



21世纪全国成人高等医药院校规划教材

组织学和胚胎学

刘冬戈 主编



中国科学技术出版社

21 世纪全国成人高等医药院校规划教材

组织学和胚胎学

主 编 刘冬戈 徐彩霞
副主编 魏 玲
编 委 赵 宁 白翠江 王大明 黄 山
刘小玉 刘知为 陈涛伟 张 思
李方新 付海莲 何 库

江苏工业学院图书馆
藏书章

中国科学技术出版社
· 北京 ·

21 世纪全国成人高等医药院校规划教材 丛书编委会

专 家 组：刘家权 郑伟清 杨绍珍 魏 玲 龚启梅 蔡 珍
梁观林 陈莉延 李明华 文 忠 宋燕丰 郭 祝
李 立 廖少玲 颜文贞 李春燕 邱锡坚 姜文频
韩晓杰 修 霞 于铁夫 聂亚玲 许堂林 万桃香

秘 书 处：陈露晓

责任编辑：许 慧 高立波

封面设计：张 磊

责任校对：刘红岩

责任印制：王 沛

图书在版编目 (CIP) 数据

组织学和胚胎学/刘冬戈主编. —北京：中国科学技术出版社，2007. 7

21 世纪全国成人高等医药院校规划教材

ISBN 978 - 7 - 5046 - 4693 - 4

I. 组... II. 刘... III. ①人体组织学—成人教育：高等教育—教材②人体胚胎学—成人教育：高等教育—教材
IV. R32

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 088275 号

自 2006 年 4 月起本社图书封面均贴有防伪标志，未贴防伪标志的为盗版图书。

出版发行：中国科学技术出版社

社 址：北京市海淀区中关村南大街 16 号

邮 编：100081

电 话：010 - 62103210 传真：010 - 62183872

印 刷：广州市锐先印刷有限公司

开 本：787mm × 1092mm 1/16

印 张：9.5 字数：250 千字

版 次：2007 年 7 月第 1 版

印 次：2007 年 7 月第 1 次印刷

书 号：ISBN 978 - 7 - 5046 - 4693 - 4/R · 1249

定 价：16.00 元

前 言

为了适应成人高等医学教育学员的学习需要和医学教育模式的改变,贯彻和落实卫生部召开的全国成人高等医学院校规划教材会议精神,我们组织了一批专家和一些一线骨干教师编写了本教材。为了进一步提高教材质量,在编写之前我们认真调查研究了现行卫生部规划教材《组织胚胎学》的有关内容,总结和借鉴了它们的特点。

本教材在涵盖传统教材的基础上,对框架和基本内容作出进一步精炼斟酌,延续相关教材的优势,根据学科进展,在相应章节中做出调整补充。本书在绪论中讲述了组织学与胚胎学研究内容及其意义和组织学和胚胎学研究的相关技术。然后从细胞的概况和结构及增殖、细胞的运动性切入,分别讲述了上皮组织、结缔组织、肌组织、神经组织、循环系统、免疫系统、内分泌系统、感觉器官、消化系统、呼吸系统、泌尿系统、男性生殖系统、女性生殖系统、人体胚胎发育等知识。全书图文并茂,讲解详细。

为了加强本教材的实用性,我们紧扣成人教育和专科教育的特点,严格遵循“三基”(基本理论、基本知识、基本技能)和“五性”(思想性、科学性、先进性、启发性、适应性)的编写指导原则。突出基本理论和技能指导的重点,并努力反映学科前沿动向。选材的深度与广度切合读者对象的理解和认知水平。

由于编者的水平、能力有限加之时间仓促,书中错误和疏漏之处难免,敬请各位广大师生多多批评和给予建议。在此一并表示谢意。

编 者

2007年5月

目 录

绪 论	(1)
一、组织学与胚胎学研究内容及其意义	(1)
二、组织学和胚胎学研究技术	(1)
三、学习组织学和胚胎学应注意的问题	(4)
第一章 细 胞	(5)
一、细胞的概况	(5)
二、细胞的结构	(5)
三、细胞增殖	(14)
四、细胞的运动性	(16)
第二章 上皮组织	(17)
一、被覆上皮	(17)
二、腺上皮和腺	(20)
三、特殊上皮	(21)
四、上皮特殊结构及其功能	(21)
五、上皮组织再生	(24)
第三章 结缔组织	(25)
一、疏松结缔组织	(25)
二、脂肪组织	(29)
三、网状组织	(30)
四、致密结缔组织	(30)
五、软骨组织与软骨	(30)
六、骨组织与骨	(32)
七、血 液	(33)
第四章 肌 组 织	(41)
一、骨骼肌	(41)
二、心 肌	(43)
三、平滑肌	(44)

第五章 神经组织	(45)
一、神经胶质细胞	(45)
二、神经元及其形成的结构	(46)
三、神 经	(49)
四、神经末梢及其形成的结构	(50)
五、突 触	(51)
六、神经元分类	(53)
第六章 循环系统	(54)
一、血 管	(54)
二、循环系统各段管道的结构特点	(55)
三、心 脏	(58)
四、淋巴管系统	(59)
第七章 免疫系统	(60)
一、免疫细胞	(60)
二、淋巴组织	(61)
三、淋巴器官	(62)
四、脾	(65)
五、扁桃体	(66)
第八章 内分泌系统	(67)
一、甲状腺	(67)
二、甲状旁腺	(69)
三、肾上腺	(69)
四、垂 体	(71)
五、弥散神经内分泌系统	(74)
第九章 感觉器官	(75)
一、概 述	(75)
二、皮 肤	(75)
三、皮肤的附属结构	(78)
第十章 消化系统	(80)
一、消化管一般结构	(80)
二、口腔黏膜结构的特点	(81)
三、食 管	(81)
四、胃	(81)

五、小肠的结构特点	(83)
六、大 肠	(85)
七、胃肠的内分泌细胞	(86)
八、消化管淋巴组织及其免疫功能	(87)
九、消 化 腺	(88)
第十一章 呼吸系统	(95)
一、呼吸道的一般结构	(95)
二、鼻 腔	(96)
三、气管与支气管的结构特点	(96)
四、肺	(97)
第十二章 泌尿系统	(101)
一、肾	(101)
二、排尿管道	(107)
第十三章 男性生殖系统	(108)
一、睾 丸	(108)
二、排精管道	(111)
三、附 属 腺	(112)
第十四章 女性生殖系统	(114)
一、卵 巢	(114)
二、生殖管道	(118)
三、乳 腺	(120)
第十五章 人体胚胎发育	(121)
一、生殖细胞的发育	(121)
二、受 精	(123)
三、人胚早期发育	(125)
四、胎儿期外形特征(第9~38周)及胎龄的推算	(133)
五、胚胎发育与母体关系	(133)
六、双胎、多胎和联胎	(139)
七、先天性畸形与优生	(141)

绪 论

一、组织学与胚胎学研究内容及其意义

组织学是研究正常人体微细结构及其功能关系的学科。胚胎学是研究人体发生发育规律、生长分化机制,以及造成先天性畸形原因和预防措施的学科。这两门课程均属医学基础学科的形态学范畴。由于组织学与胚胎学相互关联极为密切,在我国医学教育中,习惯将它们列成一门医学基础课程。

组织学与胚胎学是医学中重要的基础课程,它与其他医学基础课程和临床课程有着密切的联系,医学院校的学生要通过学习组织学与胚胎学,系统掌握人体的微细结构和发生规律,对进一步学好其他医学课程,为开展防病治疗的临床实践都具有重要意义。

二、组织学和胚胎学研究技术

(一) 普通光学显微镜技术

随着科学技术的发展,研究组织学和胚胎学的技术也不断更新,涉及的方面很多,现对几种主要技术作简要介绍。

应用普通光学显微镜观察研究人体微细结构是组织学与胚胎学最常用的技术。可最大限度地观察物体放大 1000~1500 倍,分辨率达 $0.2\mu\text{m}$ 。观察前须将研究的组织器官经一系列的人工特殊处理即标本制作,通常标本制作可分为切片法和非切片法两种。这里只讲切片法。

切片法的标本制作过程包括取材、固定、脱水、包埋、切片、脱蜡和染色等几个主要步骤。

(1) 取材:从机体取下所需新鲜组织器官的过程称取材,厚度不超过 0.5cm 为宜。

(2) 固定:取材后的组织器官为防止蛋白质分解、自溶,并保持细胞生活时的形态结构,需经固定剂固定。常用的固定剂有甲醛、乙醇、丙酮等。

(3) 脱水:通常组织器官经固定后还需经各级不同浓度的乙醇,逐渐将其水分脱除,此过程称脱水。

(4) 包埋:为增加组织器官的硬度而便于切制成薄片,常用石蜡对其进行包埋。

(5) 切片:采用组织切片机切制成厚度为 $5\sim7\mu\text{m}$ 的薄片,贴在载玻片上,通常称其为组织切片标本。

(6) 脱蜡:组织切片标本经二甲苯脱去其中的石蜡成分,便于染色时染料的着色。

(7) 染色:染色的目的是让组织细胞的不同成分结构形成色差(反差),增加对比度以便于在光镜下观察。组织切片染色是基于化学结合或物理吸附的作用原理。常用的酸性染色剂有伊红、坚牢绿、橙黄 G 等,碱性染色剂有苏木精、亚甲蓝、碱性品红等。凡组织细胞内的某一成分或结构对酸性染色剂亲和力较强的现象称嗜酸性,对碱性染色剂亲和力较强的现象称嗜碱性,而对酸性染色剂和碱性染色剂亲和力均较弱的现象称中性。组织学与胚胎学最常用

的染色方法是采用苏木精和伊红染色剂组合的染色方法，简称 HE 染色或普通染色。通常组织切片经 HE 染色后，细胞核被苏木精着色呈紫蓝色，细胞质被伊红着色呈粉红色。

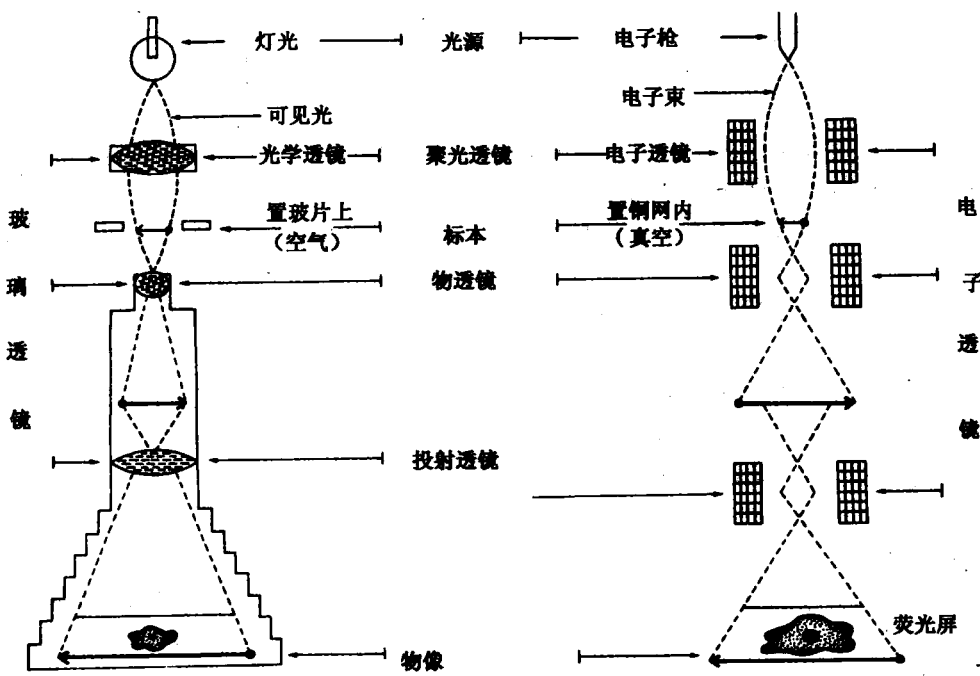
(8) 封片：染色后的组织切片标本需经明胶或树脂等封固，此过程称封片，封片后的组织切片标本即可在镜下观察。

某些特殊染色时，一些重金属盐可附着在组织细胞结构表面，在银染色方法中直接使硝酸银还原而显色的现象称亲银性；若需添加还原剂才能显色的现象称嗜银性。组织细胞中的糖胺多糖类物质用甲苯胺蓝等碱性染色剂染色后呈紫红色的现象称异染性。

除石蜡切片外，还有①冰冻切片：即把组织块置于低温下迅速冻结后，直接切片，这种方法程序简单，快速，常用于酶的研究和快速病理诊断；②涂片：把液体标本（如血液、骨髓、腹水）直接涂于玻片上；③铺片：把柔软组织（如疏松结缔组织）撕成薄膜铺在玻片上；④磨片：把硬组织（如骨、牙）磨成薄片贴于玻片上。以上各种制片，经染色后可在镜下观察。

(二) 电子显微镜技术

电子显微镜与光镜的成像原理不同，它是以电子束（电子枪）代替光源，电磁透镜代替聚光镜、物镜和目镜。由于电子束在不同电压下产生不同的短波长，所以电镜的分辨率最高可达 0.1~0.2nm，可将观察物体放大近百万倍（图绪 1）。电镜的用途很多，与其相应的常用技术包括以下几种。



图绪 1 光镜与电镜结构示意图

1. 透射电镜 用于观察细胞内部超微结构。由于电子易散射或被物体吸收，所以进行透射电镜观察时，必须制备比光镜切片更薄的超薄切片（常为 50~100nm）。超薄切片的制备过程与光镜切片相似，也要经过固定、包埋（环氧树脂）、切片（超薄切片机）和染色（重金属盐）等几个步骤。染色的目的也是增加细胞结构的对比度，以利于观察。细胞被重

金属盐所染色部分,在荧光屏上图像显示较暗,称电子密度高,反之,则为电子密度低。

2. 扫描电镜 主要用于观察组织、细胞和器官表面和立体结构。扫描电镜标本不需要制成薄片。标本经固定、脱水、干燥和喷镀金属后即可观察,故其分辨率比透射电镜低。一般为5~7nm。

(三) 组织化学和细胞化学技术

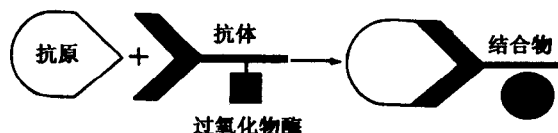
组织化学和细胞化学技术是通过化学或物理反应原理显示组织切片或细胞内某种化学成分,如蛋白质、糖类、脂类、酶、核酸等。通过生成的有色产物进行定位、定量及其与功能相关的研究。常见的技术方法有:

1. 过碘酸 Schiff 反应 根据其反应探讨有关的机能活动是显示组织内的多糖和黏多糖成分的一种染色方法。其基本原理是过碘酸的氧化作用先使糖分子的乙二醇基变为乙二醛基,后者与 Schiff 试剂(无色亚硫酸品红复合物)结合,形成紫红色反应产物。其颜色的深浅取决于组织内多糖的乙二醇分子的数量。

2. 孚尔根反应 是利用 Schiff 试剂显示细胞核内脱氧核酸(DNA)的一种经典方法。基本原理是组织经盐酸水解后,打开 DNA 分子中脱氧核糖和嘌呤碱之间的连接键,使其释放出脱氧核糖中的醛基,醛基与 Schiff 试剂结合在核内呈现红色的沉淀物。

3. 荧光组织化学 它的基本原理是用荧光色素染色标本后,以荧光显微镜观察。荧光显微镜以短光波紫外线作光源,紫外线可激发标本内的荧光物质,使其呈现荧光图像,借以了解细胞组织中的不同化学成分分布。如用荧光色素吖啶橙染色后,细胞核中的 DNA 呈黄至黄绿色荧光,细胞质及核仁中的 RNA 呈橘黄至橘红色荧光,对比明显,极易鉴别。

4. 免疫组织化学 是近年发展起来的新技术。它的基本原理是利用抗原与抗体特异性结合的特点,检测细胞中某种肽类及蛋白质等大分子物质的分布。如若检测神经细胞内是否含有脑啡肽(属肽类神经递质),则可用已知的脑啡肽标记抗体处理



图绪2 免疫组织化学反应示意图

组织、切片,使标记抗体同神经细胞内的脑啡肽(属抗原)发生特异结合,并产生沉淀物,然后染色,镜下观察,从而可知该神经细胞内含有这种肽类物质(图绪2)。

(四) 其他技术

1. 冷冻蚀刻技术 可将膜类脂双层结构从中央疏水层劈开,从劈面上观察蛋白质分子在膜上的分布及其变化规律,是研究细胞膜相结构及其功能联系的重要手段。

2. 放射自显影技术 又称同位素示踪技术,将放射性同位素标志物注入动物体内,追踪体内特殊物质代谢变化定位的技术。

3. 显微分光光度计 是在不同的波长下测定细胞内化学物质的光吸收,以进行样品定量分析的重要仪器。

4. 流式细胞术 又称流式显微荧光光度计,能在细胞、亚细胞甚至分子水平进行高速定量检测多种信息参数。

5. 细胞形态计量术 可对细胞、组织内各组分的数量、表面积、体积等进行绝对或相对值的计量研究。

6. 组织培养技术 是将活细胞、活组织在无菌条件下,在人工模拟生理环境中培养,观察细胞形态和功能变化,并给予不同实验条件以观察其影响。

三、学习组织学和胚胎学应注意的问题

方法是一种行为方式，也是用来达到目的的手段。学习医学或研究医学是一种探索未知的认识活动，作为一名集自然科学和社会科学于一体的医学院校学生，首先应掌握良好的学习方法。

组织学与胚胎学属医学形态学科，在学习中学生应特别注意以下几个方面：

1. 形态与功能的关系 因形态结构决定生理功能，所以特定的形态结构总是与特定的生理功能有着密切的关系，在学习时要主动联系、反复思考、融会贯通。如神经细胞具有长短不一、粗细不等、形态各异的突起这一结构特点，往往与其具有接受刺激、传导冲动的功能相关联；巨噬细胞以不规则外形和胞质内大量溶酶体的结构特点，常与其具有趋化性、游走性及吞噬溶解异物的功能相关联；内分泌细胞（腺）产生的分泌物（激素）无需导管的运输，直接进入血液循环，是内分泌腺与外分泌腺的重要区别标志，因此内分泌腺器官中分布有丰富的毛细血管也就自然成章。

2. 动态与静态的关系 组织学与胚胎学所观察的切片标本是有机体生命活动过程中某一瞬间的静态图像，而实际生活状态下组织细胞则处于动态变化之中，胚胎学中从受精卵开始到足月胎儿娩出，胚胎所发生的一系列连续动态变化尤为明显。因此，学习时要将看到的静态图像与实际动态变化相结合，有利于更好地正确理解并掌握组织结构中时间、空间与功能的关系。

3. 平面与立体的关系 通常显微镜下所见组织切片标本中的图像都是组织细胞二维平面结构。某一物体从不同的视角观察，可得到不同的图形（球形除外），由于标本制作时切片的方向、角度的随机性，故切片标本中的组织细胞可因切面部位、方向、角度的不同而呈现不同的图像。肝小叶的立体结构为六角棱柱状，以其长轴纵切则呈长柱状，若以其长轴横切则成六角形；某一组织因切面部位不同，造成显微镜下有的细胞有细胞核，有的则没有细胞核。因此，观察切片标本时要将所见二维平面结构与实际三维立体结构相联系，逐步建立动态、虚拟的立体思维方式或概念，有利于实习内容与理论内容相吻合。

4. 理论与实践的关系 组织学与胚胎学是以描述为主的形态学科，单一靠理论内容的阅读，甚至背记，学习效果往往不佳。相反，在理论课内容的基础上，学生通过实习课自己动手观察、分析、比较切片标本，可有效加强理论内容的理解和记忆。故实习课是提高学生动手能力和培养发现问题、分析问题和解决问题能力的重要环节，学生学习时应充分重视实习课的重要性。希望学生在组织学与胚胎学学习中努力做到，勤奋刻苦、善于思考，最终达到理论实践全面收获的教学效果。

第一章 细 胞

一、细胞的概况

细胞是人体的形态结构、生理功能和生长发育的基本单位。一切有机体无不由细胞构成，只有病毒是非细胞形态的生命体。单细胞有机体仅由一个细胞构成。多细胞生物根据其复杂程度由数百乃至万亿计的细胞构成。在人体内，一些形态和功能相似的细胞有机地结合在一起构成了组织。由几种组织再组成器官和系统，由各个系统有机结合，进而形成人体。人体的代谢过程和生理功能的体现，都是在整个机体协调统一下以细胞为结构单位进行的。一切疾病的发病机制也是以细胞病变研究为基础。因此离开了对细胞结构和功能的认识，要想阐明人类疾病的发生发展规律将是不可能的。所以学好细胞的基本知识是非常必要的。

人体细胞的多样性是逐渐发育分化而形成的。在胚胎发育时期它们均来自单一的受精卵，以后随着胚体发育，细胞的增多，适应各种机能的需要才出现许许多多不同形态、执行不同机能的细胞，这种现象称为细胞分化。

人体细胞功能不同，大小不一，形态各异。大多数细胞其直径只有几个微米，肉眼不可见，最大的人卵细胞直径可达 $100 \sim 140 \mu\text{m}$ ，肉眼勉强可见。细胞的形态与其执行的生理功能和所处的部位密切相关。例如：接受刺激、传导冲动的神经细胞具有很多长突起；流动的血细胞呈球形；紧密排列的上皮细胞呈方形、柱形、扁平形和多边形。凡此种种无不证明了人体细胞形态与机能的辩证统一。

人体细胞尽管千差万别，但仍有共同的基本结构。在光镜下，均可分为细胞膜，细胞质和细胞核三部分（图 1-1）。

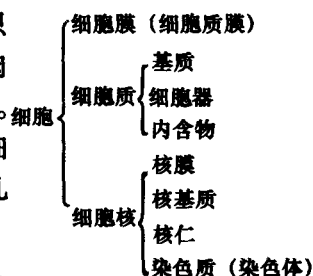


图 1-1 细胞光镜结构

二、细胞的结构

(一) 细胞膜

细胞膜即质膜，是指围绕在细胞最外面，由脂质和蛋白质组成的生物膜，细胞膜结构不仅存在于细胞表面，而且也出现在细胞内部。因此，将细胞外表面的膜称为细胞外膜或细胞质膜，细胞内各种膜相结构的膜称为内膜或内膜系统，细胞外膜和细胞内膜统称为生物膜。

细胞膜不仅是细胞结构上的边界，使细胞具有一个相对稳定的内环境，同时在细胞和环境之间进行物质、能量的交换及信息在传递过程中也起着决定性的作用。不同部位的生物膜，在结构和功能上虽有各自的特点，但它们的基本结构是一致的。如果把生物膜放在高倍透射电镜下观察，所有生物膜均呈两暗夹一明的三层结构，暗层表示电子致密层（电子密度高），明层表示电子透明层（电子密度低）。凡具有这三层结构图像的膜，称为单位膜（图 1-2）。

生物膜主要由类脂、蛋白质和糖类组成，此外还含有水和无机盐离子，其中类脂和蛋白质是主要成分。生物膜的分子结构是指膜中各种化学成分的排列和组合形式。目前比较公认

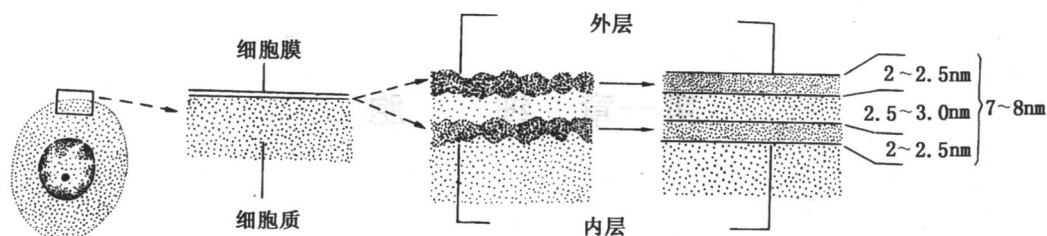


图 1-2 单位膜

的是液态镶嵌模型,这一模型的基本内容是:膜的分子结构以液态的类脂双分子层为基架,蛋白分子以不同的方式镶嵌在脂双层分子中或结合在表面,蛋白分布的不对称性及类脂分子的协同作用赋予生物型具有各自的特性和功能,这一模型也可称为类脂-球状蛋白质镶嵌模型(图 1-3)。

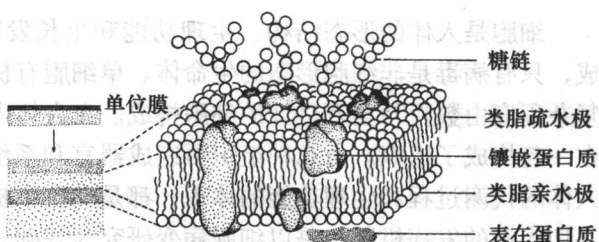


图 1-3 生物膜分子结构图

1. 脂质双分子层 膜的脂质有三类,磷脂类占脂质总量的 70% 以上。其次是胆固醇,含量低于 30%,此外,还有少量的鞘脂。脂质是以双分子层的形式包被在细胞表面。所有的膜脂质都是一些双嗜性分子,即具有极性头部和非极性尾部相对,极性头部亲水性朝向膜的外表面,非极性尾部在膜的内部两两相对。脂质分子的这种定向而整齐的排列,是由脂质分子本身的理化特性所决定的。不同细胞或同一细胞内不同部位的膜结构中,脂质成分的含量各有不同。而且,双分子层内外两层所含的脂质成分也不尽相同,如靠外侧一层主要含磷脂酰胆碱和含胆碱的鞘脂,而胞浆侧的一层则有较多的磷脂酰乙醇胺和磷脂酰丝氨酸,少量的磷脂酰肌醇几乎全部分布在膜的胞质侧,它在细胞信号转导中起重要作用;胆固醇含量在两层脂质中无大差别,胆固醇的量与磷脂有一定比例,可通过测定胆固醇/磷脂的比值来鉴定膜是否有病变。

细胞膜是一种动态的结构,各种膜分子可以运动,从而导致细胞膜的流动。脂质双分子层在热力学上的稳定性及其流动性,使细胞可以承受相当大的张力,在外形改变时不致破裂;而且即使膜结构有时发生一些较小的断裂,也可以自动融合而修复,仍保持连续的双分子层形式的完整性。水和溶质不能自由跨过,因此脂质双分子层既是细胞膜的基架,也是物质跨过细胞膜的主要屏障。

2. 细胞膜蛋白质 膜结构中的蛋白质分子以 α -螺旋或球形结构镶嵌在膜的脂质双分子层中,根据在膜上存在的形式可分为表面蛋白和整合蛋白两种形式。表面蛋白以其肽链中带电的氨基酸或基团与膜两侧的脂质极性基团相互吸引,使蛋白分子附着在膜的表面其结合力弱;整合蛋白的肽链一次或多次反复贯穿整个脂质双分子层,两端露出在膜的两侧。

生物膜具有的种种功能在很大程度上同上述的镶嵌蛋白质的功能密切相关。细胞膜蛋白质大致有以下功能:①参与物质的跨膜转运,如转运蛋白、载体蛋白、通道蛋白、离子泵等。②参与信息传递,如分布在膜外表面的受体蛋白,能将环境中的特异性化学物质或信号传递到细胞内,引起细胞功能的相应改变。③与能量转化有关,如 ATP 酶能分解 ATP 而提供生理活动所需的能量;而膜内侧存在的腺苷酸环化酶,既起信号传递的作用,又与能量转化有关。

3. 细胞膜的糖类 细胞膜含有少量的糖类,主要是一些寡糖和多糖链。它们都以共价

键形式和膜的脂质或蛋白质结合,形成糖脂和糖蛋白,其糖链大多数裸露在胞膜的外侧。由于这些糖链中单糖排列顺序的不同使所在的细胞或使所结合的蛋白质具有特异性,可作为所在细胞或所结合的蛋白质的特异性“标志”。如有的作为抗原决定簇,表示某种免疫信息;有的作为膜受体的“可识别”部分,能特异性地与某种递质激素或其他化学信号分子相结合。在人红细胞 ABO 血型系统中,红细胞的不同抗原特性就是由结合在脂质的鞘氨醇分子上的寡糖链所决定的。

(二) 细胞质

由基质、细胞器和内含物组成。

1. 基质 在真核细胞细胞质中,除去可分辨的细胞器以外的胶状物质称为基质。细胞质基质是细胞的重要的结构成分,其体积约占细胞的一半。细胞与环境细胞质与细胞核,以及细胞器之间的物质运输、能量交换、信息传递等都要通过细胞质基质来完成,很多重要的中间代谢反应也发生在细胞质基质中。

2. 细胞器 细胞器是指悬浮于细胞基质内具有特定形态结构、执行一定生理功能的结构。光镜下只能看到线粒体、高尔基复合体及中心体等三种细胞器。但在电镜下除看到上述细胞器外,还可看到溶酶体、内质网、微体、核糖体以及细胞骨架(微丝、微管和中间丝)等细胞器。各种细胞器在机体统一协调下完成各自的功能。下面简述细胞核以外的各种细胞器的结构和功能。

(1) 核糖体——细胞内合成蛋白质的基地:核糖体是核糖核蛋白体的简称,又称核蛋白体,直径约 15~25nm,主要由核糖核酸(RNA)和几十种蛋白质组成。核糖体以两种形式存在,一种游离于细胞质基质内称游离核糖体;另一种附着于内质网和核外膜上称附着核糖体。二种核糖体均是细胞内合成蛋白质的基地,但合成的蛋白质功能各不相同。游离核糖体主要合成细胞的“内销性”结构蛋白质,供细胞本身的代谢、生长和增殖使用。所以在一些分化程度低和生长增殖旺盛的细胞以及肿瘤细胞中游离核糖体含量比较丰富,分布也比较均匀。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。因此,一些具有分泌功能的细胞,如分泌抗体的浆细胞、分泌消化酶的腺细胞等,附着核糖体含量比较丰富。

核糖体合成蛋白质不是单个独立地进行,而是几个、甚至几千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为多聚核糖体。是核糖体合成蛋白质的结构单位(图 1-4)。

(2) 内质网:由一层单位膜围成的一些形状大小不同的小管、小泡和扁囊样结构,它们互相连通,形成连续的网状结构。有滑面与粗面内质网两种:粗面内质网的主要功能是为负责蛋白质合成的核糖体提供支架,同时也进行新合成蛋白质的粗加工和蛋白质的转运。滑面内质网常由分支的管道形成较为复杂的立体结构,膜表面没有核糖体附着,是一种多功能结构,脂类的合成是滑面内质网最明显的功能,它合成构成细胞所需要的包括磷脂和胆固醇在内的几乎全部的膜脂,在一些特化的细胞中含量比较丰富。如在一些脂质代谢细胞中,它是脂质合成的场所;肌细胞的滑面内质网又称肌质网,是贮存 Ca^{2+} 的场所,可通过释放和回收 Ca^{2+} 来调节肌肉的收缩、舒张。

两种内质网在不同的细胞中含量不一致。有的粗面内质网多,如浆细胞;有的滑面内质

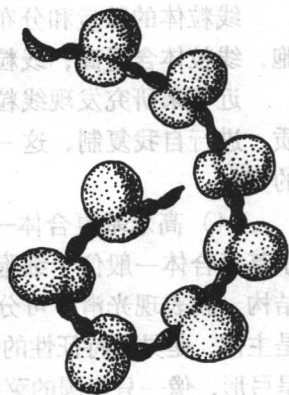


图 1-4 多核糖体

网多,如平滑肌细胞;有的两者兼有,如肝细胞。

由于内质网的存在,大大增加了细胞内膜的表面积,为多种酶特别是多酶体系提供了大面积的结构位点。同时内质网完成的完整封闭体素,将内质网上合成的物质与细胞质基质中合成的物质分隔开来,更有利于它们的加工和运输。有利于各种生物化学反应的进行(图1-5)。

(3) 线粒体——细胞的供能站:是真核细胞内一种重要和独特的细胞器,是人体内主要的产能细胞器,能够高效地将有机物转换为细胞生命活动的直接能源 ATP 的细胞器。除成熟红细胞外,普遍存在于各种细胞中。光镜下,线粒体呈线状或颗粒状,故称线粒体。电镜观察线粒体呈长椭圆形,由内外两层单位膜构成。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,这是线粒体的标志性结构。内、外膜之间的间隙称外腔(膜间隙),内膜内侧的间隙称内腔,内、外腔均充满基质(图1-6)。

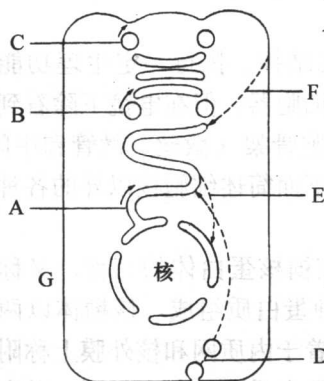


图1-5 生物膜的相互关系示意图

A~F 彼此沟通形成的内膜系统

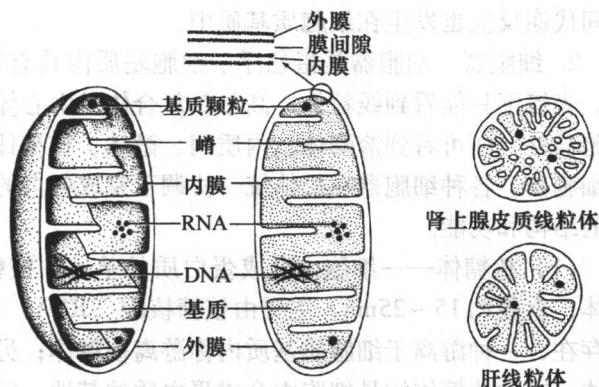


图1-6 线粒体结构

线粒体的主要功能是进行氧化磷酸化,合成 ATP,为细胞生命活动提供直接能量。线粒体是糖类脂肪和氨基酸最终氧化释能的场所。据测定,细胞能量的 95% 来自线粒体,故线粒体有细胞供能站之称。

线粒体的数量和分布与细胞的种类和机能有关。一般来说,代谢旺盛的、耗能多的细胞,线粒体含量高,线粒体嵴密集而发达。

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,这一事实为进一步探索线粒体的起源与细胞进化理论提供了极其有价值的资料。

(4) 高尔基复合体——细胞的加工厂:光镜下高尔基复合体呈网状故又名内网器。高尔基复合体一般位于细胞核的一侧,中心体附近。电镜下由一层单位膜围成扁平的泡状复合结构,膜表现光滑,可分为三部分,即扁平囊泡、小泡和大泡,故称复合体。其中扁平囊泡是主体,是具有特征性的部分,常以 5~10 个相互连通的扁平囊泡平行排列而成,向一侧弯曲呈弓形,像一只扁圆的菜盘。凹面向细胞表面称为成熟面,凸面向细胞核称生成面,小泡位于扁平囊泡的生成面及两端,它来自粗面内质网,数量较多。大泡位于扁平囊泡的成熟面,由扁平囊芽生而来,数量较少(图1-7)。

高尔基体的主要功能是将内质网合成的多种蛋白质进行加工、分类与包装,然后分门别类地运送到细胞特定的部位或分泌到细胞外。内质网上合成的脂质一部分也要通过高尔基体

向细胞膜和溶酶体膜等部位运输，因此可以说，高尔基体是细胞内大分子运输的一个重要交通枢纽。

用电镜放射自显影技术研究证明，高尔基复合体与细胞的分泌功能和溶酶体的形成有密切关系。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，泡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

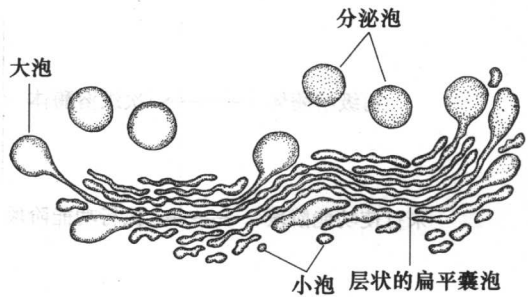


图 1-7 高尔基复合体

小泡，并入扁平囊，蛋白质在其中经过浓缩、加工及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（有一部分属溶酶体，见后）。含有分泌颗粒的大泡与扁平囊泡分离形成分泌泡，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质释放到细胞外。从高尔基复合体形成分泌物的过程，充分说明高尔基复合体的三部分结构并不是固定不变的，而是小泡不断并入，大泡不断离去，使高尔基复合体处于新陈代谢的动态变化中。

(5) 溶酶体——细胞内具有消化功能消化器：溶酶体是一种异质性细胞器，这是指不同的溶酶体的形态大小，甚至其中所包含的水解酶的种类都可能有很大的不同。一般认为其由高尔基复合体“芽生”生成，溶酶体内所含水解酶绝大多数是糖蛋白，这些糖蛋白在粗面内质网中合成，经高尔基复合体加工修饰。

溶酶体内含 60 多种酸性水解酶，溶酶体的基本功能是对生物大分子的强烈的消化作用，这对于维持细胞的正常代谢活动及防御微生物的浸染都有重要的意义。溶酶体可分为三种：初级溶酶体、次级溶酶体及残余体（或终末溶酶体）（图 1-8，图 1-9）。

1) 初级溶酶体：是刚从高尔基复合体及面扁平囊芽生而来的新生溶酶体，其内没有被消化的底物。是未执行消化活动的溶酶体。

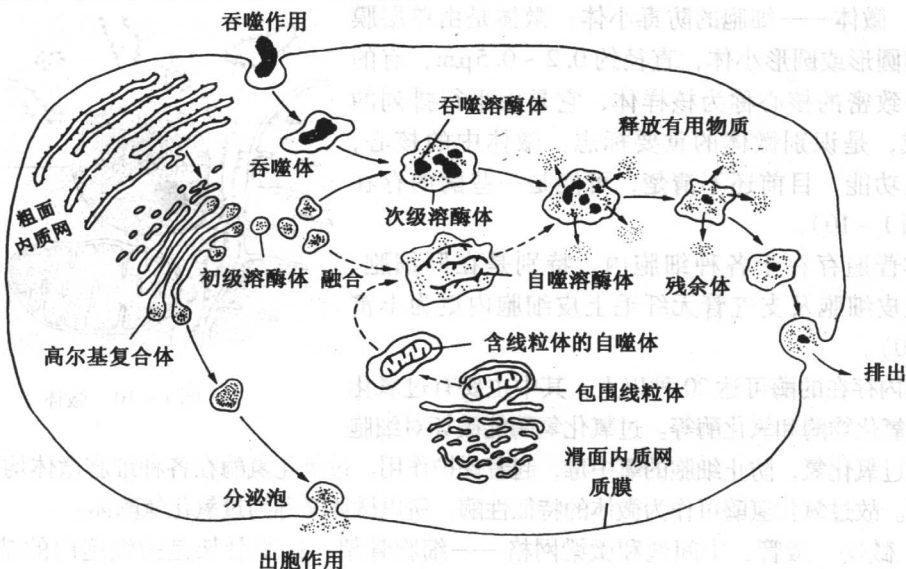


图 1-8 溶酶体

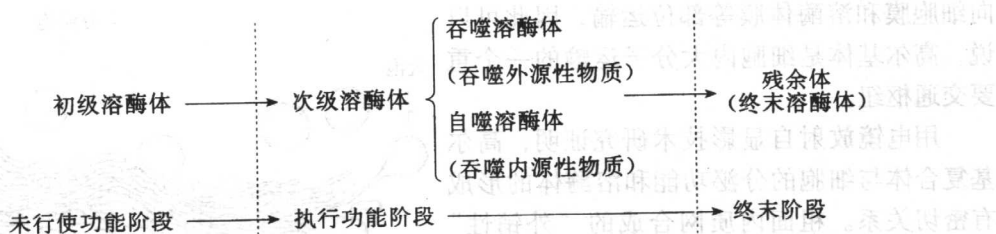


图 1-9 溶酶体类型及其相互关系

2) 次级溶酶体：由初级溶酶体和各种含有消化底物的泡状结构融合成次级溶酶体。次级溶酶体根据其融合物质来源的不同而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，可在酸性溶液内分解蛋白质、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，供给细胞本身的需要。

3) 残余体又称终末溶酶体：次级溶酶体对被消化的底物进行消化分解后，常常剩余一些不能消化的残物，这时的溶酶体称为残余体。残余体可以排出细胞外也可积累在细胞内，如脂褐素颗粒（图 1-8）。

溶酶体有极强的消化分解物质的能力，如同人体的消化器官，故称之为细胞内消化器。溶酶体在消化各种物质的同时还起着清除有害异物、保护细胞的作用，它可以识别并吞噬入侵的病毒或细菌，在溶酶体的作用下将其杀死或进一步降解。因此常把它比喻为细胞的“清除器”。溶酶体的清除作用，并不是单纯的“大扫除”，而是在清除废物的同时把有用的物质留下并加以利用，这正是细胞功能的奥妙之处。

正常情况下溶酶体的消化作用，对细胞本身并不损害。但是在某些情况下，如机体缺氧、中毒、创伤等，溶酶体膜常常破裂，水解酶流散到细胞质内，致使整个细胞被消化，这就是所谓的生理性自溶，因此又把它称为“自杀小体”。近年来对溶酶体的研究，还发现溶酶体与许多疾病有关。例如，肿瘤、类风湿病、休克、发热、肝炎和矽肺等的发生均与溶酶体有密切关系。

(6) 微体——细胞的防毒小体：微体是由单层膜围成的卵圆形或圆形小体，直径约 $0.2 \sim 0.5 \mu\text{m}$ ，有的微体有一致密的核心称为核样体，它是由平行排列的小管组成，是识别微体的重要标志，微体中的核心，具有什么功能，目前还不清楚，可能是一些酶的存在场所（图 1-10）。

微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（图 1-10）。

微体内存在的酶可达 20 种以上。其中主要有过氧化氢酶、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，防止细胞的氧中毒，起着保护作用。过氧化氢酶在各种细胞微体均存在而且含量较高。故过氧化氢酶可作为微体的特征性酶，所以微体又称为过氧化氢酶体。

(7) 微丝、微管、中间丝和微梁网格——细胞骨架：细胞骨架是指细胞内的结构网架，由一些细丝成分组成，包括微丝、微管、中间丝和微梁网格。

1) 微丝：是一种实心的丝状结构，直径约 $5 \sim 6 \text{nm}$ ，其主要化学成分为肌动蛋白。所以

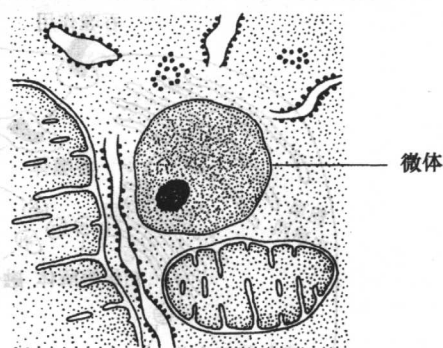


图 1-10 微体