

全国高等院校数字化课程规划教材



供临床医学、护理及相关专业使用

# 组织学与胚胎学

( 第三版 )

曾园山 ⊙主审

秦丽娜 郭家松 ⊙主编



科学出版社

全国高等院校数字化课程规划教材

供临床医学、护理及相关专业使用

# 组织学与胚胎学

(第三版)

主 审 曾园山  
主 编 秦丽娜 郭家松  
副主编 叶茂盛 姚前尹 王海鑫 高洪泉  
编 者 (按姓氏汉语拼音排序)  
高洪泉 (厦门医学院)  
郭家松 (南方医科大学基础医学院)  
胡兴光 (廊坊卫生职业学院)  
华新宇 (漯河医学高等专科学校)  
况 勇 (重庆医药高等专科学校)  
刘正华 (长沙卫生职业学院)  
秦丽娜 (中山大学中山医学院)  
王海鑫 (南阳医学高等专科学校)  
吴 宝 (内蒙古赤峰学院)  
夏 波 (肇庆医学高等专科学校)  
谢 丽 (长沙卫生职业学院)  
谢勇江 (遵义医药高等专科学校)  
姚前尹 (嘉应学院医学院)  
叶茂盛 (肇庆医学高等专科学校)

科 学 出 版 社

北 京

· 版权所有 侵权必究 ·

举报电话: 010-64030229; 010-64034315; 13501151303 (打假办)

## 内 容 简 介

本书是根据目前国内医学高等专科学校教学要求,参考国内外相关教科书内容,由多年参与医学高等专科学校教学工作的教师编写而成。全书共17章,内容精炼,重点突出。每章节的编写内容要求以形态结构为主,结合生理功能,同时加强与临床医学的联系。每章都有自测题和中英文对照的主要名词,便于学生自学和复习这门必修课程。插入框内容旨在启发学生思考,扩展其知识范围。

本书可供临床医学、护理及相关专业使用。

### 图书在版编目(CIP)数据

组织学与胚胎学 / 秦丽娜, 郭家松主编. —3版. —北京: 科学出版社, 2018.6

全国高等院校数字化课程规划教材

ISBN 978-7-03-057677-4

I. 组… II. ①秦… ②郭… III. ①人体组织学—高等院校—教材  
②人体胚胎学—高等院校—教材 IV. R32

中国版本图书馆CIP数据核字(2018)第122830号

责任编辑: 张映桥 / 责任校对: 张凤琴

责任印制: 赵 博 / 封面设计: 金舵手世纪

版权所有, 违者必究。未经本社许可, 数字图书馆不得使用

科学出版社 出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

北京汇瑞嘉合文化发展有限公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

\*

2004年7月第 一 版 开本: 787×1092 1/16

2018年6月第 三 版 印张: 12 1/2

2018年6月第二十六次印刷 字数: 296 000

定价: 49.80 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

# 前 言

随着医学教育的迅猛发展，尤其是我国医学高等专科学校教育发展需求的不断扩大，逐渐强调在传授知识的同时更需注重培养学生的素质和能力，而以往教材的编写方法均为传统的、古典的，没有有效利用现代科技手段和方法呈现知识点。为适应这一潮流和发展趋势，主编在原有《组织学与胚胎学》第2版教材的基础上修订本书，运用数字化资源为载体，建立配套数字化资源教学，有效地改变单纯文字及平面图片呆板、陈旧的传统教育模式。具体实施中做到了内容丰富、文字简练，突出重点，相关知识点采用视频、动画、3D立体图片及传统平面图片相结合的方式描述，创造生动、新颖、活泼、快乐的知识传授模式，解决了医学基础理论知识的晦涩难懂等教学问题，使本书更具可读性、可操作性。相信本书的出版会为培养和激发学生探究医学基础知识的兴趣，全面推动学生自主学习能力的培养提供有力的支持。

本书是由中山大学中山医学院等11所医药院校多年参与医学高等专科学校教学一线的教师通力合作编写而成。书中大部分的插图引自于曾园山和常青主编的《组织学与胚胎学》第2版以及高英茂主编的双语版第2版《组织学与胚胎学》，对于他们为本书做出的贡献表示由衷的感谢！本书错漏之处尚祈广大读者给予批评指正，以资完备。

秦丽娜

2018年2月于广州中山大学中山医学院

# 目 录

## CONTENTS

第一章	绪论 / 1
第二章	细胞 / 6
第三章	上皮组织 / 17
第四章	结缔组织 / 25
第五章	肌组织 / 45
第六章	神经组织 / 53
第七章	循环系统 / 66

第八章	皮肤 / 76
第九章	免疫系统 / 83
第十章	内分泌系统 / 95
第十一章	消化系统 / 107
第十二章	呼吸系统 / 124
第十三章	泌尿系统 / 132
第十四章	男性生殖系统 / 141
第十五章	女性生殖系统 / 149
第十六章	眼和耳 / 162
第十七章	人体胚胎学 / 171
参考文献	/ 191



# 第一章 绪 论

## 一 组织学与胚胎学的研究内容

组织学 (histology) 和胚胎学 (embryology) 是两门科学, 我国医学教育习惯将两者列为一门课程。组织学是研究人体微细结构及其相关功能的科学, 其研究内容包括细胞、基本组织和器官系统三部分。胚胎学是研究人体发生发育规律的科学, 其研究范围主要涉及生殖细胞形成、受精、胚胎发育、胚胎与母体的关系和先天性畸形等。人体微细结构及其相关功能是在发生发育过程中逐渐形成和完善的, 只有掌握人体发生发育的规律, 才能深刻理解其微细结构及其相关功能。因此, 组织学与胚胎学两者间有着内在的密切联系。

组织学与胚胎学是医学教育重要的基础课程, 它与其他医学基础课程如生理学和病理学等以及临床课程如内科学、外科学和妇产科学等有密切联系。作为一名医学生, 只有系统掌握人体的微细结构和发生发育规律, 才能更好地学习其他医学课程, 这对开展防病治病的临床实践和科学研究具有重要意义。

## 二 组织学与胚胎学的研究方法

现代组织学与胚胎学研究已从光镜水平深入到电镜乃至分子水平。许多新技术被用于组织学和胚胎学的研究, 如免疫细胞化学术、形态计量术、细胞分离术、蛋白质和核酸的分离提取和原位检测, 原位杂交等核酸分子杂交术、分子重组及基因工程等。从组织和细胞显微结构、超微结构和分子结构等水平上, 了解微细结构的组分与复杂功能的相互关系。现对几种常用的研究方法及技术做简要介绍。

### (一) 一般光学显微镜术

一般光学显微镜的放大倍数可达 1500 倍左右, 其分辨率最高为  $0.2\mu\text{m}$ , 可观察到组织、细胞的一般微细结构, 称光镜结构。在应用光镜技术时, 需将组织切成薄片, 并经染色或标记才能观察到组织、细胞结构。最常使用石蜡切片法制备组织切片, 其大致过程如下。

1. 固定 从人体或动物体内迅速取厚  $0.5 \sim 1.0\text{cm}$  的组织块, 放入固定液固定  $6 \sim 24$  小时。目的是使组织、细胞在尚未发生显著变化之前, 用固定液使组织、细胞内的蛋白质凝固以保持其原来的结构成分, 提高组织、细胞内微细结构的折光率以利于观察, 但其形态结构与活的组织、细胞有很大差异。常用的固定液有以下几种: ① 10% 福尔马林液 (Formalin);

②氯化汞+重铬酸钾+福尔马林(Zenker formalin); ③苦味酸+福尔马林+冰醋酸(Bouin液)。在固定过程中,可引起组织、细胞产生不同程度的皱缩。

2. 脱水 因组织内有水而不能与石蜡相混合,所以固定后的组织放在自来水中冲洗,把未与组织结合的多余固定液洗去,然后依次经浓度递增的乙醇中,逐步除去组织内的水分。由于经过乙醇的处理,可把组织细胞内的脂肪溶解,使组织切片上含脂肪成分较多的结构呈现空泡状。

3. 包埋 目的是使组织变硬易于切成薄片。其方法是把脱水后的组织块先经二甲苯透明,再经3次浸泡56℃的石蜡,使其充分渗入组织细胞内,最后把组织块包埋在石蜡中。在包埋过程中,也能使组织细胞发生皱缩。

4. 切片 把组织蜡块固定于小木块上,用切片机切成6~7μm厚的蜡片,于温水中使蜡片张开,裱贴于涂有蛋白甘油的载玻片上,在温箱中烘干。切片时,若刀刃有缺口,可在组织切片留下刀痕。裱片不平,则组织切片出现皱褶。

5. 染色 目的是使组织细胞内各微细结构染上不同颜色,以利于观察。常用苏木素(Hematoxylin)和伊红(eosin)染色,简称HE染色。苏木素为碱性染料,使细胞内的某些物质如染色质和核糖体等染上蓝色。伊红是酸性染料,可使细胞质、红细胞和胶原纤维等染上红色。

以上方法制作的组织切片一般是用普通光镜进行观察。如果是荧光染料染色的组织切片,可用荧光显微镜观察。体外培养的组织、细胞在没有染色的情况下,须用相差显微镜才能进行观察。激光扫描共聚焦显微镜一般用于观察荧光染色的组织切片,它可对组织切片进行连续精确的断层扫描,获取各层面的图像后再经电脑合成为立体(三维)的图像。

### (二) 电子显微镜术

电子显微镜(简称电镜)是以电子发射器代替光源,以电子束代替光线,以电磁透镜代替光学透镜,最终将放大的物像投射到荧光屏上进行观察。目前常用的电镜一般有透射电镜和扫描电镜。

1. 透射电镜 透射电镜的分辨率最高约0.2nm,能将物体放大几千倍、几万倍甚至100万倍,可用于观察细胞内部和细胞外基质的超微结构。在进行透射电镜观察时,需应用比光镜组织切片更薄的超薄切片(50~80nm)。超薄切片的制备也要经过取材、固定组织、环氧树脂包埋、超薄切片机切片和重金属盐染色等步骤。染色目的是增加细胞内各超微结构的反差,以便于观察。细胞被重金属盐深度染色的结构在荧屏上显示深黑色的图像,称电子密度高的结构;反之,则为电子密度低的结构。

2. 扫描电镜 是将电子束在组织细胞表面进行扫描,故不需对组织细胞进行超薄切片。这些组织细胞经固定、脱水、干燥和喷镀金属后即可在扫描电镜下观察,故其分辨率较透射电镜低。扫描电镜主要用于观察细胞、组织和器官的表面立体结构。

### (三) 组织化学

组织化学技术是通过化学或物理反应原理,显示组织、细胞内某些化学成分,并对其进行定位、定量及其与功能相关的研究。例如过碘酸-雪夫反应(periodic acid Schiff reaction, PAS反应)可使细胞内的多糖物质形成紫红色产物,从而显示该细胞含有糖原或多糖。





#### (四) 荧光组织化学术

组织、细胞内的某些成分可自发荧光或可与荧光染料结合,在荧光显微镜的紫外线激发下产生不同颜色的荧光,借此观察自发性荧光物质或与荧光色素结合的成分在组织、细胞内的分布。例如用荧光色素吖啶橙染色,可使细胞核中的 DNA 呈现黄色至黄绿色荧光,细胞质和核仁中的 RNA 呈现橘黄色至橘红色荧光。

#### (五) 免疫组织化学术

免疫组织化学术是应用抗原与抗体结合的免疫学原理,检测细胞内的多肽、蛋白质及膜表面抗原和受体等大分子物质的存在与分布。如要检测神经胶质细胞的胶质原纤维酸性蛋白,则可用已知的胶质原纤维酸性蛋白抗体(该抗体已用辣根过氧化物酶或荧光染料标记)处理组织切片,使带有标记物的抗体与神经胶质细胞的胶质原纤维酸性蛋白(属抗原)发生特异结合,经过染色后在一般光镜或直接在荧光镜下观察,以便获知胶质原纤维酸性蛋白在神经胶质细胞内的分布情况。

#### (六) 原位杂交术

原位杂交是一种核酸分子杂交技术,它根据核酸分子互补原理,即两条单链核酸分子的碱基序列是互补的,用已知碱基序列并具有标记物的 RNA 或 DNA 片段,即核酸探针,与组织切片中的细胞内待测核酸(RNA 或 DNA 片段)进行杂交,通过标记物的显示,可在光镜或电镜下观察细胞内被检测的 mRNA 和 DNA 片段的存在和分布。

#### (七) 放射自显影术

放射自显影术是将放射性核素或其标记物注入体内,然后取材切片,并在切片上涂上薄层感光乳胶。在曝光、显影和定影后,放射性核素或其标记物存在的部位使乳胶中溴化银还原为黑色的银颗粒。可借助光镜或电镜获知被检测物在组织和细胞中的分布及相对含量。

#### (八) 组织培养术

组织培养是在无菌条件下,把人体或动物组织、细胞放置在盛有营养液的培养瓶中,在适当的温度下,使细胞在体外生长。可给予这些组织、细胞不同的条件,进行实验观察。

### 三 学习组织学与胚胎学应注意的问题

根据本课程的特点,在学习过程中应注意下列问题。

#### (一) 注意细胞、组织或器官切面形态与其整体形态的关系

同一个细胞、组织或器官,由于所切割的方向或部位不同,在切片上所显示的形态结构就不相同(图 1-1,图 1-2)。如从细胞的周边部切割,切面上则无细胞核;从细胞中央部切断,

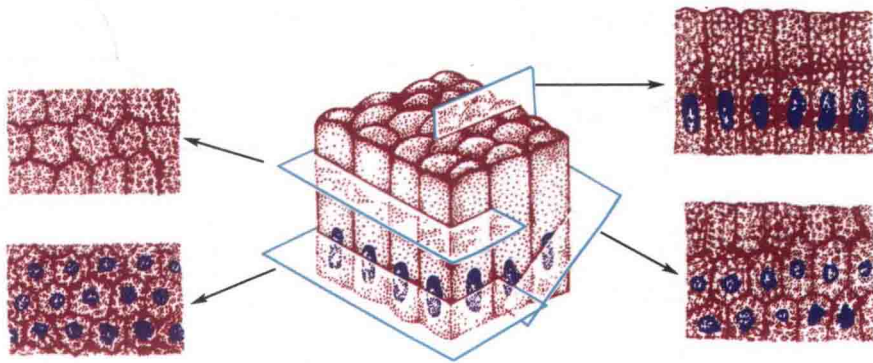


图 1-1 单层柱状上皮不同的切面所表现的上皮细胞形态(高洪泉图)



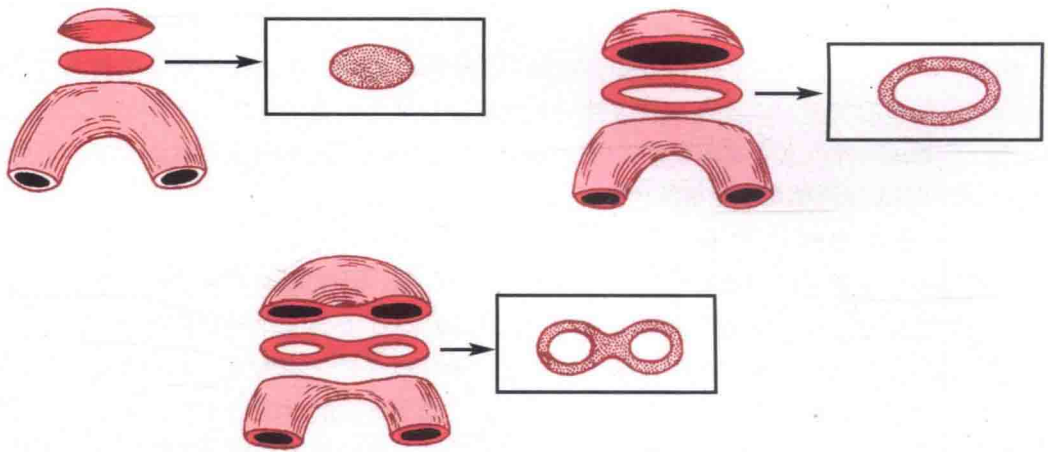


图 1-2 弯曲的管状结构不同的切面所表现的形状 (高洪泉图)

则可见细胞核。一个中空性器官, 由于切割的方位不同, 可以呈现完全不同的形态 (图 1-3)。因此, 观察组织或器官切片时, 要将镜下所见各种形态结构与其整体形态相联系, 这样才能正确判断细胞、组织或器官的形态结构。

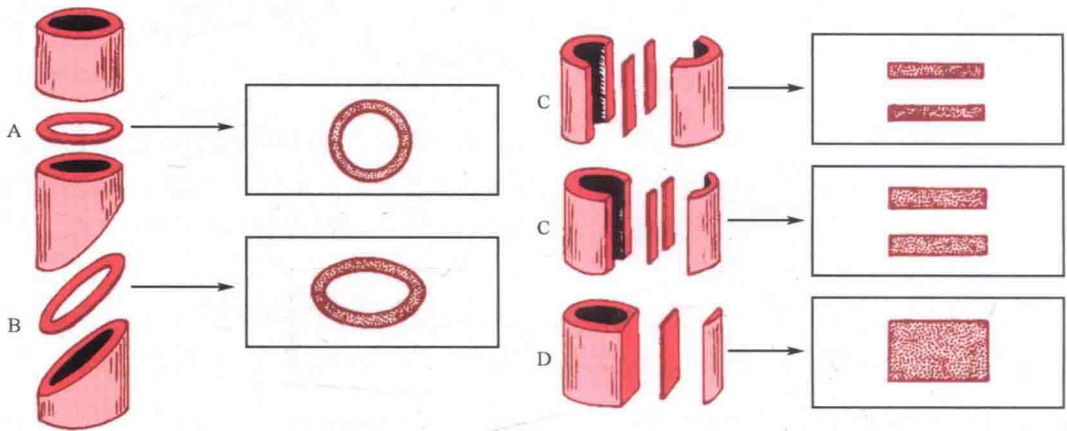


图 1-3 管状结构不同的切面所表现的形状 (高洪泉图)

A. 横切面; B. 斜切面; C. 纵切面; D. 边切面

### (二) 注意细胞、组织或器官形态结构与其功能的关系

细胞、组织或器官的功能状态不同所呈现的形态结构也有差异, 如代谢旺盛的细胞, 其细胞核较大及染色较淡, 核仁明显; 提示它的常染色质较多, DNA 处于松解状态, 其中的基因可能在转录 mRNA。合成蛋白质旺盛的细胞, 胞质多为嗜碱性, 这可能是粗面内质网和核糖体较为发达的缘故。因此, 观察组织或器官切片时要联想到细胞、组织和器官的功能状况。

### (三) 注意胚胎发生过程的动态变化

胚胎各器官的发生经历了从无到有、变化急剧、以新替代旧等过程。有的结构形成后逐渐消失或改建, 有的是种系发生的重现。因此, 胚胎各器官的发生是一种连续的动态变化过程, 故在学习时应建立动态的观念。

## 自 测 题

1. 一般来说, 细胞哪部分呈嗜碱性, 哪部分呈嗜酸性? 为什么?
2. 比较免疫细胞化学和原位杂交术的基本原理和应用意义。
3. 电镜下粗面内质网丰富的细胞, 在光镜下胞质 HE 染色的特点如何?
4. 组织培养术的特点和应用意义是什么?

## 中英文名词对照

组织学 histology

胚胎学 embryology

苏木素 hematoxylin

伊红 eosin

甲醛溶液 formaldehyde solution

过碘酸 - 雪夫反应 periodic acid Schiff  
reaction, PAS 反应

(秦丽娜)

## 第二章 细胞

### 一 细胞的概况

细胞 (cell) 是人体形态结构、生理功能和生长发育的基本单位。人体一切复杂的生命现象均是由细胞执行和表达。成年人的细胞总数约为  $1.6 \times 10^{16}$  个。不同细胞的大小不一, 如人的卵细胞和运动神经元等直径大于  $100\mu\text{m}$ , 而小淋巴细胞的直径仅约  $6\mu\text{m}$ , 但大部分细胞的直径在  $10 \sim 20\mu\text{m}$ 。细胞的形态多种多样, 均与其执行的功能和所处的环境相适应 (图 2-1)。

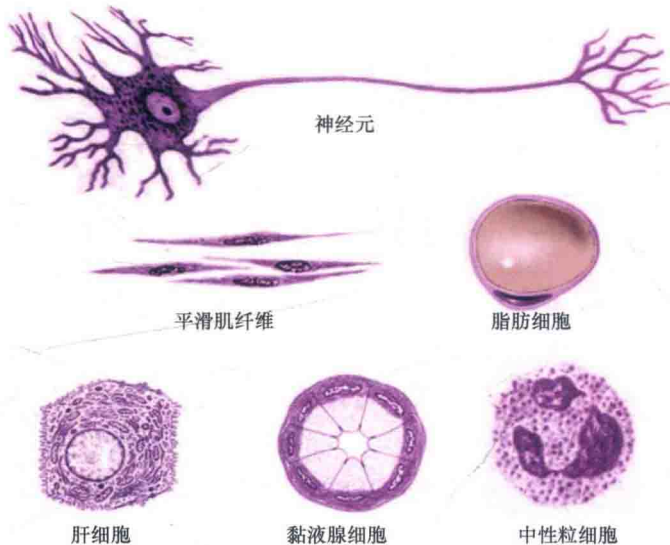


图 2-1 细胞的各种形态及其在光镜下的结构模式图 (郭家松图)

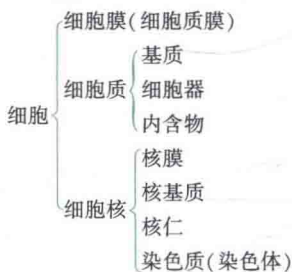


图 2-2 细胞光镜结构组成

人体细胞均来自于胚胎发育时期的受精卵。随着胚体发育, 细胞的增多, 适应各种功能的需要才出现许多不同形态、执行不同功能的细胞, 这种现象称为细胞分化。

不同类型的细胞尽管外形及功能千差万别, 但绝大部分的细胞均包含三个基本结构, 即细胞膜 (cell membrane)、细胞质 (cytoplasm) 和细胞核 (nucleus) (图 2-2)。

在电子显微镜下, 细胞的成分又可进一步分为膜性结构和非膜

性结构两类。膜性结构包括细胞膜和细胞质内以膜为基础形成的细胞器，非膜性结构指颗粒状结构或纤维状结构、细胞骨架、基质等（图 2-3，图 2-4）。

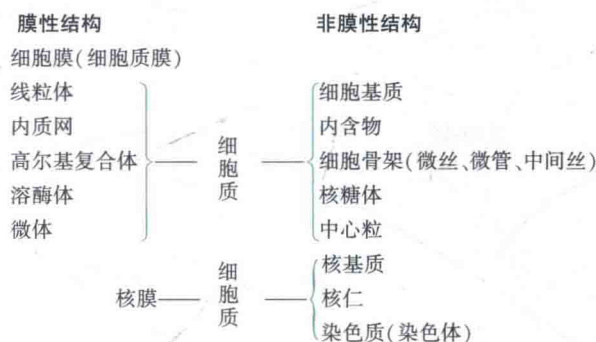


图 2-3 细胞超微结构组成

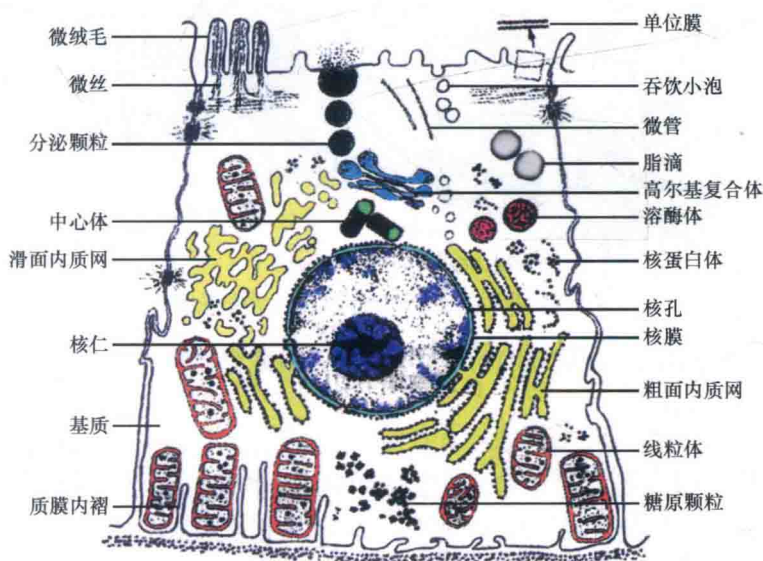


图 2-4 细胞超微结构模式图

## 二 细胞的结构

### (一) 细胞膜

细胞膜是指细胞外表面的膜，又称质膜。光镜下不易辨认，电镜下可见“两暗夹一明”的三层结构，内、外两层为电子致密层（电子密度高），中间层为电子透明层（电子密度低），各层厚约 2.5nm，总厚约 7.5nm，这三层结构构成单位膜（unit membrane）。细胞质内的某些细胞器的膜性结构，也是单位膜，故又统称为生物膜。

1. 细胞膜的化学组成和分子结构 细胞膜主要由类脂分子、蛋白质和糖类组成，其中类脂和蛋白质为主要成分。目前比较公认的生物膜分子结构，是液态镶嵌模型，即膜的分子结构以液态的类脂双分子层为基架，其中镶嵌着各种不同生理功能的球状蛋白质（图 2-5）。

(1) 类脂分子：以磷脂为主，一端为头部亲水基团，另一端为尾部疏水基团。类脂分子的亲水基团朝向膜的内、外表面，而疏水基团朝向膜的内部，形成特有的类脂双分子层结构。



在正常生理条件下，它有一定的流动性。

(2) 膜蛋白：指镶嵌在细胞膜类脂双分子层中的球状蛋白质，可分为表在蛋白质和嵌入蛋白质两类。表在蛋白质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、吞噬和分裂功能有关。嵌入蛋白质，嵌于类脂双分子层中。如两端都是亲水性的，蛋白质可贯穿膜的全层，两端分别露于膜的内、外侧表面；如果一端亲水一端疏水，那么蛋白质的亲水端露于膜的表面，疏水端则深埋于膜内。嵌入蛋白质具有物质交换、受体、载体和酶等的重要功能。

(3) 糖类：主要见于细胞膜外侧，以糖链形式存在，电镜下可以显示，称为细胞衣。它与细胞表面的膜蛋白或类脂结合形成糖蛋白或糖脂。细胞衣常构成具有特异性的膜抗原或膜受体，与细胞识别、黏着和保护有关。

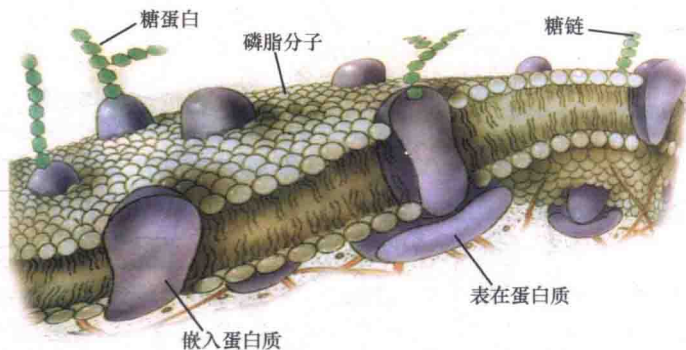


图 2-5 细胞膜液态镶嵌模式图 (郭家松图)

2. 细胞膜的主要功能 细胞膜的功能复杂多样，但最主要的是物质运输和作为特殊的膜受体和膜抗原发挥作用。

(1) 膜内外的物质运输：细胞内、外环境的物质交换需要通过细胞膜的运输来实现。由于膜两侧的物质存在着一定的浓度差，故根据物质顺浓度差或逆浓度差通过细胞膜运输而将膜的物质运输分为被动运输和主动运输两种。被动运输指在顺浓度梯度而且不耗能的情况下进行的运输方式。主动运输则是在逆浓度梯度时需要消耗能量的情况下，借助膜上专门的载体蛋白将离子、营养物质和代谢物质从低浓度一侧穿过质膜运送到高浓度一侧。此外，一些颗粒状物质和大分子物质（如细菌、尘粒、细胞碎片等）则可以通过细胞的吞吐活动来完成。通常将颗粒状物质和大分子物质入胞现象称为吞噬（**phagocytosis**），而入胞的为液体物质时则称为吞饮（**pinocytosis**）。相反，细胞内的大分子物质，如外分泌细胞分泌的酶和黏液、内分泌细胞分泌的激素、神经末梢释放的神经递质等由细胞内排出的过程则称为出胞。

(2) 膜受体（**membrane receptor**）：是指细胞膜表面能特异性识别外来信号，并与之结合进而引发细胞内继发效应的结构，一般是糖蛋白，也有部分是脂蛋白或糖脂。能与膜受体相结合发生反应的所有物质统称为配体（**ligand**）。受体与配体的结合有很强的特异性，细胞外的各种化学分子均可能发挥配体的作用，如激素、生长因子、神经递质、抗原及各种药物等。

(3) 细胞识别（**cell recognition**）：是指细胞对同种和异种细胞、自我和非我细胞进行选择性的功能。细胞识别的机制非常复杂，不同细胞之间的识别方式似乎也不尽相同。目前，大家普遍认为细胞识别与膜受体有关，细胞表面的糖链对细胞识别也发挥重要作用。

## (二) 细胞质

细胞质又称胞浆，是位于细胞膜与细胞核之间的部分，包括基质、细胞器和内含物。细

胞内各种生理功能和代谢过程主要由细胞质来实现。

1. 基质: 是无定形的胶状物质, 构成细胞的内环境。主要成分是水, 另有无机盐、碳水化合物、氨基酸以及少量游离的大分子物质, 如蛋白质等, 为细胞进行功能活动提供必需的条件。

2. 细胞器: 指细胞质内具有特定形态结构, 能执行某些特殊功能的有形成分。常见的细胞器有线粒体、核糖体、溶酶体、内质网、高尔基复合体、中心体以及细胞骨架等。

(1) 线粒体 (mitochondria): 光镜下呈线状或颗粒状, 电镜下由内外两层单位膜构成封闭的囊状结构。其外膜平滑, 内膜内褶形成板状或管状结构, 称线粒体嵴 (图 2-6)。内外膜之间为外腔, 线粒体嵴与嵴之间为内腔, 其中充满线粒体基质。基质内含有一系列氧化酶系,

能把营养物质完全氧化, 并形成 ATP, 为细胞活动提供能量, 是细胞的能量代谢中心。

(2) 核糖体 (ribosome): 又称核蛋白体 (ribonucleosone), 主要化学成分是核糖核酸 (RNA) 和蛋白质, 是细胞内合成蛋白质的场所。核糖体在细胞内以两种状态存在: ①游离核糖体 (free ribosome) 是单个或由核糖核酸串连成多聚核糖体游离在细胞基质内, 主要负责合成细胞自身需要的结构性蛋白质; ②附着核糖体 (attached ribosome) 为附着在内质网膜或核膜表面的多聚核糖体 (图 2-7), 主要负责合成输送到细胞外的分泌蛋白 (如抗体、激素等)、溶酶体酶和膜蛋白。若多聚核糖体分散成为单体 (即多聚核糖体解聚) 时, 细胞合成结构蛋白的功能会下降。某些细胞病变也会导致粗面内质网膜上的核糖体脱落, 称脱粒现象, 进而抑制细胞的蛋白质合成能力。因此, 多聚核糖体解聚和脱粒现象可作为细胞合成蛋白质功能下降的一种形态指标。

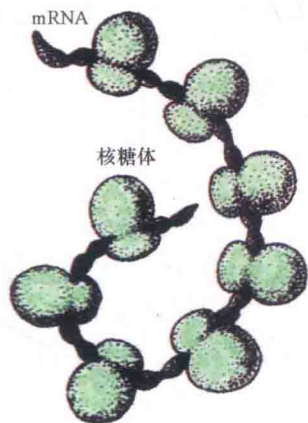


图 2-7 多聚核糖体

(3) 内质网 (endoplasmic reticulum): 是呈扁囊状或管泡状的膜性结构 (图 2-8)。内质网膜上结合有多种酶, 与细胞的各种代谢活动有关。根据内质网膜表面是否附着核糖体而分为粗面内质网和滑面内质网两种。

粗面内质网 (rough endoplasmic reticulum, RER) 表面附着大量核糖体, 光镜下呈嗜碱性染色。电镜下, 大多为扁平的囊状, 表面附有核糖体。在核糖体上合成的蛋白质进入内质网内腔进一步修饰, 包括蛋白质的折叠和糖基化等。粗面内质网还有胞内转运蛋白质的功能, 具有分泌性质的蛋白质在粗面内质网以出芽的方式形成运输小泡, 其内容物运送到高尔基复合体, 进行加工浓缩形成分泌颗粒而排到细胞外或形成酶原颗粒。

滑面内质网 (smooth endoplasmic reticulum, SER), 表面无核糖体附着, 光镜下, 由于其与细胞基质皆呈嗜酸性, 故不易辨认。电镜下, 多呈分支管泡状, 互相吻合形成网状。可见滑面内质网的一端与粗面内质网相连 (图 2-8)。滑面内质网含多种酶系, 与细胞多种代

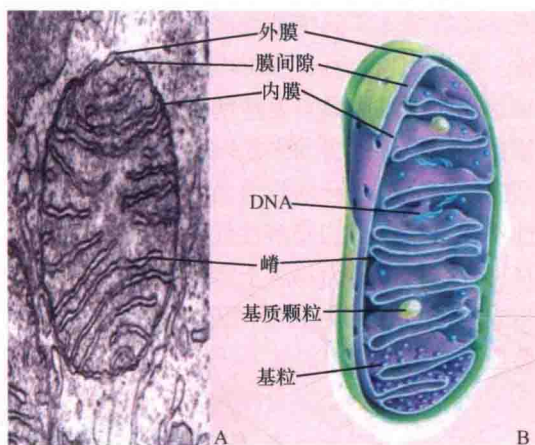


图 2-6 线粒体的结构 (郭家松图)

A. 透射电镜图; B. 模式图



谢活动有关。不同类型细胞中滑面内质网的功能各有不同。主要有：①参与脂质的合成与运输。如生物膜的所有脂质均是由滑面内质网合成与运转。②参与糖原的合成与分解。人体肝细胞与肌纤维中具有发达的糖原贮存功能，它们的细胞质中滑面内质网比较发达，并各有大量糖原颗粒靠近滑面内质网分布。③参与细胞解毒和药物代谢作用，这主要是由肝细胞的滑面内质网完成。肝细胞滑面内质网的膜上附有大量参与解毒功能的酶系，可将某些有一定毒性不易直接排出的脂溶性代谢产物和药物进行氧化、还原、水解、结合等生物转化过程，使其毒性降低或成为易溶于水的物质而利于排出。④其他特殊功能。如肝细胞滑面内质网参与生成胆汁的重要成分胆汁酸；肌纤维的滑面内质网特化称为肌浆网，具有储存和释放钙离子，参与调节肌收缩。

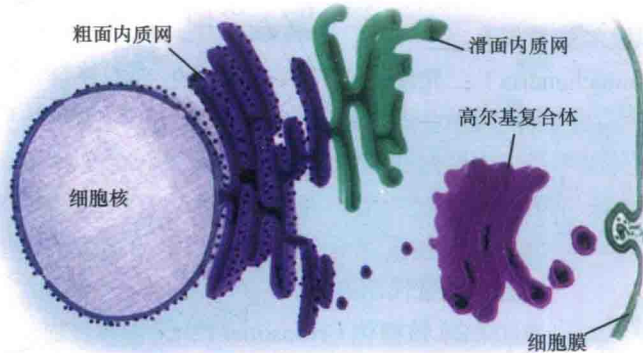


图 2-8 内质网及高尔基复合体 (郭家松图)

(4) 高尔基复合体 (Golgi complex)：常位于细胞核附近，在光镜下很难分辨。电镜下可见其由扁平囊、小泡和大泡三种基本结构组成 (图 2-8)。①扁平囊：由 3 ~ 8 层相互连通的扁平囊泡平行排列而成。可区分出两个不同的面，凸面称形成面，又称未成熟面，朝向细胞核。凹面称分泌面，又称成熟面，朝向细胞表面。②小泡由一层单位膜包裹，散布在扁平囊泡的形成面，通常由内质网芽生脱离而成，其中可含有粗面内质网合成的蛋白质；小泡与扁平囊泡融合，蛋白质在其中经过加工、浓缩成为糖蛋白或溶酶体酶，在朝向细胞膜的一面 (分泌面) 将不同的蛋白质分类、包装，以芽生方式形成大泡，或形成颗粒状分泌物质。③大泡为单层单位膜包裹的加工成熟蛋白，从扁平囊的成熟面脱离，可逐渐移向质膜并与质膜融合，以胞吐方式将分泌物排出；也可成为胞质中的结构如溶酶体和过氧化物酶体。故高尔基复合体的主要功能是将细胞合成的产物加工、浓缩并用膜包装起来，为细胞提供一个内部运输系统，与细胞的分泌活动有关。

(5) 溶酶体 (lysosome)：是由一层单位膜围成的球形小体，大小不一，直径 0.2 ~ 0.8 μm。内含 60 种以上的酸性水解酶，能将蛋白质、多糖、脂类和核酸等水解为小分子物质。不同类型细胞的溶酶体内包含的酶不同，即使在同一细胞内不同的溶酶体中，酶的种类和数量也可能不相同。溶酶体有初级溶酶体和次级溶酶体两种。初级溶酶体来自高尔基复合体的成熟面，以芽生的方式分离脱落形成。次级溶酶体体积较大，是由初级溶酶体与自噬体或吞噬体融合而成。

溶酶体对外源性入胞的有害物质及内源性衰老受损的细胞器等具有极强的消化分解能力，故称为“细胞内消化器”。异物在次级溶酶体中被水解酶消化分解成小分子，透过溶酶体膜扩散到细胞质内，供给细胞本身的需要。剩余一些不能消化的产物，形成残余体。细胞内衰

老或损伤的细胞器被来自滑面内质网的膜包围形成自噬体，再与初级溶酶体的膜融合，形成次级溶酶体并完成消化作用，对细胞结构的更新具有重要意义（图 2-9）。

正常情况下溶酶体的消化作用对细胞本身并无损害。但在机体缺氧、中毒或创伤等状况下，溶酶体膜破裂，水解酶流散到细胞质内，致使整个细胞被消化而死亡。溶酶体与许多疾病有关，如肿瘤、类风湿病、休克、发热、肝炎和矽肺等。

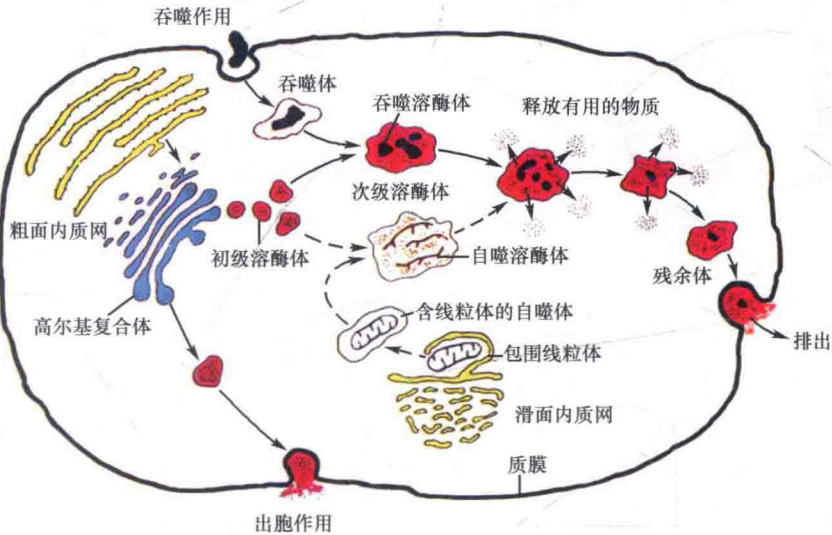


图 2-9 溶酶体的产生以及在细胞内的作用

## 链接

### 细胞也会自己吃自己？

北京时间 2016 年 10 月 5 日下午 17 点 30 分，2016 年度诺贝尔生理学或医学奖揭晓，来自东京工业大学的分子细胞生物学家大隅良典 (Yoshinori Ohsumi) 教授因发现细胞自噬的机制而获此殊荣。自噬 (autophagy) 一词源于希腊语 “auto-” (自我) 和 “phagein” (吞噬)，字面上理解就是“自我吞噬”。20 世纪 60 年代，人们就发现在细胞内存在自噬现象。自噬是依赖溶酶体途径对胞质蛋白和细胞器进行降解的一种过程，在进化上具有高度保守性，广泛存在于从酵母、线虫、果蝇到高等脊椎动物的各种细胞中。本章正文已经介绍细胞可以吞噬异物形成吞噬体，然后与初级溶酶体结合形成次级溶酶体，最终将异物降解。与吞噬不同，自噬是溶酶体对自身结构的吞噬与降解。也就是如细胞一旦处于饥饿状态下，胞质部分的可溶性蛋白甚至细胞器被降解成氨基酸等用于供能和生物合成，这是真核细胞在长期进化过程中形成的一种自我保护机制。另外，当细胞内出现衰老或损伤的细胞器以及蛋白质出现变性或错误折叠的情况时，也可以通过自噬的方式将上述“垃圾”进行及时的清除，让细胞重获新生。自噬与吞噬最大的区别是降解底物的来源不同，前者是细胞自身的物质后者是异物，不过它们最终都是借助溶酶体进行物质的降解。近年来许多研究表明，细胞自噬与个体发育、氧化性损伤保护、肿瘤细胞的恶性增殖及神经退行性疾病有关。自噬功能太强或太弱都将导致可怕的后果。大隅良典教授正是因为揭示了细胞内调控自噬功能的机制而获得诺贝尔奖。

(6) 微体 (microbody)：又称过氧化物酶体 (peroxisome)，由一层单位膜包裹形成卵圆形或圆形小体，偶见半月形或方形。电镜下可见电子密度高、排列整齐的晶格结构，称为



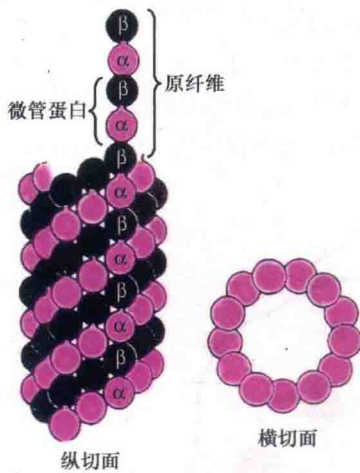


图 2-10 微管

类核体；其膜内可见一条高电子密度条带状结构，称为边缘板。已知微体内含 40 多种酶，分为三大类：氧化酶、过氧化物酶和过氧化氢酶。微体的主要功能是解毒以及对细胞氧张力的调节。其中的氧化酶可以利用分子氧 ( $O_2$ )，将底物氧化形成过氧化氢 ( $H_2O_2$ )。而过氧化物酶又可使  $H_2O_2$  分解产生水 ( $H_2O$ ) 和  $O_2$ 。两者相互作用，使得细胞能有效地消除细胞内的有毒底物以及调节氧浓度。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。

(7) 微管 (microtubule)：是一种中空圆柱状结构，直径约 25nm，管壁厚约 5nm。微管主要成分是微管蛋白。微管蛋白先串连成纤维状结构即原纤维，再由 13 根原纤维围成微管 (图 2-10)。微管是细胞骨架中最主要的成分，主要分布于细胞质内。

具有维持细胞形状的作用，还可以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。此外，微管是构成纺锤体、纤毛、鞭毛和中心体的主要成分。

(8) 微丝 (microfilament)：是一种实心的丝状结构，直径 5 ~ 6nm，其主要化学成分为肌动蛋白，故又称肌动蛋白丝。微丝普遍存在于各种细胞内，特别在细胞的周边部，在质膜下形成网，是细胞骨架的另一种主要成分。肌细胞的微丝特别发达，是细肌丝的主要成分；非肌细胞的微丝其含量变动很大，常处于聚合与裂解的动态变化。微丝除对细胞有支持作用外，主要还与细胞的吞噬、变形、分裂、物质运输、胞吐与胞吞以及肌细胞的收缩等都有关系。

(9) 中间丝 (intermediate filament)：是一种实心细丝，其直径介于微丝与微管之间，约为 10nm。并非所有细胞均有中间丝分布，而且不同细胞的中间丝不同，具有组织特异性。上皮细胞中的张力原纤维，肌纤维 Z 线处的连接蛋白丝以及神经元内的神经丝均属中间丝。中间丝也属于细胞骨架，相对于微管和微丝，它的结构更加稳定，它能在细胞内形成完整的网状细胞骨架系统，增强细胞的机械强度，它也可以参与细胞连接的形成。

(10) 中心体 (centrosome)：是两个互相垂直的短筒状中心粒 (图 2-4)，每个中心粒壁由 9 组三联微管构成 (图 2-11)。中心体是细胞分裂的推动器，在间期细胞中，中心体不易见到，但在细胞进入有丝分裂时特别明显；中心体与细胞分裂时期中纺锤体形成以及染色体移动有关。

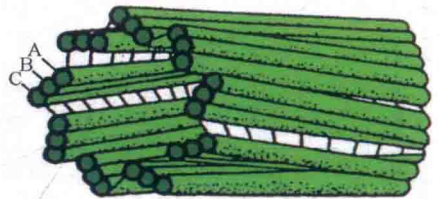


图 2-11 中心粒

3. 包含物：包含物是某些细胞内的一些代谢产物或贮存物质，如脂肪细胞的脂滴，肝细胞的糖原，黑色素细胞产生的黑色素颗粒等。

### (三) 细胞核

细胞核是细胞遗传和代谢活动的控制中心，在细胞生命活动中起着决定性的作用。一个细胞通常具有一个胞核，成熟红细胞没有细胞核，也有细胞有两个或多个细胞核 (如肝细胞、破骨细胞)，甚至几十个乃至几百个 (如骨骼肌细胞)。细胞核的形状常为圆形、卵圆形，也有其他形态的，如白细胞的分叶核、马蹄形核等。细胞核通常位于细胞中央，也有位于细胞基底的一侧，如部分上皮细胞，有的甚至被挤向细胞的一侧，如脂肪细胞。间期细胞核由核膜、核仁、染色质及核基质等四部分组成 (图 2-12)。