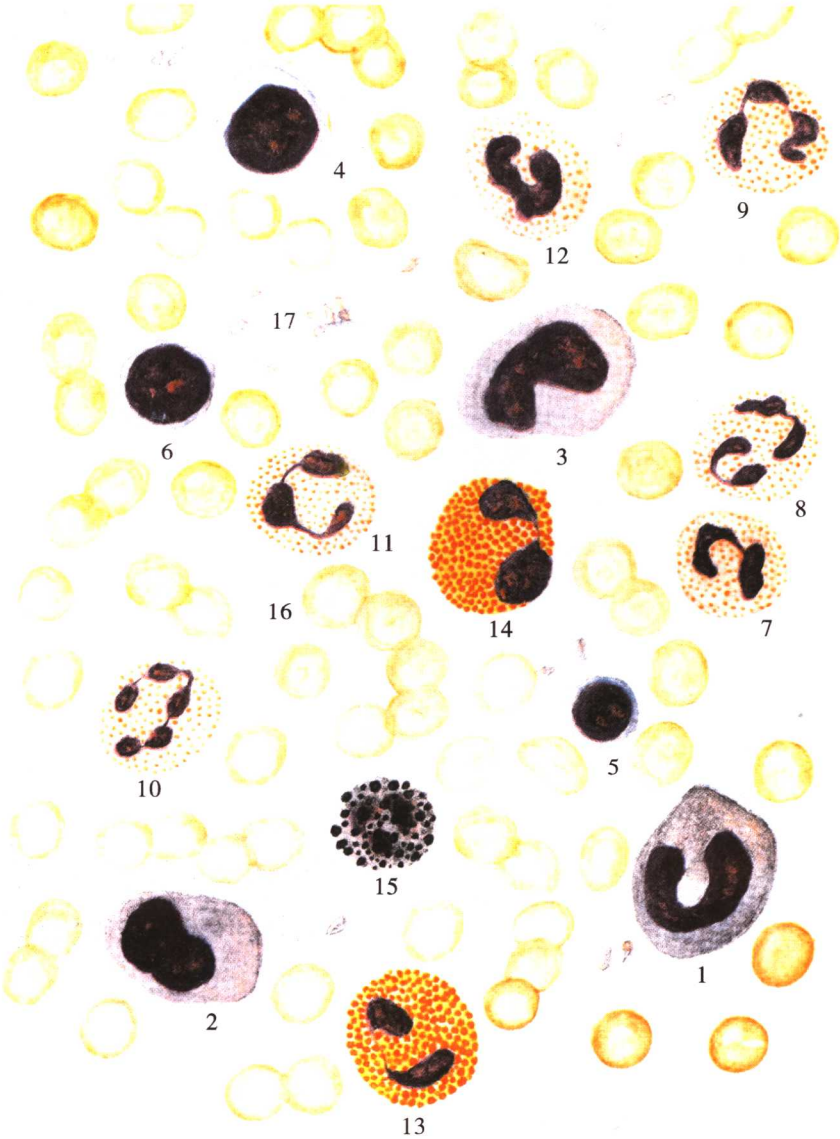
彩图 11　睾丸(中倍镜)

①睾丸间质;②生精小管



彩图 12　甲状腺(HE 染色)

①滤泡细胞;②滤泡旁细胞



彩图 13　各种血细胞

1～3 为单核细胞；4～6 为淋巴细胞；7～12 为中性粒细胞；13～14 为嗜酸粒细胞；15 为嗜碱粒细胞；16 为红细胞；17 为血小板

目 录

绪 论 …… 1
一、组织学与胚胎学的研究内容和意义 …… 1
二、组织学与胚胎学的学习方法 …… 1
三、组织学与胚胎学的研究技术 …… 2
第一章 细 胞 …… 5
第一节 细胞的基本结构 …… 5
一、细胞膜 …… 7
二、细胞质 …… 8
三、细胞核 …… 13
第二节 细胞增殖周期 …… 15
一、细胞增殖周期 …… 15
二、分裂间期细胞特点 …… 16
三、分裂期细胞特点 …… 16
知识概要 …… 17
第二章 基本组织 …… 18
第一节 上皮组织 …… 18
一、被覆上皮 …… 18
二、腺上皮和腺 …… 23
三、特殊上皮 …… 24
四、上皮的特殊结构及功能 …… 25
第二节 结缔组织 …… 27
一、疏松结缔组织 …… 27
二、致密结缔组织 …… 33
三、网状组织 …… 33
四、脂肪组织 …… 34
五、软骨组织与软骨 …… 35
六、骨组织与骨 …… 36
七、血 液 …… 40
第三节 肌组织 …… 47
一、骨骼肌 …… 48
二、心 肌 …… 52
三、平滑肌 …… 54

第四节 神经组织 …… 54
一、神经元 …… 54
二、突 触 …… 58
三、神经胶质细胞 …… 59
四、神经纤维和神经 …… 61
五、神经末梢 …… 63
知识概要 …… 66
第三章 循环系统 …… 67
第一节 血 管 …… 67
一、血管壁的一般微细结构 …… 67
二、动 脉 …… 68
三、毛细血管 …… 70
四、静 脉 …… 71
五、微循环 …… 74
第二节 心和淋巴管 …… 75
一、心 …… 75
二、淋巴管 …… 78
知识概要 …… 79
第四章 免疫系统 …… 80
第一节 免疫细胞 …… 80
一、淋巴细胞 …… 80
二、抗原提呈细胞 …… 82
三、单核吞噬细胞系统 …… 83
第二节 淋巴组织 …… 83
第三节 淋巴器官 …… 84
一、胸 腺 …… 85
二、淋巴结 …… 87
三、脾 …… 92
四、扁桃体 …… 95
知识概要 …… 98
第五章 内分泌系统 …… 99
一、甲状腺 …… 99
二、甲状旁腺 …… 101
三、肾上腺 …… 102
四、垂 体 …… 104
五、松果体 …… 107
六、弥散神经内分泌系统 …… 108
知识概要 …… 109

第六章 感觉器 …… 110
第一节 眼 …… 110
一、眼球壁 …… 111
二、眼球内容物 …… 113
三、眼 睑 …… 114
第二节 耳 …… 115
一、外 耳 …… 115
二、中 耳 …… 115
三、内 耳 …… 116
第三节 皮 肤 …… 118
一、表 皮 …… 118
二、真 皮 …… 120
三、皮下组织 …… 121
四、皮肤附属器 …… 122
第四节 乳 房 …… 125
知识概要 …… 126
第七章 消化系统 …… 127
第一节 消化管 …… 127
一、消化管壁的一般结构 …… 127
二、食 管 …… 128
三、胃 …… 129
四、小 肠 …… 131
五、盲肠与结肠 …… 134
六、阑 尾 …… 135
七、消化管的分泌性免疫系统 …… 135
八、胃肠的内分泌细胞 …… 136
第二节 消化腺 …… 137
一、唾液腺 …… 137
二、胰 腺 …… 139
三、肝 …… 140
知识概要 …… 144
第八章 呼吸系统 …… 145
第一节 呼吸道 …… 145
一、呼吸道的一般结构 …… 145
二、鼻的微细结构 …… 146
三、气管与主支气管 …… 147
第二节 肺 …… 148
一、肺的微细结构 …… 149

二、肺的血管 …… 151
三、肺的代谢功能 …… 152
知识概要 …… 152
第九章 泌尿系统 …… 153
第一节 肾 …… 153
一、肾的微细结构 …… 153
二、肾的血液循环 …… 159
第二节 输尿管和膀胱 …… 160
一、输尿管的微细结构 …… 160
二、膀胱的微细结构 …… 160
知识概要 …… 161
第十章 生殖系统 …… 162
第一节 男性生殖系统 …… 162
一、睾丸的微细结构 …… 162
二、生殖管道的微细结构 …… 167
三、附属腺 …… 169
知识概要 …… 171
第二节 女性生殖系统 …… 171
一、卵 巢 …… 171
二、输卵管 …… 176
三、子 宫 …… 177
知识概要 …… 181
第十一章 胚胎学概要 …… 182
第一节 胚胎学绪论 …… 182
一、胚胎学的研究内容 …… 182
二、胚胎学发展简史与现代胚胎学 …… 182
三、学习人体胚胎学的意义和方法 …… 184
第二节 人胚发生和早期发育 …… 184
一、生殖细胞和受精 …… 184
二、胚泡形成和植入 …… 185
三、胚层的形成和分化 …… 190
四、胎膜和胎盘 …… 192
五、胚胎龄及预产期的推算 …… 198
六、双胎、多胎和联体双胎 …… 198
第三节 先天性畸形 …… 200
一、先天性畸形的发生原因 …… 200
二、致畸敏感期 …… 201
三、先天性畸形的预防 …… 201

四、先天性畸形的宫内诊断和治疗 …… 201
知识概要 …… 202
《组织学与胚胎学》教学大纲 …… 204
《组织学与胚胎学》学时分配表 …… 221
中英文专业名词对照 …… 222
参考文献 …… 246

绪 论

一、组织学与胚胎学的研究内容和意义

组织学(histology)与胚胎学(embryology)是两门相互关联的学科。组织学是使用显微镜技术,研究机体微细结构及其相关功能的一门科学。这门学科是随着显微镜的出现,在解剖学从宏观向微观发展的基础上形成的,在组织、细胞、亚细胞和分子水平上对机体的细胞、基本组织、器官组织进行研究。组织(tissue)是由形态和功能相似的细胞群和细胞间质构成。人体的组织分为上皮组织、结缔组织、肌组织和神经组织四大类型。基本组织以不同的种类、数量和方式有机的结合形成具有一定功能的器官,功能相关的器官则构成一个系统。细胞是机体结构和功能的基本单位,由细胞膜、细胞质和细胞核三部分构成,成人约有 1×10^{15} 个,可分为 200 余种。细胞间质也是由细胞所产生,是细胞生存的微环境。不同的细胞有各自的亚细胞结构特点。亚细胞结构是由各种分子构成,其中的生物大分子,特别是核酸与蛋白质是决定细胞形态和功能的关键因素。

胚胎学是研究人体发生发育规律的科学,主要研究从受精卵开始,通过细胞分裂、分化、发育成为新个体的过程及其形成机制。在此基础上,进一步研究生殖细胞的发生、受精、胚胎发育、胚胎与母体间的关系、先天畸形形成的过程及其原因,为优生优育工作服务。

组织学与胚胎学是一门重要的医学基础课,与其他医学基础课程和临床课程有着密切的联系。现代医学中的重大课题研究,如细胞克隆,细胞信息传导,细胞遗传、突变、分化、增殖、凋亡、衰老的调控,都与组织学和胚胎学密不可分。因此学好组织学和胚胎学,对医学生系统掌握人体微细结构与机能联系、人体发生规律,进一步学习其他医学知识,从事临床实践,都有着重要意义。

二、组织学与胚胎学的学习方法

1. 注意理论与实际相结合　组织学与胚胎学是实践性很强的学科,理论知识抽象,不易理解,必须注意理论与实际相结合。要充分利用实验课认真观察组织切片,对照教科书

中的每一副照片和插图，在光镜下仔细辨认各种器官、组织的形态结构特点，在电镜照片上识别各种组织和细胞的超微结构（ultrastructure）特点。用从实际中获取的感性认识，加深理性知识的记忆和理解，提高学习效果。

2. 注意形态与功能的统一　组织学是一门以研究形态为主，密切联系功能的学科。既要掌握各种细胞、组织和各种器官的形态学特征，又要注意其与功能的联系。只有关注功能，组织和细胞才能“活”起来，我们也才能深刻理解器官中各种组织、细胞的结构，以及它们之间的微妙关系。通过功能来理解形态结构，或通过形态结构去分析功能，认真分析、综合，才能更好地学习这门课程。例如，巨噬细胞形态不规则，具有趋向性，可以做变形运动，细胞内有大量溶酶体，是为了完成其吞噬细菌或异物的功能；肌细胞具有收缩功能，所以细胞细长，胞质内有大量的收缩结构——肌丝。

3. 培养观察能力和空间思维能力　借助显微镜观察的组织切片只提供了平面图像，而真实的器官结构却是立体的，因为切面部位和角度的不同所呈现的形态结构也可以是不同的，因此在观察切片时，应注意断面与整体的关系。只有将平面图像转化为三维图像，才能熟练地理解和记忆组织、器官的结构。

三、组织学与胚胎学的研究技术

随着科学技术的发展，组织学与胚胎学的研究技术不断更新，每一类技术又包含许多分支技术，有的技术操作程序十分复杂，所用仪器极其精密，其原理涉及物理、化学、生物化学、免疫学、分子生物学等多个学科的知识。现对几种主要技术简要介绍。

（一）光学显微镜技术

石蜡切片术（paraffin sectioning）　是经典而最常用的技术。其基本程序为：①取材和固定——将新鲜的组织切成小块（直径多不超过 1.0cm 大小），用蛋白质凝固剂（如甲醛）固定，以保持组织的原本结构。②脱水和包埋——把固定好的组织块用酒精脱水，再用二甲苯浸泡透明，将组织块置于融化的石蜡中浸蜡，冷却后变成了组织蜡块。③切片和染色——将包有组织的蜡块用切片机切为 5 ~ 10μm 的薄片，贴于载玻片上，脱蜡后进行染色。最常用的染色法是苏木精、伊红染色法（hematoxylin - eosin staining），简称 HE 染色法。苏木精染液为碱性，主要使细胞核内的染色质与胞质内的核糖体着紫蓝色；伊红为酸性染料，主要使细胞质和细胞外基质中的成分着红色。易于被碱性或酸性染料着色的性质分别称为嗜碱性（basophilic）和嗜酸性（acidophilic），若与两种染料的亲和力都不强，则称中性（neutrophilia）。④封片——切片经脱水、透明处理后，滴加树胶，用盖玻片密封保存。

除 HE 染色法外，还有多种特殊染色方法，常用来特异性地显示某种细胞、细胞外基质成分或细胞内的某种结构。如用硝酸银将神经细胞染为黑色，用醛复红将弹性纤维染为紫色（彩图 2），用甲苯胺蓝将肥大细胞的分泌颗粒染为紫色。

在研究特殊组织和细胞时，常采用特殊光镜技术。荧光显微镜（fluorescence microscope）以紫外线为光源，能激发染料发出荧光，以观察标本中的自发荧光物质或荧光素染色或作为标记物的结构；在细胞培养过程中一般光镜不易分辨无色透明的活细胞，须用相差显微镜（phase contrast microscope）才能观察。相差显微镜可将活细胞不同厚度及细胞

内各种结构对光产生的不同折射，转换为光密度差异（明暗差），从而使镜下结构反差明显，影像清晰。

（二）电子显微镜技术

电子显微镜（electron microscopy，EM）是用电子束代替光线，用电磁透镜代替光学透镜，用荧光屏将肉眼不可见的电子束成像。

1. 透射电镜术（transmission electron microscopy，TEM） 是用电子束穿透样品，产生物像，了解细胞内部的超微结构。由于电子束易被散射或被样品吸收，穿透力低，所以观察时须制备超薄切片（50～80 nm）。制备程序和石蜡切片相仿，但要求极严格。一般须迅速取材，组织块（体积 1 mm^3 以内）用戊二醛和锇酸两次固定，脱水后树脂包埋，用超薄切片机切片，再经醋酸铀和柠檬酸铅电子染色。电子束射落到切片时，随细胞构成成分的密度以及吸附重金属铀、铅、锇的程度不同，而发生相应的电子散射。当电子束投射到密度大、吸附重金属多的结构（如溶酶体）时，电子被散射得多，射落到荧光屏上的电子少，电镜照片上显色较暗，称电子密度高；反之呈浅灰色，称电子密度低（如脂滴）。

2. 扫描电镜术（scanning electron microscopy，SEM） 主要用于观察组织、细胞和器官表面和立体结构。组织块用戊二醛和锇酸固定后，经脱水、干燥，再于其表面喷镀薄层碳和金属膜。观察时，电镜发射极细的电子束在标本表面扫描，在荧光屏上显示标本表面的立体构像。故标本图像具有真实的立体感，其分辨率低于透射电镜，一般为 5～7 nm。

（三）组织化学技术

组织化学技术（histochemistry）是应用物理、化学反应原理，显示组织切片活细胞内的某种化学成分的数量以及分布状态，从而研究与其有关的机能活动。组织化学分为以下三类。

1. 一般组织化学术 基本原理是在切片上滴加某种试剂，与组织中的某种物质发生化学反应，并在原位形成有色沉淀产物，通过观察该产物，对某种化学物质进行定位、定性及定量研究。例如用过碘酸雪夫反应（periodic acid Schiff reaction，PAS 反应）显示细胞内的多糖和糖蛋白。糖被强氧化剂过碘酸氧化后，形成多醛，与无色的品红硫酸复合物（即雪夫试剂）结合，形成紫红色反应产物。

2. 免疫组织化学术（immunohistochemistry） 是根据抗原与抗体特异性结合的原理，检测组织中肽和蛋白质的技术。如把人或动物的某种肽或蛋白质作为抗原注入另一种动物，其体内会产生针对该抗原的特异性抗体（免疫球蛋白）。将抗体从动物血清中提出后，与标记物相结合，即成为标记抗体。用后者处理组织切片活细胞时，标记抗体则与组织中相应抗原特异性结合，通过在显微镜下观察标记物了解该肽或蛋白质的分布部位。

3. 原位杂交组织化学（in situ hybridization histochemistry） 是一种在组织细胞原位进行的核酸分子杂交组织化学术，用以研究基因在染色体上的定位，或编码某种蛋白质的 mRNA 在胞质中的表达，其敏感度高，特异性强。其原理是用带有标记物的已知碱基顺序的核酸探针，与细胞内待测的核酸按碱基配对杂交，然后通过对标记物的显示和检测，而获知待测核酸的有无及相对量等信息。常用的标记物是放射性核素（^{35}S、^{33}H 等）。

（四）放射自显影技术

放射自显影技术（autoradiography）是通过活细胞对放射性物质的特异性摄入以显示

该细胞的功能状态或该物质在组织和细胞内的代谢过程。首先，将放射性核素标记的物质注入动物体内；间隔一定时间后取材、制片，并在其上涂以薄层感光乳胶，置暗处曝光，细胞内放射性核素产生的射线使乳胶感光，再经显影、定影、复染，在放射性核素或其标记物存在的部位，溴化银被还原为黑色的微细银粒，经光镜或电镜下观察，从而研究被检测物质在组织和细胞中的分布及相对含量。例如用^{3}H标记的胸腺嘧啶核苷，以研究细胞的DNA合成及其增殖状态；将^{125}I注入体内，观察碘在甲状腺滤泡内的碘化部位。

（五）细胞培养技术和组织工程

细胞培养技术（cell culture）是将活的细胞在体外模拟体内的条件下进行培养的技术。培养须严防微生物污染，也要有适合细胞生长的营养物质、生长因子、pH值、渗透压、O_2和CO_2浓度、温度等。培养液一般用含有各种营养成分的人工合成培养基配制，内加5%～10%的胎牛血清。

组织工程（tissue engineering）是用细胞培养术在体外模拟构建机体组织或器官的技术。目前正在研究构建的组织器官主要有皮肤、软骨、骨、肌腱、骨骼肌、血管、角膜等，其中以组织工程皮肤和软骨较为成功，临床上用于治疗烧伤、皮肤静脉性溃疡等疾病。组织工程研究包括四个方面：①取生长旺盛的自体或异体细胞，培养种子细胞；②用生物材料（如牛胶原）和无毒、可被机体吸收的人工合成高分子材料，制备细胞外基质；③把细胞置于细胞外基质中进行三维培养，并形成所需要的组织或器官；④将构建物移植到机体。

（牟兆新）

第一章 细 胞

第一节 细胞的基本结构

细胞(cell)是人体形态结构、生理功能和生长发育的基本单位。一切生物体均由细胞和细胞间质构成。人体细胞功能不同,大小不一,形态各异(图1-1)。

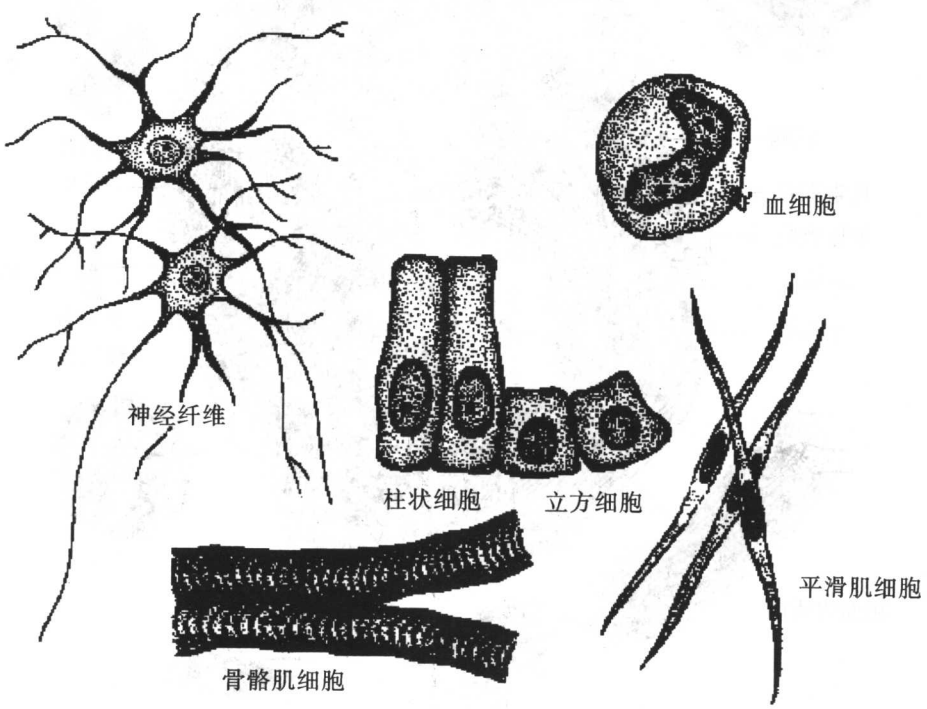


图1-1 细胞种类图

在光镜下细胞结构可分为：细胞膜（cell membrane）、细胞质（cytoplasm）和细胞核（nuclear）（表 1－1）。

表 1－1　细胞光镜结构

细胞膜	细胞质	细胞核
细胞质膜	基质	核膜
	细胞器	核基质
	内含物	核仁
		染色质（染色体）

在电镜下细胞结构可分为膜相结构和非膜相结构（表 1－2，图 1－2）。

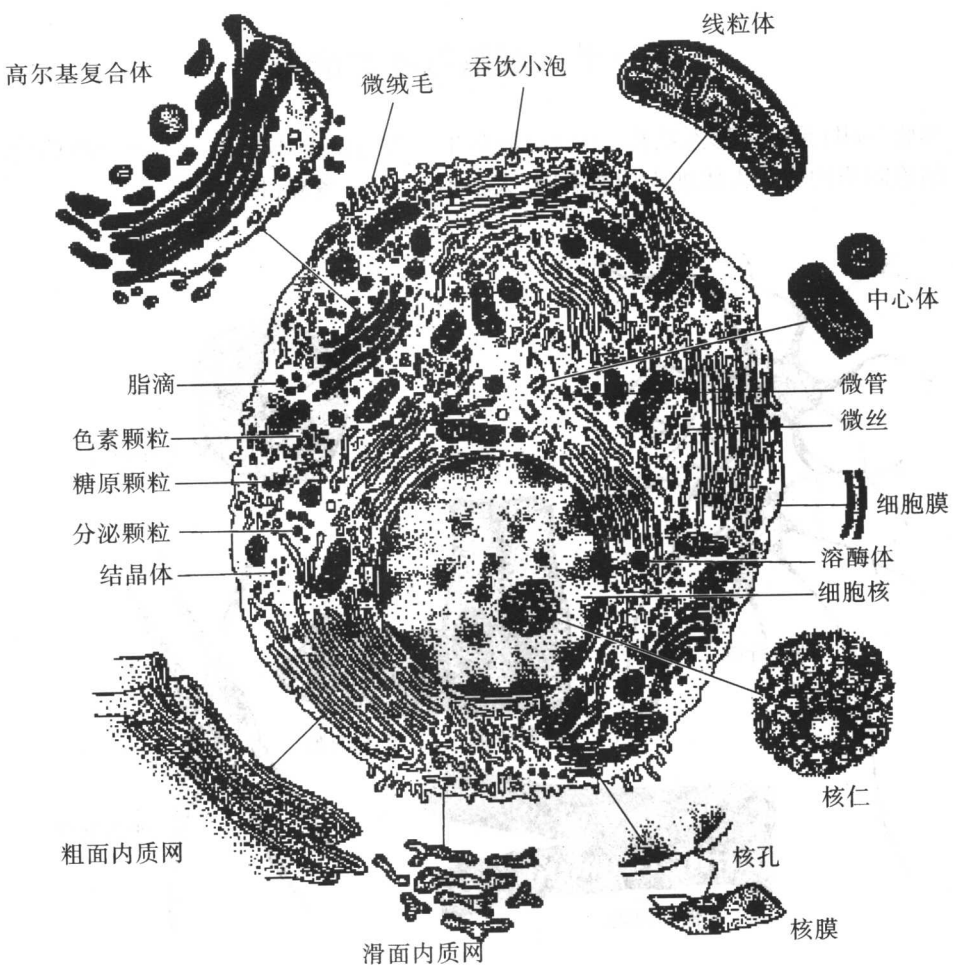


图 1－2　细胞电镜结构

表 1-2 细胞电镜结构

膜相结构	非膜相结构
细胞膜	细胞基质
线粒体	内含物
内质网	细胞骨架
高尔基复合体	核糖体
溶酶体	中心体
微体	核基质
核膜	核仁
	染色质(染色体)

一、细胞膜

(一)生物膜

细胞膜分细胞外膜(细胞质膜)、内膜(内膜系统),前者位于细胞外表面,后者为细胞内各种膜相结构的膜,两者统称生物膜(biological membrane)。其结构和功能在不同部位各有特点,但基本结构一致,电镜下,呈两暗夹一明的三层结构:暗层电子密度高,明层电子密度低。具有此三层结构图像的膜称单位膜(图 1-3)。

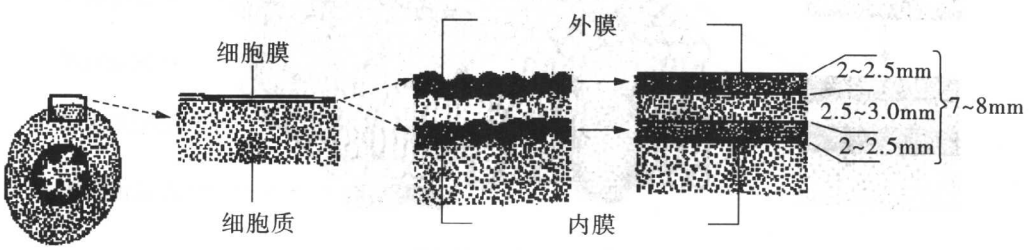


图 1-3 单位膜结构

(二)细胞膜的分子结构

1. 细胞膜的化学成分 生物膜主要由类脂、蛋白质和糖类组成,其中类脂和蛋白质为主要成分。

(1)膜类脂 生物膜中的类脂分子以磷脂为主,磷脂分子呈极性,长杆状,一端为头部,另一端为尾部,头部亲水为亲水端,尾部疏水为疏水端。由于生物膜周围接触的均为水溶液环境,故亲水的分子头部朝向膜的内、外表面,而疏水的尾部伸入膜的内部,形成类脂双分子层结构形式,为膜的分子结构基础。

(2)膜蛋白质 生物膜中的蛋白质大多为球状蛋白质。根据膜蛋白与类脂双分子层结构的位置关系,可分为镶嵌蛋白质和表在蛋白质两类:①镶嵌蛋白质是嵌入类脂双分子

层中的蛋白质，是膜蛋白的主要存在形式。其嵌入情况主要取决于末端的化学性质，如果蛋白质分子两端均为亲水性的，即可贯穿膜的全层，两端分别露于膜的内、外侧表面；如果一端为亲水性，另一端为疏水性，亲水端则露于膜的内侧或外侧表面，疏水端则深埋于膜内。镶嵌蛋白具有多种功能，可为转运膜内外物质的载体、接受激素及某些药物的受体、具有催化作用的酶、具有个体特异性的抗原、能量转换器等。②表在蛋白质不嵌入类脂双分子层，主要附于膜的内侧表面，由于它们能收缩和伸展，故与细胞的变形运动、吞噬和分裂有关。

（3）膜糖类　膜糖类含量较少，主要为多糖，并与膜类脂及膜蛋白结合成糖脂和糖蛋白，其糖链部分常突出于细胞膜外表面，特别是糖蛋白的糖链伸出很长、分支较多，这种结构又称糖衣。糖衣有多种功能，除具保护作用外，还与细胞粘连、细胞识别和物质交换等有关。

2. 细胞膜的分子结构　细胞膜的分子结构指膜中各化学成分的排列和组合形式，目前较公认的是“液态镶嵌模型学说”（类脂－球状蛋白质镶嵌模型），即膜的分子结构以液态的类脂双分子层为基本骨架，其中镶嵌着各种不同形式和功能的球状蛋白质（图 1－4），具有流动性和不对称性。

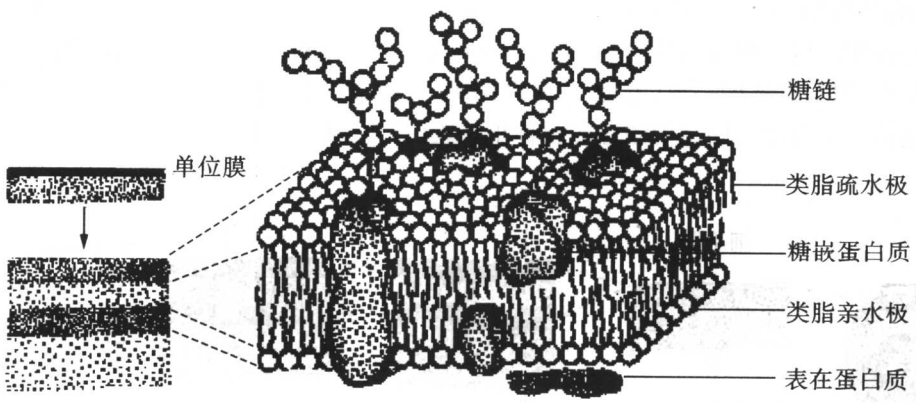


图 1－4　生物膜结构

（三）细胞膜的功能

细胞膜的功能主要为：①维持细胞的一定构形；②构成细胞屏障，限制外界某些物质进入细胞，防止细胞内某些物质散失；③选择性地进行物质交换；④构成细胞支架；⑤与细胞识别、细胞粘连和细胞运动等有关。

二、细胞质

细胞质由基质、细胞器和内含物组成。

（一）基质

细胞基质是无定形的胶状物质，主要含有水、无机盐、糖类、脂类和蛋白（包括多种酶）等，是细胞的内环境，也是某些物质代谢的场所。

(二)细胞器

细胞器是指悬浮于细胞基质内具有特定形态、执行一定生理功能的结构。光镜下,可见线粒体、高尔基复合体及中心体等。电镜下,还可见核糖体、内质网、溶酶体、微体及细胞骨架(微管、微丝、中间丝和微梁网格)等。

1. 线粒体(mitochondria) 除成熟红细胞外,普遍存在于各种细胞中。光镜下,线粒体呈棒状或颗粒状。电镜下,呈长椭圆形,由内、外两层单位膜构成。外膜表面光滑,内膜比外膜稍薄,部分内膜内褶形成板状或管状结构,称线粒体嵴,其上有多种酶,这是线粒体的标志性结构。内、外膜之间的间隙称外腔,内膜内侧的间隙称内腔,内、外腔均充满基质(图 1-5)。

线粒体的功能主要是通过氧化磷酸化作用产生能量,供给细胞进行各种生命活动,细胞能量的95%来自线粒体,故它是细胞的供能站。线粒体的数量和分布与细胞的种类和功能有关,一般代谢旺盛、耗能多的细胞,线粒体含量多,线粒体嵴密集且发达。

近年来研究发现,线粒体也含有 DNA 和 RNA 以及核糖体,说明线粒体能独立合成蛋白质,进行自我复制。

【知识卡片】

人体能量产生的过程

人体运动所消耗的能量是由外界摄取的营养物质来提供的。蛋白质、糖类、脂肪这三大营养物质经过消化分解成氨基酸、单糖、脂肪酸等小分子物质,然后吸收。在机体内(细胞内)发生氧化还原反应,产生 ATP(三磷酸腺苷)。这种氧化释能过程主要有四个步骤:①糖酵解;②乙醇辅酶 A 形成;③三羧酸循环;④电子传递和氧化磷酸化偶联。其中糖酵解在细胞质中进行,而后三步都在线粒体中进行,因此,线粒体是细胞氧化的重要部位,是产生 ATP 的主要场所。

2. 核糖体(ribosome) 又称核蛋白体,呈颗粒状,直径为 15~25 nm,主要由核糖核酸(RNA)和蛋白质组成。核糖体以两种形式存在:一种游离于细胞质内称游离核糖体;另一种附着在内质网和外层核膜上称附着核糖体。二种核糖体均为细胞内合成蛋白质的场所,但合成的蛋白质功能不同。游离核糖体主要合成细胞的"内销性"结构蛋白质,供细胞本身代谢、生长和增殖使用。附着核糖体主要合成"外销性"输出蛋白质,通过胞吐作用向细胞外输出。

核糖体合成蛋白质不是单个进行的,而是多个附着在一条长的信使核糖核酸(mRNA)分子上,这种核糖体的聚合体称多聚核糖体,是核糖体合成蛋白质的结构单位(图 1-6)。

3. 内质网(endoplasmic reticulum) 是由一层单位膜围成的囊状或小管状结构,在细胞质中纵横交错,互相沟通连接成网,根据其表面有无核糖体附着可分为粗面内质网和滑面内质网(图 1-7)。

(1)粗面内质网 大多为扁平囊状,表面附着大量核糖体,后者是合成蛋白质的部位。

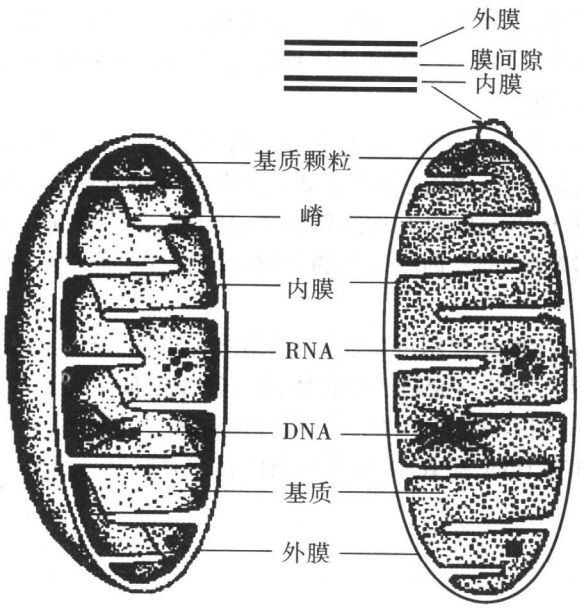


图 1-5　线粒体

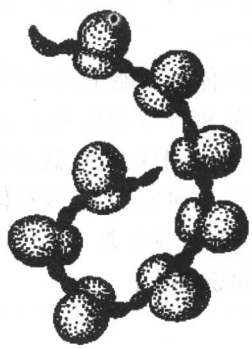


图 1-6　核糖体

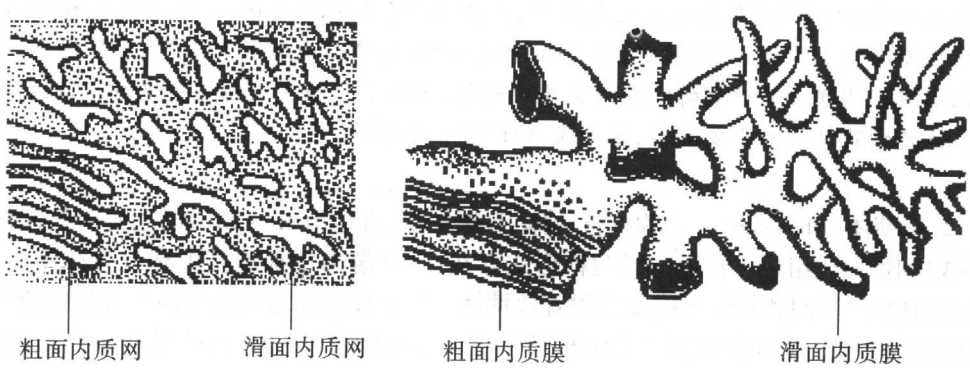


图 1-7　内质网

(2)滑面内质网　表面光滑,无核糖体附着。大多呈分支管状,有时小管排列非常紧密,电镜下,横断面呈现许多小泡。滑面内质网不合成蛋白质,但功能更为复杂,在不同细胞其功能不同。

两种内质网在不同细胞中多少不一致,有的粗面内质网多,有的滑面内质网多,有的两者兼有。

内质网不仅本身彼此沟通,而且向外可与细胞质膜相连,向内可与外层核膜相续,在细胞中可与高尔基复合体相接,从而形成复杂的内膜系统,把细胞质分隔成若干不同区

域，一方面给各种代谢过程提供了互不干扰的内部环境，另一方面又扩大了内膜系统的表面积，有利于各种生物化学反应的进行。

4. 高尔基复合体(Golgi complex) 几乎存在于所有细胞中。光镜下，呈网状结构，又称内网器。一般位于细胞核一侧，中心体附近。电镜下，可分为三部分，即扁平囊泡、小泡和大泡，故又称复合体，其壁均由一层单位膜构成。其中扁平囊泡是主体，是特征性的部分，常以 3～10 个相互连通的扁平囊泡平行排列而成，向一侧弯曲呈盘状，凹面朝向细胞表面称成熟面，凸面朝向细胞核称生成面。小泡位于扁平囊泡的生成面及两端，来自粗面内质网，数量较多。大泡位于扁平囊泡的成熟面，由扁平囊芽生而成，数量较少(图 1－2)。

高尔基复合体与细胞的分泌功能和溶酶体的形成关系密切。粗面内质网合成的“外销性”蛋白质进入内质网腔后，在管腔盲端芽生形成转移小泡，其内携带着粗面内质网合成的蛋白质，该小泡移向高尔基复合体后即成为小泡，并入扁平囊，蛋白质在其中经过浓缩、加工和包装形成颗粒状分泌物质，再移至扁平囊泡成熟面，以芽生方式形成大泡。含有分泌颗粒的大泡与扁平囊分离形成分泌泡，向细胞表面移动，最后与细胞膜融合，通过胞吐作用把分泌物释放到细胞外。另外，高尔基复合体与溶酶体的形成有关。

5. 溶酶体(lysosome) 是由一层单位膜围成的小体，直径 0.25～0.8 μm，普遍存在于各种细胞中，白细胞和巨噬细胞含量更多。溶酶体内含有 60 余种酸性水解酶，具有极强的消化分解物质的能力，是细胞内消化器。同时还有清除有害异物、保护细胞的作用。溶酶体可分为三种，即初级溶酶体、次级溶酶体和残余体(图 1－8)。

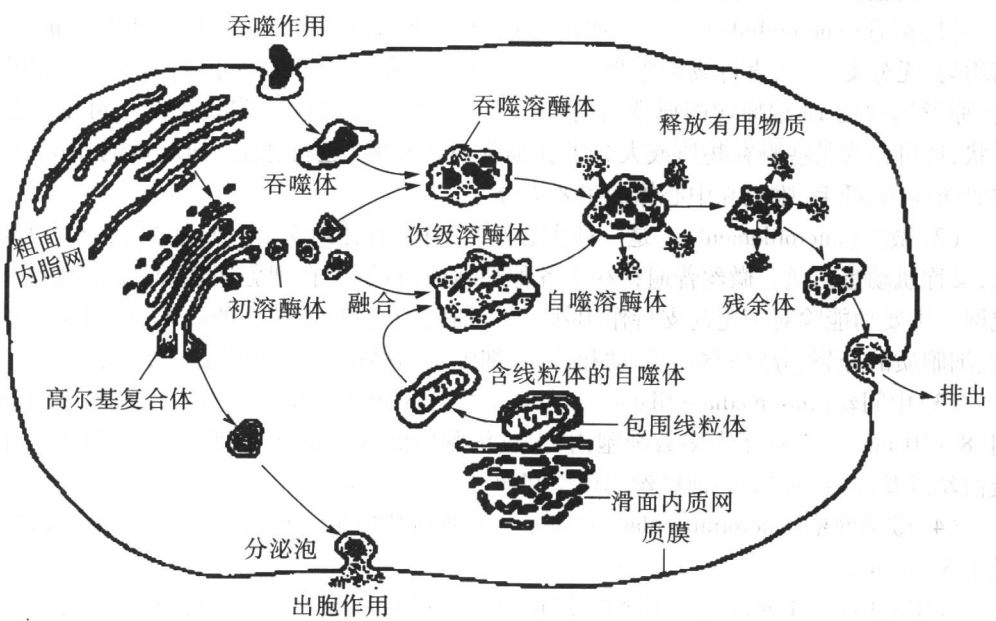


图 1－8 溶酶体

(1)初级溶酶体　指刚从高尔基复合体扁平囊形成的溶酶体,其内没有被消化的底物,是未执行消化活动的溶酶体。

(2)次级溶酶体　初级溶酶体与来自细胞内、外的物质融合后称次级溶酶体。根据其融合物质的来源不同分为吞噬溶酶体和自噬溶酶体,前者融合外源性物质,后者融合内源性物质。次级溶酶体中的酶具有活性,可在酸性溶液中分解蛋白质、核酸、类脂和糖类等,分解后的产物透过溶酶体膜扩散到细胞质内,供细胞本身需要。

(3)残余体　又称终末溶酶体。次级溶酶体对被消化的底物消化分解后,常剩余一些不能消化的残余物,这种溶酶体称残余体。它可以排出细胞外,也可以积累在细胞内,如脂褐素颗粒。

6. 微体(microbody)　又称过氧化氢酶体,是由一层单位膜包裹的卵圆形或圆形小体,直径0.2~0.5 μm,微体内有20种以上的酶,主要有过氧化氢酶、过氧化物酶和氧化酶等。过氧化氢酶能破坏对细胞有毒性的过氧化氢,防止细胞氧中毒,起保护作用。过氧化氢酶在各种细胞微体中均存在而且含量较高,可作为微体的特征性酶。有的微体有一致密的核心称核样体,它由平行排列的小管组成,是识别微体的重要标志。微体是细胞的防毒小体,普遍存在于各种细胞内,特别是在肝细胞、肾小管上皮细胞及支气管无纤毛上皮细胞内更为丰富。

7. 细胞骨架(cytoskeleton)　包括微管、微丝、中间丝和微梁网格,它们是细胞内的细丝状成分,构成细胞的结构网架。它不仅支撑维持细胞的各种形状,而且还能将分散的细胞器网络起来,固定在一定位置上,使它们更好地执行各自的功能。另外还与细胞附着的稳定性、细胞表面局部的特化运动等有关。

(1)微管(microtubule)　是一种中空圆柱状结构,直径约25 nm,管壁厚约5 nm 。粗细均匀,无分支,一般直行或略弯曲。主要成分是微管蛋白,微管蛋白先串连成纤维状结构(原丝),再由13根原丝围成微管(图1-9)。微管是细胞的"胞质骨架",可维持细胞形状,还可作为某些颗粒物质或大分子在细胞内移动的"运行轨道"而起运输作用,也是构成纺锤体、纤毛、鞭毛和中心体的主要成分。

(2)微丝(microfilament)　是一种实心丝状结构,直径约5~6 nm,主要成分为肌动蛋白,又称肌动蛋白丝。微丝普遍存在于各种细胞内,特别是在细胞周边部,于细胞膜下形成网。主要功能除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、分泌颗粒的移动和排出、细胞器的移动以及肌细胞的收缩等有关。

(3)中间丝(intermediate filament)　是一种实心细丝状结构,直径介于微管和微丝之间(8~10 nm)。存在于大多数细胞内,上皮细胞中的张力原纤维、肌细胞Z膜处的连接蛋白丝以及神经细胞中的神经丝均属中间丝。

(4)微梁网格(microtrabecular lattice)　是细胞基质中一种比中间丝更细的纤维,直径为3~4 nm。

8. 中心体(centrosome)　为球形小体,其位置接近细胞中央。光镜下,中心体由中心粒和中心球构成,中心粒位于中心球中央部,呈颗粒状,中心球属细胞基质。在分裂间期的细胞中,中心体不易见到,但在细胞进行有丝分裂时特别明显。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,每一组又包括三个微管。中心体与细胞分

裂期纺锤体形成及染色体移动有关。

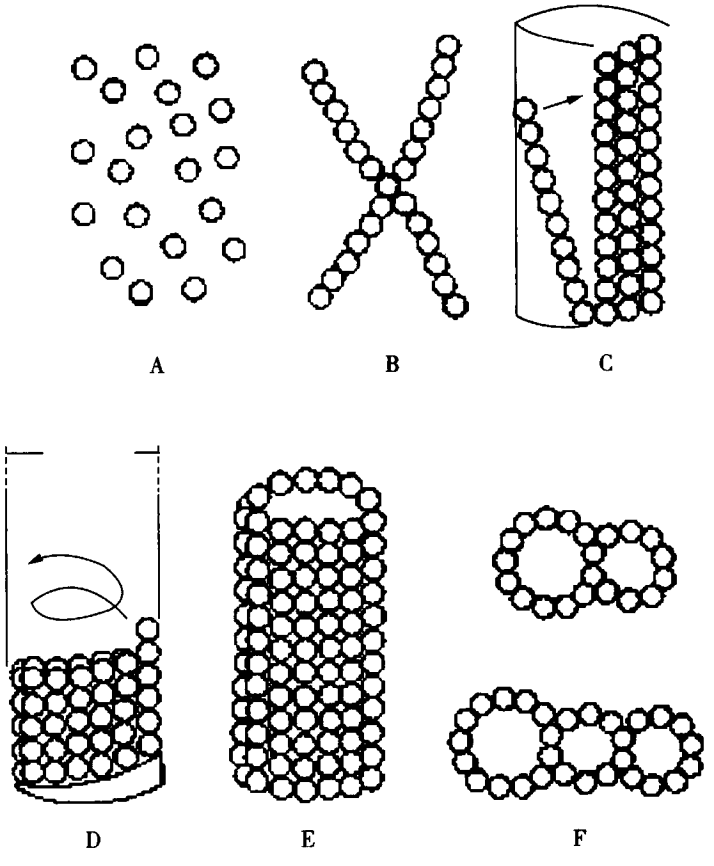


图 1-9 微管

(三)内含物

内含物不是细胞器,而是一些代谢产物或细胞贮存的物质,如脂肪细胞的脂滴、肝细胞的糖原等。

三、细胞核

细胞核是细胞中最大的细胞器,是细胞遗传和代谢活动的控制中心,在细胞生命活动中起决定性作用。一个细胞常具有一个细胞核(红细胞除外),也有可两个(如肝细胞)甚至几十个、几百个(如骨骼肌细胞)。细胞核的形状常与细胞形态相适应,一般为圆形或卵圆形,也可为其他形状(如白细胞的分叶核、马蹄形核等)。其大小差异较大,与细胞的体积有关,一般核与胞质之比为 1:3 或 1:4。其位置常位于细胞中央,有的位于细胞一侧。其结构包括核膜、核仁、染色质(或染色体)及核基质等。

(一)核膜

核膜(nuclear membrane)是包围在核表面的界膜,由内、外两层单位膜构成,两层膜间

的腔隙称核周隙，外膜附有核糖体，且有时突向细胞质，与内质网互相连接，细胞有丝分裂期核膜的消失与重建均与内质网的互相转化有关。核膜具有小孔，称核孔。功能旺盛的细胞，核孔数量增多，有隔膜覆盖，是细胞核与细胞质间进行物质交换的通道，并对物质交换具有调控作用。核膜包围染色质及核仁构成核内微环境，保证遗传物质的稳定性，有利于细胞核完成各种生理功能（图 1－10）。

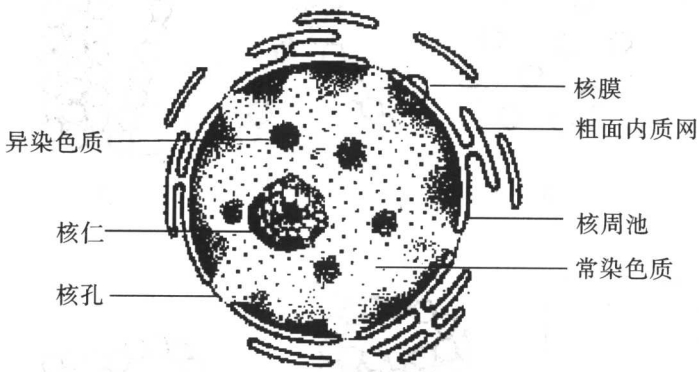


图 1－10　细胞核

（二）核仁

核仁（nucleolus）一般呈球形，无膜包被。其数量以一个多见，大小随细胞类型而异。主要成分是 RNA 和蛋白质。主要功能是加工和部分装配核糖体亚单位，是合成核糖体的场所。

（三）染色质与染色体

染色质（chromatin）与染色体（chromosome）的主要成分是脱氧核糖核酸（DNA）和蛋白质。由 8 个组蛋白分子构成的核心和外绕约 140 个碱基对的一段 DNA 构成，这两种物质组成颗粒状结构，称核小体，是构成染色质与染色体的基本结构单位。

光镜下，染色质易被碱性染料着色，在细胞分裂间期，染色质分布不甚均匀，较稀疏，染色较淡的部分称常染色质，较浓缩，染色较深的部分称异染色质。在细胞进行有丝分裂时，染色质细丝螺旋盘曲缠绕成为具有特定形态结构的染色体，分裂结束后，染色体解除螺旋化，分散于核内，重新形成染色质。染色质与染色体为同一物质在细胞周期不同时期的不同表现形式。

染色体数目恒定，人体成熟的生殖细胞有 23 条染色体，称单倍体；人体体细胞有 46 条（23 对）染色体，称双倍体，其中常染色体 44 条，性染色体 2 条。常染色体男女相同，性染色体男性为 XY，女性为 XX。每条染色体由两条纵向排列的染色单体构成，两条染色单体连接处有纺锤丝附着，称着丝点。每种形态的染色体有两条（一对），它们分别来自双亲的对应染色体，故又称同源染色体，其基因序列相同。染色质或染色体为遗传物质的载体。

（四）核基质与核内骨架

核基质与核内骨架是细胞核内的一种黏稠性液体，其成分为水、蛋白质、无机盐和酸

性蛋白质等。其中酸性蛋白质组成核内骨架，并与细胞质骨架密切相关，细胞骨架纤维可直接穿越核孔成为核内骨架的组成部分。核内骨架对核孔、核仁及染色质起支持作用，同时可能对核仁、染色质有定位和调整作用，以利于复制。

第二节 细胞增殖周期

细胞增殖是机体生长发育的基础，是通过细胞分裂的形式实现的，细胞分裂包括无丝分裂、有丝分裂和减数分裂。无丝分裂在人类较少见，减数分裂是形成生殖细胞的方式，而体细胞数量的增加及更新主要通过有丝分裂完成，有丝分裂具有一定的周期性。

一、细胞增殖周期

细胞增殖周期指连续进行有丝分裂的细胞，从上一次细胞分裂结束，到下一次细胞分裂结束时的一个周期过程，简称细胞周期(cell cycle)。细胞周期可分为两个阶段：分裂间期和分裂期，分裂间期以细胞内部 DNA 合成为中心，分为 DNA 合成前期(G_1期)、DNA 合成期(S 期)和 DNA 合成后期(G_2期)，三期中 DNA 合成期最为关键。分裂期(M 期)依染色体的形成变化过程，分为前、中、后、末四期。

细胞增殖周期
- 分裂间期
  - G_1 期——DNA 合成前期
  - S 期——DNA 合成期
  - G_2 期——DNA 合成后期
- 分裂期
  - 前期
  - 中期
  - 后期
  - 末期——进入下一个周期的分裂间期

细胞周期中各期所需时间不同，正常情况下 M 期最短，G_1期较长，整个周期平均为 9 小时～24 小时(图 1－11)。

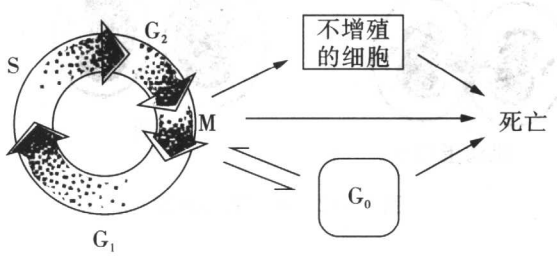


图 1－11 细胞周期示意图

二、分裂间期细胞特点

（一）DNA 合成前期（G_1期）

此期从上一个细胞周期完成后开始，迅速合成 RNA 和蛋白质，细胞体积显著增大。此期细胞物质代谢活跃，其意义在于为 S 期的 DNA 复制作好物质和能量准备。此期出现下列三种细胞。①增殖细胞：能及时从 G_1期进入 S 期，并保持旺盛的分裂能力。②休止细胞（G_0期）：进入 G_1期后不立即转入 S 期，在需要时，如损伤、手术等，才进入 S 期继续增殖。③不增殖细胞：失去分裂能力，终身处于 G_1期，最后通过分化、衰老至死亡。

（二）DNA 合成期（S 期）

此期主要特征是复制 DNA，使其含量增加一倍，保证分裂形成的两个子细胞 DNA 含量不变。

（三）DNA 合成后期（G_2期）

此期 DNA 合成终止，但合成少量 RNA 和蛋白质，主要是为 M 期作准备。

三、分裂期细胞特点

细胞在 G_2期完成了分裂前的准备后进入分裂期，此期有明显的形态变化，主要表现在染色体的形成过程，分为前期、中期、后期和末期（图 1－12）。

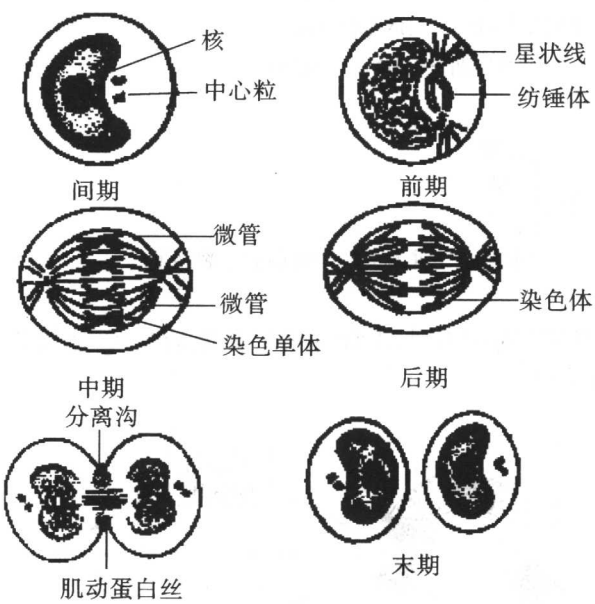


图 1－12　细胞有丝分裂

（一）前期

染色质细丝螺旋化，开始形成具有一定形态和数量的染色体。中心粒复制成双，向细胞两极移动，纺锤体开始出现，核膜、核仁逐渐消失。

(二)中期

核膜、核仁消失,染色体已移到细胞中央,每条染色体已纵裂为两条染色单体,但仍有着丝点相连。两个中心粒分别移到细胞两极,有微管束与染色体的着丝点相连构成纺锤体。

(三)后期

纺锤体微管收缩,两染色单体分离,并移向细胞两极,全部染色体分成相等的两群,分别集聚于两极。同时,细胞拉长,细胞中部的细胞膜下环形微丝收缩,该部细胞逐渐缩窄。

(四)末期

染色体解除螺旋化,重新形成染色质。核膜、核仁重新出现。细胞中部继续缩窄,完全分裂为两个子细胞。

在细胞周期中,分裂间期的主要生理意义是合成 DNA,复制两套遗传信息。而分裂期是通过染色体的形成、纵裂和移动,把两套遗传信息准确地平分到两个子细胞中去,使子细胞具有与母细胞相同的染色体,使遗传特性一代一代地传下去,保持遗传的稳定性。

【知识卡片】

走向异常的细胞——癌细胞

癌细胞与正常细胞相比有什么不同呢?主要有:形态上细胞核一般比正常细胞大,形状不规则,核仁变大;癌细胞的有丝分裂常呈多极分裂,在一个分裂细胞中出现多个纺锤体,产生 3~5 个甚至更多的细胞;细胞表面发生变化,膜糖脂或糖蛋白的糖链残缺不全,因而癌细胞可以在人体内到处游走,进入各种组织、器官,即转移;癌细胞对不良环境有较强的抵抗力,在正常细胞不能生活的条件下,癌细胞常能生存下去。在体外培养中,只要保持适宜的环境,癌细胞可以长期繁殖。

【思考题】

1. 试述细胞膜的结构。
2. 叙述各种细胞器的形态、结构和功能。
3. 试述细胞有丝分裂周期。

知识概要

- 细胞基本结构
  - 细胞膜 – “液态镶嵌模型”学说
  - 细胞质 – 各种细胞器的形态、结构和功能
  - 细胞核 – 形态、结构和功能
- 细胞增殖周期
  - 分裂间期特点
  - 分裂期特点

(李朝鹏)

第二章　基本组织

组织(tissue)是由形态相似、功能相近的细胞群和细胞间质(细胞外基质)有机结合在一起形成的。细胞间质存在于细胞与细胞之间,有多种不同的成分,对细胞具有支持和营养作用。人体器官的结构很复杂,但都是由上皮组织、结缔组织、肌组织和神经组织有机结合而成,这四种组织称为基本组织。

第一节　上皮组织

上皮组织(epithelial tissue)简称上皮(epithelium),由大量的上皮细胞和少量的细胞间质构成。上皮组织可分为被覆上皮、腺上皮和特殊上皮三种类型。它们具有保护、分泌、吸收和排泄等功能。被覆上皮覆盖于体表或衬贴在体腔和有腔器官内表面,构成该器官的特征性结构;腺上皮是构成腺的主要成分;特殊上皮衬贴于体内某些管或腔的内表面,可完成特殊的功能(感觉、生殖等)。一般所讲的上皮组织是指被覆上皮,本节重点讲述被覆上皮。

一、被覆上皮

(一)被覆上皮的一般特征

被覆上皮(covering epithelium)有以下共同特征。①细胞多、细胞间质少,细胞成层状或薄膜状,覆盖在人体的外表面或衬贴在管、腔、囊的内表面。②上皮细胞具有明显的极性,暴露于体表或朝向管、腔、囊等内腔的一面称为游离面,与其相对的另一面称为基底面。基底面借一层很薄的均质性基膜与深层的结缔组织相连。③上皮组织内无血管,其营养物质是由深层结缔组织中的血管经细胞间质,通过基膜供应的。④上皮细胞之间的连接面为侧面,在侧面间常形成特化的细胞连接结构。

(二)被覆上皮的分类

被覆上皮根据细胞在垂直切面上的形状及排列层数,可分为下列几种类型(表2-1)。

表 2－1　被覆上皮的类型和主要分布

	上皮类型	主要分布
单层上皮	单层扁平上皮	内皮：心、血管和淋巴管
		间皮：胸膜、腹膜和心包膜
	单层立方上皮	肺泡和肾小囊
		肾小管、甲状腺滤泡等
	单层柱状上皮	胃、肠、胆囊和子宫等
	假复层纤毛柱状上皮	呼吸管道等
复层上皮	复层扁平上皮	未角化的：口腔、食管和阴道等 角化的：皮肤表皮
	复层柱状上皮	眼睑结膜、男性尿道等
	变移上皮	肾盏、肾盂、输尿管和膀胱等

1. 单层上皮　单层上皮只有一层细胞，每个细胞都呈极性分布，根据细胞的形态单层上皮又可分为下列 4 种。

（1）单层扁平上皮（simple squamous epithelium）　是由一层扁平如鱼鳞状的细胞组成，故又称单层鳞状上皮。从表面观察，细胞呈多边形，细胞边缘为锯齿状或波浪状，相邻细胞相互嵌合。细胞核为椭圆形，位于细胞中央。从垂直切面观察，细胞扁薄，胞质少，只有含核部分较厚（图 2－1）。衬于心、血管及淋巴管内表面的单层扁平上皮称内皮（endothelium）。内皮很薄，表面光滑，可以减少血液和淋巴流动时的阻力，也有利于上皮细胞内、外的物质交换。衬于胸膜、腹膜和心包膜表面的单层扁平上皮称间皮（mesothelium）。间皮表面湿润光滑，以减少内脏活动时的摩擦。此外，单层扁平上皮也分布于肺泡壁、肾小囊壁层等处。

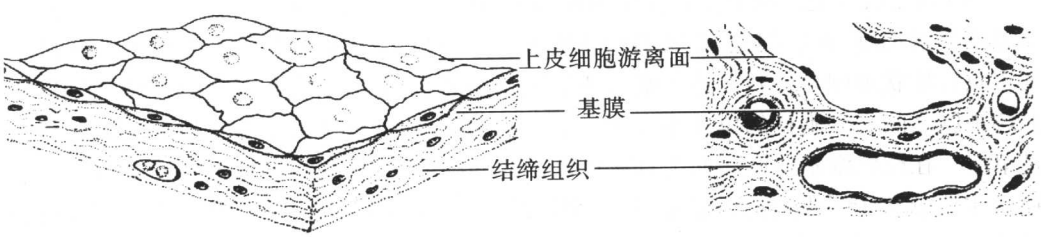


图 2－1　单层扁平上皮

（2）单层立方上皮（simple cuboidal epithelium）　由一层排列整齐的立方形细胞组成。从表面观察，细胞呈六角形或多角形；从垂直切面观察，细胞近似立方形，细胞核呈球形，位于细胞中央（图 2－2）。主要分布于甲状腺滤泡和肾小管等处，具有吸收和分泌功能。

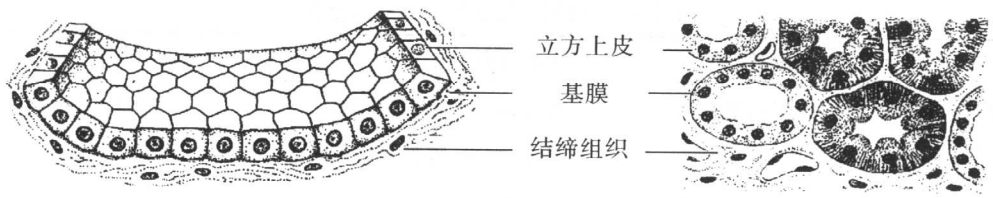


图2-2　单层立方上皮

(3)单层柱状上皮(simple columnar epithelium)　由一层排列规则的棱柱形细胞组成。从表面观察,细胞呈六角形或多角形;从垂直切面观察,细胞为柱状,细胞核为椭圆形,靠近细胞的基底部,其长轴与细胞长轴一致(图2-3)。在肠管内单层柱状上皮细胞之间,常夹有形如高脚酒杯状的杯状细胞(goblet cell),其形态底部狭窄,含深染的核,顶部膨大,充满分泌颗粒,颗粒中含粘蛋白,粘蛋白分泌后与水结合形成黏液,具有保护和润滑上皮作用。主要分布于胃、肠、子宫和输卵管等器官的内表面,具有吸收和分泌功能。

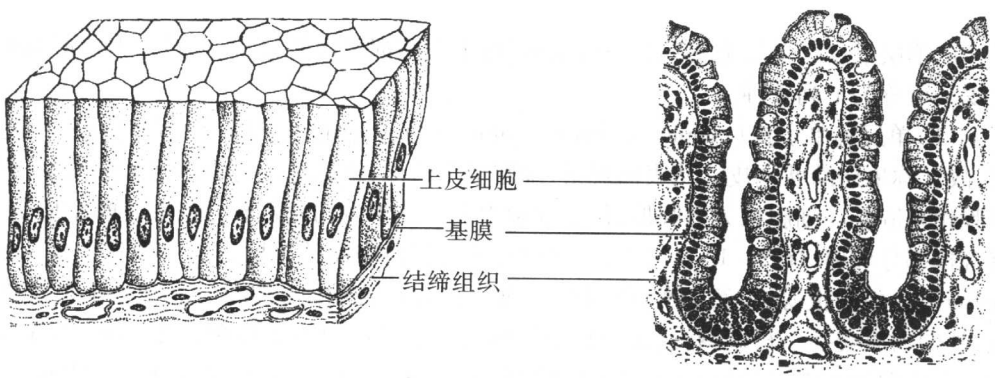


图2-3　单层柱状上皮

(4)假复层纤毛柱状上皮(pseudostratified ciliated columnar epithelium)　由一层高低不等的柱状细胞、梭形细胞、杯状细胞和锥形细胞组成。这些细胞基底部都附于基膜上,其中只有柱状细胞和杯状细胞上端可达上皮的游离面,锥形细胞靠近基膜,梭形细胞夹在上述细胞之间。细胞核的位置不在同一水平上,因此在垂直切面上观察似是复层,而实际是单层。在柱状细胞的游离面上具有可以摆动的纤毛,故称假复层纤毛柱状上皮(图2-4)。主要分布于呼吸道的内表面,柱状细胞的纤毛,能做定向的节律性摆动,杯状细胞分泌的黏液,有粘着灰尘和细菌等异物的作用,因而对呼吸道具有保护作用。

2. 复层上皮　由多层细胞构成。根据表层细胞的形态特点复层上皮又可分为数种。

(1)复层扁平上皮(stratified squamous epithelium)　表层细胞呈扁平鳞片状,故又称复层鳞状上皮(图2-5)。表层为数层扁平细胞,中间为数层至数十层多边形细胞,紧靠基膜的一层基底细胞呈矮柱状或立方形,该层细胞为具有分裂增殖能力的干细胞,一部分

新生细胞逐渐向表层推移，以补充表层衰老、死亡或损伤脱落的细胞。复层扁平上皮的基底面，借一层薄的基膜与深层结缔组织相接，衔接处凹凸不平，以扩大接触面积，既保证上皮组织的营养供应，又使连接更加牢固。

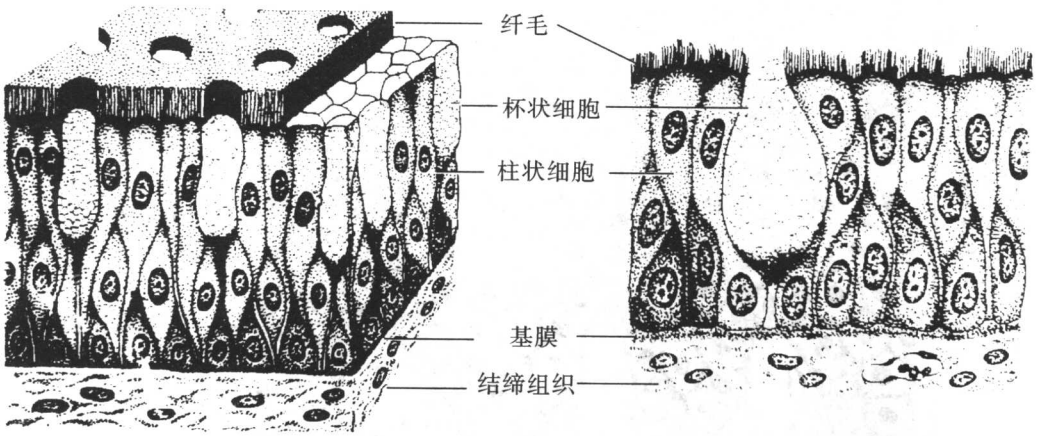


图 2－4　假复层纤毛柱状上皮

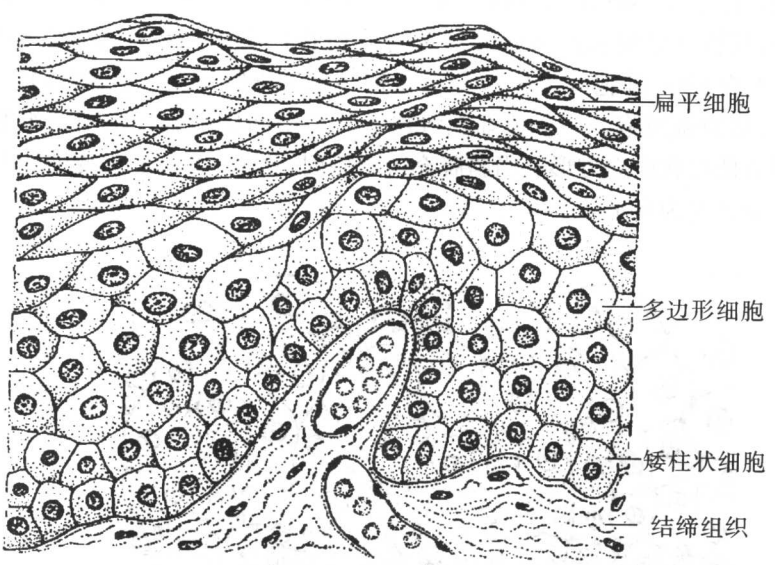


图 2－5　非角化的复层扁平上皮（食管）

复层扁平上皮分布于皮肤的表面、口腔、食管（彩图 1）和阴道等处，具有耐摩擦的作用，也可防止一些外界微生物的侵入。上皮受损伤后，修复能力很强。分布于皮肤表面的复层扁平上皮，表皮细胞经过角化作用形成角质层，称为角化复层扁平上皮（图 2－6）；分布于口腔、食管、阴道等处的复层扁平上皮表皮细胞未角化，称为未角化复层扁平上皮。

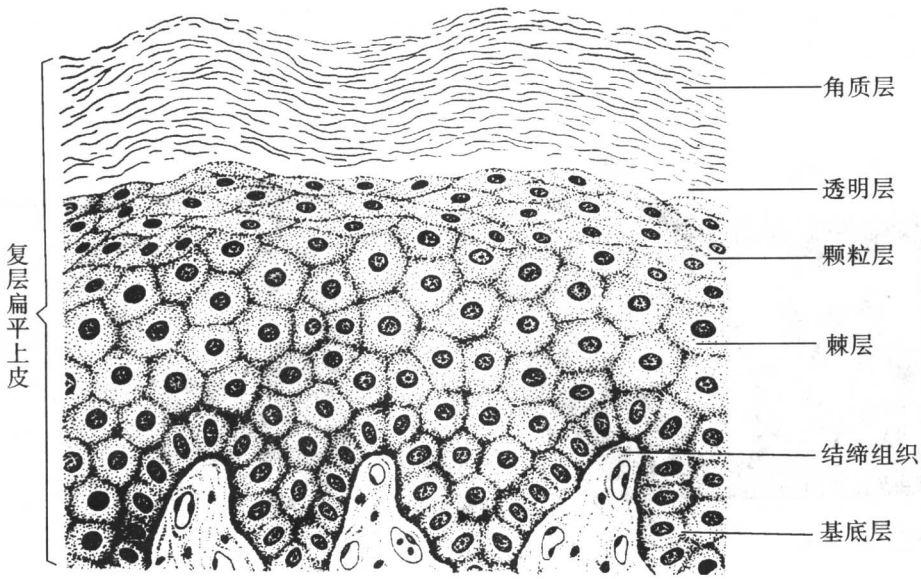


图2-6　角化的复层扁平上皮(皮肤)

(2)变移上皮(transitional epithelium)　又称移行上皮,这种上皮主要分布于输尿管和膀胱等处,其特点是细胞的形状和层数可随所在器官的舒缩而改变。当膀胱空虚时(图2-7),上皮变厚,细胞可达6~7层。此时表层的细胞呈立方形,胞体较大,有的含有两个细胞核,称为盖细胞。一个盖细胞可覆盖几个中间层细胞。中间层细胞呈多边形。基底细胞则为低柱状或立方形。当膀胱充盈舒张时(图2-8),上皮变薄,只有2~3层,表层细胞亦随之变为扁平。

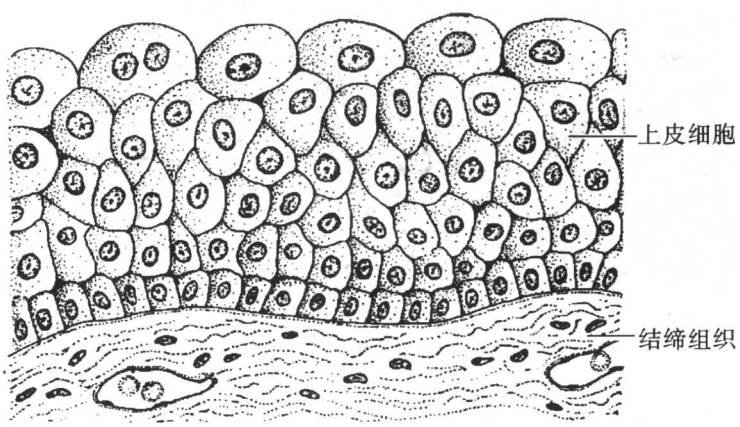


图2-7　变移上皮(膀胱空虚态)

(3)复层柱状上皮(stratified columnar epithelium)　浅层为一层排列较整齐的柱状细胞,深部为一层或几层多边形细胞,分布于眼睑结膜、男性尿道等处。

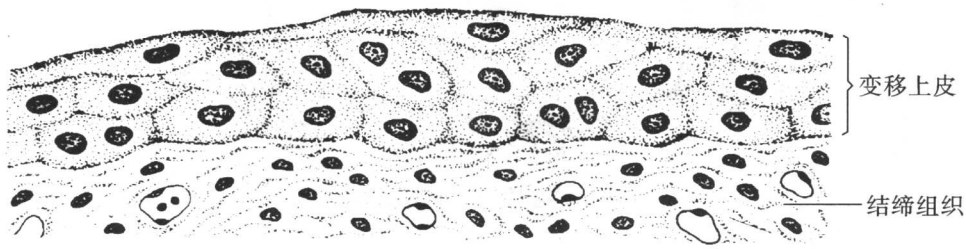


图2-8　变移上皮(膀胱充盈态)

二、腺上皮和腺

(一)腺上皮和腺的定义

由腺细胞组成的以分泌功能为主的上皮称腺上皮(glandular epithelium),以腺上皮为主要成分构成的器官称腺(gland),腺细胞的分泌物有酶类、黏液和激素等。

(二)腺的分类

根据分泌物排出的方式,腺可分为两大类:分泌物经过导管排至体表或管腔内的称为外分泌腺(exocrine gland),又称有管腺,如汗腺、唾液腺等;分泌物不经导管排出,直接释放入血液或淋巴的称为内分泌腺(endocrine gland),又称无管腺,如甲状腺、肾上腺等。本节只介绍外分泌腺的一般结构。

(三)外分泌腺的一般结构

外分泌腺外包结缔组织被膜,被膜结缔组织伸入腺实质构成腺的间质。腺实质是由分泌部和导管两部分组成。

1. 分泌部　一般是由单层腺上皮围成。泡状和管泡状的分泌部常称为腺泡(acinus),具有分泌功能,其中央有一腔称为腺泡腔。

外分泌腺按腺细胞数量的多少分为单细胞腺(如杯状细胞)和多细胞腺(如唾液腺)。多细胞腺又根据导管有无分支,分为单腺(导管不分支)和复腺(导管成多级分支)。根据腺泡的形态可分为管状腺、泡状腺或管泡状腺(图2-9)。

根据分泌物的性质,可将腺泡分为浆液性腺泡、黏液性腺泡和混合性腺泡(图2-10)。浆液性腺泡可分泌蛋白质类物质,分泌部完全由浆液性腺泡构成的腺称浆液腺,如腮腺;黏液性腺泡的分泌物为黏稠的液体,其化学成分主要是粘蛋白,有润滑作用,分泌部完全由黏液性腺泡构成的腺称黏液腺,如十二指肠腺;由浆液性细胞和黏液性细胞共同组成的腺泡,称混合性腺泡。由三种腺泡共同组成的腺,称混合腺,如下颌下腺和舌下腺。

2. 导管(duct)　与腺泡直接相连,由单层或复层上皮构成,其功能主要是排出分泌物。有的导管上皮还可分泌或吸收水和电解质。

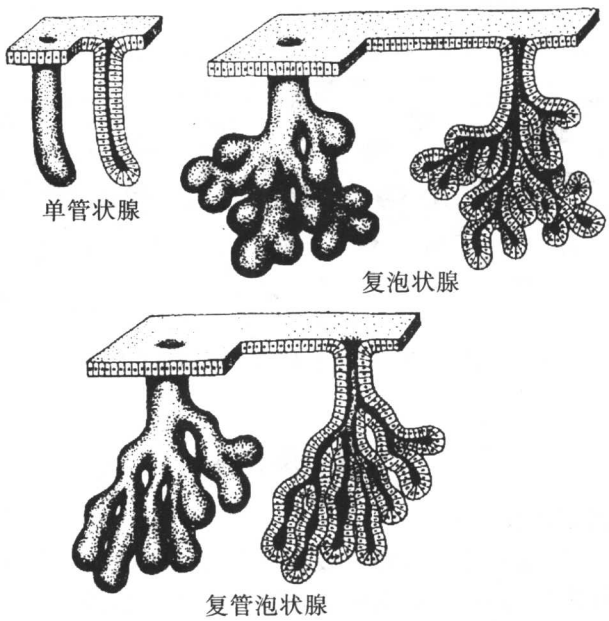


图 2－9　外分泌腺的形态分类



图 2－10　混合性腺的示意图

三、特殊上皮

特殊上皮(special epithelium)　是上皮细胞在分化过程中,形成的能感受特定刺激的感觉上皮,如味觉上皮、嗅觉上皮等。

四、上皮的特殊结构及功能

由于上皮细胞具有极性，为适应其功能，在上皮细胞的游离面、侧面和基底面常分化出各种特殊的结构。

（一）上皮细胞的游离面

1. 微绒毛（microvillus）　是上皮细胞的细胞膜和细胞质共同向游离面伸出的微细指状突起（图 2－11），其内含有微丝，在电镜下清晰可见。微绒毛可增加细胞的表面积，有利于细胞的吸收功能。

2. 纤毛（cilium）　是上皮细胞的细胞膜和细胞质共同向游离面伸出的粗而长的突起。光镜下清晰可见。电镜下，可见纤毛中央有两条单独的微管，周围有 9 组二联微管（图 2－12）。纤毛具有定向的节律性摆动，能将一些分泌物或附着在其表面的灰尘和细菌等加以清除。

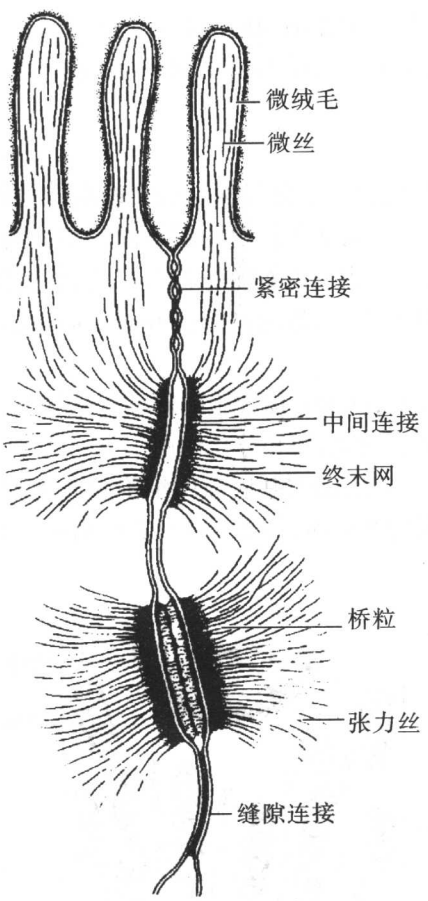


图 2－11　微绒毛与细胞连接结构模式图



图 2－12　气管纤毛上皮及纤毛横切面（右下框）

(二)上皮细胞的侧面

上皮细胞的侧面排列紧密,特化结构为细胞连接,只有在电镜下才能观察到(图 2-11),常见的细胞连接有以下 4 种。

1. 紧密连接(tight junction)　又称闭锁小带。在上皮细胞靠近游离面处,呈桶箍状环绕细胞。相邻细胞侧面细胞膜外层间断性融合,细胞间隙消失(图 2-11)。紧密连接除有机械性的连接作用外,还可阻止大分子物质从细胞间隙进入深部组织。

2. 中间连接(intermediate junction)　又称粘着小带。位于紧密连接深面,相邻细胞的细胞间隙内充满丝状物质,胞膜的胞质内面有薄层致密物质和微丝附着(图 2-11)。中间连接具有粘着、保持细胞形状和传递细胞收缩力的作用。

3. 桥粒(desmosome)　又称粘着斑。呈斑状,位于中间连接的深面,连接区细胞间隙内有低密度的丝状物,中央形成一条纵行的致密线,与间隙相应处的细胞膜的胞质面有致密板,张力丝附着于该板上,并常折成袢状返回胞质(图 2-11)。桥粒是细胞间机械性连接的主要结构。

4. 缝隙连接(gap junction)　又称通讯连接。相邻细胞膜间有直径约 2 nm 的小管通连(图 2-11)。相邻细胞可通过该小管进行小分子物质和离子交换,传递电冲动和化学信息。

(三)上皮细胞的基底面

1. 基膜(basement membrane)　是上皮细胞的基底面与深层的结缔组织之间形成的一层薄膜。其化学成分主要是糖蛋白。电镜下可见基膜是由两层不同的结构所组成,靠近上皮细胞的一层,称为基板(basal lamina),它是由上皮细胞分泌形成的;邻接深层结缔组织的一层,由纤细的网状纤维和基质(粘多糖)组成,称为网板(reticular lamina)(图 2-13)。

基膜起连接和支持作用,并具有半透膜性质,这对上皮细胞的新陈代谢具有重要的作用。此外,基膜还有引导上皮细胞移动,影响细胞的增殖和分化作用。

2. 质膜内褶(plasma membrane infolding)　上皮细胞基底面的细胞膜向细胞内凹陷,形成许多内褶,内褶之间的胞质内有纵行排列的线粒体(图 2-13),其作用可扩大细胞基底面的表面积,有利于水及电解质的迅速转运。

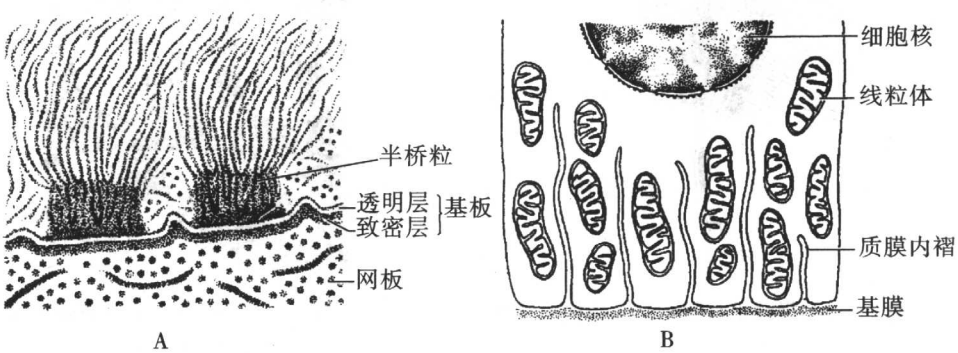


图 2-13　基膜、质膜内褶的超微结构图

3. 半桥粒(hemidesmosome)　是上皮细胞基底面形成的桥粒的一半结构(图 2 - 13)。主要作用是加强上皮细胞与基膜的连接。

第二节　结缔组织

结缔组织(connective tissue)由细胞和大量的细胞间质组成。与上皮组织相比,其特点是:①细胞数量少、种类多,散在间质中,无极性分布;②细胞间质多,细胞间质中有均质状态的基质和纤维,其中还有不断更新的组织液;③不直接与外界环境接触,又称为内环境组织;④全部由间充质分化形成。结缔组织结构复杂、形态多样。狭义的结缔组织指固有结缔组织(connective tissue proper),包括疏松结缔组织、致密结缔组织、脂肪组织和网状组织。广义的结缔组织还包括液态的血液和淋巴、固态的软骨组织和骨组织。结缔组织在人体内分布广泛,具有连接、保护、支持、营养、修复和防御等功能。

一、疏松结缔组织

疏松结缔组织(loose connective tissue)结构疏松,呈蜂窝状,故又称为蜂窝组织(areolar tissue),临床上所说的蜂窝组织炎就是指疏松结缔组织的炎症。疏松结缔组织分布很广,存在于器官之间和各种组织之间及细胞之间,其结构特点是细胞种类较多,纤维数量较少,排列稀疏,基质含量较多(图 2 - 14)。疏松结缔组织在体内起支持、连接、营养、防御、保护和创伤修复等功能。

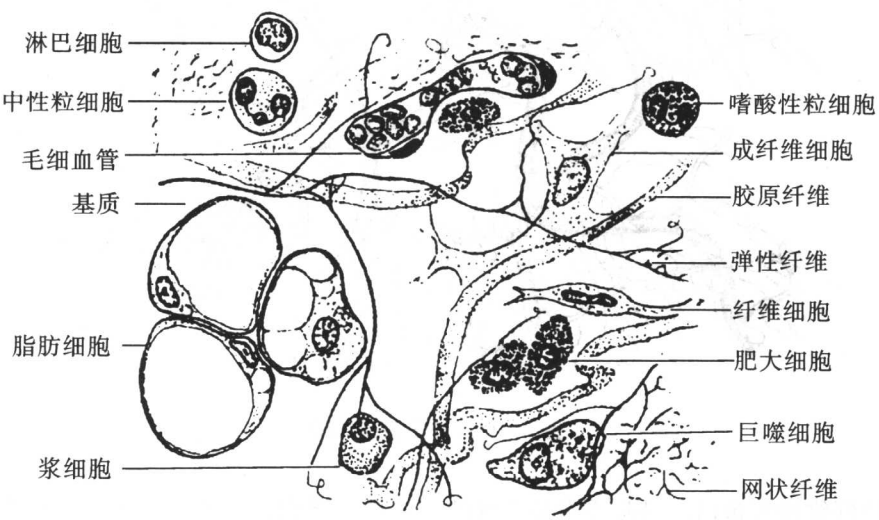


图 2 - 14　疏松结缔组织模式图

1. 基质(ground substance)　疏松结缔组织基质较多,充满于纤维、细胞之间,是由生物大分子构成的无定形胶状物,有一定黏性,其化学成分主要为蛋白多糖和纤维粘连蛋白。

(1)蛋白多糖　是蛋白质和多糖结合成的大分子复合物,多糖包括透明质酸、硫酸软骨素 A 和 C、硫酸角质素和硫酸乙酰肝素等。其中以透明质酸含量最多,它是一长链大分子,呈曲折盘绕状态分布在基质中,在其长链分子上又连结许多蛋白分子和多糖分子,形成了带有许多微孔的结构,称为分子筛。分子筛具有屏障作用,小于孔隙的水和溶于水的营养物质、激素、代谢产物、气体分子等可以自由通过;而大于其孔隙的物质,如细菌、异物等则不能通过。溶血性链球菌、癌细胞和蛇毒等能分泌透明质酸酶,分解透明质酸,使屏障解体,致使局部炎症蔓延扩散(图 2-15)。

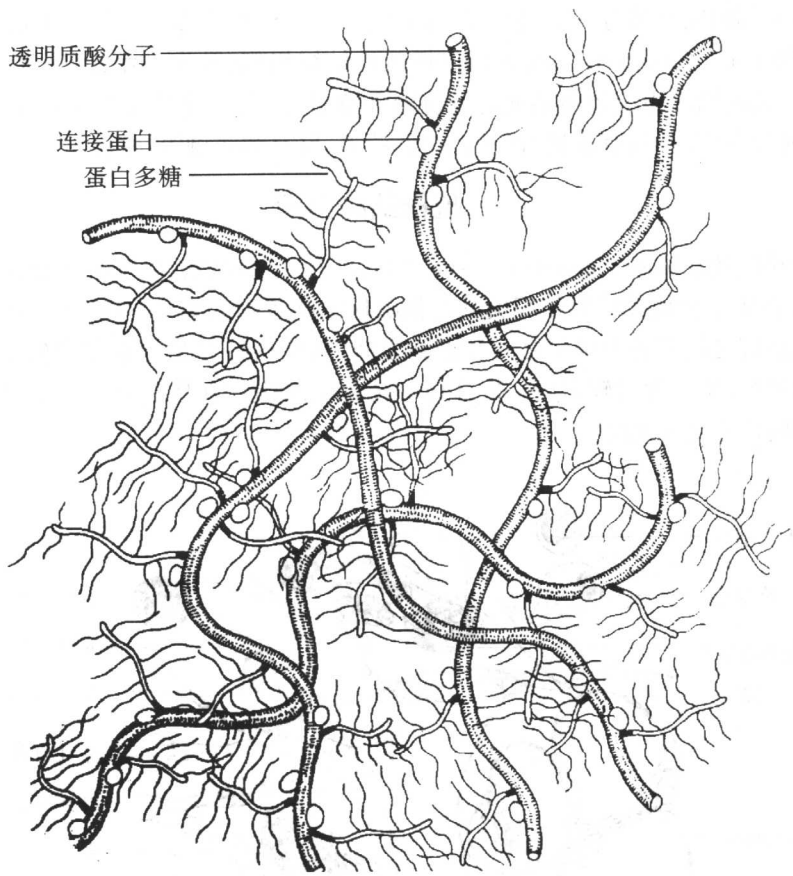


图 2-15　分子筛模式图

(2)纤维粘连蛋白　是基质中最主要的粘连性糖蛋白。这种大分子表面具有与多种细胞、蛋白多糖及胶原纤维结合的部位,它不仅是这三种成分有机连接的媒介,同时也参与基质分子筛的构成,对于细胞的分化和迁移也具有一定作用。

(3)组织液(tissue fluid)　从毛细血管动脉端渗出而进入基质的液体,称为组织液。细胞通过组织液获得营养和氧气,并向其中排出代谢产物和二氧化碳。组织液经毛细血管静脉端和毛细淋巴管回流到血液及淋巴液内。组织液的不断循环更新,有利于血液与

组织中的细胞进行物质交换，当组织液的产生、回流或机体电解质、蛋白质代谢发生障碍时，基质中的组织液含量可增多或减少，导致组织水肿或脱水。

2. 纤维　疏松结缔组织的纤维可分为3种：胶原纤维、弹性纤维及网状纤维。

（1）胶原纤维（collagenous fiber）　数量最多，新鲜时呈白色，故又称为白纤维。在HE染色切片上着粉红色，通常集合成粗细不等的纤维束，呈波浪状走行，相互交织分布（图2－14）。胶原纤维是由更细的胶原原纤维构成。胶原纤维韧性大且抗拉力强，弹性较差。

（2）弹性纤维（elastic fiber）　新鲜时呈黄色，故又称为黄纤维，在HE染色切片上着成浅红色，不易与胶原纤维区别，用特殊染色法方可显示出。弹性纤维较细，常分支交织成网。弹性纤维由均质状的弹性蛋白和微原纤维束构成（图2－14）。弹性纤维具有弹性作用，有利于所在器官和组织保持形态和位置的相对恒定。当强烈的日光照射时，可使皮肤的弹性纤维断裂，导致皮肤失去弹性而产生皱纹。

（3）网状纤维（reticular fiber）　是一种较细的纤维，有分支，相互交织成网。在HE染色标本上不能着色，用镀银法染色呈黑色，故又称嗜银纤维（argyrophil fiber），它的嗜银性是由于网状纤维上覆有较多的糖蛋白。网状纤维主要分布于上皮的基膜、毛细血管周围、造血器官、淋巴器官等处。

3. 细胞　疏松结缔组织中的细胞包括成纤维细胞、巨噬细胞、浆细胞、肥大细胞、脂肪细胞和未分化的间充质细胞，此外还有来自血液的白细胞（图2－14）。

（1）成纤维细胞（fibroblast）　这种细胞在疏松结缔组织内数量多而分布广，常附于胶原纤维上。功能活跃时胞体较大、扁平而有突起，细胞核大而着色较浅，呈卵圆形，核仁大而明显，细胞质弱嗜碱性。在电镜下可见细胞质内有较丰富的粗面内质网和发达的高尔基复合体（图2－16），说明成纤维细胞合成蛋白质的功能旺盛，并具有形成纤维及基质的功能。这种功能在人体生长发育时期和创伤修复过程中表现的尤为明显。

维生素C与胶原纤维的形成有密切关系。因此，当体内维生素C严重缺乏时，胶原纤维的合成则发生障碍。所以在手术后的病人其创伤愈合过程中补充适量维生素C，能促进伤口的愈合。

成纤维细胞功能处于相对静止状态时，称为纤维细胞（fibrocyte）。在创伤等情况下，纤维细胞可转化为成纤维细胞，参与创伤组织的修复。

（2）巨噬细胞（macrophage）　又称组织细胞，这种细胞是体内广泛存在的一种免疫细胞，可做变形运动，具有强大的吞噬功能，在机体防御疾病和免疫反应中发挥着重要作用。其数量多而分布广，形态多样，细胞呈圆形、椭圆形或不规则形，有短而粗的突起，称伪足，细胞轮廓清楚。胞核小而染色较深，细胞质丰富，多为嗜酸性，细胞质含有大量初级溶酶体、次级溶酶体、吞饮小泡和吞噬体等结构（图2－17）。巨噬细胞具有趋化性，是指巨噬细胞受到某些化学物质（如细菌的产物、在细菌作用下组织产生变性的蛋白质等，均称为趋化因子）的吸引而能做定向移动，聚集到产生这些化学物质的部位，巨噬细胞因而变为游走的活化细胞。巨噬细胞的主要功能如下。①吞噬作用：当巨噬细胞与细菌、细胞碎块、血管外的红细胞、碳粒及可溶性物质等接触时，即显出活跃的吞噬作用。所形成的吞噬体或吞饮小泡，与初级溶酶体融合，形成次级溶酶体，所吞噬的物质可被溶解。②合成

和分泌作用:巨噬细胞能合成和分泌上百种生物活性物质,包括溶菌酶、补体、多种细胞因子(如白细胞介素)等。溶菌酶能分解和杀灭细菌。补体参与炎症反应,对病原微生物有溶解作用。白细胞介素有可刺激骨髓中的白细胞增殖和释放入血的功能。③抗原提呈作用:巨噬细胞对抗原物质进行加工、处理和储存,并能将处理后的抗原物质传递给淋巴细胞,引起免疫应答。

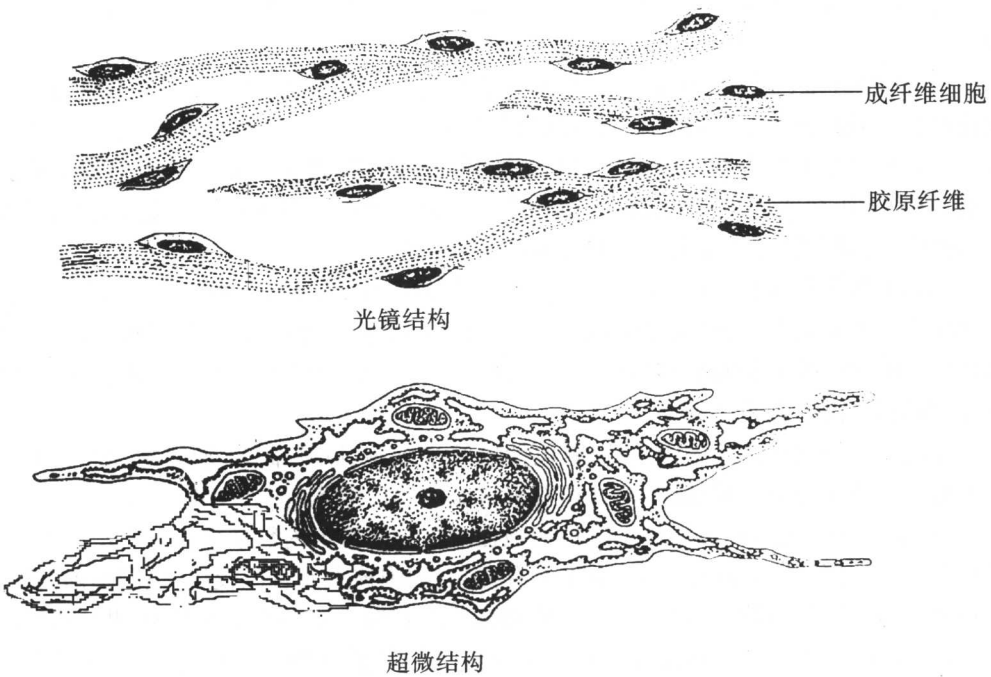


图 2-16　成纤维细胞的光镜结构和超微结构

(3)浆细胞(plasma cell)　在一般结缔组织内很少见,多见于消化管和呼吸道的结缔组织内。浆细胞由 B 淋巴细胞分化形成,细胞呈卵圆形或圆形,核圆,多偏位于细胞的一侧,核内染色质粗大,附于核膜边缘,排列成车轮状,胞质丰富呈嗜碱性。电镜下,浆细胞胞质内可见大量平行排列的粗面内质网及发达的高尔基复合体(图 2-18)。浆细胞具有合成和分泌免疫球蛋白(immunoglobulin),即抗体(antibody)的功能,参与体液免疫反应。一种抗体只能与一种特定的抗原结合。

(4)肥大细胞(mast cell)　肥大细胞数量较多而分布很广,成群分布于小血管周围。细胞较大,圆形或椭圆形。胞核小而圆,多位于中央。胞质内充满粗大而密集的嗜碱性颗粒,且有异染性,颗粒易溶于水,所以在 HE 染色的标本上不易辨认。电镜下,肥大细胞胞质内含有粗面内质网、高尔基复合体、微丝、微管和膜包颗粒(异染颗粒)(图 2-19)。肥大细胞的颗粒内含有组织胺、白三烯、嗜酸性粒细胞趋化因子和肝素等。组织胺和白三烯与肥大细胞参与过敏反应有关(图 2-20);嗜酸性粒细胞趋化因子吸引嗜酸性粒细胞向过敏反应部位迁移,从而减轻过敏反应;肝素具有抗凝血作用。

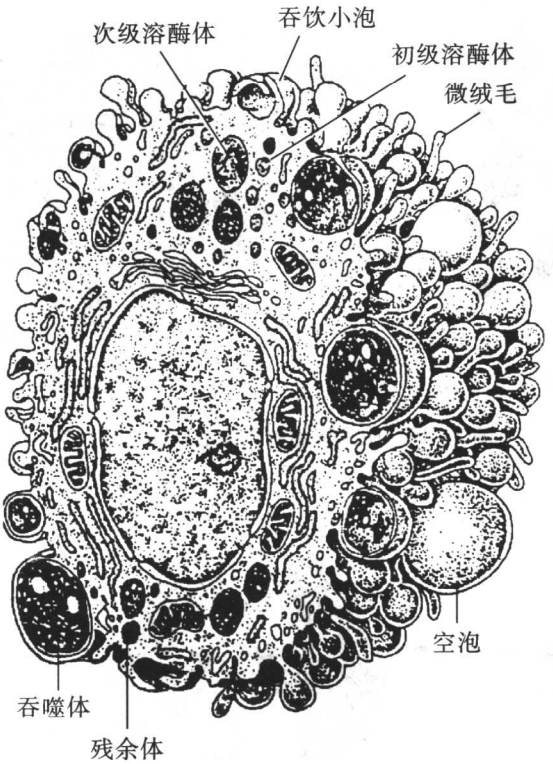


图 2－17　巨噬细胞超微结构

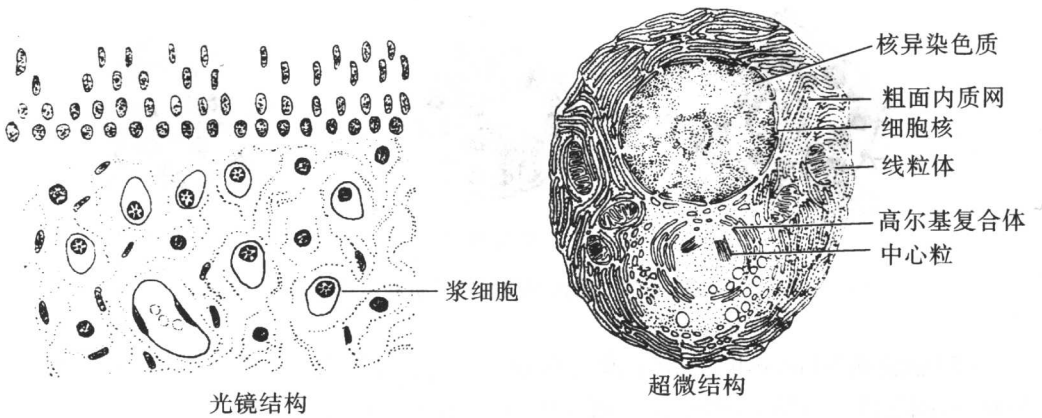


图 2－18　浆细胞的光镜结构和超微结构

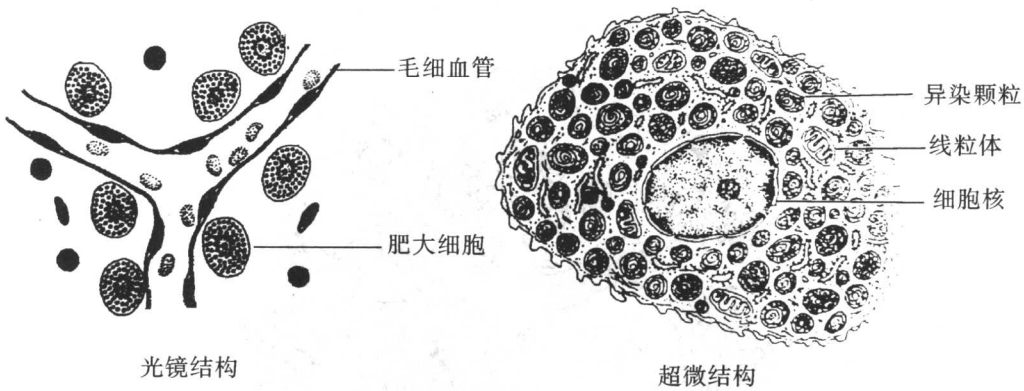


图 2－19　肥大细胞的光镜结构和超微结构

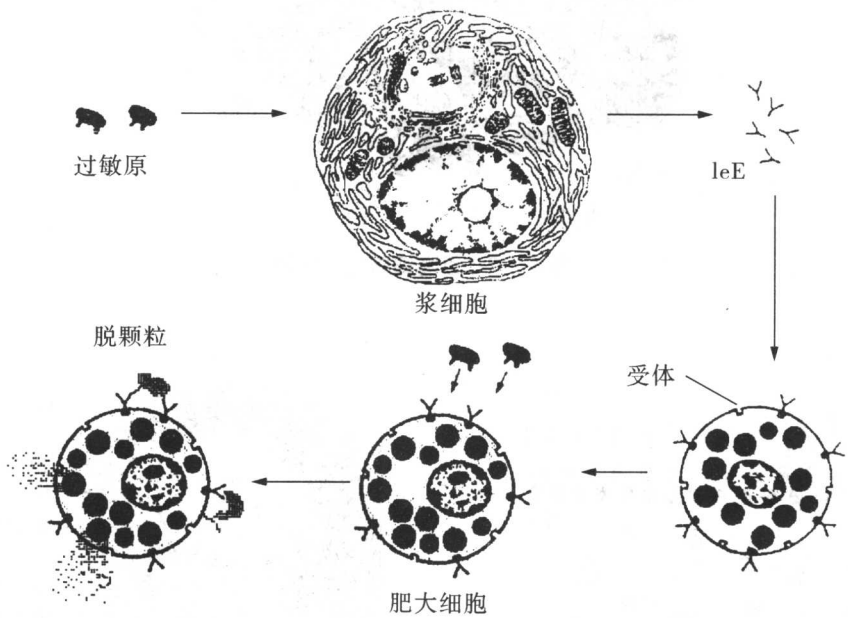


图 2－20　肥大细胞脱颗粒机制示意图

(5)脂肪细胞(fat cell)　单个或成群分布。细胞体积较大,呈球形。胞质内含有大量脂滴,细胞核呈扁圆形,细胞核常被挤压到细胞的一侧。在 HE 染色标本上,脂滴已被溶剂溶解,故呈空泡状。脂肪细胞具有合成和贮存脂肪,参与脂类代谢的功能。

(6)未分化的间充质细胞(undifferentiated mesenchymal cell)　多分布在毛细血管周围,是一种分化程度较低的干细胞,其形态似纤维细胞,保留着间充质细胞多向分化的潜能。在炎症及创伤修复时大量增殖,可分化为成纤维细胞、血管内皮细胞和平滑肌细胞,参与结缔组织和小血管的修复。

(7)白细胞　血液内的各种白细胞,常以变形运动穿出毛细血管壁游走在疏松结缔组织内,执行防御功能。

二、致密结缔组织

致密结缔组织(dense connective tissue)的主要结构特点是细胞及基质成分甚少,纤维成分多,纤维较粗大,排列致密。细胞主要是成纤维细胞。纤维主要是胶原纤维和弹性纤维,起连接和支持的作用。致密结缔组织中有的以粗大的胶原纤维纵横交织为主,可承受多方向张力,称不规则的致密结缔组织,如皮肤的真皮、器官的被膜和眼球的巩膜等;有的以胶原纤维束密集平行排列,成纤维细胞(腱细胞)成行排列在胶原纤维束之间,可承受单方向张力,称规则的致密结缔组织,如肌腱等(图 2 - 21);有的以弹性纤维为主,如黄韧带和项韧带,可适应脊柱运动,称为弹性组织。

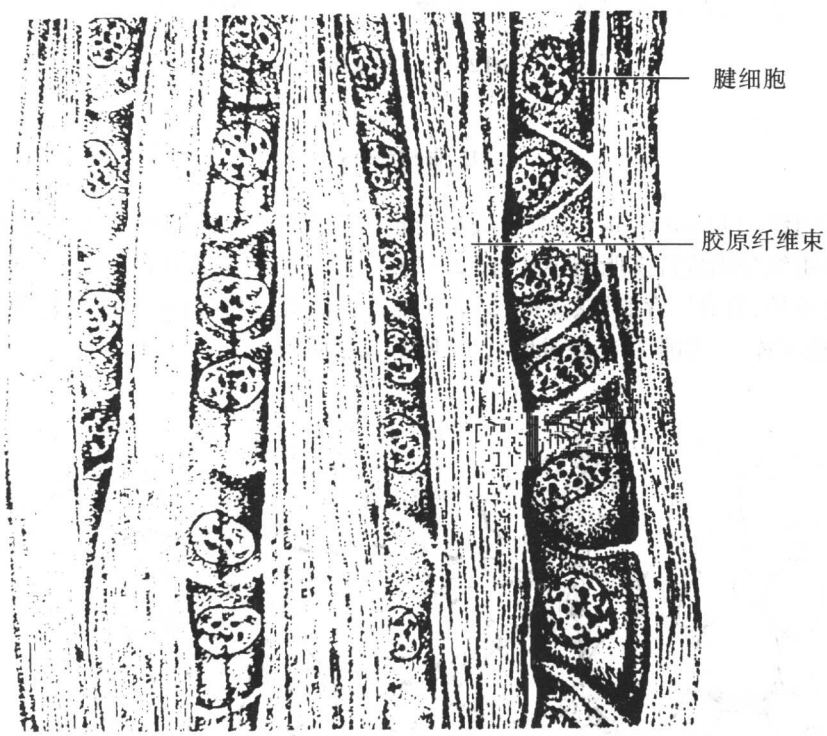


图 2 - 21　致密结缔组织(肌腱)

三、网状组织

网状组织(reticular tissue)由网状细胞、网状纤维和基质组成(图 2 - 22)。网状细胞(reticular cell)为星形多突细胞,细胞核较大,染色较浅,核仁明显,细胞质较丰富,略呈碱性。相邻的网状细胞以突起相互连接成网。网状纤维较细且有分支,是由网状细胞产生的,并被网状细胞的突起所包裹,它们共同构成造血组织及淋巴组织的支架。网状组织主

要分布于骨髓和淋巴器官等处。

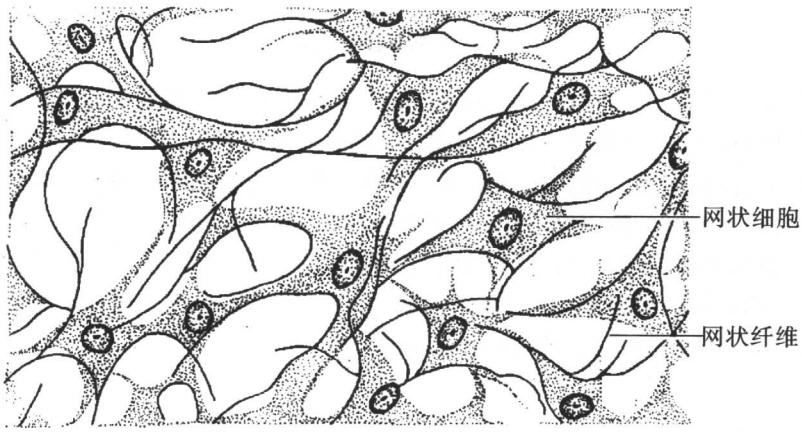


图 2－22　网状组织

四、脂肪组织

脂肪组织(adipose tissue)是含有大量脂肪细胞的疏松结缔组织。成群的脂肪细胞被疏松结缔组织分隔成许多脂肪小叶(图 2－23)。脂肪组织主要分布于皮下、网膜、系膜及肾脂肪囊等处,具有贮存脂肪、支持、保护和维持体温等作用,并参与能量代谢,是人体内最大的“能量库”。如脂肪细胞过度增生,则形成脂肪瘤。

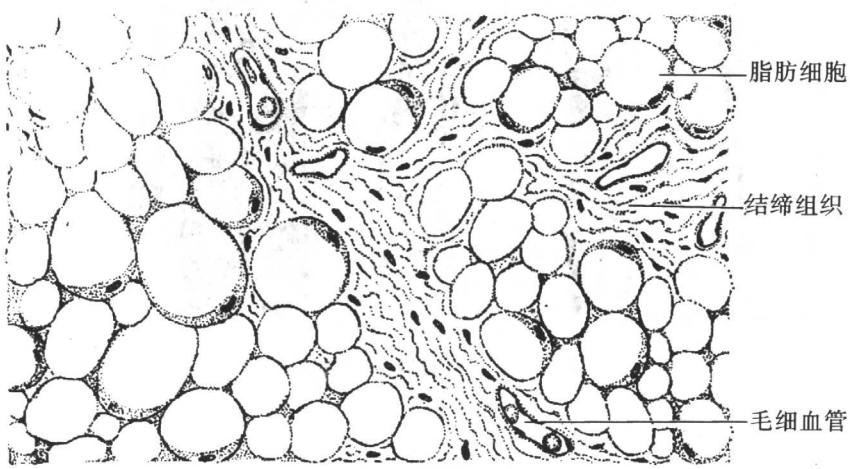


图 2－23　脂肪组织

【知识卡片】

脂肪细胞与肥胖病

Fat cell 也可译作肥胖细胞，这种细胞成就了现代世界最流行的肥胖病。肥胖病的诊断标准是：体重超标20%。我国的肥胖人口已超过7千万，城市人口体重超标者可达40%，而城市中小学生肥胖儿已超过20%。脂肪细胞就像个守财奴，不到万不得已的情况，不肯消耗其内储存的脂肪。这些闪着黄色油光的细胞壅塞在皮下和大网膜，使身体活动不再敏捷；沉积在胸壁和心脏表面，使呼吸和心跳不再酣畅。另外，肥胖病人发生糖尿病、高血压、冠心病的几率是体重正常人的几倍至十几倍。

流行病学家分析，肥胖病的发生率和汉堡包、炸薯条的销售量一起增高，和街上的小汽车数平行，和人们坐在电视机前的时间成正比。显然，在现代生活诱惑面前，你必须保持坚强的自制力，才能维护自己的健康。

五、软骨组织与软骨

软骨组织（cartilage tissue）由软骨细胞（chondrocyte）和细胞间质构成。软骨细胞位于软骨基质中的软骨陷窝内，在软骨基质周边部分为幼稚的软骨细胞，单个分布，形态较小。越靠近软骨基质中央的软骨细胞越接近成熟，形态逐渐增大，多为2～8个聚集在一起，这些细胞是由一个细胞分裂而来，故称同源细胞群。细胞间质呈均质状，由基质和纤维组成。基质主要由蛋白多糖和水组成，呈凝胶状，在基质内包埋着纤维。

软骨膜是包绕软骨在表面的薄层致密结缔组织膜，分为两层，外层含胶原纤维多，内层含细胞多，其中的骨祖细胞对软骨的生长发育有重要作用。另外，软骨膜内还含有血管、淋巴管和神经。

软骨由软骨组织和软骨膜构成。根据其基质内所含纤维的不同，通常把软骨分为3种类型，即透明软骨、弹性软骨和纤维软骨。

（一）透明软骨

透明软骨（hyaline cartilage）在新鲜时呈半透明状，基质中包埋着胶原纤维，由于纤维细，而且纤维和基质的折光性相同，在HE染色标本上看不到纤维，所以称为透明软骨（图2-24）。透明软骨主要分布于鼻、喉、气管、支气管、关节和肋骨等处。

（二）弹性软骨

弹性软骨（elastic cartilage）在新鲜时略显黄色，其结构特点是基质中含有大量可见的交织成网的弹性纤维（图2-25），故这种软骨的弹性较大。其他结构与透明软骨相似。弹性软骨主要分布在耳廓、会厌等处。

（三）纤维软骨

纤维软骨（fibrous cartilage）在新鲜时呈不透明的乳白色，基质中含有可见的平行或交叉排列的胶原纤维束（图2-26）。软骨细胞成行排列或散在于纤维束之间。纤维软骨主要分布在椎间盘、耻骨联合、关节盂、关节盘等处。

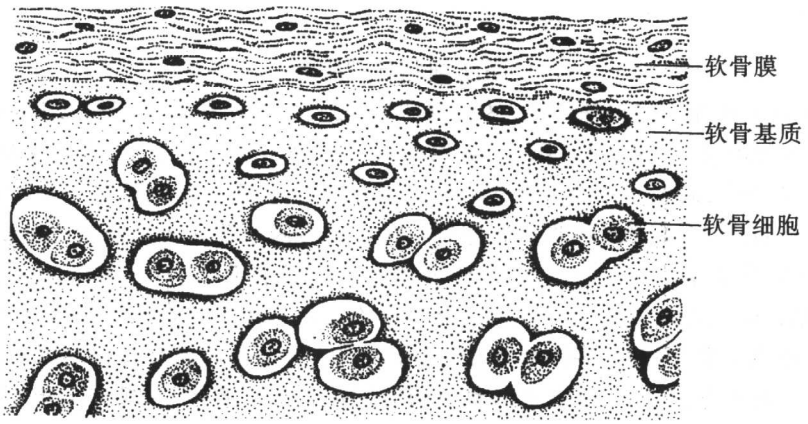


图 2－24　透明软骨

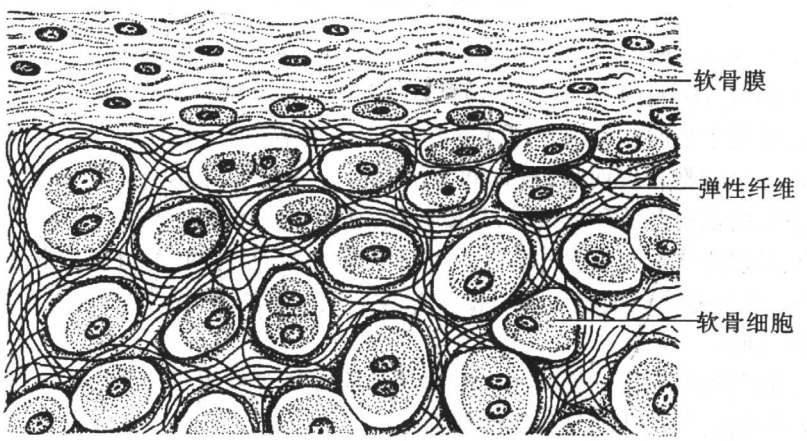


图 2－25　弹性软骨

六、骨组织与骨

骨是由骨组织、骨膜、骨髓及血管、神经等构成的坚硬器官。骨中含有大量的钙、磷，故骨是人体钙、磷的储备库。骨与人体钙的代谢有密切关系，当体内过度缺钙时，在成人易导致骨质疏松、软化而发生病理性骨折；在儿童易造成骨发育不良性疾病（如佝偻病）。

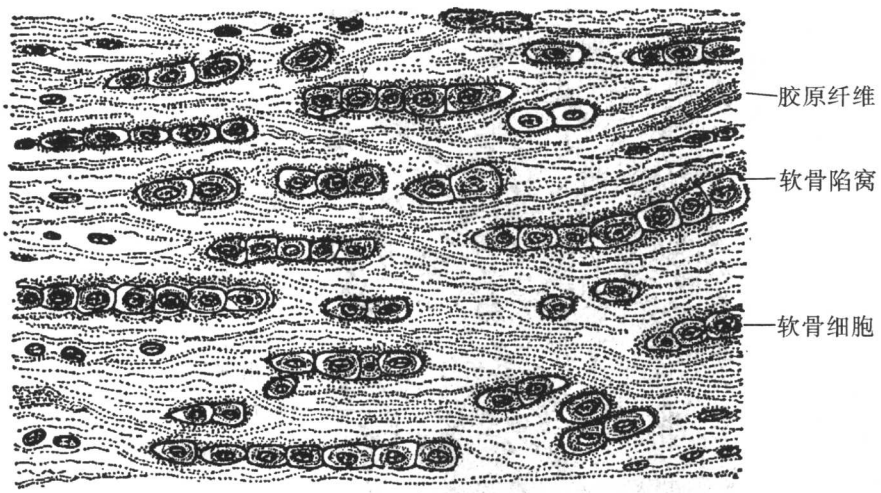


图 2－26　纤维软骨

（一）骨组织的结构

骨组织（osseous tissue）是一种坚硬的结缔组织。由骨细胞和大量钙化的细胞间质构成，钙化的细胞间质称为骨基质。

1. 骨基质（bone matrix）　简称骨质，包含有机物和无机物两种成分。有机物成分含量较少，主要为胶原纤维，无机物又称骨盐，含量较多，主要是羟基磷灰石结晶，以钙、磷离子为主。

骨胶原纤维呈规则的分层排列。每层纤维与基质共同构成薄板状结构，称为骨板（bone lamellae）。在骨板之间或骨板内有扁椭圆形小腔，称为骨陷窝（bone lacunae），陷窝周围有呈放射状排列的细小管道，称为骨小管（bone canaliculus）。相邻陷窝的骨小管相互通连。

2. 骨组织细胞　骨组织的细胞包括骨祖细胞、骨细胞、成骨细胞和破骨细胞（图 2－27）。

（1）骨祖细胞（osteoprogenitor cell）　是骨组织的干细胞，位于骨膜内。它可分化为成骨细胞和成软骨细胞。

（2）骨细胞（osteocyte）　骨细胞位于骨陷窝内，细胞表面有很多细长的突起，突起则伸入骨小管内，相邻骨细胞的突起相互连接，其间可见缝隙连接。细胞呈扁椭圆形，细胞核为椭圆形，染色较深。骨细胞可以与陷窝内的组织液进行物质交换。骨细胞具有溶骨和成骨作用，参与钙、磷平衡的调节。

（3）成骨细胞（osteoblast）　位于骨组织表面，细胞呈立方形或低柱状，单层排列，细胞侧面和基底部有突起，与相邻的成骨细胞或骨细胞的突起以缝管连接相连。胞核呈圆形，胞质呈嗜碱性。成骨细胞的功能是合成和分泌骨基质的有机成分，形成类骨质，此外，它还可以分泌多种细胞因子，调节骨组织的形成和吸收，促进骨组织的钙化。

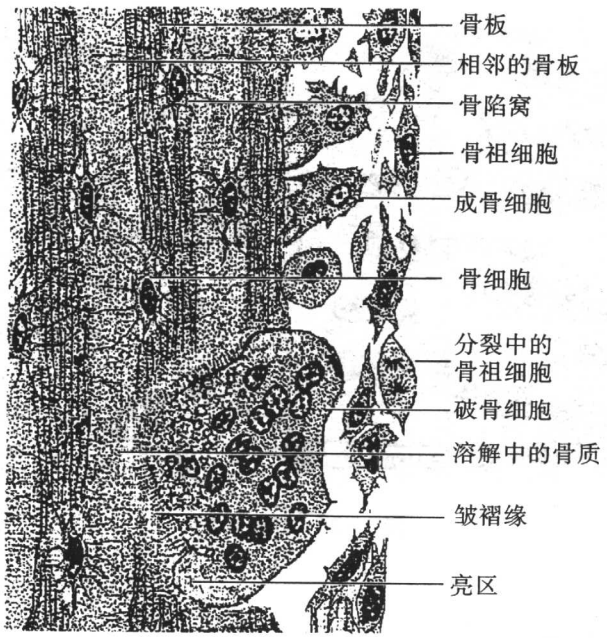


图 2－27　各种骨组织细胞

(4)破骨细胞(osteoclast)　数量少,分布在骨组织边缘,是一种多核巨细胞,胞质嗜酸性,含丰富的线粒体和溶酶体,破骨细胞可释放多种水解酶和有机酸,溶解骨盐,分解有机成分。在骨组织内破骨细胞和成骨细胞相辅相成,共同参与骨的生长和改建。

(二)长骨的结构

骨可分为多种形态,其中以长骨的结构最为复杂。长骨包括骨干和骨骺两部分,表面覆有骨膜。长骨干为骨密质,长骨骺为骨松质,而骨松质与骨密质主要的区别在于骨板的排列形式不同。

1. 骨松质(spongy bone)　分布于长骨骺的内部,由片状及针状的骨小梁连接而成。骨小梁是由成层排列的骨板和骨细胞所组成(图 2－28)。骨小梁之间有肉眼可见的腔隙,腔隙内有红骨髓和血管。

2. 骨密质(compact bone)　分布于长骨干,是由不同排列形式的骨板所组成的。骨板排列有下列 4 种(图 2－28)。

(1)外环骨板　是环绕骨干表面与骨干表面平行排列的骨板,约有几层或十几层,比较整齐。外环骨板的外面与骨外膜(periosteum)紧密相连,其中可见横向穿行的管道称穿通管,又称福尔克曼管(Volkmann's canal),骨外膜的小血管由此管进入骨内。

(2)内环骨板　由数层不规则的骨板组成,环绕骨髓腔面平行排列。内环骨板的内面与骨内膜(endosteum)紧密相接。也可见横行的穿通管。

(3)骨单位　又称哈佛系统(Haversian system),位于内、外环骨板之间,为 10～20 层同心排列的圆筒形骨板,称为骨单位(osteon)。在骨单位的中央有一条纵行的小管,称中

央管(central canal),是血管神经的通路。中央管和穿通管互相沟通,其中的血管也是相互交通的,此外还可见神经纤维与血管伴行。

(4)间骨板　充填在骨单位与环骨板之间的一些形状不规则的骨板,称为间骨板(interstitial lamellae),间骨板是骨生长和改建过程中陈旧的骨单位吸收后的残留部分。

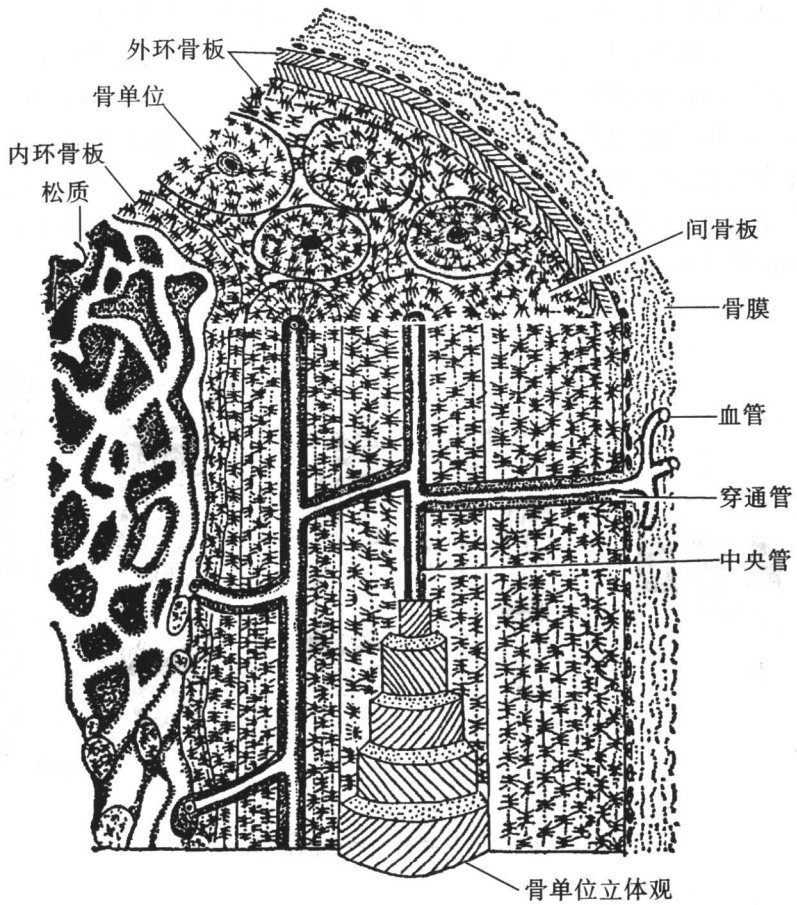


图 2-28　长骨骨干的模式图

3. 骨膜　除关节面以外包绕在骨的内、外面的结缔组织膜,分别称为骨内膜和骨外膜,通常所说的骨膜指骨外膜。骨膜内含有血管、神经和骨祖细胞,骨祖细胞具有成骨和成软骨的双重潜能,骨膜的主要功能是营养骨组织,并为骨的生长和修复提供成骨细胞。临床上利用骨膜移植,已成功地治疗骨折、骨和软骨的缺损等疾患。

(三)骨的发生与生长

骨是由胚胎时期的间充质发育而成。骨发生有 2 种方式:即膜内成骨和软骨内成骨。

1. 膜内成骨(intramembranous ossification)　由间充质增殖形成结缔组织性薄膜,然后由膜直接形成骨组织,这种成骨方式称为膜内成骨。颅顶各骨及多数面颅骨等都由膜内成骨发生形成。

2. 软骨内成骨(endochondral ossification)　由间充质先分化形成软骨雏形,再进一步骨化改建为骨,称软骨内成骨。四肢骨和躯干骨等主要是由软骨内成骨形成的。现以长骨为例,简要说明软骨内成骨的发生过程(图 2 - 29)。①软骨雏形形成:在将要形成骨的部位,聚集的间充质细胞分化首先形成透明软骨,其外形与将要形成的长骨相似,故称软骨雏形。周围的间充质则分化为软骨膜。②骨领形成:由软骨膜内的骨祖细胞增殖分化为成骨细胞,成骨细胞在软骨组织表面形成薄层呈领圈状包绕软骨雏形中段的原始骨组织,称骨领。骨领周围的软骨膜改称骨膜。③初级骨化中心与骨髓腔形成:骨领形成的同时,软骨的中央又有钙盐沉积形成初级骨化中心。原有的骨质不断地被破骨细胞所破坏,形成骨髓腔。成骨细胞、破骨细胞积极活动,在骨密质内侧及骨髓腔两端造骨并改建骨密质。到胎儿出生前,骨干已基本形成,但其两端仍为软骨。④次级骨化中心与骨骺形成:在胎儿出生前后,在骨两端的软骨中央也先后出现钙化,形成次级骨化中心,由次级骨化中心逐渐发育成骨骺。在骨骺与骨干间保留一定厚度的骺软骨,称骺板。

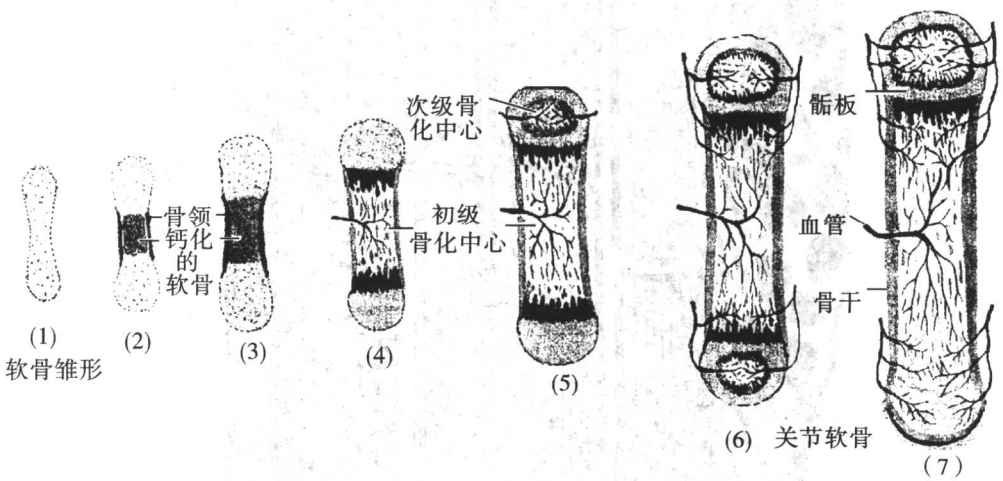


图 2 - 29　软骨内成骨的过程

3. 骨的生长　出生后骺软骨能不断地增殖,又不断地骨化,因此,骨长度得以不断地增加。至 17 ~ 20 岁,骺板增生减缓并最终停止,骺软骨完全被骨组织取代,骨干与骺融合后遗留的痕迹,称骺线。骺线一旦形成,长骨即停止增长,人体也就停止长高。在长骨长度增加的同时,骨外膜的骨祖细胞分化为成骨细胞,骨干表面不断形成新的骨组织,使骨干逐渐加粗。而在骨干的内表面,破骨细胞吸收骨小梁,使骨髓腔横向扩大。外表面新骨形成速度略快于内表面吸收速度,这样骨干的骨密质适当增厚。至 30 岁左右,长骨不再增粗。

七、血　液

血液(blood)是流动在心血管内的液态结缔组织,血液由无定形成分(血浆)和有形成分(血细胞、血小板)组成。新鲜的血液呈红色,不透明,具有一定的黏稠性,血液的有形

成分混悬于血浆中。健康成年人约有血液5L,占体重的7%。在盛有新鲜血液的试管内加入适量抗凝剂(肝素或柠檬酸钠),静置或离心沉淀后,血液可明显分为三层:上层为浅黄色的血浆,下层为暗红色的红细胞,中间为乳白色的白细胞和血小板。

血浆(plasma)占血液容积的55%左右,相当于结缔组织的细胞间质,为淡黄色液体,其主要成分是水,约占90%,其余为纤维蛋白原、白蛋白、球蛋白、酶、各种营养物质、代谢产物、激素、无机盐等。这些成分在机体内各自起着重要的作用。当血液流出血管后,溶解状态的纤维蛋白原转变为不溶解状态的纤维蛋白时,血液就凝固成血块。血块析出清亮的淡黄色液体,称血清(serum)。

血细胞(彩图13)和血小板约占血液容积的45%。它们对人体具有十分重要的功能。在正常生理情况下,血细胞和血小板的形态结构和数量相对稳定。血细胞的形态、数量、百分比和血红蛋白含量的测定,称为血象(表2-2)。当人体发生疾病时,血象常有明显变化,故检查血象对了解机体状况和诊断疾病十分重要。

表2-2 血细胞分类和计数的正常值

血细胞	正常值
红细胞	男:$(4.0\sim5.5)\times10^{12}$/L
	女:$(3.5\sim5.0)\times10^{12}$/L
白细胞	$(4.0\sim10)\times10^{9}$/L
白细胞分类	
中性粒细胞	50%~70%
嗜酸性粒细胞	0.5%~3%
嗜碱性粒细胞	0~1%
单核细胞	3%~8%
淋巴细胞	20%~30%
血小板	$(100\sim300)\times10^{9}$/L

血液涂片采用Wright或Giemsa染色在光镜下观察,血细胞分类如下(图2-30)。

(一)红细胞

红细胞(erythrocyte ,red blood cell)直径约7.5 μm,呈双面微凹的圆盘状,中央较薄,周边较厚。红细胞的这种外形,比同体积的球形结构表面积增大约25%,有利于气体交换。成熟的红细胞没有细胞核和细胞器,胞质内充满血红蛋白(hemoglobin,Hb),由血红蛋的是一种呈红色的含铁蛋白质,血液的颜色就是由血红蛋决定的。正常成人血液中血红蛋白的含量男性为120~150 g/L,女性为110~140 g/L。血红蛋白具有与O_2和CO_2结合的能力,因此红细胞具有运输O_2和CO_2的功能。

红细胞的细胞膜中有一类镶嵌蛋白质,构成人类的ABO血型抗原系统,决定人的血型。红细胞膜是半透膜,在正常情况下,红细胞的细胞质渗透压与血浆渗透压相等(相当

于0.85%氯化钠溶液),使出入红细胞的水分保持平衡,并对某些离子的通透具有一定的选择性。当血浆渗透压过低时,过量水分进入红细胞,使红细胞膨胀甚至破裂,血红蛋白逸出,这种现象称为溶血。溶血性细菌、蛇毒、脂溶剂等也能引起溶血。

正常人的血液中有少量没有完全成熟的红细胞,称为网织红细胞(reticulocyte),约为红细胞总数的0.5%~1.5%,新生儿较多,可达3%~6%。在HE染色的血涂片上,网织红细胞不易与完全成熟的红细胞区分,新鲜血液用煌焦油蓝染色,可见网织红细胞的直径略大于成熟的红细胞,细胞质中也没有细胞核,但可见深蓝色的细网,这种网织结构是红细胞发育过程中细胞核排出之后仍残留的一些核糖体。红骨髓造血功能发生障碍,血液中网织红细胞的数量减少。贫血患者在治疗后血液中网织红细胞的数量增加,说明治疗有效。

红细胞的数量及血红蛋白的含量会发生生理性改变。例如婴儿多于成人,运动时多于安静状态,高原地区的居民大都多于平原地区的居民。某些病理状态下,红细胞数量及形态、血红蛋白的含量也可发生改变,一般认为,血液中红细胞的数量少于3.0×10^{12}/L,或者血红蛋白的含量低于100 g/L,均属于贫血。

(二)白细胞

白细胞(leukocyte,white blood cell)是无色有核的细胞,直径比红细胞大,在血流中胞体呈球形,可以做变形运动穿过毛细血管壁进入组织中,白细胞根据胞质内有无特殊颗粒可分为两大类:粒细胞和无粒细胞。血液中白细胞的数量比红细胞少的多,男女没有明显的差异,婴儿稍多于成人。血液中白细胞的数量可受各种生理因素的影响,如劳动、运动、饱食及妇女月经期都略有增加。

1. 粒细胞　根据颗粒的着色不同,粒细胞又可分为中性粒细胞、嗜酸性粒细胞和嗜碱性粒细胞3种(图2-30)。

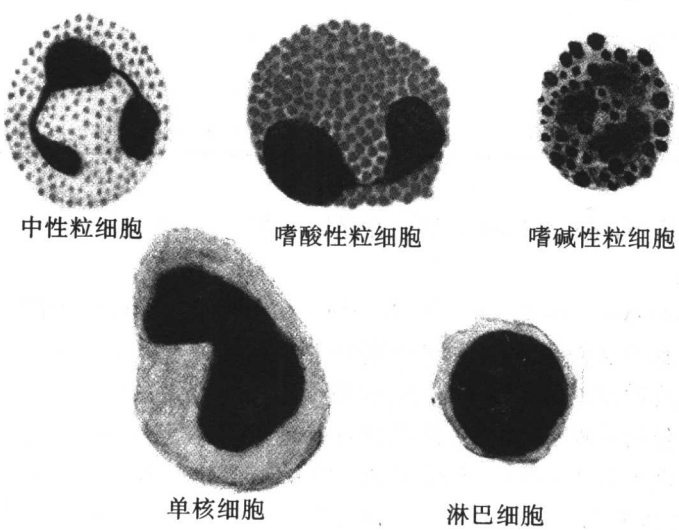
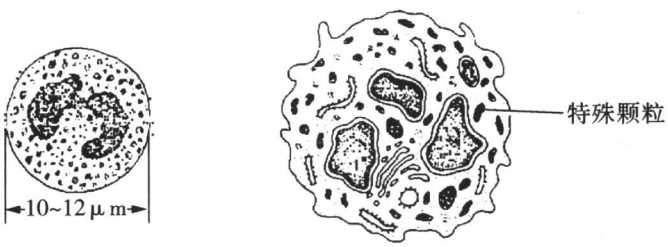
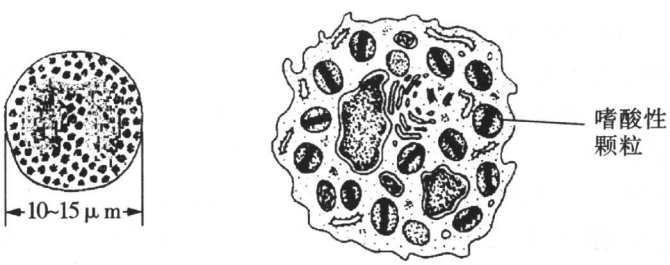


图2-30　各种白细胞

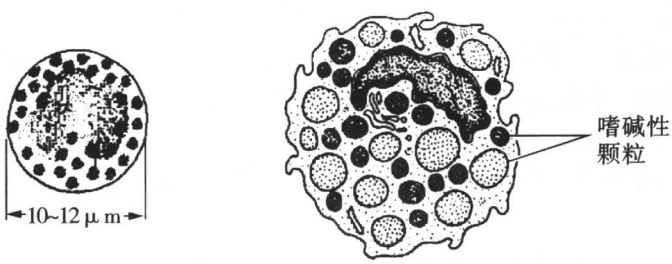
(1)中性粒细胞(neutrophilic granulocyte, neutrophil)　是白细胞中数量最多的一种。细胞呈圆形,直径约10～12 μm。细胞核染成紫蓝色,呈杆状或分叶状,分叶核一般为2～5叶,以3叶核多见,核叶间由细丝相连。核分叶数目与细胞在血流中停留的时间有关,临床血涂片检查时,杆状核和2叶核的细胞增多,称为核左移,常出现在机体受细菌严重感染时,是由大量新生的白细胞从骨髓进入血液所致;4～5叶核的细胞增多,称为核右移。说明衰老的白细胞增多或骨髓造血功能发生障碍。中性粒细胞胞质呈浅红色,含有很多细小的分布均匀的颗粒,电镜下,颗粒可分为如下两种。①嗜天青颗粒:颗粒较大,占颗粒总数的20%,呈圆形或椭圆形,内含酸性磷酸酶、过氧化物酶和其他水解酶,是一种溶酶体,能消化吞噬细菌和异物。②特殊颗粒:颗粒较小,占颗粒总数的80%,呈哑铃形或椭圆形(图2－31),颗粒内含有吞噬素、溶菌酶等,吞噬素有杀菌作用。



中性粒细胞光镜结构(左图)与超微结构(右图)



嗜酸性粒细胞光镜结构(左图)与超微结构(右图)



嗜碱性粒细胞光镜结构(左图)与超微结构(右图)

图2－31　三种粒细胞超微结构模式图

中性粒细胞具有很强的变形运动和吞噬消化细菌的能力。当人体某一部位受到细菌

侵犯时，中性粒细胞对细菌产物及受伤的组织释放的某些化学物质（趋化因子）具有趋化性，能以变形运动穿过毛细血管、聚集到细菌侵犯部位的组织内，大量吞噬细菌，在细胞内形成吞噬体（吞噬泡），吞噬体先与特殊颗粒融合，然后与嗜天青颗粒融合，颗粒所含的酶消化分解被吞噬的细菌。中性粒细胞吞噬大量细菌后，常常死亡形成脓细胞。

（2）嗜酸性粒细胞（eosinophilic granulocyte，eosinophil） 较中性粒细胞大，直径10～15 μm。光镜下观察，细胞核多为两叶，细胞质中充满大小一致、分布均匀、染成橘红色的圆形粗大的嗜酸性颗粒。电镜下观察，颗粒内基质中有方形或长方形结晶体（图2－31）。颗粒内含有过氧化物酶、酸性磷酸酶及组胺酶等。

嗜酸性粒细胞也有变形运动，它对肥大细胞释放的嗜酸性粒细胞趋化因子具有趋化性。可穿出毛细血管进入结缔组织。嗜酸性粒细胞能吞噬抗原抗体复合物，组胺酶有灭活组织胺的作用，因此认为它有减轻某些过敏反应（如荨麻疹、支气管哮喘等）的功能。有些寄生虫病（如蛔虫病）可引起血液内的嗜酸粒细胞增多。

（3）嗜碱性粒细胞（basophilic granulocyte，basophil） 是血液中数量最少的白细胞，大小与中性粒细胞近似。细胞核呈S形或不规则形，着色较浅，细胞质内有被染成紫蓝色的大小不等、分布不均的圆形嗜碱性颗粒。电镜下，颗粒为膜包颗粒，呈圆形或卵圆形，颗粒内含有更细小的微粒（图2－31）。嗜碱性颗粒内含有肝素、组织胺和慢反应物质等。嗜碱性粒细胞的分泌物同肥大细胞，也参与过敏反应。

2. 无粒白细胞 包括淋巴细胞和单核细胞两种（图2－28）。

（1）淋巴细胞（lymphocyte） 在机体组织内淋巴细胞按体积可分为大、中、小三型，小淋巴细胞直径6～7 μm，中淋巴细胞直径8～10 μm，大淋巴细胞直径11～16 μm，血液中大多数淋巴细胞属于小淋巴细胞。小淋巴细胞的核呈圆形或椭圆形，一侧常有凹痕，染色质浓密，结成块状，被染成蓝紫色，有时可见1～2个核仁。细胞质很少，染成天蓝色，其中可见少量嗜天青颗粒。

淋巴细胞不仅产生于骨髓，而且可产生于淋巴器官和淋巴组织。根据淋巴细胞的发生来源、形态特点及功能的不同，主要分为T淋巴细胞、B淋巴细胞、杀伤淋巴细胞和自然杀伤淋巴细胞（详见免疫系统）。淋巴细胞是机体主要的免疫细胞，在防御疾病过程中发挥着主要作用。

（2）单核细胞（monocyte） 是血液中体积最大的细胞，圆形或椭圆形，直径14～20 μm。大多数细胞核呈肾形或马蹄形，也有少数呈椭圆形，常见扭曲或折叠现象，染色质颗粒较细而且疏松，呈着色较浅的网状。胞质较多，染成灰蓝色，其中有染成淡紫色的分散而细小的嗜天青颗粒。

单核细胞具有活跃的变形运动，当它穿过毛细血管进入结缔组织后，变为巨噬细胞。

（三）血小板

血小板（blood platelet）是红骨髓内巨核细胞胞质脱落下来的碎块，并非严格意义上的血细胞。血小板呈双凸圆盘状，直径为2～4 μm，无细胞核。在血涂片上，因受到机械或化学刺激，形状常不规则，呈多突状，常聚集成群（图2－30）。血小板中央部有蓝紫色的血小板颗粒，称颗粒区（granulomere），周边部呈均质浅蓝色，称透明区（hyalomere）。电镜下，血小板表面吸附有血浆蛋白，其中有多种凝血因子（图2－32）。颗粒内含有血小板

因子、5－羟色胺及肾上腺素等。在止血和凝血过程中，血小板起重要作用。当血管内皮受损伤后，暴露了胶原纤维或基膜，血小板就粘附在损伤处，聚集形成血小板血栓，并释放出5－羟色胺和少量的肾上腺素，使血管收缩。同时血小板释放出凝血因子，加速凝血酶的生成，凝血酶可促使纤维蛋白原转变为纤维蛋白，使血液凝固。如果血小板的数量明显减少或功能障碍，都会导致出血倾向。

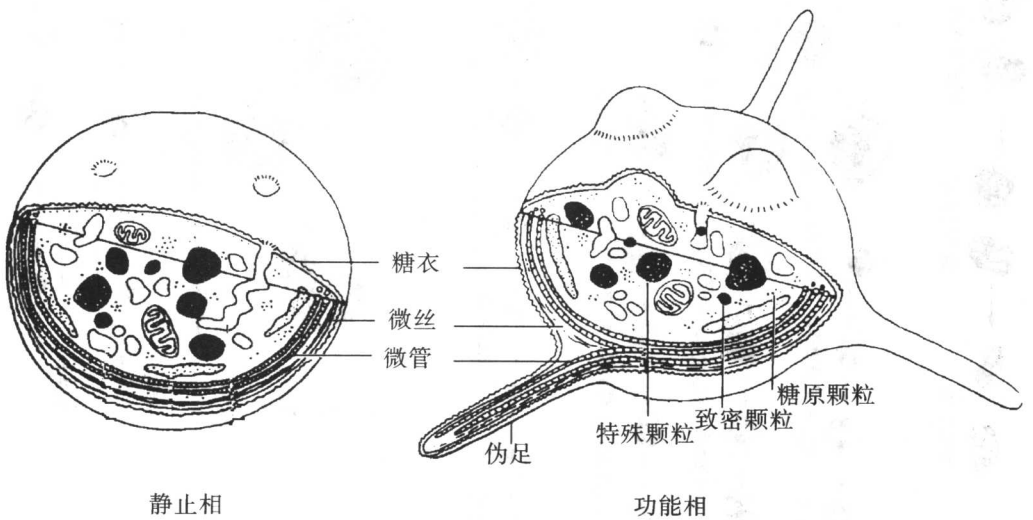


图2－32　血小板超微结构模式图

（四）血细胞的发生

各种血细胞的寿命都是有限的，衰老的细胞不断死亡，但随时又有新的细胞进行补充，所以，在周围的血液内各种血细胞的数量和质量均处于相对的稳定状态。

人的血细胞是在胚胎第3周，起源于卵黄囊胚外中胚层间充质细胞增殖形成的血岛。第6周，从卵黄囊迁入肝和脾的造血干细胞开始造血。从胚胎后期，造血干细胞种植于骨髓内，骨髓成为主要的造血器官。故胚胎肝具有造血功能，出生后主要靠红骨髓及淋巴器官造血。

血细胞的发生来自于骨髓的造血干细胞（hemopoietic stem cell），在一定的微环境和某些因素调节下，先增殖分化为各类血细胞的造血祖细胞（hemopoietic progenitor），又称定向干细胞（committed stem cell），然后造血祖细胞定向增殖、分化成为各种成熟血细胞。因为造血干细胞是生成各种血细胞的原始细胞，故又称多能干细胞（multipotential stem cell）。

造血干细胞形态和小淋巴细胞相似，即细胞体积小，核相对大，胞质含丰富的核糖体。它分裂增殖分化为血细胞各系的定向干细胞，各定向干细胞再分裂增殖分化成各种成熟的血细胞（图2－33）。

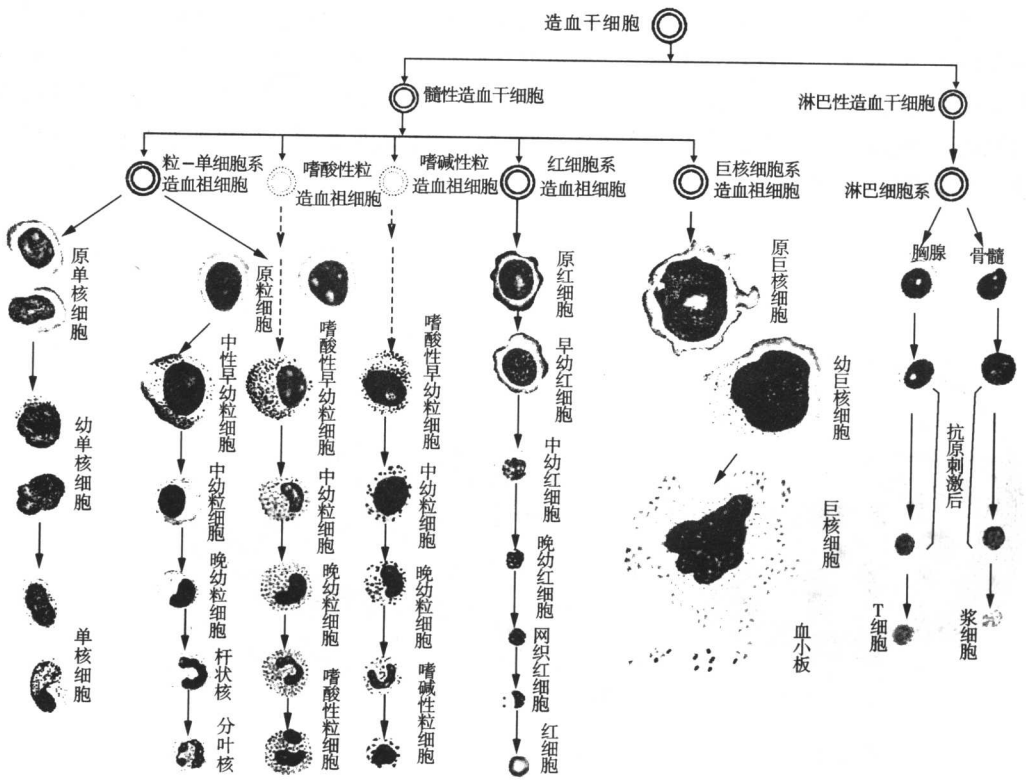


图2-33　血细胞发生过程示意图

各种血细胞的分化发育过程一般都经过原始、幼稚及成熟三个阶段。原始和幼稚阶段在骨髓内完成，成熟后进入外周血液，各种血细胞的形态演变都有如下变化规律：①胞体由大变小（巨核细胞则由小变大）；②胞核由大变小（红细胞核最后消失，有粒白细胞核由圆形逐渐变成杆状乃至分叶），核染色质由细疏变粗密；③胞质由少变多，胞质嗜碱性由强变弱，胞质内的特殊结构（血红蛋白、特殊颗粒），从无到有逐渐增多；④细胞分裂能力由有到无。

1. 红细胞系的发生　红细胞在发生过程中要经过原红细胞、早幼红细胞、中幼红细胞、晚幼红细胞、网织红细胞到成熟的红细胞。从原红细胞发育到晚幼红细胞需要3～4天。

2. 粒细胞系的发生　粒细胞在发生过程中要经过原粒细胞、早幼粒细胞、中幼粒细胞、晚幼粒细胞、杆状核粒细胞到分叶核粒细胞。从原粒细胞发育到晚幼粒细胞大约需要4～6天。

3. 淋巴细胞的发生　淋巴细胞在发生过程中要经过原淋巴细胞、幼淋巴细胞到淋巴细胞。淋巴细胞在发生过程中，一部分淋巴造血干细胞经血流进入胸腺皮质，分化发育为T淋巴细胞；一部分在骨髓内分化发育为B淋巴细胞，再随血流迁移到淋巴结、脾等周围淋巴器官。

4. 单核细胞系的发生　单核细胞在发生过程中要经过原单核细胞、幼单核细胞到单核细胞。正常人红骨髓中只能辨认出幼单核细胞，原单核细胞主要在急性单核细胞性白血病患者的血液中才能看到。幼单核细胞呈圆形或椭圆形，常伸出伪足状突起，染色质呈细网状，核仁不明显。胞质呈嗜碱性，染色为灰蓝色，并开始出现嗜天青颗粒。当机体出现炎症或免疫功能活跃时，幼单核细胞加速分裂增殖，以提供足量的单核细胞。

5. 巨核细胞 - 血小板系的发生　原巨核细胞经幼巨核细胞，发育为巨核细胞（megakaryocyte），巨核细胞的胞质块脱落形成血小板。原巨核细胞分化为幼巨核细胞，体积变大，核呈肾形，胞质内开始出现血小板颗粒，幼巨核细胞经过数次 DAN 复制，形成巨核细胞。巨核细胞体积很大，直径为 40 ~ 70 μm，核巨大而呈分叶状，胞质内分布大量的血小板颗粒。巨核细胞伸出细长的胞质突起，从血窦内皮间隙伸入窦腔，其胞质末端脱落成为血小板。一个巨核细胞可生成约 2000 个血小板。

【知识卡片】

脐血的再利用

脐血，指胎儿娩出后从脐静脉抽出的胎盘血，以往在临床常被废弃掉，而今天被再利用，成为造血干细胞的重要来源。

脐血与骨髓和外周血液相比，不仅富含造血干细胞，而且处于更早阶段，有很强的增殖能力。脐血造血干细胞免疫性弱，淋巴细胞毒性低，容易克服组织相容性障碍，对大多数儿童和部分成人移植单份脐血中所含的造血干细胞就足够使受者造血功能得到重建。脐血移植与骨髓造血干细胞移植相比具有很多优势：脐血来源广泛，采集便利，对供者无任何不良影响，脐血移植对供者和受者 HLA 配型一致性的要求不是非常严格。20 世纪 90 年代以来，国内外相继建立了脐血库。脐血移植已成功地用于治疗血液系统肿瘤、遗传性血液病和代谢性疾病等。

第三节　肌组织

肌组织（muscle tissue）主要由肌细胞构成，肌细胞的形态细长，呈纤维状，故又称肌纤维（muscle fiber）。肌纤维的细胞膜称肌膜（sarcolemma），肌纤维的胞质称肌浆（sarcoplasm），内含线粒体、高尔基复合体、肌浆网和肌丝等细胞器。肌组织具有舒缩功能，而肌丝则是肌肉舒缩的主要物质基础。

根据肌组织的形态、结构和功能特点，肌组织可分为骨骼肌、心肌和平滑肌 3 种。骨骼肌通过肌腱附着在骨骼上，其收缩力强，它的活动受意识支配，故称随意肌。骨骼肌纤维的纵切面在光镜下可见明暗相间的横纹，故又称为横纹肌。心肌存在于心脏，其舒缩具有自动节律性，不易疲劳，心肌纤维的纵切面在光镜下亦可见明暗相间的横纹，故亦属横纹肌。平滑肌主要分布在内脏和血管壁，其收缩力弱。平滑肌和心肌的活动不受意识支配，故又称不随意肌。

一、骨骼肌

在整块肌肉外面包绕的结缔组织称为肌外膜(epimysium),肌外膜伸向肌肉内部,将肌肉分成许多肌束,包在肌束外面的结缔组织称为肌束膜(perimysium),而包在每条肌纤维外面的结缔组织称为肌内膜(endomysium)(图 2-34)。

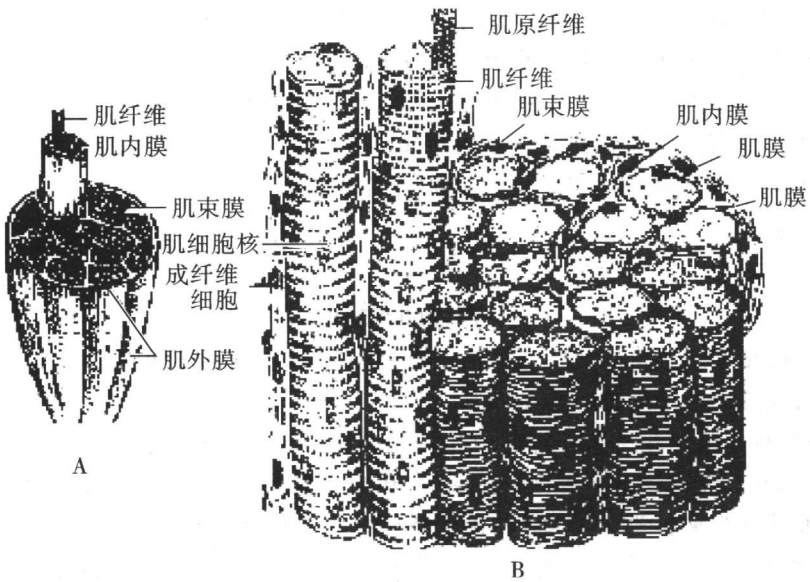


图 2-34 骨骼肌和周围结缔组织

(A)一块骨骼肌 (B)一个肌束

(一)骨骼肌纤维的一般结构

骨骼肌纤维呈长圆柱状,直径为 10~100 μm,长短不一,短的仅数毫米,长的可达数厘米。肌细胞核呈扁椭圆形,每条肌纤维有多个甚至上百个细胞核,位于肌纤维的周边,紧靠肌膜的内表面。肌浆内含有大量与肌纤维长轴平行排列的肌原纤维(myofibril)。光镜下每条肌原纤维都有许多相间排列的明带和暗带。明带也称 I 带(I band);暗带也称 A 带(A band)。由于各肌原纤维的明带和暗带都准确的对应排列,所以,肌纤维呈现出明暗相间的周期性横纹(图 2-35)。

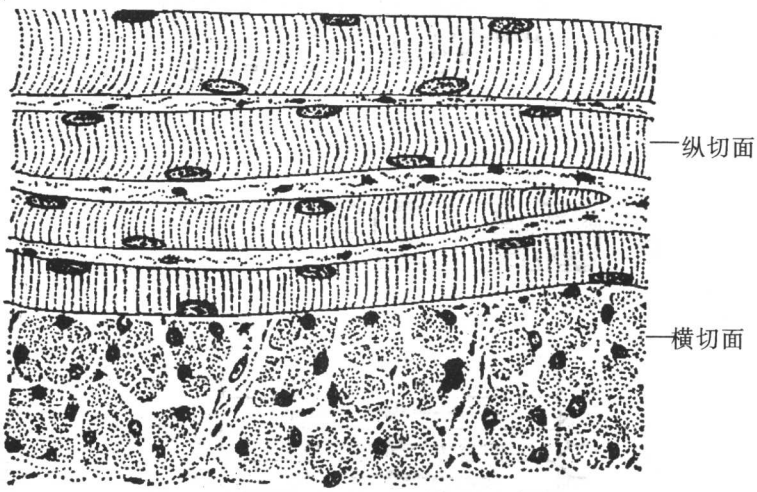


图 2－35　骨骼肌的微细结构

在暗带的中央，有一窄的浅色区称为 H 带（H band），H 带中央有一条暗线，称为 M 线（M line）。在明带中央也有一条暗线称为 Z 线（Z line）。相邻两个 Z 线之间的一段肌原纤维称为肌节（sarcomere）。因此，一个肌节是由 1/2 I 带 + A 带 + 1/2 I 带组成的，长约 1.5～3.5 μm。肌节是肌原纤维的结构和功能单位（图 2－36）。

明带的宽度可随肌纤维的舒缩状态发生改变，肌肉收缩时变窄，舒张时变宽；而暗带的宽度则不随肌纤维的舒缩状态而发生改变。

（二）骨骼肌纤维的超微结构

1. 肌原纤维　肌原纤维由许多平行排列的肌丝组成。肌丝分粗肌丝（thick filament）和细肌丝（thin filament）两种。

（1）粗肌丝　主要形成暗带，直径 15 nm，长约 1.5 μm，位于 A 带中，附于 M 线上。粗肌丝由肌球蛋白（myosin）分子组成，肌球蛋白由头部和杆部组成，其形状似豆芽，头部形似两个豆瓣，杆部如同豆茎，两者之间的部分类似关节，可以屈动。杆部相互融合在一起，形成粗肌丝主干。头部朝向 Z 线，突出于粗肌丝的外表面而形成横桥（cross bridge）（图 2－36），横桥上有 ATP 酶。

（2）细肌丝　主要形成明带，直径约 5 nm，长约 1 μm，由 Z 线向两侧发出，一部分在明带，一部分插在粗肌丝之间，达到 H 带的边缘。细肌丝由肌动蛋白（actin）、原肌球蛋白（tropomyosin）和肌钙蛋白（troponin）组成（图 2－36）。肌动蛋白由球形的肌动蛋白单体组成，呈串珠状并形成双股螺旋链，单体上有与肌球蛋白头部相结合的位点，原肌球蛋白是由两条多肽链绞合而成的双股螺旋状分子，彼此相连嵌在肌动蛋白分子链的螺旋沟内。肌钙蛋白呈球形，位于原肌球蛋白单体链上，可与 Ca^{2+} 相结合。

2. 横小管（transverse tubule）　简称 T 小管，由肌细胞膜向肌纤维内凹陷形成的管状结构，位于明、暗带交界处，伸入到每条肌原纤维之间，在同一平面上，分支互相连接，并与肌原纤维相垂直（图 2－37）。横小管能快速地将肌膜的兴奋传递到肌纤维内部。

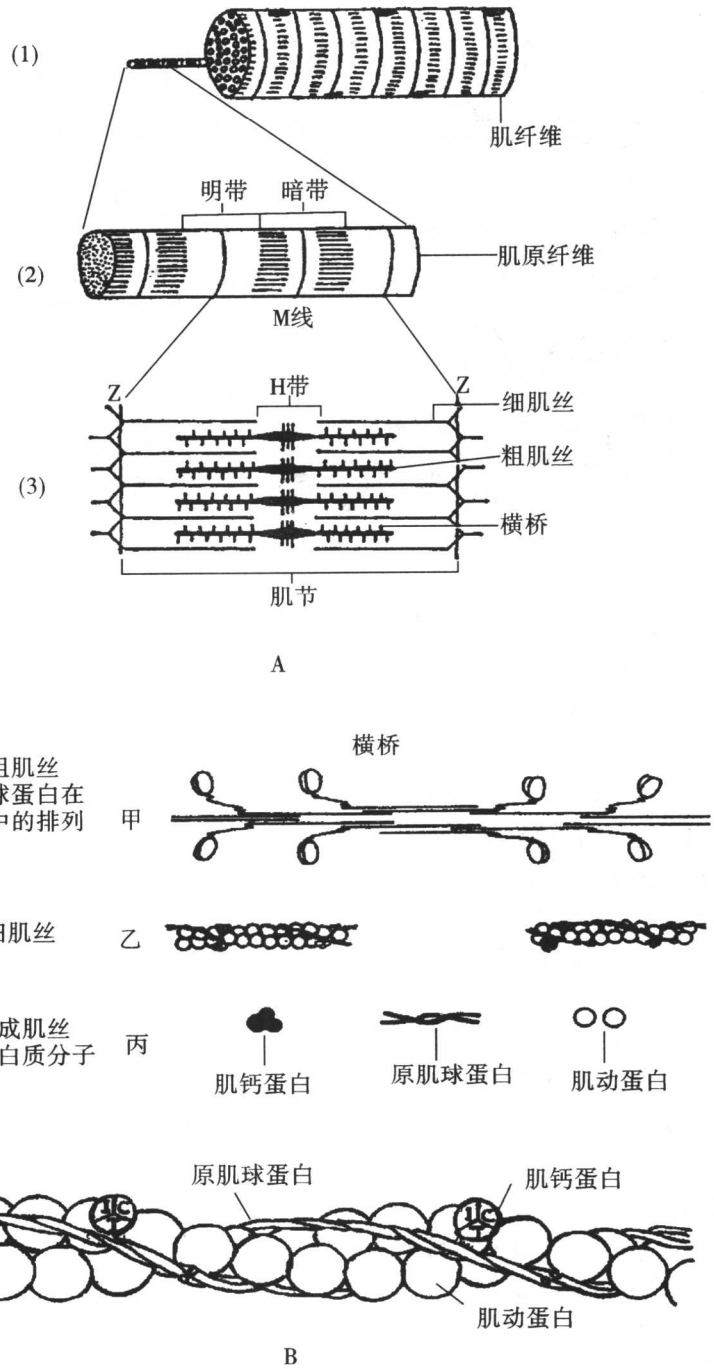


图 2-36　骨骼肌纤维逐级放大模式图(A)和肌丝分子模式图(B)

3. 肌浆网(sarcoplasmic reticulum)　实际上是骨骼肌细胞内的滑面内质网。它沿肌原纤维长轴纵行排列,并分支吻合,构成包绕在肌原纤维外面的连续管状系统,称肌浆网,

又称纵小管(longitudinal tubule,L 管)(图 2－37)。纵小管在横小管两侧处形成横向膨大,称为终池(terminal cisterna)。每一条横小管和两侧的终池,合称为三联体(triad)。它是横小管与肌浆网的接触点,但它们并不直接相通。在肌浆网的膜上,存在着钙泵(calcium pump),钙泵能将肌浆中的钙离子泵入肌浆网中。钙泵的功能活动可调节肌浆中钙离子的浓度。

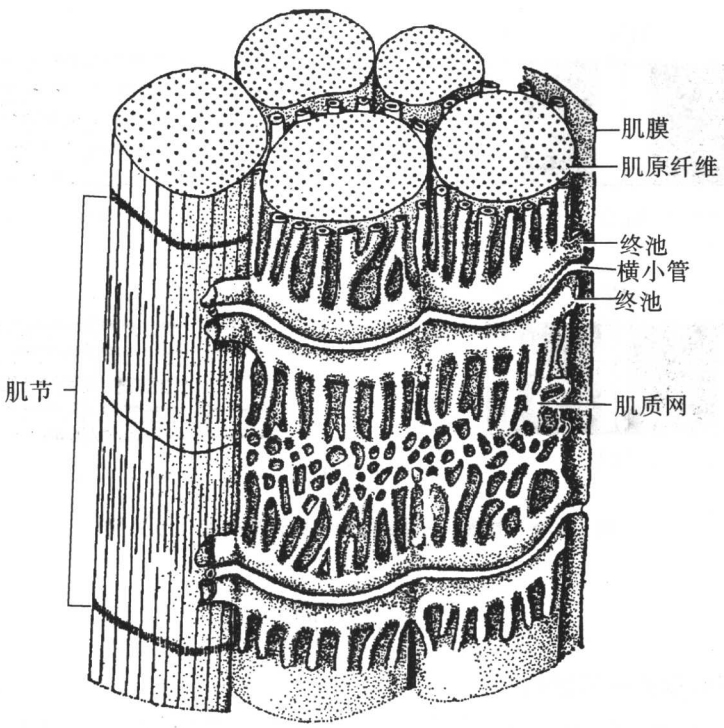


图 2－37　骨骼肌纤维超微结构模式图

(三)骨骼肌纤维的收缩原理

骨骼肌纤维的收缩原理为肌丝滑行学说,其主要过程如下。①神经冲动经运动神经末梢传递给肌膜;②肌膜的兴奋经横小管传递至肌浆网,大量 Ca^{2+} 顺浓度差经钙通道进入肌浆中;③Ca^{2+} 与细肌丝肌钙蛋白结合,使原肌球蛋白发生位置或构型的改变,暴露出肌动蛋白上与肌球蛋白头部相结合的位点,二者迅即结合;④肌球蛋白头部 ATP 酶被激活,使附在它上面的 ATP 分解,释放能量,肌球蛋白的头及杆发生屈动,将肌动蛋白拉向 M 线;⑤细肌丝在粗肌丝之间向 M 线滑动,明带缩短,肌节缩短,肌纤维收缩;⑥收缩结束后,肌浆内的 Ca^{2+} 被泵回肌浆网,使肌浆中 Ca^{2+} 浓度降低,Ca^{2+} 与肌钙蛋白解离,肌钙蛋白等恢复原状,肌纤维舒张(图 2－38)。

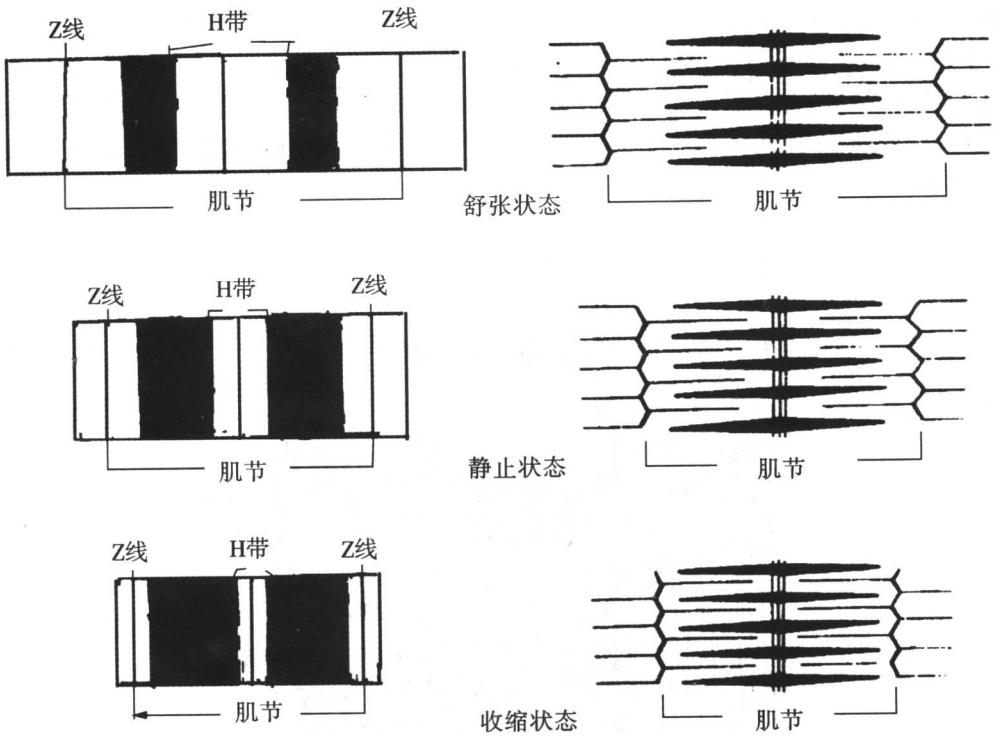


图 2－38　骨骼肌纤维收缩时肌节结构变化示意图

二、心　肌

（一）心肌纤维的一般结构

心肌（cardiac muscle）主要由心肌纤维组成，心肌纤维（彩图 4）呈短柱状，常有分支，一般只有一个卵圆形的细胞核，偶尔可见双核。核的体积较大，位于肌纤维中央，着色较浅。心肌纤维互相连接处形成特殊的连接，在 HE 染色的切片上呈染色较深的横纹，称为闰盘（intercalated disk）（图 2－39）。正常心肌纤维之间有疏松结缔组织以及丰富的血管、淋巴管和神经。

（二）心肌纤维的超微结构

心肌纤维的超微结构有如下特点：①心肌纤维的超微结构和骨骼肌相似，也有粗肌丝和细肌丝形成的暗带和明带，只是肌丝多分布在肌纤维的周围，形成肌丝束，而不形成界限明显的肌原纤维，故横纹不如骨骼肌明显；②横小管较粗，位于 Z 线的平面上；③肌浆网不如骨骼肌的肌浆网发达，储钙能力低，因此心肌纤维必须不断地从细胞外摄取钙离子，才能维持其正常舒缩功能；④纵小管的盲端在横小管附近略微膨大，所以终池较小，而且多在横小管的一侧和横小管共同形成二联体（diad），偶尔也有三联体（图 2－40）。

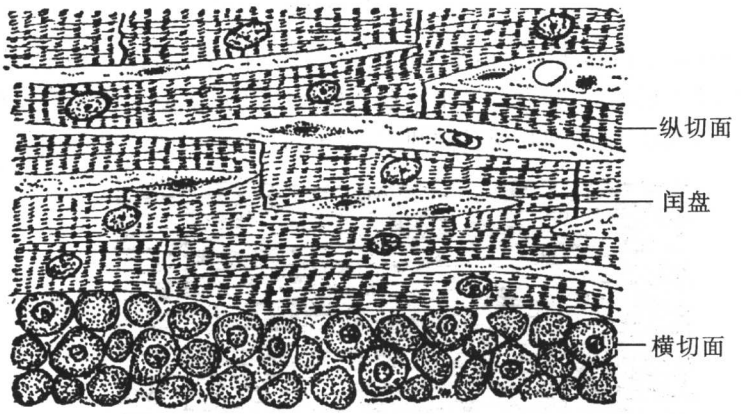


图 2－39　心肌的微细结构

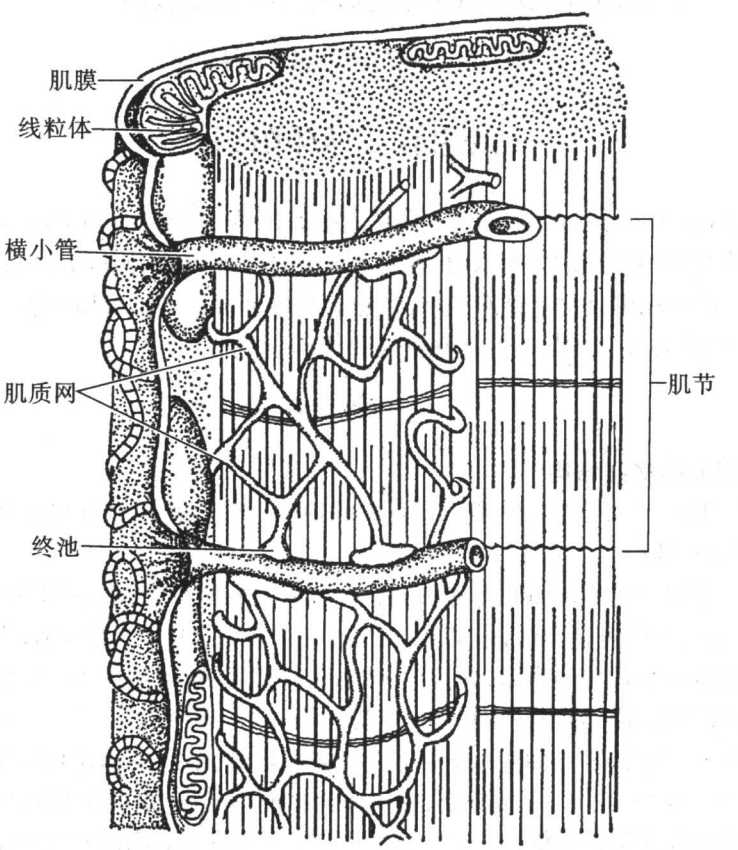


图 2－40　心肌纤维的超微结构

三、平滑肌

平滑肌(smooth muscle)主要由平滑肌纤维构成,平滑肌纤维呈梭形,无横纹,不同器官的平滑肌纤维长短不一,如血管壁平滑肌比较短,长约 20 μm;妊娠子宫平滑肌较长,可达 500 μm。平滑肌纤维的细胞核呈椭圆形,位于肌纤维的中央(图 2-41)。

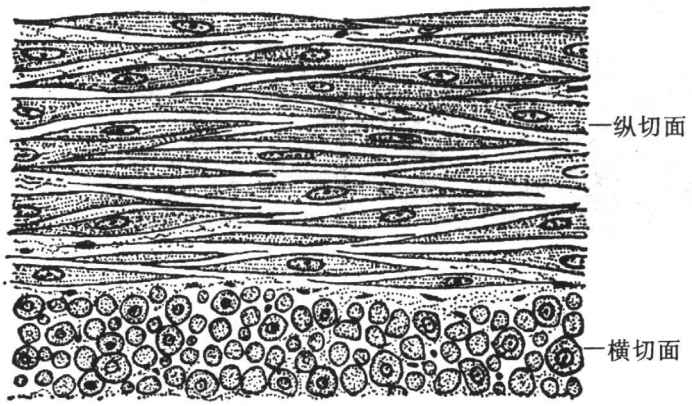


图 2-41 平滑肌纤维纵切及横切面

第四节 神经组织

神经组织(nervous tissue)由神经细胞(nerve cell)和神经胶质细胞(neuroglial cell)构成。神经细胞是神经组织的主要成分,在结构和功能上是一个独立的单位,所以也称神经元(neuron)。神经元可以接受刺激、整合信息和传导冲动。神经胶质细胞,不传导神经冲动,在神经组织内起支持、保护、营养和绝缘等作用。

一、神经元

(一)神经元的形态结构

神经元的形态、大小不一,但都是有突起的细胞。每个神经元都包括胞体、树突和轴突三部分(图 2-42)。

1. 胞体 是神经元的代谢和营养中心,形态不一,有圆形、梭形、星形和锥体形。小的直径仅 5~6 μm,大的可达 100 μm 以上。细胞核位于胞体中央,大而圆,染色浅,核仁大而明显。细胞质内有各种细胞器,如线粒体、高尔基复合体、溶酶体等(图 2-46)。此外,还有两种特征性的结构,即嗜染质和神经元纤维。

(1)嗜染质 是分布于细胞体及树突的嗜碱性物质,呈团块状或颗粒状,又称尼氏体(Nissl's body)(图 2-43)。电镜观察,嗜染质由粗面内质网、游离的核糖体构成,表明神经元具有活跃的合成蛋白质的功能,其功能主要是合成更新细胞器所需的结构蛋白质、合成神经递质所需要的酶类以及肽类神经递质。神经递质(neurotransmitter)是神经元向其他神经元或效应器传递化学信息的载体。

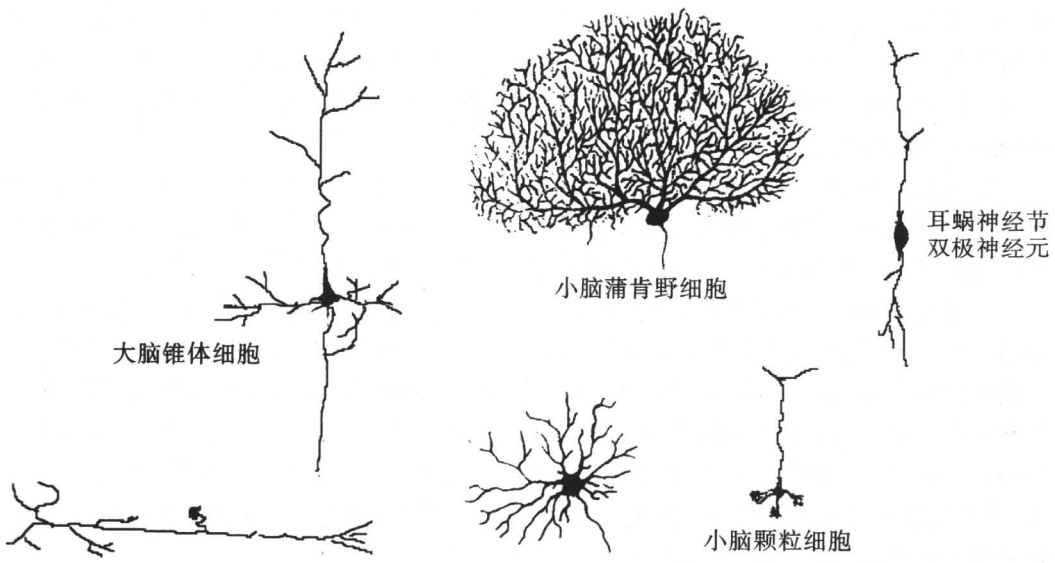


图 2－42　神经元的主要形态

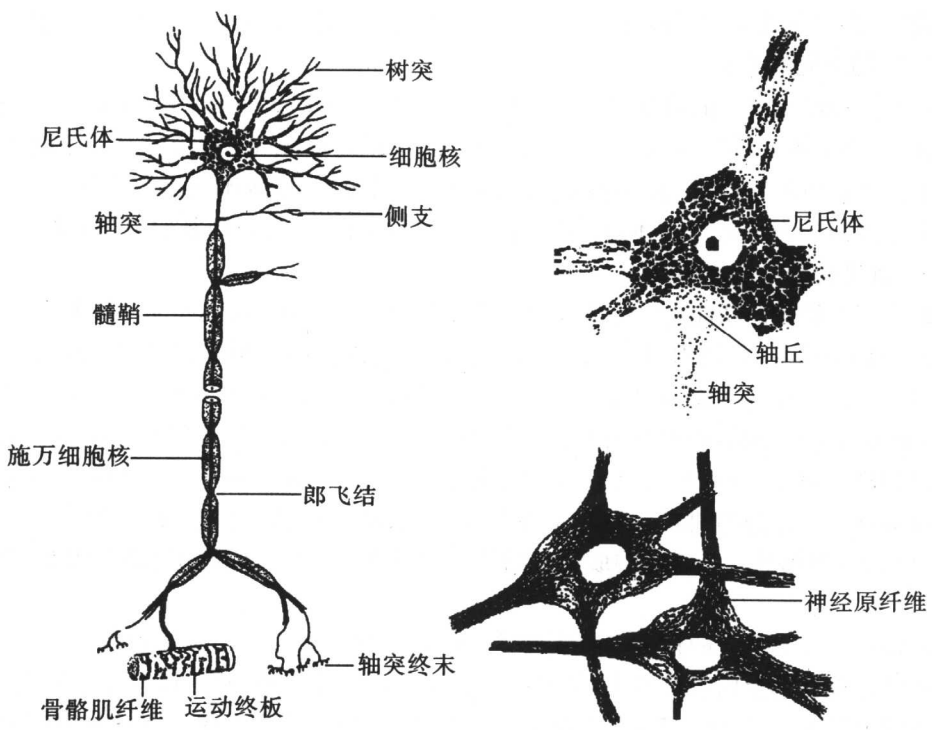


图 2－43　神经元和神经原纤维结构模式图

(2)神经原纤维(neurofibril) 在HE染色切片上无法辨认,用镀银法染色呈棕黑色细丝状结构(图2-43),互相交织成网,伸入到轴突或树突的神经原纤维,与突起的长轴平行排列,并贯穿突起全长。电镜下可见神经原纤维是由集合成束的神经丝(neurofilament)和微管(microtubule)构成。神经原纤维可能起支架作用,也可能与蛋白质、神经递质和离子的运输有关。

2. 树突(dendrite) 形如树枝状,是由细胞体发出的分支。每个神经元有一个或多个树突,分支的表面还有短小突起,称树突棘(dendritic spine)(图2-43),这些结构扩展了神经元接受刺激的表面积。树突的功能是接受刺激,产生兴奋并把兴奋传向胞体。

3. 轴突(axon) 形态细长,一般由胞体发出。每个神经元只有一个轴突,长短不等,短的仅数微米,长的可达1米以上,如脊髓灰质前角运动神经元的轴突可长达1米多。轴突表面的胞膜称轴膜(axolemma),轴突内的胞质称为轴浆(axoplasm),内有线粒体、神经丝和微管。轴突内有神经元纤维而无嗜染质。胞体发出轴突的部分呈圆锥形,称为轴丘(axon hillock),内无嗜染质,故光镜下呈圆锥形的透明区(图2-43)。轴突的末端分支较多,可与其他神经元的细胞体或树突接触,也可伸入器官组织内,形成效应器(图2-43)。轴突的主要功能是传导神经冲动。

轴突内的物质运输称轴突运输,轴膜更新所需的蛋白质、合成神经递质所需的酶等,由胞体向轴突终末运输,称顺向轴突运输;轴突末端内的代谢产物或由轴突末端摄取的物质(蛋白质、小分子物质及神经营养因子等)逆向运输到胞体,称逆向轴突运输。临床上,狂犬病毒、脊髓灰质炎病毒和破伤风毒素可通过逆向轴突运输迅速侵犯神经元胞体。

(二)神经元的分类

1. 根据神经元突起的数量可分为3类 ①多极神经元(multipolar neuron):神经元有一个轴突,多个树突(图2-44)。②双极神经元(bipolar neuron):神经元有一个轴突和一个树突。③假单极神经元(pseudounipolar neuron):由神经元胞体发出一个突起,在离开胞体不远处即分为两支,一支伸入脊髓或脑,叫中枢突;另一支伸向其他组织或器官,叫周围突,具有接受刺激的作用。

2. 根据神经元的功能也可分为3类 ①感觉神经元(sensory neuron):又称传入神经元(afferent neuron),是将内、外环境的各种信息自周围传向中枢的神经元。如脊神经节的假单极神经元和视网膜的双极神经元。②运动神经元(motor neuron):又称传出神经元(efferent neuron),是将冲动自中枢传至周围的神经元。其功能是支配肌的收缩或腺体的分泌,如脊髓前角运动神经元等。③联络神经元(association neuron):又称中间神经元(interneuron),位于感觉神经元和运动神经元之间,此类神经元数量较多,约占神经元总数的99%,在中枢神经系统内构成复杂的神经元网络,是学习、记忆和思维的基础(图2-45)。

3. 根据神经元释放的化学递质或神经调质的化学性质分类 ①胆碱能神经元:位于中枢神经系统和部分内脏神经中,释放乙酰胆碱。②单胺能神经元:包括儿茶酚胺能(分泌去甲肾上腺素、多巴胺)、5-羟色胺能和组胺能神经元,广泛存在于中枢和周围神经系统。③氨基酸能神经元:以γ-氨基丁酸、谷氨酸等为神经递质,主要分布在中枢神经系统。④肽能神经元:以各种肽类物质(如生长抑素、P物质、脑啡肽等)为神经递质,他们广

泛存在于中枢和周围神经系统。

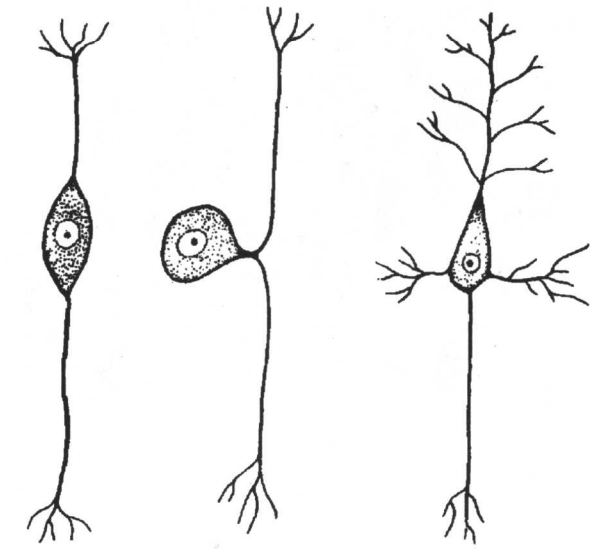


图 2－44　各种形态的神经元

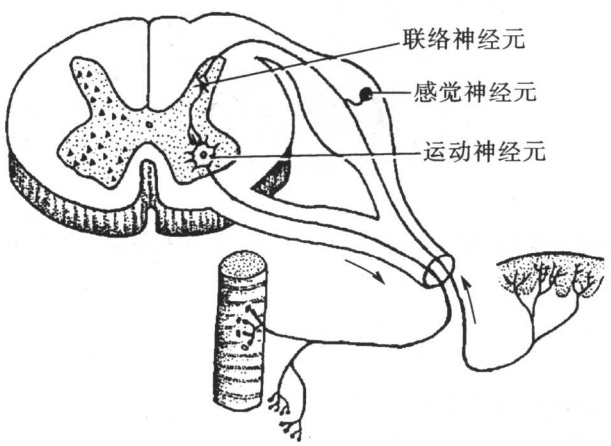


图 2－45　各种功能的神经元

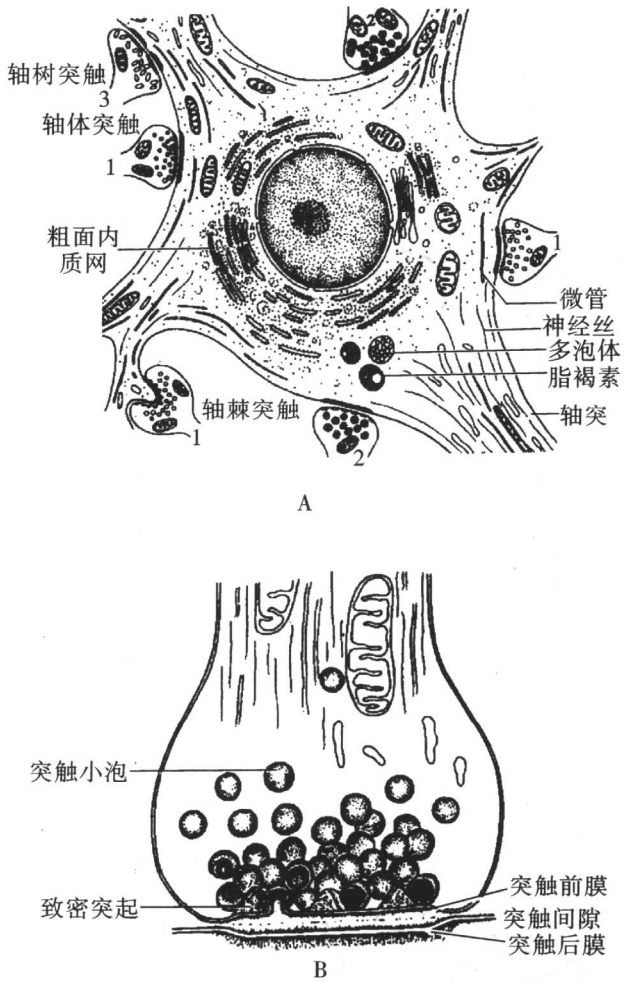


图 2－46　多极神经元及其突触超微结构模式图(A)和化学突触超微结构模式图(B)

二、突　触

突触(synapse)是神经元之间或神经元与效应器细胞之间的一种细胞连接。其分类方法很多，根据神经冲动在突触传导的方向划分，可分为轴－树突触(axodendritica synapse)、轴－体突触(axosomatica synapse)、轴－轴突触(axoaxonic synapse)；根据神经冲动传导方式划分：可分为电突触和化学突触。电突触实际上是神经元之间的缝隙连接，以电流作为信息载体，在人类很少。化学突触是指一个神经元通过释放神经递质影响下一个神经元电位变化的结构，是人类常见的一种连接方式。

化学突触的超微结构由突触前成分(presynaptic element)、突触后成分(postsynaptic element)和突触间隙(synaptic cleft)三部分构成(图 2－46)。突触前、后成分彼此相对的

胞膜，分别称为突触前膜和突触后膜，两者之间有宽 15 ~ 30 nm 的突触间隙。

突触前成分的细胞质内有突触小泡（synaptic vesicle）、线粒体和微丝。突触小泡内含有神经递质，含乙酰胆碱的突触小泡多为圆形清亮小泡，含单胺类递质的则为小颗粒型小泡，含氨基酸类神经递质的多为扁平清亮小泡。突触前膜能释放神经递质，突触后膜上存在着与神经递质结合的特异性受体及离子通道，受体是镶嵌在细胞膜类脂双分子层之间的蛋白质。

当神经冲动传导到突触前膜时，可引起突触前膜上的钙离子通道开放，钙离子由细胞外进入突触前膜内，在 ATP 的参与下，突触小泡向突触前膜移动并与之融合，通过出胞作用将神经递质释放到突触间隙，神经递质与突触后膜上的受体结合，导致突触后膜上的离子通道开放，引起钠离子或氯离子内流，使突触后神经元出现兴奋或抑制效应。

三、神经胶质细胞

神经胶质细胞又称神经胶质，数量较多，也是有突起的细胞，但不分树突和轴突。它们分布在神经元之间，根据其位置不同，分为中枢神经系统和周围神经系统的神经胶质细胞两类。

（一）中枢神经系统的神经胶质细胞

中枢神经系统的神经胶质细胞可分为星形胶质细胞、少突胶质细胞、小胶质细胞和室管膜细胞 4 种（图 2 - 47）。

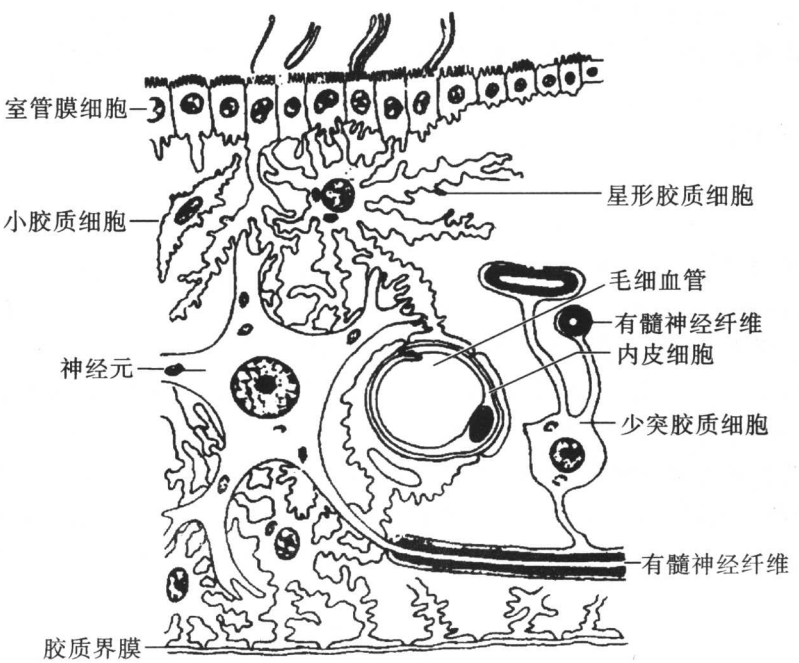


图 2 - 47　中枢神经系统的各种神经胶质细胞

1. 星形胶质细胞(astrocyte)　在 HE 染色标本上,胞体呈星形,核呈圆形或卵圆形,较大,染色质疏松,染色较浅。根据星形胶质细胞突起的形状,又可把它分为两种:①纤维性星形胶质细胞(fibrous astrocyte),细胞突起较长,分支较少,表面平滑,细胞质内有许多神经元纤维。主要分布于中枢神经系统的白质内。②原浆性星形胶质细胞(protoplasmic astrocyte),细胞突起短而弯曲,分支很多,表面粗糙,主要分布于中枢神经系统的灰质内。星形胶质细胞的胞突分支交织成网,对神经元起支持和绝缘的作用。其次,它的胞突一边与神经元密切接触,一边扩大形成脚板贴附在毛细血管壁上,构成血 - 脑屏障的神经胶质膜。星形胶质细胞能分泌神经营养因子和多种生长因子,对神经元的分化、功能的维持、创伤后神经组织的修复和瘢痕形成具有重要意义。

2. 少突胶质细胞(olijodendroglia)　在 HE 染色标本上,体积较小,细胞核圆形,染色质较密,故染色较深。少突胶质细胞分布在中枢神经系统白质纤维之间和灰质神经元细胞体的周围,具有形成髓鞘的作用。

3. 小胶质细胞(microglia)　体积最小,在 HE 染色标本上,细胞核呈三角形或椭圆形,染色质较密,着色较深。在镀银标本上,可见其细胞体积很小,突起细长,有分支,表面有小棘。小胶质细胞多分布于大、小脑和脊髓的灰质内,具有吞噬功能。

4. 室管膜细胞(ependymal cell)　也属于胶质细胞,贴附在各脑室的腔面和脊髓中央管内面,其功能是帮助神经组织与脑室腔内的脑脊液之间完成物质交换。

(二)周围神经系统的神经胶质细胞

1. 施万细胞(Schwann cell)　又称神经膜细胞,包绕神经元的突起,参与组成周围神经成分,具有形成髓鞘的作用,在神经纤维再生过程中也起重要作用。

2. 卫星细胞　为神经节内包裹神经元的一层立方型细胞,核圆形或椭圆形,染色质较浓密。

【知识卡片】

神经干细胞

神经组织和其他组织一样,存在着一些具有增殖和分化潜能的细胞,称为神经干细胞(neural stem cells),目前研究表明,在成人主要分布在大脑的海马和脑与脊髓的室管膜下区(即室管膜周围区域),其形态与星形胶质细胞相似,因此不易分辨,但它们表达一种特殊的中间丝蛋白——巢蛋白(nestin),因此,巢蛋白成为检测神经干细胞的标记物。神经干细胞在特定的环境下,可以增殖分化为神经元、星形胶质细胞和少突胶质细胞,它们可作为神经组织的一种后备细胞,替换正常凋亡的细胞,并在一定程度上参与神经组织损伤后的修复。神经干细胞的发现,为研究神经系统损伤后的修复机制,以及治疗神经系统的退行性和创伤性疾病开辟了一条新的途径。

血脑屏障(blood - brain barrier):是存在于血液和脑神经组织之间的一种屏障,它由连续毛细血管内皮、内皮细胞之间的紧密连接、基膜和神经胶质膜构成(图 2 - 48)。研究表明,内皮细胞是血脑屏障的主要结构,具有限制某些物质进入脑神经组织的作用。

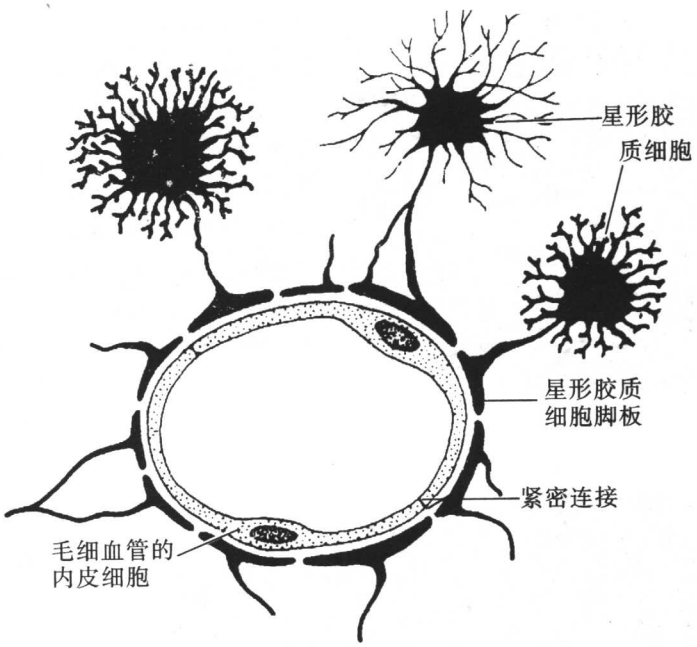


图 2－48　血－脑屏障超微结构模式图

四、神经纤维和神经

(一)神经纤维

神经纤维(nerve fiber)是由神经元的长轴突及包绕它的神经胶质细胞所组成。根据神经胶质细胞是否形成髓鞘,将神经纤维分为有髓神经纤维和无髓神经纤维两大类。

1. 有髓神经纤维(myelinated nerve fiber)　周围神经系统大部分属于有髓神经纤维。光镜下可见轴索外面有施万细胞包绕,并由神经膜细胞形成节段性的髓鞘(图 2－49)。每一节相当于一个神经膜细胞,相邻两节段之间无髓鞘的狭窄处,称神经纤维结,又称郎飞结(Ranvier node)(图 2－43)。两个神经纤维结之间的一段称结间体(internode)。中枢神经系统的有髓神经纤维,形成髓鞘的细胞是少突胶质细胞,少突胶质细胞的多个突起末端的扁平薄膜可包卷多个轴突,外表面无基膜(图 2－50)。因郎飞结处无髓鞘,轴索呈裸露状态,故神经冲动在有髓神经纤维中以跳跃的方式传导。

2. 无髓神经纤维(unmyelinated nerve fiber)　自主神经的节后纤维、嗅神经和部分感觉神经纤维属无髓神经纤维。这种神经纤维的直径较细,轴索外面的神经膜细胞鞘较薄,不形成髓鞘结构。

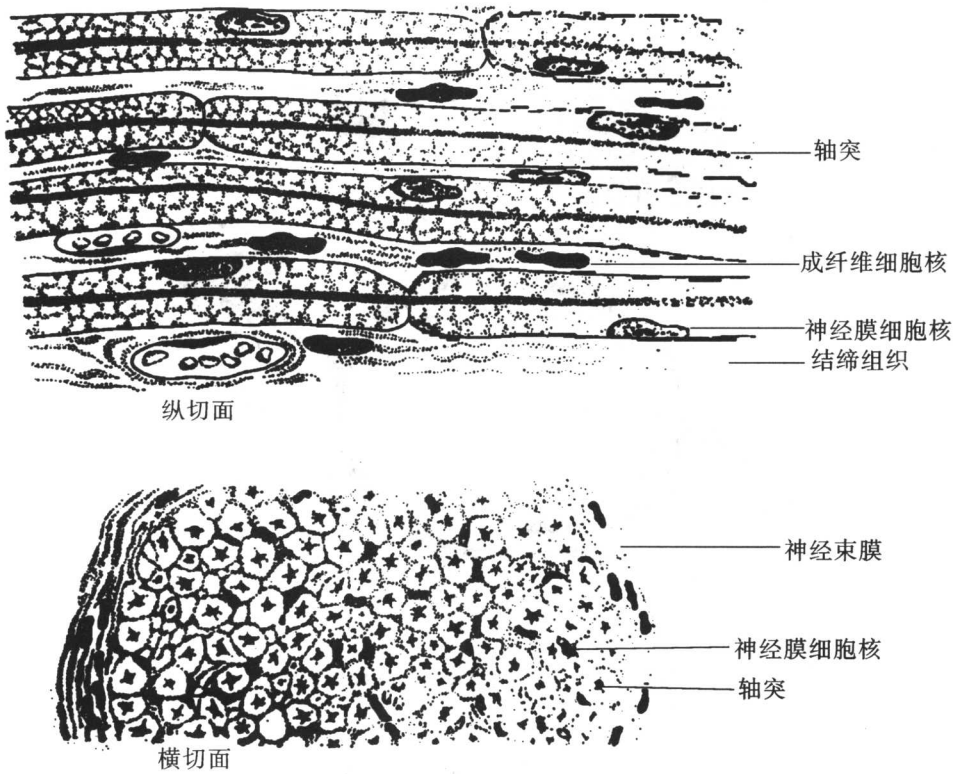


图 2－49　有髓神经纤维光镜结构模式图

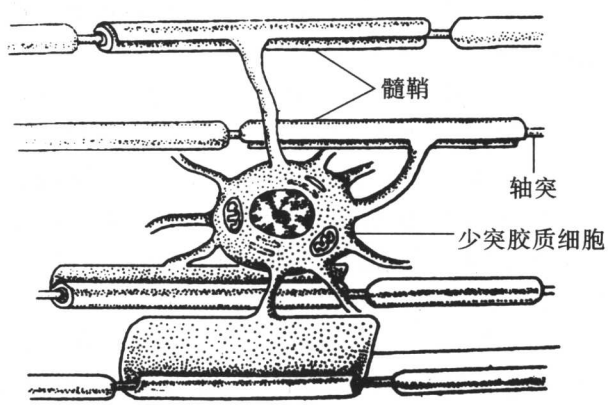


图 2－50　中枢神经系统有髓神经纤维模式图

(二)神经

周围神经又称神经干,每条神经干包括若干神经束,每一神经束又包括许多神经纤

维。神经纤维、神经束和神经干的外面都有结缔组织包裹，这些结缔组织分别称为神经内膜、神经束膜和神经外膜（图2－51）。

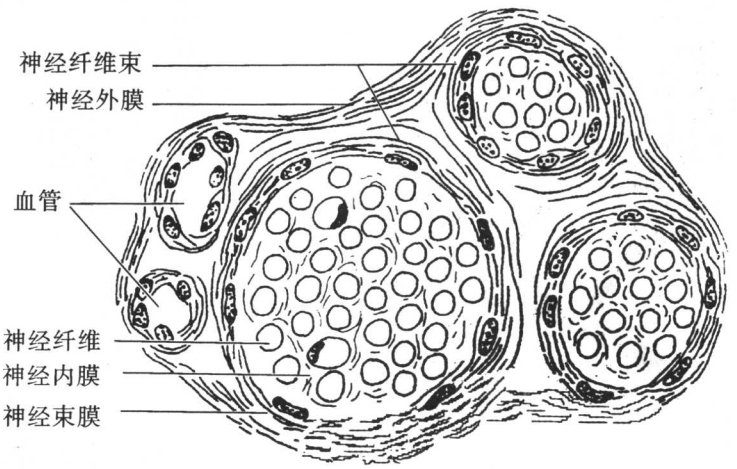


图2－51　神经结构模式图（横切面）

五、神经末梢

神经末梢是周围神经纤维的末端在各组织器官内形成的特殊结构。根据功能的不同，可将它分成感觉神经末梢和运动神经末梢两类。

（一）感觉神经末梢

感觉神经末梢（sensory nerve ending）又称感受器（receptor），由感觉神经元周围突的末梢形成，能感受内外环境的刺激，并能将刺激转化为神经冲动，再经感觉神经纤维传入中枢。主要的感觉神经末梢有下列两种（图2－52）。

1. 游离神经末梢（free sensory nerve ending）　神经纤维的末端失去髓鞘，暴露的轴索分支分布在上皮细胞之间。游离神经末梢分布于表皮、角膜、粘膜上皮、骨膜、肌肉及结缔组织内，具有感受痛觉的作用。

2. 被囊神经末梢（encapsulated nerve ending）　这种神经末梢的结构特点是其外面都具有结缔组织被囊。神经纤维到达被囊时失去髓鞘，轴索伸入结缔组织被囊内。常见的被囊神经末梢有下列三种。

（1）触觉小体（tactile corpuscle）　多为卵圆形，外包结缔组织被囊，内含少数横列的扁平细胞，暴露的轴索分支在细胞之间穿行盘绕，触觉小体主要分布于皮肤真皮乳头内，以手指掌侧皮肤内最多，具有感受触觉的功能。

（2）环层小体（lamellar corpuscle）　为卵圆形，大小不一，大的肉眼可见。其被囊由许多同心圆排列的板层结构组成，中央为一条裸露的轴索称为终球（end bulb）。环层小体分布于皮肤深层、胸膜、腹膜、肠系膜和某些内脏周围的结缔组织中，可以感受压觉刺激。

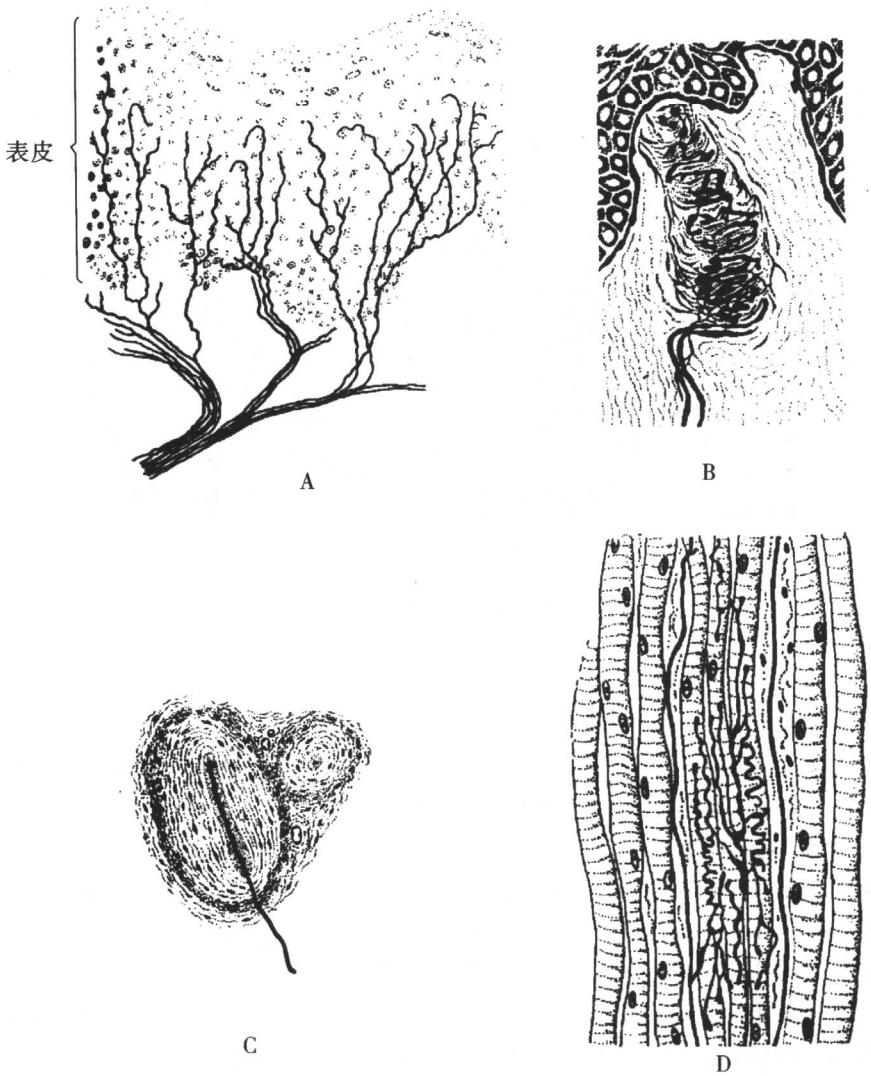


图 2－52　感觉神经末梢示意图

A. 游离神经末梢　B. 触觉小体　C. 环层小体　D. 肌梭

(3)肌梭(muscle spindle)　是分布在骨骼肌内的梭形小体,外有结缔组织被囊,内有几条细小的肌纤维,细胞核集中在肌纤维的中段,裸露的神经纤维分支伸入被囊后包绕肌纤维。分布于全身骨骼肌中。其功能是感受肌肉的牵张刺激,为本体感受器之一。

(二)运动神经末梢

运动神经末梢(motor nerve ending)又称效应器(effector),由运动神经元的轴突末端形成,分布在骨骼肌、平滑肌和腺体等处。按其分布的部位和来源的不同,可分为躯体运动神经末梢和内脏运动神经末梢两类。

1. 躯体运动神经末梢(somatic motor nerve ending)　为支配骨骼肌的运动神经末梢。

运动神经元的细胞体位于脊髓灰质前角或脑干的躯体运动核，它们的轴突随脑神经或脊神经行走，到达所支配的骨骼肌时失去髓鞘，分支呈爪状，末端膨大呈鼓槌形，贴附在骨骼肌细胞的表面，形成运动终板（motor end plate）或神经－肌接头（neuromuscular junction）（图2－53）。一个神经元的轴突可分支供应许多骨骼肌细胞，形成多个运动终板。

2. 内脏运动神经末梢（visceral motor nerve ending）是指分布于平滑肌和腺上皮的运动神经末梢。

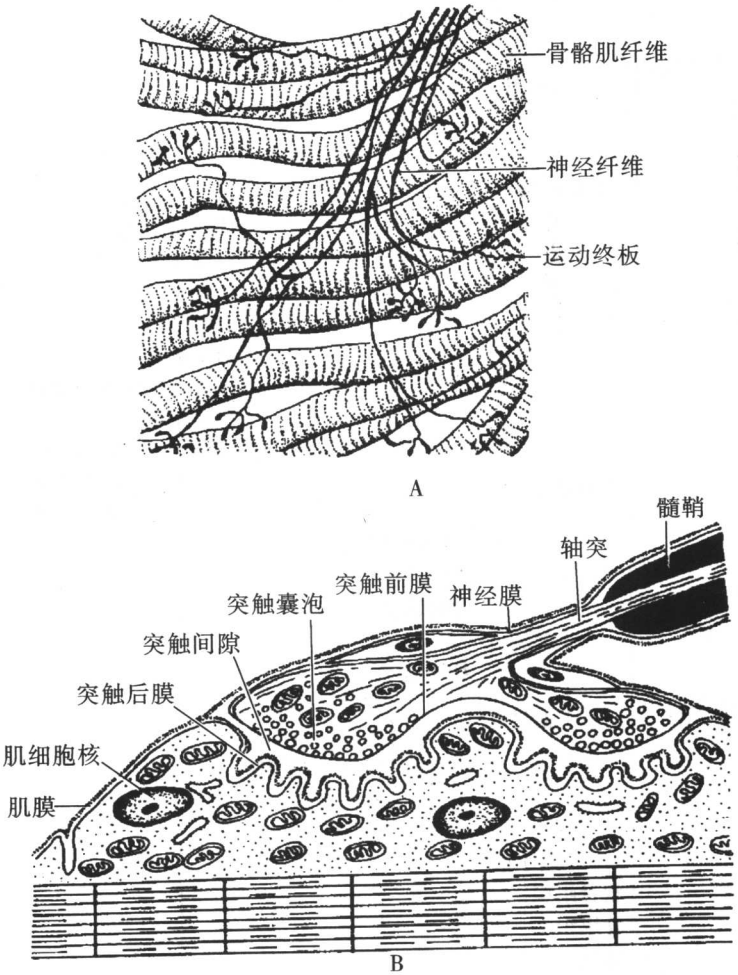


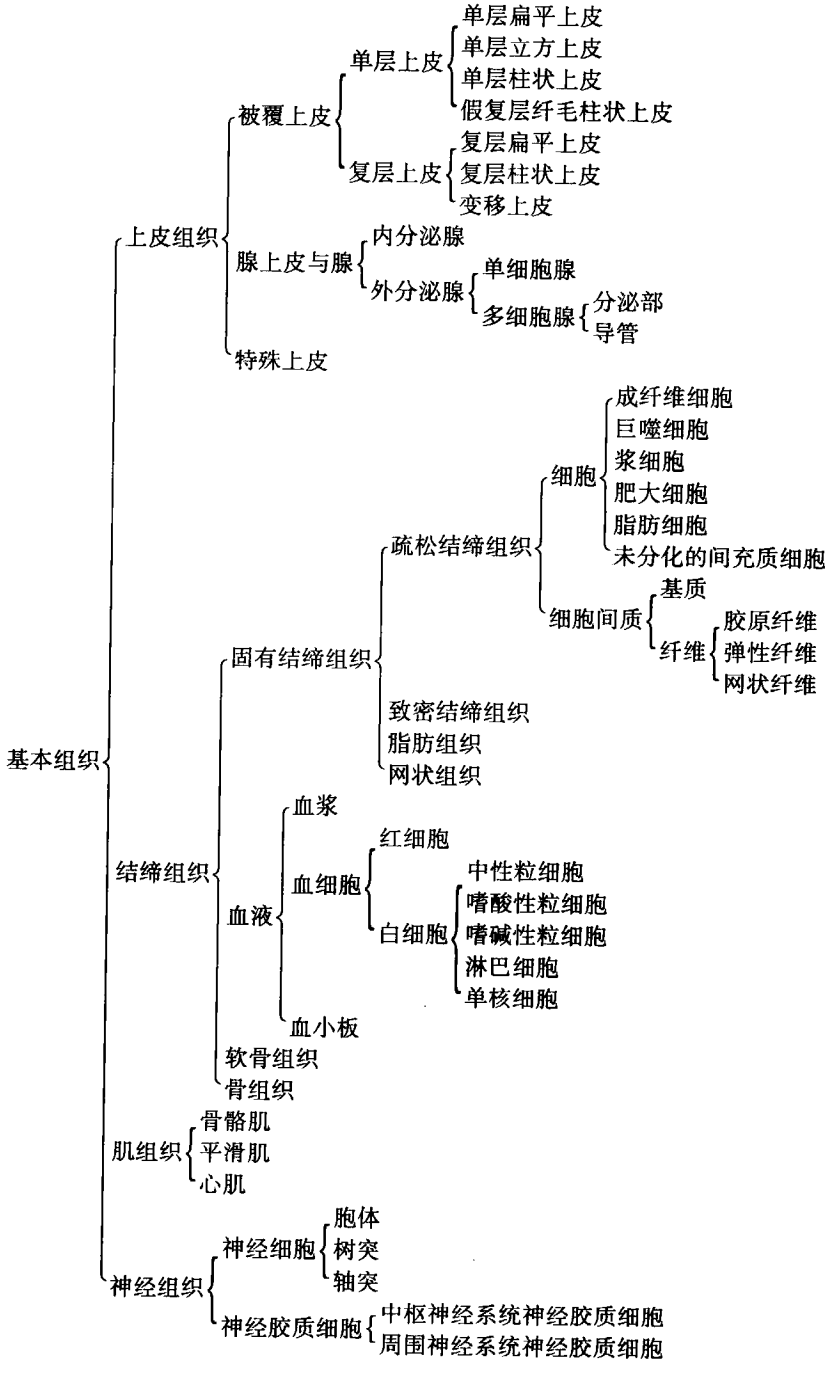
图2－53　运动终板模式图

A. 光镜图　B. 超微结构模式图

【思考题】

1. 被覆上皮分哪几类？各类主要分布于何处？
2. 试述疏松结缔组织中各种细胞和纤维的形态特点及功能。
3. 简述各类血细胞的正常值及功能。
4. 骨骼肌纤维与心肌纤维超微结构有何区别？
5. 简述神经元的形态结构及分类。

知识概要


基本组织
上皮组织
被覆上皮
单层上皮
单层扁平上皮
单层立方上皮
单层柱状上皮
假复层纤毛柱状上皮
复层上皮
复层扁平上皮
复层柱状上皮
变移上皮
腺上皮与腺
内分泌腺
外分泌腺
单细胞腺
多细胞腺
分泌部
导管
特殊上皮
结缔组织
固有结缔组织
疏松结缔组织
细胞
成纤维细胞
巨噬细胞
浆细胞
肥大细胞
脂肪细胞
未分化的间充质细胞
细胞间质
基质
纤维
胶原纤维
弹性纤维
网状纤维
致密结缔组织
脂肪组织
网状组织
血液
血浆
血细胞
红细胞
白细胞
中性粒细胞
嗜酸性粒细胞
嗜碱性粒细胞
淋巴细胞
单核细胞
血小板
软骨组织
骨组织
肌组织
骨骼肌
平滑肌
心肌
神经组织
神经细胞
胞体
树突
轴突
神经胶质细胞
中枢神经系统神经胶质细胞
周围神经系统神经胶质细胞

（王海鑫　牟兆新）

第三章　循环系统

循环系统(circulatory system)是一个封闭的连续管道系统,包括心血管系统和淋巴管系统。心血管系统 由心脏、动脉、毛细血管和静脉组成。心脏是循环系统的动力器官,可将血液射入动脉,动脉把血液输送至全身的组织、器官内的毛细血管,毛细血管内的血液与组织细胞进行物质交换,静脉则将物质交换后的血液送回心脏。淋巴管系统由毛细淋巴管及各级淋巴管组成。

第一节　血　管

一、血管壁的一般微细结构

动脉和静脉的管壁一般由三层结构构成,由内向外分别为内膜、中膜和外膜(图3-1)。

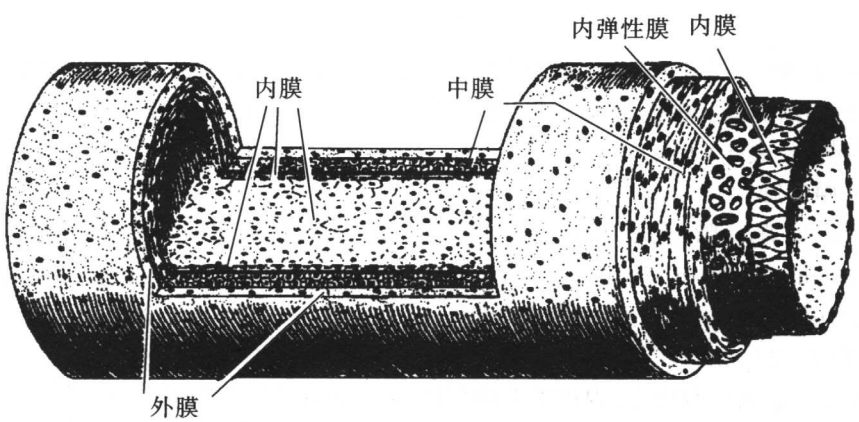


图3-1　血管一般结构模式图

(一)内膜

内膜(tunicima)为血管壁的最内层,也是三层结构中最薄的一层,由内皮和内皮下层组成。

1. 内皮　衬贴于血管腔面,表面光滑,有利于血液流动。内皮细胞的长轴多与血流方向一致,含核部位略隆起。电镜下,可见内皮细胞游离面有稀疏的胞质突起,基底面附着于基膜上,相邻细胞间可见紧密连接、缝隙连接等细胞连接,胞质内含吞饮小泡和成束的微丝。内皮细胞和其外的基膜构成通透性屏障,参与血液与周围组织之间的物质交换。

2. 内皮下层(subendothelial layer)　位于内皮下方的薄层结缔组织,内含少量胶原纤维、弹性纤维,有的部位还有少许纵行平滑肌。有的动脉内皮下层深面还有一层弹性蛋白组成的内弹性膜(internal elastic membrane),膜上有许多微小的窗孔。在血管横切面上,内弹性膜常呈波浪状。通常以内弹性膜作为动脉内膜与中膜的分界。当内皮损伤时,内皮下层有参与修补的作用。

(二)中膜

中膜(tunica media)位于内膜和外膜之间,其厚度及组成成分因血管类型不同而有很大差别。动脉的中膜明显厚于静脉。大动脉的中膜以弹性膜为主,间有少许平滑肌。中、小动脉和静脉的中膜则主要由平滑肌组成,动脉的平滑肌又远多于静脉。中膜平滑肌可产生胶原纤维、弹性纤维和基质,具有类似成纤维细胞的功能。血管平滑肌与内皮细胞间常形成肌-内皮连接(myoendothelial junction),平滑肌细胞通过这种连接,接受血液或内皮细胞的化学信息。

(三)外膜

外膜(tunica adventieneia)由疏松结缔组织组成,含较多的胶原纤维和弹性纤维,纤维呈螺旋状或纵向排列。部分动脉血管中膜和外膜交界处,可见外弹性膜(external elastic membrane)。管壁较厚的血管的外膜中,含有小的营养血管(vasa vasorum),其分支形成毛细血管,分布到外膜和中膜。内膜一般无血管,营养由血管腔内的血液直接渗透供给。血管的神经主要分布于中膜和外膜的交界部位。

二、动　脉

动脉(artery)是由心室发出的血管,有多级分支到达全身各部,随着分支管径逐渐变细,管壁也逐渐变薄。根据管径大小可将动脉分为大、中、小、微四级,其中以中动脉管壁结构最为典型(表3-1)。

(一)中动脉

除主动脉、肺动脉、无名动脉、髂总动脉等大动脉外,凡在解剖学上有名称的动脉都属中动脉(medium - sized artery)。中动脉管壁平滑肌(彩图3)丰富,因此又称肌性动脉(muscular artery),其平滑肌舒缩使血管管径扩大或缩小,对体内各器官的血量分配起调节作用(图3-2)。

1. 内膜　表面衬有内皮,内皮外有薄层结缔组织构成的内皮下层,内弹性膜明显,内膜和中膜分界清楚。

2. 中膜　较厚,主要由10~40层环行平滑肌组成,平滑肌之间有一些弹性纤维、胶原

纤维和基质。

3. 外膜　厚度与中膜相近，由结缔组织组成，有些中动脉外膜与中膜交界处有外弹性膜。

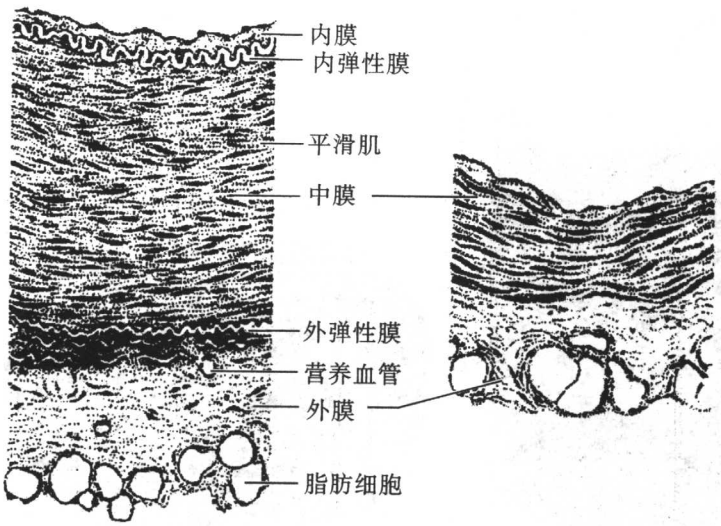


图 3－2　中动脉（左）和中静脉（右）结构模式图

（二）小动脉和微动脉

1. 小动脉　管径在 0.3 ~ 1 mm 之间的动脉称为小动脉（small artery），形成粗细不等的几级分支，也属肌性动脉。较大的小动脉，有明显的内弹性膜，中膜有几层环行平滑肌，外膜厚度与中膜相近，一般无外弹性膜（图 3－3）。

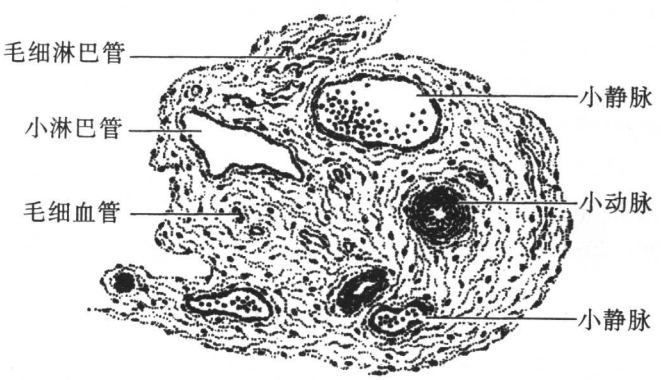


图 3－3　小动脉、小静脉、毛细血管和毛细淋巴管

2. 微动脉　管径在 300 μm 以下的动脉称微动脉（arteriole）。其内膜的内皮外只有极薄的内皮下层，无内弹性膜，中膜有 1 ~ 2 层环行平滑肌，外膜较薄。

小动脉和微动脉管壁平滑肌收缩，可使血管口径变细，增加血流阻力，调节血压和器官、组织的血流量，故小动脉和微动脉又称为外周阻力血管。

（三）大动脉

大动脉包括主动脉、肺动脉、无名动脉、髂总动脉等。大动脉壁含多层弹性膜和弹性纤维，平滑肌较少，因此，又称弹性动脉。

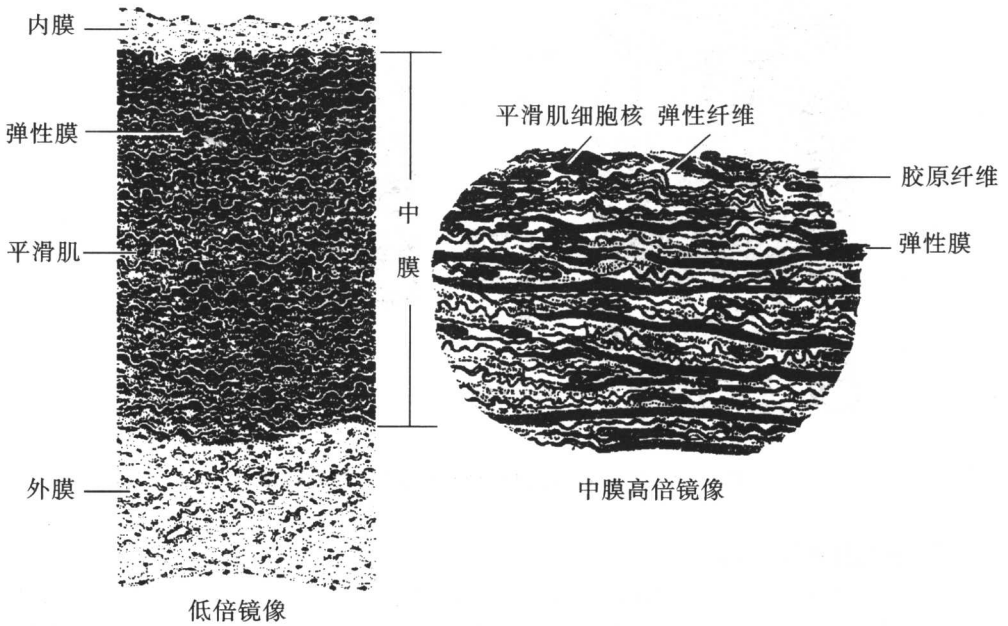


图 3－4　大动脉光镜结构模式图

1. 内膜　内皮下层较厚，其中含一些平滑肌。内皮下层的内弹性膜与中膜的弹性膜相连，内膜和中膜无明显分界。

2. 中膜　有发达的弹性膜，成年人可达 40～70 层，弹性膜之间有散在的环行平滑肌及少量胶原纤维和弹性纤维。

3. 外膜　较薄，由结缔组织组成，内含营养血管、淋巴管和神经，无明显的外弹性膜。

心脏规律的舒缩，将血液间断地射入大动脉，心脏收缩时大动脉扩张，缓冲压力，而心脏舒张时大动脉管壁弹性回缩，继续推动血液流动，使动脉血流得以保持连续流动状态。

三、毛细血管

毛细血管是管径最细，管壁最薄，分布最广的血管。它连于动脉与静脉之间，有许多分支，互相吻合成网。毛细血管在各器官组织内的密度有很大差别，在骨骼肌、心肌、肾、肺等代谢旺盛的器官内毛细血管密度最大，而在骨、肌腱、韧带等代谢缓慢的组织内毛细血管密度较低。

（一）毛细血管的基本结构

毛细血管的管径约6～8 μm，管壁由内皮细胞及基膜组成。其横断面由1个或2～3个内皮细胞围成。内皮细胞呈扁平梭形，其长轴与血管长轴平行，相邻细胞互相嵌合，向外附着于基膜上，毛细血管周围有少许结缔组织。内皮细胞与基膜之间，还有一种扁平、有突起的细胞，称为周细胞（图3-5）。周细胞可能是未分化的细胞，在血管生长和再生时分化为内皮细胞、平滑肌细胞或成纤维细胞，也可能有机械支持作用。

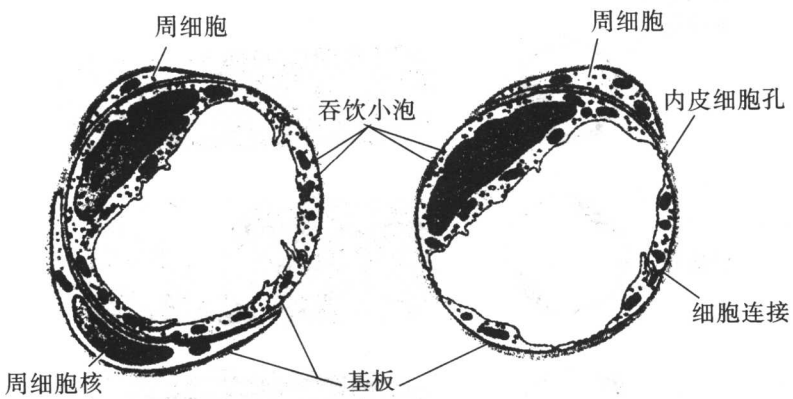


图3-5　毛细血管超微结构模式图

（二）毛细血管的分类

光镜下毛细血管的结构相似。在电镜下，根据管壁超微结构特点，将毛细血管分为三型（图3-6）。

1. 连续毛细血管　内皮细胞含核的部分较厚，突向管腔，不含核部分很薄，细胞质内含有许多吞饮小泡。内皮细胞连续排列，细胞间有紧密连接。基膜完整，在周细胞处基膜分开包绕周细胞。此型毛细血管主要分布在结缔组织、肌组织、中枢神经系统等处。

2. 有孔毛细血管　内皮细胞不含核的部分很薄，并有许多贯通的窗孔，孔的直径约60～80 nm，孔上有或无隔膜封闭，胞质内吞饮小泡较少。内皮细胞间有连接结构，基膜完整。此型毛细血管主要分布于胃肠粘膜、某些内分泌腺、肾血管球等处。

3. 窦状毛细血管或血窦　管腔较大，形状不规则。内皮细胞上有或无窗孔，细胞间隙较大。基膜不连续，甚至缺如。此型毛细血管主要分布在肝、脾、骨髓和某些内分泌腺内。

（三）毛细血管的功能

毛细血管腔大壁薄，血液流速缓慢，是血液与周围组织进行物质交换的场所。

四、静　脉

静脉由小到大，逐级汇合，管径渐粗，管壁渐厚，最终与心脏衔接。根据管径大小，静脉也可分为大、中、小、微四级，中、小静脉常与相应的动脉伴行，但与动脉相比有数量多、管径粗、管壁薄、弹性小的特点，故切片中的静脉常变扁或呈不规则形。

静脉管壁变异较大，也可大致分为内膜、中膜和外膜，但三层膜常常分界不清。

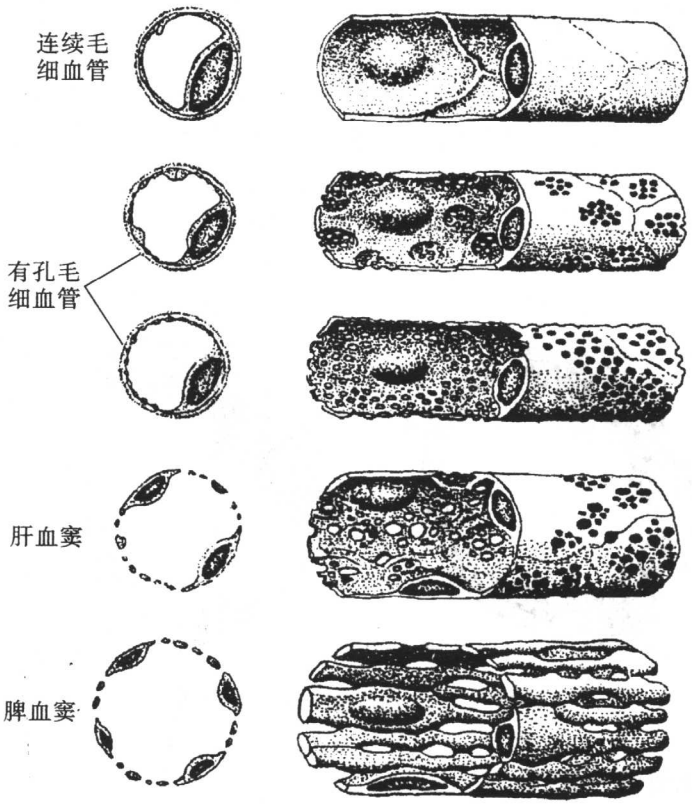


图3-6　各型毛细血管超微结构模式图

(一)中静脉

除大静脉外,凡在解剖学上命名的静脉均属中静脉(medium-sized vein)。中静脉内膜薄,多数没有内弹性膜。中膜由稀疏的环行平滑肌和少量的结缔组织构成。外膜比中膜厚,由结缔组织组成,无外弹性膜(图3-2)。

(二)小静脉和微静脉

管径在200 μm~1 mm之间的称小静脉(small vein),内皮外有一层较完整的平滑肌。较大的小静脉,中膜有数层平滑肌,外膜也较厚。管径在200 μm以下的静脉称微静脉(venule),其内皮外仅有排列稀疏的平滑肌,外膜薄(图3-3)。

(三)大静脉

管径在10 mm以上,包括上、下腔静脉,无名静脉和颈内静脉等属大静脉(large vein)。大静脉内膜较薄,结构与中静脉内膜相似。中膜很不发达,由几层排列稀疏的环行平滑肌组成。外膜最厚,由结缔组织构成,含有纵行平滑肌束(图3-7)。

(四)静脉瓣

管径在2 mm以上的静脉,尤其是下肢静脉常有瓣膜,其作用是防止血液倒流。静脉瓣(valves of vein)由内膜向管腔突入,游离缘朝向血流方向,形成两个半月形的薄片,彼此相对,表面为内皮,深部是结缔组织(图3-8)。

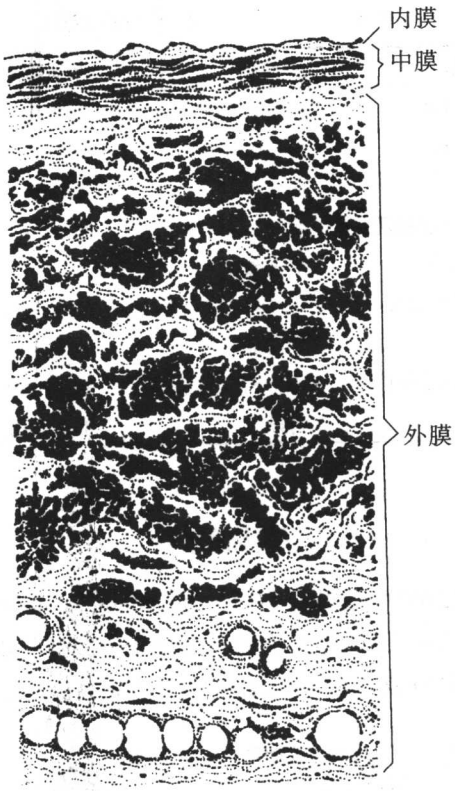


图 3－7　大静脉光镜结构模式图

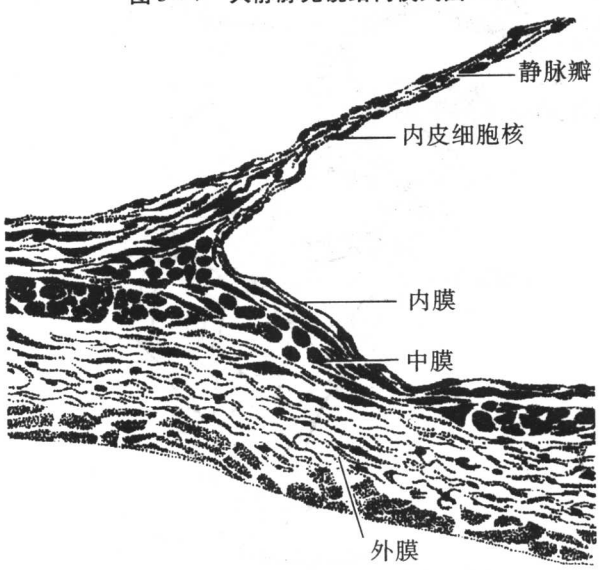


图 3－8　静脉瓣光镜结构模式图

表 3-1　大、中、小、微动脉比较表

名称	大动脉	中动脉	小动脉	微动脉
别名	弹性动脉	肌性动脉	肌性动脉	
管径	>10 mm	1~10 mm	0.3~1 mm	<0.3 mm
内皮下层	较厚	薄	无	无
内弹性膜	发达,与中膜无明显分界	明显,切片中呈波纹状	明显	不明显
中膜	40~70 层弹性膜	10~40 层环形平滑肌	3~9 层环形平滑肌	1 ~2 层环形平滑肌
外膜	薄,无明显外弹性膜	薄,外弹性膜明显	薄,外弹性膜不完整或缺如	很薄

五、微循环

从微动脉到微静脉之间的血液循环称微循环(microcirculation),是血液循环的基本功能单位。人体各部位和各器官中微循环血管的组成和排列各有特点,但一般都包括微动脉、毛细血管前微动脉和中间微动脉、真毛细血管、直捷通路、动静脉吻合、微静脉等六部分(图 3-9)。

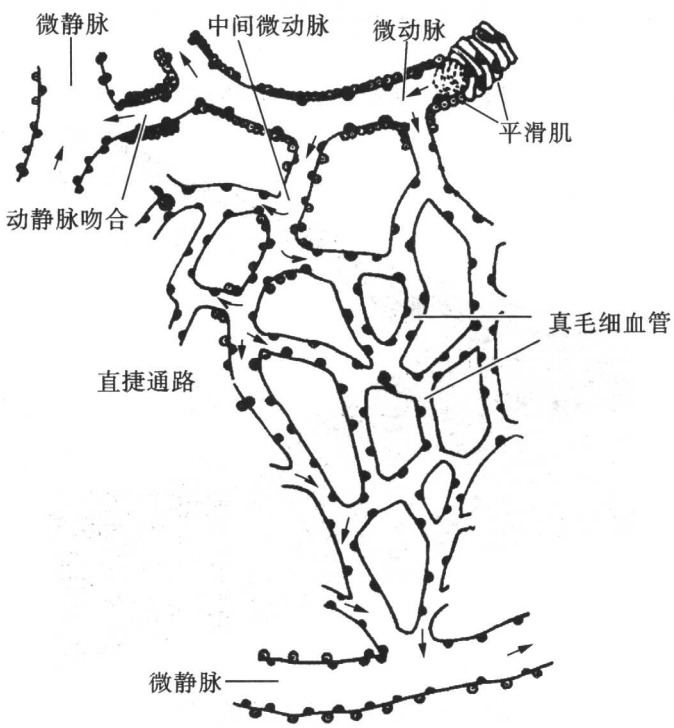


图 3-9　微循环血管示意图

（一）微动脉

其管壁平滑肌的收缩活动可调控进入微循环的血流量，起着“总闸门”的作用。

（二）毛细血管前微动脉和中间微动脉

微动脉的分支称毛细血管前微动脉（precapillary arteriole），后者进一步分支为中间微动脉（meta arteriole），其管壁平滑肌稀疏分布。

（三）真毛细血管

真毛细血管（true capillary）是由中间微动脉分支形成的相互吻合的毛细血管网，即通常的毛细血管。真毛细血管行程迂曲，血流缓慢，是进行物质交换的主要部位。机体在静息的情况下，一般仅有10%左右的毛细血管开放。在真毛细血管的起始部位，有少许环形的平滑肌组成的毛细血管前括约肌（precapillary sphincter），控制着进入真毛细血管网的血流量，起着“分闸门”的作用。

（四）直捷通路

直捷通路（thoroughfare channel）为中间微动脉的延伸部分，结构与毛细血管相同，只是管径略粗，直接通连到毛细血管后微静脉，是经常开放的血液通路，故又称直通血毛细血管。直捷通路具有直而短、血流速度快、血流量大、血液与组织之间物质交换少等特点。在组织处于静息状态时，微循环的血流大部分经微动脉和直捷通路快速流入微静脉，只有小部分血液流经真毛细血管。

（五）动静脉吻合

动静脉吻合（arteriovenous anastomosis）是微动脉发出的直接与微静脉相通的吻合支。此段血管的管壁较厚，有发达的纵行平滑肌和丰富的血管运动神经末梢。动静脉吻合多处于收缩状态，当机体处于应激状态时，动静脉吻合开放，微动脉血液经此直接流入微静脉。

第二节　心和淋巴管

一、心

心壁主要由心肌构成，能自主地进行节律性舒缩，使血液在血管内环流不息，以保证全身器官、组织的血液供应。

（一）心壁的结构

心壁很厚，从内向外分为心内膜、心肌膜和心外膜。

1. 心内膜（endocardium）　表面衬有内皮，与出入心的血管内皮相连续。内皮下方为内皮下层，由薄层结缔组织构成，含少量平滑肌（图3-10）。内皮下层深面是心内膜下层，由疏松结缔组织构成，其中含血管和神经以及心传导系统的分支。

2. 心肌膜（myocardium）　构成心的主体，主要由心肌构成。心房的心肌较薄，心室的心肌较厚，左心室最厚。心肌纤维多集合成束，螺旋状环绕心室，大致分为内纵、中环和外斜三层，肌束间有较多的疏松结缔组织和丰富的毛细血管（图3-10）。电镜下心房肌纤维内含心房特殊颗粒，颗粒内含有肽类物质，称心房利钠尿肽（atrial natriuretic）。

【知识卡片】

心的内分泌功能

1955 年 Kisch 发现心房肌细胞内含有一些特殊的分泌颗粒，1964 年 Iamiason 和 Palade 将其称为心房特殊颗粒，1979 年 de Buld 等发现它与动物盐负荷有密切关系，最后证实颗粒内容物为心房利钠尿肽（atrial natriuretic peptide，ANP）。它具有强大的利钠、利尿、扩张血管、降低血压和营养心肌细胞等作用。另外，心脏还分泌脑钠尿肽、抗心律失常肽、内源性洋地黄、肾素、血管紧张素等多种重要的生物活性物质。所以说心也是重要的内分泌器官。

在心房肌和心室肌交界处，由致密结缔组织构成心脏的支架，称心骨骼（cardiac skeleton），包括室间隔膜部、纤维三角和心纤维环。心房肌、心室肌和心瓣膜分别附着于心纤维环。

3. 心外膜（epicardium） 是心包膜脏层，为浆膜。外覆间皮，间皮内面是薄层疏松结缔组织，其中含有血管、神经和少量脂肪组织（图 3－10，表 3－2）。

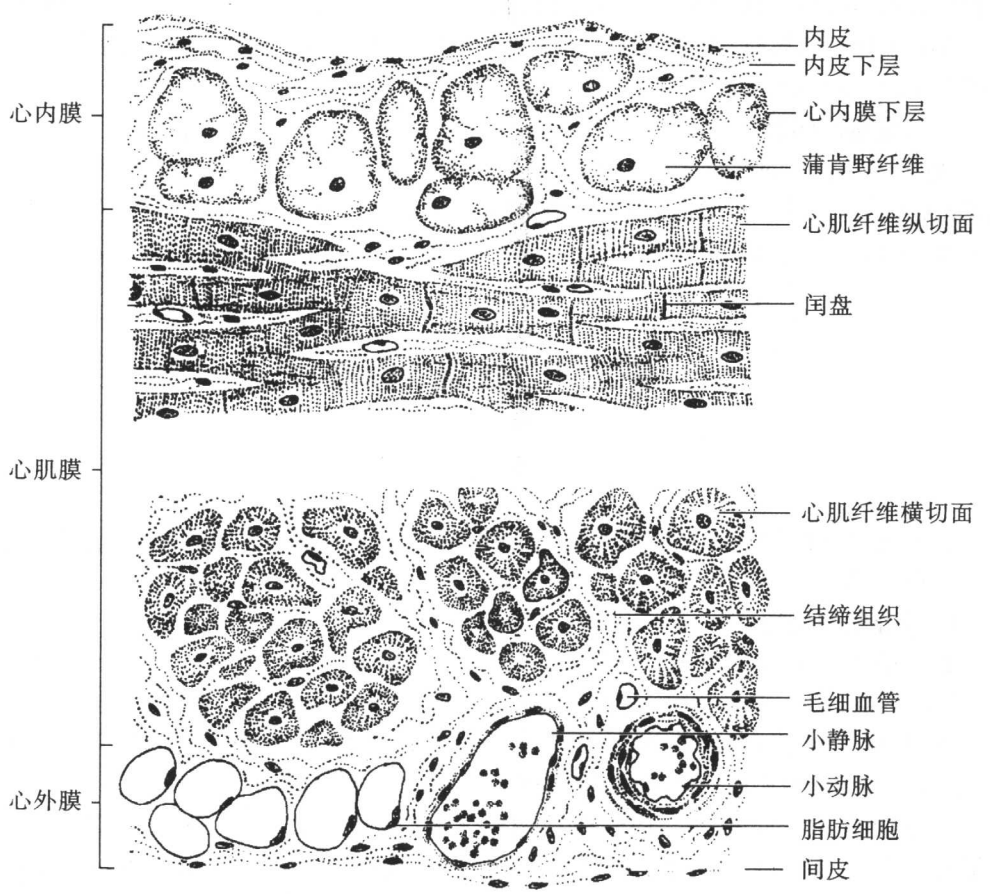


图 3－10 心脏壁光镜结构模式图

4. 心瓣膜(cardiac valve)　包括房室瓣、主动脉瓣和肺动脉瓣,是心内膜向心腔突出形成的薄片状结构。表面被覆内皮,深部为致密结缔组织,其功能是防止血液逆流。

表 3-2　心脏、动脉、静脉结构比较

名称		心脏	动脉			静脉
			大动脉	中动脉	小动脉	
内膜	内皮	均衬有一层内皮				
	内皮下层	薄,有少量平滑肌纤维。	较厚,有平滑肌纤维。	较薄	不明显	不明显
	内弹性膜	无,有心内膜下层,含蒲肯野纤维。	有,与中膜的弹性膜相连接。	明显	有或无	不明显
中膜		称为心肌膜,以心肌为主。	厚,40~70 层弹性膜。	10~40 层环行平滑肌	2~4 层环行平滑肌	薄,平滑肌少。
外膜	相同结构	均由疏松结缔组织构成,含营养血管、淋巴管和神经纤维。				
	不同点	外覆间皮,构成浆膜。	较中膜薄,外弹性膜不明显。	厚度与中膜相近,外弹性膜清晰。	外弹性膜一般不易见到。	较中膜厚,含纵行平滑肌束。
三层膜分界		清楚	不明显	明显	不明显	不明显

(二)心的传导系统

心的传导系统由特殊心肌纤维构成,包括窦房结、房室结、房室束及其分支。窦房结位于右心房的心外膜下,其余大多分布在心内膜下层,由结缔组织将它们与心肌隔开。此系统受交感神经和副交感神经支配,其功能是产生并传导冲动到整个心脏,以协调心房肌和心室肌按一定的顺序节律性收缩。组成心传导系统的特殊心肌纤维有以下三种类型。

1. 起搏细胞(pacemaker cell)　简称 P 细胞,细胞小,呈梭形或多边形,多分布于窦房结和房室结的中央部。胞质内细胞器较少,有少量肌原纤维,含糖原较少。P 细胞是心肌兴奋的起搏点。

2. 移行细胞(transitional cell)　主要存在于窦房结和房室结的周边部及房室束,有传导冲动的作用。移行细胞的结构介于起搏细胞和心肌纤维之间,细胞呈细长形,较普通心肌纤维细而短,胞质内肌原纤维比 P 细胞稍多。

3. 浦肯野纤维(Purkinje fiber)　也称束细胞,组成房室束及其分支。浦肯野纤维比普通心肌纤维短而宽,有 1~2 个细胞核,位于细胞中央。核周胞质染色淡,电镜下含丰富的线粒体和糖原,肌原纤维较少,分布于细胞的周边部。细胞之间以发达的闰盘相连。此种细胞传导冲动的速度最快,房室束分支末端的浦肯野纤维与心室肌纤维相连,将冲动传

导到心室各处(图3-11)。

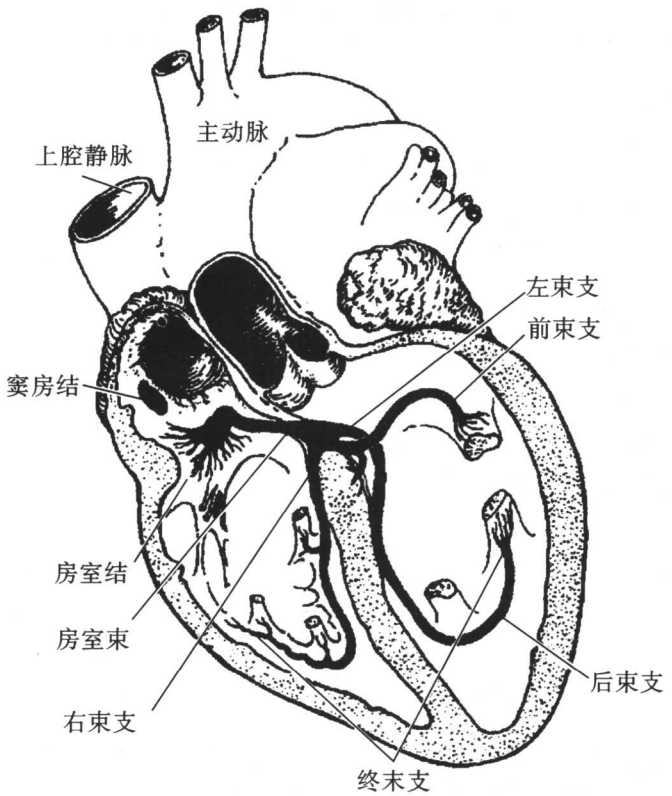


图3-11　心传导系统分布模式图

二、淋巴管

淋巴管由毛细淋巴管、淋巴管和淋巴导管组成。

(一)毛细淋巴管

毛细淋巴管(lymphatic capillary)是淋巴管系统在组织内的起始部分,为盲管。管腔大,不规则,管壁很薄,只由一层内皮和极薄的结缔组织组成,细胞间隙大,无周细胞和基膜,通透性强(图3-3)。

(二)淋巴管和淋巴导管

管壁结构与静脉相似,管腔大而不规则,管壁较薄。内皮外有少量平滑肌和结缔组织。淋巴管内瓣膜较多,其结构与静脉瓣相似。

【思考题】

1. 试述中动脉的管壁结构。
2. 毛细血管在电镜下可分为哪几类,并简述其结构特点。

3. 简述心壁的结构特点。

4. 心传导系统的组成如何?

知识概要

- 血管
  - 动脉
    - 大动脉：包括主动脉、肺动脉、无名动脉、颈总动脉、锁骨下动脉、椎动脉和髂总动脉等
    - 中动脉
      - 内膜：内皮；内皮下层；内弹性膜
      - 中膜：主要由 10～40 层环行平滑肌组成；弹性纤维和胶原纤维；基质
      - 外膜：外弹性膜；结缔组织；厚度与中膜相近
    - 小动脉　管径在 0.3～1 mm 之间的动脉
    - 微动脉　管径在 300 μm 以下的动脉
  - 毛细血管：连续毛细血管；有孔毛细血管；窦状毛细血管
  - 静脉
    - 大静脉 包括上、下腔静脉，无名静脉和颈外静脉等
    - 中静脉 除大静脉外，凡在解剖学上命名的静脉
    - 小静脉 管径在 200 μm～1 mm 之间的属小静脉
    - 微静脉 管径在 200 μm 以下的静脉
    - 静脉瓣 管径在 2 mm 以上的静脉常有静瓣膜

（齐云飞）

第四章　免疫系统

免疫系统(immune system)是执行免疫功能的组织结构的统称,由免疫细胞(immune cell)、淋巴组织(lymphoid tissue)及淋巴器官(lymphoid organ)等组成。

免疫系统的功能主要有:①免疫防御功能,识别和清除入侵机体的抗原,包括病原微生物、异体细胞和异体大分子;②免疫监视作用,识别和清除体内自身表面发生变化的细胞,如体内衰老凋亡的细胞、肿瘤细胞和感染了病毒的细胞。

机体通过免疫系统识别并清除抗原性异物以维持自身稳定的过程称为免疫应答(immune response)。按免疫应答对抗原性异物的识别特异性,可分为特异性免疫应答和非特异性免疫应答两类。特异性免疫应答识别和清除相应抗原的能力显著高于非特异性免疫应答。

第一节　免疫细胞

凡参与免疫应答或与免疫应答有关的细胞统称为免疫细胞,包括淋巴细胞、浆细胞、抗原提呈细胞、单核细胞、粒细胞、肥大细胞等。淋巴细胞是免疫系统的核心成分,是参与特异性免疫应答的主要细胞。在特异性免疫应答过程中,淋巴细胞经历感应、增殖与分化、效应(免疫反应)3 个阶段(图 4 - 1)。增殖与分化后形成两种细胞:一种称效应细胞,寿命较短,直接参与免疫应答;另一种称记忆细胞,寿命较长,保留有接受抗原信息的能力。当相同抗原再次出现时,记忆细胞即可迅速增殖分化形成效应细胞,参与免疫应答。记忆细胞的这一功能特性,使机体在较长时间内保持对某种抗原的的特异性免疫力。预防接种就是利用这一原理达到增强对某种传染病的特异性免疫力的目的。

一、淋巴细胞

淋巴细胞起源于骨髓的造血干细胞,根据其发生部位、形态、功能及细胞膜表面标记等特点,将淋巴细胞分为 T 细胞、B 细胞、K 细胞和 NK 细胞。

(一)T 细胞

在外周血液中,T 细胞约占淋巴细胞总数的 75%。胚胎时期,骨髓中的淋巴干细胞迁

移至胸腺，再次增殖分化成T细胞，故又称为胸腺依赖性淋巴细胞（thymus dependent lymphocyte），简称T细胞。在胸腺发育成熟的T细胞经血流迁移至周围淋巴器官和淋巴组织，经抗原刺激后，再次增殖分化，形成大量效应T细胞和少量记忆性T细胞。效应T细胞寿命仅1年左右，具有与相应抗原发生免疫反应、迅速清除抗原的能力。根据在免疫应答中所起作用的不同，效应T细胞至少可分为3个亚群，即辅助性T细胞、抑制性T细胞和细胞毒性T细胞。记忆性T细胞寿命可长达数年，甚至终生，当它们再次遇到相同抗原时，能迅速转化增殖形成大量的效应T细胞，启动更强的免疫应答，并使机体长期保持对该抗原的免疫力。由于效应T细胞可直接杀灭靶细胞，故将T细胞参与的免疫反应称细胞免疫。

（二）B细胞

在外周血液中，B细胞约占淋巴细胞总数的10%～15%。B细胞是由骨髓中的淋巴干细胞增殖分化而成的，故称骨髓依赖性淋巴细胞（bone－marrow dependent lymphocyte），简称B细胞。在骨髓发育成熟的B细胞随血液播散到周围淋巴器官和淋巴组织，经抗原刺激后，再次增殖分化，形成大量效应B细胞（浆细胞）和少量记忆性B细胞。效应B细胞能合成和分泌抗体，抗体与相应抗原结合后，即降低了抗原的致病作用，又加速了巨噬细胞对抗原的吞噬和清除过程。记忆性B细胞的作用与记忆性T细胞相同。由于效应B细胞是分泌抗体（可溶性蛋白质）进入体液而行使免疫功能，故将B细胞参与的免疫反应称体液免疫。

（三）K细胞

K细胞，即杀伤性淋巴细胞（killer lymphocyte），在外周血液中，占淋巴细胞总数的5%～7%。K细胞起源于骨髓的淋巴干细胞，有细胞毒作用，在抗体的介导下特异性地与靶细胞结合，从而杀伤靶细胞，故称为K细胞。

（四）NK细胞

NK细胞，即自然杀伤性淋巴细胞（natural killer lymphocyte），在外周血液中，NK细胞数量较少，约占淋巴细胞总数的2%～5%，寿命较短，起源于骨髓的淋巴干细胞。它不需抗原激活也不依赖抗体介导即可直接杀伤某些靶细胞，如肿瘤细胞和感染病毒的细胞，故称为NK细胞。

【知识卡片】

粘附自然杀伤细胞与肿瘤的免疫治疗

自然杀伤细胞是独特的淋巴细胞亚群，不需要抗原刺激，不需要识别MHC（组合相容性复合分子）即可介导抗肿瘤和抗病毒作用。实验证明它又分为粘附自然杀伤细胞（adherent natural kill cell，A－NK）和非粘附自然杀伤细胞（nonadherent natural kill cell，NA－NK）。粘附自然杀伤细胞是血液和组织中非常有效的免疫监视细胞，能够进入并破坏实体组织中的瘤细胞，因此，它的体外细胞毒活性和抗瘤转移作用优于淋巴因子激活的杀伤细胞。目前，临床已试用该细胞对晚期恶性实体肿瘤进行免疫治疗，显示了很好的应用前景。

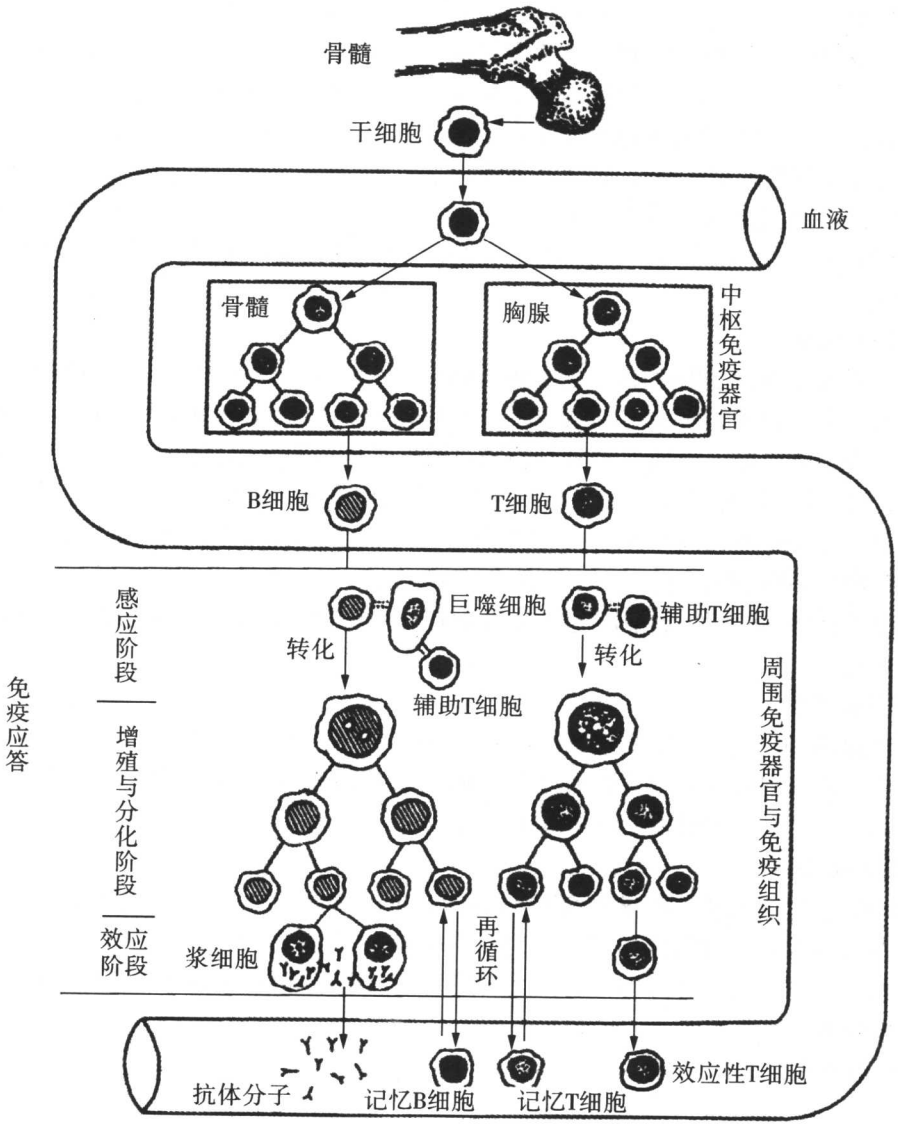


图4-1　T、B细胞的发育和免疫应答阶段

二、抗原提呈细胞

抗原提呈细胞是指能捕获、加工、处理抗原，将提取的抗原信息呈递给T细胞，并激发T细胞活化、增殖，引起免疫应答的一类细胞，是免疫应答阶段的重要辅佐细胞。抗原提呈细胞按存在的部位及功能可分为多种类型，主要包括巨噬细胞、淋巴细胞和淋巴组织中的交错突细胞、皮肤和粘膜上皮内的朗格汉斯细胞以及消化管的微皱褶细胞等。

三、单核吞噬细胞系统

单核吞噬细胞系统(mononuclear phagocyte system,MPS)是指体内除粒细胞以外,分散于全身各处的吞噬细胞系统,它们共同来源于造血干细胞,具有吞噬细菌、病毒、异物,参与机体免疫反应以及加工、处理抗原等功能。单核吞噬系统分布十分广泛,其组成与分布见表4-1。

表4-1　单核吞噬细胞系统的组成与分布

组成	分布
单核细胞	骨髓、血液
巨噬细胞	骨髓、结缔组织、免疫组织、浆膜腔
Kupffer细胞(枯否氏细胞)	肝
尘细胞	肺
破骨细胞	骨组织
小胶质细胞	神经组织
langerhans细胞(朗格汉斯细胞)	皮肤和粘膜上皮
交错突细胞	免疫组织T细胞分布区

第二节　淋巴组织

淋巴组织是以网状组织为支架,网眼中充满大量淋巴细胞的组织。该组织除分布于淋巴器官外,还广泛分布于与体外相通的消化管、呼吸道、泌尿和生殖道粘膜,构成抵御外来病原体入侵机体的第一道防线(图4-2)。一般将淋巴组织分为弥散淋巴组织、淋巴小结和淋巴索三种。

(一)弥散淋巴组织

弥散淋巴组织(diffuse lymphoid tissue)中的淋巴细胞呈弥散分布,与周围组织无明显分界。该组织中主要为T细胞,此外还有巨噬细胞、交错突细胞和浆细胞。弥散淋巴组织中,除含一般的毛细血管和毛细淋巴管外,还常见高内皮的毛细血管后微静脉,是淋巴细胞从血液进入淋巴组织的通道。在抗原刺激下可使弥散淋巴组织扩大,并出现淋巴小结,抗原清除后淋巴组织可回缩。

(二)淋巴小结

淋巴小结(lymphoid tissue nodule)又称淋巴滤泡,由淋巴细胞密集排列而成,呈圆形或卵圆形小体,直径1~2 mm,周围界限清楚。淋巴小结中主要是B细胞,还有巨噬细胞、少量T细胞和浆细胞等。淋巴小结可分为初级淋巴小结和次级淋巴小结。初级淋巴小结无生发中心,受抗原刺激后,淋巴小结增大或增多,出现生发中心,形成次级淋巴小结。抗原清除后,淋巴小结又逐渐消失。

(三)淋巴索

淋巴索(lymphoidcord)为淋巴组织构成的条索状结构,索内以 B 细胞为主。

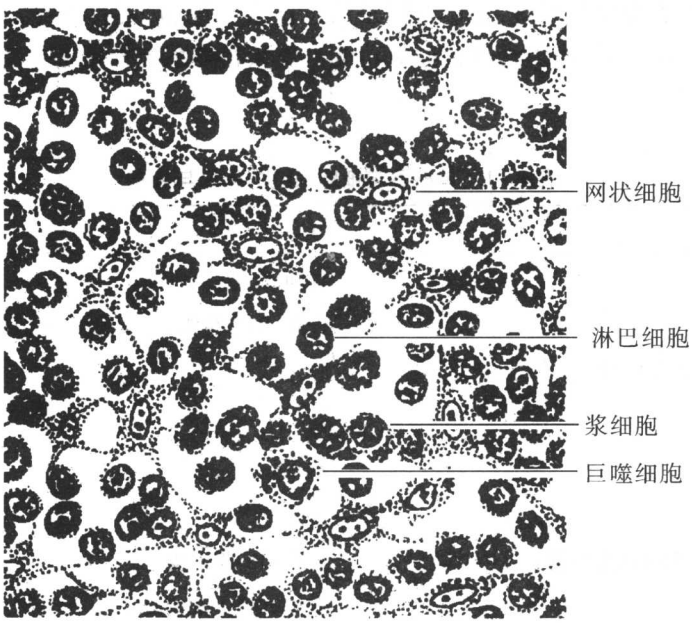


图 4-2　淋巴组织光镜结构模式图

第三节　淋巴器官

淋巴器官是由淋巴组织构成的实质性器官。淋巴器官可分为中枢淋巴器官(central lymphoid organ)和周围淋巴器官(peripheral lymphoid organ)两类。

中枢淋巴器官是淋巴细胞发生、分化和成熟的部位,并源源不断地向周围淋巴器官和淋巴组织输送成熟的淋巴细胞。中枢淋巴器官包括胸腺、骨髓(在人类)及腔上囊(bursa of fabricius,在禽类)。此类器官的发生较周围淋巴器官早,是造血干细胞增殖、分化成为 T 细胞或 B 细胞的场所。这些细胞在此处增殖不需要外界抗原的刺激,可向周围淋巴器官输送 T 细胞或 B 细胞以决定它们的发育。此类器官不直接参与机体的免疫功能。

周围淋巴器官是成熟淋巴细胞的定居地,也是免疫应答的场所。包括淋巴结、脾脏及扁桃体。此类器官发生较晚,其淋巴细胞最初来自于中枢淋巴器官,此类器官的淋巴细胞增殖需外界抗原的刺激并能直接参与机体的免疫功能(表 4-2)。

表 4－2　中枢淋巴器官和周围淋巴器官的特点比较

	中枢淋巴器官	周围淋巴器官
支架	起源于内胚层的上皮性网状细胞	起源于中胚层的网状细胞和网状纤维
退化时间	发生早，退化早	发生晚，退化晚
抗原刺激的影响	淋巴细胞的培育不受抗原刺激的影响	淋巴细胞的增殖分化与抗原刺激有关
功能	培育 B 细胞和 T 细胞的场所	免疫应答发生的场所
器官举例	胸腺、骨髓	淋巴结、脾、扁桃体

一、胸　腺

胸腺为中枢淋巴器官。其重量随年龄而有明显变化，婴儿时期约重 10～15 g，青春期约重 30 ～40 g，而至老年期反重 15 g 左右，而且多被脂肪所占据。

（一）胸腺的组织结构

胸腺表面被覆由结缔组织构成的被膜，被膜深入实质形成小叶间隔或胸腺隔，将胸腺实质分隔成许多不完全的胸腺小叶（thymic lobule）。每一小叶又可分为周边的皮质和中央的髓质。皮质不完全包裹髓质，小叶的髓质常彼此相连接（图 4－3）。

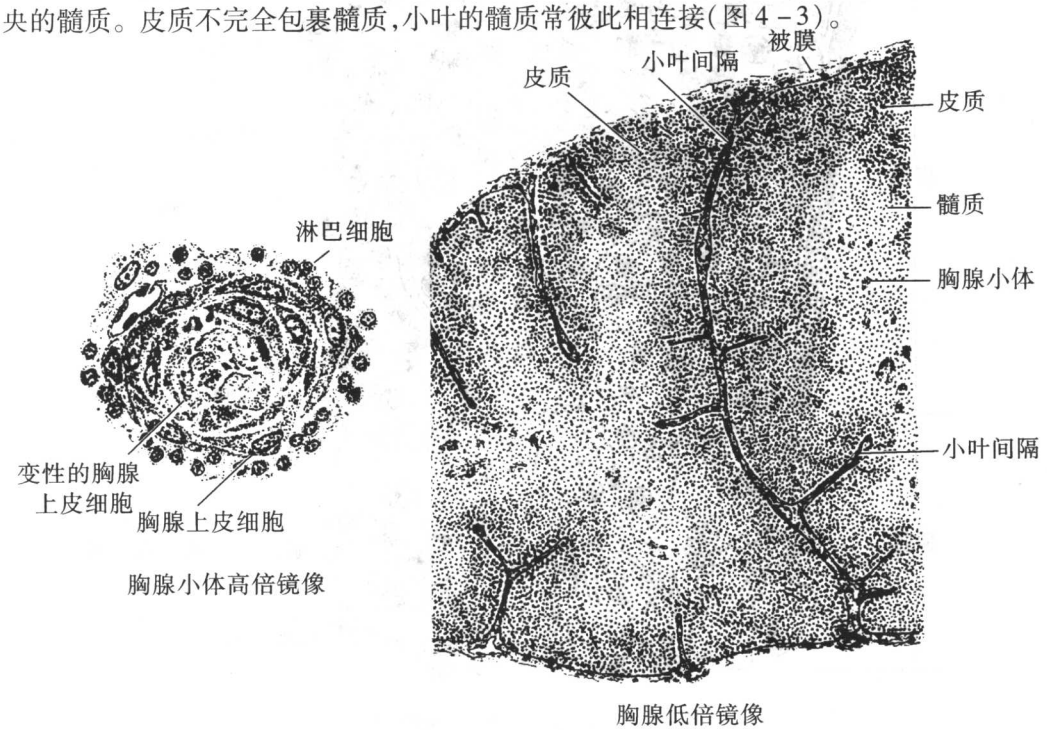


图 4－3　小儿胸腺

每一小叶均由胸腺上皮细胞构成网状支架，网眼内分布着大量的淋巴细胞及少量的巨噬细胞。胸腺上皮细胞形态多样，主要特点是胞质中含有角蛋白丝，细胞间有桥粒连接。

1. 皮质（cortex） 位于小叶周边，由胸腺上皮细胞（thyimc epithelial cell）、密集的胸腺细胞（thymocyte）和巨噬细胞、毛细血管等组成（图4-4），着色较深。位于胸腺皮质表面、小叶间隔两侧及血管周围的胸腺上皮细胞称为被膜下胸腺上皮细胞（subcapsule epithelial cell），该细胞呈扁平形，向皮质侧伸出一些突起，分泌胸腺素和胸腺生成素，并且参与构成胸腺内、外环境的屏障。位于皮质内的另一种胸腺上皮细胞是星形上皮细胞（stellate epithelial cell），细胞呈星形，突起较长，相互连接构成皮质内的立体网架，网孔内分布着密集的胸腺细胞。胸腺上皮细胞膜与胸腺细胞质膜直接接触，对诱导胸腺细胞分化十分重要。胸腺细胞即胸腺内的淋巴细胞是分化发育中的T细胞，来自骨髓的淋巴干细胞，占皮质细胞总数的85%～90%。皮质的胸腺细胞具有一定的排列规律，即皮质浅层的胸腺细胞较大而幼稚，有分裂能力；近髓质的胸腺细胞较小而成熟，无分裂能力。

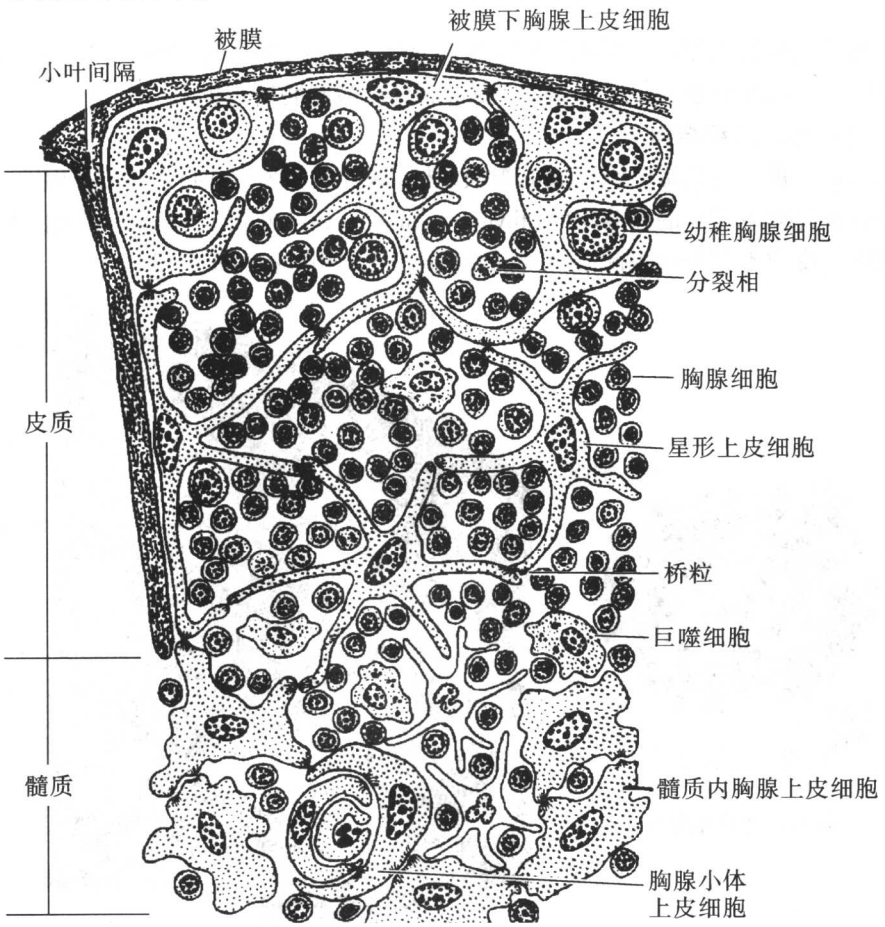


图4-4 胸腺内细胞分布模式图

2. 髓质(medulla)　由大量胸腺上皮细胞和少量成熟的胸腺细胞、交错突细胞、巨噬细胞等构成,着色较浅。髓质的胸腺上皮细胞呈多边形,胞体较大,长突起相互连接成网架,细胞间以桥粒相接,是分泌胸腺素的主要细胞。另一部分胸腺上皮细胞数层至十几层同心圆排列,形成许多大小不等的球形结构,称为胸腺小体(thymic corpuscle)(图4-4)。胸腺小体外层细胞核呈新月形,胞质嗜酸性,细胞间有桥粒,小体中心细胞退化解体,结构不清。胸腺小体的功能不清楚,但缺乏胸腺小体的胸腺不能培育出T细胞。

3. 血-胸腺屏障(blood-thymus barrier)　为血液与胸腺皮质间的屏障结构(图4-5),可以阻止血液内的大分子物质进入胸腺皮质,从而使胸腺皮质的T细胞免受外源性抗原的刺激。血-胸腺屏障主要由以下5层组成:①皮质的连续性毛细血管,其内皮细胞间有紧密连接;②内皮外完整的基膜;③血管周间隙,内含巨噬细胞、周细胞、组织液等;④胸腺上皮细胞基膜;⑤连续的胸腺上皮细胞突起(图4-5)。这种屏障结构使得血液中的大分子物质(抗原物质)很难与胸腺细胞接触,故不引起直接的免疫反应。

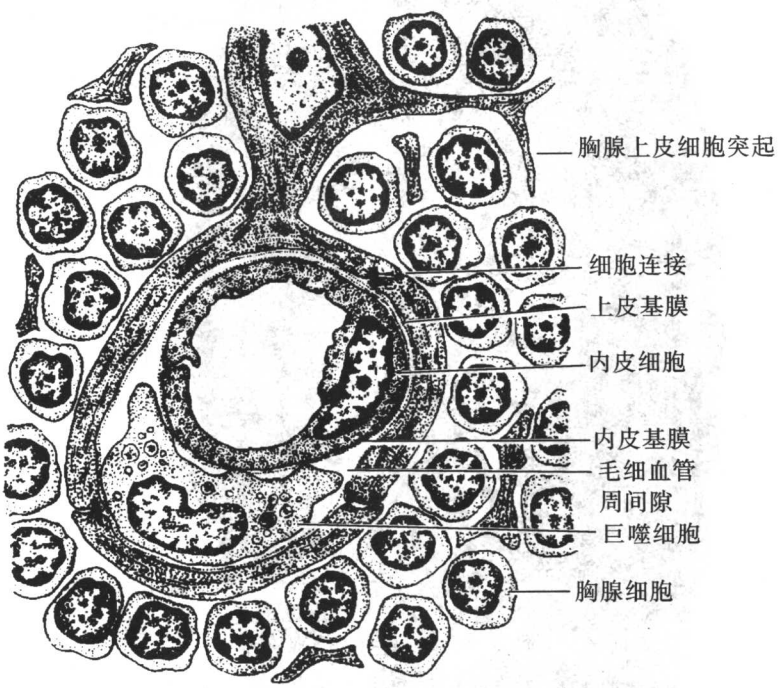


图4-5　血-胸腺屏障模式图

(二)胸腺的功能

胸腺的主要功能:①产生、培育T细胞,并向周围淋巴器官输送;②可以产生多种胸腺激素,即胸腺生成素、胸腺素、胸腺体液因子等,以构成T细胞增殖、分化的微环境。

二、淋巴结

淋巴结(lymph node)是哺乳类动物特有的周围性淋巴器官,也是滤过淋巴和产生免

疫应答的重要器官。

(一)淋巴结的组织结构

淋巴结是周围性淋巴器官,与淋巴管相连通,并沿淋巴管分布在机体淋巴所经过的部位。淋巴结呈椭圆形或豆形,大小不等,直径介于1 ~25 mm之间(图4-6)。

淋巴结表面被覆由较致密的结缔组织构成的被膜。被膜上有多条输入淋巴管,它们穿过被膜进入淋巴结实质。在淋巴结的凹面有淋巴结门(hilus),该处的结缔组织较厚,其中有2~3条输出淋巴管、血管、神经出入。被膜及淋巴结门处的结缔组织随神经、血管深入实质形成小梁(trabecula),构成淋巴结的支架。在小梁之间为不同类型的淋巴组织和淋巴窦。淋巴结的实质可分为皮质和髓质两部分(图4-6)。

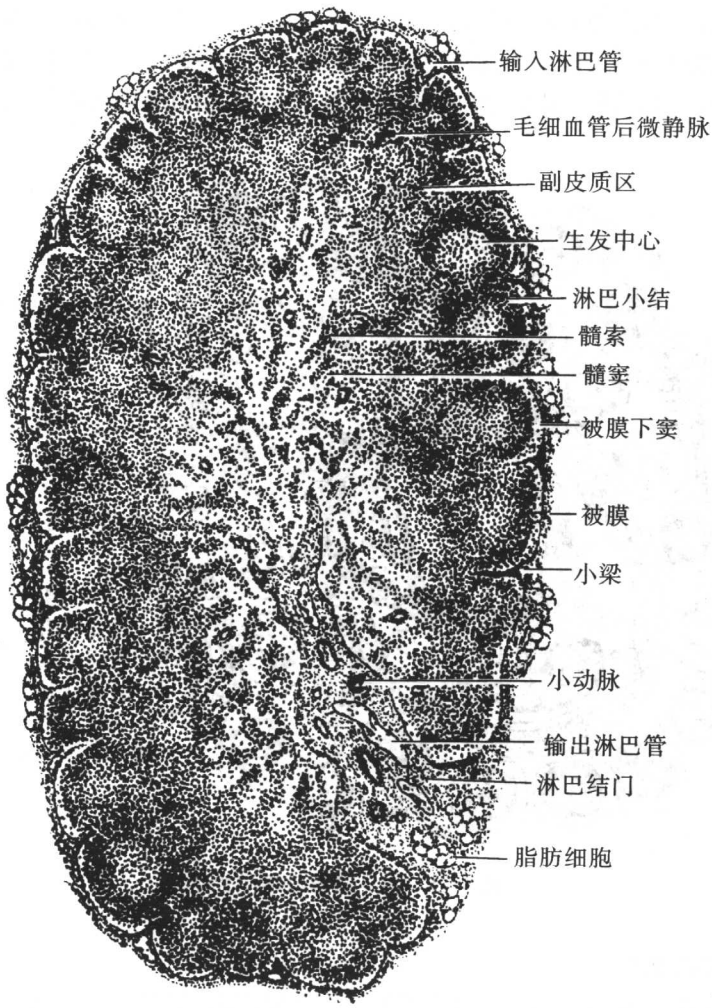


图4-6 淋巴结光镜结构模式图

1. 皮质 位于被膜下方,由浅层皮质(superfacial cortex)、副皮质区(paracortex zone)及皮质淋巴窦(cortical sinus)构成。各部的结构和厚度随免疫功能状态的不同而有很大

变化(图4-7)。

(1)浅质皮质　是邻近被膜处的淋巴组织,主要含B细胞。当受到抗原刺激后,可出现大量的淋巴小结,主要是由B细胞密集而成的球状结构。功能活跃的淋巴小结中心浅染,多见细胞分裂像,称生发中心。生发中心可分为暗区(dark zone)和明区(light zone)。生发中心内侧聚集着大量的大淋巴细胞,染色深,为暗区(图4-7)。大淋巴细胞核染色浅,胞质多、嗜碱性强、染色深,细胞幼稚,分裂能力很强,可不断分裂、增殖、分化为明区的细胞。生发中心外侧聚集着中等淋巴细胞、较多的网状细胞、巨噬细胞和滤泡树突状细胞,故染色较浅,为明区。生发中心周边有一层小淋巴细胞,为中等淋巴细胞继续分裂、增殖、分化,并向小结周边推移所形成,而接近被膜侧的小淋巴细胞常聚集成帽状结构,称小结帽(cap)(图4-7)。小淋巴细胞核染色深,胞质少,且成熟,同时淋巴小结内含较多的巨噬细胞。

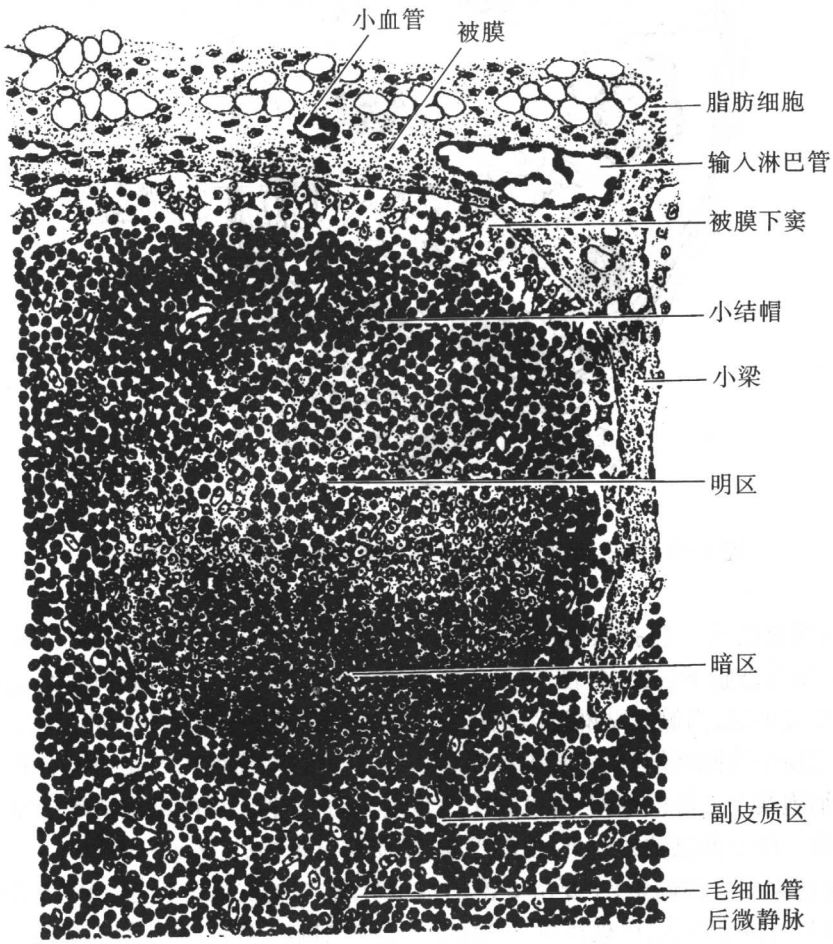


图4-7　淋巴结皮质光镜结构模式图

(2)副皮质区　又称深层皮质,是胸腺依赖区(thymus dependent area)。该区位于皮质、髓质交接处,主要由T细胞组成。副皮质区内有毛细血管后微静脉通过,其结构特点为:管腔明显,内皮呈立方形,可见淋巴细胞出入(图4-8)。此处是血液内淋巴细胞进入淋巴组织的重要通道。

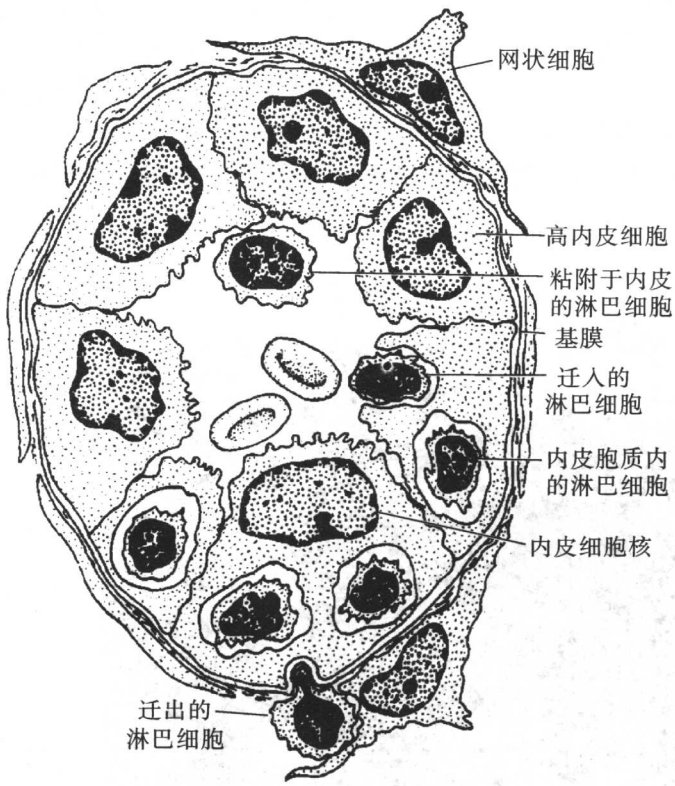


图4-8　淋巴结副皮质区的毛细血管后微静脉光镜结构模式图

(3)皮质淋巴窦　包括被膜下淋巴窦(subcapsular sinus)和小梁周窦(peritrabecular sinus)。主要为被膜下淋巴窦(图4-9),其与输入淋巴管相通。结构特点为:扁平连续的内皮细胞围成窦壁,内侧紧贴淋巴组织;内皮细胞外有薄层基膜和少量的网状纤维;最外面可有一层扁平的网状细胞;窦腔内有网状结缔组织支撑,窦腔内或窦壁上有游离的或附着的巨噬细胞及少量淋巴细胞;淋巴在窦内缓慢流动,有利于巨噬细胞清除抗原。

2. 髓质　位于淋巴结的中央,由淋巴索、髓质淋巴窦构成(图4-10)。

(1)淋巴索　又称髓索,主要由B淋巴细胞组成,与副皮质区相连。淋巴细胞呈索条状分布,相互连接呈网状,此处还可见浆细胞及巨噬细胞。在慢性炎症时,浆细胞增多。

(2)髓质淋巴窦　又称髓窦,与皮质淋巴窦结构相似,但窦腔较宽大,含巨噬细胞较多,故具有较强的滤过作用。

3. 淋巴结内的淋巴通路　淋巴液由输入淋巴管进入被膜下淋巴窦后,部分淋巴液经

窄通道进入髓质淋巴窦，部分经淋巴组织渗入髓质淋巴窦继而汇入输出淋巴管。淋巴液在淋巴窦腔内流动很慢，有利于巨噬细胞吞噬清除细菌、异物或处理抗原。同时，产生的淋巴细胞也可通过淋巴液进入血液循环。

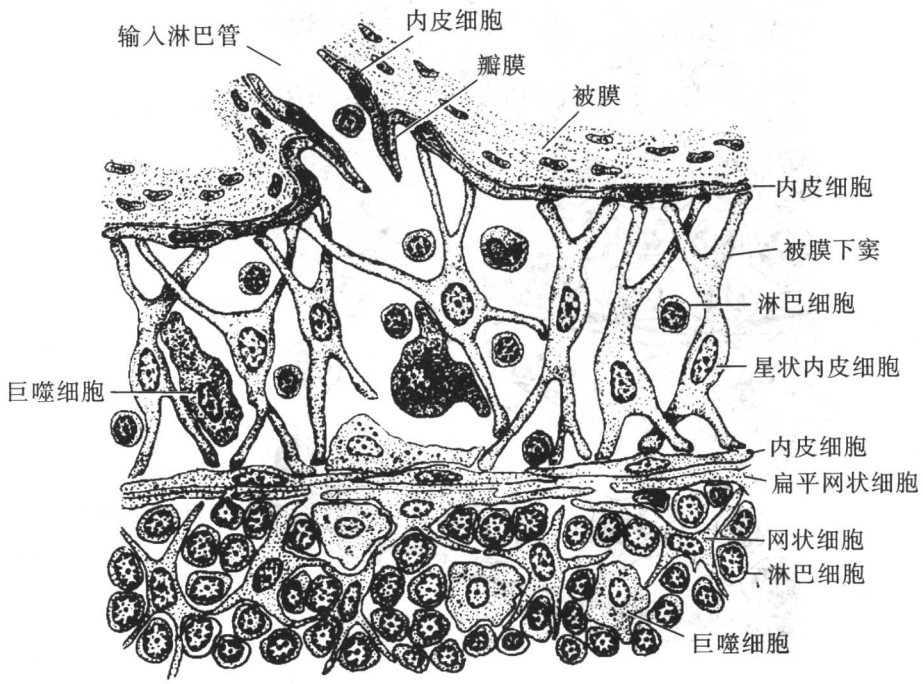


图4－9　被膜下淋巴窦光镜结构模式图

（二）淋巴结的主要功能

1. 滤过淋巴液　当细菌、病毒等抗原物质侵入机体后，很容易进入毛细淋巴管，随淋巴液流入淋巴结。在流经淋巴结的淋巴窦时，窦内的巨噬细胞可以及时地吞噬清除它们，起到防御、保护的作用。

2. 进行免疫应答的场所　淋巴结是重要的免疫应答器官，当抗原物质进入淋巴结后，巨噬细胞和交错突细胞可以识别、捕捉、处理和呈递抗原给T、B细胞，使之转化，并大量增殖和分化，而使局部淋巴结肿大。在淋巴结内，T细胞约占70%，B细胞约占28%，他们在抗原的刺激下淋巴母细胞化，分别参与机体的细胞免疫和体液免疫。在引起体液免疫时，淋巴细胞数量增多、体积增大，生发中心细胞明显，B细胞增多，淋巴索内的浆细胞也增多。在引起细胞免疫时，副皮质区明显扩大，T细胞增多。

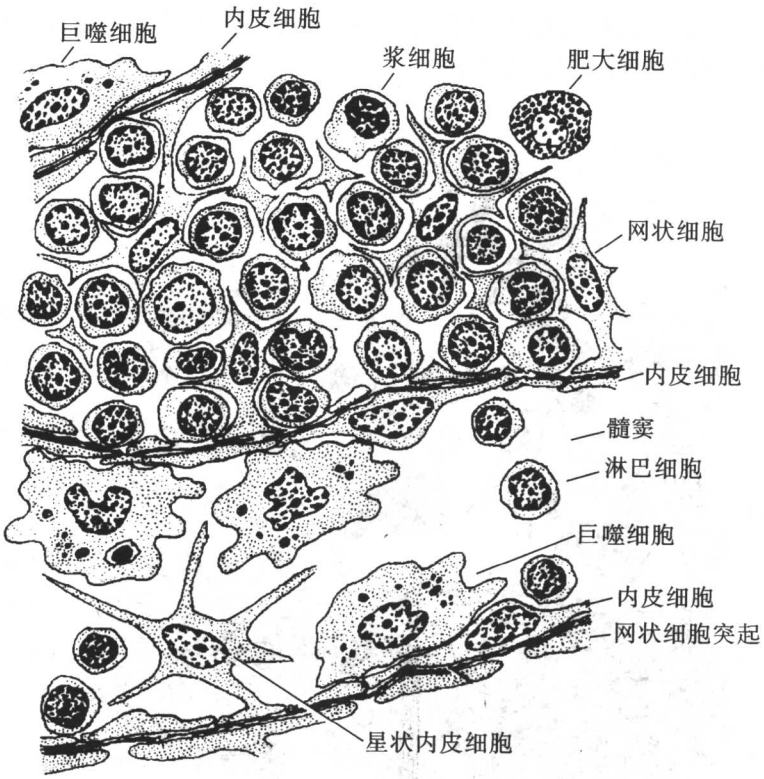


图4-10　淋巴结髓索和髓窦光镜结构模式图

三、脾

脾(spleen)位于血循环的通路上,为人体内最大的周围性淋巴器官。

(一)脾的组织结构

脾的表面被覆被膜,由致密的结缔组织组成,内含丰富的弹性纤维及散在的平滑肌,外覆有间皮。脾的一侧凹陷为脾门,结缔组织较多,并有血管、神经进出。被膜及脾门处的结缔组织深入脾实质形成脾小梁,内含小梁静脉和小梁动脉、神经等。脾小梁在脾实质内相互连接,构成脾的支架。网状结缔组织位于小梁之间构成多孔隙的微细支架,网孔中分布着淋巴细胞、浆细胞、巨噬细胞以及各种血细胞。

脾的实质可分为白髓、红髓和边缘区(图4-11)。

1. 白髓(white pulp)　散在分布于脾的实质中。新鲜的脾切面,可见白髓呈大小不等的灰白色小点状。白髓由密集的淋巴组织构成,沿中央动脉周围分布,又可分为动脉周围淋巴鞘和脾小结。

(1)动脉周围淋巴鞘(periarterial lymphatic sheath)　简称淋巴鞘,由位于中央动脉周围的淋巴组织构成,主要为T细胞,属于胸腺依赖区,同时含有巨噬细胞。

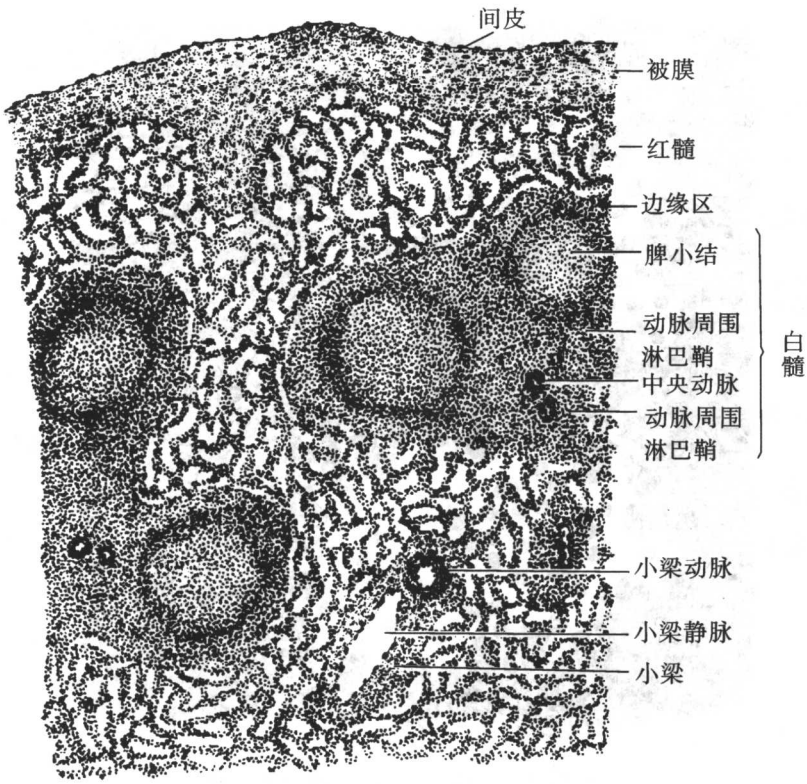


图 4－11　脾光镜结构模式图

(2)脾小结(splenic corpuscle)　即淋巴小结,位于动脉周围淋巴鞘与边缘区之间,大部分嵌入动脉周围淋巴鞘内。其结构与淋巴结的淋巴小结相同,主要为 B 细胞,常有生发中心,同时含有巨噬细胞。

2. 红髓　为除了白髓、脾小梁以外的其他脾的实质结构,占脾实质的 2/3,可分为脾血窦和脾索(图 4－12)。

(1)脾窦(splenic sinusoid)　又称脾血窦,为腔大、不规则的血窦,并相互通连,腔内充满血液。其血窦壁呈栅栏状,由长杆状的内皮细胞沿血窦纵轴排列所构成,有核处胞体突向腔内。细胞间有裂隙,基膜不完整。此结构利于血细胞从脾索进入血窦。细胞质内含有微丝,可调节内皮裂隙大小,另外可见巨噬细胞附着在血窦壁外,常见其伪足伸在裂隙间。

(2)脾索(splenic cord)　为相邻血窦之间的淋巴组织结构,切片观呈不规则的条索状,互连成网。立体观呈海绵网絮状,网状结缔组织构成网架,网孔中含较多 B 细胞、各种血细胞、巨噬细胞和一些浆细胞,这些细胞可以穿过内皮裂隙进入血窦。

3. 边缘区(marginal zone)　为白髓向红髓移行的区域,宽约 100 μm,结构疏松,含有大量的巨噬细胞和一些 T、B 细胞,以 B 细胞较多。该区具有很强的吞噬滤过作用。

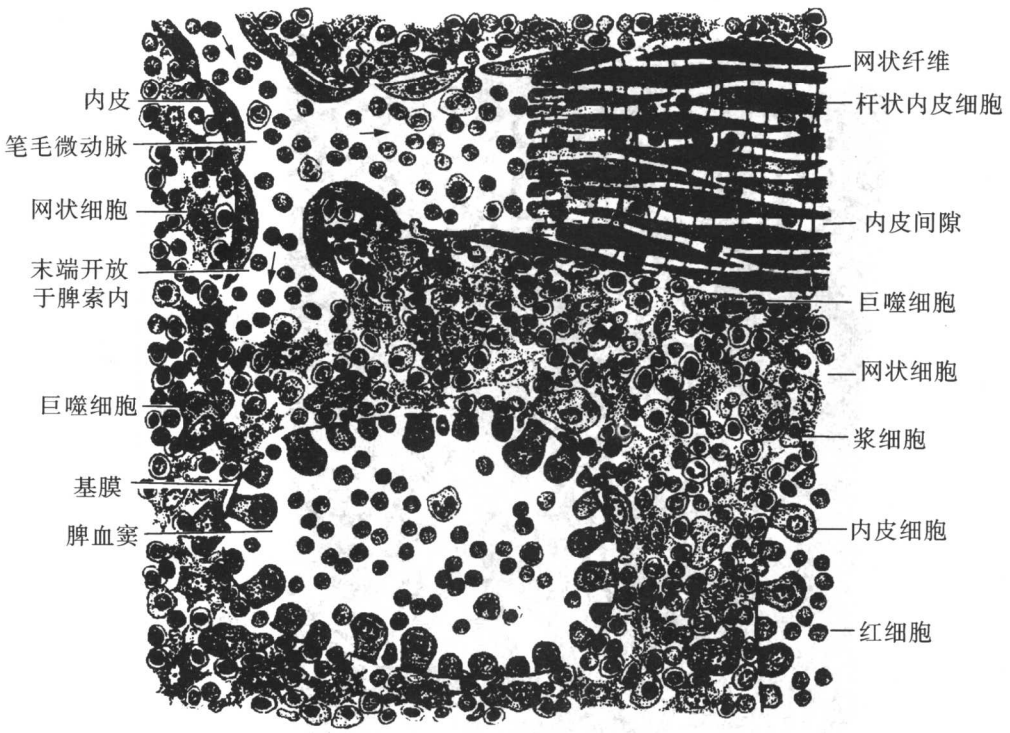


图 4－12　脾索和脾窦光镜结构模式图

（二）脾的血液循环

脾动脉自脾门进入，沿脾小梁分支形成小梁动脉，继续分支离开脾小梁成中央动脉。中央动脉一部分分支形成毛细血管开放于边缘区，一部分离开白髓分支形成笔毛微动脉（其三级分支为髓微动脉、鞘毛细血管和动脉毛细血管）。其毛细血管除一小部分直接与脾血窦连通外，大部分则开放于脾索。血液由脾索经血窦壁进入脾血窦。血窦逐渐汇合成髓微静脉，注入小梁静脉，再经脾静脉出脾门（图 4－13）。

（三）脾的功能

1. 滤过血液　脾内含有大量的巨噬细胞。当血液流经脾的边缘区和脾索时，巨噬细胞可吞噬和清除血液中的病菌、异物、抗原物质、衰老的血细胞和血小板。

2. 造血　脾在胚胎时期就有造血功能，出生后脾逐渐转变为免疫应答器官，具有产生 T、B 细胞的功能。成年人脾中仍有少量的干细胞，因此，当机体大出血或严重贫血时，脾可恢复其造血功能。

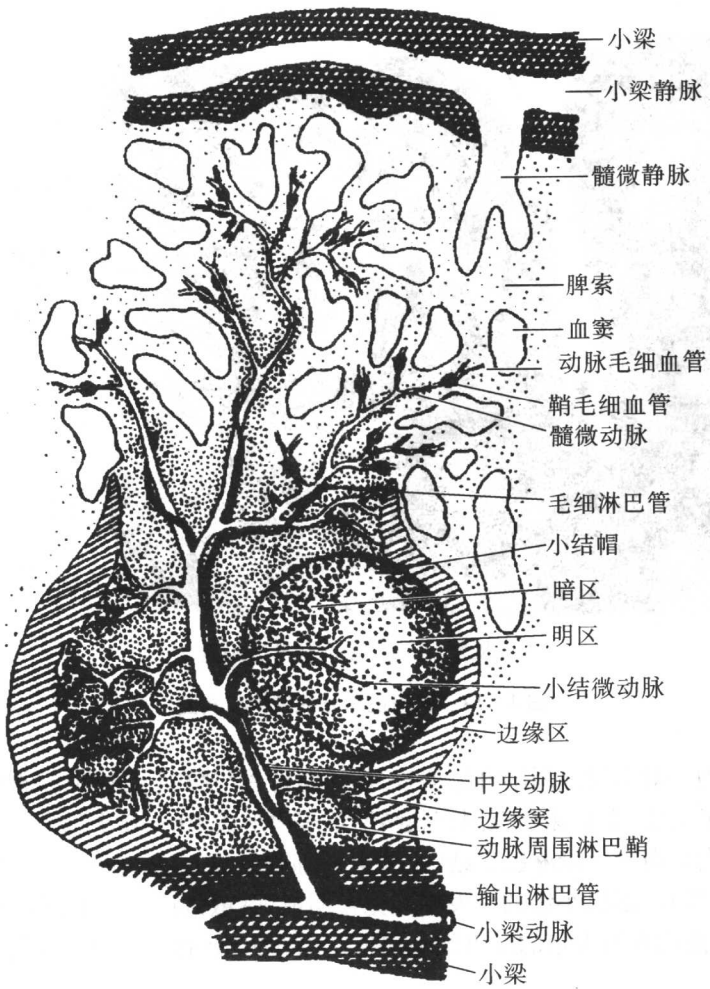


图 4－13　脾血液循环模式图

3. 储存血液　脾血窦、脾索和其他部位可储存约 40 ml 的血液，当脾收缩时可将所储存的血液排出，并加速脾内的血流，使所储存的血液进入血循环。

4. 免疫功能　血液内的淋巴细胞通过淋巴组织进行再循环时有 50% 是通过脾的，因此脾是淋巴细胞再循环的中心。脾内的 T、B 细胞可分别参与细胞免疫和体液免疫。

四、扁桃体

为位于舌根、咽部周围上皮下方邻近外界的周围淋巴器官，包括腭扁桃体、咽扁桃体和舌扁桃体，其中以腭扁桃体最大（图 4－14）。

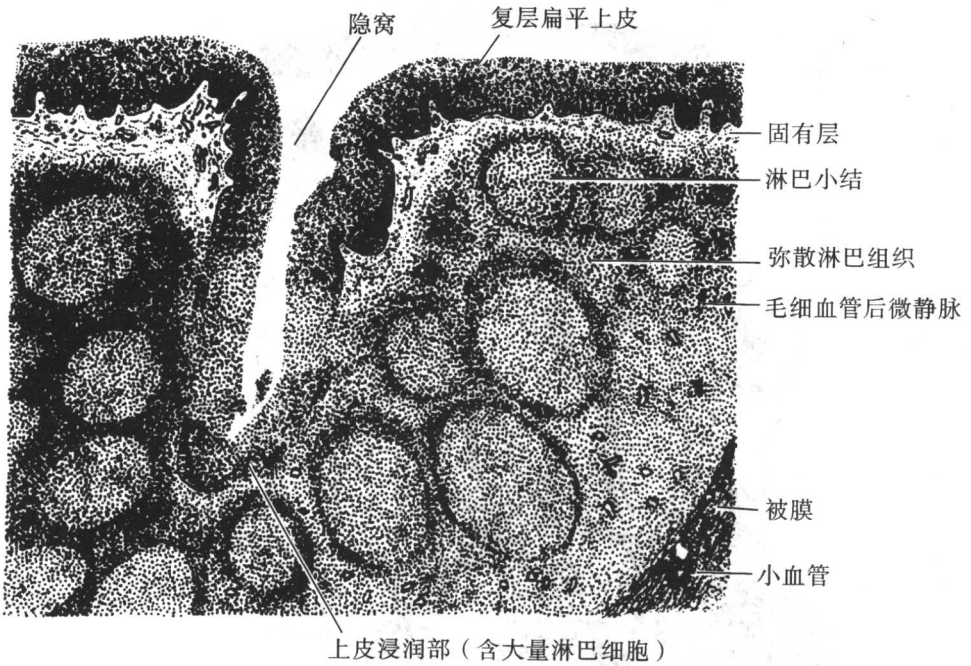


图 4－14　腭扁桃体光镜结构模式图

腭扁桃体为一对实质性周围淋巴器官，位于腭舌弓与腭咽弓之间，呈椭圆形。其粘膜表面为复层扁平上皮，上皮深陷至固有膜结缔组织内形成 10～20 个隐窝。上皮下及隐窝周围结缔组织内分布着大量淋巴小结（主要由 B 细胞组成）及弥散淋巴组织（含 T 细胞、B 细胞、巨噬细胞等）。淋巴小结的生发中心比较明显，弥散淋巴组织的区域也可见毛细血管后微静脉，上皮内常有大量的淋巴细胞侵入。深部为结缔组织被膜，与其他组织无明显的分界。

扁桃体是 T、B 细胞增殖的场所，在此处淋巴细胞直接参与机体的细胞免疫和体液免疫，同时具有很重要的防御保护作用。

人体免疫器官的结构比较见表 4－3。

表 4－3　免疫器官的结构比较

名称	胸腺	淋巴结	脾	腭扁桃体
被　膜	薄层结缔组织，伸入实质形成小叶间隔	薄层致密结缔组织，伸入实质形成小梁	较厚的致密结缔组织，内含平滑肌，表面有间皮，伸入实质形成小梁	表面为复层扁平上皮，深部为致密结缔组织
实　质	胸腺小叶，分皮质和髓质	皮质和髓质	白髓、边缘区和红髓	陷窝周围为淋巴小结，深部为弥散淋巴组织

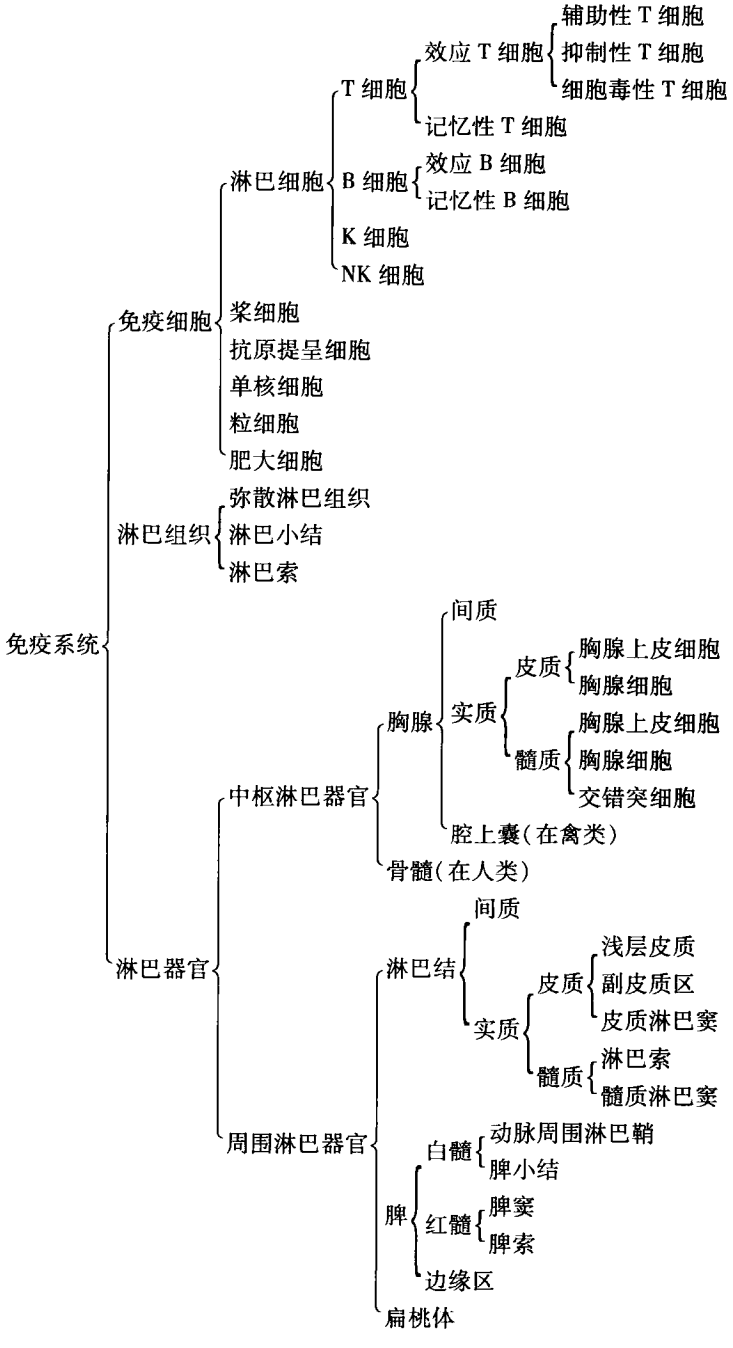
续表 4－3

名称	胸腺	淋巴结	脾	腭扁桃体
胸腺小体	有，髓质内	无	无	无
淋巴小结	无	有(B 细胞)	有(B 细胞)	有(B 细胞)
胸腺依赖区		副皮质区(T 细胞)	动脉周围淋巴鞘(T 细胞)	弥散淋巴组织
边缘区	无	无	有	无
淋巴索	无	髓索(B 细胞)	脾索(B 细胞)	无
淋巴窦	无	皮质、髓质淋巴窦	无	无
血　窦	无	无	脾血窦	无
窦内容物	无	淋巴液、网状组织、巨噬细胞	血液	无
功　能	分泌多种激素、培育 T 细胞	免疫应答、过滤淋巴液	滤血、造血、储血、免疫	局部免疫应答

【思考题】

1. 淋巴细胞分哪几种，并简述各种淋巴细胞的主要功能。
2. 简述免疫组织的分类及其结构特点和主要功能。
3. 试述淋巴结的结构与功能。
4. 试述脾的结构与功能。

知识概要


免疫系统
免疫细胞
淋巴细胞
T 细胞
效应 T 细胞
辅助性 T 细胞
抑制性 T 细胞
细胞毒性 T 细胞
记忆性 T 细胞
B 细胞
效应 B 细胞
记忆性 B 细胞
K 细胞
NK 细胞
浆细胞
抗原提呈细胞
单核细胞
粒细胞
肥大细胞
淋巴组织
弥散淋巴组织
淋巴小结
淋巴索
淋巴器官
中枢淋巴器官
胸腺
间质
实质
皮质
胸腺上皮细胞
胸腺细胞
髓质
胸腺上皮细胞
胸腺细胞
交错突细胞
腔上囊(在禽类)
骨髓(在人类)
周围淋巴器官
淋巴结
间质
实质
皮质
浅层皮质
副皮质区
皮质淋巴窦
髓质
淋巴索
髓质淋巴窦
脾
白髓
动脉周围淋巴鞘
脾小结
红髓
脾窦
脾索
边缘区
扁桃体

（齐云飞）

第五章　内分泌系统

内分泌系统(endocrine system)主要是由一些具有内分泌功能的细胞组成。其在体内的存在形式有三种:①独立组成内分泌器官,又称内分泌腺,包括甲状腺、甲状旁腺、肾上腺、垂体、松果体等;②位于其他器官内的内分泌组织,如胰腺中的胰岛、卵巢中的黄体、睾丸中的间质细胞等;③散在分布的内分泌细胞,如 APUD 系统的细胞,分布于胃肠道、呼吸道、泌尿生殖管道、中枢神经系统等处。内分泌系统是机体重要的功能调节系统。本章仅叙述甲状腺、甲状旁腺、肾上腺、垂体、松果体等内分泌腺,内分泌组织和内分泌细胞在有关章节内叙述。

内分泌腺表面有薄层结缔组织被膜,其组织结构有以下共同特点:①腺细胞排列成索状、网状、团状或围成滤泡状;②腺组织中有丰富的毛细血管和毛细淋巴管;③内分泌腺无导管。内分泌细胞的分泌物,称激素(hormone),通过血液循环周流全身,作用于其他部位的器官、组织或细胞。能接受激素刺激的器官、组织或细胞称为该激素的靶器官、靶组织或靶细胞。有的激素可直接作用于邻近的细胞,称旁分泌。

一、甲状腺

甲状腺(thyroid gland)是人体内最大的内分泌腺。甲状腺的表面有一层结缔组织被膜,深入腺实质将甲状腺分成许多大小不等、界限不清的小叶,每个小叶内有 20～40 个滤泡(彩图 12),滤泡构成甲状腺实质。滤泡间有少量结缔组织、丰富的毛细血管及滤泡旁细胞,构成甲状腺间质(图 5－1)。

(一)滤泡

滤泡(follicle)大小不等,呈圆形、椭圆形或不规则形,主要由滤泡上皮细胞围成,腔内充满由上皮细胞分泌的均质状胶质,在 HE 染色切片上呈红色。

滤泡上皮细胞通常呈立方形,核位于中央,可因其功能状态不同而变化。甲状腺功能旺盛时,细胞变高呈柱状;功能低下时,滤泡上皮细胞变矮呈扁平状。电镜下,滤泡细胞的游离面有少量微绒毛,胞质内有发达的粗面内质网,线粒体和溶酶体也较多,核上部有高尔基复合体(图 5－2)。

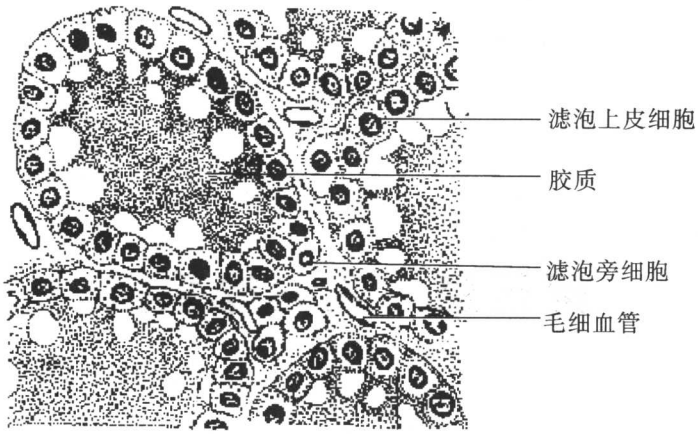


图5-1 甲状腺

滤泡上皮细胞能合成和分泌甲状腺激素，甲状腺激素的形成要经过合成、贮存、碘化、重吸收、分解和释放等过程。滤泡上皮细胞首先从血中摄取酪氨酸等氨基酸，在粗面内质网合成甲状腺球蛋白前体，运输至高尔基复合体内加工形成分泌颗粒，然后再以胞吐的方式排到滤泡腔内储存。此外，滤泡上皮细胞基底面细胞膜上的碘泵，可从血中摄取碘离子，在细胞内使其活化后，从细胞游离面进入滤泡腔，与甲状腺球蛋白前体结合形成碘化甲状腺球蛋白，在腺垂体分泌的促甲状腺激素的作用下，滤泡上皮细胞将碘化的甲状腺球蛋白重新吸收入胞质内，由溶酶体将其分解形成甲状腺素，即大量的四碘甲腺原氨酸(T_4)和少量的三碘甲腺原氨酸(T_3)，经细胞基底部释放入毛细血管(图5-2)。

甲状腺素的主要功能是促进机体的新陈代谢和生长发育，提高神经系统的兴奋性。甲状腺功能低下，甲状腺素减少，在婴幼儿可引起呆小症，在成人则发生黏液性水肿；甲状腺功能过高，可导致甲状腺功能亢进(甲亢)。

【知识卡片】

甲状腺激素对生长发育的影响

在人类，甲状腺激素对维持正常生长发育，尤其对骨骼和脑的发育最为重要。需要注意的是，在胚胎时骨的生长并非必需甲状腺激素，所以患先天性甲状腺发育不全的胎儿，出生时身高可以基本正常，但脑的发育已受到不同程度的影响，在出生后数周至3~4个月就会表现出明显的智力障碍和生长缓慢。所以，在缺碘地区预防呆小病的发生，应在妊娠期注意补充碘，治疗呆小病必须抓紧时机，在出生后3个月内补给甲状腺素，过迟则难以奏效。

(二)滤泡旁细胞

滤泡旁细胞(parafollicular cell)数量较少，位于滤泡之间的结缔组织内或滤泡壁上，在HE染色切片上，细胞呈卵圆形，胞体较大，胞质染色淡。银染可见基底部胞质内有嗜银颗粒。

滤泡旁细胞分泌降钙素。降钙素的主要作用是增强成骨细胞的活性，减少破骨细胞的数量，使血钙浓度降低，与甲状旁腺素共同维持血钙的平衡。

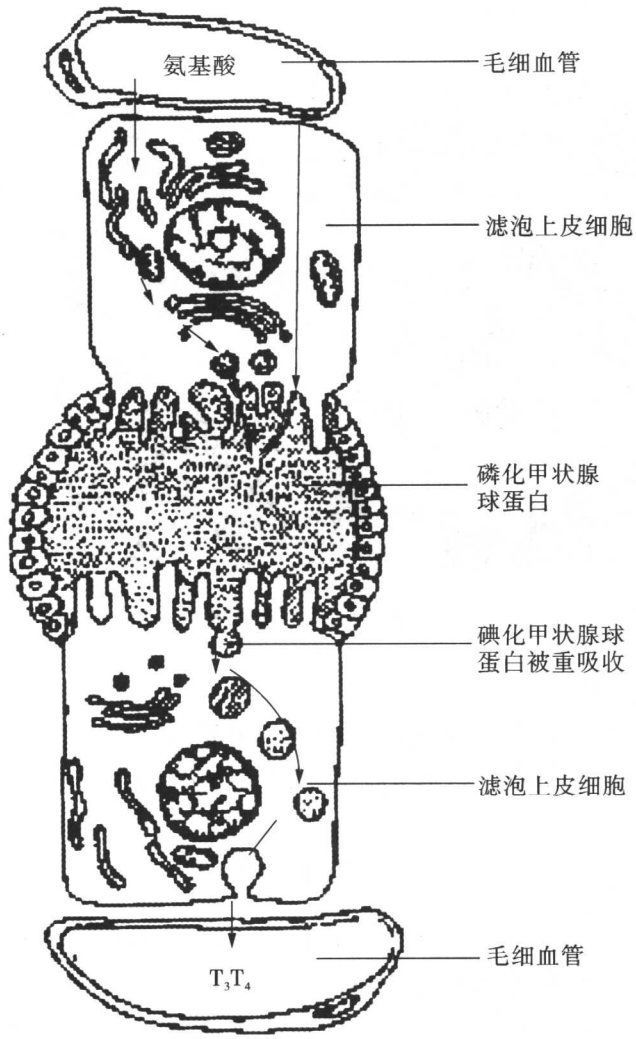


图 5－2　甲状腺素合成、分泌模式图

二、甲状旁腺

甲状旁腺（parathyroid gland）呈棕黄色的扁椭圆形小体，大如黄豆，腺体外面有结缔组织被膜，被膜结缔组织伸入实质，内有神经、毛细血管构成间质。腺实质由腺细胞构成，细胞排列成团索状。甲状旁腺的腺细胞分主细胞和嗜酸性细胞两种。

（一）主细胞

主细胞数量多，是构成甲状旁腺的主要细胞，细胞呈圆形或多边形，界限清楚，胞质

浅，核圆形位于细胞中央（图5-3）。主细胞分泌甲状旁腺素。甲状旁腺素增强破骨细胞的活性，使骨质溶解，并能促进小肠和肾小管对钙的吸收，使血钙升高。甲状旁腺功能亢进时，可致骨质疏松，容易发生骨折。甲状腺手术时，注意保留甲状旁腺，以免造成血钙浓度降低，引起肌肉抽搐，甚至死亡。

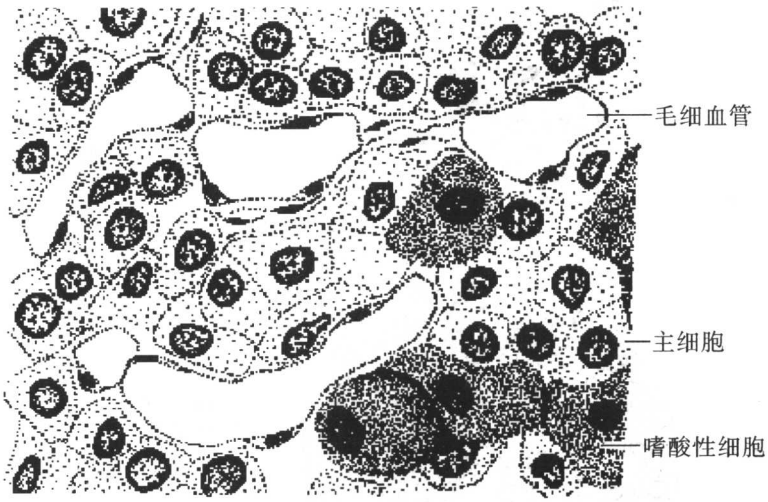


图5-3　甲状旁腺

（二）嗜酸性细胞

从青春期开始，甲状旁腺内出现嗜酸性细胞，其数量较少，单个或成群分布于主细胞之间。细胞呈多边形，体积较大，胞质内充满嗜酸性颗粒。该细胞功能目前尚不清楚（图5-3）。

三、肾上腺

肾上腺（suprarenal gland）表面包有结缔组织被膜，少量结缔组织伴随血管和神经进入实质内，分布在细胞团、索之间构成间质，实质由周围的皮质和中央的髓质两部分构成。皮质位于外周，约占肾上腺体积的80%～90%，腺细胞具有分泌类固醇激素的结构特点；髓质位于中央，约占肾上腺体积的10%～20%，腺细胞具有分泌含氮类激素的结构特点。

（一）皮质

皮质由外向内分成三个带：球状带、束状带和网状带。三个带之间无明显的分界（图5-4）。

1. 球状带（zone glomerulosa）　较薄，位于被膜下方。细胞较小，排列呈球形或椭圆形，胞质弱嗜酸性，内含少量脂滴。球状带细胞分泌盐皮质激素，如醛固酮等。盐皮质激素的主要作用是促进肾远曲小管和集合管对钠离子的重吸收和钾离子的排出，对调节机体内电解质和水平衡起着十分重要的作用。

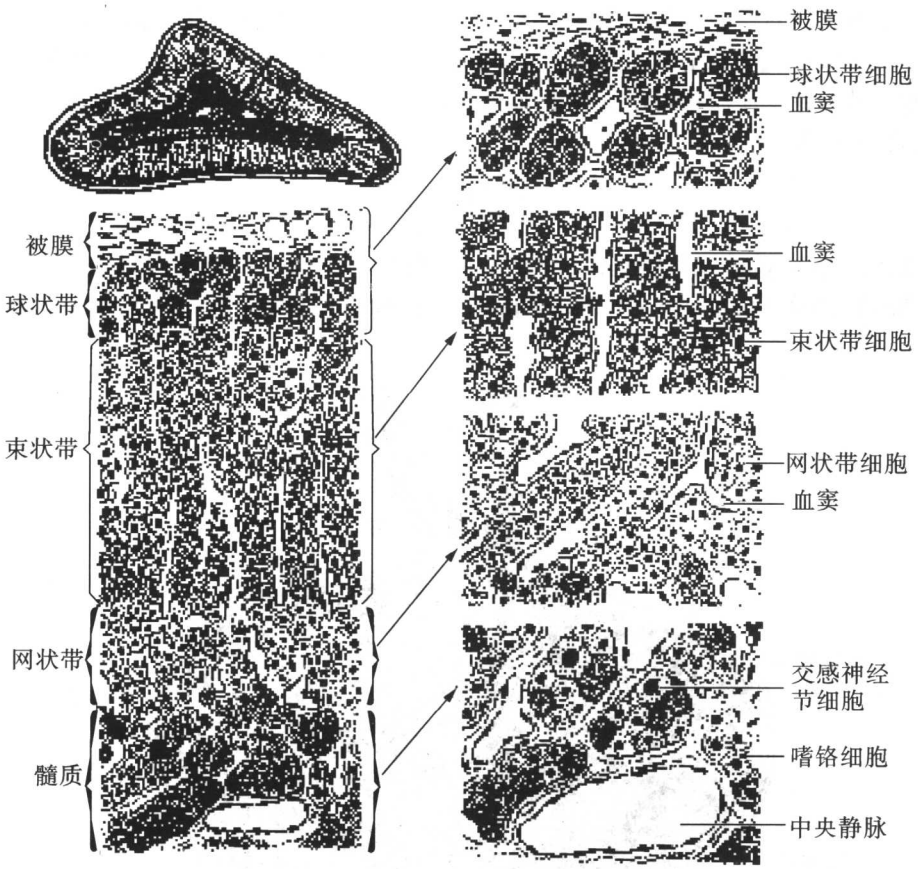


图 5－4　肾上腺

2. 束状带(zone fasciculata)　最厚,位于球状带的深面。细胞较大,呈多边形,界限清楚,排列成束,胞质内有大量脂滴,在制作切片中脂滴被溶解,故 HE 染色细胞呈空泡状。束状带细胞分泌糖皮质激素,主要是皮质醇。糖皮质激素的主要作用是促进蛋白质和脂肪分解并转变为糖,还有抑制免疫应答和抗炎作用。

3. 网状带(zone reticularis)　位于皮质最深面。细胞较小,形状不规则,界限不清楚,细胞排列成索,并互相连接成网,胞质内常有脂褐素和少量脂滴。网状带细胞主要分泌性激素,以雄激素为主,也可产生少量雌激素和糖皮质激素。

(二)髓质(adrenal medulla)

主要由髓质细胞组成,细胞体积较大,呈圆形或多边形,胞质嗜碱性,铬盐染色,胞质内可见棕黄色颗粒,故又称嗜铬细胞。髓质细胞排列成索状,索与索之间有丰富的毛细血管、无髓神经纤维和少量交感神经节细胞。髓质细胞根据分泌颗粒内所含激素不同,分为肾上腺素细胞和去甲肾上腺素细胞,分别分泌肾上腺素和去甲肾上腺素,前者使心率加快,后者可使血压增高(图 5－4)。

（三）肾上腺皮质与髓质的功能联系

肾上腺皮质对髓质细胞的激素生成有很大的影响。这是由于肾上腺动脉的分支大部分先进入皮质形成窦状毛细血管网，然后才进入髓质，流经髓质的血液中含有皮质所分泌的激素。其中糖皮质激素可增强肾上腺素细胞内 N－甲基转移酶的活性，使去甲肾上腺素变为肾上腺素。

四、垂　体

垂体（hypophysis）又称脑垂体，位于颅中窝蝶骨体上面的垂体窝内，借漏斗连于下丘脑。椭圆形，灰红色，重 0.6～0.7 g。由腺垂体和神经垂体组成（图 5－5）。

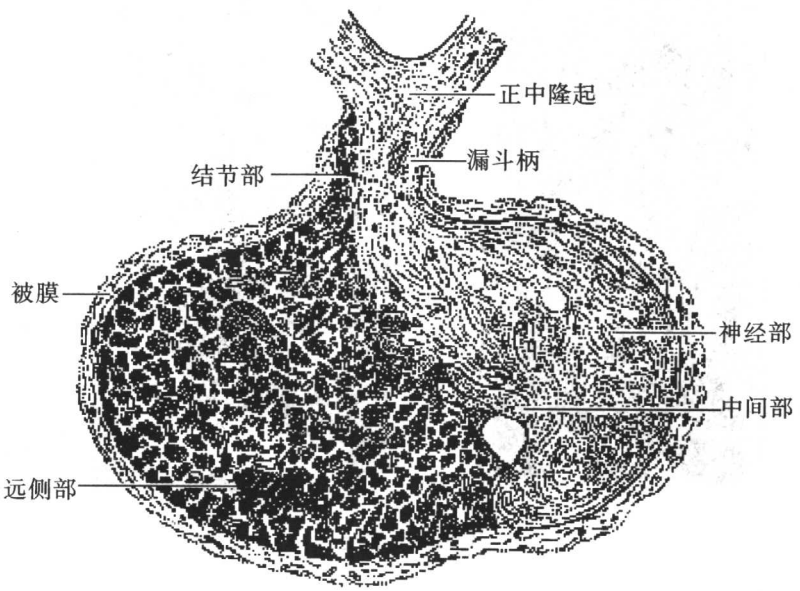


图 5－5　垂体（矢状切面）

（一）腺垂体

腺垂体（adenohypophysis）是垂体的主要部分，约占垂体的 75%，包括远侧部、中间部和结节部。

1. 远侧部

远侧部最大，腺细胞排列成团或索状，腺细胞按染色不同分为嗜酸性细胞、嗜碱性细胞和嫌色细胞三种（图 5－6）。

（1）嗜酸性细胞　数量较多、体积较大，圆形或多边形，胞质内充满嗜酸性颗粒，包括催乳激素细胞和生长激素细胞。前者分泌催乳激素，促进乳腺发育和乳汁分泌。后者分泌生长激素，促进机体的生长和代谢，促进骨骼增长，如分泌过盛，在幼年引起巨人症，成人则发生肢端肥大症；如儿童时期生长激素分泌不足，可引起侏儒症。

（2）嗜碱性细胞　数量较少、椭圆形或多边形，胞质内含有嗜碱性颗粒。包括①促甲

状腺激素细胞，分泌促甲状腺激素，促进甲状腺激素的合成和释放。②促性腺激素细胞，分泌卵泡刺激素和黄体生成素，卵泡刺激素在女性可促进卵泡发育，在男性促进精子发生；黄体生成素在女性可促进卵巢排卵和黄体形成，在男性则刺激睾丸间质细胞分泌雄激素，故又称间质细胞刺激素。③促肾上腺皮质激素细胞，分泌促肾上腺皮质激素，主要促进肾上腺皮质分泌糖皮质激素。

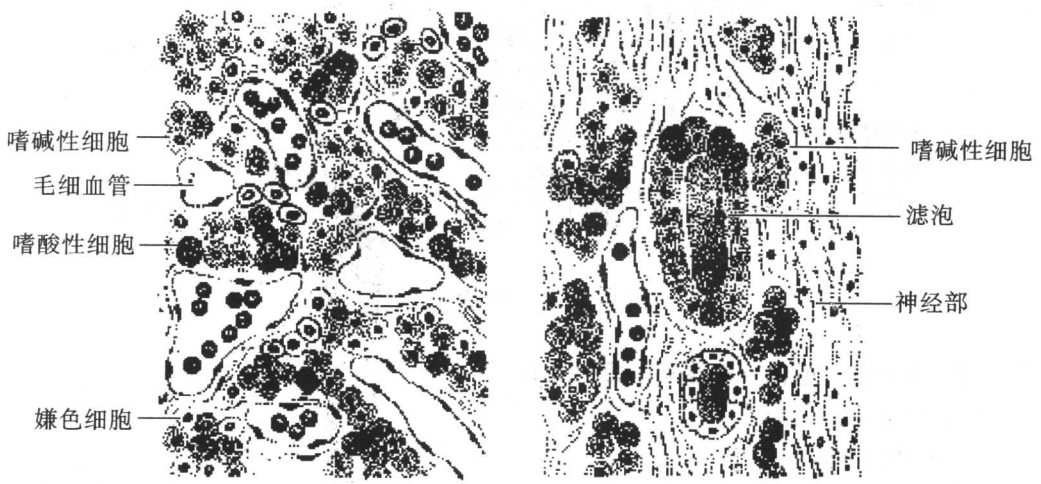


图 5－6　垂体的远侧部及中间部

（3）嫌色细胞　数量最多，体积小，胞质少，着色浅，细胞轮廓不清。绝大部分嫌色细胞含少量分泌颗粒，故认为它们多数是嗜酸性细胞或嗜碱性细胞的前体细胞，或为嗜酸性细胞或嗜碱性细胞的脱颗粒状态。

2. 中间部

中间部位于远侧部与神经部之间的狭长区，有大小不等的滤泡，滤泡腔内含有胶质。滤泡周围有一些散在的嫌色细胞和嗜碱性细胞。人类中间部不发达。

3. 结节部

结节部包绕神经垂体的漏斗（图 5－5），前方较厚，后方较薄或缺如。有丰富的纵行毛细血管。腺细胞呈索状排列，主要为嫌色细胞，也有少量嗜酸性细胞和嗜碱性细胞。

（二）神经垂体

神经垂体包括正中隆起、漏斗和神经部，各部由无髓神经纤维、垂体细胞和丰富的毛细血管组成。垂体细胞即神经胶质细胞，形态多样，胞体内常含褐色的色素颗粒。垂体细胞对神经纤维有支持、营养作用，并可能调节激素的释放。HE 切片上可见由下丘脑视上核和室旁核分泌的激素经轴突运输，沿途聚集形成的嗜酸性团块，称赫令体（Herring body）（图 5－7）。

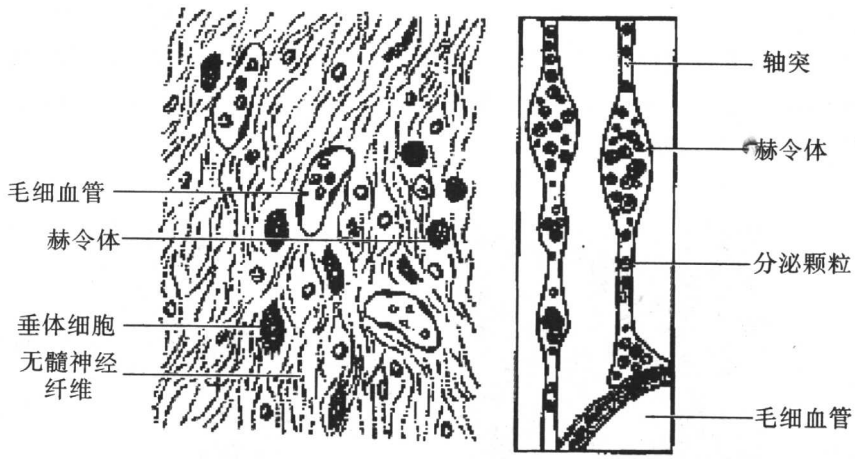


图5-7 神经垂体

(三)下丘脑-垂体-靶器官的相互关系

1. 下丘脑与腺垂体的关系

(1)垂体门脉系统

下丘脑与腺垂体的联系是通过垂体门脉系统实现的(图5-8)。腺垂体的血液供应主要来自于大脑动脉环发出的垂体上动脉,在漏斗处形成第一级毛细血管网,继而入结节部汇集成数条垂体门微静脉,下行至远侧部再度形成窦状毛细血管网,称第二级毛细血管网。垂体门微静脉及两端的毛细血管网共同构成垂体门脉系统。

(2)下丘脑对腺垂体的调节

下丘脑的弓状核等核团分泌的激素,对腺细胞分泌起促进作用的,称释放激素;反之,称释放抑制激素。激素经轴突运输到漏斗处,释放入第一级毛细血管网,经垂体门脉系统进入腺垂体。下丘脑与腺垂体虽无结构上的直接联系,但由下丘脑所产生的激素调节腺垂体的分泌,而腺垂体分泌的各种激素又可调节相应靶器官的分泌和功能活动;反过来,靶细胞所分泌的激素和其他物质,又可反馈性地调节腺垂体和下丘脑的分泌,称反馈性调节。机体通过这种双向调节维持内环境的稳定和正常的生理功能。

2. 下丘脑与神经垂体关系

下丘脑视上核和室旁核神经元的轴突经漏斗进入神经部,构成该部的无髓神经纤维。神经元胞体分泌的激素经轴突运输过程中常形成赫令体。其中视上核合成加压素,又称抗利尿素(ADH),可使尿量减少,还可使小血管平滑肌收缩,血压升高;室旁核分泌催产素,使子宫收缩加速分娩,并促进乳腺分泌。神经垂体是贮存和释放下丘脑所形成激素的部位,二者在结构和功能上有着直接联系,共同组成下丘脑神经垂体系(图5-8)。

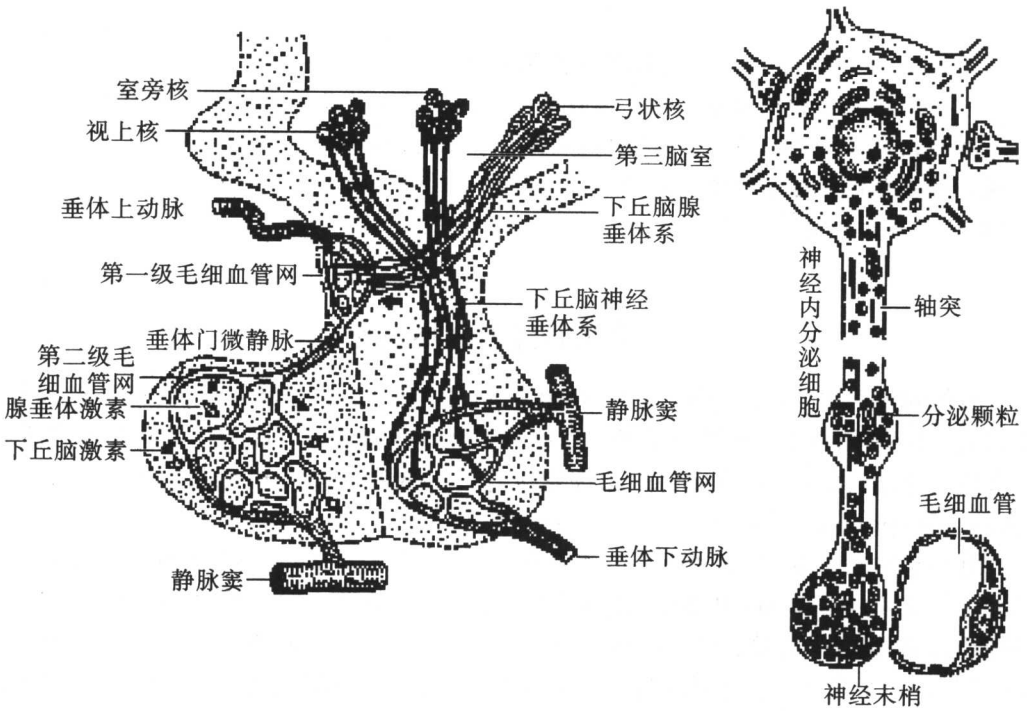


图 5－8　垂体的血管分布及其与下丘脑的关系

五、松果体

松果体呈扁圆锥形，以细柄连于第三脑室顶。松果体表面包以软膜，软膜结缔组织伴随血管伸入腺实质，将实质分为许多小叶。小叶主要由松果体细胞、神经胶质细胞和无髓神经纤维等组成。

松果体细胞（pinealocyte）与神经内分泌细胞类似。在 HE 染色切片中，胞体呈圆形或不规则形，核大，胞质少，弱嗜碱性。在银染色切片中，可见细胞具有突起，长而粗的突起多终止在血管周围，短而细的突起终止在邻近细胞之间。电镜下，松果体细胞内线粒体和游离核糖体较多，高尔基复合体较发达，可见少量粗面内质网和滑面内质网，胞质内还常见小而圆的分泌颗粒。松果体细胞分泌褪黑素（melatonin），褪黑素参与调节机体的昼夜生物节律、睡眠、情绪等生理活动并具有抑制生殖腺发育的效应。在成人的松果体内常见脑砂，是松果体细胞分泌物钙化而形成的。

【知识卡片】

人体内的生物钟——松果体

松果体是一种椭圆形小体。人的松果体能合成分泌多种生物胺和肽类物质，调节神经内分泌和生殖系统，而这种调节具有很强的生物节律性，并与光线的强度有关。松果体细胞分泌的褪黑激素参与调节机体的昼夜生物节律、睡眠、情绪等生理活动，是人体内的生物钟。

六、弥散神经内分泌系统

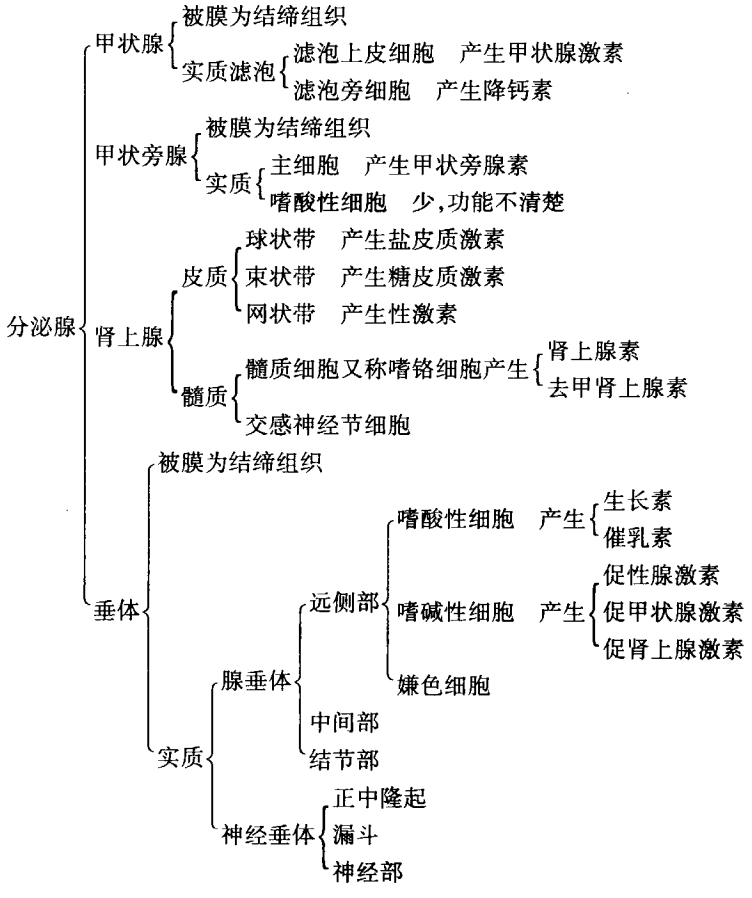
机体内除上述内分泌腺外，其他器官还存在大量散在的内分泌细胞，它们分泌多种激素和激素样物质，调节机体生理活动。这些细胞都具有通过摄取胺前体并在细胞内脱羧后合成和分泌胺的特点，我们将这些细胞统称为摄取胺前体脱羧细胞（amine precursor uptake and decarboxylation cell，简称 APUD 细胞）。

近年来发现许多 APUD 细胞不仅产生胺，而且还产生肽；还发现神经系统内的许多神经元也合成和分泌与 APUD 细胞相同的胺和（或）肽类物质。因此将这些具有分泌功能的神经元和 APUD 细胞统称弥散神经内分泌系统（ diffuse neuroendocrine system，DNES）。DNES 把神经系统和内分泌系统统一起来构成一个整体，共同调节机体生理活动的平衡。

【思考题】

1. 简述甲状腺的结构和功能。
2. 简述肾上腺的结构和功能。
3. 说出腺垂体和神经垂体的功能。

知识概要


分泌腺
甲状腺
被膜为结缔组织
实质滤泡
滤泡上皮细胞　产生甲状腺激素
滤泡旁细胞　产生降钙素
甲状旁腺
被膜为结缔组织
实质
主细胞　产生甲状旁腺素
嗜酸性细胞　少，功能不清楚
肾上腺
皮质
球状带　产生盐皮质激素
束状带　产生糖皮质激素
网状带　产生性激素
髓质
髓质细胞又称嗜铬细胞产生
肾上腺素
去甲肾上腺素
交感神经节细胞
垂体
被膜为结缔组织
实质
腺垂体
远侧部
嗜酸性细胞　产生
生长素
催乳素
嗜碱性细胞　产生
促性腺激素
促甲状腺激素
促肾上腺激素
嫌色细胞
中间部
结节部
神经垂体
正中隆起
漏斗
神经部

（刘红敏）

第六章　感觉器

第一节　眼

眼为视觉器官，包括眼球和眼附属器官（眼睑、结膜、泪腺等），能感受光和颜色的刺激，经视神经传至大脑的视觉中枢，产生视觉。眼球分为眼球壁和眼球内容物两部分（图6－1）。

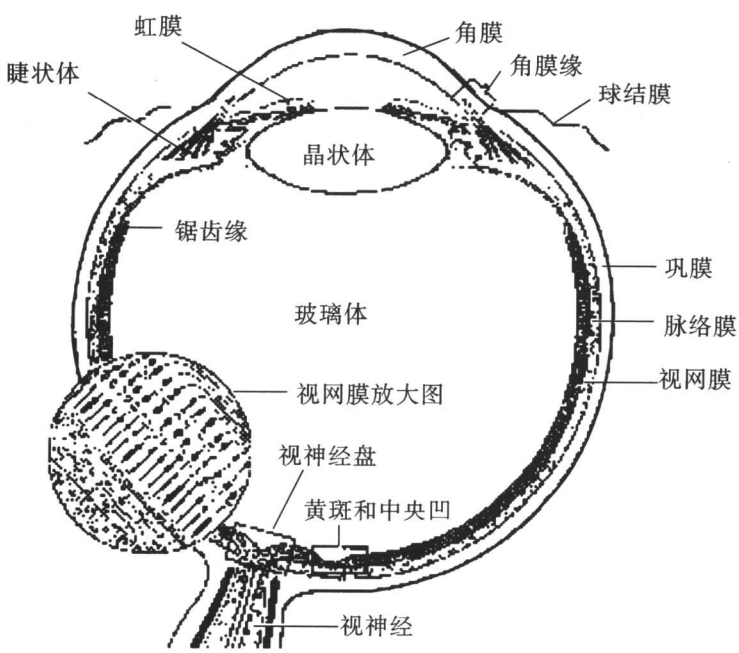


图6－1　眼球结构模式图

一、眼球壁

眼球壁由外向内依次分为纤维膜、血管膜和视网膜三层。

（一）纤维膜

纤维膜（fibrous tunica）构成眼球壁的最外层，由致密结缔组织构成，前1/6为角膜，后5/6为巩膜，两者交界移行处为角膜缘。

1. 角膜（cornea）　角膜呈无色透明的圆盘状，有弹性，稍向前凸，边缘与巩膜相连。角膜的组织结构由前向后分为五层（图6-2）。

①角膜上皮　为未角化的复层扁平上皮，由5~6层排列整齐的细胞组成。最表层细胞有微皱褶，有固定表面泪液膜的作用。基层细胞内无色素，有旺盛的分裂能力，角膜上皮损伤后修复较快。上皮内有丰富的游离神经末梢，因此角膜感觉十分敏锐。故角膜发生炎症时，疼痛剧烈。

②前界膜　是一层透明的均质膜，厚约10~16 μm，主要由胶原纤维和基质组成，损伤后不能再生。

③角膜基质　又称角膜固有层，约占角膜全厚的90%，内有许多平行排列的胶原纤维，相邻层的纤维垂直排列。基质中富含硫酸软骨素、硫酸角质素和水等。

④后界膜　为一透明均质膜，较前界层薄，也由胶原纤维和基质组成。

⑤ 角膜内皮　为单层扁平上皮，能合成分泌蛋白质，参与后界膜的更新和代谢。

角膜由多层结构组成，其内无血管分布，角膜的营养靠房水和角膜缘的血管渗透供给。

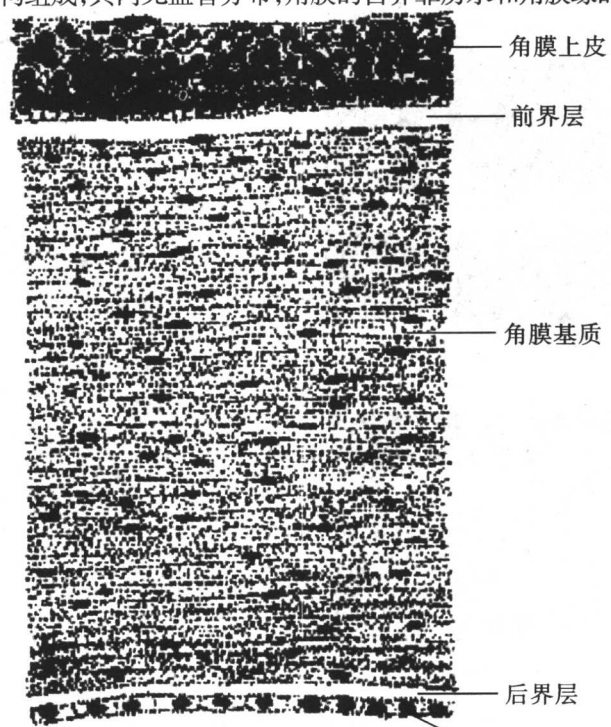


图6-2　角膜

2. 巩膜(sclera)　由致密结缔组织构成,坚韧不透明,呈乳白色,对眼球有支持、保护作用。角膜与巩膜移行处称角膜缘,外表面有球结膜的起始部附着,内侧部有巩膜静脉窦,是房水循环的重要结构。

(二)血管膜(vascular tunica)

又称色素膜,由富含血管和色素细胞的结缔组织构成。自前向后分为虹膜、睫状体和脉络膜三部分。

1. 虹膜(iris)　虹膜的组织结构自前向后分为如下三层。①前缘层:与角膜上皮相续,由一层不连续的成纤维细胞和色素细胞构成。②虹膜基质:为疏松结缔组织,含有丰富的血管和色素细胞。③上皮层(视网膜虹膜部):由两层细胞组成,前层细胞特化为瞳孔括约肌和瞳孔开大肌,后层细胞为色素上皮层。

2. 睫状体(ciliary body)　睫状体的组织结构自外向内分为如下三层。①睫状肌层:为平滑肌,排列成纵行、放射状和环形。②基质:是富含血管和色素细胞的疏松结缔组织。③睫状上皮层(视网膜睫状体部):由两层细胞组成,外层为立方形色素细胞,内层为立方形非色素细胞,能产生房水。

3. 脉络膜(choroid)　是血管膜的后 2/3,夹在巩膜与视网膜之间,是富含血管和色素细胞的疏松结缔组织(图 6-3)。

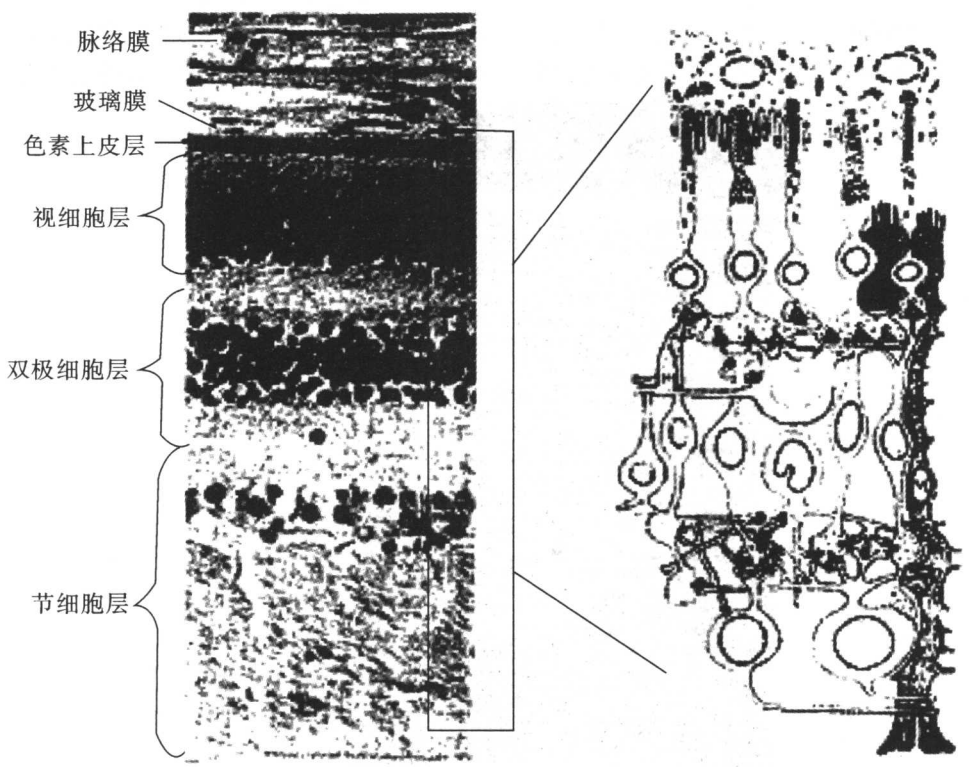


图 6-3　脉络膜和视网膜的微细结构

（三）视网膜

视网膜（retina）为眼球壁的最内层，视网膜可分为视部和盲部。视部贴附在脉络膜内面，有感光能力；盲部衬贴在虹膜和睫状体的内面，无感光能力。

视网膜视部是高度特化的神经组织，由4层细胞构成，自外向内分别是色素上皮细胞、视细胞、双极细胞和节细胞（图6-3）。

1. 色素上皮细胞（pigment epithelium cell）　是视网膜最外层的单层矮柱状上皮细胞。细胞核呈圆形或卵圆形，位于基底部，胞质内含有大量粗大的圆形或卵圆形黑色素颗粒。当强光进入视网膜时，色素颗粒就移到色素上皮细胞顶部的突起内，以保护视细胞不受强光的损害。

2. 视细胞（visual cell）　又称感光细胞，有视杆细胞和视锥细胞两种。

视杆细胞（rod cell）　呈细长杆状，由细胞体和内、外侧突起构成。外侧突起呈细长杆状称视杆，分内、外两节。内节富含线粒体、粗面内质网、高尔基复合体，是合成蛋白质的部位。外节细长，有许多平行排列的膜盘，膜盘上含有感受暗光或弱光的感光物质视紫红质，故视杆细胞感受弱光和暗光。视紫红质的合成需要维生素A的参与，因此维生素A缺乏时，对弱光的敏感度降低，引起夜盲症。

视锥细胞（cone cell）　结构与视杆细胞相似。外侧突起呈圆锥状，称为视锥。视锥细胞的膜盘上嵌有感受强光和色觉的视色素，故视锥细胞感受强光和颜色。人类有三种视锥细胞，分别含有感受红、绿、蓝色的视色素。如果缺少一种或几种类型的视锥细胞，就会引起相应颜色的色盲。内侧突起末端膨大呈足状，可与一个或多个双极细胞的树突形成突触。

3. 双极细胞（bipolar cell）　是连接视细胞和节细胞的纵向联络神经元。树突与视细胞的内节形成突触，轴突与节细胞的树突形成突触。

4. 节细胞（ganglion cell）　位于视网膜最内层，为多极神经元。其树突与双极细胞的轴突形成突触，其轴突向视盘集中，形成视神经。

（四）视神经乳头与黄斑

视神经乳头（papilla of optic nerve）又称视盘（optic disc），为视网膜全部节细胞的轴突在眼球后端集中的区域，呈圆盘形。视网膜中央动脉、静脉也由此进出。由于此处无感光细胞，故又称生理性盲点。

在视盘颞侧有一浅黄色区域，称黄斑（macula lutea）。黄斑中央有一直径为1.5 mm的浅凹，是中央凹。该处视网膜最薄，只有视锥细胞和色素上皮细胞，双极细胞及节细胞均斜向周围，视锥细胞与节细胞间为一对一的联系，故中央凹的感光和辨色最敏锐、最精确。

二、眼球内容物

眼球内容物包括房水、晶状体、玻璃体，均无色透明，与角膜共同构成眼的屈光系统。

（一）房水

房水（aqueous humor）为无色透明液体，由睫状体血管渗透和非色素上皮细胞分泌产生。首先进入后房，经瞳孔进入前房，再经前房角注入小梁网，进而引流入巩膜静脉窦。

房水的作用是营养角膜、晶状体和玻璃体，维持眼内压。正常情况下，房水的生成和排出保持着动态平衡。如果房水产生过多，或排出通路受阻，则眼球内压增高，导致青光眼。

（二）晶状体

晶状体（lens）为扁圆形有弹性的双凸透明体，借睫状小带悬挂于睫状体上。晶状体由晶状体囊、晶状体上皮和晶状体纤维组成。晶状体内无血管和神经，靠房水营养。通过睫状肌的舒缩改变晶状体曲度，以调节视力。老年人晶状体弹性减弱，屈光能力降低，形成老花眼。如果晶状体发生浑浊，可引起白内障（图6-2）。

（三）玻璃体

玻璃体（vitreous body）为无色透明的胶状物，充填于晶状体、睫状体和视网膜之间的腔内，具有屈光和支撑眼球壁的作用。

【知识卡片】

近视、远视、散光

近视——折光系统的折光能力过强或眼球前后径过长时，来自远处的平行光线被聚焦在视网膜的前方，使视网膜的成像模糊。前者称屈光性近视，后者称轴性近视。

远视——折光系统的折光能力过弱，或眼球的前后径过短时，来自远处的平行光线被聚焦于视网膜的后方。前者称屈光性远视，后者称轴性远视。老年人则由于年龄的增长，晶状体的弹性下降，只是在看近物时差，看远物时正常，称为老视。

散光——角膜表面不成球面，平行光线进入眼内不能在视网膜上形成一个焦点，造成物像变形或视物不清。另外晶状体表面曲率异常也能引起散光。

三、眼　睑

眼睑（eyelid）的组织结构自外向内分为五层

（一）皮肤

薄而柔软，睑缘处有睫毛，睫毛附近有小皮脂腺，称 Zeis 腺。睫毛附近还有大汗腺，称 Moll 腺。腺体发炎时形成麦粒肿。

（二）皮下组织

为疏松结缔组织，脂肪少，易水肿或淤血。

（三）肌层

主要为骨骼肌，包括眼轮匝肌和提上睑肌，前者受面神经支配，使眼睑闭合，后者受动眼神经支配，提上眼睑。

（四）睑板

由致密结缔组织组成，内有睑板腺，是一种皮脂腺，导管开口于睑缘内侧，分泌的皮脂可润滑眼睑和保护角膜。分泌物阻塞发炎时形成霰粒肿。

（五）睑结膜

位于眼睑的最内面，表面为复层柱状上皮，上皮细胞间夹有杯状细胞，固有层为薄层

结缔组织。

第二节　耳

耳是感受位觉和听觉的器官，故又称位听器。由外耳、中耳和内耳三部分组成。外耳有收集和传递声波的作用，中耳主要是将声波传入内耳，内耳是位觉和听觉感受器。

一、外　耳

外耳（external ear）包括耳廓、外耳道和鼓膜。耳廓由弹性软骨和覆盖在其表面的薄层皮肤组成。外耳道外 1/3 为软骨部，内 2/3 为骨部，表面均衬以薄层皮肤，末端以鼓膜与中耳分隔。软骨部的皮肤内有一种大汗腺，即耵聍腺，分泌物和皮脂及脱落的上皮细胞共同形成耵聍。鼓膜（tympanic membrane）呈卵圆形，为半透明薄膜，外侧面被覆的是复层扁平上皮，内侧面是单层立方上皮，与鼓室的粘膜上皮相延续，两层上皮间为薄层结缔组织（图 6－4）。

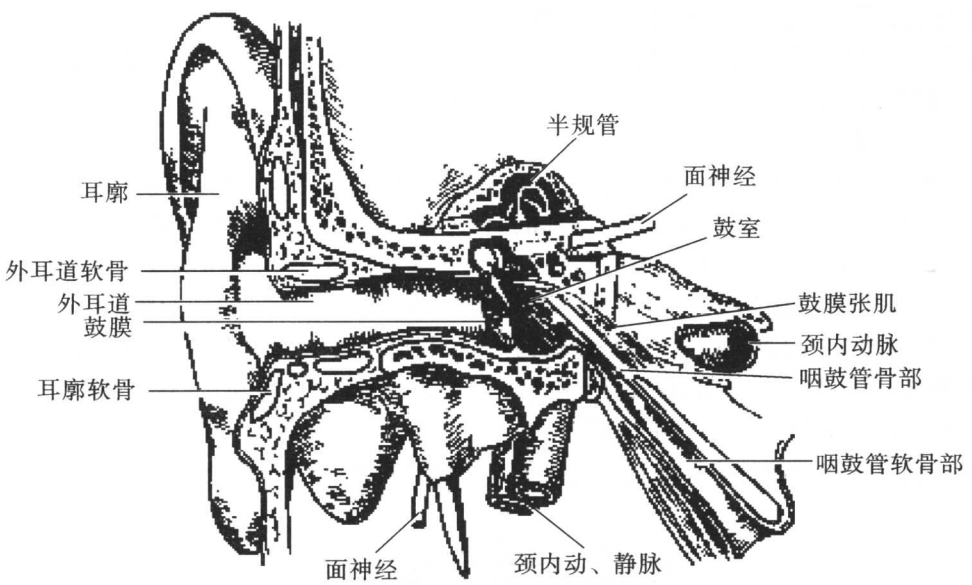


图 6－4　耳模式图

二、中　耳

中耳（middle ear）包括鼓室和咽鼓管。鼓室是一充满空气的小腔，内有三块听小骨，鼓室和听小骨表面均覆盖单层立方上皮。咽鼓管的表面覆以单层柱状上皮和假复层纤毛柱状上皮，纤毛可向咽腔摆动。咽鼓管开放时，鼓室与外界相通，使鼓室内气压与外界平衡，有利于鼓膜振动。鼻咽部的炎症也可由此扩散到中耳，引起中耳炎（图 6－4）。

三、内　耳

内耳位于颞骨岩部，由两套管道组成。外部为骨迷路，套在其内的是膜迷路。

（一）骨迷路

骨迷路为骨性管道，腔面衬有骨膜，由骨半规管、前庭和耳蜗组成。

（二）膜迷路

膜迷路由单层扁平上皮和薄层结缔组织构成，分为膜半规管、椭圆囊、球囊及蜗管。膜迷路内充满内淋巴，膜迷路与骨迷路之间为外淋巴间隙，充满外淋巴。膜迷路中某些部位的粘膜增厚特化为位觉和听觉感受器。

1. 壶腹嵴

膜半规管壶腹部的一侧粘膜增厚突向腔内，形成一横行的圆嵴状隆起，称壶腹嵴（crista ampullaris）。上皮由支持细胞和毛细胞组成。支持细胞呈高柱状，细胞分泌物形成胶质状的壶腹帽。支持细胞对毛细胞有支持、营养作用。毛细胞游离端有多根静纤毛和一根较长的动纤毛，都伸入壶腹帽内。毛细胞基部与前庭神经末梢形成突触。

壶腹嵴感受头部旋转运动开始和终止时的刺激。由于壶腹帽和内淋巴的比重近似，因此壶腹帽漂浮在壶腹嵴表面。当头部向任何方向旋转，其开始、终止以及旋转加速和减速时，由于惯性作用，均能使内淋巴在某一个或两个半规管中流动，导致壶腹帽倾斜，纤毛弯曲，刺激毛细胞，产生神经冲动，经前庭神经传入脑。

2. 椭圆囊斑和球囊斑

椭圆囊外侧壁和球囊前壁的粘膜局部增厚而形成斑块状结构，分别称为椭圆囊斑（macula utriculi）和球囊斑（macula sacculi），两个斑的位置互成直角，司位觉，又称位觉斑（macula acustica）（图 6－5）。斑的结构与壶腹嵴基本相似，也由支持细胞和毛细胞组成，所不同的是斑的粘膜较平坦，毛细胞纤毛较短，顶部覆有位砂膜，即耳石膜。位砂膜由胶质膜和其表面的位砂组成。位砂是碳酸钙结晶，其比重大于内淋巴。毛细胞的纤毛伸入耳石膜内，毛细胞基部与前庭神经形成突触。位觉斑感受直线变速运动时的刺激，也感受头部静止时的位置觉。由于两个斑的位置互成直角，故无论头处于任何位置，位砂膜都可受地心引力的作用而刺激毛细胞。毛细胞感受到的刺激也经前庭神经传入脑。

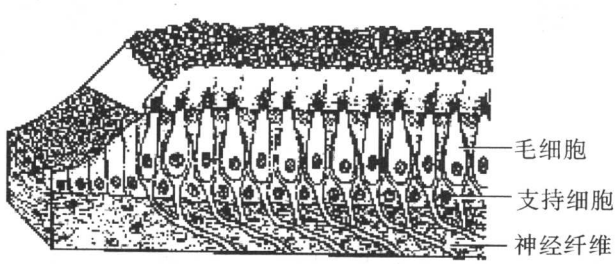


图 6－5　位觉斑模式图

3. 螺旋器

膜蜗管(cochlear duct)位于耳蜗内的骨螺旋管内,将骨螺旋管分为两部分,上部为前庭阶,下部为鼓阶,中为膜蜗管(图6-6)。前庭阶和鼓阶在蜗顶处经蜗孔相通连。膜蜗管有三个壁,上壁为前庭膜,膜中间为结缔组织,两面覆盖有单层扁平上皮,外壁是螺旋韧带,表面覆有复层柱状上皮,内含毛细血管,称血管纹,与分泌和维持内淋巴的成分有关。下壁由内侧的骨螺旋板和外侧的基底膜构成。基底膜面向膜蜗管一面的上皮分化成为听觉感受器,称螺旋器。整个膜蜗管内充满内淋巴。

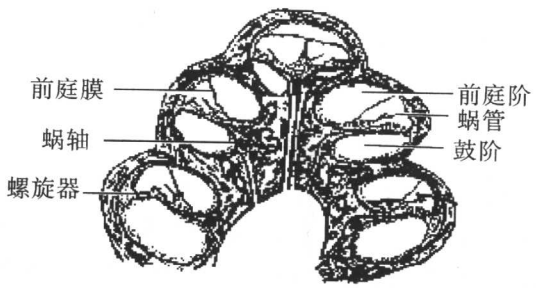


图6-6　内耳蜗轴切面

螺旋器(spiral organ),又称Corti器,是听觉感受器,位于膜蜗管的基底膜上,由支持细胞和毛细胞构成(图6-7)。

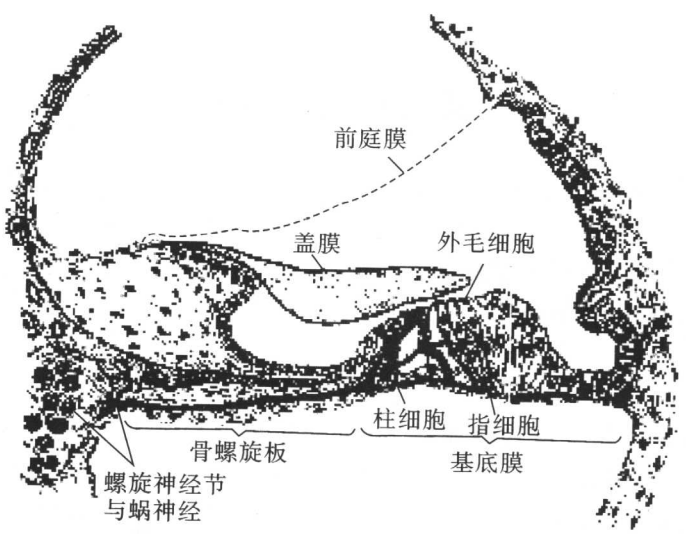


图6-7　膜蜗管与螺旋器光镜结构模式图

①支持细胞　主要有柱细胞和指细胞。柱细胞排成两行,并列于基底膜上。由于柱细胞的基部宽,体部窄,顶部嵌合在一起,故在两行细胞间形成一个三角形的内隧道。内

隧道中有神经纤维穿行。靠蜗轴侧的为内柱细胞，远离蜗轴侧的为外柱细胞。柱细胞的胞核位于基底部，胞质内含大量张力纤维，起支持作用。指细胞呈柱状，顶部有一指状突起，底部位于基底膜上。在内柱细胞的内侧有一排内指细胞，在外柱细胞外侧有3～4排外指细胞，它们的胞体上部分别托着内毛细胞和外毛细胞。

②毛细胞　分为内外两组。内毛细胞呈烧瓶状，排成一列，由内指细胞撑托。外毛细胞呈柱状，排成3～4列，由外指细胞撑托。毛细胞的游离面有许多规则排列的静纤毛，称为听毛。毛细胞的基底面与螺旋神经节内双极神经元的周围突形成突触。在螺旋器的上方有胶质性盖膜覆盖，当声波使基底膜内的听弦发生共振时，听毛与盖膜接触，听毛弯曲，使毛细胞兴奋，由蜗神经传至中枢，产生听觉。

【知识卡片】

梅尼埃病

前庭和半规管是人体头部空间位置感受器，参与调节人体静止及运动状态的平衡。当头的位置改变或做变速运动时，椭圆囊和球囊中的淋巴流动，同时膜半规管内的淋巴也会相应地流动，从而引起椭圆囊、球囊和壶腹嵴上毛细胞纤毛的摆动，进而转化为神经冲动，由前庭神经传入中枢，从而感知头部的位置，调节身体平衡。

各种原因引起的内淋巴循环障碍均可导致内耳功能失调，产生强烈的眩晕、耳鸣或呕吐，称内耳性眩晕（梅尼埃病）。

当前庭位觉感受器受到过长、过强的刺激，或刺激并不强，但前庭功能过于敏感时，会引起恶心、呕吐、眩晕、出汗和皮肤苍白等症状，如晕船、晕车。

第三节　皮　肤

皮肤（skin）覆盖身体表面，借皮下组织与深部组织相连。皮肤的厚度依部位不同有所差异，手掌及足底最厚，腋窝和面部最薄。皮肤由表皮和真皮两部分组成，皮肤中有毛、皮脂腺、汗腺和指（趾）甲等皮肤附属器。皮肤具有保护、吸收、排泄、感觉、调节体温以及参与物质代谢等作用（图6-8）。

一、表　皮

表皮（epidermis）位于皮肤的浅层，由角化的复层扁平上皮组成，表皮平均厚度约0.1mm，手掌和足掌处最厚达0.8～1.4 mm。表皮由两类细胞组成：一类是角蛋白形成细胞，是构成表皮的主要细胞，分层排列；另一类是非角蛋白形成细胞，数量较少，散在分布。

（一）角蛋白形成细胞

角蛋白形成细胞（keratinocyte）又称角质形成细胞，数量多，形态多样。根据细胞的形态特点和位置，由基底到表面可分为典型的五层结构（图6-9）。

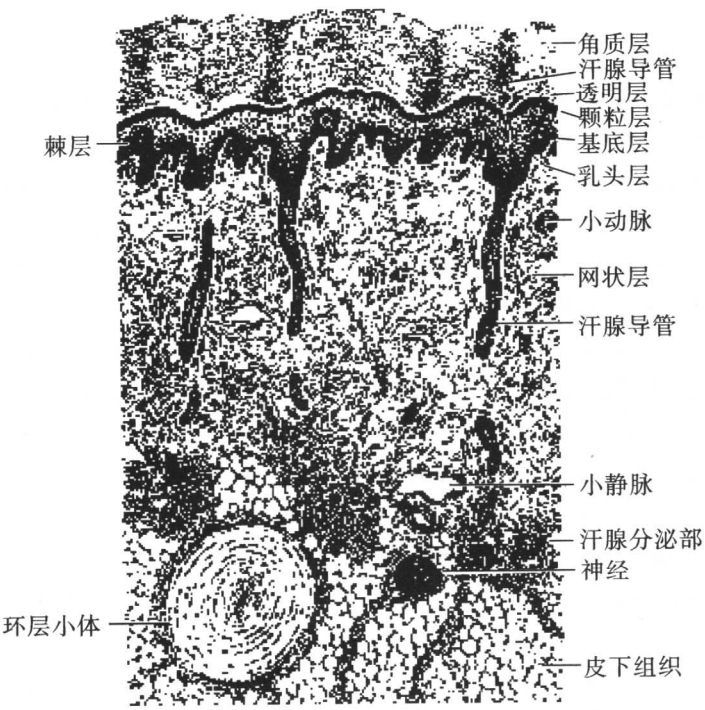


图 6－8　手指皮肤

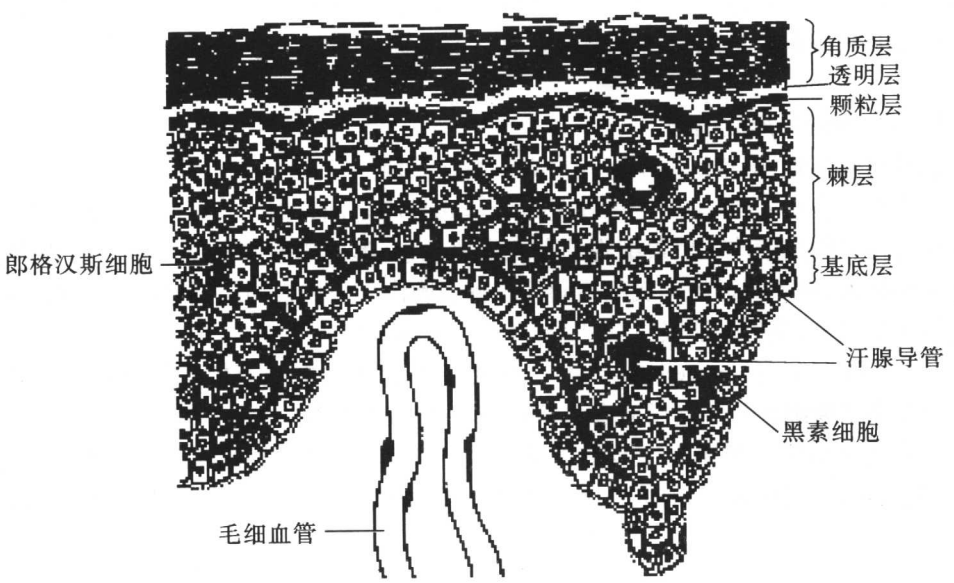


图 6－9　表皮细胞组成模式图

1. 基底层(stratum basale) 此层附着于基膜上,由一层矮柱状或立方形细胞组成,称基底细胞。基底细胞间有桥粒连接,细胞基底面借半桥粒连于基膜。细胞核呈卵圆形,胞质嗜碱性,含有丰富的游离核糖体,胞质中有角蛋白丝,形成在光镜下所见的张力原纤维。基底细胞属幼稚细胞,有活跃的分裂增殖能力,新生的细胞向浅层移行,分化为其余各层细胞,故基底层又称生发层。

2. 棘层(stratum spinosum) 位于基底层浅面,由 4 ~ 10 层多边形细胞组成。细胞表面伸出许多短小的棘状突起,故名棘细胞。相邻细胞的突起借桥粒相连。核圆形或卵圆形,胞质丰富,呈弱嗜碱性,张力原纤维增多,电镜下可见胞质内含有卵圆形的膜被颗粒,其内容物主要为类脂。棘细胞向浅层推移,细胞逐渐变为扁平形。

3. 颗粒层(stratum granulosum) 位于棘层浅面,由 2 ~ 3 层梭形细胞组成。细胞核趋于退化,胞质内充满嗜碱性颗粒,故称颗粒层。这些颗粒为透明角质颗粒,电镜下观察,这些颗粒无膜包裹,呈致密均质状,颗粒的主要成分为富含组氨酸的蛋白质。膜被颗粒增多,并将其内容物释放到细胞间隙中,构成阻止物质透过表皮的重要屏障。

4. 透明层(stratum lucidum) 位于颗粒层浅面,由数层扁平细胞组成。此层细胞界限不清,胞核和细胞器退化消失,呈均质透明状,故名透明层。

5. 角质层(stratum corneum) 位于表皮的最浅层,由多层扁平的角质细胞组成。细胞已完全角化,轮廓不清,胞核和细胞器已完全消失,胞质充满均质状嗜酸性的角质白,角质白是一种耐摩擦的物质,细胞间隙中充满由膜被颗粒释放的物质。因此,角质层对阻止体外物质的侵害和体内物质的丢失有重要作用。角质层的表层细胞连接松散,逐渐脱落形成皮屑。

从表皮的基底层到角质层是角蛋白形成细胞增殖、分化、推移和脱落的过程,同时也是角蛋白逐渐形成的过程。其中基底层细胞所含角蛋白丝是角蛋白合成的基础,颗粒层细胞的透明角质颗粒是角蛋白合成的关键。表层细胞不断脱落更新,约 3 周 ~ 4 周更新一次。

(二)非角蛋白形成细胞

包括黑素细胞、郎格汉斯细胞和梅克尔细胞三种。

1. 黑素细胞(melanocyte) 散在分布于基底细胞之间,伸出许多细长突起。核圆形,胞质内含特有的黑素体。黑素细胞具有合成黑色素、形成黑素颗粒的功能。黑素颗粒经突起末端排出,进入邻近的基底细胞和深层棘细胞内。黑色素为棕黑色物质,是决定皮肤颜色的重要因素,黑色素能吸收紫外线,可保护深部组织免受损伤(图 6 - 10)。

2. 郎格汉斯细胞(Langerhans cell) 主要存在于棘层内,是有树枝状突起的细胞。目前认为郎格汉斯细胞与免疫反应有关,属单核吞噬细胞系统。

3. 梅克尔细胞 位于有毛皮肤的表皮基底细胞之间,呈扁平形,有短指状突起,在 HE 染色切片上不易辨认。有人认为它可能是感觉细胞,能感受触觉和其他机械刺激。

二、真 皮

真皮(dermis)位于表皮与皮下组织之间,由致密结缔组织组成,真皮分为乳头层和网织层,两者互相移行无明显界限。

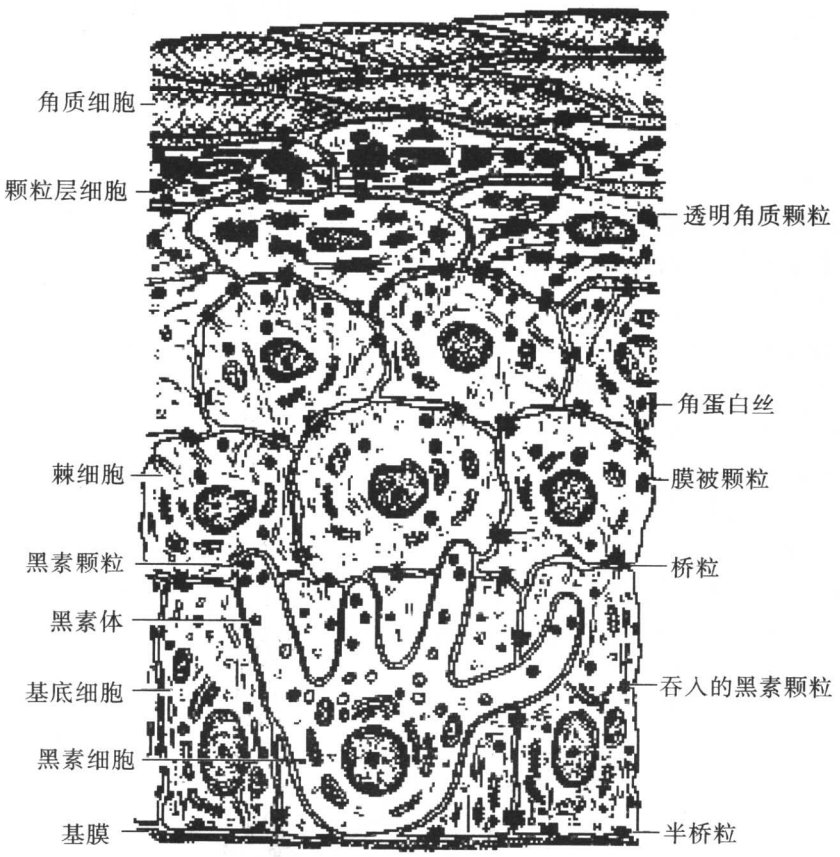


图 6－10　黑素细胞模式图

（一）乳头层

此层纤维较细密，借基膜与表皮相连，呈乳头状突向表皮，称真皮乳头。乳头的形成，增加了真皮与表皮的接触面积。真皮乳头分两种：具有丰富的毛细血管的乳头称血管乳头，有利于供给表皮营养物质和运出代谢产物；内含游离神经末梢和触觉小体的乳头称神经乳头。

（二）网织层

位于乳头层深面，由粗大的胶原纤维束交织成网，并含有许多弹性纤维，使皮肤有较大的韧性和弹性。此层内有较粗大的血管、淋巴管、神经纤维以及毛囊、皮脂腺和汗腺等，并有环层小体。

三、皮下组织

皮下组织（hypodermis）即浅筋膜，在真皮的深面，由疏松结缔组织和脂肪组织组成。皮下组织不属于皮肤的组成部分，皮肤借皮下组织与深部组织相连，使皮肤具有一定的活

动性。皮下组织的厚度随个体、年龄、性别和部位而异。腹部皮下组织厚，脂肪组织丰富；眼睑、阴茎和阴囊等处皮下组织较薄，不含脂肪组织。皮下组织具有缓冲、保温、储存营养等作用。

四、皮肤附属器

（一）毛

体表皮肤除手掌、足底等处外，均有毛分布。毛的粗细、长短因所在部位、年龄、性别及生理状态而有差异，以头皮的毛最粗。

1. 毛的结构

毛可分为露出皮肤外的毛干和埋在皮肤内的毛根，毛干和毛根均由角化上皮组成。毛根周围包有由上皮组织和结缔组织组成的鞘状结构，称毛囊。毛根和毛囊下端形成膨大的毛球（hair bulb），毛球底面内凹，结缔组织突入其中，称毛乳头，内含毛细血管和神经，是毛和毛囊的生长点。

毛球处上皮内含黑素细胞，随着毛的生长，黑素颗粒注入毛根和毛干内，黑素颗粒的多少与毛的颜色有直接关系。

毛和毛囊斜长在皮肤内，与皮肤表面呈钝角的一侧，有一束平滑肌纤维，连于毛囊和真皮乳头层之间，称立毛肌。立毛肌受交感神经支配，收缩时使毛竖立（图 6－11）。

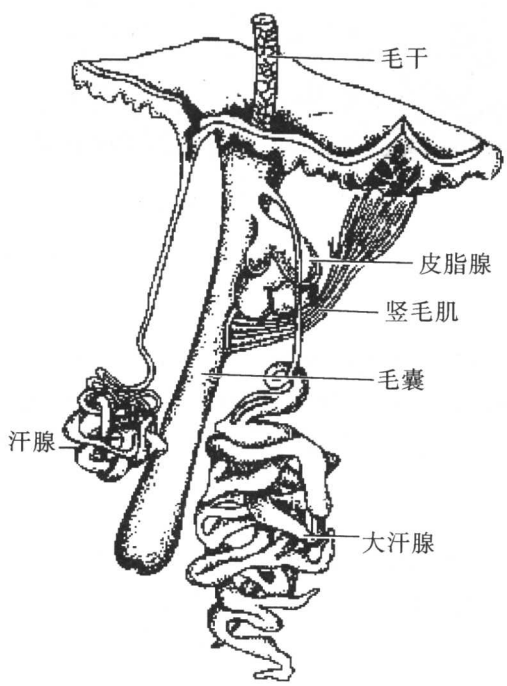


图 6－11　皮肤附属器示意图

2. 毛的生长

毛的生长主要靠毛乳头来完成的，毛乳头内含毛细血管和神经，此处的上皮细胞较幼稚，是毛和毛囊的生长点，对毛的生长起诱导、营养作用。如果毛乳头被破坏或退化，毛即停止生长并脱落。

（二）皮脂腺

皮脂腺（sebaceous gland）是一种分支泡状腺，位于立毛肌与毛囊之间，导管较短，多开口于毛囊上段，也有直接开口于皮肤表面的。导管上皮为复层鳞状上皮。分泌部外层细胞为较小的幼稚细胞，呈低立方形，称基细胞，有分裂增殖能力，所产生的腺细胞逐渐变大并向腺泡中央移动，细胞质内聚集大小不等的脂滴，细胞核则固缩溶解。最后细胞解体，连同脂滴一起排出称为皮脂，这种分泌方式称全浆分泌。皮脂有柔润皮肤和保护毛发的作用（图 6－12）。

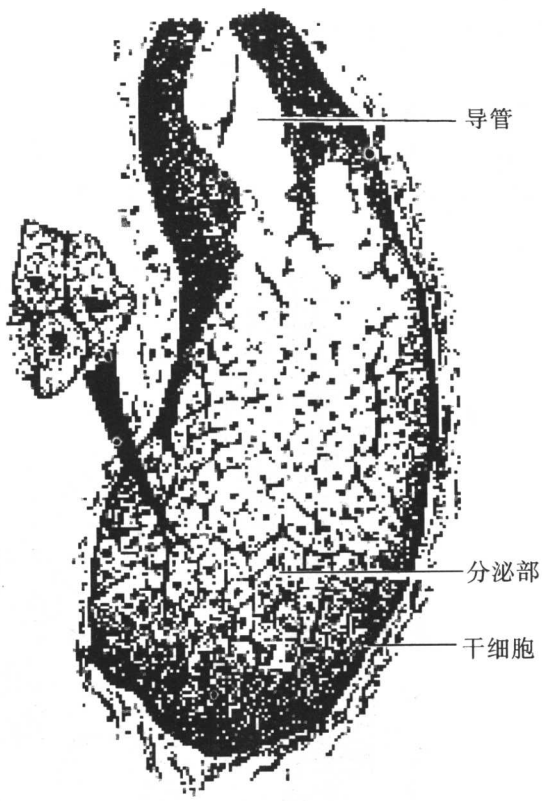


图 6－12　皮脂腺

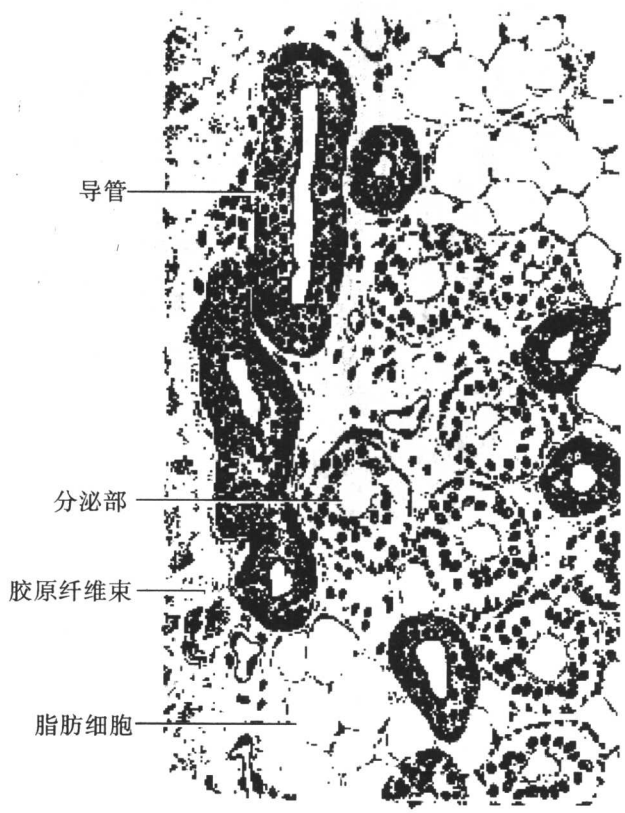
【知识卡片】

年轻人为什么爱长青春痘

痤疮，俗称粉刺或青春痘，是青春期常见的皮肤病，它的形成与雄激素的分泌有关。青春发育期，体内的性激素分泌增多，其中雄激素的生成过多，促使皮脂腺功能异常旺盛，产生大量皮脂。雄激素还可促使毛囊口的上皮角化过度，使毛囊口被角质堵塞，皮脂无法顺利排出，以致皮脂在皮脂腺内积聚，就容易形成痤疮。此外，皮脂的成分不正常和细菌感染也是发病的因素。而遗传因素也是痤疮发生的一个重要的因素，所以并非每个青年人都会长痤疮。老年人由于皮脂腺萎缩，所以皮肤和毛均干燥并失去光泽。

（三）汗腺

汗腺（sweat gland）是弯曲的单管状腺，开口于表皮的汗孔，遍布于全身各处，以手掌、足底和腋窝等处最多。汗腺的分泌部位于真皮深层或皮下组织内，由单层矮柱状腺细胞组成。导管部由 2～3 层立方形细胞围成，从真皮深部上行，穿过表皮，开口于皮肤表面。汗腺以胞吐方式分泌汗液。汗液中除含有大量水分外，还含有钠、钾、氯和尿素等成分。汗液对调节体温、湿润皮肤和排泄含氮废物等均具有重要作用（图 6－13）。



6－13　汗腺

(四)大汗腺

主要分布于腋窝、会阴及肛门周围等处,其分泌部较粗,腺腔较大,导管部开口于毛囊,分泌物较浓稠,经细菌分解后可有臭味。

(五)指(趾)甲

指(趾)甲位于手指和足趾的背面,由甲体和它周围及下面的几部分组成。甲体是前部露出体表的部分,为坚硬透明的长方形角质板。后部埋入在皮肤内,称甲根。甲根周围为复层扁平上皮,上皮的基底层细胞分裂活跃,称甲母基,是甲体的生长区,指(趾)受损或拔除后,如甲母质仍保留,则甲仍能再生。甲体两侧和甲根浅面的皮肤皱襞,称甲襞。甲襞与甲体之间的沟称甲沟。

第四节 乳 房

乳腺的结构可随年龄和生理状态的不同而变化。妊娠和授乳期的乳腺有泌乳功能,称活动期,其余时间无分泌功能称静止期。

(一)一般结构

乳腺是实质性器官,外有结缔组织被膜。被膜结缔组织伸入实质把乳腺分隔成 15 ~ 20 个叶,每叶又分若干小叶。乳腺内的结缔组织、神经、血管和淋巴管构成间质。乳腺是复管泡状腺,一个叶就是一个单独的腺,它们构成了乳腺的实质。每个腺均由腺泡和导管构成,腺泡上皮为单层立方上皮或柱状上皮,腺腔小。上皮外有基膜,上皮细胞与基膜之间有肌上皮细胞。导管逐渐汇合成总导管,称为输乳管,开口于乳头,其上皮由单层柱状上皮逐渐移行为复层扁平上皮。

(二)静止期乳腺特点

1. 腺组织少,仅见少量导管和萎缩状态的腺泡。

2. 结缔组织多,有大量脂肪细胞。

(三)活动期乳腺特点

1. 腺体增多,由于雌激素和孕酮的作用,导管和腺泡迅速增多,腺泡增大,结缔组织和脂肪细胞减少。

2. 腺细胞具有分泌功能,妊娠后期在催乳素的作用下,腺细胞开始分泌,腺泡腔内出现初乳及初乳小体。

【思考题】

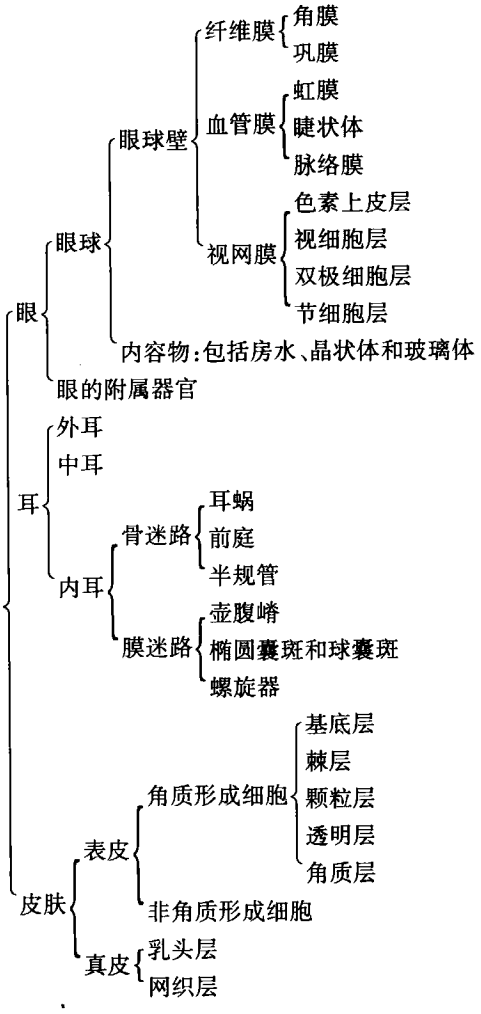
1. 说出角膜的组织结构。

2. 比较视网膜两种感光细胞的结构及功能特点。

3. 简述壶腹嵴和螺旋器的结构和功能 。

4. 试述表皮角质形成过程中细胞形态结构的变化规律。

知识概要


眼
眼球
眼球壁
纤维膜
角膜
巩膜
血管膜
虹膜
睫状体
脉络膜
视网膜
色素上皮层
视细胞层
双极细胞层
节细胞层
内容物：包括房水、晶状体和玻璃体
眼的附属器官
耳
外耳
中耳
内耳
骨迷路
耳蜗
前庭
半规管
膜迷路
壶腹嵴
椭圆囊斑和球囊斑
螺旋器
皮肤
表皮
角质形成细胞
基底层
棘层
颗粒层
透明层
角质层
非角质形成细胞
真皮
乳头层
网织层

（刘红敏）

第七章 消化系统

消化系统由消化管和消化腺组成,其主要功能是消化食物,吸收营养物质。

第一节 消化管

消化管由口腔、咽、食道、胃、小肠和大肠等管道构成。除口腔和咽外,其管壁结构由内向外一般分为粘膜层、粘膜下层、肌层和外膜四层(图 7-1)。

一、消化管壁的一般结构

(一) 粘膜

粘膜(mucosa)是管壁的最内层,由上皮、固有层和粘膜肌层组成。

1. 上皮 衬在管腔的内表面,上皮的类型依管段不同而异。胃和小肠、大肠为单层柱状上皮,以消化和吸收功能为主。消化管的两端(口腔、咽、食管和肛管的外 1/3)为复层扁平上皮,以保护功能为主。上皮向固有层凹陷则形成腺体,参与消化液的分泌。

2. 固有层(lamina propria) 由疏松结缔组织构成,含有丰富的毛细血管和毛细淋巴管。胃和大肠、小肠此层有大量的腺体和淋巴组织,以及散在分布的内分泌细胞。

3. 粘膜肌层(musclaria mucosa) 由薄层平滑肌束组成,有利于腺体分泌物的排出和物质的吸收。

(二) 粘膜下层

粘膜下层(sabmucosa)由疏松结缔组织构成,含有丰富的小血管、淋巴管和粘膜下神经丛。粘膜和粘膜下层共同向管腔内突起,形成纵行或环行的皱襞(plica),有扩大粘膜表面积等作用。

(三) 肌层

肌层(lamina musclaris)除口腔、咽、食管上 1/3 和肛管外 1/3 为骨骼肌外,其余均为平滑肌。肌层一般分为内环、外纵两层。两层之间有较多的肌间神经丛(属副交感神经)用以调节肌肉的收缩与舒张。



图 7－1　消化管一般结构模式图

（四）外膜

外膜（tunica adventitia）为纤维膜或浆膜。纤维膜（fibrosa）由纤维结缔组织构成，与邻近器官相贴。浆膜（serosa）由薄层结缔组织和间皮组成，具有湿润、光滑的特点，有利于胃肠的蠕动。

二、食　管

食管壁较厚，具有典型的消化管四层结构，食管腔面有数条纵行皱襞，有利于食物的吞咽（图 7－2）。

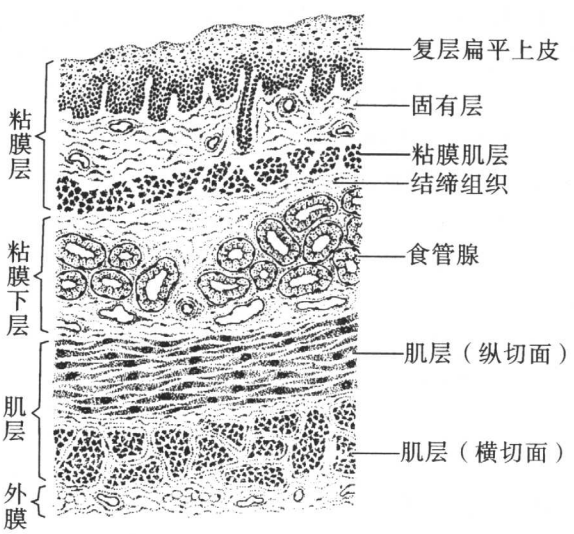


图 7－2　食管横切面光镜结构（低倍）

1. 粘膜　表面为未角化的复层扁平上皮，在食管与贲门的交界处移行为单层柱状上皮，分界明显，此处为食管癌的好发部位。食管上、下端的固有层内含少量黏液腺。

【知识卡片】

消化道癌症的好发部位

食管下端的复层扁平上皮与胃贲门的单层柱状上皮骤然相接，容易发生异常分化，成为食管癌的易发部位；胃窦和胃小弯侧胃壁上皮可发生肠上皮化生，出现本不该存在的杯形细胞，成为胃癌的易发部位；直肠与大便长期接触，经常接受刺激，易发生感染，导致慢性炎症和癌前病变，使直肠成为大肠癌的易发部位。因此，食管下段、胃窦部和胃小弯侧胃壁及大肠的直肠段成为消化道癌症的好发部位。

2. 粘膜下层　为疏松结缔组织，较厚，含有黏液腺，其导管开口于食管腔，分泌物利于食物的推进。

3. 肌层　为内环、外纵两层，食管上 1/3 段为骨骼肌，中 1/3 段为混合肌，下 1/3 段为平滑肌，肌层依次收缩将食物推入胃。

4. 外膜　为纤维膜。

三、胃

胃为消化管中最膨大的部分，可分为贲门部、胃底、胃体和幽门部四部分。

（一）粘膜

胃的粘膜（彩图 5）较厚，呈浅红色，胃空虚时，粘膜皱襞较多。粘膜表面的上皮下陷形成许多胃小凹（gastric pit），胃小凹的底是胃腺开口的地方（图 7－3）。

【知识卡片】

胃粘膜的屏障作用

胃液含高浓度盐酸，腐蚀力极强，胃蛋白酶能分解蛋白质，破坏胃的结构。然而胃粘膜却不受破坏，是由于其表面存在黏液－碳酸氢盐屏障（mucus－HCO_3 barrier）。胃上皮表面覆盖的黏液层较厚，主要由不可溶性黏液凝胶构成，并含大量 HCO_3^-。黏液层将上皮与胃蛋白酶隔离，而高浓度 HCO_3^- 使局部 pH 为 7，既抑制了酶的活性，又可中和渗入的 H^+，形成 H_2CO_3，后者被胃上皮细胞的碳酸酐酶迅速分解为 H_2O 和 CO_2。另外，胃上皮细胞的快速更新也使胃能及时修复损伤。正常时，胃酸的分泌量与黏液－碳酸氢盐屏障保持平衡，一旦胃酸分泌过多或黏液产生减少，屏障受到破坏，就会导致胃组织的自我消化，形成胃溃疡。

1. 上皮　为单层柱状上皮，主要由表面黏液细胞（surface mucous cell）组成，上皮细胞顶部胞质内充满粘原颗粒。由于制片过程中颗粒被溶解，在 HE 染色切片上着色淡。黏液细胞分泌黏液，涂于胃腔的内表面，形成胃粘膜屏障，防止胃酸及胃蛋白酶对胃壁的

侵蚀。

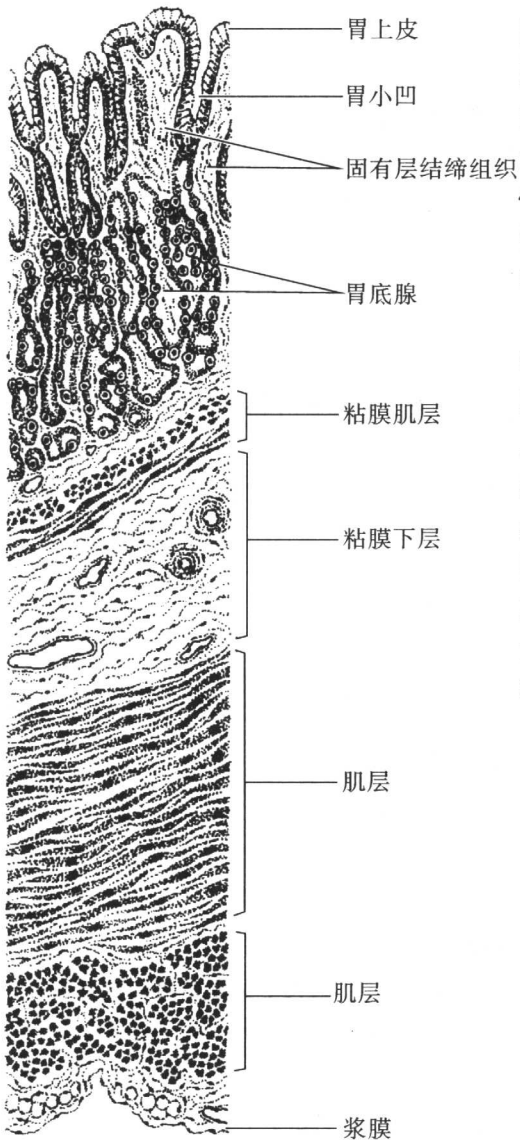


图7-3　胃底横切面低倍模式图

2. 固有层　含有大量密集排列的胃腺，可分为贲门部的贲门腺，幽门部的幽门腺以及胃底、胃体部的胃底腺。贲门腺，幽门腺均为混合腺，分泌物为黏液，胃底腺数量最多，功能最为重要。胃底腺（图7-4），为管状腺，可分为颈、体、底三部分，由壁细胞、主细胞、颈黏液细胞、内分泌细胞等组成。

（1）壁细胞（parietal cell）　又称泌酸细胞，数量较少，细胞体积大，多呈圆锥形，胞质嗜酸性，胞核圆，位于中央，着色深，偶见双核。电镜下可见胞膜向胞质内凹陷形成迂曲分支的细胞内分泌小管，管腔内有许多微绒毛，在细胞内分泌小管的周围有许多膜性小管和胞状的结构共同构成微管胞状系统，扩大了细胞的表面积。胞质中还会有大量的线粒体（图7-5）。壁细胞的功能：①分泌盐酸，盐酸可激活胃蛋白酶原，使之

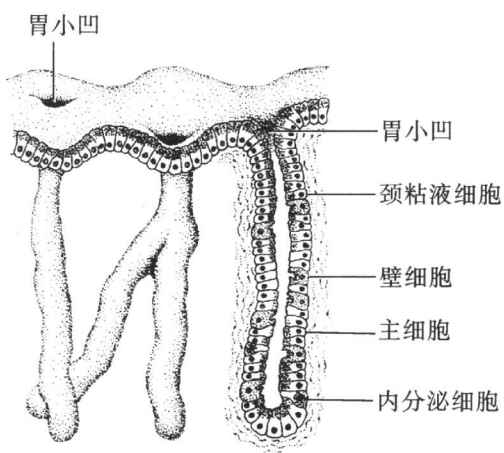


图7-4　胃底腺模式图

转变为胃蛋白酶，以消化食物，盐酸还具有杀菌作用及促进胃、肠内分泌细胞分泌的功能；②分泌内因子，促进回肠上皮对维生素 B_{12} 的吸收，有利于红细胞的生成和发育。

（2）主细胞（chief cell）　又称胃酶细胞（zymogene cell），数量最多，细胞呈柱状或锥体形，核圆位于细胞基底部，胞质嗜碱性，顶部充满酶原颗粒（图7-6）。由于制片过程中颗粒溶解，HE染色呈泡沫状，电镜下核周围有大量的粗面内质网和发达的高尔基复合体。主细胞的功能是分泌胃蛋白酶原，经盐酸的作用，激活为胃蛋白酶，水解蛋白质。婴儿的主细胞还分泌凝乳酶，分解乳汁。

（3）颈黏液细胞（mucous neck cell）　数量较少，细胞呈柱状或烧瓶状，核扁平，位于细胞基部，细胞顶部充满粘原颗粒，分泌黏液参与胃液的形成。

（4）内分泌细胞　后述。

3. 粘膜肌层　由内环行和外纵行两层平滑肌组成。

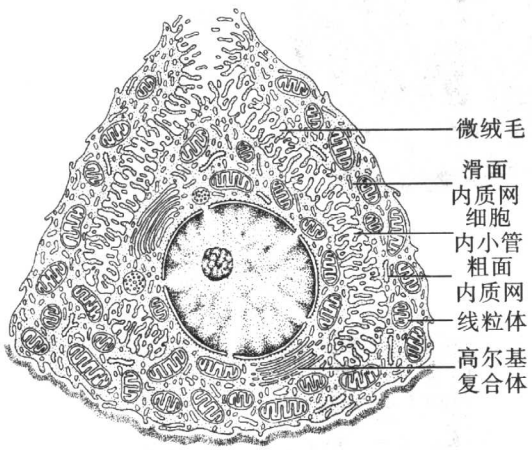


图7-5　壁细胞超微结构模式图

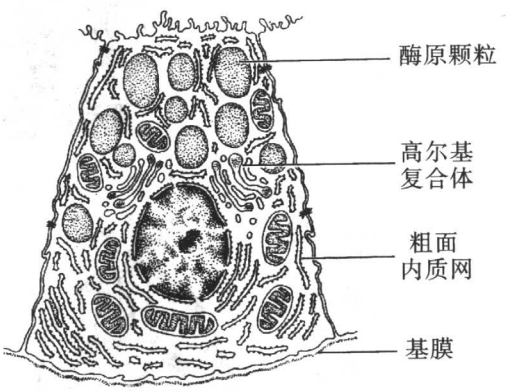


图7-6　主细胞超微结构模式图

（二）粘膜下层

为结缔组织，内含较大的血管、淋巴管和粘膜下神经丛。

（三）肌层

较厚，由内斜行、中环行和外纵行三层平滑肌构成。环行肌在贲门和幽门部增厚分别形成贲门括约肌和幽门括约肌。

（四）外膜

为浆膜。

四、小　肠

小肠是消化管最长的一段，可分为十二指肠、空肠和回肠三部分，主要的功能是消化吸收营养物质。肠壁亦分为四层。小肠的粘膜（彩图6）和粘膜下层向肠腔内突出形成许多环行或半环行的皱襞，以十二指肠降部及空肠上段最为发达。在皱襞的表面，上皮和固有层向肠腔伸出指样突起称绒毛（图7-7），十二指肠、空肠的绒毛较密，回肠的绒毛较稀疏（图7-8）。小肠绒毛根部的上皮下陷至固有层，形成许多小肠腺（small intestinal gland），直接开口于肠腔。

（一）小肠绒毛

1. 绒毛上皮　小肠绒毛上皮有吸收细胞和杯状细胞两种类型。

（1）吸收细胞（absorptive cell）　数量多，细胞呈高柱状，胞核椭圆形，位于细胞基部。细胞的游离面有纹状缘，电镜下由排列密集而规则的微绒毛构成。皱襞，绒毛，微绒毛三者扩大了肠腔的表面积近600倍，有利于营养物质的充分吸收。

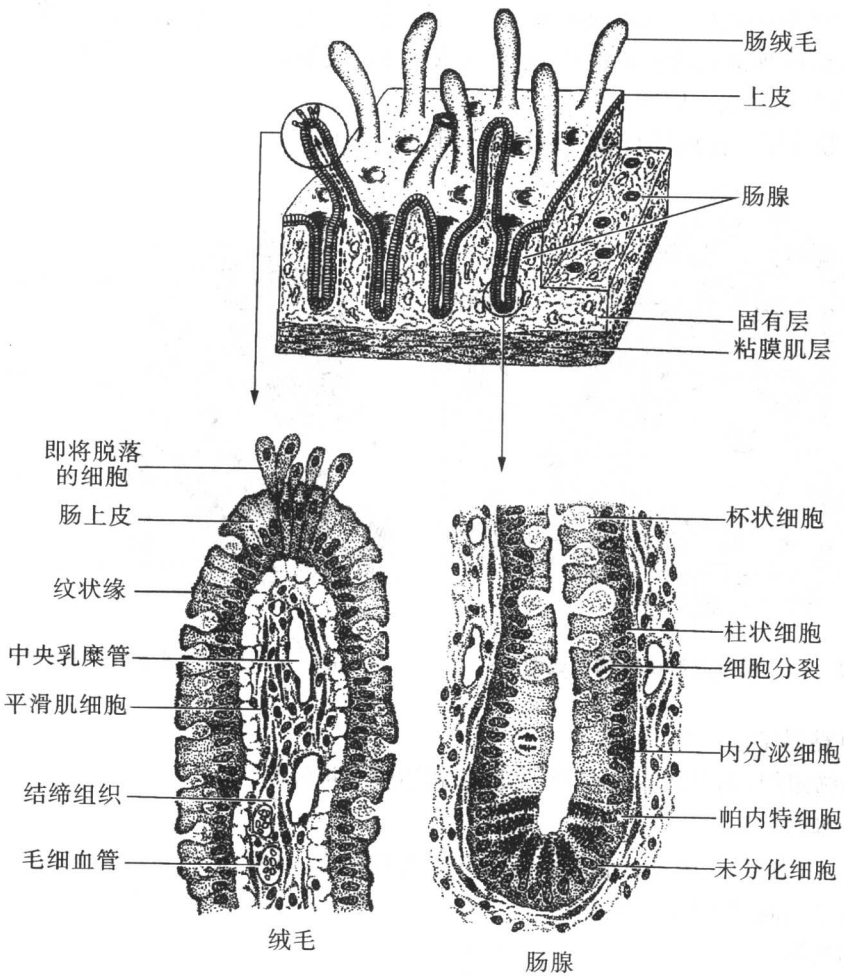


图7-7　小肠绒毛与肠腺模式图

（2）杯状细胞（goblet cell）　散在于吸收细胞之间，分泌黏液，润滑、保护粘膜。从十二指肠至回肠末端杯状细胞逐渐增多。

（3）内分泌细胞　后述。

2. 固有层　随上皮向肠腔内突出形成绒毛的中轴，其间有1～2条纵形毛细淋巴管称中央乳糜管（central lacteal）。其管腔较大，内皮细胞间隙较宽，缺少基膜，通透性大，可允许大分子物质如乳糜微粒进入。中央乳糜管的周围有大量的毛细血管网，经肠上皮吸收的氨基酸、单糖等可由此进入血液。中轴内散在纵行分布的平滑肌，收缩时可改变绒毛的

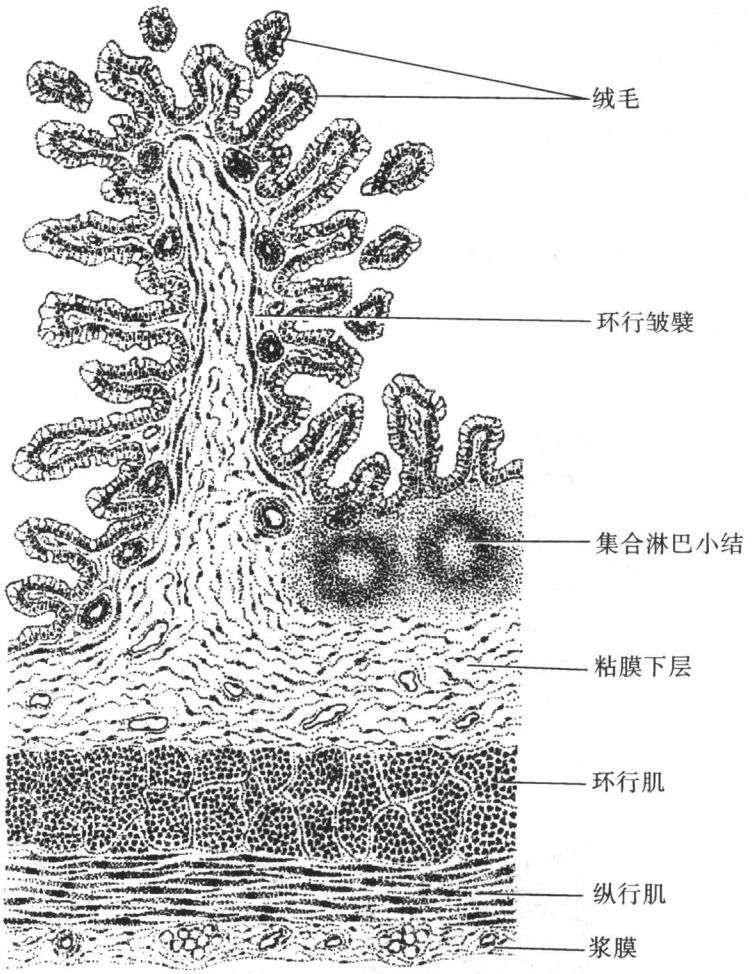


图 7－8　回肠纵切面模式图

形态，有利于血液、淋巴的运行。

（二）小肠腺

在小肠的固有膜内有许多的肠腺，肠腺由五种细胞构成，即柱状细胞、杯状细胞、未分化细胞、帕内特细胞和内分泌细胞。

1. 帕内特细胞（Panetlis cell）　细胞为锥体形，核椭圆形，位于细胞的基部，三五成群聚集于肠腺底部。胞质顶部有粗大的嗜酸性分泌颗粒，含有防御素和溶菌酶，对杀灭肠道致病菌有一定的作用。

2. 未分化细胞　位于肠腺的基底部，细胞呈柱状，胞体小，分散于帕内特细胞之间，能分化成为绒毛上皮或小肠腺细胞。

固有层内除小肠腺外还可见淋巴组织。十二指肠和空肠的淋巴组织分散存在称孤立淋巴小结，回肠的淋巴小结多聚集在一起，称集合淋巴小结。

（三）其他各层结构

粘膜下层由结缔组织构成，十二指肠的粘膜下层内有十二指肠腺，分泌碱性黏液，可保护十二指肠粘膜免受胰液和酸性胃液的侵蚀。肌层由内环行和外纵行两层平滑肌组成。外膜除十二指肠后壁为纤维膜外，其余均为浆膜。

五、盲肠与结肠

肠壁结构分四层（图7-9），其特点如下。

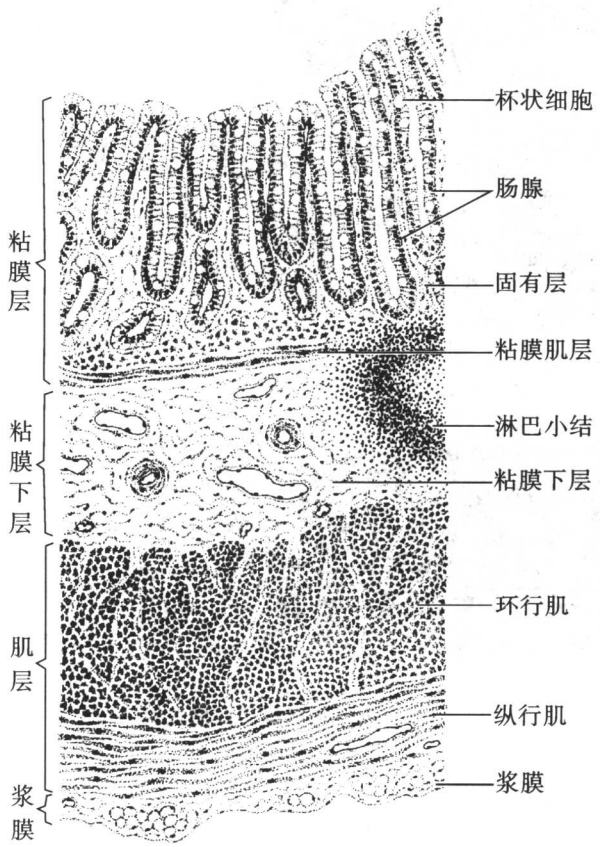


图7-9　结肠纵切面模式图

1. 粘膜　表面光滑，无环形皱襞和绒毛，在结肠袋横沟内面有半月形皱襞。上皮是单层柱状上皮，由柱状细胞和大量杯状细胞组成。固有层内有丰富的大肠腺，呈单管状，含柱状细胞和大量杯状细胞，分泌黏液，保护肠粘膜。固有层内可见散在的孤立淋巴小结。

2. 粘膜下层　为疏松结缔组织，内有小动脉、小静脉和淋巴管，可见较多的脂肪细胞。

3. 肌层　内环、外纵两层平滑肌，环形肌节段性增厚形成结肠袋，纵行肌集中成三条结肠带，结肠带之间的纵行肌很薄。

4. 外膜　盲肠、横结肠、乙状结肠为浆膜，升、降结肠前壁及两侧壁为浆膜，后壁为纤维膜，直肠上 1/3 段的前壁为浆膜，其余为纤维膜。

结肠的主要功能是吸收水分和无机盐，并形成粪便。

六、阑　尾

阑尾的结构与结肠基本相似，但管腔小而不规则，内无绒毛，固有层内的肠腺短而少，杯状细胞少，但淋巴组织极为丰富，并可突入粘膜下层，故粘膜肌层不完整。肌层较薄，外膜为浆膜（图 7－10）。目前认为阑尾具有免疫功能。

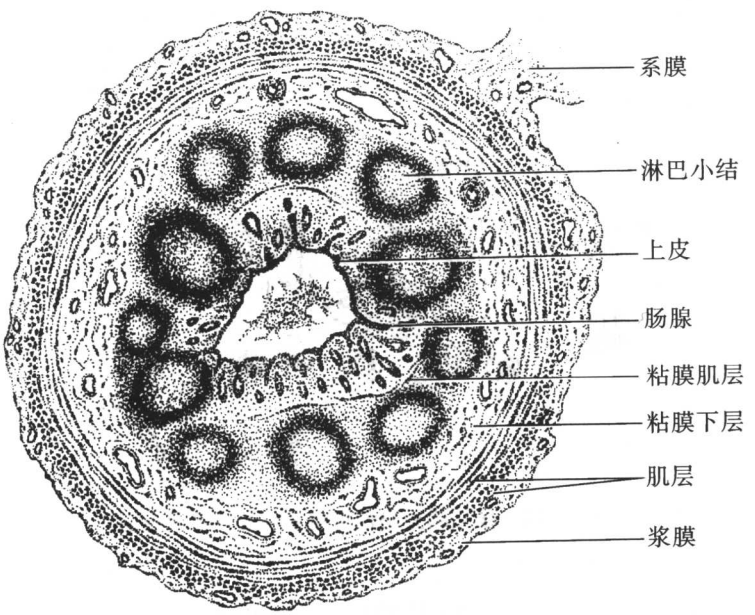


图 7－10　阑尾横切面模式图

七、消化管的分泌性免疫系统

消化管除了具有一般屏障作用以外，还具有较重要的免疫功能。消化管粘膜固有层的淋巴组织和胃肠上皮共同参与免疫应答。

在小肠上皮内散在分布一种微皱褶细胞（M 细胞），其游离面有一些短小的微绒毛和微皱褶，细胞基底面胞膜内陷形成凹陷，凹陷处镶嵌有数个淋巴细胞。M 细胞从游离面摄取抗原，传递给凹陷处的 B 淋巴细胞，淋巴细胞经抗原刺激后，通过淋巴循环和血循环再回到肠道粘膜上皮内转化为浆细胞，后者分泌抗体（IgA）。IgA 通过上皮时与分泌片（糖蛋白）结合，形成分泌性免疫球蛋白 A（sIgA）（图 7－11），当 sIgA 与相应抗原结合后，可抑制肠道细菌的繁殖，阻止内毒素通过上皮。消化道识别抗原，产生抗体等构成机体的第一道防线，这种防御系统称为分泌性免疫系统（secretory immune system）。

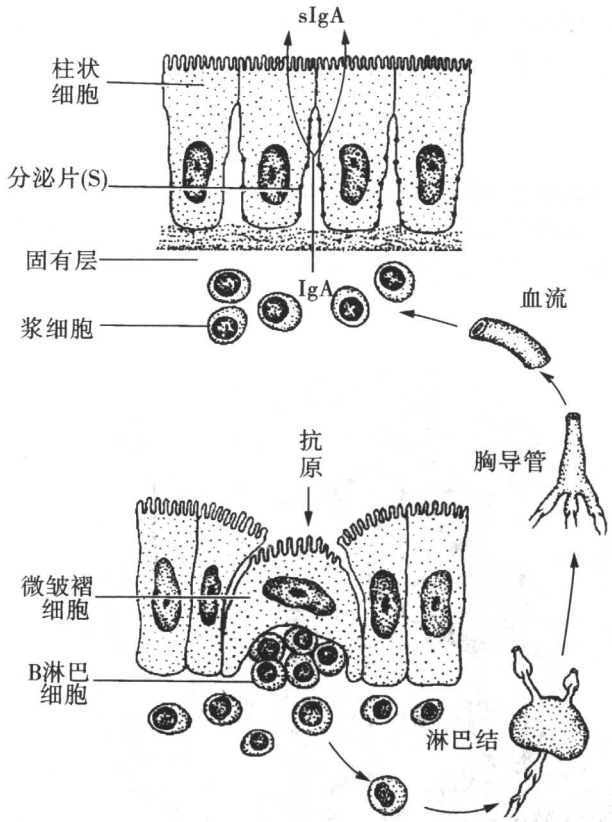


图 7－11　肠粘膜分泌性免疫系统的途径示意图

八、胃肠的内分泌细胞

胃肠的上皮及腺体中散布有 40 多种内分泌细胞，数量多，细胞总数超过任何一种内分泌腺。它们分泌肽类或胺类物质调节胃肠道自身的消化吸收功能，也参与调节其他器官的生理活动。

在 HE 染色切片中这些内分泌细胞与普通上皮细胞不易区别。在银染切片中，这些内分泌细胞基部胞质中含大量嗜银颗粒，故又称基底颗粒细胞或嗜银细胞。

几种主要的内分泌细胞见表 7－1。

表 7－1　几种主要的内分泌细胞

细胞名称	分布	分泌激素
pp	胃、小肠、结肠	胰多肽
G	幽门部、十二指肠	促胃液素
S	十二指肠、空肠	肠促胰抑素
K	回肠、空肠	胃抑多肽
D	胃、肠	生长抑素
N	回肠	神经降压素

第二节　消化腺

消化腺包括两种类型，大消化腺和小消化腺。大消化腺位于消化管壁外，是独立的器官，它的分泌物经导管排入消化管内，如唾液腺、肝、胰；小消化腺位于消化管各段的管壁上，如食管腺、胃腺、肠腺等。消化腺的功能是分泌含多种消化酶的消化液，对食物进行化学消化，利于肠道对营养物质的充分吸收。

一、唾液腺

唾液腺有腮腺、舌下腺及颌下腺三对，位于口腔周围，其导管开口于口腔。

（一）唾液腺的一般结构

唾液腺的表面被覆有结缔组织膜，结缔组织伸入其内将腺实质分隔为许多小叶（lobuk），小叶间结缔组织中含血管、神经、淋巴管及导管等。腺实质由分泌部（腺泡）和排泄部（导管）组成。

1. 分泌部　腺泡（alveoli）呈泡状或管泡状。腺泡上皮由单层立方或锥体形腺细胞构成。腺细胞与基膜之间有肌上皮细胞，肌上皮细胞收缩有利于分泌物的排出。根据腺细胞的结构及分泌物的性质，腺泡可分为三种类型（图 7－12）。

（1）浆液性腺泡（serous alveoli）　由浆液腺细胞组成，腺细胞分界明显，胞核圆形，近基部。胞质顶部含较多的嗜酸性分泌颗粒，HE 染色胞质嗜酸性较强，呈紫红色。电镜下，胞质中含大量粗面内质网和核糖体。该腺泡分泌物较稀薄称浆液，内含唾液淀粉酶等。

（2）粘液性腺泡（mucous alveoil）　由黏液性腺细胞组成。胞核扁圆形，位于细胞基底部。胞质顶部有粗大的分泌颗粒，胞质弱嗜碱性，着浅蓝色。该腺泡分泌物较黏稠，称黏液，主要成分为粘蛋白。

（3）混合性腺泡（mixed alveoli）　由浆液性和黏液性腺泡共同组成，常以黏液性腺泡为主。少量浆液腺细胞常位于腺泡末端，呈半月形，称半月（demilune）。

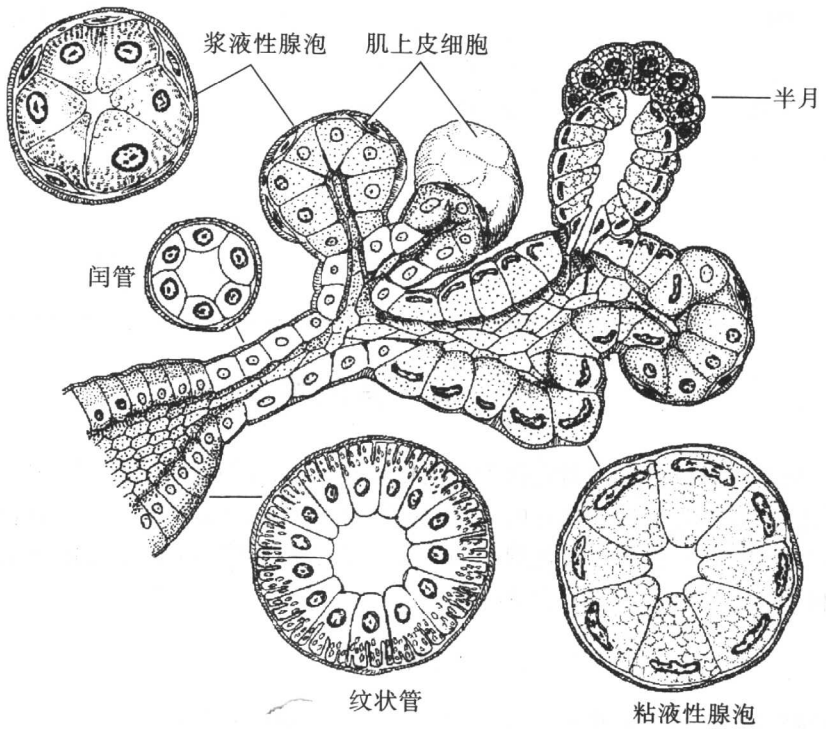


图 7-12　唾液腺腺泡和导管结构模式图

2. 排泄部　由各级分支的导管(duct)组成,管道由上皮构成,按其结构和所在部分可分为如下几段。

(1)闰管(intercalated duct)　是导管的起始部,与泡腔相连,管径细,管腔小,管壁由单层扁平立方上皮构成。

(2)分泌管(secretory duct)　与闰管相连,管壁由单层高柱状上皮组成,胞核位于细胞上部,基底可见纵纹故又称纹状管。电镜下细胞有典型的质膜内褶及纵行分布的线粒体,有利于细胞与组织液之间水和电解质的转运。

(3)小叶间导管及总导管　小叶间导管由分泌管汇集而成,位于小叶间结缔组织内。管壁由单层柱状上皮或假复层柱状上皮构成。小叶间导管汇合成一条或几条总导管在口腔开口处移行为复层扁平上皮。

(二)三种唾液腺的结构特点

1. 腮腺　为浆液腺,闰管较长,有纹状管,分泌物为唾液淀粉酶等。

2. 舌下腺　为混合腺,以黏液性和混合性腺泡为主,无闰管,纹状管短,分泌物为黏液

3. 下颌下腺　为混合腺,浆液性腺泡较多,黏液腺和混合性腺泡少,闰管短,分泌管长,分泌物含黏液和唾液淀粉酶。

二、胰　腺

胰腺(pancreas)是人体内起主要消化作用的消化腺,胰腺表面覆有薄层结缔组织被膜,结缔组织伸入腺内将实质分为许多小叶,腺实质由外分泌部和内分泌部组成。

(一) 外分泌部

胰腺外分泌部占胰腺的大部分,为复管泡状浆液腺(图 7 - 13)。

1. 腺泡　每个腺泡由 40 ~ 50 个锥体形腺细胞构成,腺细胞与基膜之间无肌上皮细胞。腺腔内有一些扁平或立方形细胞称泡心细胞(centroacinar cell),细胞较小,胞质染色浅,核圆形。胰腺腺泡分泌多种消化酶,腺细胞还分泌一种胰蛋白的抑制因子,可阻止胰蛋白酶原在胰腺内激活,防止胰腺自溶。

2. 导管　闰管较长,起于泡心细胞,管径细,汇合形成小叶内导管。小叶内导管由单层立方上皮构成,出小叶后移行为由单层柱状上皮构成的小叶间导管。主导管由小叶间导管汇合而成,由单层高柱状上皮和少量杯状细胞构成。胰腺导管上皮分泌的水和电解质与腺泡分泌的消化酶共同组成胰液。

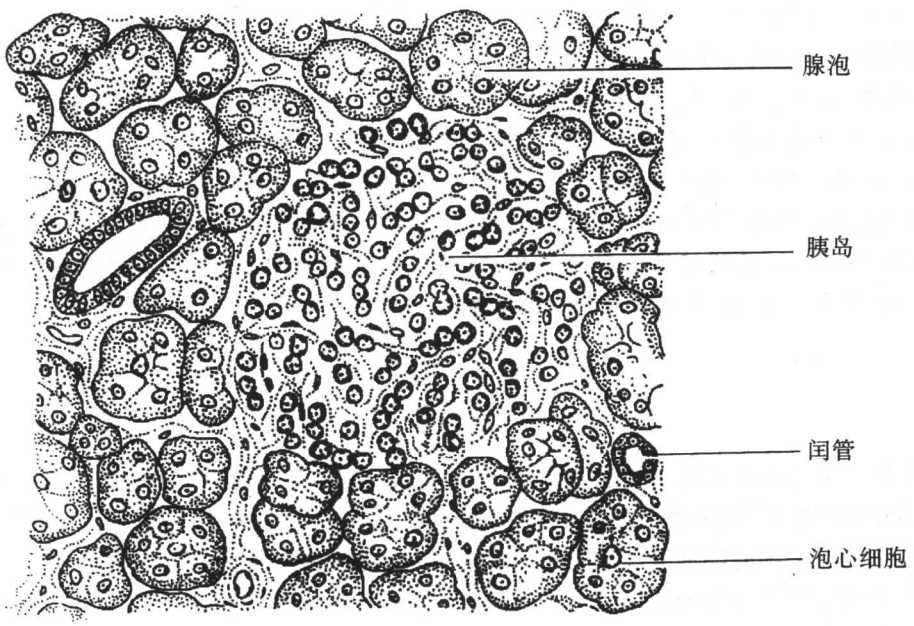


图 7 - 13　胰腺模式图

(二) 内分泌部

胰腺的内分泌部即胰岛(pancreatic islet)(彩图 8),为分散在外分泌部之间的大小不等、形状不规则的细胞团,HE 染色浅。胰岛细胞之间有丰富的毛细血管。胰岛主要有 A、B、D、PP 四种细胞。

1. A 细胞　约占胰岛细胞总数的 20% 左右,细胞体积较大,多分布于胰岛周边,Mal-

lory 染色胞质呈鲜红色，A 细胞分泌胰高血糖素，可使糖原分解，血糖升高。

2. B 细胞　占胰岛细胞总数的 70%，细胞较小，多分布于胰岛中，Mallory 染色胞质呈橘黄色。B 细胞分泌胰岛素（insulin），胰岛素能促进糖原的合成，降低血糖。胰岛素缺乏时，糖原的合成发生障碍，导致血糖浓度增高，并随尿排出，临床上称为糖尿病。

3. D 细胞　约占胰岛细胞总数的 5% 左右，散在于 A、B 细胞之间，Mallory 染色胞质呈蓝色，电镜下胞质内含较大的分泌颗粒。D 细胞分泌生长抑素，抑制 A、B 细胞的分泌活动。

4. PP 细胞　细胞数量较少，分泌的胰多肽具有抑制胃肠运动、胰液分泌和胆囊收缩的作用。

【知识卡片】

糖尿病的饮食疗法

一般情况下，糖尿病是由胰岛功能低下引起的，其治疗方法有多种，有心理治疗、饮食治疗和药物治疗等。而饮食疗法是临床首选而最为有效的方法。

民以食为天，而饮食对糖尿病又有直接的影响，所以控制饮食对糖尿病治疗十分重要。中医学认为：消渴多因嗜酒厚味，损伤脾胃，运化失职，消谷耗津，纵欲伤阴而改阴虚燥热发为本病。如《黄帝内经》曰："此肥美之所发也，此人必素食甘美而多肥也，肥者令人内热，甘者令人中满，故其气上溢转为消渴"。《景岳全书》曰："消渴病，其为病之肇端，皆膏粱肥甘之变，酒色劳伤之过，皆富贵人病之，而贫贱者少有也。"指出肥胖者、生活富裕者多患此病，这与现代医学中糖尿病的病因相一致。血糖的高低与胰岛素的分泌及进食的多少和质量密切相关，因而饮食疗法是各型糖尿病治疗的基础，无论何种类型的糖尿病，病情轻重或有无并发症，采用何种药物治疗，都应该严格进行和长期坚持饮食控制。

三、肝

肝脏是人体最大的腺体，是机体新陈代谢的重要器官。肝细胞分泌胆汁参与脂类物质的消化和吸收；肝细胞参与脂类、糖类以及某些药物的代谢；肝细胞能合成多种蛋白质；肝内大量的巨噬细胞能清除从胃肠进入的病原微生物和有害物质。

肝表面有厚而较致密的结缔组织被膜，其表面大部分被浆膜覆盖。结缔组织在肝门处增多，随血管神经进入肝内，将肝实质分成许多肝小叶。

（一）肝小叶

肝小叶（hepatic lobule）呈不规则的多面棱柱体，长约 2 mm，宽约 1 mm（图 7－14，图 7－15），是肝脏的基本结构和功能单位。成人肝大约有 50 万～100 万个肝小叶。肝小叶的基本结构包括中央静脉、肝板或肝索、肝血窦、窦周隙及胆小管五部分。

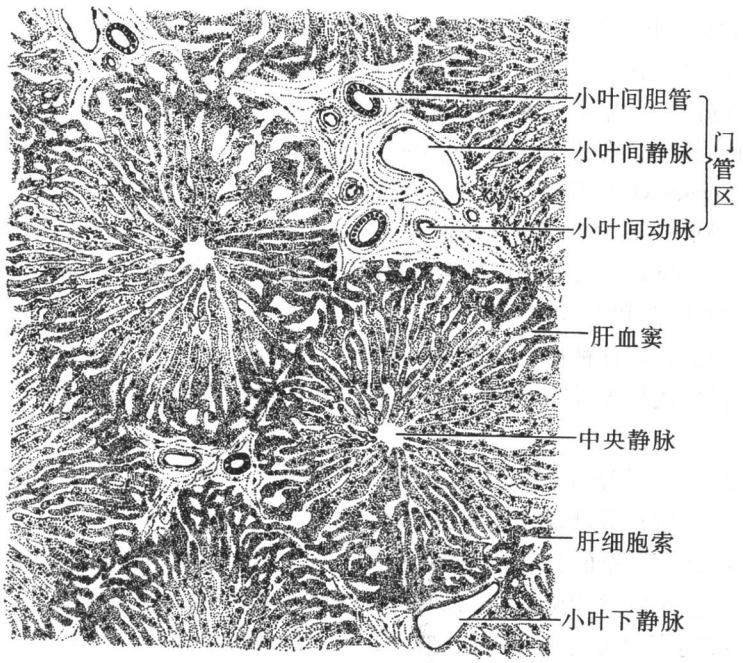


图 7－14　肝小叶与门管区切面模式图

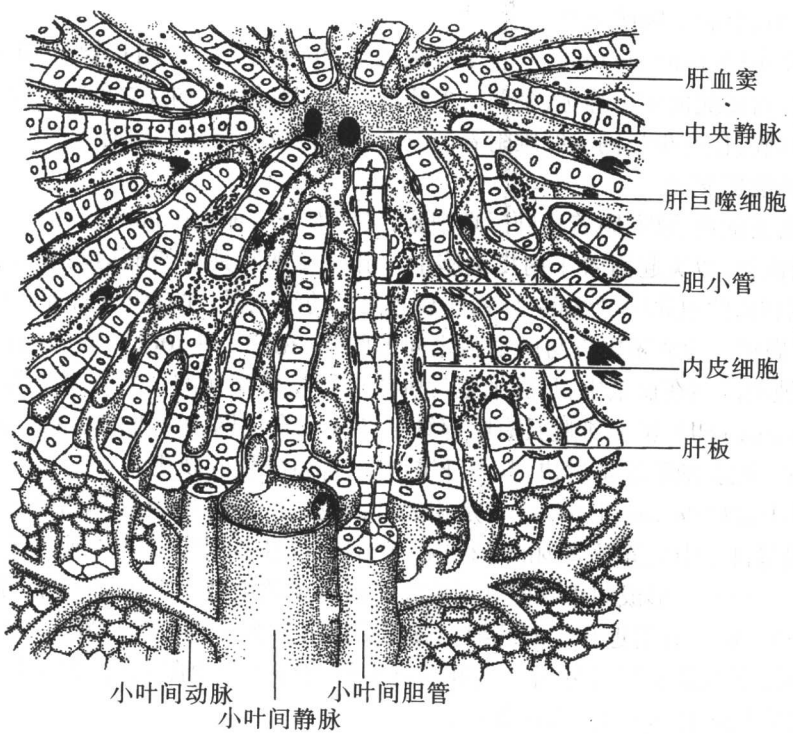


图 7－15　肝小叶模式图

1. 中央静脉　中央静脉(彩图7)位于肝小叶中央,是肝血窦在肝小叶中轴汇集成的一条多孔静脉,管壁不完整,血窦中血液均流向中央静脉。

2. 肝板或肝索　由肝细胞单层排列形成的凹凸不平的板状结构,称肝板(hepatic plate),其断面呈索状,故又称肝索(hepatic cord)。

肝细胞(hepatocyte):是肝小叶的主要组成部分,细胞呈多边形,胞体积大,直径达20~30 μm,胞核圆,位于中央,染色较浅,有1~2个核仁,部分肝细胞有双核,说明肝细胞的功能活跃。胞质嗜酸性,当蛋白质合成旺盛时,胞质出现散在的嗜碱性物质,电镜下胞质内含丰富的细胞器和内含物。

线粒体:为细胞的各种机能活动提供能量。

粗面内质网:数量多,能合成多种血浆蛋白质,如纤维蛋白原、清蛋白、脂蛋白和凝血酶原等。

滑面内质网:广泛分布于细胞质内,其膜上含有多种酶,与肝细胞合成胆汁,进行糖、脂类、激素代谢及解毒等功能密切相关。

高尔基复合体:多分布于细胞核附近及胆小管周围。与肝细胞的分泌活动关系密切,能将内质网合成的蛋白质和脂蛋白进行加工,再释放入窦周隙,还参与胆汁的形成和分泌。

此外,肝细胞富含溶酶体和过氧化物酶,与肝细胞的细胞内消化和解毒有关。

肝细胞至少有三种不同的功能面,即血窦面,肝细胞邻接面和胆小管面。肝细胞邻接面含有紧密连接、桥粒和缝隙连接等。血窦面,胆小管面则有许多微绒毛,使该面表面积扩大5~6倍,有利于物质交换。

3. 肝血窦(hepatic sinusoid)　位于肝板之间,相互吻合形成网状管道,血液从肝小叶的周边经肝血窦流向中央静脉,窦壁由多孔的内皮细胞组成,内皮之间不连续,间隙较宽,内皮外无基膜,仅有少量网状纤维附着。故肝血窦内皮具有较大的通透性,有利于肝细胞和血液间的物质交换。

在肝血窦的内表面,附着有肝巨噬细胞,又称库普弗细胞(kupffer cell)。其形态不规则,胞质嗜酸性,以突起附着于内皮细胞上。肝巨噬细胞具有变形运动和较强的吞噬能力,可吞噬和清除血窦中的细菌、异物和衰老死亡的细胞器,并有免疫监督等功能。

4. 窦周隙　为血窦内皮与肝细胞之间的间隙,宽约0.4 μm,窦周间隙内充满血浆,肝细胞微绒毛浸泡在血浆中,是肝细胞与血浆进行物质交换的场所。窦周隙内有贮脂细胞(fat-storing cell),贮脂细胞具有贮存维生素A和合成网状纤维的功能。慢性肝炎,慢性酒精中毒,贮脂细胞增殖过快,肝内纤维增多,都将导致肝硬化。

5. 胆小管(bile canali culus)　是相邻肝细胞之间的细胞膜局部凹陷形成的微细管道,以盲端起自于中央静脉周围的肝板内,互相吻合成网,用银浸染片或ATP酶组化法可清晰显示。电镜下,形成胆小管的肝细胞膜表面有少数微绒毛突入管腔内,可扩大胆汁分泌的表面积。胆小管附近相邻的肝细胞彼此贴近形成紧密连接和桥粒,严密封闭胆小管周围的细胞间隙,防止胆汁外溢。当肝细胞炎性改变或胆道阻塞时,胆小管结构遭到损坏,胆汁经窦周隙进入血液,出现黄疸。

(二)门管区

相邻肝小叶之间的结缔组织区域称为门管区(portal area)。门管区主要有小叶间动

脉、小叶间静脉、小叶间胆管及淋巴管和神经等通过。小叶间动脉是肝固有动脉的分支，管腔较小，管壁较厚而完整；小叶间静是门静脉的分支，管腔较大而不规则，管壁薄；小叶间胆管管腔小，管壁由单层立方上皮围成。

【知识卡片】

肝脏的生理功能

肝脏是人体内最大的实质性腺体，是一个由肝细胞构成并充满血液的柔软组织，其以肝小叶为基本单位，由排列成索的肝细胞组成，有动脉及门静脉两套供血系统。肝脏是人体重要的器官，具有十分重要和复杂的生理功能。首先是人体内各种物质代谢和加工的中枢，它把门静脉从肠道吸收来的营养物质进行加工，变成人体内自己的成分供应全身，并把多余的物质加以贮存；又把动脉血带来的代谢产物进行加工利用，或把不能利用的加以处理，再由肾脏或胆道排泄，以此维持和调节人体内环境的稳定、水电解质平衡和血容量的稳定。其次，肝脏还有生物转化和解毒功能，所有进入人体的药物和毒物等，都会在肝脏发生氧化、还原、水解、结合等化学反应，不同程度地被代谢，最后以代谢物的形式排出体外。

（三）肝内血液循环

有两套血管入肝，故肝内血液丰富。

1. 肝门静脉　是肝的功能性血管，收集胃肠等处含丰富营养物质的静脉血。其血量约占肝内总血量的四分之三，门静脉入肝后，分支形成小叶间静脉，注入肝血窦。

2. 肝固有动脉　是肝的营养性血管，血液含氧丰富，为肝细胞代谢提供充足的氧分。肝动脉入肝后分支形成小叶间动脉，注入肝血窦。因此，肝血窦内为混合血，大部分血液透过血窦壁进入窦周隙，与肝细胞充分接触并进行物质交换，并从周边汇入中央静脉，后者注入小叶下静脉，最后汇合成肝静脉出肝。肝内血液循环途径如下：

肝门静脉→小叶间静脉
肝固有动脉→小叶间脉
→肝血窦→中央静脉→小叶下静脉→叶下静脉→肝静脉→下腔静脉

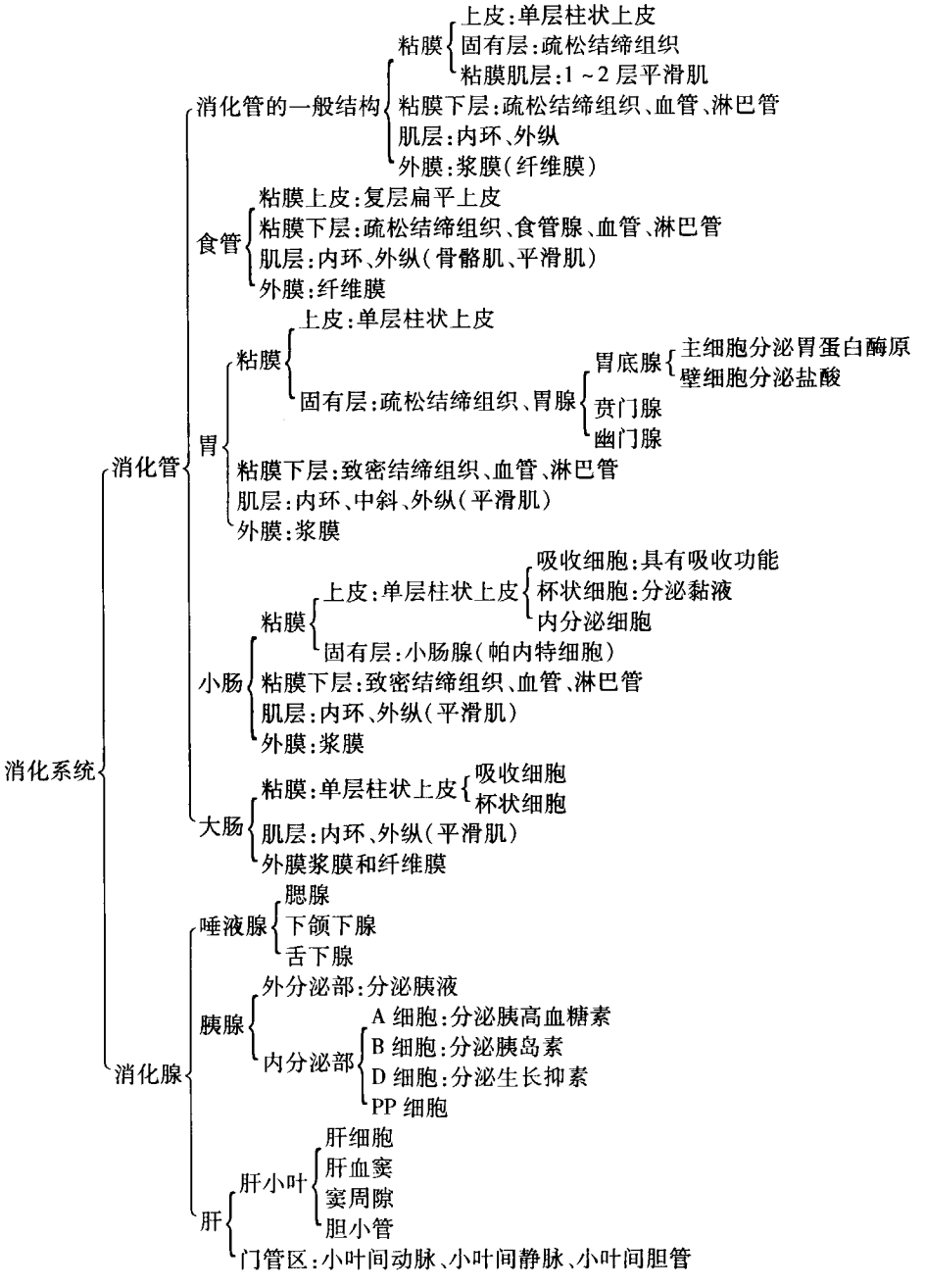
（四）肝内胆汁的排出途径

肝细胞分泌胆汁→胆小管→小叶间胆管→左、右肝管（出肝）→肝总管

【思考题】

1. 试述消化管的一般结构。
2. 试述食管的微细结构。
3. 试述胃的微细结构。
4. 试述小肠的微细结构。
5. 试述大肠的微细结构。
6. 试述肝的微细结构。
7. 试述胰的微细结构。

知识概要


消化系统
消化管
消化管的一般结构
粘膜
上皮：单层柱状上皮
固有层：疏松结缔组织
粘膜肌层：1～2层平滑肌
粘膜下层：疏松结缔组织、血管、淋巴管
肌层：内环、外纵
外膜：浆膜（纤维膜）
食管
粘膜上皮：复层扁平上皮
粘膜下层：疏松结缔组织、食管腺、血管、淋巴管
肌层：内环、外纵（骨骼肌、平滑肌）
外膜：纤维膜
胃
粘膜
上皮：单层柱状上皮
固有层：疏松结缔组织、胃腺
胃底腺
主细胞分泌胃蛋白酶原
壁细胞分泌盐酸
贲门腺
幽门腺
粘膜下层：致密结缔组织、血管、淋巴管
肌层：内环、中斜、外纵（平滑肌）
外膜：浆膜
小肠
粘膜
上皮：单层柱状上皮
吸收细胞：具有吸收功能
杯状细胞：分泌黏液
内分泌细胞
固有层：小肠腺（帕内特细胞）
粘膜下层：致密结缔组织、血管、淋巴管
肌层：内环、外纵（平滑肌）
外膜：浆膜
大肠
粘膜：单层柱状上皮
吸收细胞
杯状细胞
肌层：内环、外纵（平滑肌）
外膜浆膜和纤维膜
消化腺
唾液腺
腮腺
下颌下腺
舌下腺
胰腺
外分泌部：分泌胰液
内分泌部
A细胞：分泌胰高血糖素
B细胞：分泌胰岛素
D细胞：分泌生长抑素
PP细胞
肝
肝小叶
肝细胞
肝血窦
窦周隙
胆小管
门管区：小叶间动脉、小叶间静脉、小叶间胆管

（张荣德）

第八章　呼吸系统

呼吸系统由鼻、咽、喉、气管、主支气管和肺等器官组成，鼻至肺的终末细支气管为传送气体的通道，肺内含有肺泡的部分为执行气体交换的场所。其主要功能是完成外界空气与血液之间的气体交换，即吸入氧气呼出二氧化碳，以维持机体的生命活动，保证人体新陈代谢的顺利进行。同时呼吸系统还有一定的物质代谢和内分泌功能，鼻有嗅觉功能，喉与发音有关。

第一节　呼吸道

一、呼吸道的一般结构

呼吸道的管壁一般分为粘膜、粘膜下层和外膜三部分，各层之间无明显的界限。其结构特点是骨或软骨为管腔的支架，管径随着分支越来越细，管壁越来越薄（图 8－1）。

（一）粘膜

粘膜由上皮和固有层构成。

1. 上皮　呼吸道粘膜的上皮大部分是假复层纤毛柱状上皮，上皮细胞主要有五种，即纤毛柱状细胞、杯状细胞、基细胞、小颗粒细胞和刷细胞，前三者已在上皮组织中叙述。

（1）小颗粒细胞　又称内分泌细胞，细胞呈较矮的卵圆形或锥体形，其分泌物具有调节呼吸道血管平滑肌的收缩和腺体分泌的功能。

（2）刷细胞　呈柱状，因细胞游离面有密集而整齐的微绒毛呈刷状而得名。其功能不明。

2. 固有层　位于上皮深面，由致密结缔组织构成，含有较多弹性纤维以增强管壁的弹性，有的部位含有淋巴组织以增强局部的免疫功能。

（二）粘膜下层

粘膜下层由疏松结缔组织构成，其内含有血管、神经、淋巴管和混合腺体。黏液性腺细胞能分泌黏液、溶菌酶和分泌片；浆液性腺细胞分泌的 IgA 与分泌片结合，形成分泌性

免疫球蛋白 A(sIgA),具有抑制病菌的作用,缺乏 sIgA,易出现呼吸道感染。

(三)外膜

外膜由疏松结缔组织构成,其内含有骨或软骨,构成管壁的支架以保持气道的通畅。

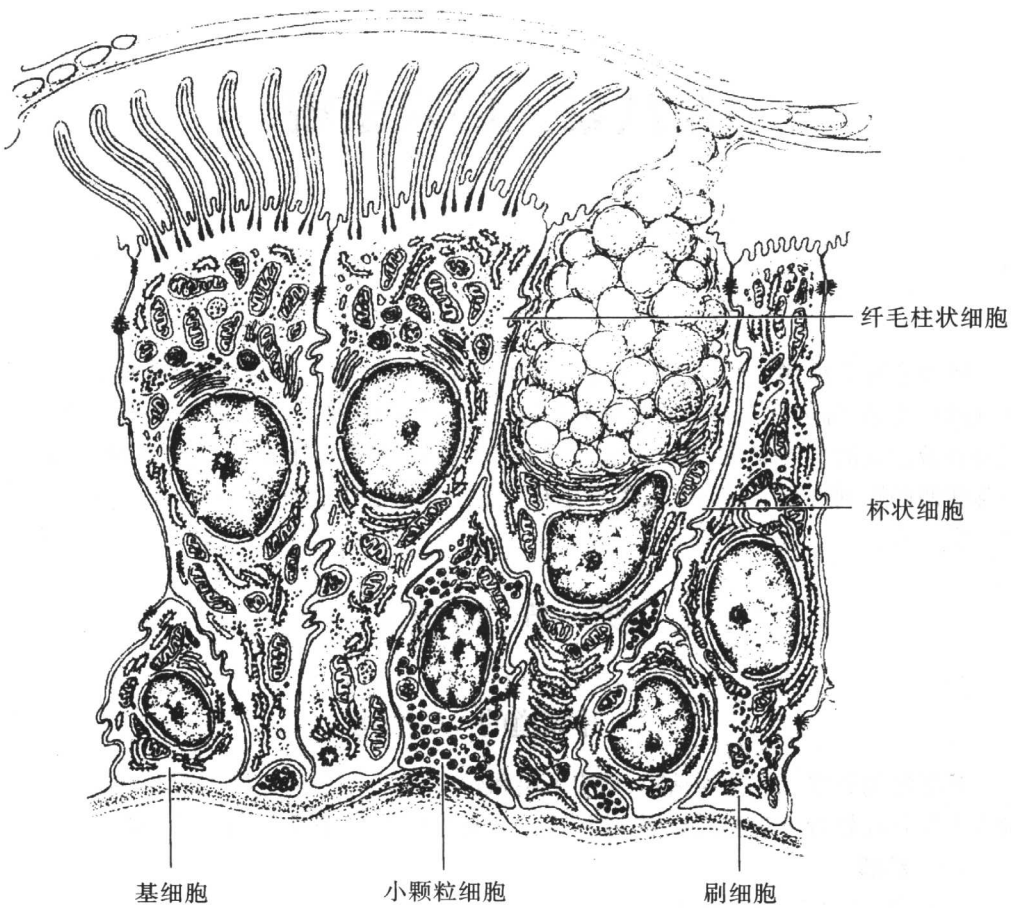


图 8-1 肺外呼吸道上皮细胞的超微结构模式图

二、鼻的微细结构

根据鼻腔粘膜结构和功能的不同,可分为前庭部、呼吸部和嗅部。

(一)前庭部

上皮为非角化的复层扁平上皮,固有层内含有毛囊、皮脂腺和汗腺,鼻毛可阻挡吸入气体中的尘埃颗粒。

(二)呼吸部

活体粘膜呈淡红色,为假复层纤毛柱状上皮,含较多杯状细胞。固有层含有丰富的静脉丛和混合腺,对吸入的空气具有加温和加湿功能。

（三）嗅部

位于鼻腔顶部，活体呈浅黄色或苍白色，嗅粘膜为假复层柱状上皮称嗅上皮，含有嗅细胞、支持细胞和基细胞，不含杯状细胞。嗅细胞具有嗅觉功能，为嗅觉传导通路的一级神经元。

三、气管与主支气管

气管与主支气管是沟通肺与外界的重要通道，其管壁共分三层，由内向外可分为粘膜、粘膜下层和外膜（图 8－2），主要以 C 字形的软骨环为支架，由结缔组织连接排列成串，软骨环的缺口向后，由平滑肌和结缔组织构成的膜壁封闭。

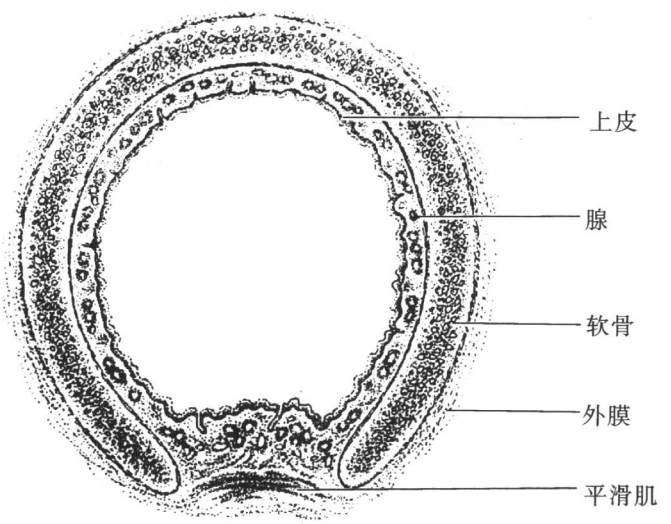


图 8－2　气管横切面模式图

（一）粘膜

分为上皮和固有层。上皮为假复层纤毛柱状上皮（图 8－3），其内含有大量的杯状细胞。上皮游离面上的纤毛，不断地有节律地向喉口方向作波浪式运动，将分泌物和被粘着的尘埃、病菌等推向喉口，以痰的形式咳出体外。固有层由富含弹性纤维的结缔组织组成，内含血管、神经、弥散的淋巴组织和浆细胞，浆细胞与腺上皮或粘膜上皮协同作用，产生分泌性免疫球蛋白 A（sIgA）排至粘膜表面。

（二）粘膜下层

由疏松结缔组织组成，内有较多的小血管、淋巴管和气管腺（混合腺）。在气管下段，粘膜层与粘膜下层间尚有平滑肌束。

（三）外膜

由“C”字形的透明软骨环及结缔组织组成，软骨缺口处的结缔组织含有平滑肌和混合腺，构成气管膜部（膜壁）。透明软骨能支撑呼吸道，保证气流畅通。

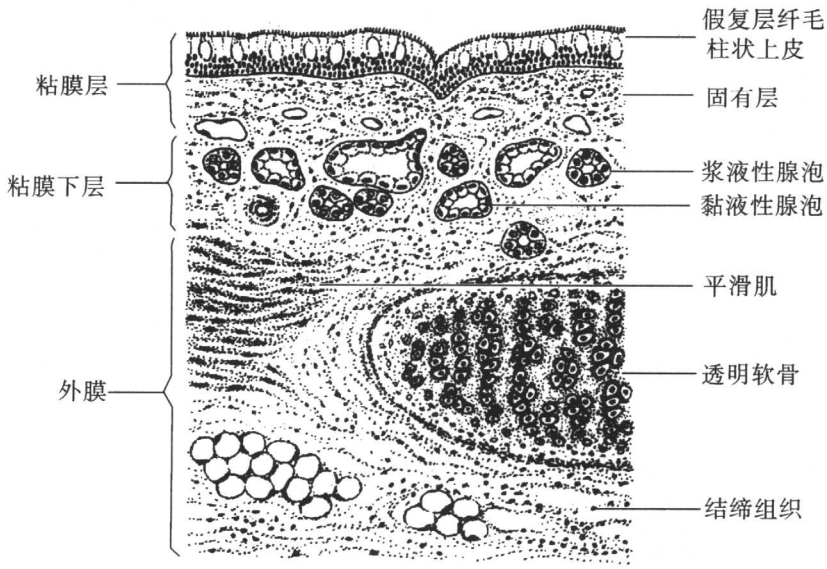


图 8-3　气管壁微细结构模式图

第二节　肺

肺组织主要由肺实质和肺间质组成。肺实质包括肺内的各级支气管及其末端的肺泡;肺间质是指肺内结缔组织、血管、神经和淋巴管等结构。肺间质将肺实质分隔成肺叶和若干肺小叶。

左、右主支气管入肺后,逐级分支为肺叶支气管、肺段支气管、小支气管,当管径小于 1 mm 时称细支气管,细支气管继续分支至管径达 0.5 mm 称终末细支气管,当终末细支气管分支的管壁出现肺泡时,称呼吸性细支气管。自肺叶支气管到终末细支气管,是输送气体的通道而无气体交换作用,称肺的导气部;呼吸性细支气管以下直至肺泡,均能进行气体交换,称肺的呼吸部。

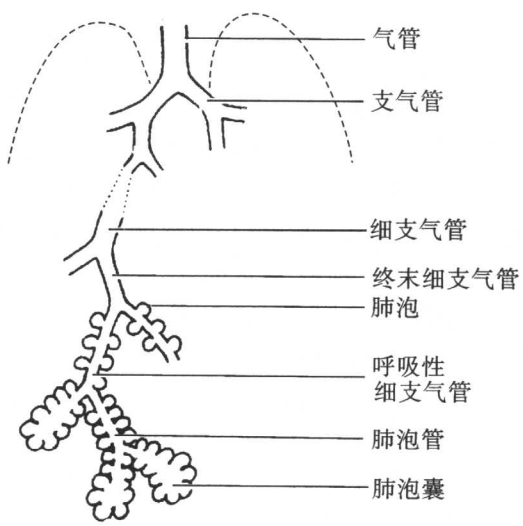


图 8-4　呼吸系统示意图

每一细支气管及其分支和连属的肺泡,构成一个肺小叶(pulmonary lobule)(图 8-4)。肺小叶似锥体形,其底朝向肺表面,呈多边形,直径 1 ~ 2 cm,尖端指向肺门,每一肺叶约有 50 ~ 80 个肺小叶,临床

上的小叶性肺炎即肺小叶范围内的炎症病变。

【知识卡片】

什么叫肺炎和非典型肺炎

肺炎通常是指肺的急性渗出性炎症。根据炎症发生的部位、累及范围和病变性质分如下几种：①肺炎球菌引起的累及一个或多个肺叶的称大叶性肺炎。②由化脓菌感染引起，病变范围以肺小叶为单位的称小叶性肺炎。③炎症累及肺段的称肺段性肺炎。④炎症发生于肺泡内的称肺泡性肺炎。

2003 年初我国局部地区发生的“非典”是传染性非典型肺炎，世界卫生组织（WHO）将其称为严重急性呼吸系统综合征（SARS），是指一组具有类似肺炎症状、胸部透视特征与一般肺炎相似、对抗生素治疗无效、传染性极强的一种急性肺部炎症。

一、肺的微细结构

（一）导气部

支气管在肺内反复分支，呈树枝状，故名支气管树（bronchial tree）。其管壁结构除细支气管和终末细支气管外，与肺外支气管类似。

1. 导气部组织结构特点　随着导气部各级支气管的不断分支，管径由粗变细，管壁由厚变薄，组织结构出现以下变化：上皮由假复层纤毛柱状上皮逐渐变成单层纤毛柱状上皮或单层柱状上皮；杯状细胞和腺体逐渐减少，最后消失；不规则的软骨片逐渐减少乃至消失；平滑肌纤维相应逐渐增多，最终形成完整的环行肌层。

2. 细支气管和终末细支气管

（1）细支气管（bronchiole）　上皮为假复层纤毛柱状上皮或单层纤毛柱状上皮，腺体与软骨片极少或无，而环行平滑肌相对增多。由于细支气管失去了软骨的支撑作用，当平滑肌收缩时可导致管径变小。支气管哮喘时，因肥大细胞释放的组胺导致细支气管平滑肌持续痉挛性的收缩和粘膜水肿，造成出入肺泡的气体量减少而引起呼吸困难。

（2）终末细支气管（terminal bronchiole）　上皮为单层（纤毛）柱状上皮，杯状细胞、腺体和软骨片消失，平滑肌形成完整的环行肌层。

（二）呼吸部

肺的呼吸部包括呼吸性细支气管、肺泡管、肺泡囊和肺泡（图 8－5）。

1. 呼吸性细支气管（respiratory bronchiole）　为终末细支气管的分支，管壁很薄，有肺泡开口，上皮为单层立方上皮，粘膜下有少量平滑肌（彩图 9）。

2. 肺泡管（alveolar duct）　是呼吸性细支气管的分支，末端与肺泡囊连通，管壁四周均为肺泡开口，故管壁极不完整，因自身管壁极少，在切片上呈结节状膨大。

3. 肺泡囊（alveolar sac）　为数个肺泡共同的开口部位，无明显的囊壁，亦无结节状膨大。

4. 肺泡（pulmonary alveolus）　为多面形或半球形的囊泡（图 8－6），开口于肺泡囊、

肺泡管或呼吸性细支气管。每个肺约有3亿~4亿个肺泡，总面积近70~80 m^2，是进行气体交换的场所。肺泡壁内衬单层肺泡上皮，相邻肺泡壁之间的结缔组织称肺泡隔。

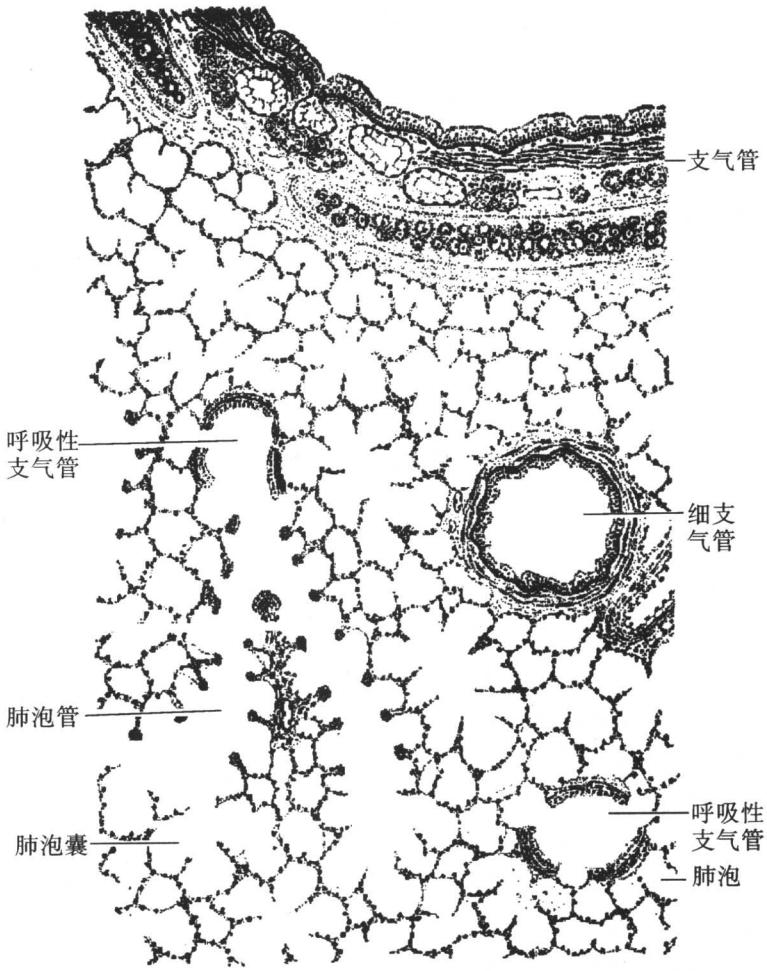


图8-5 肺微细结构模式图

(1) 肺泡上皮由Ⅰ型和Ⅱ型肺泡细胞构成。

Ⅰ型肺泡细胞(type Ⅰ alveolar cell) 胞体呈扁平形(图8-6)，胞核扁圆形。Ⅰ型肺泡细胞覆盖肺泡腔面的97%，为气体交换提供了薄而广的面积，有利于血液和肺泡间的气体交换。

Ⅱ型肺泡细胞(type Ⅱ alveolar cell) 胞体呈立方形或圆形(图8-6)，胞核圆形，位于Ⅰ型肺泡细胞之间，并突入肺泡腔。电镜下，细胞游离面上有短小、散在的微绒毛，胞质内除有一般分泌细胞所具有的细胞器外，还含有许多特殊的板层小体，称嗜锇性板层小体。该小体内具有同心圆或平行排列的板层状结构，外有薄膜包裹，直径约0.1~1 μm，可向肺泡腔面分泌肺泡表面活性物质，其主要成分为二棕榈酰卵磷脂，覆盖于肺泡上皮的

表面，其作用可降低肺泡的表面张力，防止肺泡塌陷及过度扩张，稳定肺泡的直径。另外，表面活性物质还能阻止液体由毛细血管渗入，避免肺水肿的发生。

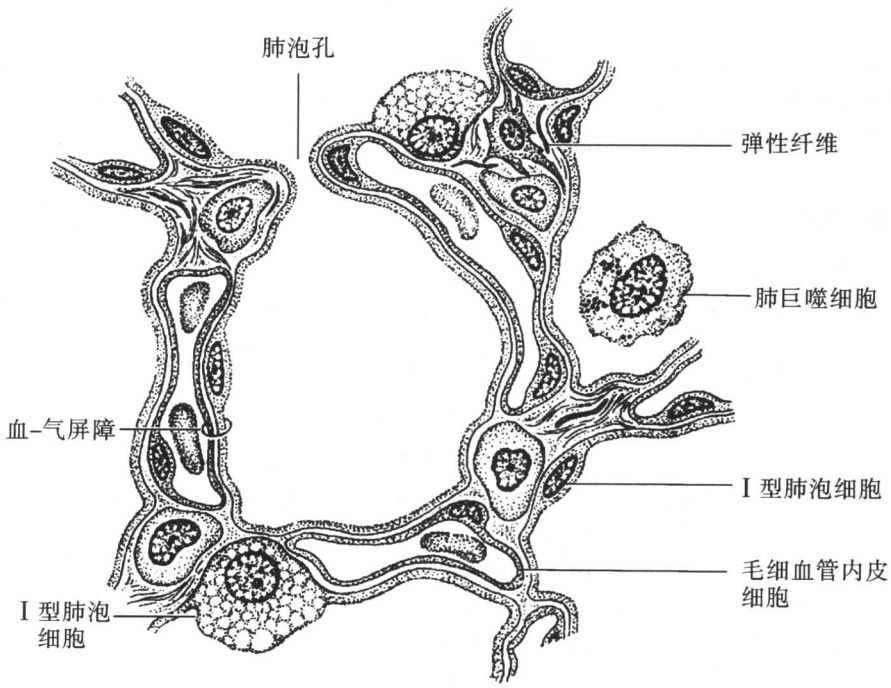


图 8-6　肺泡结构模式图

（2）肺泡隔（alveolar septum）　为相邻肺泡间的薄层结缔组织，属肺间质。肺泡隔内含丰富的毛细血管网、大量的弹性纤维、成纤维细胞、肥大细胞和肺巨噬细胞（pulmonary macrophage）等。弹性纤维有助于肺泡扩张之后的回缩。肺泡隔中的毛细血管网保证血液与肺泡腔中气体的广泛交换。肺泡隔中的肺巨噬细胞，能吞噬病菌和异物，若吞噬了大量尘埃颗粒，则称尘细胞（dust cell）；若吞噬了肺淤血时渗出的红细胞则称心力衰竭细胞（heart failure cell）。

（3）肺泡孔（alveolar pore）　相邻肺泡之间的一个或数个小孔，直径 10～15 μm，这些小孔称肺泡孔，有均衡肺泡内气压和侧支通气的作用。当肺部感染时，细菌可借肺泡孔扩散，使感染蔓延。

（4）气－血屏障（air－blood barrier）　肺泡与血液之间的气体交换所经过的结构称气－血屏障，或称呼吸膜（respiratory membrane）。由肺泡腔内表面的液体层、肺泡上皮、上皮基膜、毛细血管内皮基膜和内皮五层结构构成。

二、肺的血管

肺有两套血液循环：一套为支气管动脉（bronchial artery）、支气管静脉（bronchial vein）及其分支，与支气管伴行，为肺的营养性血管；一套为肺动脉（pulmonary artery）、肺

静脉(pulmonary vein)及其分支,在肺泡隔内形成毛细血管网,主要完成肺内的气体交换,为肺的功能性血管。

三、肺的代谢功能

肺不仅有气体交换功能,尚有参与体内物质代谢的功能。肺血管的内皮细胞参与5-羟色胺、前列腺素的生成和灭活,去甲肾上腺素和缓激肽等的灭活及血管紧张素的转化等。另外肺的上皮细胞还有内分泌功能。

【思考题】

1. 试述呼吸道粘膜的一般结构。
2. 叙述气体进入肺泡毛细血管所经过的结构及各部结构的作用。

知识概要

- 呼吸系统增多
  - 呼吸道
    - 一般结构
      - 粘膜
        - 上皮:假复层纤毛柱状上皮
        - 固有层:致密结缔组织
      - 粘膜下层:疏松结缔组织内含血管、神经、淋巴管和混合腺体
      - 外膜:疏松结缔组织内含骨或软骨
    - 鼻
      - 前庭部
        - 上皮:非角化的复层扁平上皮
        - 固有层:含有毛囊、皮脂腺和汗腺
      - 呼吸部
        - 上皮:假复层纤毛柱状上皮,含杯状细胞。
        - 固有层:含有丰富的静脉丛和混合腺
      - 嗅部:假复层柱状上皮含嗅细胞
    - 气管与主支气管
      - 粘膜
        - 上皮:假复层纤毛柱状上皮
        - 固有层:致密结缔组织含弹性纤维
      - 粘膜下层:疏松结缔组织内含血管、神经、淋巴管和混合腺体
      - 外膜:疏松结缔组织内含C形透明软骨
  - 肺
    - 导气部
      - 细支气管:上皮为假复层单层纤毛柱状上皮,腺体与软骨少和无,环行肌
      - 终末细支气管:上皮为单层(纤毛)柱状上皮,杯状细胞、腺体和软骨片消失,平滑肌形成完整肌层。
    - 吸吸性细支气管:上皮为单层立方上皮,粘膜下有少量平滑肌。
    - 呼吸部
      - 肺泡管:自身管壁极少,有结节状膨大
      - 肺泡囊:为数个肺泡共同开口部分
      - 肺泡:是气体交换的场所
        - Ⅰ型肺泡细胞:提供了薄而广的气体交换面积
        - Ⅱ型肺泡细胞:稳定肺泡

(路兰红)

第九章　泌尿系统

泌尿系统(urinary system)由肾、输尿管、膀胱和尿道组成,主要功能是排除机体代谢所产生的含氮类代谢产物及体内多余的水和无机盐等,对维持水、电解质平衡及内环境的稳定具有重要的作用。此外肾尚有内分泌功能。

第一节　肾

一、肾的微细结构

肾(kidney)表面覆以致密结缔组织构成的纤维囊。肾实质分皮质(cortex)(彩图10)和髓质(medulla)两部分。肾实质由大量泌尿小管组成,泌尿小管又由肾小管和集合管系组成(图9-1)。肾小管的起始部与肾小囊相接,末端与集合小管相续。肾小囊与血管球构成肾小体,肾小体及和肾小管构成肾单位。

(一)肾单位

肾单位(nephron)是生成尿液的基本结构和功能单位,每侧肾约有100万个肾单位(图9-2)。根据肾小体在皮质中的位置及髓袢的长短,可分为浅表肾单位(superficil nephron)和髓旁肾单位(juxtamedullary nephron)。浅表肾单位的肾小体位于皮质浅部,体积较小,髓袢及细段较短,数量多,约占肾单位总数的85%,在尿液形成过程中起重要作用。髓旁肾单位的肾小体位于皮质深部,体积较大,髓袢及细段较长,数量少,在尿液浓缩过程中起重要作用。

1. 肾小体(renal corpuscle)　形似球形,故亦称肾小球,直径约200μm,由血管球和肾小囊组成。肾小体有两个极:微动脉出入的一端为血管极(vascular pole);与近端小管曲部相连的一端为尿极(urinary pole)。

(1)血管球(glomerulus)　为肾小囊包裹的介于入球微动脉和出球微动脉之间的一团盘曲的动脉毛细血管(图9-2、3)。入球微动脉(afferent arteriole)从血管极处进入肾小囊分支形成袢状毛细血管网,最后汇合为一条出球微动脉(efferent arteriole),从血管极处

离开肾小囊。

入球小动脉比出球小动脉粗短，故血管球内压力高。电镜下，血管球的毛细血管内皮有孔，内皮外有一薄层而完整的基膜，少量结缔组织从血管极处伸入血管球内形成血管系膜（mesangium），主要由球内系膜细胞和系膜基质组成。球内系膜细胞（intraglomerular mesangium cell）为有突起的不规则形，伸入到内皮与基膜之间。能吞噬和清除基膜上的沉淀物，维持基膜的通透性，并参与基膜的修复和更新。系膜基质有支持和通透的作用。

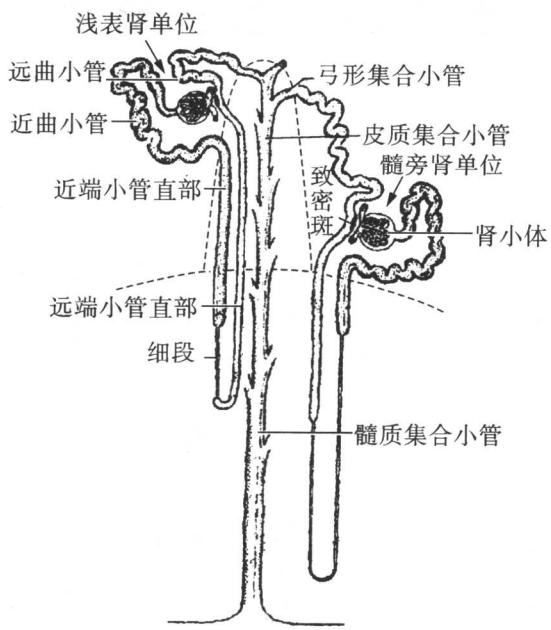


图 9－1　肾单位及集合管的组成和位置关系模式图

（2）肾小囊（renal capsule）　或鲍曼囊（Bowman capsule），为肾小管起始处膨大并凹陷而形成的双层盲囊，分壁、脏两层，两层间为肾小囊腔（图 9－3）。壁层由单层扁平上皮构成，在尿极处与近端小管曲部上皮相连续，并在血管极处转折移行为脏层。脏层包裹在肾血管球毛细血管外面，由足细胞（podocyte）构成。足细胞胞体较大，由胞体发出几个较大的初级突起，每个初级突起又分出许多指状的次级突起（图 9－4）。次级突起之间呈栅栏状镶嵌，有约 25 nm 宽的狭窄裂孔（slit pore），裂孔上覆以 4～6 nm 厚的裂孔膜（slit membrane）。

（3）滤过膜（filtration membrane）　当血液流经血管球毛细血管时，血浆内的水、无机盐等小分子物质经过有孔的毛细血管内皮、基膜和裂孔膜滤入肾小囊腔形成原尿，这三层结构称滤过膜（filtration membrane）或滤过屏障（filtration barrier）（图 9－5）。滤过膜对血浆成分有选择通透性，能限制不同分子量的物质通过，其中裂孔膜起主要作用。因此，原尿除不含大分子蛋白质外，与成分血浆相似。如滤过膜受损（如肾小球肾炎时），血液中某些大分子物质，如蛋白质、红细胞可通过滤过膜，引起蛋白尿或血尿。

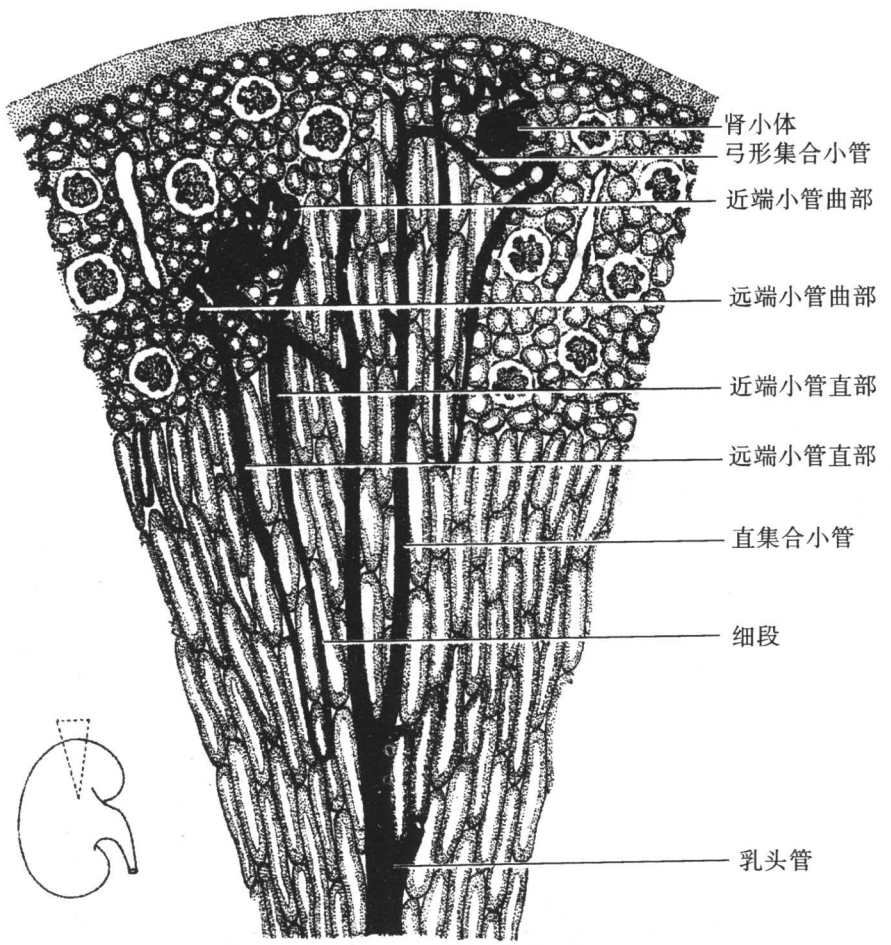


图9-2　肾单位模式图

【知识卡片】

什么是“人工肾”?

在正常人体内,每天大约有1500升血液经过肾脏滤过。滤过屏障通透性的强弱对血液的净化起着关键性的作用,体内某些代谢产物如肌酐、尿素等可被大量滤过。如果肾小球的病变引起滤过屏障通透性的变大或变小,导致血尿、蛋白尿或机体内代谢产物不能正常滤过,出现严重水、电解质失衡及中毒时,则需要血液透析机来代替肾对血液进行滤过,这就是人们常说的“人工肾”。“人工肾”只能清除体内一部分代谢产物,无分泌功能,只可延缓病人的生命。如“人工肾”治疗效果不佳或欲彻底治疗尿毒症,则须施行肾移植手术。

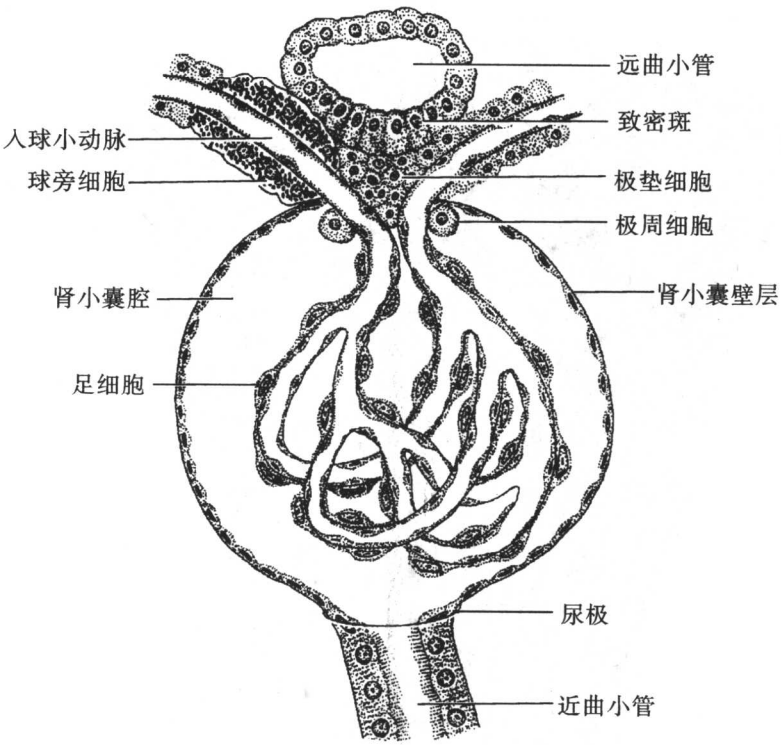


图 9－3　肾小体模式图

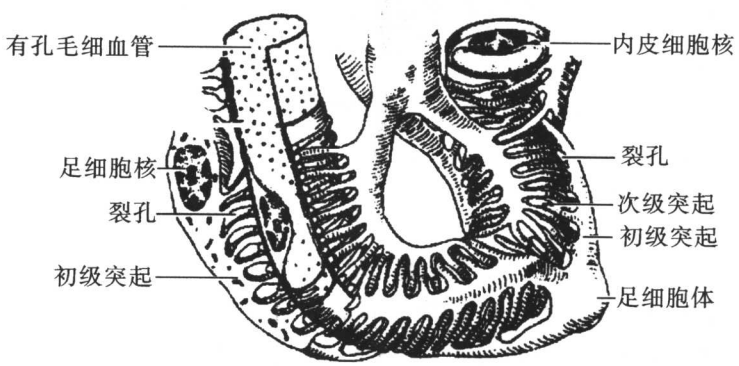


图 9－4　足细胞超微结构模式图

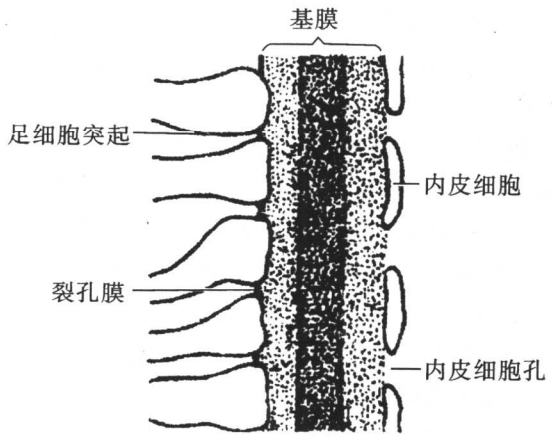


图 9－5　滤过膜超微结构模式图

2. 肾小管(renal tubule)　包括近端小管、细段和远端小管三部分(图 9－6)。

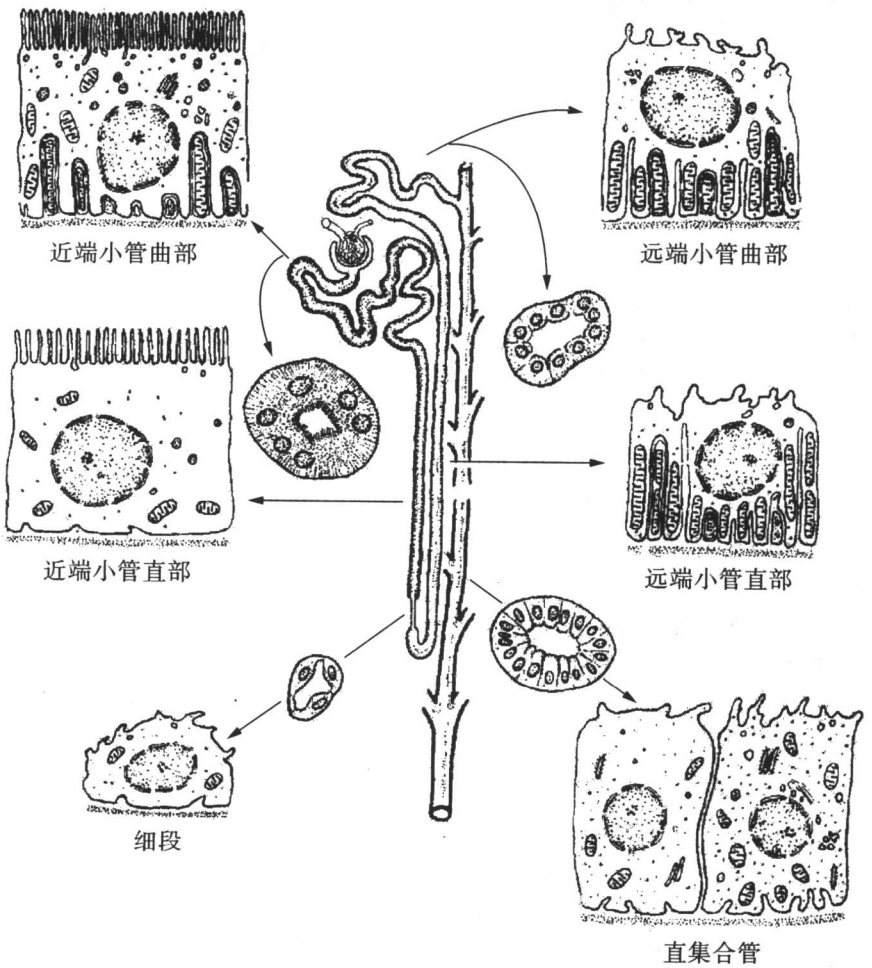


图 9－6　泌尿小管各段微细结构和超微结构模式图

(1) 近端小管(proximal tubule) 与肾小囊相续,是肾小管中最长最粗的一段,长约14 mm,直径50 ~60 μm,约占肾小管总长度的一半,分近端小管曲部和近端小管直部。

近端小管曲部 亦称近曲小管(proximal convoluted tubule),在肾小体附近迂曲蟠行,管壁由单层立方上皮细胞或锥体细胞构成。细胞界限不清,核圆形,位于基底部,胞质嗜酸性,管腔面有刷状缘(brush border)。电镜下,刷状缘为大量密集规则排列的微绒毛,从而扩大了管腔面的表面积,有利于近曲小管的重吸收。细胞侧面发出许多侧突,相邻细胞的侧突互相穿插嵌合,细胞界限不清,细胞基底部有发达的质膜内褶。微绒毛、侧突和质膜内褶与近曲小管的功能密切相关。

近端小管直部 亦称近直小管,是曲部的延续,结构与曲部相似,但上皮细胞较矮。侧突、质膜内褶及微绒毛等比曲部少。

近端小管的主要功能是重吸收。成年人每昼夜两肾滤出的原尿约180 L,其中几乎所有的葡萄糖、氨基酸、蛋白质及大部分水、尿素及各种离子等都在此处被重吸收。此外,近端小管上皮细胞还向管腔内分泌氢离子、氨、肌酐和马尿酸等代谢产物。因此,近端小管是原尿中吸收和分泌有用物质、排泄某些废物的重要部位。临床上常利用马尿酸或酚红排泄试验,来检测肾小管的功能。

(2) 细段(thin segment) 主要位于肾锥体内,呈"U"形。浅表肾单位的细段短,髓旁肾单位的细段长。细段管径较细,约10 ~15 μm,管壁由单层扁平上皮围成,胞质弱嗜酸性,着色较浅,核卵圆,突向管腔。细段弯曲且管壁薄,有利于水和电解质的通透,并可延缓原尿在近曲小管内的流速,有利于近曲小管的重吸收。

(3) 远端小管(distal tubule) 可分为远端小管曲部和远端小管直部。

远端小管直部 亦称远直小管,管壁由单层立方上皮围成,胞质着色浅,核圆形,腔面无刷状缘。电镜下,细胞游离面微绒毛短而少,基底部质膜内褶发达,质膜上有钠泵,内褶间的线粒体多而细长,有利于水的重吸收和尿液的浓缩。

细段及与其相连的近端小管直部和远端小管直部共同构成的"U"形袢状结构称肾单位袢(nephron loop)或髓袢(medullary loop)。

远端小管曲部 亦称远曲小管(distal convoluted tubule),位于肾小体附近,长度比近曲小管短,结构与直部相似。其功能是重吸收水、钠以及小管上皮以分泌形式排出钾、氢、氨等,对维持体液酸碱平衡有重要作用。其功能活动受醛固酮和抗利尿激素的调节,吸钠排钾,促进上皮细胞对水的重吸收,使尿液浓缩,尿量减少。

(二) 集合管

集合管(collecting tubule)包括三段,即弓形集合小管、直集合小管和乳头管,各段间无明显界限。弓形集合小管与远曲小管相续,进入髓质后称直集合小管,直集合小管入髓质后下行至肾乳头称乳头管。集合管的管径从皮质走向髓质逐渐变粗,上皮由单层立方上皮逐渐变成单层柱状上皮,至乳头管处为单层高柱状上皮。在醛固酮及抗利尿素的作用下,集合管有重吸收水、钠及排钾的功能。

肾小体滤过生成的原尿,经过肾小管和集合管,99%的水分和其他有用成分被重吸收,同时,管壁上皮细胞将体内的一些代谢产物和某些外来物质(如药物、毒素等)排入管腔中,浓缩后,经乳头管排入肾小盏形成终尿。成人尿量每天1 ~2 L,约占原尿的1%。

（三）球旁复合体

球旁复合体（juxtaglomerular complex）也称肾小球旁器（juxtaglomerular apparatus），主要由球旁细胞、致密斑和球外系膜细胞组成，位于肾小体血管极处，略呈三角形。入球微动脉和出球微动脉分别构成三角形的两条侧边，致密斑构成三角形的底，球外系膜细胞位于三角区中心（图9－3）。

1. 球旁细胞（juxtaglomerular cell）　由入球微动脉靠近血管极处的管壁内平滑肌细胞转化而成。细胞体积较大，呈立方形，核大而圆，胞质内含分泌颗粒，能分泌肾素（renin）。肾素能够间接引起血管壁平滑肌的收缩而升高血压。

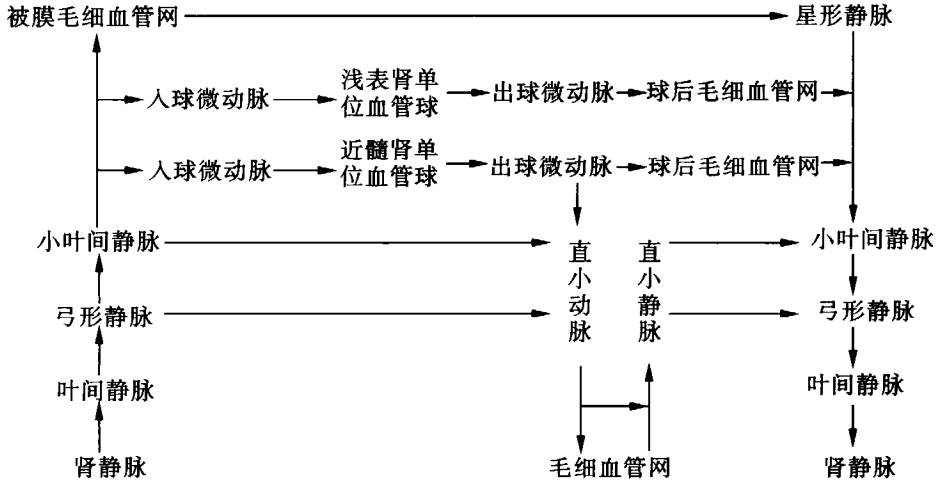
2. 致密斑（macula densa）　由远曲小管靠近血管极一侧的管壁上皮细胞转化而成。细胞呈高柱状，一般认为它是一个钠感受器，能感受远端小管内滤液中钠离子浓度的变化。当钠离子浓度下降时，它将“信息”传递给球旁细胞，使后者分泌肾素增多，肾素可促使肾上腺皮质分泌醛固酮，从而促进远端小管的保 Na^+ 排 K^+ 作用。

3. 球外系膜细胞（extraglomerular mesangial cell）　又称极垫细胞（polar cushion cell），是位于入球微动脉和出球微动脉之间的细胞团，与血管系膜细胞、球旁细胞间有缝隙连接，因此，其在球旁复合体的功能活动中可能起传递“信息”的作用。

二、肾的血液循环

肾的血液循环（表9－1）与肾的功能有密切关系。肾动脉直接起自腹主动脉，故血流量大，约占心输出量的1/5～1/4。人体内的血液每4～5分钟即流经肾而被滤过一次。动脉分支在肾内形成两次毛细血管网，一次是血管球，因入球微动脉较出球微动脉粗，血管球内压力较高，有利于滤过作用；另一次是球后毛细血管网，分布于肾小管周围，因大量的水分从血管球被滤出，故球后毛细血管网内血浆渗透压较高，有利于肾小管上皮细胞吸收的物质进入血液。髓质内的“U”字形血管袢与肾单位袢伴行，有利于肾小管与集合管系的重吸收和尿液的浓缩。

表9－1　肾血液循环示意图



第二节　输尿管和膀胱

一、输尿管的微细结构

输尿管(ureter)管壁由内向外依次为粘膜、肌层和外膜。粘膜上皮为变移上皮,较厚,有4~5层细胞,扩张时为2~3层。固有层为结缔组织。肌层近2/3段为内纵、外环两层平滑肌,远1/3段增厚为内纵、中环、外纵三层平滑肌。外膜为疏松结缔组织。

二、膀胱的微细结构

膀胱(urinary bladder)壁由内向外依次为粘膜、肌层和外膜。膀胱粘膜形成许多皱襞(膀胱三角处无皱襞)。膀胱充盈时,皱襞可减少或消失。粘膜上皮为变移上皮,空虚时有8~10层细胞,表层细胞大,呈正方形,称盖细胞;膀胱充盈时上皮变薄,仅3~4层细胞,细胞也变扁平。肌层厚,由内纵、中环、外纵三层平滑肌构成,各层平滑肌的肌纤维互相交错,分界不清(图9-7)。中层环行肌在尿道内口处增厚为括约肌。外膜除膀胱上面为浆膜外,其余为疏松结缔组织。

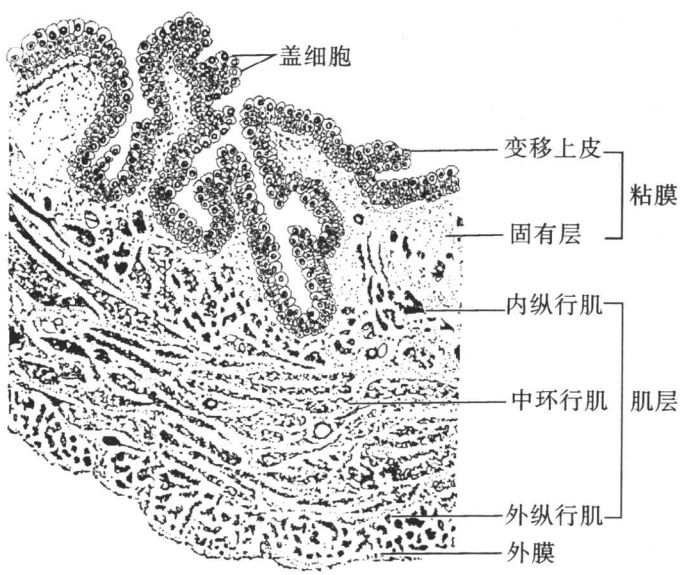
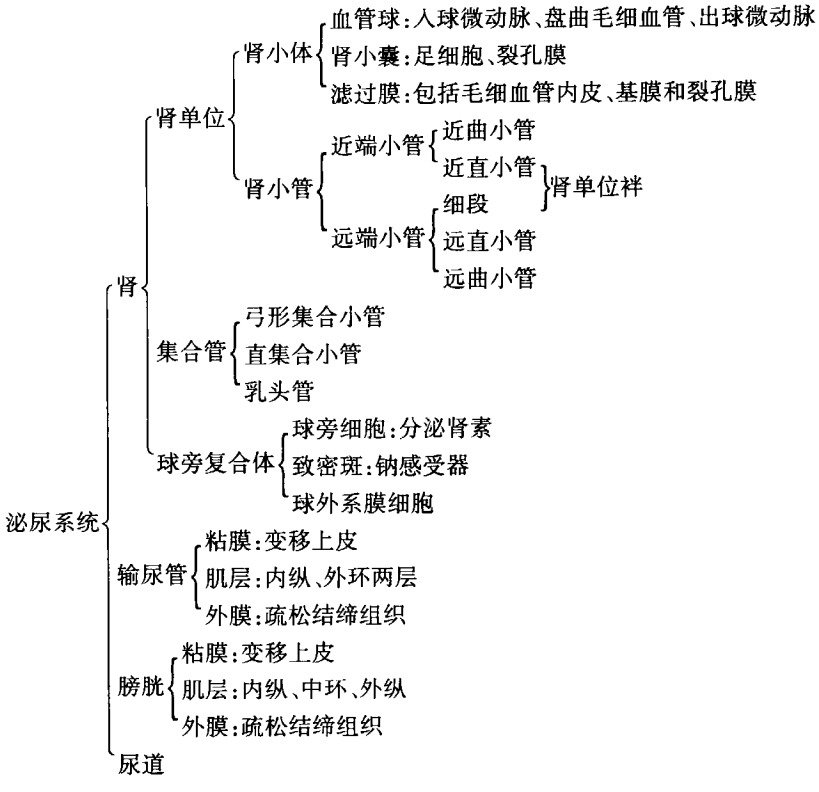


图9-7　膀胱切面

【思考题】

1. 简述泌尿系统的组成。
2. 详述尿液的形成过程。

知识概要


泌尿系统
肾
肾单位
肾小体
血管球：入球微动脉、盘曲毛细血管、出球微动脉
肾小囊：足细胞、裂孔膜
滤过膜：包括毛细血管内皮、基膜和裂孔膜
肾小管
近端小管
近曲小管
近直小管
细段
肾单位袢
远端小管
远直小管
远曲小管
集合管
弓形集合小管
直集合小管
乳头管
球旁复合体
球旁细胞：分泌肾素
致密斑：钠感受器
球外系膜细胞
输尿管
粘膜：变移上皮
肌层：内纵、外环两层
外膜：疏松结缔组织
膀胱
粘膜：变移上皮
肌层：内纵、中环、外纵
外膜：疏松结缔组织
尿道

（路兰红）

第十章　生殖系统

生殖系统包括男性生殖系统和女性生殖系统。从青春期开始，生殖系统即出现明显的功能活动，主要表现为两个方面：产生生殖细胞，以保证种族延续；产生性激素，激发和维持第二性征。生殖系统的功能活动受下丘脑－脑垂体系统的调控。

第一节　男性生殖系统

男性生殖系统（male reproductive system）由睾丸、生殖管道、附属腺及外生殖器组成。睾丸能产生精子和分泌雄激素。生殖管道包括附睾、输精管、射精管和尿道组成，它们具有促进精子成熟，营养、贮存和运输精子的作用。附属腺有精囊腺、前列腺、尿道球腺，它们的分泌物参与精液的组成。

一、睾丸的微细结构

睾丸表面覆盖着一层浆膜（即鞘膜脏层），浆膜下有一层较厚的致密结缔组织，称为白膜（tunica albuginea）。白膜在睾丸后缘增厚，形成睾丸纵隔（mediastinum testis）。纵隔的结缔组织呈放射状伸入睾丸实质，将睾丸分隔成约250个锥形小叶，每个小叶内含有1～4条细长弯曲的小管，称生精小管（彩图11）。生精小管在小叶顶端变为直精小管，直精小管在睾丸纵隔内互相吻合成网，称睾丸网。生精小管之间的结缔组织称为睾丸间质（图10－1）。

（一）生精小管

生精小管（seminiferous tubule）是产生精子的场所，成人的生精小管长30～70cm，直径150～250 μm，管壁厚60～80 μm，由生精上皮（spermatogenic epithelium）构成。生精上皮由5～8层生精细胞（spermatogenic cell）和支持细胞（sustentacular cell）组成。生精上皮基膜明显，基膜外侧有胶原纤维和梭形的肌样细胞（myoid cell）组成的界膜（图10－2、3）。肌样细胞收缩有利于精子排出。

1. 生精细胞　自青春期开始，在脑垂体促性腺激素的作用下，生精细胞不断发育形成

精子。生精小管管壁内可见不同发育阶段的生精细胞，从基底部至腔面依次为：精原细胞、初级精母细胞、次级精母细胞、精子细胞和精子。从精原细胞到形成精子的过程，称为精子发生（图 10－2、3、4）。人的精子发生需 64～70 天。

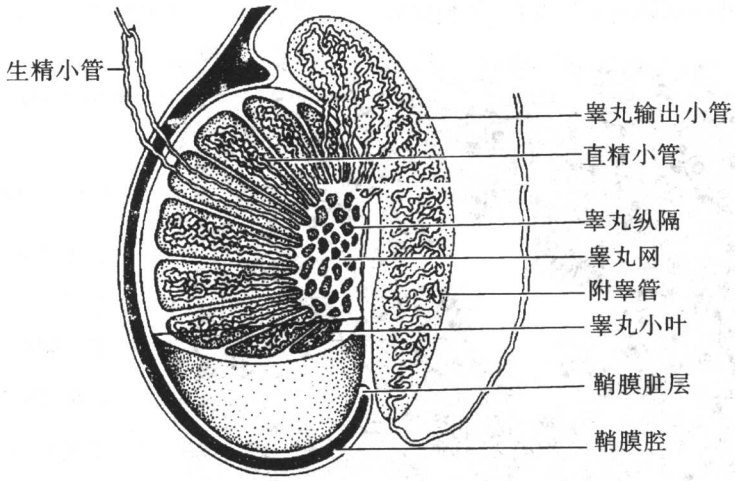


图 10－1　睾丸及附睾的结构模式图

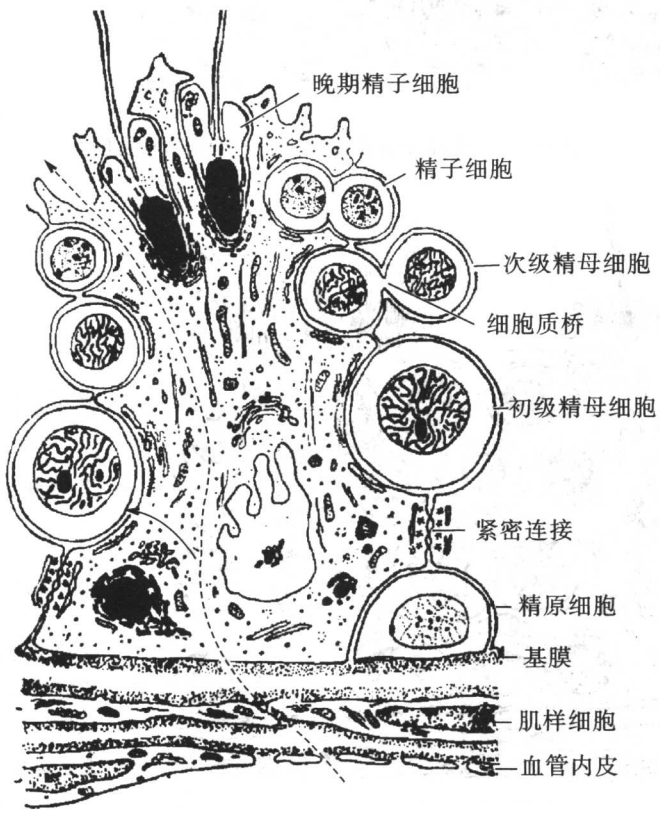


图 10－2　支持细胞与生精细胞的关系

(1)精原细胞(spermatogonium)　是最幼稚的生精细胞,紧靠基膜,细胞较小,圆形或椭圆形,直径约12μm。核圆或椭圆形,染色深,有核仁1~2个。青春期前,它是生精小管内唯一的生精细胞。青春期开始后,精原细胞不断分裂增生,一部分细胞作为干细胞,可继续产生精原细胞,另一部分则生长发育,经数次分裂后,体积变大,分化为初级精母细胞。

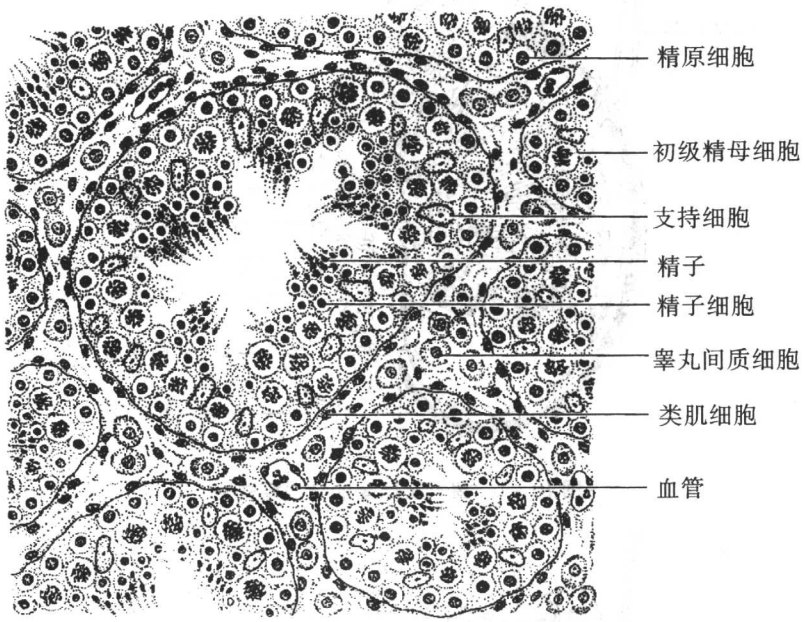


图10-3　生精小管及睾丸间质光镜结构模式图

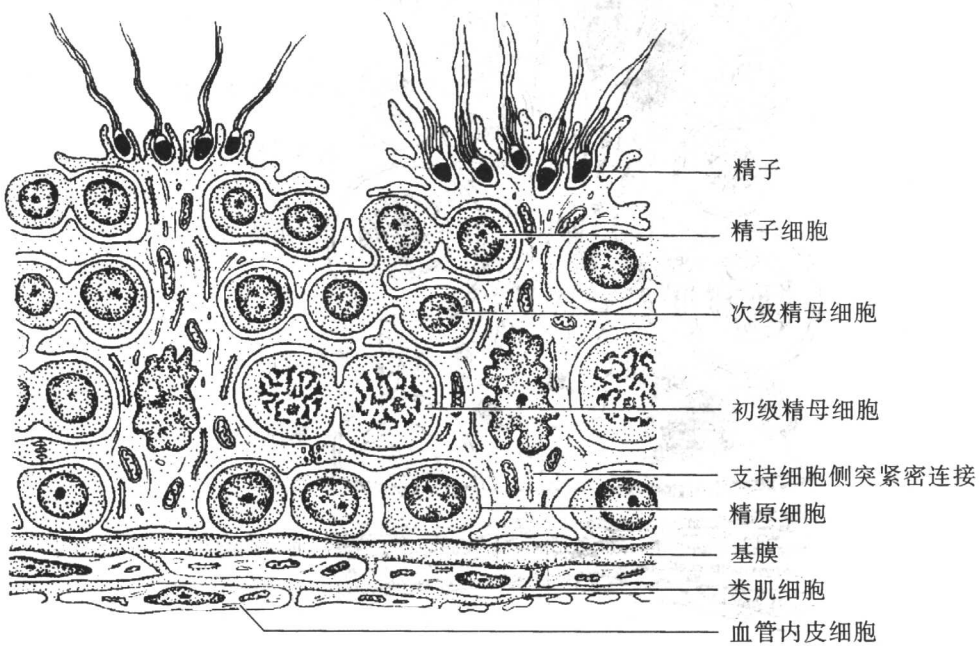


图10-4　男性生殖细胞减数分裂示意图

(2)初级精母细胞(primary spermatocyte)　位于精原细胞近腔侧,圆形,常为几层,体积较精原细胞大,直径约 18 μm,核大而圆,由于处于分裂期,染色质成为粗大的染色体,使核呈丝球状,较易辨认,核型为 46XY。由于初级精母细胞在第一次减数分裂前期停留时间较长(可达 22 天),所以在生精小管切片上,常可见到处于不同增殖阶段的初级精母细胞。初级精母细胞经过第一次成熟分裂后,形成两个次级精母细胞。

(3)次级精母细胞(secondary spermatocyte)　渐移向管腔侧,体积较小,直径约 12 μm。核圆形,染色较深。次级精母细胞不进行 DNA 复制,迅速进入第二次成熟分裂,形成两个精子细胞。由于次级精母细胞存在时间短,故在切片上不易见到。

一个初级精母细胞经过两次成熟分裂,染色体数目减少了一半,所以精子细胞为单倍体(23X 或 23Y)。其意义在于确保两性生殖细胞结合时,重新获得与亲代相同数目的染色体。在分裂过程中,同源染色体之间可进行遗传基因的交换,使精子细胞具有不同的基因组合(图 10-4)。

(4)精子细胞(spermatid)　位于近腔面,直径约 8 μm。核圆,染色质细密。精子细胞不再分裂,经过复杂的变态,由圆形逐渐变为蝌蚪状的精子,这一过程称精子形成(spermiogenesis)。其主要变化是:①核染色质高度浓缩,成为精子头部的主要结构;②由高尔基复合体形成顶体(acrosome),覆盖在核前 2/3;③中心体迁移到顶体对侧,其中一个中心粒形成轴丝,成为精子尾部(或称鞭毛)的主要结构;④线粒体聚集,缠绕在轴丝近端周围,形成线粒体鞘;⑤多余的胞质汇聚于尾侧,形成残余胞质,最后脱落(图 10-5)。

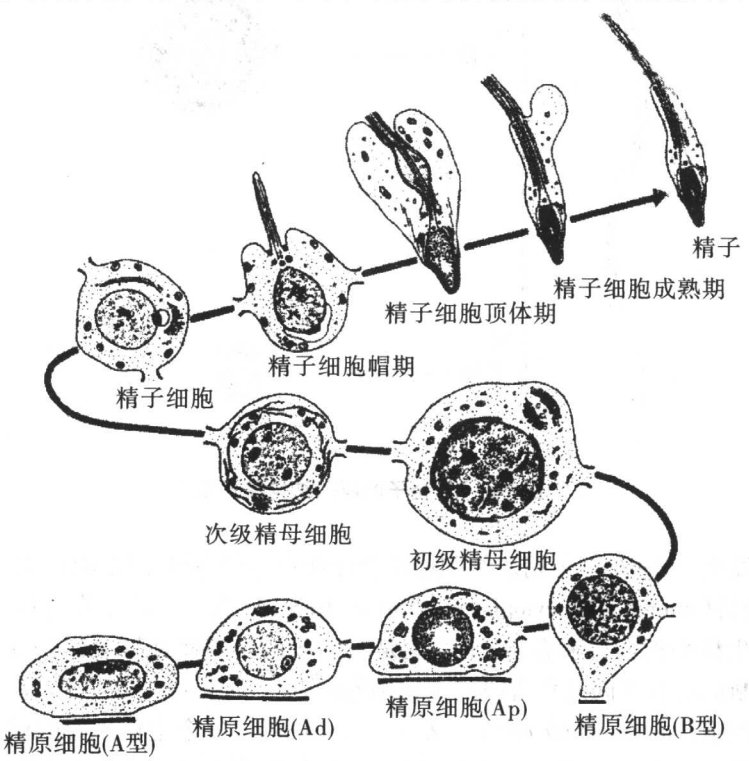


图 10-5　精子形成的模式图

(5)精子(spermatozoon)　似蝌蚪,长约 60 μm,可分头、尾两部(图 10-6)。头部嵌入支持细胞的顶部胞质中,尾部游离于生精小管内。头部正面观呈卵圆形,侧面观呈梨形,长 4~5 μm。头内有一个高度浓缩的细胞核,核的前 2/3 有顶体覆盖。顶体是特殊的溶酶体,内含多种水解酶,如顶体蛋白酶、透明质酸酶、磷酸酯酶等。精子的尾又称鞭毛(flagellum),长约 55 μm,是精子的运动装置,可分为颈段、中段、主段和末段四部分。颈段很短,主要是中心粒,中段的轴丝外有一层线粒体鞘,为供能装置。主段最长,外周有纤维鞘。末段短,仅有轴丝(图 10-6)。

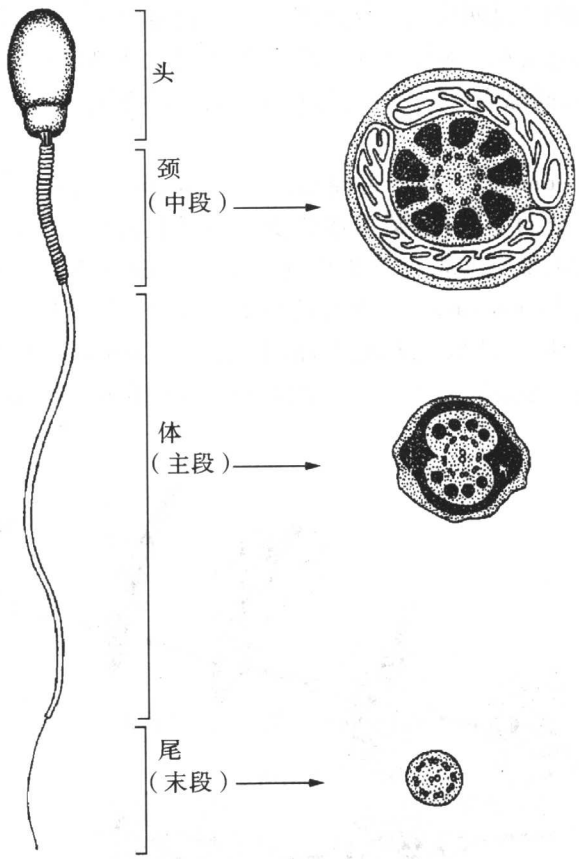


图 10-6　精子的超微结构模式图

在精子发生过程中,一个精原细胞增殖分化所产生的各级生精细胞,细胞质并未完全分开,有胞质桥(intercellular cytoplasmic bridge)相连,形成一个同步发育的细胞群(图 10-2)。但从生精小管全长来看,精子发生是不同步的。因此在睾丸组织切片上,可见生精小管不同断面具有不同发育阶段的生精细胞组合。

2. 支持细胞(sustentacular cell)　又称 Sertoli 细胞。每个生精小管的横断面上有 8~11 个支持细胞。细胞呈不规则长锥形或高柱状,基底附于基膜上,顶部伸达管腔面。由

于其侧面镶嵌着各级生精细胞，故光镜下细胞轮廓不清。核呈三角形或不规则形，染色浅，核仁明显（图 10－2、3）。胞质弱嗜酸性。成人的支持细胞不再分裂，数量恒定。相邻支持细胞侧面近基部的胞膜形成紧密连接，生精小管与血液之间存在着血－睾屏障（blood－testis barrier），由毛细血管内皮及其基膜、结缔组织、生精上皮基膜和支持细胞紧密连接组成，其中紧密连接是最重要的结构。

支持细胞除参与构成血－睾屏障外，尚有多种重要功能：如对生精细胞起支持和营养作用；吞噬精子形成过程中脱落的细胞质；合成和分泌雄激素结合蛋白（androgen binding protein），这种蛋白可与雄激素结合，以保持生精小管内有较高的雄激素水平，促进精子发生和成熟；还分泌少量雌激素。

（二）睾丸间质

睾丸生精小管之间的疏松结缔组织称睾丸间质，内含血管和淋巴管。其中含有一种间质细胞（interstitial cell）（图 10－3），常三五成群地分布在生精小管之间的疏松结缔组织中。胞体较大，呈圆形或多边形。核大而圆，染色浅，可见 1～2 个核仁，胞质嗜酸性。有丰富的线粒体和大量的滑面内质网，并富含脂滴，具有分泌类固醇激素细胞的结构特点。从青春期开始，睾丸间质细胞能合成和分泌雄激素（androgen），可促进精子发生和男性生殖管道的发育，以及维持男性第二性征和正常性功能。

（三）直精小管和睾丸网

生精小管近睾丸纵隔处变为短而细的直行管道，即直精小管（tubulus rectus），管壁上皮为单层立方或矮柱状上皮，无生精细胞。直精小管进入睾丸纵隔内分支吻合成网状的管道，为睾丸网（rete testis）。睾丸网管腔大而不规则，管壁由单层立方上皮组成（图 10－1）。直精小管和睾丸网不能产生精子，精子经直精小管和睾丸网进入附睾。

二、生殖管道的微细结构

男性生殖管道包括附睾、输精管、射精管和尿道，为精子的成熟、储存和输送提供有利的环境。

（一）附睾

附睾位于睾丸的后外侧，分头、体、尾三部分，头部主要由输出小管组成，体部和尾部由附睾管组成（图 10－7）。

1. 输出小管（efferent duct）　是与睾丸网连接的 8～12 条弯曲小管，管壁上皮由有纤毛的高柱状细胞群和无纤毛的低柱状细胞群相间排列而成，因此管腔面呈高低起伏波浪型。上皮周围有薄层环行平滑肌。两种上皮细胞均有重吸收腔内物质的作用，纤毛摆动有助于管腔内液体和精子向附睾管方向移动。

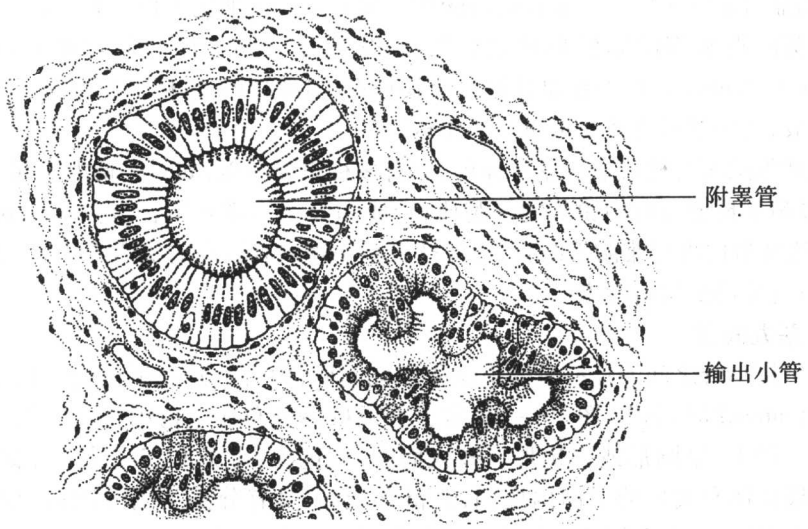


图 10－7　输出小管和附睾管光镜结构模式图

【知识卡片】

环境雌激素与精子减少

1992 年，丹麦学者 Carlsend 等人通过对 20 多个国家、15000 名男性的调查，发现于 1940 年～1992 年间，男性精液内精子密度从 1.13 亿个/ml 下降到 0.66 亿个/ml，减少了 42%。每次射精量由平均 3.40 毫升下降至 2.75 毫升，减少了 0.65 毫升，减少 9.1%。同时男性胎儿的隐睾和尿道下裂发生率增加了 1～2 倍；睾丸癌的发病率增加的更多，已成为青年男子的主要疾病。我国学者对成年有生育力的男性精液质量检测结果显示：我国男性精液量虽高于国外同期结果，但下降还是明显的。

环境雌激素是指进入机体后能与雌激素受体作用而产生雌激素效应的化学物质。包括曾长期广泛用于农业的有机氯杀虫药，如 DDT 和六六六；包括目前广泛使用的某些种类的合成洗涤剂、消毒剂、食品防腐剂；包括含氯化合物，特别是塑料氯苯乙烯焚烧后产生的二氯化物。它们或者经水源和食物链进入人体，或者直接被吸入体内。这些物质化学结构稳定，不易降解，可在体内蓄积。在成年男性，环境雌激素可干扰精子的发生。在妊娠女性，环境雌激素可影响男性胎儿生殖系统的发育。实验显示，给妊娠动物予外源性雌激素，可导致胚胎出现隐睾、尿道下裂、小睾丸及成年后精子减少。随着现代工业发展及其带来的污染，环境雌激素越来越多，对人类的生殖能力构成了巨大的威胁。在欧洲，目前有 20% 的夫妇不育，预测到 2025 年这一比例可能达到 50%。这或许是环境对人类的残忍的负反馈，所以生殖医学专家指出“男性正面临自身的生死危机”。此结论并非危言耸听。

2. 附睾管(epididymal duct)　是一条长 4 ~ 6 m 并极度盘曲的小管,管腔规则,腔内常见大量的分泌物和精子。管壁为假复层纤毛柱状上皮,由主细胞和基细胞组成。主细胞在附睾管起始段为高柱状,而后逐渐变低,至末段变为立方形。细胞表面有成簇的长而粗的微绒毛,又称静纤毛,不活动,细胞具有分泌和吸收功能。上皮基膜外有薄层平滑肌围绕。肌层的收缩有助于精子向输精管缓慢移动。精子在附睾内停留 8 ~ 17 天,附睾不仅是收集和贮存精子的场所,也是精子获得运动能力,达到功能上成熟的部位。

(二)输精管

输精管(spermaduct)是一条肌性管道,管壁由粘膜、肌层和外膜组成(图 10 - 8)。粘膜表面衬有假复层柱状上皮,固有层结缔组织中富含弹性纤维。肌层厚,由内纵、中环、外纵三层平滑肌组成,肌层强力收缩,有利于精子快速射出。外膜为疏松结缔组织,富含血管和神经。

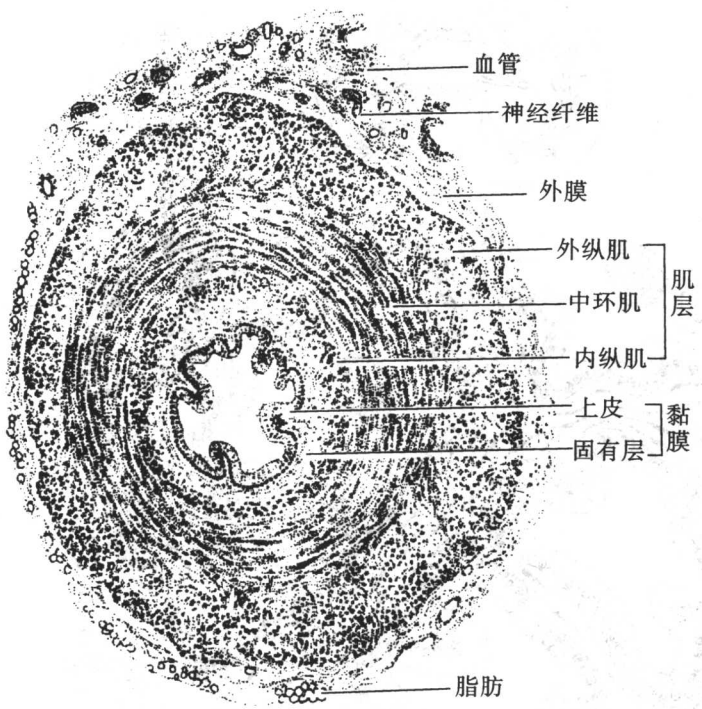


图 10 - 8　输精管光镜结构模式图

三、附属腺

附属腺和生殖管道的分泌物以及精子共同组成精液(semen)。每次射精量为 3 ~ 5 ml,每毫升精液含 1 亿 ~ 2 亿个精子;若每毫升的精子数低于 400 万个,可导致不育症。

(一)前列腺

前列腺(prostate)呈栗形,环绕尿道起始部。腺的表面有被膜,由富含弹性纤维和平滑肌的结缔组织组成,这些组织伸入腺内,构成前列腺的支架。腺实质主要由 30 ~ 50 条复管泡状腺组成,包绕于尿道周围,分别称为粘膜腺、粘膜下腺和主腺,导管开口于尿道两侧。腺腔有高低不等的皱襞,使腺腔极不规则,腺的分泌部由单层立方、单层柱状或假复层柱状上皮构成。腺腔内常可见圆形或椭圆形嗜酸性同心圆板层小体,由分泌物浓缩而成,称前列腺凝固体,随年龄的增长而增多,甚至钙化,钙化后则称前列腺结石(图 10 - 9)。儿童时期前列腺体积小,腺体不发达。至青春期,在雄激素刺激下,分泌增强,分泌物为稀薄的乳白色液体,富含酸性磷酸酶和纤维蛋白溶酶,还有柠檬酸和锌等物质。老年人因雄激素分泌减少,腺体渐萎缩。

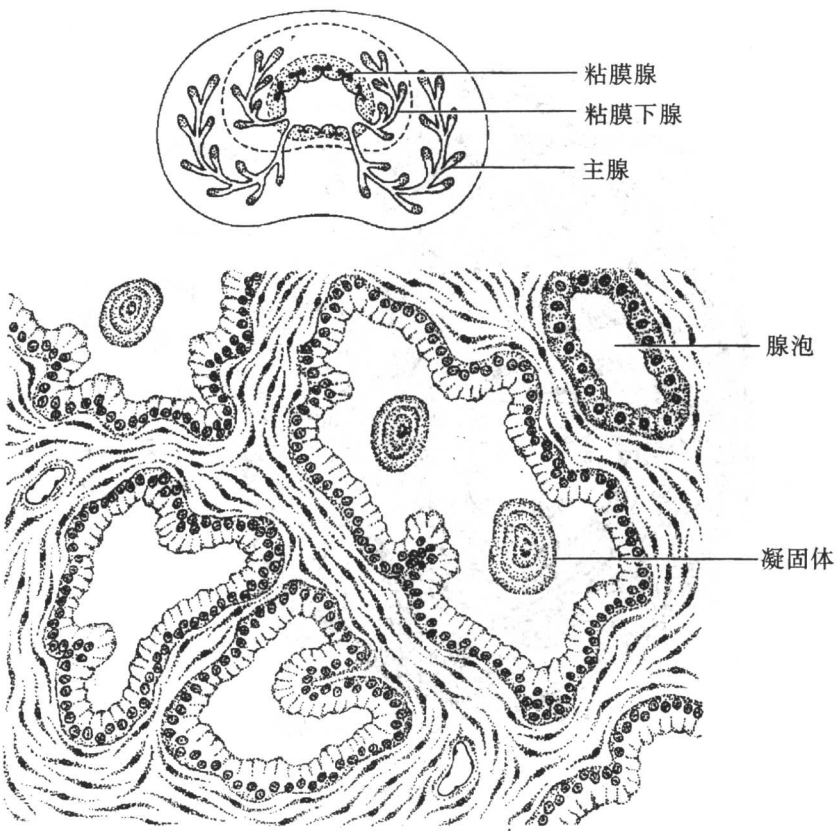


图 10 - 9　前列腺分泌部示意图(上图)和前列腺分泌部光镜结构模式图(下图)

(二)精囊

精囊是一对盘曲的囊状器官,由粘膜、肌层和外膜组成。粘膜向腔内突起形成高大的皱襞,粘膜表面是假复层柱状上皮,胞质内含有许多分泌颗粒和黄色的脂色素。粘膜外为薄的平滑肌层和结缔组织外膜。在雄激素刺激下,精囊分泌弱碱性的淡黄色液体,内含果

糖、前列腺素等成分，果糖为精子的运动提供能量。

（三）尿道球腺

尿道球腺是一对豌豆状的复管泡状腺。上皮为单层立方或单层柱状上皮，腺体分泌的黏液于射精前排出，以润滑尿道。

知识概要

1. 睾丸实质有大量生精小管，生精小管主要由生精上皮构成，生精上皮由生精细胞和支持细胞组成。

2. 从精原细胞到形成精子的过程称精子发生。精子发生包括三个阶段：①精原细胞分裂增殖，形成精母细胞；②精母细胞成熟分裂，形成单倍体精子细胞；③精子细胞变态形成精子。

3. 精子细胞经过复杂的形态变化（变态），由圆形变为蝌蚪状的精子，这一过程称精子形成。其主要变化是：细胞核浓缩形成精子头的主要结构；高尔基复合体形成顶体；中心粒形成精子尾的主要结构。

4. 生精小管与血液之间有血－睾屏障，相邻支持细胞近基部形成紧密连接，是血－睾屏障最重要的结构。血－睾屏障的功能是阻止某些物质进出生精上皮，维持有利于精子发生的微环境。

5. 支持细胞具有多种功能：对生精细胞起支持和营养作用；分泌雄激素结合蛋白；吞噬精子脱落的残余胞质；参与构成血－睾屏障等。

6. 睾丸间质细胞分布在生精小管之间的疏松结缔组织内，具有类固醇激素分泌细胞的超微结构特征，能合成和分泌雄激素。

7. 附睾由输出小管和附睾管组成。附睾的主要功能是收集和贮存精子，并使精子获得运动能力，达到功能上成熟。

第二节　女性生殖系统

女性生殖系统（female reproductive system）由卵巢、输卵管、子宫、阴道和外生殖器组成。卵巢产生卵细胞和分泌性激素；输卵管是输送生殖细胞和受精的部位；子宫是产生月经和孕育胎儿的器官。

女性生殖器官有明显的年龄性变化，青春期（13～18 岁）生殖器官迅速发育成熟，卵巢开始排卵，月经来潮和第二性征出现。至 45～55 岁进入更年期、绝经期，生殖器官逐渐萎缩，排卵和月经停止。

一、卵　巢

卵巢表面为单层扁平或立方上皮，上皮下为薄层致密结缔组织构成的白膜。卵巢实质分为周围的皮质和中央的髓质，两者间无明显分界。皮质较厚，含有不同发育阶段的卵泡、黄体、白体和闭锁卵泡等，这些结构间的结缔组织富含网状纤维和梭形基质细胞。髓质较小，由疏松结缔组织构成，含较多的弹性纤维和迂曲的血管等（图 10－10）。近卵巢门处的结缔组织中有少量门细胞（hilus cell），其结构和功能类似睾丸间质细胞，可分泌雄激素。

(一)卵泡的发育与成熟

卵泡发育从胚胎时期已经开始,到第5个月,胚胎的双侧卵巢有原始卵泡近700万个,以后逐渐减少,出生时尚有100万~200万个,青春期开始时约有4万个,至40~50岁时仅剩几百个。从青春期至绝经期约30~40年的性成熟期内,卵巢在垂体分泌的促性腺激素的影响下,每个月经周期约有15~20个卵泡发育,但通常只有1个卵泡发育成熟并排出1个卵细胞。妇女一生中约排卵400余个,其余卵泡均在发育的不同阶段退化为闭锁卵泡。绝经期以后,排卵停止。

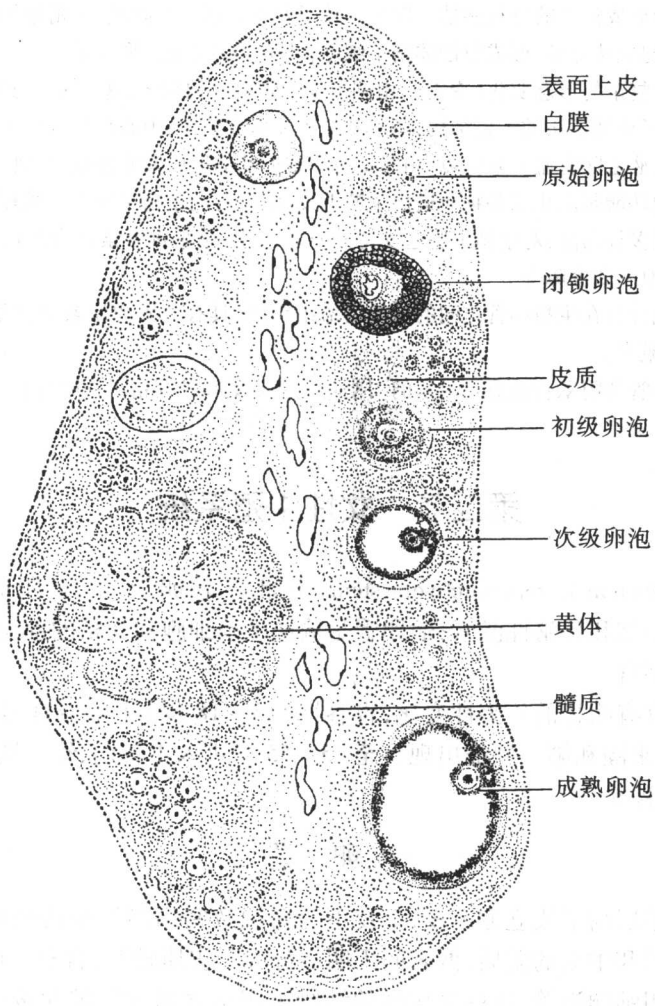


图10-10 卵巢结构模式图

卵泡主要由卵母细胞(oocyte)和卵泡细胞(follicular cell)组成。卵泡发育是一个连续不断的变化过程,一般可分为原始卵泡、初级卵泡、次级卵泡和成熟卵泡4个阶段。初级卵泡和次级卵泡又合称生长卵泡。

1. 原始卵泡(primordial follicle)　位于皮质浅层,数量多,体积小,由中央一个初级卵母细胞(primary oocyte)和周围一层扁平的卵泡细胞构成(图 10 - 11)。初级卵母细胞为圆形,体积较大,核大而圆,染色浅,核仁明显。初级卵母细胞是在胚胎期由卵原细胞形成,并长期停滞在第一次成熟分裂前期,直至排卵之前,第一次成熟分裂才完成。卵泡细胞较小,细胞与外周结缔组织之间有薄层基膜。卵泡细胞具有支持和营养卵母细胞的作用。

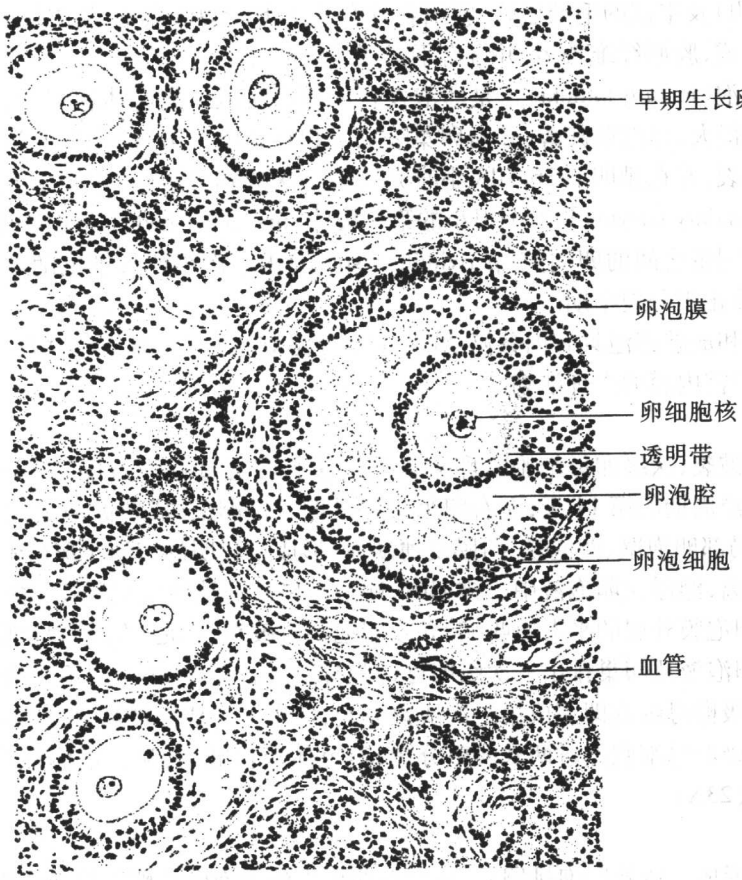


图 10 - 11　初级卵泡超微结构模式图

2. 初级卵泡(primary follicle)　由原始卵泡发育而成。初级卵母细胞体积增大,卵泡细胞增生变为立方形或柱状,由单层变为多层(5 ~ 6 层)(图 10 - 10)。在初级卵母细胞和卵泡细胞之间出现一层均质状、折光性强的嗜酸性膜,称为透明带(zona pellucida),是由卵泡细胞和初级卵母细胞共同分泌形成的。电镜下可见初级卵母细胞的微绒毛和卵泡细胞的突起伸入透明带内,两者接触处有缝隙连接(图 10 - 11)。紧靠透明带的一层柱状卵泡细胞呈放射状排列,称放射冠(corona radiata)。随着初级卵泡的体积增大,卵泡周围的基质细胞逐渐密集形成卵泡膜,它与卵泡细胞之间隔以基膜。

3. 次级卵泡(secondary follicle)　由初级卵泡继续发育而成。卵泡体积更大,卵泡细胞增至6~12层,细胞之间出现一些不规则的腔隙,并逐渐合并成一个大腔,称为卵泡腔(follicular antrum)。腔内充满由卵泡细胞分泌和卵泡膜血管渗出液组成的卵泡液,随着卵泡液的增多及卵泡腔的扩大,初级卵母细胞居于卵泡的一侧,并与其周围的卵泡细胞一起突向卵泡腔,形成卵丘(cumulus oophorus)(图10-10)。分布在卵泡腔周边的卵泡细胞构成卵泡壁,称为颗粒层(stratum granulosum)。颗粒层的细胞称为颗粒细胞(granulose cell)。在卵泡生长过程中,卵泡膜分化为内、外两层。内层含有较多的多边形或梭形的膜细胞(theca cell)及丰富的毛细血管,膜细胞具有分泌类固醇激素的结构特征。外层主要由结缔组织构成,胶原纤维较多,并含有平滑肌纤维。

4. 成熟卵泡(mature follicle)　是卵泡发育的最后阶段。卵泡体积很大,直径可超过20mm,卵泡腔很大,卵泡壁甚薄,并向卵巢表面突出(图10-10)。此时的初级卵母细胞又恢复成熟分裂,并在排卵前36~48小时完成第一次成熟分裂,产生1个大而圆的次级卵母细胞(secondary oocyte)和1个很小的第一极体(first polar body)。第一极体位于次级卵母细胞和透明带之间的卵周隙(perivitelline space)内。次级卵母细胞随即进行第二次成熟分裂,并停止于分裂中期。

次级卵泡和成熟卵泡具有内分泌功能,主要分泌雌激素,大部分释放入血,少量进入卵泡液,调节子宫内膜的生理活动。

(二)排卵

成熟卵泡破裂,次级卵母细胞从卵巢排出到腹膜腔的过程称为排卵(ovulation)。排卵时间约在月经周期的第14天,左右卵巢交替排卵。排卵前,成熟卵泡突向卵巢表面可达1 cm,致使局部卵泡壁、卵泡膜、白膜变薄缺血,形成半透明的卵泡小斑(图10-12);卵丘与卵泡壁分离,漂浮在卵泡液中。排卵时,卵泡小斑处的结缔组织被胶原酶和透明质酸酶分解,同时卵泡膜外层的平滑肌收缩,导致卵泡小斑破裂,于是,次级卵母细胞连同透明带、放射冠和卵泡液从卵巢排出。次级卵母细胞排卵后若在24小时内不受精,即退化、消失;若受精,次级卵母细胞即完成第二次成熟分裂,产生1个成熟的卵细胞(ovum)和1个第二极体。次级卵母细胞经过两次成熟分裂,染色体数目减半,从二倍体细胞(46XX)变为单倍体细胞(23X)。

(三)黄体

1. 黄体的形成　成熟卵泡排卵后,残留在卵巢内的卵泡壁和卵泡膜向卵泡腔内塌陷,卵泡膜内的结缔组织和血管伸入颗粒层,在黄体生成素(LH)的作用下,逐渐分化为一个体积很大的内分泌细胞团,新鲜时呈黄色,故称黄体(corpus luteum)(图10-10)。其中颗粒细胞分化为颗粒黄体细胞(granulosa lutein cell),数量多,体积大,分泌孕激素(progesterone)。膜细胞分化为膜黄体细胞(theca lutein cell),数量少,体积小,分泌雌激素(图10-13)。

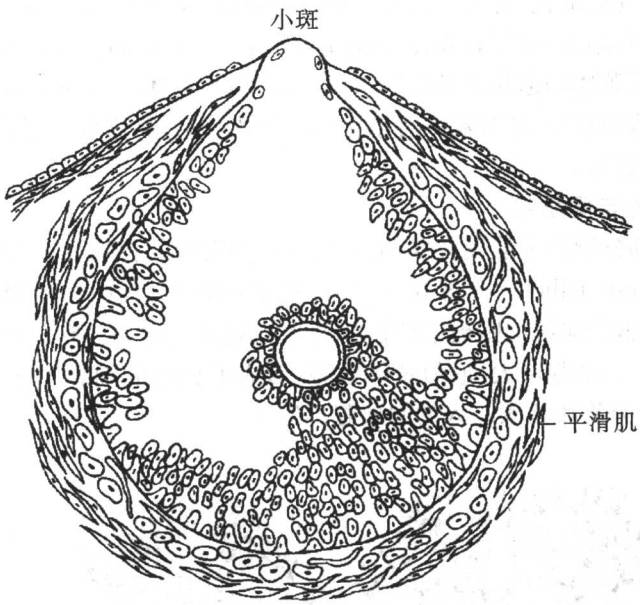


图 10－12　成熟卵泡结构模式图

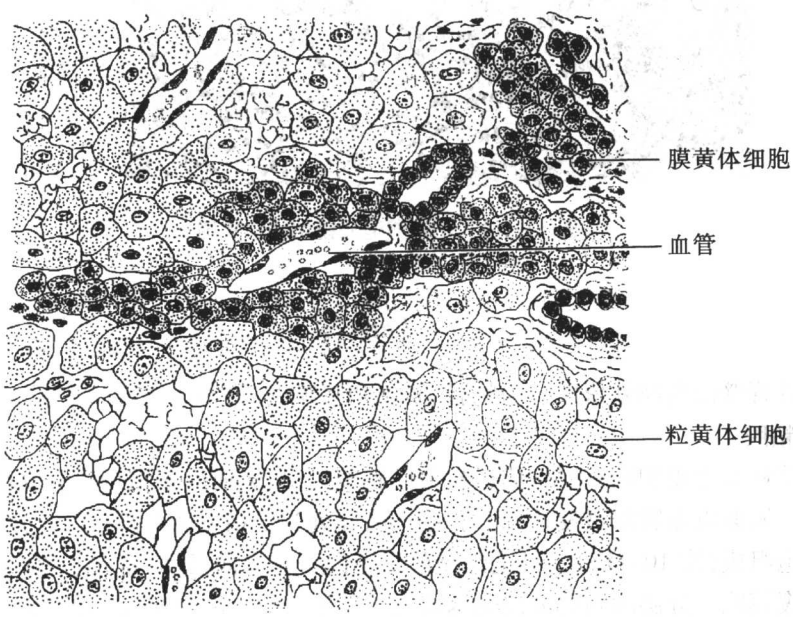


图 10－13　颗粒黄体细胞和膜黄体细胞光镜结构模式图

2. 黄体的退化　黄体持续时间长短取决于卵细胞是否受精。若排出的卵细胞未受精，黄体仅维持2周后退化，称月经黄体（corpus luteum of menstruation）；若卵细胞受精并妊娠，黄体继续发育增大，称妊娠黄体（corpus luteum of pregnancy），可维持4～6个月。最终月经黄体和妊娠黄体均退化并被结缔组织取代，称为白体（corpus albicans）。妊娠黄体除分泌孕激素和雌激素外，还分泌一种肽类的松弛素，这些激素促使子宫内膜增生子宫平滑肌松弛，以维持妊娠。

（四）闭锁卵泡与间质腺

卵巢的绝大部分卵泡不能发育成熟，它们在卵泡发育的各阶段逐渐退化，退化的卵泡称为闭锁卵泡（atresic follicle）（图10－14）。卵泡闭锁时，其中的初级卵母细胞自溶消失；死亡的卵泡细胞或颗粒细胞被中性粒细胞和巨噬细胞吞噬；透明带塌陷，存留较长一段时间后也消失。膜细胞增大，形似黄体细胞，形成不规则的细胞团索，称为间质腺（interstitial gland），能分泌雌激素。人的间质腺不发达。

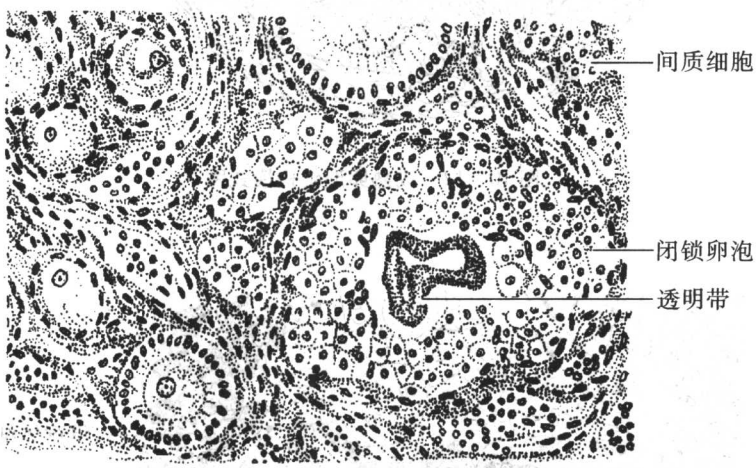


图10－14　闭锁卵泡光镜结构模式图

二、输卵管

输卵管管壁由内向外依次分为粘膜、肌层和浆膜层（图10－15）。

（一）粘膜

由单层柱状上皮和固有层构成。粘膜向管腔突出，形成许多纵行而分支的皱襞，故管腔不规则。皱襞以壶腹部最发达，高而多分支，此处为受精发生的部位。上皮由纤毛细胞和分泌细胞组成（图10－15）。纤毛细胞的纤毛向子宫方向摆动，使卵子移向子宫并阻止病菌进入腹膜腔。分泌细胞的分泌物构成输卵管液，可营养、辅助卵子的运行。固有层为薄层细密的结缔组织和少量散在的平滑肌纤维。

（二）肌层

由内环行和外纵行两层平滑肌构成，峡部最厚，壶腹部肌层较薄。

（三）浆膜

由间皮和富含血管的疏松结缔组织组成。

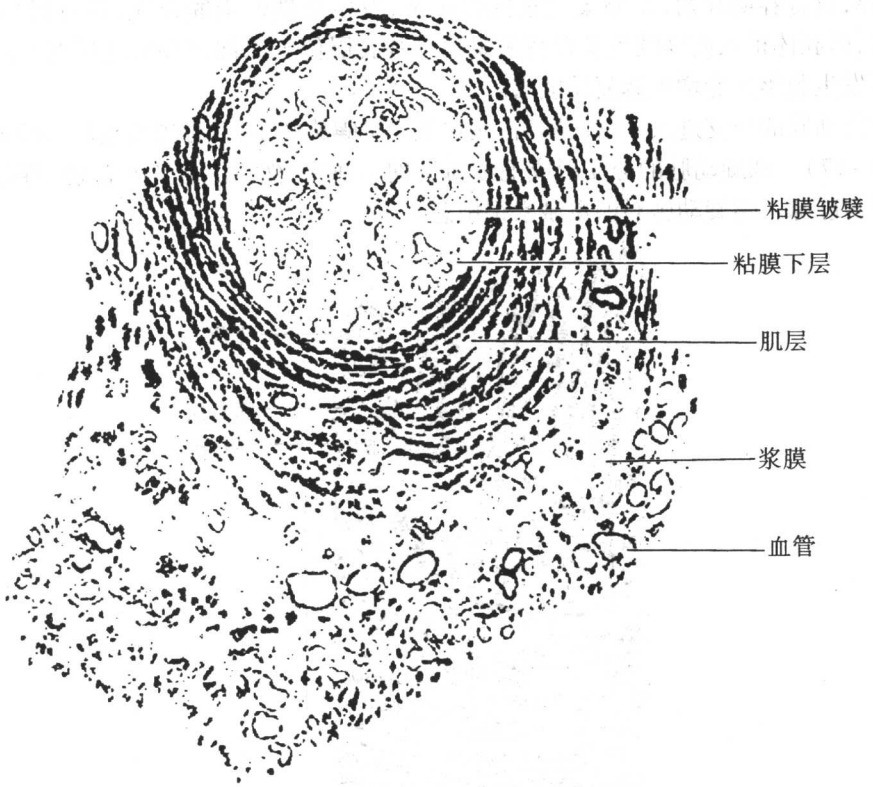


图 10－15　输卵管壶腹部（横断面）光镜结构模式图

三、子　宫

（一）子宫壁的微细结构

子宫是肌性器官，分底部、体部和颈部。子宫壁由外向内分为外膜、肌层和内膜（又称粘膜）三层（图 10－16）。

1. 外膜　子宫底部和体部的外膜为浆膜，其余部分为纤维膜。

2. 肌层　肌层甚厚，由大量平滑肌束和结缔组织组成。肌层自内向外大致可分为粘膜下层、中间层和浆膜下层。粘膜下层和浆膜下层主要为纵行平滑肌束；中间层较厚，分内环行肌和外纵行肌，富含血管。成年妇女子宫平滑肌纤维长约 50 μm，妊娠时肌纤维显著增长，可长达 500 μm 以上，肌纤维可分裂增殖，结缔组织中未分化的间充质细胞也可分化为肌纤维，使肌层增厚。子宫平滑肌的收缩受激素的调节，其收缩活动有助于精子向输卵管运送及经血排出和胎儿娩出。

3. 内膜（endometrium）　由单层柱状上皮和固有层组成。上皮由分泌细胞和少量的纤毛细胞构成。固有层结缔组织较厚，含大量分化较低的梭形或星形的基质细胞（stroma cell）、网状纤维、血管和子宫腺（uterine gland）。子宫腺为单管状腺，由上皮下陷而成，近

肌层时可有分支。

子宫内膜可分为功能层(functional layer)和基底层(basal layer)两层。功能层位于浅部,较厚,自青春期开始,在卵巢激素的作用下,发生周期性剥脱出血,即月经(mensis)。妊娠后,因胚体植入而继续生长发育为蜕膜。基底层位于深部,较薄,此层在月经和分娩时均不发生脱落并能增生修复功能层。

子宫动脉的分支进入子宫内膜后,在功能层呈螺旋状走行,称螺旋动脉(spiral artery)(图 10 - 17)。螺旋动脉的分支形成毛细血管网和血窦,然后汇合为小静脉,穿越肌层后汇入子宫静脉。螺旋动脉对卵巢激素很敏感。

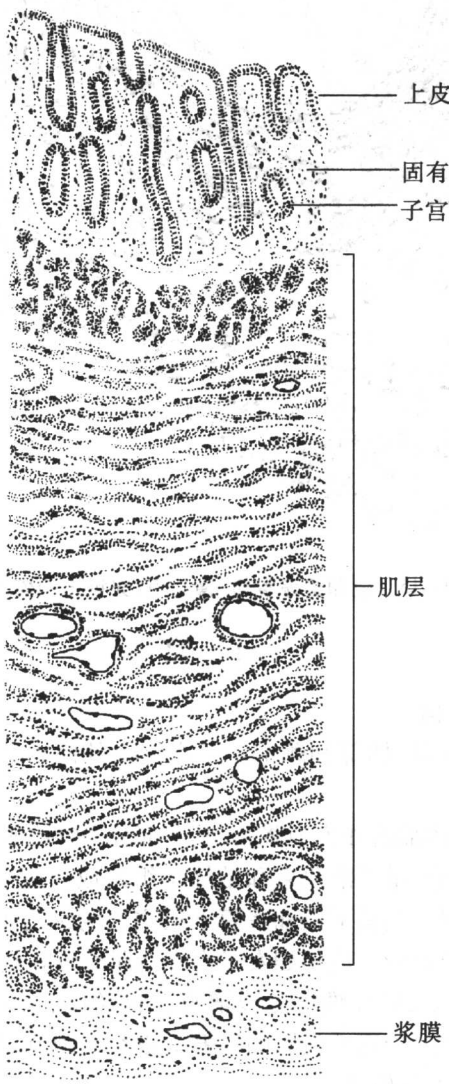


图 10 - 16　子宫壁光镜结构模式图

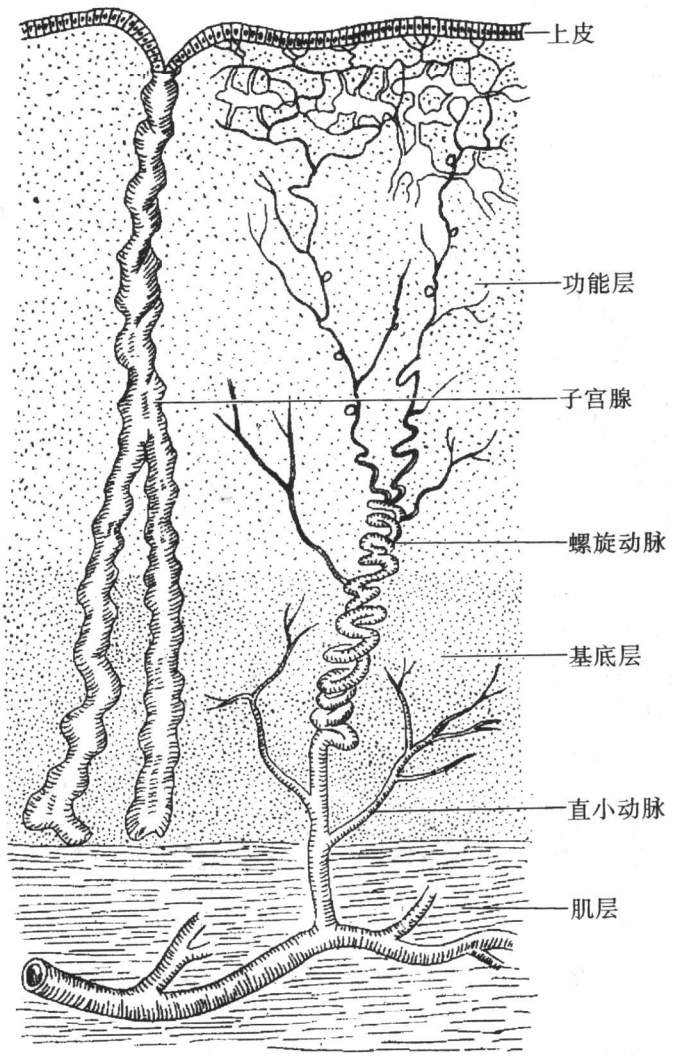


图 10－17　子宫内膜血管与子宫腺结构模式图

(二)子宫内膜的周期性变化

自青春期开始,在卵巢分泌的雌激素和孕激素的周期性作用下,子宫底部和体部的内膜功能层出现周期性变化,即每 28 天左右发生一次内膜功能层剥脱、出血、修复和增生,称为月经周期(menstrual cycle)。每个月经周期是从月经第 1 天起至下次月经来潮前 1 天止。子宫内膜周期性变化可分为 3 期,即月经期、增生期和分泌期(图 10－18)。

1. 月经期(menstrual phase)　为月经周期第 1～4 天,如排卵后未受精,月经黄体退化,雌激素和孕激素分泌量骤然下降,子宫内膜中的螺旋动脉发生持续性收缩,导致内膜缺血,组织坏死。螺旋动脉在收缩之后,又突然短暂地充血扩张,导致血管破裂、出血。血

液与坏死的功能层组织一起剥脱进入子宫腔，经阴道排出，即为月经。由于不同部位的螺旋动脉是交替出现收缩和扩张，子宫内膜呈现局灶性坏死，内膜脱落不是同时发生的。在月经期末，功能层全部脱落，基底层残留的子宫腺细胞迅速分裂增生，向表面铺展，修复内膜上皮，进入增生期。

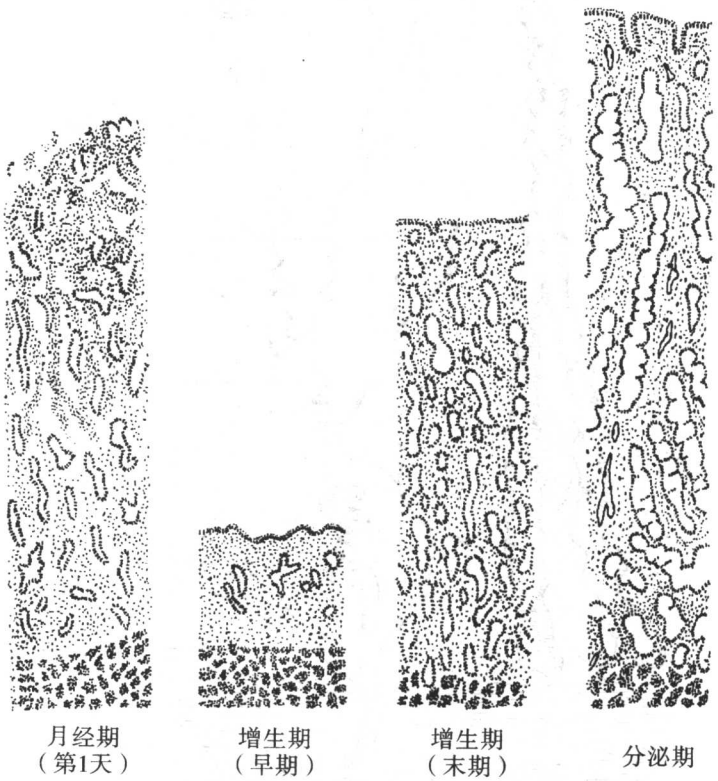


图 10－18　子宫内膜周期性变化光镜结构模式图

2. 增生期(proliferative phase)　为月经周期第 5～14 天。此时卵巢内有若干卵泡生长，故又称卵泡期。在卵泡分泌的雌激素作用下，子宫内膜发生增生性变化。增生早期，子宫腺少、细而短。增生末期，内膜增厚达 2～3 mm，子宫腺增多、增长，腺腔增大，螺旋动脉也增长、弯曲。在周期第 14 天，卵巢排卵，子宫内膜由增生期转入分泌期。

3. 分泌期(secretory phase)　为月经周期第 15～28 天。卵巢内黄体形成，故又称黄体期。在黄体分泌的孕激素和雌激素的作用下，子宫内膜继续增厚至 5 mm。子宫腺极度弯曲，腺腔扩大，腺腔充满分泌物，内含大量糖原。固有层内充满糖原和脂滴，称前蜕膜细胞。卵若未受精，卵巢内的月经黄体退化，孕激素和雌激素水平下降，内膜功能层脱落，又转入月经期。

【思考题】

1. 试述睾丸支持细胞的光、电镜结构。
2. 试述睾丸间质细胞的光、电镜结构及其功能。
3. 试述精子的结构。
4. 试述黄体的结构和功能。
5. 试述次级卵泡的形态结构以及分泌的激素。
6. 试比较子宫内膜增生期和分泌期的形态结构。

知识概要

1. 卵巢实质分为皮质和髓质，皮质含有不同发育阶段的卵泡、黄体和白体等，卵泡主要由卵母细胞和卵泡细胞组成。

2. 卵泡的发育分为原始卵泡、初级卵泡、次级卵泡和成熟卵泡4个阶段。初级卵泡和次级卵泡合称生长卵泡。原始卵泡由一个初级卵母细胞和一层扁平的卵泡细胞构成。初级卵泡的主要变化是卵泡细胞从扁平变为立方或柱状，由单层变为复层；初级卵母细胞与卵泡细胞之间出现透明带。次级卵泡的主要结构特点是卵泡腔、卵丘和卵泡壁的形成，卵泡膜可分为内、外两层，内层含膜细胞。成熟卵泡的主要结构特点是直径达20 mm以上，排卵前36～48小时完成第二次成熟分裂，形成一个次级卵母细胞和第一极体。退化的卵泡称为闭锁卵泡。

3. 成熟卵泡排卵时，排出的是次级卵母细胞及其外周的透明带和放射冠，还有卵泡液。排卵是在月经周期的第14天左右，即增生末期。

4. 黄体是内分泌腺，是成熟卵泡排卵后，残留在卵巢内的卵泡壁和卵泡膜分化而形成的。颗粒细胞分化为颗粒黄体细胞，膜细胞分化为膜黄体细胞。

5. 子宫内膜由单层柱状上皮和固有层组成。上皮有大量分泌细胞和少量纤毛细胞。固有层结缔组织内含大量低分化的基质细胞、子宫腺和螺旋动脉。子宫内膜可分为浅部的功能层和深部的基底层。

6. 子宫内膜有周期性变化，即每28天左右子宫内膜功能层剥脱、出血、修复和增生，称为月经周期。月经周期可分为三期：月经期、增生期和分泌期。月经期为周期的第1～4天，剥脱的坏死功能层组织和血液一起，经阴道排出，称为月经。增生期为第5～14天，子宫内膜上皮由基底层残留的子宫腺细胞分裂增生形成，固有层结缔组织由基质细胞形成，子宫腺少、细而短，后来增多、增长。螺旋动脉增长、弯曲，子宫内膜增厚，达2～3 mm。分泌期为第15～28天，子宫内膜增厚至5mm；子宫腺极度弯曲，腺腔扩大，腺腔充满分泌物；螺旋动脉更长，更加弯曲；固有层出现生理性水肿；基质细胞肥大，分化为前蜕膜细胞。月经周期是在卵巢分泌的雌激素和孕激素的周期性作用下发生的。

（钱燕春）

第十一章　胚胎学概要

第一节　胚胎学绪论

一、胚胎学的研究内容

胚胎学(embryology)是研究人体胚胎发生、发育规律的一门科学,其研究内容主要包括生殖细胞生成、受精、胚胎发育、胚胎与母体的关系及先天性畸形等。

胚胎在母体中的发育是一个连续而复杂的过程,需经历38周(约266天)。为了研究和学习,常将人体胚胎发育分为如下两个时期。①胚期(embryonic period):指第1～8周末,包括受精、卵裂、胚层形成和器官原基的建立,第8周末胚已初具人形。②胎期(fetal period):从第9周至出生,此期内胎儿(fetus)逐渐长大,各器官、系统继续发育成形,部分器官出现一定的功能活动。胚期质变剧烈,胎期量变显著,因此,本章重点研究和学习胚期发育。

近年来为了加强胎儿和母体的保健和护理,促进优生和优育,从第26周胎儿至出生后4周新生儿的发育阶段被称为围生期(perinatal stage)。此期的母体与胎儿及新生儿的保健医学称围生医学,是近年兴起的一门应用学科。

二、胚胎学发展简史与现代胚胎学

古希腊学者亚里士多德(Aristotle,公元前384～前322)最早对胚胎发育进行观察,他推测人胚胎来源于月经血与精液的混合,并对鸡胚的发育做过一些较为正确的描述。1651年,英国学者哈维(W. Harvey,1578～1658)发表《论动物的生殖》,记述了多种鸟类与哺乳动物胚胎的生长发育,提出"一切生命皆来自卵"的假设。显微镜问世后,荷兰学者列文虎克(Leeuwenhoek,1632～1723)与格拉夫(Graaf,1641～1673)分别发现精子与卵泡,意大利学者马尔比基(Malpighi,1628～1694)观察到鸡胚的体节、神经管和卵黄血管。他们主张"预成论"学说,认为在精子或卵内存在初具成体形状的幼小胚胎,逐渐发育长

大为成体。

18 世纪中叶，德国学者沃尔夫（Wolff，1733 ~ 1794）指出，早期胚胎中没有预先存在的结构，胚胎的四肢和器官是经历了由简单到复杂的渐变过程而形成的，因而提出了“渐成论”。1828 年，爱沙尼亚学者贝尔（Baer，1792 ~ 1876）发表《论动物的进化》一书，报告了多种哺乳动物及人卵的发现，他观察到人和各种脊椎动物的早期胚胎发育极为相似，随着发育的进行才逐渐出现纲、目、科、属、种的特征（此规律被称为 Baer 定律）。他认为，不同动物胚胎的比较比成体的比较能更清晰地证明动物间的亲缘关系。Baer 的研究成果彻底否定了“预成论”，并创立了比较胚胎学。1855 年，德国学者雷马克（Remark，1815 ~ 1865）根据沃尔夫和贝尔的一些报告及自己的观察，提出胚胎发育的三胚层学说，这是描述胚胎学起始的重要标志。1859 年，英国学者达尔文（C. R. Darwin，1809 ~ 1882）在《物种起源》中对 Baer 定律给予强有力的支持，指出不同动物胚胎早期的相似表明物种起源的共同性，后期的相异则是由于各种动物所处外界环境的不同而引起的。至 19 世纪 60 年代，德国学者穆勒（Müller，1821 ~ 1897）和海克尔（Haeckel，1834 ~ 1919）进一步提出了“个体发生是种系发生的重演”的学说，简称“重演律”。这一学说基本上是正确的，但由于胚胎发育期短暂，不可能重演全部祖先的进化过程，如哺乳动物胚胎中可见到类似鱼的鳃裂，但未发展为鳃。

自 19 世纪末，人们开始探讨胚胎发育的机理。德国学者斯佩曼（Spemann，1869 ~ 1941）应用显微操作技术对两栖动物胚胎进行了分离、切割、移植、重组等实验。如移植的视杯可导致体表外胚层形成晶状体；移植原口背唇至另一胚胎，使之产生了第二胚胎等。根据这些结果，Spemann 提出了诱导学说，认为胚胎的某些组织（诱导者）能对邻近的组织（反应者）的分化方向起诱导作用。这些实验和理论奠立了实验胚胎学。其他著名学说还有细胞分化决定、胚区定位、胚胎场与梯度等。为了探索诱导物的性质，一些学者应用化学和生物化学技术研究胚胎发育过程中细胞和组织内的化学物质变化、新陈代谢特点、能量消长变化等，以及它们与胚胎形态演变的关系。英国学者 Needham（又名李约瑟，1900 ~ 1995）总结了这方面的研究成果，于 1931 年发表《化学胚胎学》一书。

20 世纪 50 年代，随着 DNA 结构的阐明和中心法则的确立，诞生了分子生物学。人们开始用分子生物学的观点和方法研究胚胎发生过程中遗传基因表达的时空顺序和调控机理，形成了分子胚胎学。分子胚胎学与实验胚胎学、细胞生物学、分子遗传学等学科互相渗透，发展建立了发育生物学（Developmental Biology），主要研究胚胎发育的遗传物质基础、胚胎细胞和组织的分子构成和生理生化，及形态表型如何以遗传为基础进行演变，来源于亲代的基因库如何在发育过程中按一定时空顺序予以表达，基因型和表现型间的因果关系等。发育生物学已成为现代生命科学的重要基础学科。

我国的胚胎学研究始于 20 世纪 20 年代。朱洗（1899 ~ 1962）对受精的研究，童第周（1902 ~ 1979）对卵质与核的关系、胚胎轴性、胚层间相互作用的研究，张汇泉（1899 ~ 1986）对畸形学的研究，他们在胚胎学的研究与教学中均卓有贡献，开创和推动了我国胚胎学的发展。

三、学习人体胚胎学的意义和方法

人体胚胎学作为研究人体发生、发育规律的一门科学，具有极其重要的意义。一方面，它能帮助人们以科学唯物主义观点理解生命的发生与演变，以及个体与环境的联系；在医学科学中，人体胚胎学与细胞学、组织学、遗传学、病理学、分子生物学等基础学科联系密切，对于医学生来说，只有学习了胚胎学，才能真正地了解人体内细胞、组织、器官和系统是如何发生及演化的，才能更深入地理解解剖学、组织学、病理学和遗传学等相关学科的一些内容，为学习其他医学基础课和临床课奠定坚实的理论基础。另一方面，在临床应用中，产科医生只有掌握了有关胚胎发生、发育的全过程，才能对孕妇进行正确的妊娠跟踪和保健指导；只有掌握了畸形学知识，才能对先天性畸形进行检测和防治；生殖工程学更为不孕不育患者带来福音。

胚胎从一个细胞（受精卵）发育为（5～7）$\times 10^{12}$个细胞构成的足月胎儿的过程中，每一部分都在发生复杂的动态变化，这种变化于胚期尤为急剧。因此，学习者既要了解某一时期胚胎的立体形态（三维结构），也要掌握在不同时期这些结构的来源与演变过程，即胚胎的时间与空间的结构变化。这不仅对学好胚胎学十分必要，而且对建立科学的思维方法也很有裨益。

【知识卡片】

什么是试管婴儿？

体外受精技术（IVF）俗称“试管婴儿”（test－tube baby），是目前世界上最广为采用的生殖辅助技术。“试管婴儿”并不是真正在试管里长大的婴儿，而是从卵巢内取出几个卵子，在实验室里让它们与精子结合，形成胚胎，然后转移胚胎到子宫内，使之在母体子宫内着床，妊娠。正常的受孕需要精子和卵子在输卵管相遇，二者结合，形成受精卵，然后受精卵再回到子宫腔，继续妊娠。所以“试管婴儿”可以简单地理解成由于实验室的试管代替了输卵管的功能而称为“试管婴儿”。

第二节　人胚发生和早期发育

一、生殖细胞和受精

（一）生殖细胞

生殖细胞（germ cell）又称配子（gamete），包括精子和卵子，均为单倍体细胞，即仅有23条染色体，其中一条是性染色体。

在男性生殖器官内发育成熟的精子，精子核型为22＋X或22＋Y，X染色体和Y染色体为性染色体。此时精子虽然具有运动能力，但无受精能力，这是因为精子头的外表面覆盖着一层来自精液的糖蛋白，能阻止顶体酶的释放。当精子通过子宫和输卵管时，糖蛋白被去除，精子能释放顶体酶，溶解放射冠和透明带，获得受精能力，此过程称获能（ca-

pacitation)。精子在女性生殖管道内的受精能力一般可维持 12 ~ 24 小时。

卵细胞发生于卵巢,成熟于输卵管。从卵巢中排出的卵子处于第二次减数分裂的中期,进入并停留于输卵管的壶腹部,若与精子相遇,受精子穿入其内的刺激,卵子才完成第二次减数分裂,形成成熟的卵细胞,核型为 22 + X,X 染色体为性染色体。若未受精,则在排卵后 12 小时 ~ 24 小时退化。

(二)受精

精子与卵细胞结合,形成受精卵的过程称受精(fertilization)。受精的部位多在输卵管的壶腹部。

1. 受精过程　受精时,大量已获能的精子接触放射冠,释放顶体酶,溶解放射冠和透明带,打开进入卵细胞的通道,此过程称顶体反应(acrosome reaction)。当精子头部紧贴卵细胞表面,二者细胞膜融合,精子的细胞核和细胞质进入卵细胞内时,透明带、卵细胞膜发生一系列的结构变化,阻止其余精子的进入,这一过程称透明带反应(zona reaction)。与此同时,精子激发卵子迅速完成第二次减数分裂,形成成熟的卵细胞,此时精子和卵细胞的细胞核称为雄性原核(male pronucleus)和雌性原核(female pronucleus)。两个原核逐渐在细胞中部靠拢,核膜消失,染色体混合,形成二倍体的受精卵(fertilized ovum)(图 11 -1),此时受精过程完成。

2. 受精的意义　①受精使卵子的代谢由缓慢转入旺盛,从而启动细胞不断分裂;②精子与卵子的结合,恢复了二倍体,维持物种的稳定性。③受精卵的染色体来自父母双方,加之生殖细胞在成熟分裂时曾发生染色体连锁与互换,遗传物质重新组合,使新个体既维持了双亲的遗传特点,又具有与亲代不完全相同的性状。④受精决定新个体的性别,带有 Y 染色体的精子与卵子结合,受精卵的核型为 44XY,发育为男性;带有 X 染色体的精子与卵子结合,受精卵的核型为 44XX,发育为女性。

二、胚泡形成和植入

(一)卵裂和胚泡形成

1. 卵裂　受精卵早期进行有丝分裂的过程,称为卵裂(cleavage)。卵裂形成的子细胞称卵裂球(blastomere)。由于受精卵外仍然被透明带包裹,所以随着卵裂球数目的增加,卵裂球逐渐变小,到第 3 天时形成一个 12 ~ 16 个卵裂球组成的实心胚,形似桑椹称桑椹胚(morula)。受精卵在进行卵裂的同时,由于输卵管平滑肌节律性的收缩,上皮细胞纤毛的摆动,以及输卵管腔内分泌液的流动形成的管内液体流,使受精卵逐渐向子宫方向移动,至桑椹胚时,已接近子宫腔。

2. 胚泡的形成　进入子宫腔的桑椹胚细胞继续分裂,细胞数目不断增加,发育到第 5 天时已有 100 多个细胞,且细胞间逐渐出现小的腔隙,它们最后汇合成一个大腔,桑椹胚转变为中空的囊泡状,称胚泡(blastocyst)(图 11 -2)。胚泡外表为一层扁平细胞,称滋养层(trophoblast);中心的腔称胚泡腔(blastocoele),腔内充满液体;腔内一侧的一群细胞,称内细胞群(inner cell mass);覆盖在内细胞群外面的滋养层称极端滋养层。胚泡逐渐长大,透明带变薄消失,胚泡得以与子宫内膜接触,植入开始。

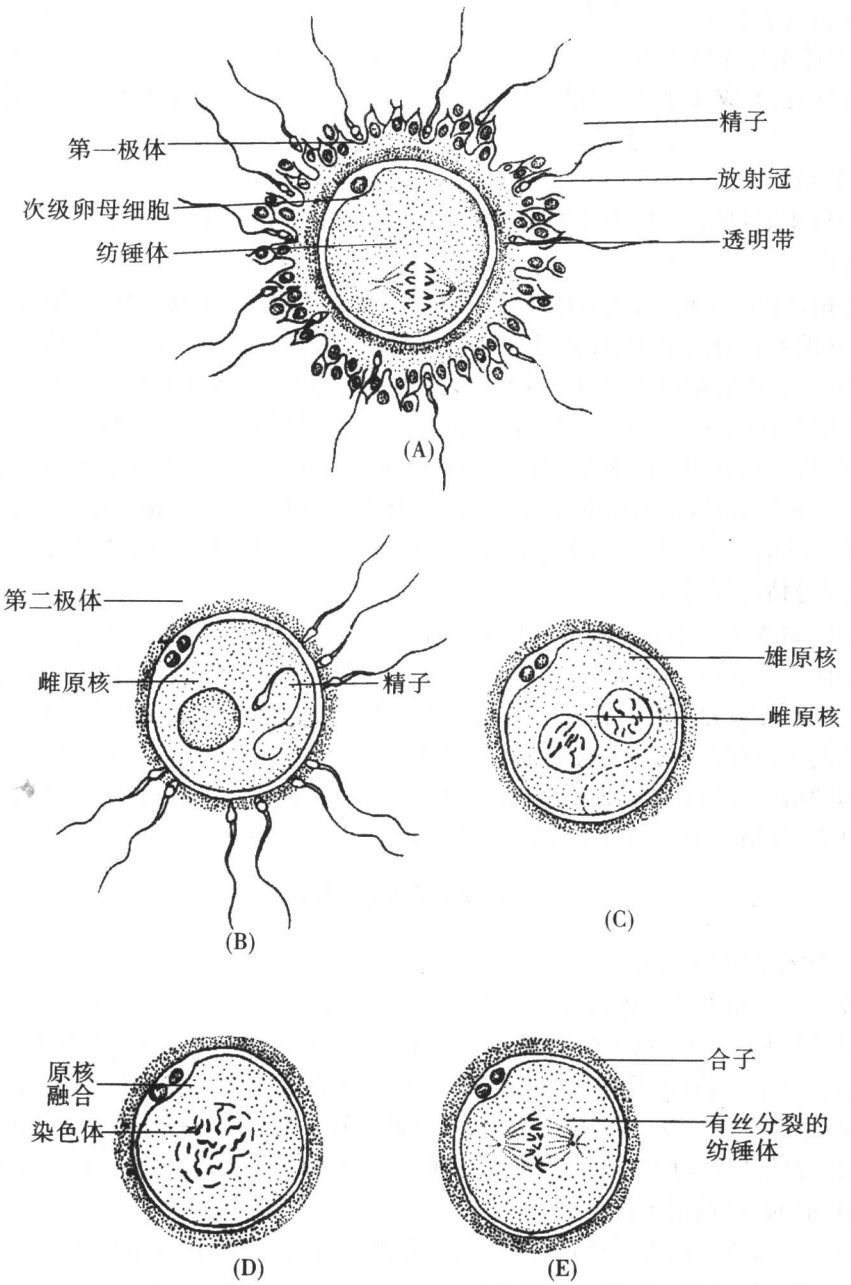


图 11－1　受精过程示意图

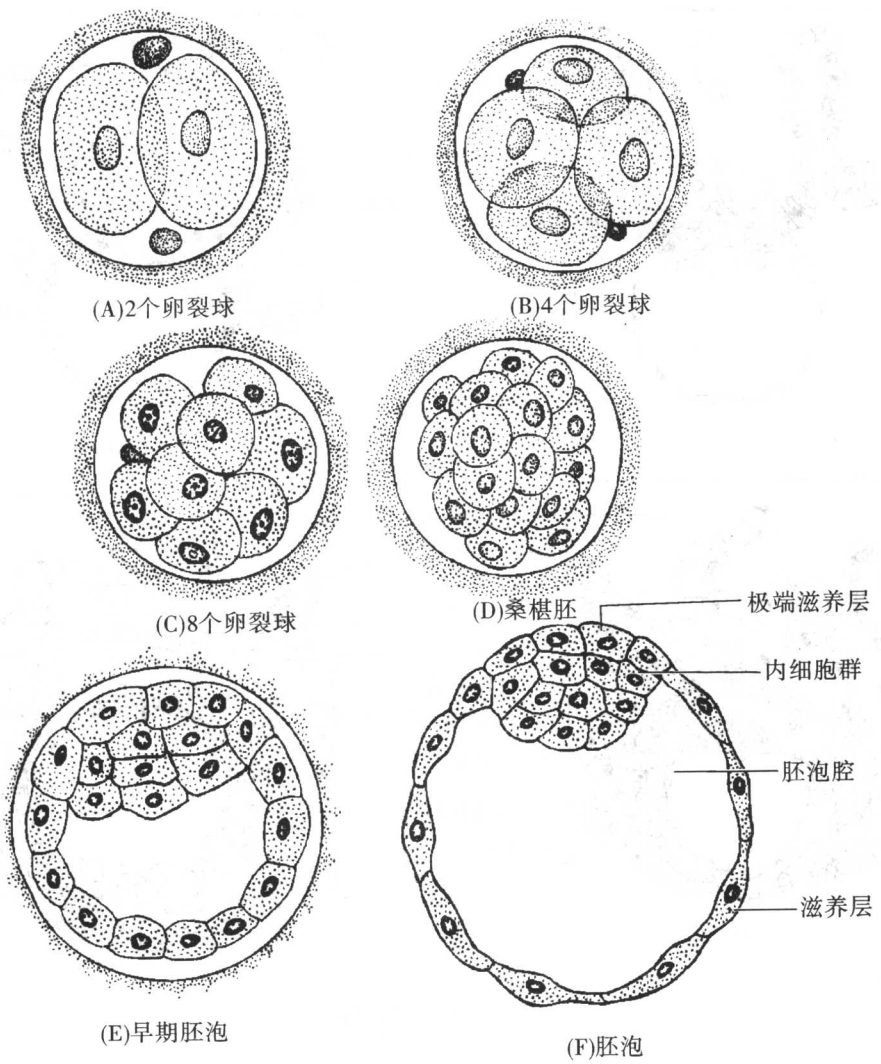


图 11－2　卵裂、桑椹胚和胚泡

(二)植入与子宫内膜的变化

胚泡逐渐埋入子宫内膜的过程称植入(implantation),又称着床(imbed)。

1. 植入的过程　植入开始于受精后的第 6～7 天,子宫内膜处于分泌期。胚泡植入时,极端滋养层首先与子宫内膜接触,极端滋养层的细胞分泌蛋白水解酶,分解子宫内膜,形成一个缺口,胚泡由缺口逐渐埋入子宫内膜功能层,至第 11～12 天时,胚泡全部埋入子宫内膜中,内膜缺口由附近的上皮增殖修复,植入完成(图 11－3)。

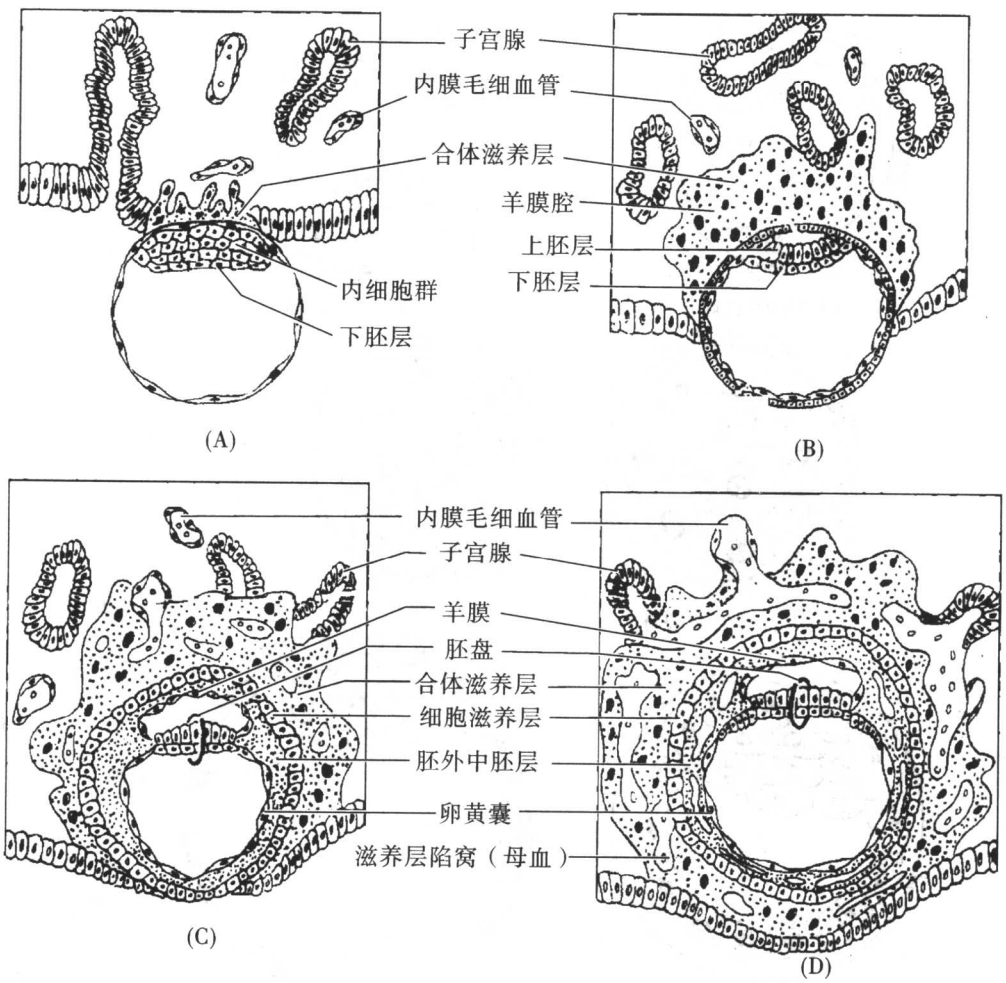


图 11－3　植入过程

2. 植入的部位　胚泡的正常植入部位通常是在子宫底或子宫体上部。若植入部位于近宫颈处，在此形成胎盘，称前置胎盘（placenta previa），妊娠晚期易发生胎盘早期剥离，引起孕妇子宫出血，分娩时堵塞产道，导致胎儿娩出困难。胚泡植入在子宫以外的任何其他部位称之为宫外孕（ectopic pregnancy），宫外孕多发生在输卵管，偶见于子宫阔韧带、卵巢、腹腔等部位（图 11－4）。宫外孕胚胎多因营养供应不足，早期死亡；也有少数植入输卵管的胚胎发育到较大后，引起输卵管破裂，导致孕妇大出血，甚至危及孕妇生命。

3. 植入的条件　胚泡的正常植入，需具备一定的条件：受母体雌激素和孕激素的协同调节，故这些激素应正常分泌使子宫内膜保持在分泌期；胚泡及时进入子宫腔，透明带及时溶解消失；子宫内环境必须正常；子宫内膜发育阶段与胚泡发育同步。若上述任一条件不正常，胚泡即不能正常植入。若母体内分泌紊乱、子宫有炎症、口服避孕药、宫内置避孕环等，均可阻碍胚泡植入，造成女性不孕或达到避孕的目的。

4. 植入后子宫内膜的变化　胚泡植入时的子宫内膜正处于分泌期，胚泡植入后母体分泌期子宫内膜进一步增厚，血液供应更丰富，腺体分泌更旺盛，基质细胞变肥大且富含糖原和脂滴，子宫内膜的这种变化称蜕膜反应。此时的子宫内膜称蜕膜(decidua)。根据蜕膜与胚的位置关系，将蜕膜分为如下三部分。①基蜕膜(decidua basalis)：胚胎与子宫肌层之间的部分。②包蜕膜(decidua capsularis)：覆盖在胚胎宫腔侧的蜕膜。③壁蜕膜(decidua parietalis)：子宫壁其余部分的蜕膜(图 11－4)。

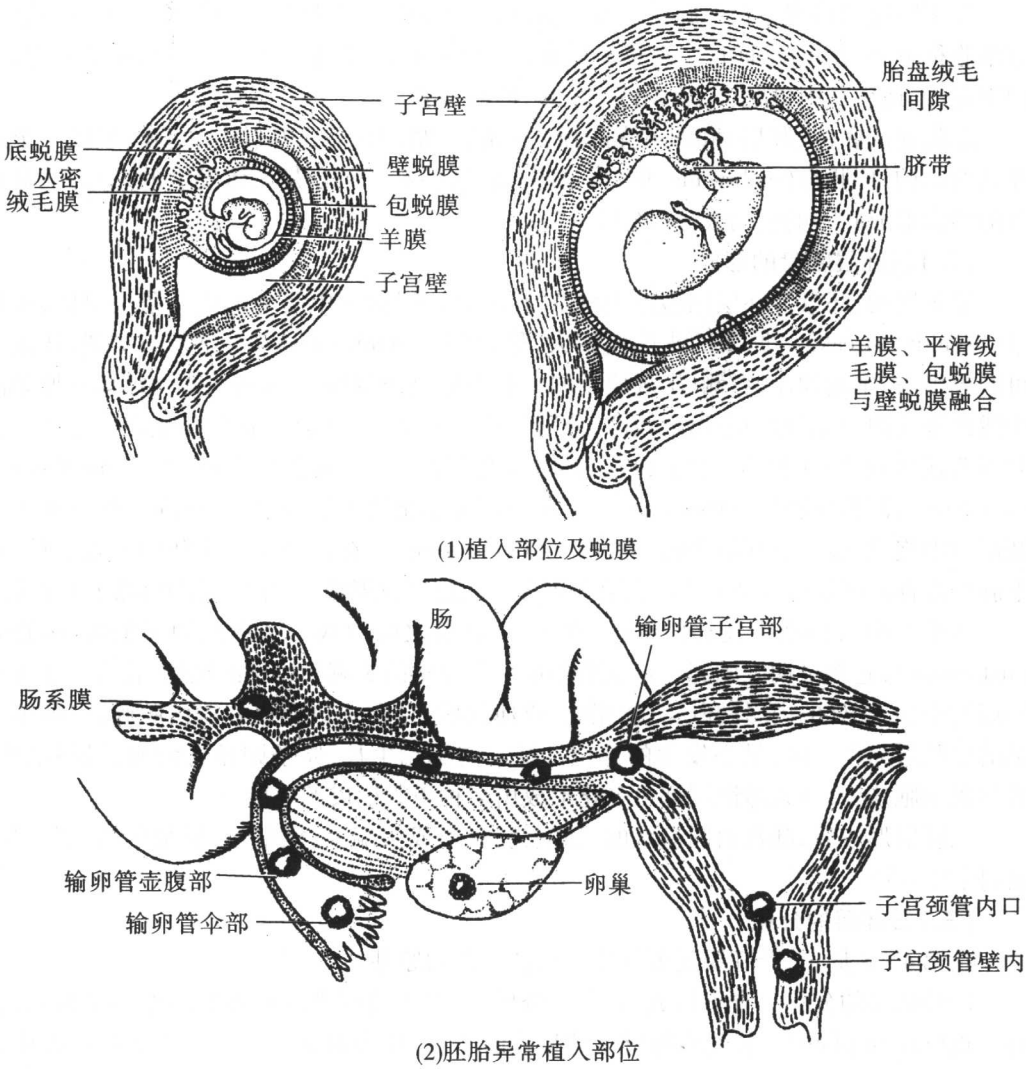


图 11－4　植入部位示意图

三、胚层的形成和分化

(一)二胚层胚盘的形成

1. 上胚层的形成　在第2周初,当胚泡植入的同时,内细胞群的细胞也增殖分化,邻近滋养层形成一层柱状细胞称上胚层(epiblast)。继而上胚层表面的滋养层分化形成一层扁平的细胞,称羊膜细胞,并与上胚层细胞相连续,共同围成一囊,称羊膜囊(amniotic sac),其内的腔称羊膜腔,腔内贮有羊水。

2. 下胚层的形成　在上胚层形成的同时,内细胞群靠近胚泡腔侧的细胞形成一层立方细胞称下胚层(hypoblast)。在第2周末,下胚层周缘的细胞增生形成一层扁平上皮,并向下延伸,最后在中央融合,形成另一个囊,即卵黄囊。

羊膜囊的底(上胚层)和卵黄囊的顶(下胚层)紧密相贴,中间隔一基膜,形成一个圆盘状的结构,称胚盘(embryonic disc),也叫二胚层胚盘。胚盘是人体发生的原基,胚盘以外的结构形成胚外的辅助成分(图11-3)。

(二)三胚层胚盘的形成

第3周初,胚盘上胚层细胞迅速增殖,在上胚层尾侧正中线上形成一条增厚区,称原条(primitive streak)。原条的头端略膨大,称原结(primitive node)。原条的出现,胚盘即可区分出头、尾端和左、右侧,出现原条的一端为尾端,相对的一端为头端。继而在原条的中线出现浅沟,原结的中心出现浅凹,分别称原沟和原凹。原沟深面的细胞继续分裂增殖并逐渐迁移到上、下胚层之间,细胞继续向侧方扩展,形成胚内中胚层(intraembryonic mesoderm),简称中胚层(mesoderm)。其中一部分细胞进入下胚层,并逐渐全部置换了下胚层的细胞,形成一层新的细胞,称内胚层(endoderm)。在内胚层和中胚层形成之后,原上胚层改称外胚层(ectoderm)。在第3周末三胚层胚盘形成,三个胚层均起源于上胚层。

从原凹向头侧增生迁移的细胞,在上、下胚层之间形成一条单独的细胞索,称脊索(notochord),它在早期胚胎起一定支架作用。在脊索的头侧和原条的尾侧,各有一个无中胚层的小区,此处的内、外胚层直接相贴,成薄膜状,分别称口咽膜和泄殖腔膜,口咽膜前端的中胚层为生心区,是心发生的部位。脊索向头端生长,原条则相对缩短,最终消失。若原条细胞残留,在人体骶尾部可分化形成由多种组织构成的畸胎瘤。

三胚层形成后,胚盘由圆盘状的二胚层胚盘形成头端大,尾端小,呈梨形的三胚层胚盘(图11-5)。

(三)三胚层的分化

在第4~8周,三个胚层逐渐分化形成各器官的原基。

1. 外胚层的分化　脊索形成后,在其诱导下,脊索背侧中线的外胚层增厚呈板状,称神经板(neural plate)。神经板随脊索的生长而增长,且头侧宽于尾侧。继而神经板中央沿长轴下凹形成神经沟(neural groove),沟两侧边缘隆起称神经褶(neural fold)。两侧神经褶在神经沟中段靠拢并愈合,愈合向两端延伸,最后在头、尾两端各有一开口,分别称前神经孔和后神经孔,它们于第4周愈合,使神经沟完全封闭为神经管(neural tube)。如果前神经孔和后神经孔未愈合,将会导致无脑畸形和脊髓裂。神经管两侧的外胚层在管的背侧靠拢并愈合,使神经管位居于外胚层的深面。神经管将分化为中枢神经系统以及松

果体、神经垂体和视网膜等。在神经褶愈合过程中，它的一些细胞迁移到神经管背侧成一条纵行细胞索，继而分裂为两条，分别位于神经管的背外侧，称神经嵴（neural crest），将分化为周围神经系统及肾上腺髓质等结构。位于体表的外胚层将分化为皮肤的表皮及其附属器，以及牙釉质、角膜上皮、晶状体、内耳膜迷路、腺垂体、口腔和鼻腔及肛门的上皮等。

2. 中胚层的分化　脊索两旁的中胚层细胞增殖较快，起初呈均匀的一层，第3周末则分化为三部分：从内侧向外侧依次为轴旁中胚层、间介中胚层和侧中胚层。脊索则大部分退化消失，仅在椎体之间残留为髓核（图11-6）。

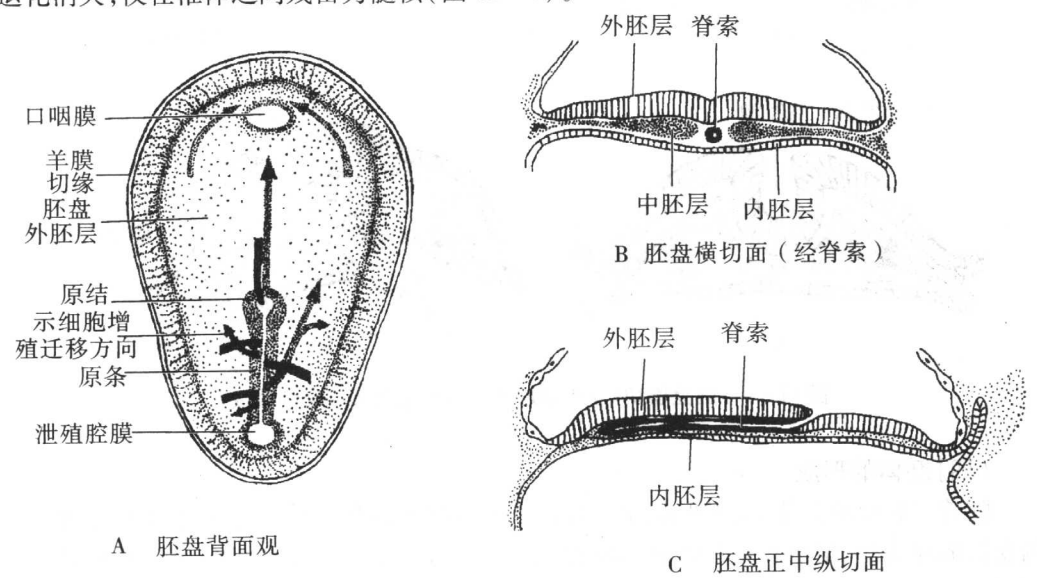


图11-5　三胚层及脊索的形成

（1）轴旁中胚层（paraxial mesoderm）　是紧邻脊索两侧的中胚层细胞迅速增殖，形成的一对纵行细胞索。它随即裂为块状细胞团，称体节（somite）。体节左右成对，从颈部向尾部依次形成，第3周末体节先在颈部发生，每天约出现3～4对，第5周时，体节全部形成，共约42～44对。故可根据体节的数量推算早期胚龄。体节将分化为皮肤的真皮、大部分中轴骨骼（如脊柱、肋骨）及骨骼肌。

（2）间介中胚层（intermediate mesoderm）　位于轴旁中胚层与侧中胚层之间，分化为泌尿生殖系统的主要器官。

（3）侧中胚层（lateral mesoderm）　是中胚层最外侧的部分，起初为一薄板状结构，随着胚体的发育，侧中胚层迅速分裂为两层。与外胚层邻近的一层，称体壁中胚层（parietal mesoderm），将分化为体壁（包括肢体）的骨骼、肌肉、血管和结缔组织；与内胚层邻近的一层，称脏壁中胚层（visceral mesoderm），覆盖于原始消化管外面，将分化为消化和呼吸系统的肌组织、血管和结缔组织等。两层之间的腔为胚内体腔，继而从头端到尾端分化为心包腔、胸膜腔和腹膜腔。

3. 内胚层的分化　随着胚体由扁平状向圆柱状变化，致使内胚层卷折形成一条位于神经管和脊索腹侧的纵形管，称原始消化管。原始消化管将分化为消化管、消化腺、呼吸

道和肺的上皮组织，以及中耳、甲状腺、甲状旁腺、胸腺、膀胱和阴道等的上皮组织。

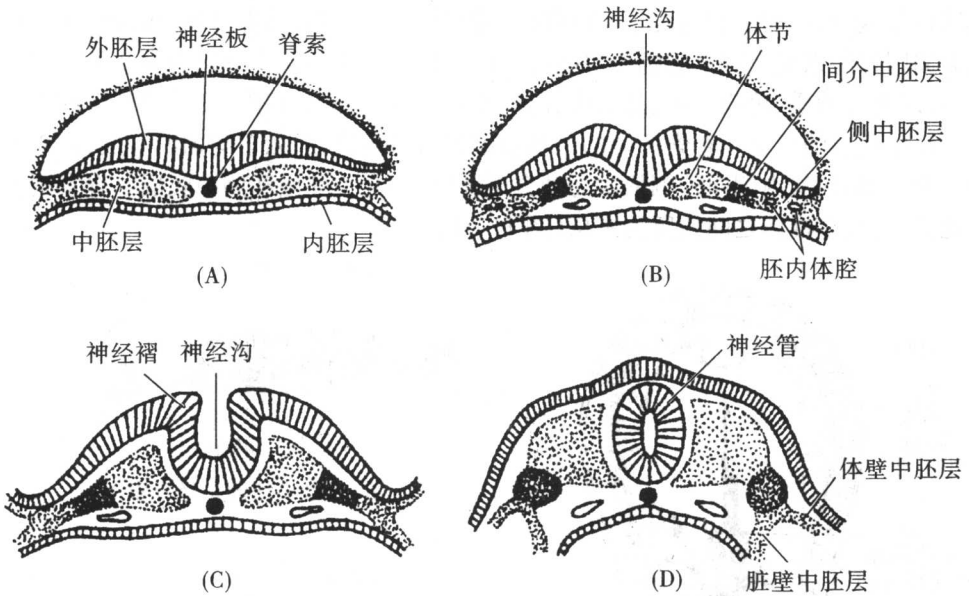


图 11－6　胚盘横切(示中胚层的早期分化及神经管的形成)

(四)胚体的形成

随着三胚层的分化，扁平形胚盘逐渐变为圆柱状的胚体。胚体是由于胚盘边缘向腹侧卷折形成头褶、尾褶和左右侧褶形成的。胚盘卷折主要是由于各部分生长速度的差异所引起的，如胚盘中部的生长速度快于边缘部。外胚层的生长速度又快于内胚层，致使外胚层包于胚体外表，内胚层卷到胚体内，胚体凸到羊膜腔内。胚盘头尾方向的生长速度快于左右方向的生长，头侧的生长速度又快于尾侧因而胚盘卷折为头大尾小的圆柱状胚体，胚盘边缘则卷折到胚体腹侧。随着胚的进一步发育，胚体腹侧的边缘逐渐靠近，最终在胚体腹侧形成圆索状的原始脐带，与绒毛膜相连(图 11－7)。

四、胎膜和胎盘

胎膜和胎盘是胚胎发育过程中形成的附属结构，不参与胚体的形成，对胚胎起保护、营养、呼吸、排泄及内分泌等作用。当胎儿娩出后，胎膜和胎盘即与子宫分离并被排出体外，总称衣胞。

(一)胎膜

胎膜(fetal membrane)包括绒毛膜、羊膜、卵黄囊、尿囊和脐带(图 11－8)。

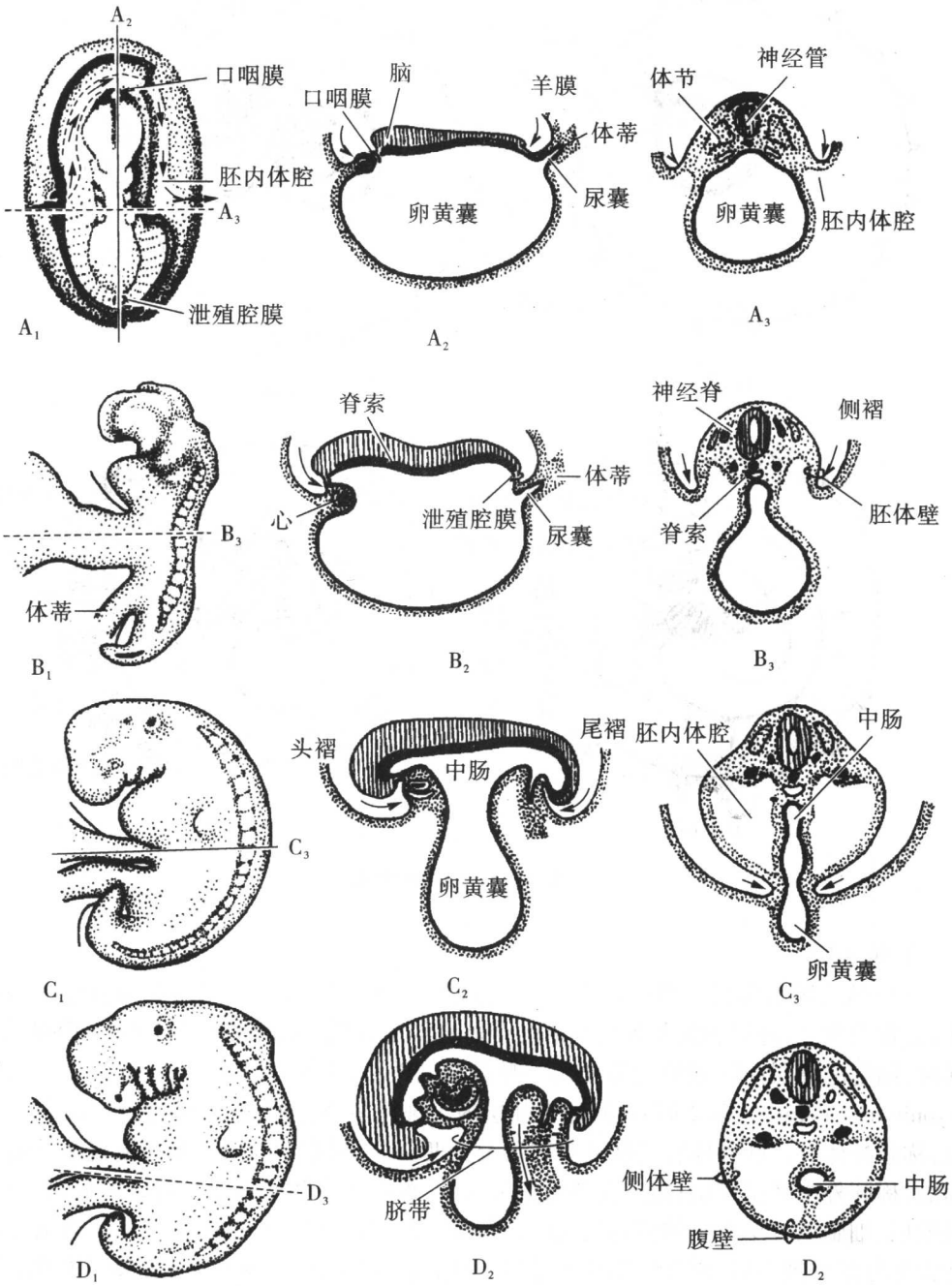


图 11－7　胚体外形的形成

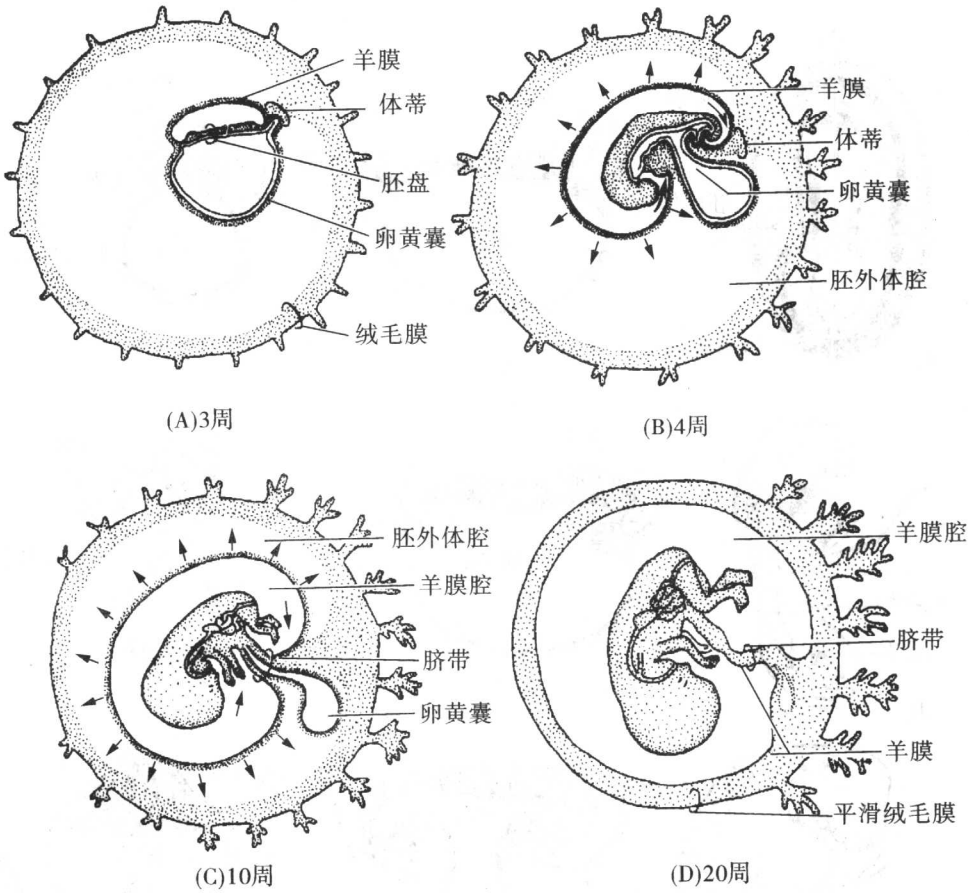


图 11-8 胎膜的演变

1. 绒毛膜

(1)绒毛膜的形成 当胚泡植入时,在内细胞群发育的同时,滋养层细胞也在增殖分化,分化为两层,外层为细胞界限不清的合体滋养层,内层为细胞界限明显的细胞滋养层。同时,细胞滋养层向胚泡腔内分化出一些疏松排列的星形细胞,称胚外中胚层(extraembryonic mesoderm)。第 2 周末,胚外中胚层内出现许多小腔隙,逐渐融合后形成一个大腔隙,称胚外体腔。胚外体腔将胚外中胚层分为两部分:衬在滋养层内面和覆盖在羊膜囊表面的,称胚外中胚层壁层;覆盖在卵黄囊表面的,称胚外中胚层脏层。第 2 周末,胚外中胚层壁层、细胞滋养层及合体滋养层共同向蜕膜内长出许多指状突起,称绒毛。当滋养层表面大部分形成绒毛后,滋养层即称绒毛膜。随着胚外体腔的不断扩大,连接胚体和细胞滋养层的这部分胚外中胚层也随之变窄变细,称为体蒂,是构成脐带的主要成分。

(2)绒毛膜的演化 第 2 周末的绒毛仅由外表的合体滋养层和内部的细胞滋养层构成,称初级绒毛干。第 3 周时,胚外中胚层逐渐伸入绒毛干内,改称次级绒毛干。此后,绒毛干内的间充质分化为结缔组织和血管,形成三级绒毛干。绒毛干进而发出分支,形成许多细小的绒毛。同时,绒毛干末端的细胞滋养层细胞增殖,穿出合体滋养层,伸抵蜕膜组

织，将绒毛干固着于蜕膜上。这些穿出的细胞滋养层细胞还沿蜕膜扩展，彼此连接，形成一层细胞滋养层壳，使绒毛膜与子宫蜕膜牢固连接。绒毛干之间的间隙，称绒毛间隙（intervillous space）。绒毛间隙内含有从子宫螺旋动脉来的母体血。胚胎通过绒毛汲取母血中的营养物质并排出代谢产物。

早期绒毛膜表面的绒毛均匀分布。之后，由于包蜕膜侧的营养不良，绒毛逐渐退化、消失，形成表面无绒毛的平滑绒毛膜（smooth chorion），而基蜕膜侧营养丰富，该处绒毛反复分支，生长茂密，称丛密绒毛膜（villous chorion），它与基蜕膜组成胎盘。丛密绒毛膜内的血管通过脐带与胚体内的血管连通。此后，随着胚胎的发育增长及羊膜腔的不断扩大，羊膜、平滑绒毛膜和包蜕膜进一步凸向子宫腔，最终与壁蜕膜愈合，子宫腔逐渐消失。

绒毛膜为早期胚胎发育提供营养物质和氧气，丛密绒毛膜参与组成胎盘。在绒毛膜发育过程中，若血管未通连，胚胎可因缺乏营养而发育迟缓或死亡。若绒毛膜发生病变，如滋养层细胞过度增生，绒毛内结缔组织变性水肿，血管消失，形成葡萄状或水泡状，称葡萄胎或水泡状胎块；如滋养层细胞癌变则为绒毛膜上皮癌。这些不仅严重影响胚胎的发育，还会危及母体健康。

2. 羊膜（amnion）　为包围胚体的一层半透明薄膜，由羊膜上皮和胚外中胚层组成。羊膜最初附着于胚盘的边缘，随着胚体的形成、羊膜腔的扩大和胚体凸入羊膜腔内，羊膜遂于胚胎的腹侧包裹在体蒂表面，形成原始脐带。羊膜腔的扩大逐渐使羊膜与绒毛膜相贴，胚外体腔消失。

羊膜腔内充满羊水（amniotic fluid），胚胎在羊水中生长发育。羊水呈弱碱性，主要由羊膜上皮细胞的分泌物和胚胎的排泄物组成，羊水不断产生，又不断地被羊膜吸收和胎儿吞饮，故羊水是不断更新的。羊膜和羊水在胚胎发育中起重要的保护作用，如胚胎在羊水中可较自由的活动，有利于骨骼肌的正常发育，并防止胚胎局部粘连或受外力的压迫、震荡。临产时，羊水还具有扩张宫颈和冲洗产道的作用。

随着胚胎的长大，羊水也相应增多，足月胎儿的羊水约有 1000 ~ 1500 ml。羊水少于 500 ml 为羊水过少，易发生羊膜与胎儿粘连，影响正常发育；羊水多于 2000 ml 为羊水过多，也可影响胎儿正常发育。羊水含量不正常，还可能与某些先天性畸形有关，如胎儿无肾或尿道闭锁可致羊水过少；胎儿消化道闭锁或无脑儿可致羊水过多。穿刺抽取羊水，进行细胞染色体检查或测定羊水中某些物质的含量，可以早期诊断某些先天性异常。

3. 卵黄囊（yolk sac）　人胚胎的卵黄囊内没有卵黄，卵黄囊不发达，它的出现只是种系发生和进化的反映。随着胚体的形成，卵黄囊被包入脐带后，与原始消化管相连的卵黄蒂于第 6 周闭锁，卵黄囊也逐渐退化。但人类的造血干细胞和原始生殖细胞却分别来自卵黄囊的胚外中胚层和内胚层。

4. 尿囊（allantois）　是从卵黄囊尾侧向体蒂内伸出的一个盲管，开口于原始消化管尾段的腹侧。随着胚体的形成，尿囊的近端演化为膀胱的一部分，远端包在脐带内，逐渐缩小变细，尿囊闭锁后形成膀胱至脐的脐正中韧带。尿囊壁外表面的胚外中胚层，形成一对尿囊动脉和一对尿囊静脉，尿囊退化后，尿囊动脉和尿囊静脉却保留下来，包在脐带内，改称为脐动脉和脐静脉。

5. 脐带　当羊膜腔逐渐扩大，羊膜向腹侧包绕时，羊膜将体蒂、卵黄囊、尿囊以及尿囊

动、静脉等包绕形成一条圆索状的结构，称脐带（umbilical cord）。它一端连于胎儿脐部，另一端连于胎盘。随着胚胎的发育，脐带内卵黄囊、尿囊都退化消失，只有两条脐动脉和一条脐静脉（右脐静脉退化），所以脐带是连接胎儿和胎盘的血管通道，是进行物质交换的重要结构。

足月胎儿的脐带长40～60 cm，粗1.5～2 cm，透过脐带表面的羊膜，可见内部盘曲缠绕的脐血管。脐带过短（20 cm以下），胎儿娩出时易引起胎盘过早剥离，造成出血过多；脐带过长（120 cm以上），易发生脐带缠绕胎儿肢体、颈部或打结，可致局部发育不良，甚至会引起胎儿窒息死亡。

（二）胎盘

1. 胎盘的结构 胎盘（placenta）是由母体子宫的基蜕膜与胎儿的丛密绒毛膜共同组成的圆盘形结构。足月胎儿的胎盘重约500 g，直径15～20 cm，中央厚，周边薄，平均厚约2.5 cm。胎盘的胎儿面光滑，表面覆有羊膜，脐带附于中央或稍偏，胎盘的母体面粗糙，由不规则浅沟将其分为15～30个胎盘小叶（cytol edon）（图11－9）。

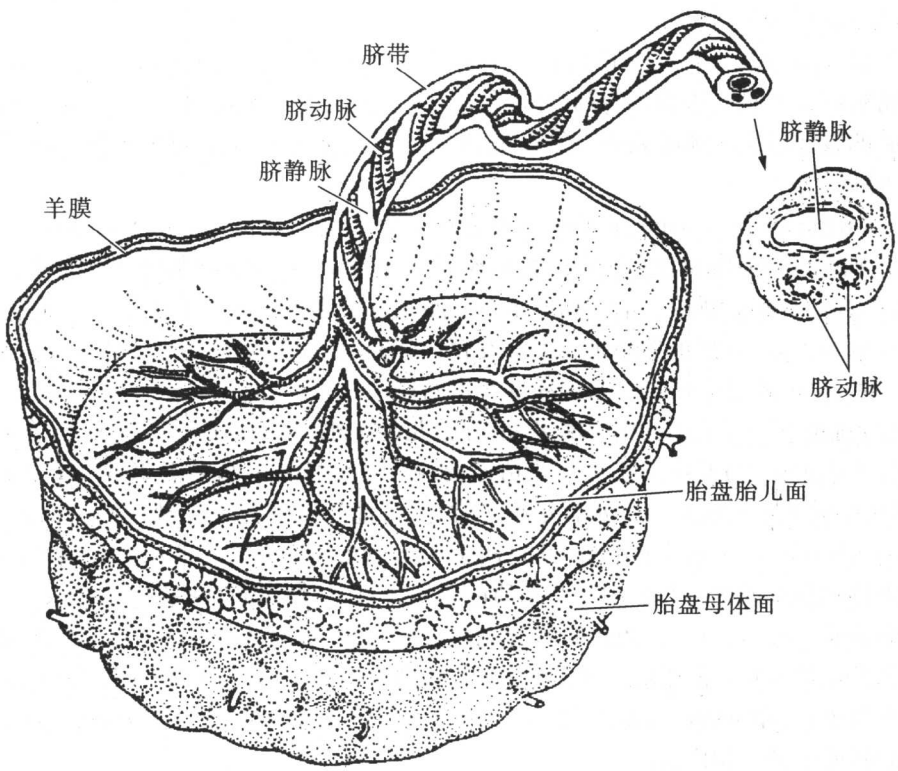


图11－9　胎盘的外形

胎盘由胎儿部分和母体部分两部分组成。①胎儿部分：由丛密绒毛膜构成，绒毛膜发出40～60根绒毛干，绒毛干呈树枝状分支，形成许多细小的绒毛，并深入绒毛间隙内，脐血管的分支沿绒毛干进入绒毛内，形成毛细血管。②母体部分：由母体的基蜕膜构成，母体的基蜕膜深入绒毛间隙内形成胎盘隔（placental septum），胎盘隔将胎盘分隔为15～30

个胎盘小叶，每个小叶含 1 ~4 根绒毛干及其分支。子宫螺旋动脉和子宫静脉的分支开口于绒毛间隙内，故绒毛间隙内充满母体血液，绒毛浸泡其中（图 11 - 10）。

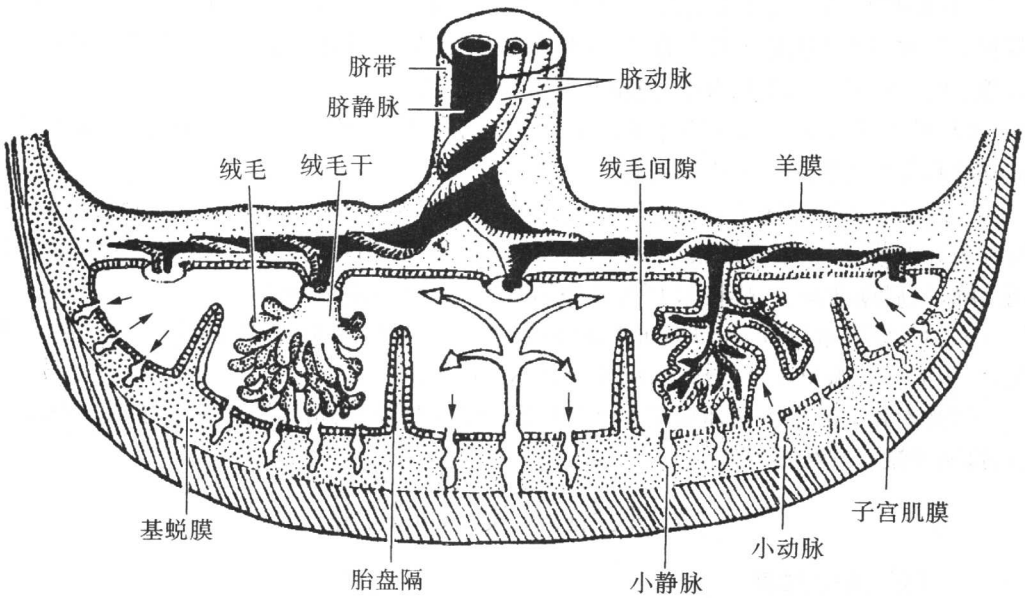


图 11 - 10　胎盘结构示意图

2. 胎盘的血液循环和胎盘屏障　胎盘内有母体血和胎儿血两套血液循环系统，两者的血液在各自的封闭管道内循环，互不相混，但可进行物质交换。母体血由子宫螺旋动脉注入绒毛间隙内，在此与绒毛内毛细血管的胎儿血进行物质交换后，再由子宫静脉返回母体。胎儿血来自脐动脉，脐动脉的血液进入绒毛内的毛细血管与绒毛间隙内的母体血进行物质交换后，然后汇入脐静脉返回胚体。

胎盘屏障：胎儿血与母体血在胎盘内进行物质交换所通过的结构，称胎盘屏障（placental barrier）或胎盘膜（placental membrane）。由合体滋养层、细胞滋养层、基膜、绒毛膜内结缔组织、绒毛内毛细血管的基膜和内皮组成。随着胚胎的发育，绒毛的细胞滋养层退化消失，毛细血管周围的结缔组织逐渐消失，合体滋养层变薄，胎盘膜变薄，通透性更强，更有利于胎儿血与母体血之间的物质交换。

【知识卡片】

孕妇应避免感染及谨慎用药

某些病毒（如风疹、麻疹、水痘、脊髓灰质炎及艾滋病病毒等）可通过胎盘屏障进入胎儿血中引起胎儿感染，有些病毒（如风疹病毒）和药物（反应停）还可通过胎盘屏障进入胎儿血中引起胎儿先天性畸形，故孕妇应避免感染及慎重用药。

3. 胎盘的功能

(1)物质交换　胎儿通过胎盘从母体血中获得营养物质和氧气,排出代谢产物和二氧化碳。胎盘具有相当于出生后小肠、肺和肾的功能。

(2)保护功能　在正常情况下,胎盘屏障可以阻挡母体血液中的大分子物质、多数细菌和某些致病微生物进入胎儿血中,保护胎儿免受其害;母体血中的免疫球蛋白(IgG)可以通过胎盘屏障进入胎儿血中,使胎儿获得免疫能力。

(3)内分泌功能　胎盘的合体滋养层细胞能分泌多种激素,对维持妊娠、保证胎儿正常发育起着重要作用。主要激素有:

人绒毛膜促性腺激素(human chorionic gonadotropin, HCG)　HCG 可以使月经黄体发育为妊娠黄体,以维持妊娠。HCG 在受精后第 1 ~2 周即可从孕妇尿中测出,第 8 周达到高峰,以后逐渐减少,故临床上检测 HCG 常作为早孕诊断的指标之一。

人胎盘催乳素(human placental lactogen HPL)　HPL 能促进母体乳腺及胎儿的生长发育,HPL 在妊娠第 2 个月出现,第 8 个月达到高峰。

雌激素和孕激素　在妊娠第 4 个月开始分泌,以后分泌量逐渐增多,当妊娠黄体退化后,这两种激素继续维持妊娠。

五、胚胎龄及预产期的推算

(一)胚胎龄的推算

胚胎龄的推算一般有两种方法,即月经龄和受精龄。

月经龄　即从孕妇末次月经的第 1 天算起,至胎儿娩出,共约 280 天(40 周)。临床上通常以此推算胚胎龄。

受精龄　因为卵子是在月经周期的第 14 ~15 天排出并受精,所以实际的胎龄应从受精开始,即月经龄减去 14 天,共约 266 天(38 周),这样计算出的胚胎龄为受精龄。胚胎学以受精龄来计算胚胎龄。

(二)预产期的推算

临床上常用的推算预产期的方法为:从孕妇末次月经的第 1 天算起,年份加 1,月份减 3,日加 7。例如某孕妇的末次月经第 1 天是 2005 年 9 月 12 日,其预产期为 2005 年加 1 是 2006 年,9 月减 3 是 6 月,12 日加 7 是 19 日,即 2006 年 6 月 19 日。

六、双胎、多胎和联体双胎

(一)双胎

双胎(twins) 又称孪生,发生率约占新生儿的 1%。双胎有两种,即单卵双胎和双卵双胎。单卵双胎是由一个受精卵发育成两个胚胎(图 11 -11),其遗传基因完全一样,胎儿性别完全相同,相貌、体态和生理特点也很相似。如果他们之间做器官移植不发生排斥反应。双卵双胎由一次排出的两个卵子,分别受精后发育而成。其遗传基因型不完全一样,每个胚胎有各自的胎膜和胎盘,胎儿性别可相同或不相同,相貌、体态和生理特点的差别如同一般兄弟姐妹,仅同龄而已。

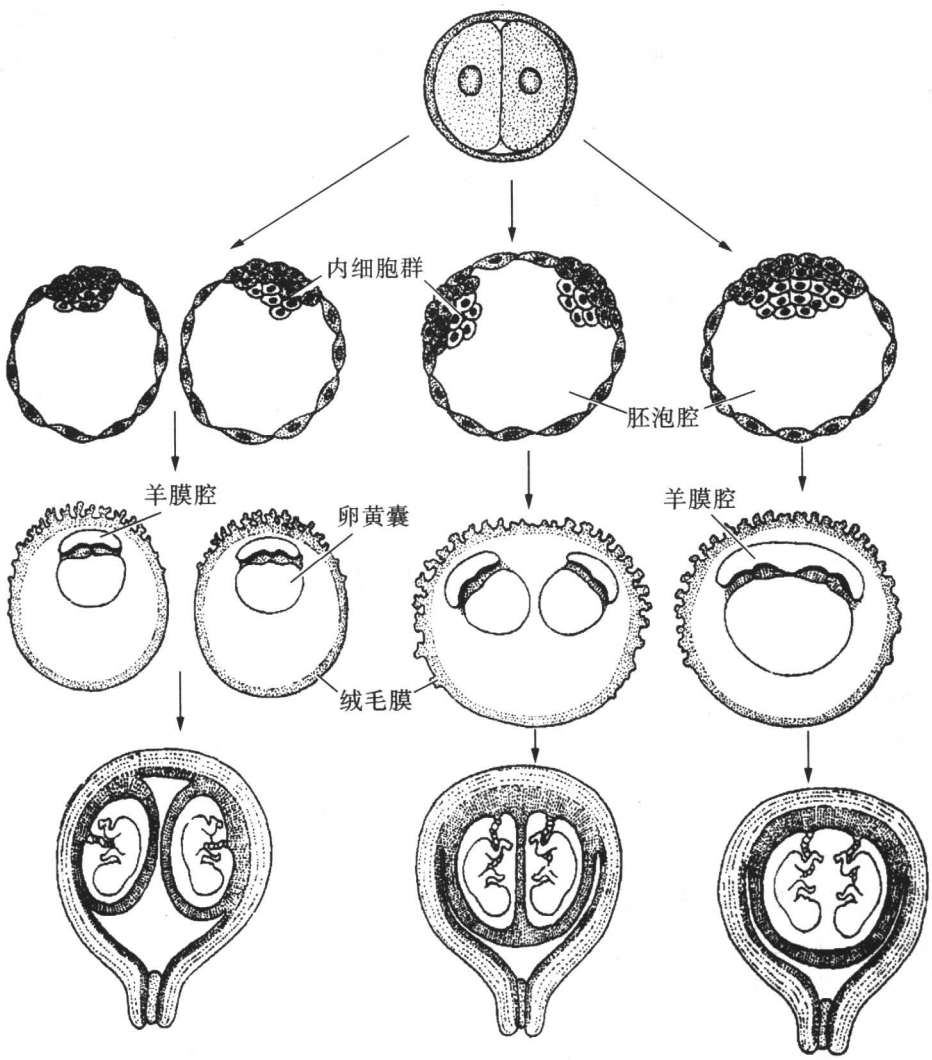


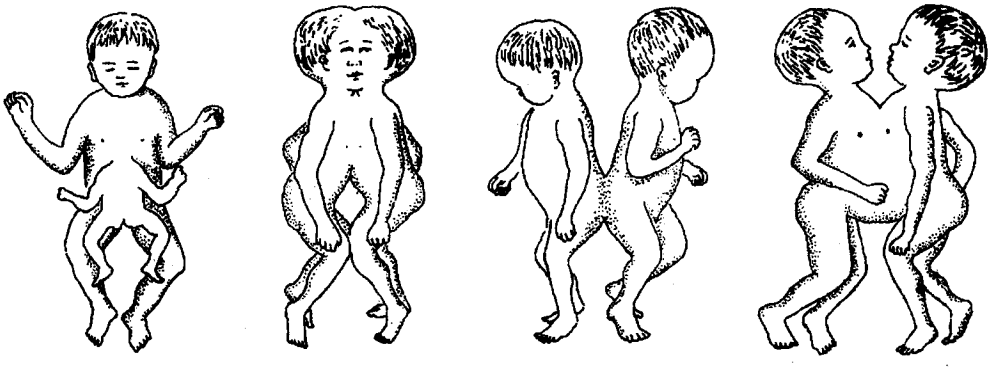
图 11－11　单卵双胎形成示意图

（二）多胎

一次分娩出两个以上新生儿为多胎。多胎形成的原因有多卵多胎、单卵多胎和混合性多胎几种类型，且多胎的发生率低，三胎约万分之一，四胎约百万分之一。

（三）联体双胎

联体双胎又称联体畸形（图 11－12），实际上是单卵双胎，当一个胚盘出现两个原条并分别发育成两个胚胎时，若两原条靠得较近，胚体形成时发生局部连接形成的。常见的联体双胎有头联体双胎、臀联体双胎、胸腹联体双胎等。若联体中两个一大一小，小者称寄生胎，若一个胎儿在另一个胎儿的体内，则称胎内胎。



寄生胎　　颜面胸腹联胎　　臀联胎　　胸腹联胎

图 11－12　联体双胎

第三节　先天性畸形

先天性畸形(congenital malformation)是指胚胎在发育过程中,由于某些因素影响所导致的器官形态结构异常或功能、代谢异常等。如果胎儿外形异常,出生即可见,如果器官内部结构异常或功能、代谢异常,在出生后一段时间或相当长时间才可显现。

一、先天性畸形的发生原因

(一)遗传因素

引起先天性畸形的遗传因素有染色体畸变和基因突变两类。染色体畸变包括染色体数目的变化和染色体结构的改变,基因突变指 DNA 分子碱基组成或排列顺序的改变。遗传因素引起的先天性畸形约占先天性畸形的 25%。

(二)环境因素

引起先天性畸形的环境因素统称致畸因子(teratogen)。致畸因子主要有生物性致畸因子、物理性致畸因子、致畸性化学物质、致畸性药物和其他致畸因子等。

1. 生物性致畸因子　主要指某些致病微生物作用于母体,引起母体发热、酸中毒等,从而间接影响胚胎的发育,或它们通过胎盘屏障直接作用于胚胎的发育,如风疹病毒、巨细胞病毒、单纯疱疹病毒、梅毒螺旋体等。

2. 物理性致畸因子　主要指各种射线、机械性压迫和损伤等。

3. 致畸性化学物质　在工业"三废"、防腐剂、食品添加剂中,均含有一些致畸物质。

4. 致畸性药物　主要包括抗肿瘤、抗惊厥、抗凝血、抗生素、激素等药物,均有不同程度的致畸作用。

5. 其他致畸因子　酗酒、大量吸烟、缺氧、严重营养不良等均有致畸作用。

【知识卡片】

怀孕了，尽量不要接触宠物

寄生虫与宠物之间是共生关系，在宠物身上寄生而不引起疾病，但人接触后就会引起疾病。现在了解较多的是：猫是引起人类弓形虫病的主要原因。弓形虫原虫常寄生在猫的肠道里随猫的粪便排出体外，当人吃了被弓形虫污染的食物时，可引起弓形虫感染。如在妊娠期感染，可能通过胎盘感染胎儿，导致胎儿流产、畸形、胎死宫内和早产，还可产生中枢神经系统的损害。所以为了优生，孕妇不宜与心爱的小动物接触，不要食用被宠物粪尿污染过的食物，不要使用被猫、狗等宠物舔过的餐具，不要吃生的或未煮熟的家畜。妊娠前已患弓形虫病的应到医院，及时检查，积极治疗。

二、致畸敏感期

胚胎发育是一个连续的过程，在胚胎的不同发育时期，胚胎对致畸因子作用的敏感程度不同。胚胎受到致畸因子的作用后，最易发生畸形的时期称致畸敏感期（susceptible period）。通常在胚期的第3～8周，胚胎内细胞增殖分化活跃，受到致畸因子的作用最易发生畸形，故此期处于致畸敏感期。

三、先天性畸形的预防

所有的夫妇都希望有健康的后代，优生是提高人口素质的重要环节，所以对先天性畸形的预防非常重要。主要的预防措施有：①进行遗传咨询是预防遗传性畸形的重要措施；②做好孕期保健避免感染是预防环境致畸的主要措施；③孕期谨慎用药是预防药物致畸的重要措施；④在孕期尽量避免或减少射线照射；⑤戒烟戒酒是预防胎儿致畸的一个重要环节。

四、先天性畸形的宫内诊断和治疗

（一）先天性畸形的宫内诊断

目前常用的宫内诊断方法有：

1. B型超声波检查　是一种简便易行且安全的宫内诊断方法，在荧屏上可直接看到胎儿的影像，不仅能诊断胎儿的外部畸形，也可诊断胎儿的某些内脏畸形。

2. 羊膜囊穿刺（amniocentesis）　在妊娠第15～17周较适宜，用羊膜穿刺法取羊水，可以对羊膜细胞进行染色体分析和生化分析检测，能准确反映胎儿的遗传状况。

3. 绒毛膜检测　进行绒毛膜活检，可诊断胎儿的染色体异常，此种检查可在第8周进行，达到早期诊断的目的。

4. 胎儿镜检查　在妊娠第15～20周使用最好，通过胎儿镜可直接观察胎儿外部结构有无异常，并可采取胎儿血液、皮肤等样本作进一步检查，还可给胎儿注射药物或输血。

5. 羊水和胎儿造影及X线检查　将造影剂注入羊膜腔，可在X线荧屏上观察胎儿的

大小和外部畸形。

（二）先天性畸形的宫内治疗

先天性畸形的宫内治疗主要有：

1. 非手术治疗　用药物治疗胎儿畸形，如小剂量可的松治疗肾上腺综合征，甲状腺素治疗因甲状腺功能低下引起的发育紊乱等。

2. 手术治疗　如给胎儿输血治疗胎儿水肿，颅脑穿刺手术治疗脑积水等。

【思考题】

1. 在睾丸内发育成熟的精子是否具有受精能力？为什么？如何获得受精能力？
2. 叙述植入的部位、过程、时间及植入后子宫内膜的变化。
3. 试述三胚层分化为哪些器官和组织？
4. 目前常用的先天性畸形的宫内诊断方法有哪些？最适宜的时间？

知识概要

从受精卵开始发育至初具人形，概括如下：

精子、卵子 —结合→ 受精卵 —卵裂，细胞增殖→ 桑椹胚（12－16个卵裂球） → 胚泡（100多个细胞）

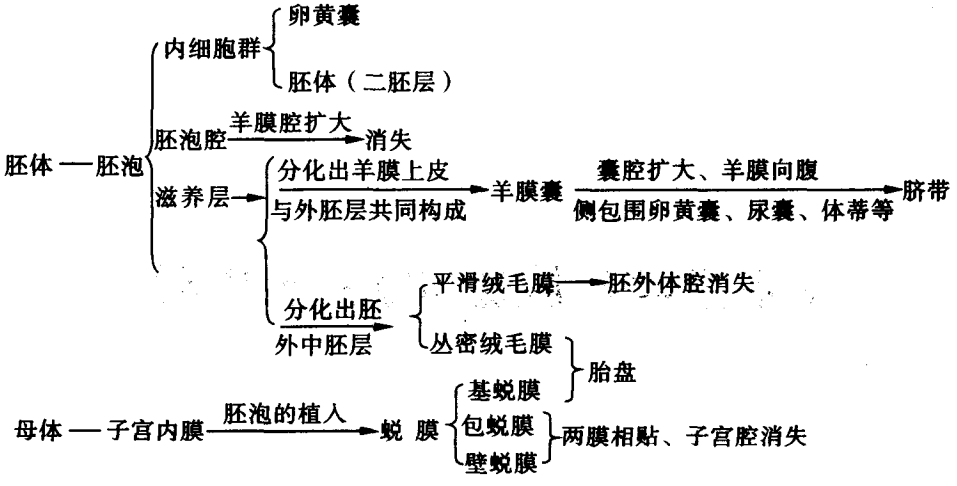
胚泡 →
- 滋养层 → 绒毛膜
- 胚泡腔 → 消失
- 内细胞群 —细胞分化→ 上胚层（羊膜囊底部柱状细胞）、下胚层（卵黄囊顶部立方细胞）—相贴→

胚盘（二胚层胚盘） → 胚盘中的外胚层 —细胞增殖，向胚盘中线尾端集中→

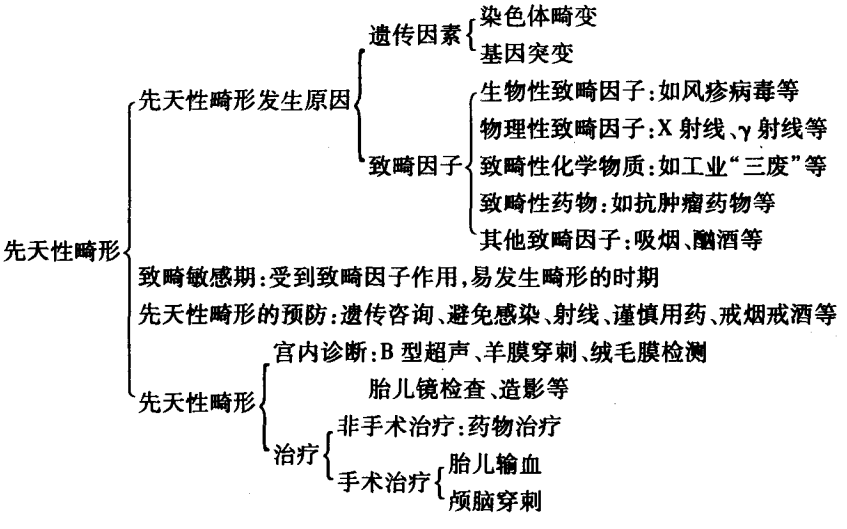
原条 →
- 细胞增殖下陷，在内、外胚层间扩散 → 中胚层
- 原条头端细胞增殖 → 原结 —原结细胞增殖，在内、外胚层间向前端伸展→ 脊索

三胚层的分化 →
- 外胚层 —在脊索的诱导下细胞分化→ 神经管 → 脑、脊髓等；神经嵴 → 周围神经系统、肾上腺髓质等；表皮、牙釉质、角膜上皮、口腔、鼻腔上皮等
- 中胚层 —细胞增殖分化→ 轴旁中胚层 → 真皮、脊柱、骨骼肌等；间介中胚层 → 泌尿、生殖器官的原基；侧中胚层 → 体腔、体壁肌肉、内脏平滑肌
- 内胚层 —随胚体卷曲→ 原始消化管 → 消化、呼吸上皮原基等

胎儿与母体的关系，概括如下：


胚体
胚泡
内细胞群
卵黄囊
胚体（二胚层）
胚泡腔
羊膜腔扩大
消失
滋养层
分化出羊膜上皮
与外胚层共同构成
羊膜囊
囊腔扩大、羊膜向腹侧包围卵黄囊、尿囊、体蒂等
脐带
分化出胚外中胚层
平滑绒毛膜
胚外体腔消失
丛密绒毛膜
胎盘
母体
子宫内膜
胚泡的植入
蜕膜
基蜕膜
包蜕膜
壁蜕膜
两膜相贴、子宫腔消失

先天性畸形：


先天性畸形
先天性畸形发生原因
遗传因素
染色体畸变
基因突变
致畸因子
生物性致畸因子：如风疹病毒等
物理性致畸因子：X 射线、γ 射线等
致畸性化学物质：如工业“三废”等
致畸性药物：如抗肿瘤药物等
其他致畸因子：吸烟、酗酒等
致畸敏感期：受到致畸因子作用，易发生畸形的时期
先天性畸形的预防：遗传咨询、避免感染、射线、谨慎用药、戒烟戒酒等
先天性畸形
宫内诊断：B 型超声、羊膜穿刺、绒毛膜检测
胎儿镜检查、造影等
治疗
非手术治疗：药物治疗
手术治疗
胎儿输血
颅脑穿刺

（张秀英）

《组织学与胚胎学》教学大纲

目录	要求		
	了解内容	理解内容	掌握内容
第一章 细 胞			
第一节 细胞的基本结构			
一、细胞膜			
(一)生物膜			√
(二)细胞膜的分子结构("液态镶嵌模型"学说)			√
(三)细胞膜的功能		√	
二、细胞质			
(一)基质	√		
(二)细胞器			√
(三)内含物	√		
三、细胞核			
(一)核膜		√	
(二)核仁			√
(三)染色质与染色体			√
(四)核基质与核内骨架	√		
第二节 细胞增殖周期			
一、细胞增殖周期			√
二、分裂间期细胞特点			
(一)DNA 合成前期(G_1 期)			√

目录	要求		
	了解内容	理解内容	掌握内容
(二)DNA 合成期(S 期)			√
(三)DNA 合成后期(G_2 期)			√
三、分裂期细胞特点			
(一)前期			√
(二)中期			√
(三)后期			√
(四)末期			√
第二章　基本组织			
第一节　上皮组织			
一、被覆上皮			
(一)被覆上皮的一般特征		√	
(二)被覆上皮的分类			
1. 单层上皮			
(1)单层扁平上皮			√
(2)单层立方上皮			√
(3)单层柱状上皮			√
(4)假复层纤毛柱状上皮			√
2. 复层上皮			
(1)复层扁平上皮			√
(2)变移上皮			√
(3)复层柱状上皮		√	
二、腺上皮和腺			
(一)腺上皮和腺的定义			√
(二)腺的分类		√	
(三)外分泌腺的一般结构			
1. 分泌部		√	
2. 导管		√	
三、特殊上皮	√		
四、上皮的特殊结构及功能			
(一)上皮细胞的游离面		√	

目录	要求		
	了解内容	理解内容	掌握内容
(二)上皮细胞的侧面		√	
(三)上皮细胞的基底面		√	
第二节　结 缔 组 织			
一、疏松结缔组织			
1. 基质		√	
2. 纤维			
(1)胶原纤维			√
(2)弹性纤维			√
(3)网状纤维		√	
3. 细胞			
(1)成纤维细胞			√
(2)巨噬细胞			√
(3)浆细胞			√
(4)肥大细胞			√
(5)脂肪细胞			√
(6)未分化的间充质细胞		√	
(7)白细胞	√		
二、致密结缔组织		√	
三、网状组织		√	
四、脂肪组织		√	
五、软骨组织与软骨			
(一)透明软骨			√
(二)弹性软骨			√
(三)纤维软骨			√
六、骨组织与骨			
(一)骨组织的结构		√	
(二)长骨的结构			√
(三)骨的发生与生长			
1. 膜内成骨		√	
2. 软骨内成骨			√

目录	要求		
	了解内容	理解内容	掌握内容
3. 骨的生长	√		
七、血液			
(一)红细胞			√
(二)白细胞			
1. 粒细胞			
(1)中性粒细胞			√
(2)嗜酸性粒细胞			√
(3)嗜碱性粒细胞			√
2. 无粒细胞			
(1)淋巴细胞			√
(2)单核细胞			√
(三)血小板			√
(四)血细胞的发生	√		
第三节　肌组织			
一、骨骼肌			
(一)骨骼肌纤维的一般结构			√
(二)骨骼肌纤维的超微结构	√		
(三)骨骼肌纤维的收缩原理		√	
二、心肌			
(一)心肌纤维的一般结构			√
(二)心肌纤维的超微结构	√		
三、平滑肌			√
第四节　神经组织			
一、神经元			
(一)神经元的形态结构			√
(二)神经元的分类			
1. 根据神经元突起的数量分类			√
2. 根据神经元的功能分类			√
3. 根据神经元释放的化学递质或神经调质的化学性质分类			√

目录	要求		
	了解内容	理解内容	掌握内容
二、突触			√
三、神经胶质细胞			
(一)中枢神经系统的神经胶质细胞			√
(二)周围神经系统的神经胶质细胞		√	
四、神经纤维和神经			
(一)神经纤维			
1. 有髓神经纤维			√
2. 无髓神经纤维	√		
(二)神经		√	
五、神经末梢			
(一)感觉神经末梢			
1. 游离神经末梢			√
2. 有被囊神经末梢			
(1)触觉小体			√
(2)环层小体			√
(3)肌梭		√	
(二)运动神经末梢			
1. 躯体运动神经末梢		√	
2. 内脏运动神经末梢	√		
第三章　循环系统			
第一节　血　管			
一、血管壁的一般微细结构			
(一)内膜			√
(二)中膜			√
(三)外膜			√
二、动脉			
(一)中动脉			
1. 内膜			√
2. 中膜			√
3. 外膜			√

目录	要求		
	了解内容	理解内容	掌握内容
(二)小动脉和微动脉		√	
(三)大动脉			
1. 内膜			√
2. 中膜			√
3. 外膜			√
三、毛细血管			
(一)毛细血管的基本结构			√
(二)毛细血管的分类			
1. 连续毛细血管			√
2. 有孔毛细血管			√
3. 窦状毛血血管或血窦		√	
(三)毛细血管的功能		√	
四、静脉		√	
五、微循环			√
第二节 心和淋巴管			
一、心			
(一)心壁的结构			
1. 心内膜			√
2. 心肌膜			√
3. 心外膜			√
4. 心瓣膜		√	
(二)心脏传导系统			
1. 起搏细胞			√
2. 移行细胞		√	
3. 浦步野纤维			√
二、淋巴管			
(一)毛细淋巴管		√	
(二)淋巴管和淋巴导管		√	
第四章 免疫系统			
第一节 免疫细胞			

目录	要求		
	了解内容	理解内容	掌握内容
一、淋巴细胞			
(一)T 细胞			√
(二)B 细胞			√
(三)K 细胞		√	
(四)NK 细胞	√		
二、抗原呈递细胞	√		
三、单核吞噬细胞系统			√
第二节　淋巴组织			
一、弥散淋巴组织			√
二、淋巴小结			√
三、淋巴索		√	
第三节　淋巴器官			
一、胸腺			
(一)胸腺的组织结构			
1. 皮质			√
2. 髓质			√
3. 血－胸腺屏障			√
(二)胸腺的功能		√	
二、淋巴结			
(一)淋巴结的组织结构			
1. 皮质			√
2. 髓质			√
3. 淋巴结内的淋巴通路	√		
(二)淋巴结的主要功能		√	
三、脾			
(一)脾的组织结构			
1. 白髓			√
2. 边缘区	√		
3. 红髓			√
(二)脾的血液循环	√		

目录	要求		
	了解内容	理解内容	掌握内容
(三)脾的功能	√		
四、扁桃体		√	
第五章　内分泌系统			
一、甲状腺			
(一)滤泡			√
(二)滤泡旁细胞			√
二、甲状旁腺			
(一)主细胞			√
(二)嗜酸性细胞	√		
三、肾上腺			
(一)皮质			
1. 球状带			√
2. 束状带			√
3. 网状带		√	
(二)髓质			√
(三)肾上腺皮质与髓质的功能关系	√		
四、垂体			
(一)腺垂体			
1. 远侧部			√
2. 中间部	√		
3. 结节部	√		
(二)神经垂体		√	
(三)下丘脑－垂体－靶器官的相互关系			
1. 下丘脑与腺垂体的关系			
(1)垂体门脉系统		√	
(2)下丘脑对腺垂体的调节		√	
2. 下丘脑与神经垂体的关系		√	
五、松果体	√		
六、弥散神经内分泌系统		√	
第六章　感觉器官			

目录	要求		
	了解内容	理解内容	掌握内容
第一节　眼			
一、眼球壁			
(一)纤维膜			
1. 角膜			√
2. 巩膜			√
(二)血管膜			
1. 虹膜			√
2. 睫状体		√	
3. 脉络膜	√		
(三)视网膜			
1. 色素上皮细胞		√	
2. 视细胞－视锥细胞、视杆细胞			√
3. 双极细胞	√		
4. 节细胞		√	
(四)视神经乳头与黄斑			√
二、眼球内容物			
(一)房水		√	
(二)晶状体		√	
(三)玻璃体		√	
三、眼睑			
(一)皮肤		√	
(二)皮下组织		√	
(三)肌层		√	
(四)睑板		√	
(五)睑结膜		√	
第二节　耳			
一、外耳		√	
二、中耳		√	
三、内耳			
(一)骨迷路		√	

目录	要求		
	了解内容	理解内容	掌握内容
(二)膜迷路			
1. 壶腹嵴			√
2. 椭圆囊斑和球囊斑		√	
3. 螺旋器			√
第三节 皮 肤			
一、表皮			
(一)角质形成细胞			
1. 基底层			√
2. 棘层			√
3. 颗粒层			√
4. 透明层			√
5. 角质层		√	
(二)非角蛋白形成细胞			
1. 黑素细胞			√
2. 郎格汉斯细胞		√	
3. 梅克尔细胞	√		
二、真皮			
(一)乳头层		√	
(二)网织层		√	
三、皮下组织	√		
四、皮肤的附属器			
(一)毛			
1. 毛的结构			√
2. 毛的生长		√	
(二)皮脂腺		√	
(三)汗腺		√	
(四)大汗腺	√		
(五)指(趾)甲	√		
第四节 乳房			
(一)一般结构	√		

目录	要求		
	了解内容	理解内容	掌握内容
(二)静止期乳腺特点	√		
(三)活动期乳腺特点	√		
第七章　消化系统			
第一节　消化管			
一、消化管壁的一般结构			
(一)粘膜			
1. 上皮			√
2. 固有层			√
3. 粘膜肌层		√	
(二)粘膜下层			√
(三)肌层			√
(四)外膜			√
二、食管			
(一)粘膜			√
(二)粘膜下层			√
(三)肌层			√
(四)外膜		√	
三、胃			
(一)粘膜			
1. 上皮			√
2. 固有层			√
1)壁细胞			√
2)主细胞			√
3)颈黏液细胞			√
4)内分泌细胞		√	
(二)粘膜下层		√	
(三)肌层		√	
(四)外膜		√	
六、小肠			
(一)小肠绒毛			

目录	要求		
	了解内容	理解内容	掌握内容
1. 绒毛上皮			
(1)吸收细胞			√
(2)杯状细胞		√	
(3)内分泌细胞	√		
2. 固有层	√		
(二)小肠腺			
(1)帕内特细胞			√
(2)未分化细胞	√		
(三)其他各层结构	√		
七、盲肠与结肠			
(一)粘膜			√
(二)粘膜下层		√	
(三)肌层	√	√	
(四)外膜			√
八、阑尾		√	
九、消化管的分泌性免疫系统	√		
十、胃肠的内分泌细胞	√		
第二节 消化腺			
一、唾液腺			
(一)唾液腺的一般结构			√
(二)三种唾液腺的结构特点		√	
二、胰腺			
(一)外分泌部			
1. 腺泡		√	
2. 导管		√	
3. 胰液	√		
(二)内分泌部			
1. A 细胞			√
2. B 细胞			√
3. D 细胞		√	

目录	要求		
	了解内容	理解内容	掌握内容
4. PP 细胞	√		
三、肝			
(一)肝小叶			
1. 中央静脉			√
2. 肝板或肝索			√
3. 肝血窦			√
4. 窦周隙			√
5. 胆小管			√
(二)门管区			√
(三)肝内血液循环		√	
(四)肝内胆汁的排出途径			√
第八章　呼吸系统			
第一节　呼吸道			
一、呼吸道的一般结构			
(一)粘膜			√
(二)粘膜下层			√
(三)外膜	√		
二、鼻的微细结构			
(一)前庭部		√	
(二)呼吸部		√	
(三)嗅部		√	
三、气管与主支气管			√
第二节　肺			
一、肺的微细结构			
(一)导气部		√	
(二)呼吸部			
1. 呼吸性细支气管			√
2. 肺泡管			√
3. 肺泡囊			√
4. 肺泡			√

目录	要求		
	了解内容	理解内容	掌握内容
二、肺的血管		√	
三、肺的代谢功能	√		
第九章　泌尿系统			
第一节　肾			
一、肾的微细结构			
(一)肾单位			
1. 肾小体			
(1)血管球			√
(2)肾小囊			√
(3)滤过膜			√
2. 肾小管			
(1)近端小管			√
(2)细段		√	
(3)远端小管			√
(二)集合管		√	
(三)球旁复合体			
1. 球旁细胞			√
2. 致密斑			√
3. 球外系膜细胞		√	
二、肾的血液循环	√		
第二节　输尿管和膀胱			
一、输尿管的微细结构			√
二、膀胱的微细结构			√
第十章　生殖系统			
第一节　男性生殖系统			
一、睾丸的微细结构			
(一)生精小管			
1. 生精细胞			
(1)精原细胞			√
(2)初级精母细胞			√

目录	要求		
	了解内容	理解内容	掌握内容
(3)次级精母细胞			√
(4)精子细胞			√
(5)精子			√
2. 支持细胞	√		
(二)睾丸间质		√	
(三)直精小管和睾丸网			√
二、生殖管道的微细结构			
1. 附睾			
(1)输出小管	√		
(2)附睾管		√	
2. 输精管		√	
三、附属腺			
(一)前列腺			√
(二)精囊		√	
(三)尿道球腺		√	
第二节 女性生殖系统			
一、卵巢			
(一)卵巢			
1. 卵泡的发育与成熟			√
2. 排卵			√
3. 黄体			√
4. 卵泡的闭锁与间质腺		√	
二、输卵管			√
三、子宫			
(一)子宫壁的微细结构			
1. 外膜	√		
2. 肌层		√	
3. 内膜			√
(二)子宫内膜的周期性变化			
1. 月经期			√

目录	要求		
	了解内容	理解内容	掌握内容
2. 增生期			√
3. 分泌期			√
第十一章　胚胎学概要			
第一节　胚胎学绪论			
一、胚胎学的研究内容			√
二、胚胎学发简史与现代胚胎学		√	
三、学习人体胚胎学的意义和方法		√	
第二节　人胚发生和早期发育			
一、生殖细胞和受精			√
(一)生殖细胞			√
(二)受精			√
二、胚泡形成和植入			
(一)卵裂和卵泡形成			√
(二)植入与子宫内膜的变化			√
三、胚层的形成和分化			
(一)二胚层胚盘的形成		√	
(二)三胚层胚盘的形成		√	
(三)三胚层的分化		√	
(四)胚体的形成	√		
四、胎膜和胎盘			
(一)胎膜			√
(二)胎盘			√
五、胚胎龄及预产期的推算			
(一)胚胎龄的推算			√
(二)预产期的推算			√
六、双胎、多胎和联体双胎			
(一)双胎		√	
(二)多胎		√	
(三)联体双胎		√	

目录	要求		
	了解内容	理解内容	掌握内容
第三节　先天性畸形			
一、先天性畸形的发生原因			
(一)遗传因素		√	
(二)环境因素		√	
二、致畸敏感期			√
三、先天性畸形的预防		√	
四、先天性畸形的宫内诊断和治疗			
(一)先天性畸形的宫内诊断	√		
(二)先天性畸形的宫内治疗	√		

《组织学与胚胎学》学时分配表

序号	授课内容	学时分配			备注
		理论	实践	合计	
	绪论	1		1	
第一章	细胞学	3	1	4	
第二章	基本组织	10	6	16	
第三章	循环系统	2	1	3	
第四章	免疫系统	2	1	3	
第五章	内分泌系统	2	2	4	
第六章	感觉器官	2	1	3	
第七章	消化系统	4	2	6	
第八章	呼吸系统	2	1	3	
第九章	泌尿系统	2	1	3	
第十章	生殖系统	4	2	6	
第十一章	胚胎学概要	4	2	6	
	机动			2	
总计		38	20	60	

中英文专业名词对照

中文名词	英文名词
A	
A 带	A band
暗区	dark zone
B	
白膜	tunica albuginea
白髓	white pulp
白体	corpus albicans
白细胞	leukocyte, white blood cell
半桥粒	hemidesmosome
半月	demilune
包蜕膜	decidua capsularis
胞质桥	intercellular cytoplasmic bridge
鲍曼囊	Bowman capsule
杯状细胞	goblet cell
被覆上皮	covering epithelium
被膜	capsule
被膜下淋巴窦	subcapsular sinus

中文名词	英文名词
被膜下胸腺上皮细胞	subcapsule epithelial cell
被囊神经末梢	encapsulated nerve ending
闭锁卵泡	atresic follicle
壁蜕膜	decidua parietalis
壁细胞	parietal cell
边缘区	marginal zone
鞭毛	flagellum
扁桃体	tonsil
变移上皮	transitional epithelium
表面黏液细胞	surface mucous cell
表皮	epidermis
玻璃体	vitreous body
C	
侧中胚层	lateral mesoderm
超微结构	ultrastructure
尘细胞	dust cell
成骨细胞	osteoblast
成熟卵泡	mature follicle
成纤维细胞	fibroblast
出球微动脉	efferent arteriole
初级精母细胞	primary spermatocyte
初级卵母细胞	primary oocyte
初级卵泡	primary follicle
触觉小体	tactile corpuscle
传出神经元	efferent neuron
传入神经元	afferent neuron
垂体	hypophysis

中文名词	英文名词
雌性原核	female pronucleus
次级精母细胞	secondary spermatocyte
次级卵母细胞	secondary oocyte
次级卵泡	secondary follicle
丛密绒毛膜	villous chorion
粗肌丝	thick filament
D	
大静脉	large vein
单层扁平上皮	simple squamous epithelium
单层立方上皮	simple cuboidal epithelium
单层柱状上皮	simple columnar epithelium
单核吞噬细胞系统	mononuclear phagocyte system, MPS
单核细胞	monocyte
胆小管	bile canaliculus
导管	duct
第一极体	first polar body
碘酸雪夫反应	periodic acid Schiff reaction, PAS 反应
电子显微镜	electron microscopy, EM
顶体	acrosome
顶体反应	acrosome reaction
定向干细胞	committed stem cell
动静脉吻合	arteriovenous anastomosis
动脉	artery
动脉周围淋巴鞘	periarterial lymphatic sheath
多极神经元	multipolar neuron
多能干细胞	multipotential stem cell

中文名词	英文名词
E	
Ⅱ型肺泡细胞	type Ⅱ alveolar cell
二联体	diad
F	
房水	aqueous humor
放射冠	corona radiata
放射自显影术	autoradiography
肥大细胞	mast cell
肺动脉	pulmonary artery
肺静脉	pulmonary vein
肺巨噬细胞	pulmonary macrophage
肺泡	pulmonary alveolus
肺泡隔	alveolar septum
肺泡管	alveolar duct
肺泡孔	alveolar pore
肺泡囊	alveolar sac
肺小叶	pulmonary lobule
分泌管	secretory duct
分泌期	secretory phase
分泌性免疫系统	secretory immune system
蜂窝组织	areolar tissue
缝隙连接	gap junction
福尔克曼管	Volkmann's canal
附睾管	epididymal duct
复层扁平上皮	stratified squamous epithelium
复层柱状上皮	stratified columnar epithelium
副皮质区	paracortex zone

中文名词	英文名词
G	
钙泵	calcium pump
肝板	hepatic plate
肝索	hepati cord
肝细胞	hepatocyte
肝小叶	hepatic lobule
肝血窦	hepatic sinusoid
感觉神经末梢	sensory nerve ending
感觉神经元	sensory neuron
感受器	receptor
高尔基复合体	Golgi complex
睾丸网	rete testis
睾丸纵隔	mediastinum testis
功能层	functional layer
宫外孕	ectopic pregnancy
巩膜	sclera
骨板	bone lamellae
骨单位	osteon
骨基质	bone matrix
骨密质	compact bone
骨内膜	endosteum
骨松质	spongy bone
骨髓	bone marrow(在人类)
骨髓依赖性淋巴细胞	bone - marrow dependent lymphocyte,B 细胞
骨外膜	periosteum
骨细胞	osteocyte
骨陷窝	bone lacuna

中文名词	英文名词
骨小管	bone canaliculus
骨组织	osseous tissue
骨祖细胞	osteoprogenitor cell
鼓膜	tympanic membrane
固有层	laminapropria
固有结缔组织	connective tissue proper
H	
H 带	H band
哈佛系统	Haversian system
汗腺	sweat gland
细肌丝	thin filament
核膜	nuclear membrane
核仁	nucleolus
核糖体	ribosome
赫令体	Herring body
黑素细胞	melanocyte
横桥	cross bridge
横小管	transverse tubule
红细胞	erythrocyte, red blood cell
虹膜	iris
呼吸膜	respiratory membrane
呼吸性细支气管	respiratory bronchiole
壶腹嵴	crista ampullaris
环层小体	lamellar corpuscle
黄斑	macula lutea
黄体	corpus luteum
混合性腺泡	mixed alveoli

中文名词	英文名词
获能	capacitation
I	
Ⅰ带	Ⅰ band
Ⅰ型肺泡细胞	type Ⅰ alveolar cell
J	
肌层	lamina musclaris
肌动蛋白	actin
肌钙蛋白	troponin
肌浆	sarcoplasm
肌浆网	*sarcoplasmic reticulum*
肌节	sarcomere
肌膜	sarcolemma
肌内膜	endomysium
肌－内皮连接	myoendothelial junction
肌球蛋白	myosin
肌束膜	perimysium
肌梭	muscle spindle
肌外膜	epimysium
肌纤维	muscular fiber
肌性动脉	muscular artery
肌样细胞	*myoid cell*
肌组织	muscular trtery
基板	basal lamina
基底层	basal layer, stratum basale
基膜	basement membrane
基蜕膜	decidua basalis
基质	ground substance

中文名词	英文名词
基质细胞	stroma cell
激素	hormone
极垫细胞	polar cushion cell
棘层	stratum spinosum
集合管	collecting tubule
脊索	notochord
甲状旁腺	parathyroid gland
甲状腺	thyroid gland
假单极神经元	pseudounipolar neuron
假复层纤毛柱状上皮	pseudostratified ciliated columnar epithelium
间骨板	interstitial lamellae
间介中胚层	intermediate mesoderm
间皮	mesothelium
间质细胞	interstitial cell
间质腺	interstitial gland
浆膜	serosa
浆细胞	plasma cell
浆液性腺泡	serous alveoli
胶原纤维	collagenous fiber
角蛋白形成细胞	keratinocyte
角膜	cornea
角质层	stratum corneum
结间体	internode
结细胞	ganglion cell
结缔组织	connective tissue
睫状体	ciliary body
紧密连接	tight junction

中文名词	英文名词
近端小管	proximal tubule
近曲小管	proximal convoluted tubule
晶状体	lens
精液	semen
精原细胞	spermatogonium
精子	spermatozoon
精子细胞	spermatid
精子形成	spermiogenesis
颈黏液细胞	mucousneck cell
静脉瓣	valves of vein
巨核细胞	megakaryocyte
巨噬细胞	macrophage
K	
抗利尿素	antidiuretic hormone, ADH
抗体	antibody
颗粒层	stratum granulosum
颗粒黄体细胞	granulosa lutein cell
颗粒区	granulomere
颗粒细胞	granulose cell
库普弗细胞	kupffer cell
L	
郎飞结	Ranvier node
郎格汉斯细胞	Langerhans cell
联络神经元	association neuron
裂孔	slit pore
裂孔膜	slit membrane
淋巴结	lymphoid node

中文名词	英文名词
淋巴结门	hilus
淋巴器官	lymphoid organ
淋巴索	lymphoid cord
淋巴细胞	lymphocyte
淋巴小结	lymphoid nodule
淋巴组织	lymphoid tissue
滤过膜	filtration membrane
滤过屏障	filtration barrier
滤泡	follicle
滤泡旁细胞	parafollicular cell
卵黄囊	yolk sac
卵裂	cleavage
卵裂球	blastomere
卵母细胞	oocyte
卵泡腔	follicular antrum
卵泡细胞	follicular cell
卵丘	cumulus oophorus
卵细胞	ovum
卵周隙	perivitelline space
螺旋动脉	spiral artery
螺旋器	spiral organ
M	
M 线	M line
脉络膜	choroid
毛球	hair bulb
毛细淋巴管	lymphatic capillary
毛细血管前括约肌	precapillary sphincter

中文名词	英文名词
毛细血管前微动脉	precapillary arteriole
梅克尔细胞	Merkel cell
门管区	portal area
门细胞	hilus cell
弥散淋巴组织	diffuse lymphoid tissue
弥散神经内分泌系统	diffuse neuroendocrine system, DNES
泌尿系统	urinary system
免疫球蛋白	immunoglobulin
免疫系统	immune system
免疫细胞	immune cell
免疫应答	immune response
免疫组织化学术	immunohistochemistry
明区	light zone
膜黄体细胞	theca lutein cell
膜内成骨	intramembranous ossification
膜蜗管	cochlear duct
膜细胞	theca cell
N	
粘膜	mucosa
粘膜肌层	musclaria mucosa
粘膜下层	sabmucosa
黏液性腺泡	mucous alveoil
内弹性膜	internal elastic membrane
内分泌系统	endocrine system
内分泌腺	endocrine gland
内膜	endometrium, tunica intima
内胚层	endoderm

中文名词	英文名词
内皮	endothelium
内皮下层	subendothelial layer
内细胞群	inner cell mass
内脏运动神经末梢	visceral motor nerve ending
内质网	endoplasmic reticulum
男性生殖系统	male reproductive system
尼氏体	Nissl body
尿极	urinary pole
尿囊	allantois
女性生殖系统	female reproductive system
P	
膀胱	urinary bladder
排卵	ovulation
帕内特细胞	Panetlis cell
泡心细胞	centroacinar cell
胚内中胚层	intraembryonic mesoderm
胚盘	embryonic disc
胚泡	blastocyst
胚泡腔	blastocoele
胚期	embryonic period
胚胎学	embryology
胚外中胚层	extraembryonic mesoderm
皮肤	skin
皮下组织	hypodermis
皮脂腺	sebaceous gland
皮质	cortex
皮质淋巴窦	cortical sinus

中文名词	英文名词
脾窦	splenic sinusoid
脾索	splenic cord
脾小结	splenic corpuscle
脾脏	spleen
平滑肌	smooth muscle
平滑绒毛膜	smooth chorion
破骨细胞	osteoclast
浦肯野纤维	Purkinje fiber
Q	
脐带	umbilical cord
起搏细胞	pacemaker cell
气－血屏障	air－blood barrier
前列腺	prostate
前置胎盘	placenta previa
浅表肾单位	superficial nephron
浅层皮质	superficial cortex
腔上囊	bursa of Fabricius(在禽类)
桥粒	desmosome
球内系膜细胞	intraglomerular mesangium cell
球囊斑	macula sacculi
球旁复合体	juxtaglomerular complex
球旁细胞	juxtaglomerular cell
球外系膜细胞	extraglomerular mesangial cell
球状带	zone glomerulosa
躯体运动神经末梢	somitic motor nerve ending
R	
染色体	chromosome

中文名词	英文名词
染色质	chromatin
人绒毛膜促性腺激素	human chorionic gonadotropin, HCG
人胎盘催乳素	human placental lactogen, HPL
妊娠黄体	corpus luteum of pregnancy
绒毛间隙	intervillous space
溶酶体	lysosome
入球微动脉	afferent arteriole
软骨内成骨	endchondral ossification
软骨细胞	chondrocyte
软骨组织	cartilage tissue
闰管	intercalated duct
闰盘	intercalated disk
S	
三联体	triad
桑椹胚	morula
扫描电镜术	scanning electron microscopy, SEM
色素上皮细胞	pigment epithelium cell
杀伤性淋巴细胞	killer lymphocyte
上皮	epithelium
上皮组织	epithelial tissue
少突胶质细胞	olijodendroglia
摄取胺前体脱羧细胞	amine precursor uptakeand decarboxylation cell, APUD 细胞
神经板	neural plate
神经递质	neurotransmitter
神经沟	neural groove
神经管	neural tube

中文名词	英文名词
神经－肌接头	neuro－muscular junction
神经嵴	neural crest
神经胶质细胞	neuroglial cell
神经丝	neurofilament
神经细胞	nerve cell
神经纤维	nerve fiber
神经元	neuron
神经元纤维	neurofibril
神经褶	neural fold
神经组织	nervous tissue
肾	kidney
肾单位	nephron
肾单位袢	nephron loop
肾上腺	suprarenal gland
肾素	renin
肾小管	renal tubule
肾小囊	renal capsule
肾小球旁器	juxtaglomerul arapparatus
肾小体	renal corpuscle
生精上皮	spermatogenic epithelium
生精细胞	spermatogenic cell
生精小管	seminiferous tubule
生物膜	biological membrane
生殖细胞	germcell
又称配子	gamete
施万细胞	Schwann cell
石蜡切片术	paraffin sectioning

中文名词	英文名词
视杆细胞	rod cell
视盘	optic disc
视神经乳头	papilla of optic nerve
视网膜	retina
视细胞	visual cell
视锥细胞	cone cell
室管膜细胞	ependymal cell
嗜碱性	basophilic
嗜碱性粒细胞	basophilic granulocyte, basophil
嗜酸性	acidophilic
嗜酸性粒细胞	eosinophilic granulocyte, eosinophil
嗜银纤维	argyrophil fiber
受精	fertilization
受精卵	fertilized ovum
疏松结缔组织	loose connective tissue
输出小管	efferent duct
输精管	spermaduct
输尿管	ureter
束状带	zone fasciulata
树突	dendrite)
树突棘	dendritic spine
刷状缘	brush border
双极神经元	bipolar neuron
双极细胞	bipolar cell
双胎	twins
髓袢	medullary loop
髓旁肾单位	juxtamedullary nephron

中文名词	英文名词
髓质	adrenal medulla
髓质	medulla
松果体细胞	pinealocyte
T	
弹性软骨	elastic cartilage
弹性纤维	elastic fiber
胎儿	fetus
胎膜	fetal membrane
胎盘	placenta
胎盘隔	placental septum
胎盘膜	placental membrane
胎盘屏障	placental barrier
胎盘小叶	cytoledon
胎期	fetal period
特殊上皮	special epithelium
体壁中胚层	parietal mesoderm
体节	somite
透明层	stratum lucidum
透明带	zona pellucida
透明带反应	zona reaction
透明区	hyalomere
透明软骨	hyaline cartilage
透射电镜术	transmission electron microscope, TEM
突触	synapse
突触后成分	postsynaptic element
突触间隙	synaptic cleft
突触前成分	presynaptic element

中文名词	英文名词
突触小泡	synaptic vesicle
蜕膜	decidua
椭圆囊斑	macula utriculi
褪黑素	melatonin
W	
外弹性膜	external elastic membrane
外耳	external ear
外分泌腺	exocrine gland
外膜	tunica adventitia
外胚层	ectoderm
网板	reticular lamina
网织红细胞	reticulocyte
网状带	zone reticularis
网状细胞	reticular cell
网状纤维	reticular fiber
网状组织	reticular tissue
微动脉	arteriole
微管	microtubule
微静脉	venule
微梁网格	microrabecular lattice
微绒毛	microvillus
微丝	microfilament
微体	microbody
微循环	microcirculation
围生期	perinatal stage
未分化的间充质细胞	undifferentiated mesenchymal cell
位觉斑	macula acustica

中文名词	英文名词
胃酶细胞	zymogene cell
胃小凹	gastric pit
无髓神经纤维	unmyelinated nerve fiber
X	
吸收细胞	absorptive cell
细胞	cell
细胞骨架	cytoskeleton
细胞核	nuclear
细胞膜	cell membrane
细胞质	cytoplasm
细胞周期	cell cycle
细段	thin segment
细支气管	bronchiole
先天性畸形	congenital malformation
纤毛	cilium
纤维膜	fibrosa, fibroustunica
纤维软骨	fibrous cartilage
纤维细胞	fibrocyte
纤维性星形胶质细胞	fibrous astrocyte
线粒体	mitochondria
腺	gland
腺垂体	adenohypophysis
腺泡	acinus, alveoli
腺上皮	glandular epithelium
小肠腺	small intestinal gland
小动脉	small artery
小胶质细胞	microglia

中文名词	英文名词
小结帽	cap
小静脉	small vein
小梁	trabecula
小梁周窦	peritrabecular sinus
小叶	lobuk
效应器	effector
心瓣膜	cardiac valve
心房钠尿肽	atrial natriuretic
心骨骼	cardiac skeleton
心肌	cardiac muscle
心肌膜	myocardium
心力衰竭细胞	heart failure cell
心内膜	endocardium
心外膜	epicardium
星形胶质细胞	astrocyte
星形上皮细胞	stellate epithelial cell
胸腺	thymus
胸腺上皮细胞	thyimc epithelial cell
胸腺生成素	thymopoietin
胸腺素	thymosin
胸腺髓质	medulla
胸腺细胞	thymocyte
胸腺小体	thymic corpuscle
胸腺小体上皮细胞	thymic corpuscle epithelial cell
胸腺小叶	thymic lobule
胸腺依赖区	thymus dependent area
胸腺依赖性淋巴细胞	thymusdependent lymphocyte cell,T 细胞

中文名词	英文名词
雄激素	androgen
雄激素结合蛋白	androgen binding protein
雄性原核	male pronucleus
血－睾屏障	blood－testis barrier
血管极	vascular pole
血管膜	vascular tunica
血管球	glomerulus
血管系膜	mesangium
血红蛋白	hemoglobin，Hb
血浆	plasma
血脑屏障	blood－brain barrier
血清	serum
血小板	blood platelet
血－胸腺屏障	blood－thymus barrier
血液	blood
循环系统	circulatory system
Y	
眼睑	eyelid
羊膜	amnion
羊膜囊	amniotic sac
羊膜囊穿刺	amniocentesis
羊水	amniotic fluid
伊红染色法	hematoxylin－eosin staining
胰岛	pancreatic islet
胰岛素	insulin
胰腺	pancreas
移行细胞	transitional cell

中文名词	英文名词
荧光显微镜	fluorescence microscope
营养血管	vasa vasorum
游离神经末梢	free nerve ending
有髓神经纤维	myelinated nerve fiber
原肌球蛋白	tropomyosin
原浆性星形胶质细胞	protoplasmic astrocyte
原结	primitive node
原始卵泡	primordial follicle
原条	primitive streak
远端小管	distal tubule
远曲小管	distal convoluted tubule
月经	menstruation
月经黄体	corpus luteum of menstruation
月经期	menstual phase
月经周期	menstrual cycle
孕激素	progesterone
运动神经末梢	motor nerve ending
运动神经元	motor neuron
运动终板	motor end plate
Z	
Z 线	Z line
脏壁中胚层	visceral mesoderm
造血干细胞	hemopoietic stem cell
造血祖细胞	hemopoietic progenitor
增生期	proliferative phase
真毛细血管	true capillary
真皮	dermis

中文名词	英文名词
支持细胞	sustentacular cell
支气管动脉	bronchial artery
支气管静脉	bronchial vein
支气管树	bronchial tree
脂肪细胞	fat cell
脂肪组织	adipose tissue
直捷通路	thoroughfare channel
直精小管	tubulus rectus
植入	implantation
质膜内褶	plasma membrane infolding
致畸敏感期	susceptible period
致畸因子	teratogen
致密斑	macula densa
致密结缔组织	dense connective tissue
中动脉	medium – sized artery
中耳	middle ear
中间连接	intermediate junction
中间神经元	interneuron
中间丝	intermediated filament
中间微动脉	metaarteriole
中静脉	medium – sized vein
中膜	tunica media
中枢淋巴器官	central lymphoid organ
中心体	centrosome
中性	neutrophilia
中性粒细胞	neutrophilic gianulocyte, neutrophil
中央管	central canal

中文名词	英文名词
中央乳糜管	central lacteal
终池	terminal cisterna
终末细支气管	terminal bronchiole
终球	end bulb
周围淋巴器官	peripheral lymphoid organ
轴浆	axoplasm
轴膜	axolemma
轴旁中胚层	paraxial mesoderm
轴丘	axonhillock
轴－树突触	axodendriticsynapse
轴－体突触	axosomaticsynapse
轴突	axon
轴－轴突触	axoaxonic synapse
皱襞	plica
主细胞	chief cell
贮脂细胞	fat－storimg cell
着床	imbed
滋养层	trophoblast
子宫腺	uterine gland
自然杀伤性淋巴细胞	natural killer lymphocyte
纵小管	longitudinal tubule，L 管
足细胞	podocyte
组织	tissue
组织工程	tissue engineering
组织化学术	histochemistry
组织学	histology
组织液	tissue fluid

参考文献

1 刘贤钊. 组织学和胚胎学. 第3版. 北京:人民卫生出版社,2002
2 唐军民. 组织学与胚胎学. 北京:北京医科大学出版社,2001
3 王之一. 解剖学及组织胚胎学. 第6版. 北京:科学出版社,2003
4 程田志. 人体解剖学及组织胚胎学. 西安:第四军医大学出版社,2005
5 邹仲之. 组织学与胚胎学. 第6版. 北京:人民卫生出版社,2004
6 高英茂. 组织学与胚胎学. 北京:人民卫生出版社,2001
7 高福禄. 组织学与胚胎学. 北京:高等教育出版社,2005