

教育部人才培养模式改革和开放教育试点教材  
医学高等专科学校教材

# 人体解剖生理学

主 编 朱文玉  
副主编 张书永 王黎光

编 者 (以姓氏笔画为序)

王黎光 (邯郸医学专科学校)  
朱文玉 (北京大学医学部)  
邱学才 (北京大学医学部)  
宋文珍 (邯郸医学专科学校)  
张书永 (北京大学医学部)  
唐军民 (北京大学医学部)  
雷季良 (北京大学医学部)

北京大学医学出版社

# RENTI JIEPAO SHENGLIXUE

## 图书在版编目 (CIP) 数据

人体解剖生理学/朱文玉主编. —北京: 北京大学医学出版社, 2002  
ISBN 7-81071-278-0

I. 人… II. 朱… III. 解剖学、生理学—电视大学—教材 IV. R324

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2001) 第 095888 号

## 人体解剖生理学

主 编: 朱文玉

出版发行: 北京大学医学出版社 (电话: 010-82802230)

地 址: (100083) 北京市海淀区学院路 38 号 北京大学医学部院内

网 址: <http://www.pumpress.com.cn>

E - mail: [booksale@bjmu.edu.cn](mailto:booksale@bjmu.edu.cn)

印 刷: 莱芜市圣龙印务书刊有限责任公司

经 销: 新华书店

责任编辑: 刘鼎新 暴海燕 责任校对: 何 力 责任印制: 张京生

开 本: 787mm×1092mm 1/16 印张: 21.75 字数: 550 千字

版 次: 2002 年 2 月第 1 版 2004 年 7 月第 3 次印刷 印数: 20001—28000 册

标准书号: ISBN 7-81071-278-0

定 价: 30.50 元

版权所有, 违者必究

(凡属质量问题请与本社发行部联系退换)

# 前 言

人体解剖生理学是由人体解剖学、组织学和生理学三部分内容有机结合在一起，着重讲述人体各系统机能的一门学科，是药学专业必修的基础课程之一。本书是根据中央电大2001年医科类药学历科《人体解剖生理学》教学大纲编写的。

为使本教材更适应药学历科及学历层次的要求，我们在编写过程中结合多年来在药学历科教学中的经验和体会，并参考了多本解剖学、组织学和生理学的本科和学历教材，力求做到内容上具备科学性、系统性和实用性。

本书包括学习要求、教学内容、练习题与参考答案和生理学实验指导等四部分。

由于编者水平有限及编写时间仓促，错误缺点在所难免，恳请广大读者批评指正。

编 者

2001年10月

# 目 录

第一章 绪论..... (1)	二、肺 ..... (47)
一、人体解剖生理学的研究对象和任务..... (1)	三、胸膜和纵隔 ..... (48)
二、人体解剖生理学的研究方法..... (1)	练习题与参考答案 ..... (49)
三、人体解剖生理学 with 医药科学的关系..... (2)	第五节 泌尿系统 ..... (51)
练习题与参考答案..... (2)	一、肾 ..... (51)
第二章 细胞和基本组织..... (3)	二、输尿管 ..... (54)
第一节 细胞..... (3)	三、膀胱 ..... (55)
一、细胞膜..... (3)	四、尿道 ..... (55)
二、细胞质..... (5)	练习题与参考答案 ..... (56)
三、细胞核..... (6)	第六节 生殖系统 ..... (58)
四、细胞分裂..... (7)	一、男性生殖器 ..... (58)
五、细胞周期..... (7)	二、女性生殖器 ..... (60)
第二节 基本组织..... (9)	练习题与参考答案 ..... (63)
一、上皮组织..... (9)	第七节 循环系统 ..... (65)
二、结缔组织 ..... (12)	一、心血管系统 ..... (65)
三、肌组织 ..... (15)	二、淋巴系统 ..... (71)
四、神经组织 ..... (16)	练习题与参考答案 ..... (75)
练习题与参考答案 ..... (21)	第八节 神经系统 ..... (79)
第三章 人体各主要系统的解剖 ..... (28)	一、神经系统的区分 ..... (79)
第一节 概述 ..... (28)	二、神经系统的组成 ..... (80)
第二节 运动系统 ..... (29)	三、神经系统的常用术语 ..... (80)
一、骨学 ..... (29)	四、周围神经系统 ..... (80)
二、骨连结 ..... (30)	五、中枢神经系统 ..... (85)
三、肌 ..... (33)	练习题与参考答案 ..... (92)
练习题与参考答案 ..... (35)	第九节 皮肤 ..... (95)
第三节 消化系统 ..... (37)	一、皮肤的结构 ..... (95)
一、消化管 ..... (38)	二、皮下组织 ..... (97)
二、消化腺 ..... (41)	三、皮肤附属器 ..... (97)
三、腹膜 ..... (42)	练习题与参考答案 ..... (98)
练习题与参考答案 ..... (43)	第四章 人体的基本生理功能..... (100)
第四节 呼吸系统 ..... (45)	第一节 细胞的生理功能..... (100)
一、呼吸道 ..... (45)	一、细胞膜的物质转运功能..... (100)

五、骨骼肌的收缩·····	(106)	五、组织液的生成·····	(153)
第二节 人体功能的调节·····	(109)	第三节 心血管活动的调节·····	(155)
一、生理功能活动的调节方式 ·····	(109)	一、神经调节·····	(155)
二、生理功能的反馈性控制·····	(110)	二、体液调节·····	(158)
三、内环境与稳态·····	(111)	第四节 血量的调节·····	(159)
练习题与参考答案·····	(111)	一、血量·····	(159)
第五章 血液·····	(119)	二、血量的神经、体液调节 ·····	(160)
第一节 血液的组成与特性·····	(119)	第五节 器官循环·····	(161)
一、血液的组成·····	(119)	一、冠脉循环·····	(161)
二、血浆的化学成分·····	(119)	二、脑循环·····	(162)
三、血液的理化特性·····	(120)	练习题与参考答案·····	(163)
四、血液的生理功能·····	(121)	第七章 呼吸生理·····	(172)
第二节 血细胞的形态和生理·····	(121)	第一节 概述·····	(172)
一、红细胞·····	(121)	一、呼吸的概念·····	(172)
二、白细胞·····	(123)	二、呼吸过程及意义·····	(172)
三、血小板·····	(124)	第二节 肺通气·····	(173)
第三节 血液凝固和止血·····	(124)	一、肺通气的原理·····	(173)
一、血液凝固·····	(124)	二、肺容量与肺通气量·····	(177)
二、体内抗凝血作用·····	(125)	第三节 肺换气与组织换气·····	(178)
三、纤维蛋白溶解系统·····	(126)	一、气体交换的原理·····	(178)
四、体外延缓或促进凝血的措施 ·····	(126)	二、气体交换过程·····	(179)
五、生理止血·····	(126)	三、影响肺换气的主要因素·····	(180)
第四节 血型和输血·····	(127)	第四节 气体在血液中的运输·····	(181)
一、血型·····	(127)	一、O <sub>2</sub> 的运输·····	(181)
二、输血和输血原则·····	(128)	二、CO <sub>2</sub> 的运输·····	(182)
练习题与参考答案·····	(129)	第五节 呼吸运动的调节·····	(183)
第六章 循环系统生理·····	(133)	一、中枢神经性调节·····	(183)
第一节 心脏生理·····	(133)	二、机械性反射调节·····	(184)
一、心脏的泵血功能·····	(134)	三、化学性反射调节·····	(185)
二、心肌细胞的生物电现象·····	(139)	练习题与参考答案·····	(187)
三、心肌的生理特性·····	(141)	第八章 消化系统生理·····	(194)
四、体表心电图·····	(145)	第一节 概述·····	(194)
第二节 血管生理·····	(147)	一、消化管平滑肌的生理特性 ·····	(194)
一、血流量、血流阻力和血压 ·····	(147)	二、消化腺及其分泌·····	(194)
二、动脉血压·····	(149)	三、消化道的神经支配·····	(195)
三、静脉血压和静脉血流·····	(151)	四、胃肠激素·····	(196)
四、微循环·····	(152)	第二节 消化道的运动·····	(198)
		一、咀嚼和吞咽·····	(198)

二、胃的运动.....	(198)	第三节 肾的浓缩和稀释功能.....	(232)
三、小肠的运动.....	(199)	一、肾浓缩和稀释功能的结构基础	..... (232)
四、大肠的运动.....	(200)	二、髓质高渗梯度的形成.....	(232)
五、排便.....	(200)	三、髓质高渗梯度的维持.....	(234)
第三节 消化液的分泌.....	(201)	四、尿液浓缩和稀释的过程.....	(234)
一、唾液.....	(201)	第四节 肾对机体水盐代谢的调节	..... (234)
二、胃液.....	(201)	一、抗利尿激素对肾功能的调节	..... (235)
三、胰液.....	(202)	二、醛固酮对肾功能的调节	..... (235)
四、胆汁.....	(203)	第五节 尿的排放.....	(236)
五、小肠液.....	(204)	一、膀胱和尿道的神经支配.....	(236)
第四节 吸收.....	(204)	二、排尿反射.....	(237)
一、吸收的部位.....	(204)	练习题与参考答案.....	(237)
二、小肠内主要营养物质的吸收	..... (205)	第十一章 神经系统.....	(244)
练习题与参考答案.....	(207)	第一节 神经元活动的一般规律	..... (244)
第九章 能量代谢与体温.....	(213)	一、神经元和神经纤维.....	(244)
第一节 能量代谢.....	(213)	二、神经元之间相互作用的方式	..... (246)
一、能量的来源与利用.....	(213)	三、神经递质.....	(248)
二、影响能量代谢的因素.....	(214)	第二节 反射中枢活动的一般规律	..... (249)
三、基础代谢与基础代谢率.....	(215)	一、反射中枢.....	(249)
第二节 正常体温及其波动.....	(215)	二、中枢神经元的联系方式.....	(249)
一、体温及其相对稳定的意义	..... (215)	三、中枢兴奋与中枢抑制.....	(250)
二、体温的正常波动.....	(216)	第三节 神经系统的感觉功能.....	(252)
第三节 体温调节.....	(216)	一、丘脑的感觉功能.....	(252)
一、产热过程与散热过程.....	(217)	二、大脑皮质的感觉分析功能	..... (252)
二、体温调节.....	(218)	三、内脏感觉.....	(254)
练习题与参考答案.....	(219)	四、痛觉.....	(254)
第十章 尿的生成与排出.....	(224)	第四节 神经系统的躯体运动功能	..... (255)
第一节 肾的功能解剖与血液供应	..... (224)	一、脊髓对躯体运动的调节	..... (255)
一、肾的功能解剖.....	(224)	二、低位脑干对肌紧张的调节	..... (256)
二、肾脏血液循环及其功能特点	..... (226)		
第二节 尿的生成过程.....	(227)		
一、肾小球的滤过作用.....	(227)		
二、肾小管和集合管的重吸收作用	..... (228)		
三、肾小管和集合管的分泌作用	..... (231)		

三、小脑对躯体运动的调节 ..... (258)	一、垂体的形态与结构..... (292)
四、基底神经节对躯体运动的调节 ..... (258)	二、下丘脑与垂体的联系..... (292)
五、大脑皮质对躯体运动的调节 ..... (259)	三、腺垂体激素..... (293)
第五节 神经系统对内脏活动的调节 ..... (261)	四、神经垂体激素..... (294)
一、植物性神经系统的功能..... (261)	第三节 甲状腺..... (294)
二、各级中枢对内脏活动的调节 ..... (263)	一、甲状腺的位置、形态和结构 ..... (294)
第六节 脑的高级功能和脑电图 ..... (264)	二、甲状腺激素的合成与代谢 ..... (295)
一、条件反射..... (265)	三、甲状腺激素的生物学作用 ..... (296)
二、学习与记忆..... (265)	四、甲状腺激素分泌的调节 ..... (297)
三、大脑皮质的电活动..... (266)	第四节 甲状旁腺和甲状腺 C 细胞 ..... (297)
四、睡眠..... (266)	一、甲状旁腺激素..... (297)
练习题与参考答案..... (267)	二、降钙素..... (298)
第十二章 感觉器官..... (275)	三、维生素 D <sub>3</sub> ..... (298)
第一节 概述..... (275)	第五节 肾上腺..... (298)
一、感受器、感觉器官的定义和 分类..... (275)	一、肾上腺皮质..... (299)
二、感受器的一般生理特征..... (275)	二、肾上腺髓质..... (300)
第二节 视觉器官——眼..... (276)	第六节 胰岛..... (301)
一、眼的结构..... (276)	一、胰岛的形态与结构..... (301)
二、视觉生理..... (279)	二、胰岛素..... (301)
第三节 位听觉器官——耳..... (282)	三、胰高血糖素..... (302)
一、位听觉器官的结构..... (282)	练习题与参考答案..... (302)
二、听觉生理..... (284)	第十四章 生殖..... (310)
三、位觉生理..... (285)	第一节 女性生殖..... (310)
练习题与参考答案..... (285)	一、卵巢的功能..... (310)
第十三章 内分泌..... (289)	二、月经周期..... (311)
第一节 激素..... (289)	三、月经周期的调节..... (312)
一、内分泌的概念..... (289)	四、妊娠与分娩..... (313)
二、激素的概念和化学分类..... (289)	第二节 男性生殖..... (314)
三、激素的作用及作用机制..... (290)	一、睾丸的功能..... (314)
第二节 下丘脑与垂体..... (292)	二、睾丸功能的调节..... (314)
	练习题与参考答案..... (315)
	附录 生理学实验指导..... (319)

# 第一章 绪 论

## 学习要求

**了解：**人体解剖生理学的研究对象和任务

### 一、人体解剖生理学的研究对象和任务

人体解剖生理学是研究和了解正常人体形态、结构和功能活动规律的科学。它是由人体解剖学和人体生理学两部分组成的。

人体解剖学又可分为大体解剖学和组织学两个部分，它主要是研究正常人体各部分形态、位置、毗邻及结构和功能关系的科学；人体生理学是研究正常人体生命活动规律和生理功能的科学，如循环、呼吸、消化、泌尿、神经、内分泌等系统在正常条件下具有哪些功能，这些功能是如何实现的，以及它们的功能受哪些因素的调节和控制等问题。在正常人体内、形态结构和生理功能是紧密联系、相互影响的，人体解剖生理学正是把两者有机地结合在一起的一门学科。形态结构是生理功能的物质基础，生理功能则是形态结构的运动形式，两者紧密联系，相辅相成。

### 二、人体解剖生理学的研究方法

人体解剖学包括组织学和大体解剖学两部分。组织学是研究细胞和组织细微结构的科学，它的研究方法主要是将器官、组织制成切片，经过各种染色后，用显微镜观察它们的细胞组成和结构。大体解剖学的研究则主要是利用尸体或模型，用肉眼观察人体各器官的形态、位置，并了解相毗邻各器官的连接。以上介绍的是人体解剖学的基本的、经典的研究方法，随着科学技术的发展，人体解剖学的研究方法也采用了许多新的手段，如电子显微镜、免疫组织化学等技术的应用，使研究内容发展到了亚细胞和分子水平，并与机能学有了更紧密的联系。

人体生理学也是一门实验性科学。人们通常在不伤害人体健康的条件下，通过观察和实验获得各器官功能活动规律的知识。例如可以在不同条件下测量人体的血压以了解各种因素对血压的影响。由于人体很多生理功能与动物，特别是与哺乳类动物相似，因此，对人体功能活动规律的认识也可通过动物实验获得。动物实验不仅可在整体上进行，也可以在离体的器官、细胞和分子等不同水平上进行。整体水平的研究是以完整的机体为研究对象，观察和分析在各种内外环境条件下，不同器官和系统的功能及它们之间相互协调的规律。器官、细胞的分子水平的研究则往往需将某个器官或细胞从整体内取出来，在一定的人工环境中研究其功能。需要注意的是，不同水平的研究方法各有其优缺点。要阐明某一生理功能机制，一般需要将在不同水平研究所获得的资料进行分析综合，才能得全面而正确的结论。

总而言之，人体解剖生理学是一门实践性、整体性很强的科学，在学习过程中应注意运用理论与实践相结合、分析与综合相结合、形态与机能相结合等辩证的观点，才能掌握和理

解人体解剖生理学的内容。

### 三、人体解剖生理学与医药科学的关系

人体解剖生理学是现代医药学的重要基础课之一。药学工作者不仅要懂得和掌握药物的合成、理化性质、制剂等专业知识，由于药物是作用于人体，药物进入人体后对人体的各种细胞、组织、器官及整体产生复杂的影响。因此，药学工作者还应学习人体解剖生理学，懂得药物对人体的结构和功能产生的作用、作用的原理、药物在人体内的代谢过程、对人体可能产生的毒、副作用，使药学工作者更好地为医学服务，为提高人民健康研制出更多更好的新药。

### 练 习 题

人体解剖生理学的研究对象和任务是什么？

### 参 考 答 案

人体解剖生理学是研究和了解正常人体形态、结构和功能活动规律的科学。

## 第二章 细胞和基本组织

### 学习要求

**掌握：**细胞的基本形态结构；上皮组织的一般特点、分类及功能；骨骼肌、心肌形态的结构特点；神经元的形态结构；化学性突触光镜、电镜下的结构。

**熟悉：**各种上皮细胞的结构特点、主要分布与功能；疏松结缔组织中主要细胞成分（成纤维细胞与纤维细胞、巨噬细胞、浆细胞、肥大细胞）的结构特点和功能。

**了解：**上皮组织的特殊结构和腺上皮；致密结缔组织、脂肪组织和网状组织；平滑肌的形态结构特点；神经元的分类、神经纤维的分类、神经末梢的分类和功能。

### 第一节 细胞

细胞是一切生物体结构和功能的基本单位。人体由多种细胞构成，它们具有不同的形态、结构和特定功能。

人体的细胞形态各异，有球形、多边形、梭形、扁平形、立方形、圆柱形和星形多突状等，以适应机体的各种特定功能。如白细胞呈球形；红细胞为双凹圆盘状；上皮细胞呈多边形；肌细胞为长梭形或长圆柱形；神经细胞则具有长短不等的突起；还有些细胞具有纤毛、鞭毛、微绒毛等突起，如精子等。

人体的细胞大小不等（图 2-1），有些细胞的大小可随功能的变化而变化。如小脑颗粒细胞直径只有  $4\mu\text{m}$ ；成熟卵细胞直径约为  $135\mu\text{m}$ ；神经细胞突起可超过  $1\text{m}$ ；骨骼肌因锻炼而粗大；子宫平滑肌长约  $50\mu\text{m}$ ，但在妊娠期可增大到  $500\mu\text{m}$ 。

人体细胞的形态、大小虽各不相同，但均由细胞膜、细胞质和细胞核构成（图 2-2）。

#### 一、细胞膜

##### （一）细胞膜的结构

细胞膜是细胞表面的一层薄膜，又称质膜。光镜下，难以分辨细胞膜，但可间接证明其存在，如刺破活细胞时可见细胞质流出。电镜观察时，可见细胞膜分为内、中、外三层结构，厚度约  $7\sim 10\text{nm}$ 。内、外两层电子密度高，各厚  $2.0\text{nm}$ ；中间层电子密度低，厚  $3.5\text{nm}$ 。以上三层是一切生物膜所具有的共同特征，称为单位膜。细胞内有膜细胞器的膜也主要由单位膜构成。

细胞膜的分子结构可用“液态镶嵌模型”学说解释，即由脂双层和镶嵌其中的蛋白质构成（图 2-2）。脂双层呈液态，可以流动，镶嵌其中的蛋白质分子在两层脂分子之间可做横向移动。

##### （二）细胞膜的功能

维持细胞的完整性，保持细胞的一定形态。进行细胞内、外的物质交换等代谢活动。通

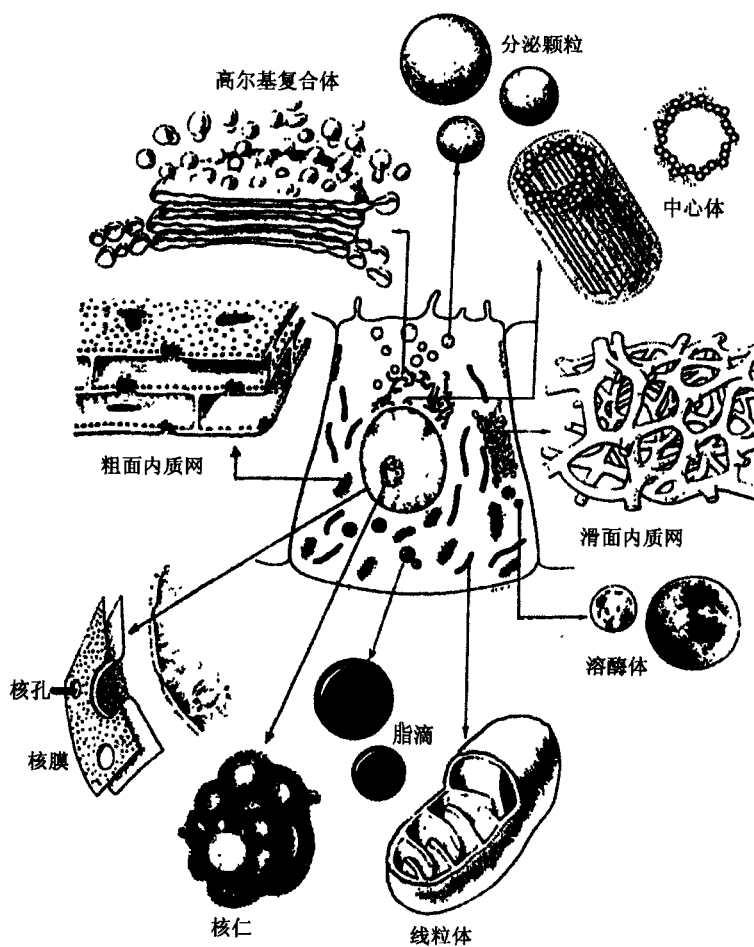


图 2-1 细胞超微结构模式图  
(细胞外侧)

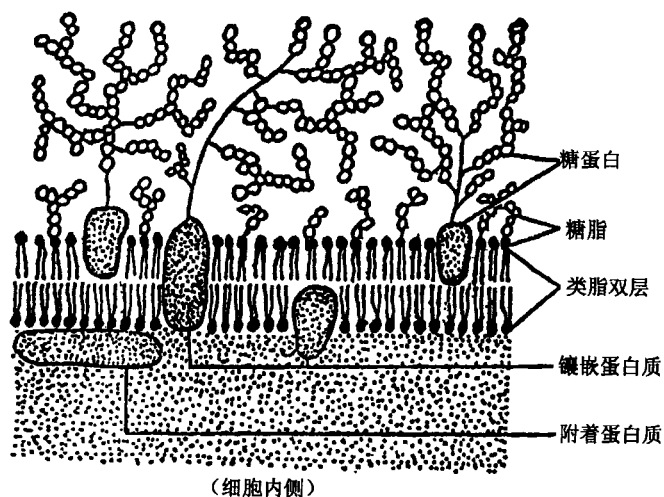


图 2-2 细胞膜的分子结构模型

过被动扩散、主动转运和内吞、胞吐作用等进行物质转运，以保持细胞内物质的稳定。

大分子物质通过细胞膜的方式主要是内吞作用与胞吐作用。内吞作用：进入细胞的物质先附着在细胞膜外表面，此处的细胞膜凹陷，将该物质包裹成小泡，小泡与细胞膜脱离而进入细胞内。若进入细胞的是固态物质，则称为吞噬作用，小泡称吞噬体；若是液态物质，则称为吞饮作用，小泡称吞饮小泡。胞吐作用：拟被排出的物质先在细胞内由膜包裹，形成小泡，并渐与细胞膜相接触，随通过接触处的小孔将该物质排出。

细胞膜上镶嵌有多种膜蛋白受体，不同的蛋白受体与体内不同的激素、神经递质、药物或抗原等进行特异结合后，即可使细胞的功能或物质代谢向一定方向变化，进而调节细胞的代谢活动。

细胞衣，或称糖衣，位于细胞膜外表面。由细胞膜糖蛋白的寡糖链和糖脂的蛋白聚糖组成，可使细胞粘附于细胞外基质等功能。

## 二、细胞质

细胞质是细胞新陈代谢与物质合成的重要场所。在生活状态下细胞质为透明胶状物，在固定标本上常呈颗粒状、泡沫状或网状。细胞质包括细胞液、细胞器、细胞骨架和包涵物。

### （一）细胞液

细胞液是细胞中的无定型胶状物质，又称细胞基质，是细胞质的基本成分。细胞器、细胞骨架和包涵物等悬浮于细胞液中。

### （二）细胞器

细胞器散在分布于细胞质内，具有特定的形态与功能。细胞器主要包括线粒体、核糖体、内质网、高尔基复合体、溶酶体和中心体等（图 2-1）。

1. 线粒体 光镜下，线粒体呈杆状、线状或颗粒状。电镜下，线粒体是双层单位膜构成的椭圆形小体，外膜光滑，内膜向内折叠形成线粒体嵴（图 2-2）。主要功能是产生三磷酸腺苷（ATP），为细胞提供能量。

2. 核糖体 即核蛋白体。光镜下，核糖体丰富的部位嗜碱性较强。电镜下，核糖体是近似球形的致密颗粒，由大、小亚单位（大、小亚基）结合而成。核糖体的化学成分为核糖核酸（RNA）和蛋白质。

核糖体的功能是合成蛋白质。细胞质中的核糖体以两种形式存在：一种游离于细胞基质中，称为游离核糖体，主要参与合成细胞自身需要的内源性蛋白质；另一种附着于内质网表面，称为附着核糖体，主要参与合成向细胞外输出的分泌性蛋白质。

3. 内质网 电镜下，内质网是由单位膜构成的膜性囊管系统。根据其外表面有无核糖体附着，可分为粗面内质网与滑面内质网（图）。

（1）粗面内质网：由平行排列的扁囊和附着在膜外表面的核糖体构成，位于核周的粗面内质网可与核膜相通连。其数量和形状依细胞类型及功能状态而异，在合成分泌蛋白质旺盛的细胞中最为丰富，如成纤维细胞、浆细胞和胰腺细胞等。主要功能是合成分泌蛋白质。

（2）滑面内质网：由形态及直径不等的小管互通成网，外表面光滑，无核糖体附着。多数细胞的滑面内质网较少，但有些细胞内则很丰富，如：分泌类固醇激素的细胞和肝细胞等。滑面内质网的功能比较复杂，随所在细胞而异。如：参与类固醇的合成，脂类的合成与运输，糖的分解代谢，激素灭活和调节离子浓度等。

4. 高尔基复合体 多位于细胞核附近。光镜下，常呈小泡及网状。其主要功能是参与

加工粗面内质网合成的膜包装的蛋白质、膜的再循环和膜的重新分配等。

5. 溶酶体 溶酶体是由膜包裹并含有多种水解酶的致密小体，其形态各异、大小不同。溶酶体内含多种水解酶，如酸性磷酸酶、 $\beta$ -葡萄糖苷酸酶、核糖核酸酶等。其标志酶为酸性磷酸酶。所含的酶能水解蛋白质、脂肪、碳水化合物、核酸及其他低分子化合物。

主要功能是参与消化吞噬或吞饮入细胞内的物质，或细胞自身衰老的细胞器等。若所消化的是外源性物质，则形成异噬体；若所消化的是内源性物质，则形成自噬体。

6. 中心体 多位于细胞核一侧，由中心粒、周围特殊分化的细胞质和中心粒随体组成。电镜下，中心粒呈圆筒状，一般为两个，互相垂直。在横断面上，可见每个中心粒均是由九组三联微管围成。中心粒能自我复制，参与细胞分裂活动。纤毛与鞭毛等由中心粒产生，因此细胞运动亦与中心粒有关。

### （三）细胞骨架

细胞骨架是细胞内的结构网架，包括：微管、微丝等。

1. 微管 是细胞质中不分支的圆管状结构，长短不一，粗细均匀，由微管蛋白构成。细胞质中的微管主要起支架作用，维持细胞外形。在胚胎发育过程中，对细胞分化、变形及细胞迁移起重要作用。微管在细胞有丝分裂时解体，聚合成纺锤体纤维，分裂后纺锤体解体，又重新聚合成细胞质内微管。纤毛或鞭毛中的微管与其运动有关。

2. 微丝 是由肌动蛋白构成的细丝状结构。广泛存在于各种细胞内，具有收缩能力，是细胞运动的动力。如细胞变形运动、伪足和突起的形成与回缩、吞噬作用、吞饮作用和胞吐作用等。

### （四）包涵物

是细胞质中一些有形的代谢产物或储备的营养物质。包括：糖原、脂滴、色素及分泌颗粒等。其数量随细胞生理状态不同而改变。

## 三、细胞核

细胞核的形态大小一般与细胞的形态大小相适应。如圆形、立方形和星形细胞的核，多为圆形；柱状、梭形细胞的核多为椭圆形或长杆状等。除成熟红细胞外，人体所有的细胞都有细胞核；多数细胞只有一个细胞核，但也有2个或多个者，如骨骼肌细胞可有数百个细胞核。细胞核一般位于细胞中央或基底部，也有位于周边的，如骨骼肌细胞和脂肪细胞。

细胞核由核膜、核仁、核基质和染色质四部分构成。

1. 核膜 电镜下，核膜由内、外两层单位膜构成，其间隙称核周隙。核膜的外层表面有核糖体附着，在某些部位还与粗面内质网相连续，核周隙与内质网腔相通；核膜上有核孔，是控制大分子物质出入细胞核的通路。

2. 核仁 一般呈圆形或卵圆形，其大小、数量及在核内的位置，随细胞功能而变化。电镜下，核仁主要由细丝和颗粒组成，化学成分主要是蛋白质与核糖核酸（RNA）。核仁的功能是参与蛋白质的合成。

3. 核基质 又称核浆或核液，是核内无定形胶状物质。

4. 染色质 是光镜下所见到的被碱性染料蓝染的结构；电镜下，染色质呈细丝状，主要由蛋白质和脱氧核糖核酸（DNA）组成。DNA分子是双股螺旋状的脱氧核糖核苷酸链。

分裂间期的细胞核中，DNA分子的螺旋化程度不同。螺旋紧密的部分，光镜下呈颗粒状或团块状，着色深，称异染色质；螺旋松散伸长的部分，光镜下不被染色，称常染色质。

细胞分裂期，DNA 分子双股螺旋全部旋紧、变粗、变短，成为一条条粗棒状的染色体（图 2-3）。因此，染色质与染色体实际上是不同功能状态下的同一种物质。人体细胞的染色体为 46 条，组成 23 对。其中 22 对为常染色体，形态在男女性都一样；另一对为性染色体，决定性别。性染色体在男性为 XY，在女性为 XX。染色体是遗传的物质基础。

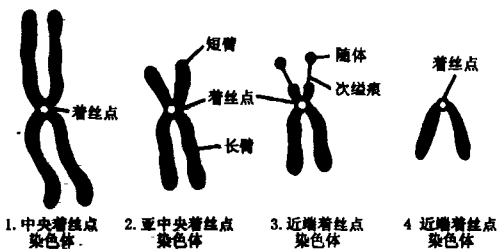


图 2-3 染色体形态模式图

四、细胞分裂

细胞分裂是细胞繁殖的方式。人类体细胞的分裂方式分为有丝分裂与无丝分裂两种。

(一) 有丝分裂

又称间接分裂，是细胞的主要分裂方式。分裂时，光镜下可见到细胞内的细丝，故称有丝分裂。有丝分裂是一连续的细胞变化过程，通常根据形态变化分为四个期：即前期、中期、后期和末期，各期之间无截然界限（图 2-4）。

1. 前期 是有丝分裂的开始阶段。核染色质由细丝状变短、增粗为染色体。染色体进一步形成纵列的、有着丝点处相连的两条染色单体。同时，部分核膜消失，核仁模糊不清。细胞质内已复制的两对中心粒开始向细胞两极移动、分开。在分向两极的中心粒间由许多纺锤体纤维相连，形成纺锤体。

2. 中期 此期核膜、核仁完全消失。中心粒已分向细胞的两极，纺锤体更发达，并穿过细胞中部。染色体变得更致密、更明显，并移至纺锤体的中段，排列在细胞的赤道板上。从细胞的一极观察时，染色体排列成放射状，每一染色单体的着丝点处都有纺锤体纤维附着。

3. 后期 所有纵裂的染色体完全分离，成为两个染色单体。各染色单体受纺锤体纤维的牵引，逐渐移至细胞的两极，所以细胞两极的染色单体与原来的染色体数目相等。此时相当赤道板部位的细胞膜出现环状缩窄，细胞质开始分裂。

4. 末期 细胞拉长，细胞膜进一步缩窄，逐渐将细胞质分体，纤维也随之消失，两个新的子细胞形成。同时，已进入细胞两极的 DNA 分子解螺旋化，逐渐松开，变成染色质。两个子细胞核形成，核仁又重新出现。至此，细胞完成有丝分裂全过程，并进入细胞间期。

(二) 无丝分裂

无丝分裂，又称直接分裂，是一种比较简单的细胞分裂方式。在无丝分裂中，核膜、核仁不消失。分裂开始时，细胞核变长，继之核膜出现绞窄，细胞核进一步拉长呈哑铃形，以后又逐渐分成两个细胞核，最后出现细胞质的分裂。

五、细胞周期

细胞周期又称细胞增殖周期，是指从这次细胞分裂后的新生细胞开始，到下一次细胞分

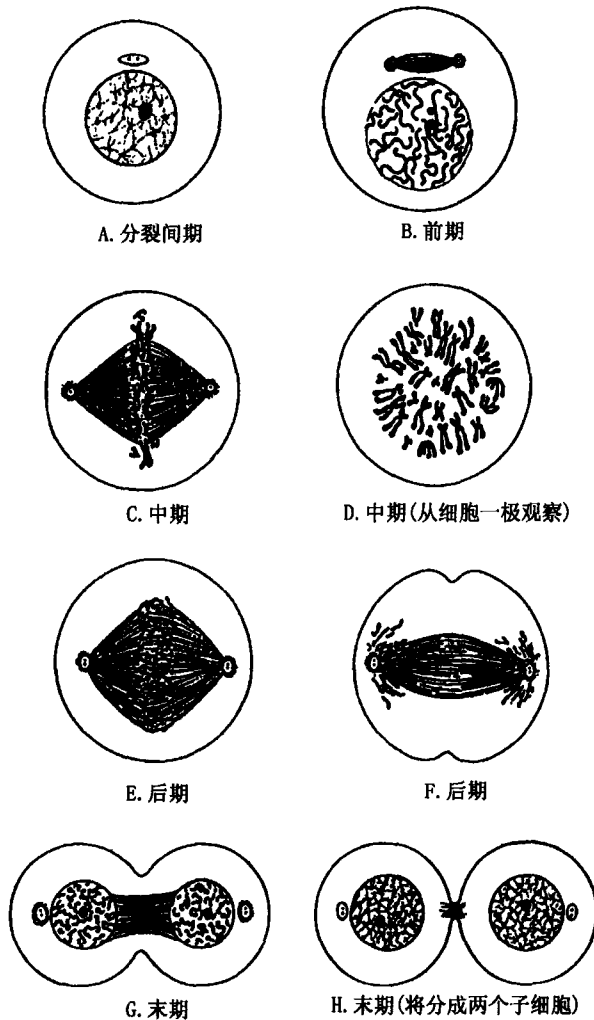


图 2-4 细胞有丝分裂模式图

裂结束为止，所经历的一段细胞生命历程。细胞周期分为两个阶段，即分裂间期与分裂期（图 2-5）。

### （一）分裂间期

约占整个细胞周期的 95%。在此期内，细胞核无明显形态学变化，但核内染色质则处于最活跃时期。除合成大量蛋白质等之外，染色体所含全部基因组的 DNA 也在进行复制。分裂间期，DNA 合成程序可分为三个阶段：即 DNA 合成前期、DNA 合成期与 DNA 合成后期。

1. DNA 合成前期 简称 G1 期，是从上一次细胞分裂完成到 DNA 开始复制的时期。此期主要为 DNA 复制物质准备，如合成必要的核苷酸、蛋白质和酶等。

2. DNA 合成期 简称 S 期，在此期主要进行 DNA 复制，如果此时干扰细胞的 DNA 复制，即可抑制细胞的分裂。一般 S 期持续时间约 6~8 小时。

3. DNA 合成后期 简称 G2 期，此期合成 RNA、蛋白质和其他物质，做好进入分裂期的准备。G2 期持续时间一般为 1~2 小时。

### （二）分裂期（M 期）

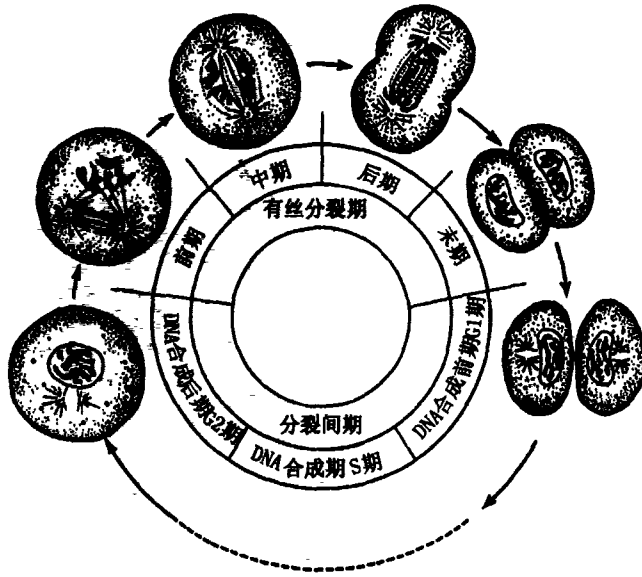


图 2-5 细胞周期示意图

此期比上述分裂所需时间短，约 50~100 分钟。细胞分裂能力强弱不等，分裂能力强的细胞通过细胞分裂，产生两个新的子细胞之后很快进入分裂间期。有的细胞则完全丧失分裂能力，称为终末细胞，如红细胞等。

## 第二节 基本组织

组织是由形态相似、功能相近的细胞和细胞间质组成。根据组织的结构和功能特点，分为上皮组织、结缔组织、肌组织和神经组织。他们是构成人体各器官的最基本成分。

### 一、上皮组织

上皮组织是由大量的细胞和少量细胞间质构成的膜状结构，简称上皮。上皮细胞具有极性，一端称游离面，朝向结缔组织的一端称基底面。游离面有时可见一些特化结构，如纤毛或纹状缘等。基底面与结缔组织之间有一层膜状结构称基膜。上皮组织内一般无血管，细胞获取营养及排出代谢废物均依赖于深层的结缔组织。上皮组织中通常分布着丰富的神经末梢，可感受各种刺激。

根据功能，上皮组织可分为被覆上皮和腺上皮。被覆上皮被覆于人体表面和体内管腔及囊的内表面，主要具有保护和吸收功能；腺上皮则以分泌功能为主。此外，某些上皮还特化为具有特殊感觉功能的上皮，如视觉上皮、味觉上皮等。

#### (一) 被覆上皮的分类、结构、功能和分布

根据上皮细胞排列的层次和形态结构，被覆上皮分为单层上皮和复层上皮。单层上皮又分为单层扁平上皮、单层立方上皮、单层柱状上皮和假复层纤毛柱状上皮。复层上皮又分为复层扁平上皮、复层柱状上皮和变移上皮。

1. 单层扁平上皮 由一层扁薄的细胞组成，含细胞核处略厚，不含核处很薄（图 2-6a）。从表面看细胞呈多边形，边缘呈锯齿状，彼此嵌合，细胞核扁圆形，位于细胞中央

(图 2-6b)。分布于心脏、血管和淋巴管内腔面的单层扁平上皮称为内皮。内皮表面光滑，可减少血液和淋巴的流动的阻力，也有利于内皮细胞内、外的物质交换。分布于胸膜、腹膜和心包膜等处的单层扁平上皮称为间皮。间皮表面湿润光滑，可降低内脏活动的摩擦力。

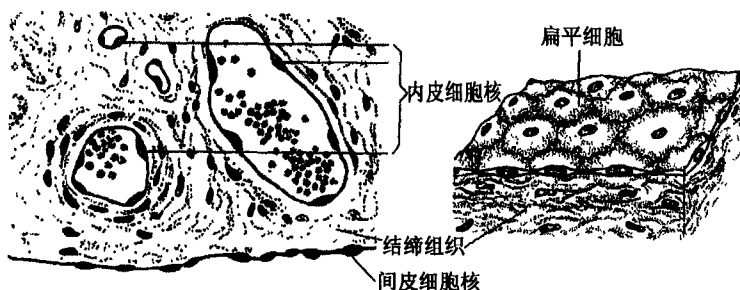


图 2-6 单层扁平上皮光镜结构模式图

2. 单层立方上皮 细胞呈立方形，细胞核圆形，居中。从表面看细胞呈六角形（图 2-7）。该类上皮主要分布在甲状腺、肾小管，具有分泌功能。

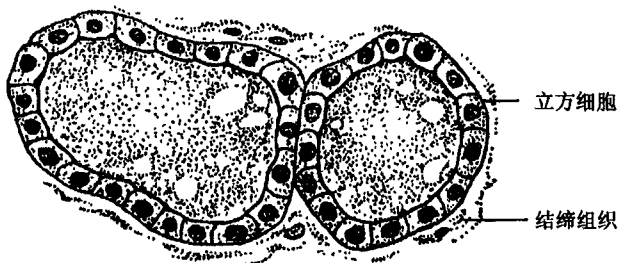


图 2-7 单层立方上皮光镜结构模式图

3. 单层柱状上皮 细胞垂直切面呈柱状，细胞核椭圆形，位于基底部。从表面看亦呈六角形（图 2-8）。这种上皮分布在胃、肠等处，主要具有吸收和分泌功能。肠道的单层柱状上皮中还散在分布有杯状细胞，该类细胞可分泌粘液，具有润滑和保护肠粘膜的作用。

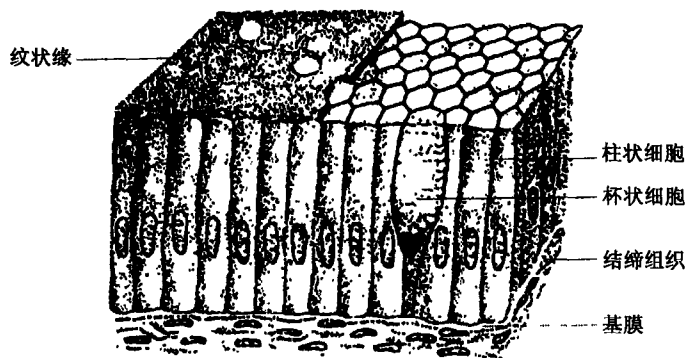


图 2-8 单层柱状上皮光镜立体结构模式图

4. 假复层纤毛柱状上皮 由柱状细胞、杯状细胞、梭形细胞和锥体形细胞组成。上述细胞的基底面均位于基膜上，但细胞高矮不一，只有杯状细胞和柱状细胞的游离面能与腔面接触，细胞核亦高低不等，故给人以复层的假象。在柱状细胞的游离面有纤毛（图 2-9）。主要分布于呼吸道粘膜表面，具有保护作用。

5. 复层扁平上皮 由多层细胞组成，基底层细胞附于基膜上，呈矮柱状，胞质嗜碱性