



医药卫生类专业“互联网+”精品教材

# 人体解剖学

RENTI JIEPOUXUE

主 编 李卫东



扫描二维码  
共享立体资源

人体解剖学

主  
编  
李卫东



中南大学出版社  
www.csupress.com.cn



中南大学出版社  
www.csupress.com.cn

# 目录

## 绪论 1

### 单元一 基本组织 6

- 任务一 上皮组织 6
- 任务二 结缔组织 10
- 任务三 肌组织 18
- 任务四 神经组织 21

### 单元二 运动系统 27

- 任务一 骨 27
- 任务二 骨连结 41
- 任务三 骨骼肌 51

### 单元三 消化系统 66

- 任务一 概述 66
- 任务二 消化管 69
- 任务三 消化腺 79
- 任务四 腹膜 83

### 单元四 呼吸系统 89

- 任务一 呼吸道 90
- 任务二 肺 95
- 任务三 胸膜与纵膈 99

### 单元五 泌尿系统 104

- 任务一 肾 105
- 任务二 输尿管 112
- 任务三 膀胱 113

任务四 尿道 114

## 单元六 生殖系统 116

任务一 男性生殖系统 116

任务二 女性生殖系统 123

## 单元七 脉管系统 133

任务一 心血管系统 134

任务二 淋巴系统 151

## 单元八 感觉器 158

任务一 视器 159

任务二 前庭蜗器 164

## 单元九 神经系统 174

任务一 概述 174

任务二 中枢神经系统 176

任务三 周围神经系统 202

任务四 脑和脊髓的传导通路 221

## 单元十 内分泌系统 229

任务一 垂体 230

任务二 甲状腺 232

任务三 甲状旁腺 234

任务四 肾上腺 235

## 第十一章 人体胚胎学概要 239

任务一 生殖细胞和受精 239

任务二 胚泡形成与植入 242

任务三 胚层的形成和分化 244

任务四 胎膜与胎盘 250

任务五 双胎、多胎和联体双胎 254

任务六 先天性畸形 255

## 参考文献 258

# 绪论

## 课程思政

### 科技是第一生产力，人才是第一资源，创新是第一动力

习近平在党的二十大报告中强调，必须坚持科技是第一生产力、人才是第一资源、创新是第一动力，深入实施科教兴国战略、人才强国战略、创新驱动发展战略，开辟发展新领域新赛道，不断塑造发展新动能新优势。要坚持教育优先发展、科技自立自强、人才引领驱动，加快建设教育强国、科技强国、人才强国，坚持为党育人、为国育才，全面提高人才自主培养质量，着力造就拔尖创新人才，聚天下英才而用之。

## 一、人体解剖学的概念、范围及分科

人体解剖学（human anatomy）是一门研究正常人体形态结构的科学，属于生物科学的形态学范畴。在医学领域，它是一门重要的基础课程，其任务是揭示人体各系统器官的形态、结构特征和相互关系等，为进一步学习后续的医学基础课程和临床、护理等课程奠定基础。医学中 1/3 以上的名词来源于解剖学。

解剖学又分为系统解剖学（systematic anatomy）和局部解剖学（topographic-anatomy）两类。系统解剖学是指按人体器官功能系统阐述人体器官的形态结构的科学。人体共包括九大系统：运动系统、呼吸系统、循环系统、泌尿系统、生殖系统、神经系统、内分泌系统、感觉系统和免疫系统。一般所说的人体解剖学就是指系统解剖学。局部解剖学是按人体的局部分区，研究各区域内器官和结构的形态位置、毗邻关系及层次结构的科学。人体从外形上可分成十个局部，每个局部又可细分为若干个小部分。重要的局部，分别是头部（颅部、面部），颈部（颈部、项部），背部，胸部，腹部，盆会阴部（后四个部分又合称为躯干部），左上肢部，右上肢部，左下肢部，右下肢部。

系统解剖学和局部解剖学主要通过肉眼观察机体的宏观结构，又称巨视解剖学





(macroanatomy)，即大体解剖学(gross anatomy)。细胞学、胚胎学和组织学主要通过显微镜观察机体的细微结构，又称微视解剖学(microanatomy)。

解剖学依据研究方法与目的的不同又可分为若干门类，如临床解剖学(clinical anatomy)、断层解剖学(sectional anatomy)、X线解剖学(X-ray anatomy)、外科解剖学(surgical anatomy)、运动解剖学(locomotive anatomy)、艺术解剖学(art anatomy)等。

细胞(cell)是构成人体的基本结构和功能单位。细胞与细胞之间存在细胞间质。细胞间质对细胞起着支持、保护、联结和营养作用，参与构成细胞生存的微环境。众多形态相似、功能相近的细胞与细胞间质组合成的细胞群体，称为组织(tissue)。人体的基本组织主要包括上皮组织、结缔组织、肌肉组织和神经组织。以一种组织为主体，几种组织有机地结合在一起，形成具有一定形态、结构和功能特点的器官(organ)。一系列执行某种同一功能的器官有机地联系在一起，形成具有特定功能的系统(system)，包括运动系统、消化系统、呼吸系统、泌尿系统、生殖系统、脉管系统、内分泌系统、感觉系统等。



### 课程思政

恩格斯曾说过“没有解剖学就没有医学”。解剖学是一门较古老的科学，在历史发展过程中，逐步形成了比较完整的体系，对现代医学的发展和进步至关重要。后人通过学习人体解剖学相关知识，坚定为人民群众服务，献身医学事业的信念。

## 二、人体解剖学的发展简史

解剖学是一门历史悠久的科学，在公元前500年我国的一部医学著作《黄帝内经》中，就已明确提出了“解剖”的认识方法，以及一直沿用至今的脏器的名称。在西欧古希腊时代，“医学之父”希波克拉底和哲学家亚里士多德都进行过动物实地解剖，并有论著。

第一部比较完整的解剖学著作当推古罗马医生盖伦的《医经》，书中有许多解剖学方面的记载，诸如血液运行，神经分布和脑、心等器官均清晰明确，但由于当时西欧禁止解剖人体，该书主要资料均为动物解剖观察所得，所以错误之处很多。宗教统治在一千多年中严重地阻碍了科学文化的进步，也严重地束缚了医学和解剖学的发展。

文艺复兴是欧洲历史上一场伟大的革命，“是一个产生学问上、精神上 and 性格上的巨人的时代”(恩格斯语)。在此时期，人民的聪明智慧在科学和艺术的创作中得到较充分的体现。达·芬奇堪称这一时代的代表人物，他不但以不朽的绘画流传后世，而且所绘的解剖学图谱，其精确细致即使今天也是令人叹为观止的。该时期，解剖学也涌现出一位巨匠——维扎里，他从学生时代，就冒着被宗教迫害的危险，执着地从事人体解剖实验，终于完成了巨著《人体构造》。该书共七册，不仅较系统地记述了人体各器官系统的形态和构造，还勇敢地摆脱了盖伦权威的束缚，纠正了盖伦许多错误的论点，从而使维扎里成为现代人体解剖学的奠基人。与维扎里同时代的一批解剖学者和医生，发现了一些人体的结构，如欧斯塔丘司、习尔维、瓦罗留、阿兰契、保塔罗等，以他们名字命名的结构至今仍保留在



解剖学的教科书中。17 世纪,英国学者哈维提出了心血管系统是封闭的管道系统的概念,创建了血流循环学说,从而使生理学从解剖学中分立出去。在显微镜发明之后,意大利人马尔匹基用其观察了动植物的微细构造,开拓了组织学的视野。18 世纪末,研究个体发生的胚胎学开始起步。19 世纪,意大利学者高尔基首创了镀银浸染神经元技术,西班牙人卡哈创立了镀银浸染神经元纤维法,他们因此而成为神经解剖学公认的两位创始人。

19 世纪末 20 世纪初,人体解剖学走到了烦琐地、孤立地、静止地描述人体形态结构的境地。部分学者感到彷徨和失望,认为解剖学已经成为“化石”,到了山穷水尽的地步,完全看不到发展的前景。而另一部分学者从辩证唯物主义的自然观出发,开始从机能解剖学、进化形态学和实验形态学等方面,寻求开拓的路径。

21 世纪以来,生物力学、免疫学、组织化学、分子生物学等向解剖学渗透,一些新兴技术如示踪技术、免疫组织化学技术、细胞培养技术和原位分子杂交技术等,在形态学研究中被广泛采用,使这个古老的学科焕发出青春的异彩,尤其是神经解剖学有了突飞猛进的发展。

随着计算机技术的发展,利用计算机图形图像技术与临床解剖学的结合,建立起的以真实人体数据为基础的计算机三维几何模型,称为虚拟人(virtual human)。这一概念最早是由美国科学家提出并投入研究的。我国科学家对“虚拟中国人”的研究处于世界领先地位。该技术在医学、航空、航天、建筑等各个领域的应用前景极为广阔。

### 三、人体解剖学的常用术语

为了正确描述人体结构的形态、位置以及它们之间的相互关系,必须制定公认的统一标准,即解剖学姿势和方位术语,初学者必须准确掌握这项基本知识,以便学习、交流。

#### (一) 解剖学姿势

解剖学姿势(anatomical position)即身体直立,两眼平视前方,上肢自然垂于躯干两侧,手掌朝向前方,双足并立,足尖朝前。描述任何结构时,均以此姿势为标准。

#### (二) 常用的方位术语

1. **上和下** 上和下是描述器官与结构距颅顶或足底的相对远近关系的术语。按照解剖学的姿势,近颅者为上,近足者为下。例如,眼位于鼻的上方,而口位于鼻的下方。在比较解剖学上,常用颅侧和尾侧作为对应名词,从而有利于人体和动物的描述与对比,尤其在描述人脑时,常用颅侧代替上,用尾侧代替下。

2. **前和后** 前和后是描述距身体前面或后面的相对距离关系的术语。距身体腹侧面近者为前,也称腹侧;而距身体后侧面近者为后,也称背侧。在描述手时,则常用掌侧和背侧。

3. **内侧和外侧** 内侧和外侧是描述人体各局部或器官、结构与人体正中矢状切面相对距离远近关系的术语。近正中矢状切面者为内侧,远离正中矢状切面者为外侧。

4. **内和外** 内和外是描述空腔器官相互位置关系的术语。近内腔者为内,远离内腔者为外。



5. 浅和深 浅和深是描述与皮肤表面相对距离关系的术语。近皮肤者为浅，远离皮肤者为深。

6. 四肢结构的方位 在描述四肢各结构的方位时，以接近躯干的一端为上，又称近侧；远离躯干的一端为下，又称远侧。根据前臂的尺骨与桡骨和小腿的胫骨与腓骨的排列关系，前臂的内侧又称尺侧，前臂的外侧又称桡侧，小腿的内侧又称胫侧，小腿的外侧又称腓侧。

### （三）轴和面

1. 轴（axis） 以解剖学姿势为准，可将人体设三个典型的互相垂直的轴（图 0-1）。

（1）矢状轴 矢状轴为前后方向的水平线。

（2）冠状轴 冠状轴为左右方向的水平线。

（3）垂直轴 垂直轴为上下方向与水平线互相垂直的垂线。

轴多用于表达关节运动时骨的位移轨迹所沿的轴线。



图 0-1 人体的轴和面

2. 面（plane） 按照轴线可将人体或器官切成不同的切面，以便从不同角度观察某些结构。典型的切面有如下几种。

（1）矢状面 矢状面为沿矢状轴方向将人体分为左右两部分的纵切面。通过人体的正中的面，称为正中矢状面。

（2）冠状面 冠状面为沿冠状轴方向将人体分为前后两部分的纵切面。

（3）水平面或横切面 水平面（或横切面）即沿水平线方向将人体分为上下两部分的切面。

器官的切面一般不以人体的长轴为准，而是以其本身的长轴为准，即沿其长轴所做



的切面叫作纵切面，而与长轴垂直的切面叫作横切面。

## 四、人体解剖学的学习方法

### （一）理论与实际相结合的观点

人体解剖学是一门形态学，形态描述多、名词多、偏重于记忆是其特点。因此，必须重视实验，把书本的理论知识与解剖标本和对模型等的观察结合起来，注重对活体的触摸和观察，学会运用图谱等形象教材，以达到正确、全面地认识人体形态结构的目的。

### （二）形态与功能相联系的观点

人体各器官都有其特定的结构和功能，二者相互依存，相互影响。器官的形态结构是功能的物质基础，功能的变化影响器官形态结构的改变，形态结构的变化也会导致功能的改变。

人类在劳动过程中，手从支持体重中解放出来，逐渐成为灵活地把握工具等适于劳动的器官，而人的下肢在维持直立行走中逐渐发育得比较粗壮。加强锻炼可使肌肉发达，长期卧床可使肌肉萎缩、骨质疏松。在解剖学的学习中，理解二者的这种关系，对于掌握人体器官结构的形态特征是非常重要的。

### （三）局部与整体相统一的观点

人体是由众多器官和系统组成的一个有机整体，任何一个器官或局部都是整体不可分割的一部分。局部器官与整体之间在形态、功能上是相互联系、相互影响的。而系统解剖学将一系列功能相似的器官归为一个系统。就系统内部各器官而言，首先要掌握其在形态、功能上的相似性，把握其共同特征；然后再根据各器官的自身形态、功能上的特点，加以区分。理解它们的异同点，有利于记忆，做到层次分明，条理清晰。

### （四）进化发展的观点

人类是由动物经过长期进化发展而来的，是种系发生的结果，而人体的个体发生反映了种系发生的过程。现代人类仍在不断发展变化中。人体器官的位置、形态和结构常出现变异或畸形。变异是指出现率较低，但对外观或功能影响不大的个体差异。畸形则指出现率极低，对外观或功能影响严重的形态结构异常。变异和畸形，有些是胚胎发育过程中的返祖（如多乳、有尾、毛人等）或进化（如手部出现额外肌）的表现，有些则是胚胎发育不全（如缺肾、无肢等）、发育停滞（如兔唇、隐睾、先天性心脏畸形等）、发育过度（如多指、多趾等）、异常分裂或融合（如双输尿管、马蹄肾等）或异位发育（如内脏反位）的结果。

人出生以后仍在不断发展，不同年龄、不同社会生活、不同劳动条件等，均可影响人体形态结构的发展。不同性别、不同地区、不同种族的人，以至于每一个个体均可有差异，这些是正常的普遍的现象。以进化发展的观点研究人体的形态结构，可以更好地认识人体。

# 单元一

## 基本组织

---

### 学习目标

1. 能说出疏松结缔组织的组成，血液的组成及正常值。
2. 会划分被覆上皮、神经元、结缔组织的类型。
3. 具有分析被覆上皮的分布、三种肌组织的结构特点的能力。

组织是由形态相似、功能相近的细胞联合在一起形成的细胞群。上皮组织、结缔组织、肌组织和神经组织构成了人体的四大基本组织。

### ■ 任务一 上皮组织

#### 【重点提示】 ◆ ...

1. 各种被覆上皮的分类，细胞的形态结构特点及其分布。
2. 解释内皮和间皮的概念。

上皮组织（epithelial tissue）简称上皮，由大量排列密集的细胞和细胞间质组成。其特点是：①细胞排列紧密，细胞间质少。②上皮细胞具有明显的极性，朝向体表或管腔的一面称为游离面，与深部结缔组织相连的一面称为基底面。③一般没有血管，其营养由深层的结缔组织提供。④有丰富的神经末梢。

上皮根据分布和功能的不同，可分为被覆上皮、腺上皮和腺、感觉上皮。本节只介绍被覆上皮、腺上皮和腺。





## 一、被覆上皮

被覆上皮（covering epithelium）广泛覆于人体的表面和衬在体内多种管、腔、囊壁的内面，有营养、保护等功能。

### （一）被覆上皮的类型

根据细胞的层数和形态不同，被覆上皮分为以下几种类型。

1. **单层扁平上皮** 细胞呈扁平形，细胞核呈扁圆形，位于细胞的中央（图 1-1），分布于血管、腹膜、肺泡壁及肾小囊等处。其中，分布在心血管和淋巴管腔面的单层扁平上皮称为内皮，有利于血液、淋巴流动（图 1-2）；分布在胸膜、腹膜和心包膜表面的单层扁平上皮称为间皮，可保持器官表面光滑，减少器官间的摩擦。

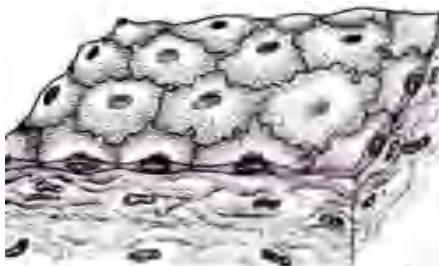


图 1-1 单层扁平上皮模式图

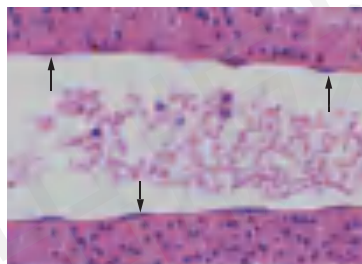


图 1-2 血管内皮

2. **单层立方上皮** 细胞呈立方形，细胞核呈球形，位于细胞的中央（图 1-3）。单层立方上皮分布于甲状腺滤泡、小叶间胆管和肾小管等处（图 1-4）。

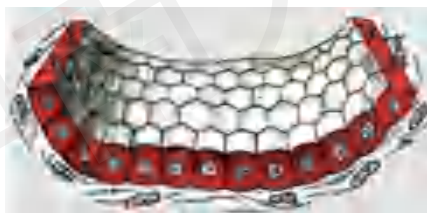


图 1-3 单层立方上皮模式图



图 1-4 单层立方上皮（甲状腺滤泡）

3. **单层柱状上皮** 细胞呈棱柱状，细胞核呈椭圆形，多位于细胞的基底部（图 1-5）。单层柱状上皮分布于胃、肠等处的内面（图 1-6、图 1-7）。

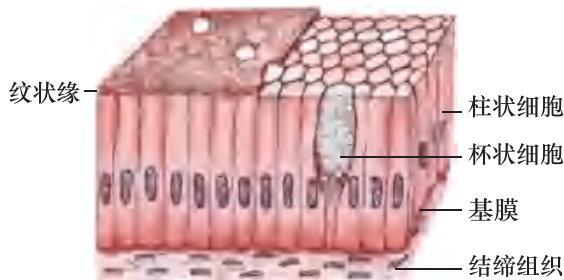


图 1-5 单层柱状上皮模式图

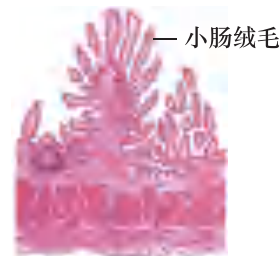
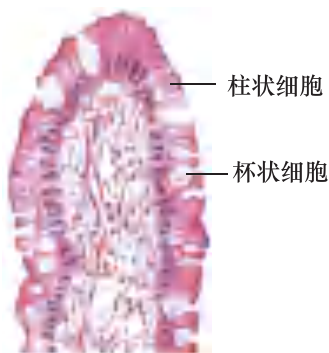


图 1-6 小肠绒毛（低倍）



假复层纤毛柱状上皮

图 1-7 小肠绒毛（高倍）

**4. 假复层纤毛柱状上皮** 假复层纤毛柱状上皮由柱状、梭形、锥体形和杯状细胞等构成，各型细胞核高低不一，但都在同一基底膜上，柱状细胞多且表面有纤毛。杯状细胞是单细胞腺体。假复层纤毛柱状上皮主要分布在呼吸道，有保护作用(图 1-8、图 1-9)。

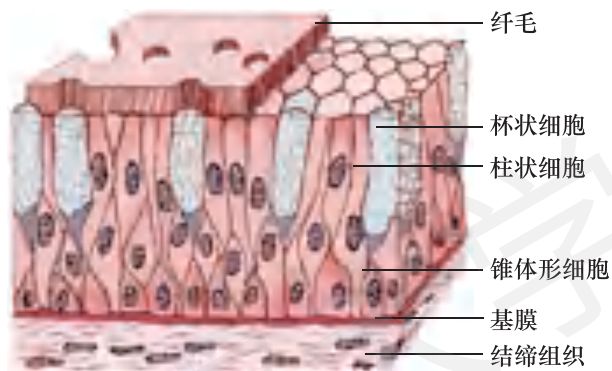


图 1-8 假复层纤毛柱状上皮模式图

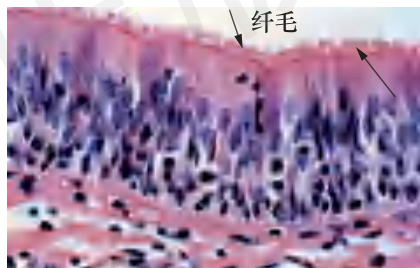


图 1-9 呼吸道上皮

**5. 复层扁平上皮** 复层扁平上皮由多层细胞组成，由浅入深包括扁平细胞、多边形细胞和矮柱状细胞。上皮表面形成角质层的为角化的复层扁平上皮，主要分布于皮肤的表层(图 1-10)；上皮表面不形成角质层的为未角化的复层扁平上皮，主要分布于口腔、食管和阴道的内面，具有保护作用(图 1-11)。

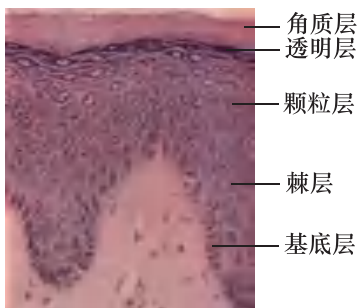


图 1-10 复层扁平上皮（角化）

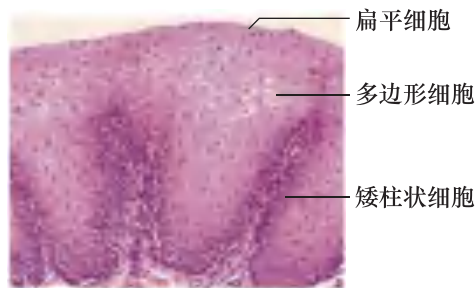


图 1-11 复层扁平上皮（未角化）

**6. 变移上皮** 变移上皮由多层细胞构成。变移上皮的特点是细胞形状和层数可随器官的空虚与扩张状态而变化。分布于膀胱、尿道等排尿管道(图 1-12)。



膀胱空虚时

膀胱充盈时

图 1-12 变移上皮

## (二) 被覆上皮的特殊结构

由于上皮组织各面的功能不同，常形成各种特殊的结构。

### 1. 上皮细胞的游离面

(1) 微绒毛 电镜下观察，位于上皮细胞游离面，由细胞膜和细胞质共同伸出的指状突起，称为微绒毛。微绒毛直径约  $0.1\mu\text{m}$ ，长度因细胞种类或细胞生理状态不同而有很大差异。光镜下所见小肠上皮细胞的纹状缘，即由密集的微绒毛整齐排列而成。微绒毛使细胞的表面积显著增大，从而扩大了细胞的吸收面积（图 1-13）。

(2) 纤毛 纤毛是上皮细胞游离面伸出的粗而长的突起，具有节律性定向摆动的能力。纤毛一般长  $5 \sim 10\mu\text{m}$ ，直径  $0.2\mu\text{m}$ 。许多纤毛的协调摆动，把上皮表面的黏液及其黏附的物质向一定的方向推送。呼吸道的假复层纤毛柱状上皮就是用这样的方式，把吸入的灰尘和细菌等推到咽部，以痰液的形式咳出（图 1-9）。

2. 上皮细胞的侧面 上皮组织的侧面是细胞的相邻面，细胞间隙很窄，主要以紧密连接、中间连接、缝隙连接和桥粒四种方式进行连接（图 1-14）。



图 1-13 豚鼠大肠黏膜上皮柱状细胞的微绒毛

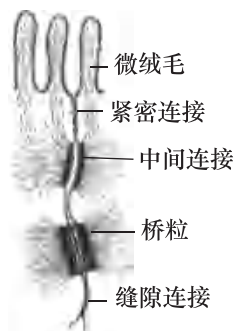


图 1-14 上皮细胞的细胞侧面（细胞连接模式图）

3. 上皮细胞的基底面 基膜又称基底膜，是上皮细胞基底面与深部结缔组织之间的一层薄膜。基膜的主要成分是糖蛋白。基膜对上皮细胞除起支持和连接作用外，还有利于上皮细胞与深部结缔组织之间进行物质交换。

## 二、腺上皮和腺

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





腺的分类：分泌物经导管排至体表或器官腔内的腺，称为外分泌腺，如汗腺、唾液腺等。有的腺没有导管，分泌物（称为激素）直接释放入血液，这种腺体称为内分泌腺（见单元十），如垂体、甲状腺、肾上腺等。本节只介绍外分泌腺的一般结构。

外分泌腺由分泌部和导管两部分组成。根据导管有无分支，外分泌腺可分为单腺和复腺。分泌部的形状有管状、泡状或管泡状。因此，外分泌腺的形态分为单管状腺、单泡状腺、复管状腺、复泡状腺和复管泡状腺等（图 1-15）。



图 1-15 外分泌腺

## ■ 任务二 结缔组织

### 【重点提示】◆ ...

1. 结缔组织的分类及其分布。
2. 血液的组成和各个组成成分在血液中的正常值及功能。

结缔组织（connective tissue）在体内分布范围很广，与上皮组织相比，结缔组织含有细胞少，但种类多，细胞间质多，且间质中含有基质和纤维，有连接、支持、营养、保护、修复和防御等功能。根据结构和功能的不同，结缔组织可分为呈纤维状的固有结缔组织，固态的骨和软骨，液态的血液。

### 一、固有结缔组织

固有结缔组织在体内分布范围非常广，一般伴随血管、淋巴管和神经分布到各组织器官内，组织和细胞通过它的基质中不断流动的组织液和血液进行物质交换。固有结缔组织包括疏松结缔组织、致密结缔组织、脂肪组织和网状组织四部分。

#### （一）疏松结缔组织

疏松结缔组织即蜂窝组织，特点是细胞种类较多，纤维数量较少，排列稀疏，分布于人体各种器官、组织和细胞之间。它有连接、支持、营养、修复和防御等功能（图 1-16）。

**1. 细胞** 疏松结缔组织的细胞种类较多，其形态、结构和功能各不相同。

（1）成纤维细胞 成纤维细胞是疏松结缔组织的主要组成细胞，是一种扁平有突



疏松结缔组织



起的细胞。细胞核较大，卵圆形，着色浅，核仁明显；胞质较丰富，呈弱嗜碱性。成纤维细胞处于静止状态时，细胞较小，呈长梭形，细胞核小而细长，着色深；胞质少，呈嗜酸性。在创伤等情况下，成纤维细胞被激活，向受损部位迁移，进入增殖状态，参与创伤组织的修复。

(2) 巨噬细胞 巨噬细胞属于免疫细胞，具有强大的吞噬功能，在机体防御疾病中发挥重要作用。巨噬细胞形态多样，随功能状态而改变。功能活跃者，常伸出较长的伪足使形态不规则。细胞核较小，呈圆形或肾形，着色深。细胞质丰富，多呈嗜酸性。巨噬细胞除具有强大的吞噬作用外，还具有活跃的分泌功能，能合成和分泌上百种生物活性物质，包括溶菌酶、补体、多种细胞因子等，参与机体的免疫应答。

(3) 浆细胞 浆细胞呈圆形或卵圆形；核圆，多偏于细胞一侧，染色质呈粗块状，从核中心向核膜呈车轮状分布。细胞质丰富，呈嗜碱性，核旁有一淡染区。浆细胞在病原微生物易于侵入的部位，如消化管、呼吸道及慢性炎症部位较多。合成和分泌免疫球蛋白即抗体，参与体液免疫。

(4) 肥大细胞 细胞呈圆形或卵圆形。核小而圆，染色深，位于中央。细胞质内充满粗大的分泌颗粒，颗粒呈嗜碱性，内有肝素和组织胺等活性物质，可被醛复红等染为紫色，颗粒易溶于水，所以在切片上很难被发现。肥大细胞常沿小血管分布，在身体与外界接触的部位，如皮肤、呼吸道和消化管的结缔组织内较多。肝素有抗凝作用；组织胺等活性物质与全身或局部的过敏反应有关。

(5) 脂肪细胞 细胞较大，圆形或卵圆形。细胞质中含有大量的脂肪滴，细胞核被挤到细胞的一侧。制作切片时脂肪滴常被溶解，细胞常呈空泡状。脂肪细胞合成和储存脂肪，参与脂质的代谢。

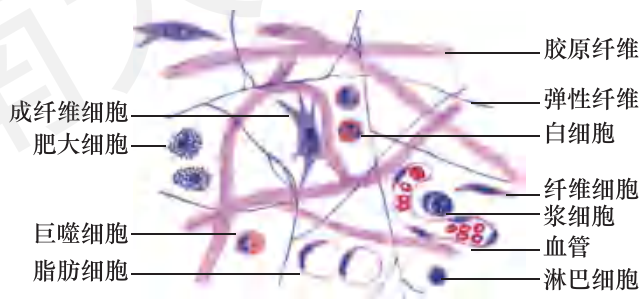


图 1-16 疏松结缔组织铺片模式图

## 2. 细胞间质 细胞间质含有大量纵横交织的纤维和基质。

(1) 纤维 纤维分散在基质中，交织成网，可分为三类：①胶原纤维。在三种纤维中，数量最多，新鲜时呈白色，又称白纤维。HE 染色呈粉红色，波浪状，纤维粗细不一。胶原纤维的韧性大，抗拉力强。②弹性纤维。含量较胶原纤维少，但分布很广。新鲜状态下呈黄色，因而又可称为黄纤维。在 HE 染色切片中，不易着色，用醛复红能将弹性纤维染成紫色。弹性纤维较细，富于弹性，与胶原纤维混合交织在一起，使疏松结缔组织兼有弹性和韧性，可使器官和组织保持形态与位置的相对恒定，又具有一定的可变性。③网状纤维。在三种纤维中数量最少，银染色被染成棕黑色，所以又称嗜银纤维。



纤维细短，分支多，多交织成网。网状纤维是构成网状组织的主要结构。

(2) 基质 基质是由蛋白多糖和结构性糖蛋白等大分子构成的无定形的胶状物，具有一定的黏性，分布于细胞和纤维之间，其内有组织液。组织液是组织和血液之间进行物质交换的媒介。

## (二) 致密结缔组织

致密结缔组织的成分与疏松结缔组织基本相同，细胞和基质都较少，胶原纤维多而且排列致密，分布于肌腱、韧带、皮肤（真皮）等处（图 1-17）。

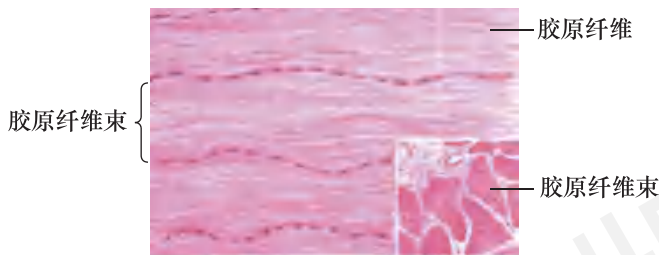


图 1-17 致密结缔组织模式图

## (三) 脂肪组织

脂肪组织由大量脂肪细胞构成，被少量的疏松结缔组织分隔成许多脂肪小叶，有白色脂肪组织和棕色脂肪组织之分。脂肪组织分布于皮下组织、系膜、网膜等处，具有储存脂肪、维持体温、缓冲、保护和填充等作用（图 1-18）。

## (四) 网状组织

网状组织由网状细胞、网状纤维和基质组成。网状细胞呈星状，可产生网状纤维。网状组织是造血组织和淋巴组织的基本组成成分，为血细胞发生和淋巴细胞发育提供适宜的微环境（图 1-19）。

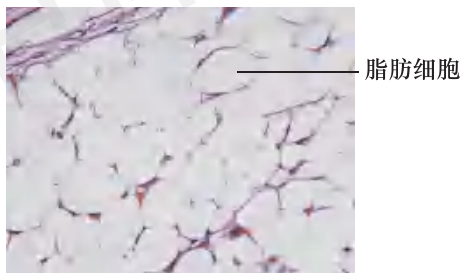


图 1-18 脂肪组织

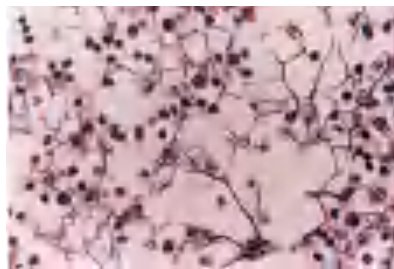


图 1-19 网状组织（淋巴结镀银染色）

# 二、软骨和骨

## (一) 软骨

软骨（cartilage）由软骨组织及其周围的软骨膜构成。软骨组织由软骨细胞和细胞间质构成。软骨膜为致密结缔组织膜，含有血管、淋巴管和神经，对软骨组织有营养、



保护和促进生长发育等作用。软骨是胚胎早期的主要支架成分，随着胎儿的发育逐渐被骨代替。此外，软骨对骨的发生和生长也有重要的作用。

### 1. 软骨组织的一般结构

(1) 软骨细胞 软骨细胞包埋在基质中，所在的腔隙叫作软骨陷窝。软骨细胞的形态与其发育程度有关。靠近软骨膜处的软骨细胞为幼稚细胞，靠近软骨中央的为成熟细胞。

(2) 细胞间质 细胞间质由纤维和无定形的基质构成。基质主要的成分为蛋白多糖和水。纤维埋在基质中，使软骨具有韧性和弹性。纤维的种类和含量因软骨类型而异。

2. 软骨的类型 根据软骨基质中纤维成分的不同，将软骨分为三种类型，即透明软骨、纤维软骨和弹性软骨。

(1) 透明软骨 透明软骨分布较广泛，包括肋软骨、喉、气管、支气管等处。纤维成分主要是少量交织排列的胶原纤维。新鲜时呈半透明状，所以称为透明软骨。透明软骨具有较强的抗压性及一定的弹性和韧性（图 1-20）。

(2) 纤维软骨 纤维软骨分布于椎间盘、关节盘及耻骨联合等处。有大量胶原纤维，平行或交叉排列，呈不透明的乳白色，韧性强大（图 1-21）。

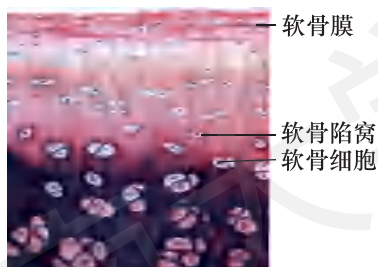


图 1-20 透明软骨

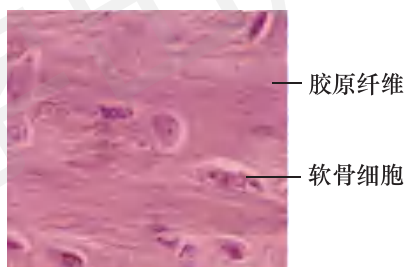


图 1-21 纤维软骨

(3) 弹性软骨 弹性软骨分布于耳郭、会厌等处。由大量弹性纤维交织成网，新鲜时呈不透明的黄色。弹性纤维具有很强的弹性（图 1-22）。

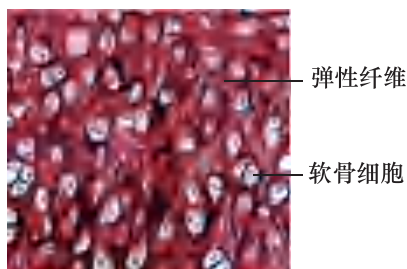


图 1-22 弹性软骨

## (二) 骨

骨 (bone) 是由骨组织、骨膜和骨髓等构成的坚硬器官，具有支持、运动和保护的作。骨组织是坚硬而有一定韧性的结缔组织，是骨的主要成分。体内 99% 的钙以钙盐



的形式沉积在骨组织中，所以骨是人体最大的钙储存仓库（图 1-23）。

### 1. 骨的组成 骨由大量钙化的细胞间质和骨细胞组成。

（1）细胞间质 细胞间质即骨基质，除少量的水以外，其余为有机质和无机质。

①有机质中 99% 为胶原纤维，其余是无定形的基质。有机质使骨有一定的韧性和强度。

②无机质又称骨盐，占干骨重量的 65%，以钙、磷为主。以细针状的羟基磷灰石结晶的形式存在。无机质使骨具有一定的硬度。钙化的骨基质即骨质，它呈板状排列，称为骨板，骨板是骨质的基本结构形式，它使骨质具有很强的支持作用，并能承受各个方向的压力。

（2）骨细胞 骨细胞是一种多突起的细胞，单个分散在骨板之间或骨板内。骨细胞之间含有少量组织液，可营养骨细胞，并排出代谢产物。骨细胞具有一定的溶骨和成骨作用，参与钙、磷的调节。

2. 骨的结构 由于骨板排列形式不同，骨组织有骨密质和骨松质两种形式。现以长骨为例说明其特点（图 1-24）。

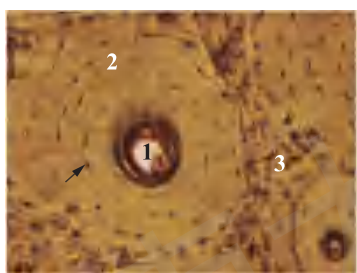


图 1-23 骨磨片

1——中央管  
2——骨板  
3——间骨板



图 1-24 长骨骨干立体结构模式图

（1）骨密质 骨密质结构致密，形成长骨的骨干和表层。骨板的排列有如下三种形式。①环骨板。环骨板呈环形，分为内环骨板和外环骨板，构成骨密质的内、外两层。

②骨单位。骨单位呈圆筒状，又称哈佛斯系统，是长骨骨干的主要结构单位，位于内环骨板和外环骨板之间，数量多。骨单位的中轴是一条纵行的小管，称为中央管，在中央管的周围有 10 ~ 20 层呈同心圆状排列的骨板。③间骨板。间骨板为散在分布于骨单位之间的环状不规则骨板。

（2）骨松质 骨松质是由许多细片或针状的骨小梁相互交织组成，呈海绵状，空隙内含有红骨髓、血管和神经。骨小梁由不规则的骨板和骨细胞构成，没有骨单位和间骨板。大多分布在长骨两端。

3. 骨的发生 骨由间充质发生，包括膜内成骨与软骨内成骨两种方式。膜内成骨是扁骨和不规则骨的发生方式。软骨内成骨是四肢骨和躯干骨的发生方式。

## 三、血液

血液（blood）是流动于心血管内的液态组织。血液约占体重的 7%，由血浆和血细





胞组成。

### (一) 血浆

血浆 (plasma) 相当于结缔组织的细胞间质, 约占血液容积的 55%, 其中 90% 是水, 其余为血浆蛋白 (白蛋白、球蛋白、纤维蛋白原)、无机盐、酶、激素、维生素和多种代谢产物等。去除了纤维蛋白原的血浆称为血清 (serum), 即血液凝固时析出的透明淡黄色液体。

### (二) 血细胞

血细胞 (blood cell) 约占血液容积的 45%, 包括红细胞、白细胞和血小板 (图 1-25)。通常采用瑞特染色或吉姆萨染色的血涂片, 进行光镜观察血细胞的形态结构。在正常生理情况下, 血细胞有一定的形态结构和相对稳定的数量。临床上对血细胞形态、数量、比例和血红蛋白含量的测定称为血常规。机体患病时, 血常规常有显著变化, 所以检查血常规对于了解机体状况和诊断疾病十分重要。

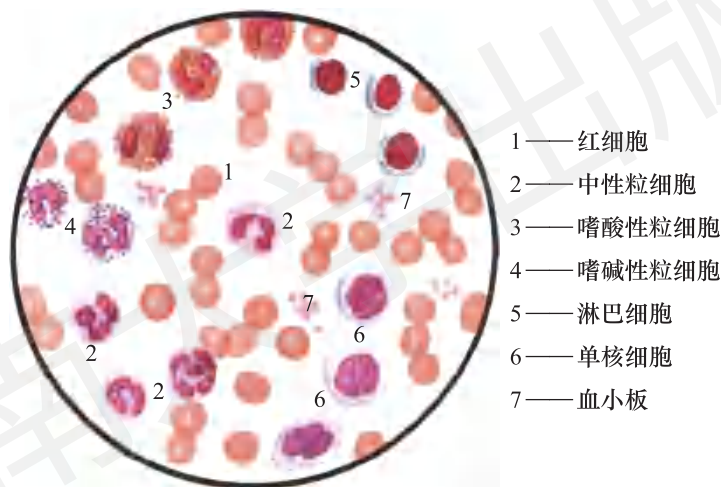


图 1-25 各种血细胞

**1. 红细胞 (red blood cell, RBC)** 红细胞是血液中数量最多的一种细胞。血液中红细胞的正常值有性别差异, 男性为  $(4.5 \sim 5.5) \times 10^{12}/L$ , 女性为  $(3.5 \sim 4.5) \times 10^{12}/L$ 。成熟的红细胞直径为  $7 \sim 8.5 \mu m$ , 呈双面凹的圆盘状, 没有细胞核和细胞器。胞质内充满大量的血红蛋白 (hemoglobin, Hb), 呈淡红色。血红蛋白是含铁的蛋白质, 约占红细胞重量的 33%。它具有结合与运输  $O_2$  和  $CO_2$  的功能, 从而完成气体交换。正常血红蛋白的含量, 男性为  $120 \sim 150 g/L$ , 女性为  $110 \sim 140 g/L$ 。红细胞的数量和血红蛋白的含量, 可随生理或病理状态的变化而改变。剧烈运动之后或长期居住在高原地区的人, 红细胞的数量会增加。一般红细胞或血红蛋白的数量低于正常值, 则为贫血。红细胞有一定的弹性和可塑性, 通过毛细血管时可改变形状。红细胞的寿命约为 120 天, 衰老的红细胞被肝、脾、骨髓等处的巨噬细胞所吞噬。

**2. 白细胞 (white blood cell, WBC)** 白细胞是无色有核的球形细胞, 体积比红





细胞大，具有变形运动能力，正常值为  $(4.0 \sim 10.0) \times 10^9/L$ 。在某些病理情况下，白细胞的数量可显著高于或低于正常值。根据细胞质内有无颗粒，可将白细胞分为有粒白细胞和无粒白细胞两种，前者又可分为中性粒细胞、嗜酸性粒细胞和嗜碱性粒细胞，后者可分为单核细胞和淋巴细胞两种。

(1) 中性粒细胞 中性粒细胞呈球形，细胞直径为  $10 \sim 12\mu m$ ，在白细胞中含量最高，占白细胞的  $50\% \sim 70\%$ 。细胞核有杆状或分叶状，可有  $2 \sim 5$  叶，叶间连有细丝，分叶越多越成熟；胞质中含有细小、分布均匀的淡紫色颗粒。颗粒分为两类：一类是较小的颗粒，数量较多，颗粒内含有碱性磷酸酶、溶菌酶等，有杀菌的作用；另一类是嗜天青颗粒，数量少，颗粒内含有溶酶体，能消化、分解被细胞所吞噬的异物。发生急性化脓性感染时数量明显增加。

中性粒细胞具有活跃的变形运动和吞噬功能。当机体某一部位受到细菌侵犯时，中性粒细胞能以变形运动穿出毛细血管，聚集到细菌侵犯部位，大量吞噬细菌，在吞噬过量的细菌后，因释放溶酶体酶而发生“自我溶解”，成为脓细胞，与破坏的细菌和组织碎片共同形成脓液。所以，中性粒细胞在体内起着重要的防御作用。

一般来说，中性粒细胞在循环血液中停留 8 小时左右即进入组织， $4 \sim 5$  天后即衰老死亡，或经消化道排出。

(2) 嗜酸性粒细胞 嗜酸性粒细胞呈球形，细胞直径为  $10 \sim 15\mu m$ ，占白细胞总数的  $0.5\% \sim 3\%$ 。细胞核分两叶。胞质中含有粗大的分布均匀的红色嗜酸性颗粒，颗粒壁中性粒细胞的颗粒稍大。颗粒内含有组胺酶、水解酶等，可以灭活肥大细胞和嗜碱性细胞所释放的组织胺与慢反应物质，从而减轻过敏反应。嗜酸性粒细胞可以吞噬抗原抗体复合物，并杀灭寄生虫。在发生过敏性炎症或寄生虫感染时数量明显增加。

(3) 嗜碱性粒细胞 嗜碱性粒细胞呈球形，细胞直径为  $10 \sim 12\mu m$ ，数量最少，占白细胞总数的  $0\% \sim 1\%$ 。胞核分叶或呈 S 形或形状不规则，着色较浅。胞质内含有大小不等、分布不均的嗜碱性颗粒，染成蓝紫色。颗粒内含有肝素和组胺，可被快速释放。肝素具有抗凝血作用，组胺可参与过敏反应。

(4) 单核细胞 单核细胞占白细胞总数的  $3\% \sim 8\%$ 。它是白细胞中体积最大的细胞，直径为  $14 \sim 20\mu m$ ，呈圆形或椭圆形；胞核形态多样，呈肾形、马蹄形或不规则形等，核常偏于一侧；染色质颗粒细而松散，着色较浅；胞质较多，呈弱嗜碱性，胞质中含有许多细小的嗜天青颗粒，使胞质染成深浅不匀的灰蓝色。颗粒内含有多种酶，可用来区分单核细胞和淋巴细胞。单核细胞具有活跃的变形运动、明显的趋化性和一定的吞噬功能。单核细胞是巨噬细胞的前身，它在血流中停留  $1 \sim 5$  天后，穿出血管进入组织间隙中，分化为巨噬细胞。

(5) 淋巴细胞 淋巴细胞占白细胞总数的  $20\% \sim 30\%$ ，细胞呈圆形或椭圆形，大小不等。分为大、中、小三种，直径为  $6 \sim 20\mu m$ ，小淋巴细胞数量最多。细胞核呈圆形，一侧常有凹陷，染色深，占细胞大部分；胞质少，被染成天蓝色。淋巴细胞可在抗原的刺激下，分化增殖为多种细胞。根据淋巴细胞的发生部位、表面特征、寿命长短和免疫功能的不同，可将淋巴细胞分为 T 细胞、B 细胞、杀伤 (K) 细胞和自然杀伤 (NK) 细



胞等四类。血液中的 T 细胞约占淋巴细胞总数的 75%，它参与细胞免疫；B 细胞占淋巴细胞总数的 10% ~ 15%，主要参与体液免疫。

**3. 血小板** 血小板在血液中的正常值是  $(100 \sim 300) \times 10^9/L$ 。血小板是骨髓巨核细胞脱落的细胞质碎块。在血涂片中，血小板的形状不规则，集结成群形成蓝紫色颗粒。血小板内无细胞核，但有线粒体、微丝和微管等细胞器，以及血小板颗粒和糖原颗粒等。血小板的功能是参与止血和凝血。血小板的寿命为 7 ~ 14 天。

### （三）血细胞的发生

各种血细胞都有一定的寿命，血细胞不断地衰老和死亡，由新生的血细胞不断补充，使外周血循环中的血细胞数量和质量保持动态平衡。血细胞的发生是造血干细胞增殖、分化直至成为各种成熟血细胞的过程。

**1. 发生部位** 血细胞最早发生在胚胎第 3 周的卵黄囊壁的血岛；第 6 周血岛的造血干细胞迁入肝内开始造血；第 4 个月脾内造血干细胞分化产生各种血细胞；胚胎后期至出生后，骨髓为人体主要的造血器官，产生红细胞系、粒细胞系、单核细胞系和巨核细胞 - 血小板系。

**2. 骨髓的结构** 骨髓位于骨髓腔内，分为红骨髓和黄骨髓。红骨髓有造血功能，黄骨髓为脂肪组织，通常所说的骨髓是红骨髓。红骨髓主要由造血组织和血窦构成。造血组织主要由网状组织和造血细胞组成。网状细胞和网状纤维作为造血组织的支架，网眼中充满不同发育阶段的各种血细胞、少量造血干细胞、巨噬细胞等。造血细胞赖以生长发育的环境称微环境。血窦由动脉毛细血管分支而成。血窦形状不规则，窦壁衬有内皮，内皮基膜不完整，呈断续状。血窦壁周围和血窦腔内的单核细胞和巨噬细胞，有吞噬清除血流中的异物、细菌和衰老死亡血细胞的功能。

**3. 造血干细胞和造血祖细胞** 造血干细胞是生成各种血细胞的原始细胞，又称多能干细胞。只能定向分化发育为某一类型的干细胞称造血祖细胞。造血干细胞在一定的微环境和某些因素的调节下，增殖分化为各类血细胞的祖细胞。人出生后，造血干细胞主要存在于红骨髓中，其次存在于脾、肝、淋巴结中，部分存在于外周血中。造血干细胞体积小，核相对较大，胞质富含核糖体。

**4. 血细胞发生的形态变化规律** 血细胞的发育过程可分为三个阶段：原始阶段、幼稚阶段（分早、中、晚三期）和成熟阶段。其形态变化具有一定的规律：①细胞由大变小，但巨核细胞则由小变大。②细胞核由大变小，红细胞的核最后消失，粒细胞的核由圆形逐渐变成杆状及分叶，但巨核细胞的核由小变大，呈分叶状。核内染色质由稀疏逐渐变粗密，核的着色由浅变深，核仁由明显逐渐消失。③胞质由少变多，胞质嗜碱性逐渐变弱，但单核细胞和淋巴细胞仍保持嗜碱性，胞质内的特殊结构，如粒细胞中的特殊颗粒、红细胞中的血红蛋白，都从无到有，并逐渐增多。④细胞分裂能力从有到无，但淋巴细胞仍保持很强的潜在分裂能力。



## ■ 任务三 肌组织

### 【重点提示】◆ …

1. 三种肌组织的微细结构特点。
2. 解释闰盘和横纹的概念。

肌组织 (muscle tissue) 主要由具有收缩功能的肌细胞构成。肌细胞间有少量的结缔组织、血管、淋巴管和神经。肌细胞细长呈纤维状, 又叫肌纤维, 细胞膜称肌膜, 细胞质称肌浆。肌浆内含有大量的肌丝, 肌丝是肌纤维收缩和舒张的物质基础。根据结构和功能及分布的不同, 肌组织分为骨骼肌、心肌和平滑肌三类。

### 一、骨骼肌

骨骼肌 (skeletal muscle) 大多数附着在骨骼上, 分布于躯干和四肢, 由许多平行排列的骨骼肌纤维组成。整块肌外面有一层致密结缔组织膜, 称肌外膜。它伸入肌肉内, 将肌肉分隔和包围成大小不等的肌束, 形成肌束膜。分布在每条肌纤维周围的少量结缔组织为肌内膜。各层结缔组织膜除有支持、连接、营养和保护肌组织的作用外, 还可以调整单个肌纤维、肌束及整块肌肉的活动。骨骼肌属于随意肌。

#### (一) 骨骼肌纤维的微细结构

骨骼肌纤维细长呈圆柱状。细胞核呈扁椭圆形, 数量非常丰富, 可多达几十个甚至几百个, 靠近肌膜。肌浆内含有沿肌纤维长轴排列的肌原纤维, 每条肌原纤维上都有明暗相间的带, 即横纹。明带又称 I 带, 暗带又称 A 带。暗带中央有一条浅色窄带, 称 H 带, H 带中央有一条深色的 M 线。明带中央有一条深色的 Z 线。相邻两条 Z 线之间的一段肌原纤维称为肌节。肌节是骨骼肌纤维结构和功能的基本单位 (图 1-26、图 1-27)。

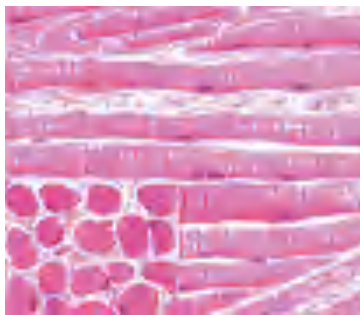


图 1-26 骨骼肌的微细结构

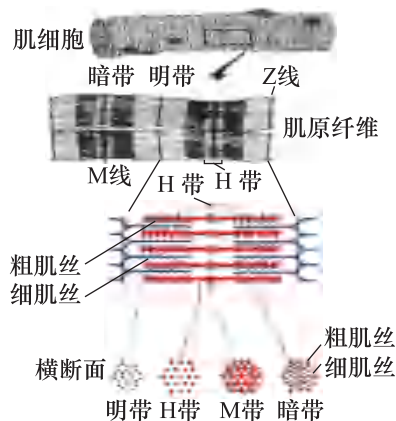


图 1-27 骨骼肌纤维的模式图



## （二）骨骼肌纤维的超微结构

**1. 肌原纤维** 电镜下观察，肌原纤维由粗肌丝、细肌丝有规律地平行排列而成，即横纹。粗肌丝位于肌节中部，两端游离，中央借 M 线固定。细肌丝位于肌节两侧，一端附着于 Z 线，另一端平行穿在粗肌丝之间，末端游离，止于 H 带的外侧。明带仅有细肌丝，H 带仅有粗肌丝，H 带两侧的暗带部分两种肌丝都有。肌纤维收缩时，肌节变短。

粗肌丝是由许多肌球蛋白分子有序排列组成的。细肌丝是由三种蛋白质分子组成的，即肌动蛋白、原肌球蛋白和肌原蛋白。后两种属于调节蛋白，在肌收缩中起调节作用。

**2. 横小管** 横小管或称 T 小管，是肌膜向肌浆内凹陷形成的管状结构，其走向与肌纤维长轴垂直，位于暗带与明带交界处。同一平面上的横小管分支吻合，环绕每条肌原纤维，可将肌膜的兴奋迅速传导至肌纤维内部。

**3. 肌浆网** 肌浆网是肌纤维中特化的滑面内质网，位于横小管之间。其中，纵行包绕在每条肌原纤维周围，故又称纵小管；两端膨大形成终池。每条横小管与两侧的终池组成三联体。肌浆网膜上有钙泵和钙通道，可调节肌浆中钙离子的浓度。钙离子在肌纤维的收缩过程中起重要作用。

## （三）骨骼肌纤维的收缩原理

目前认为，骨骼肌收缩的机制是肌丝滑动原理。肌纤维收缩时，细肌丝在粗肌丝之间向 M 线滑动，肌节缩短，肌纤维收缩（图 1-28）。

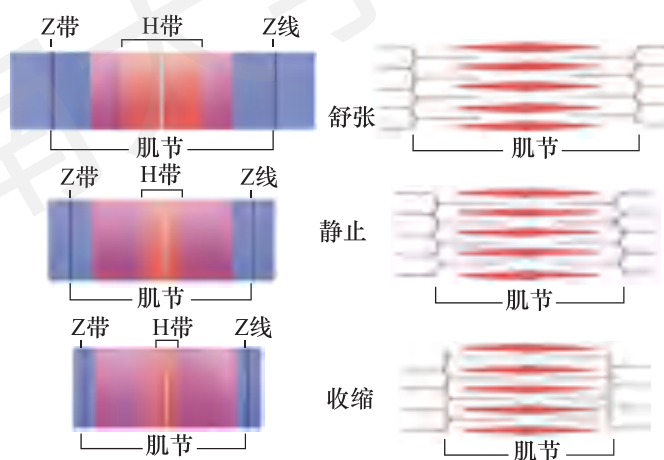


图 1-28 骨骼肌收缩时肌节变化的模式图

## 二、心肌

心肌（cardiac muscle）构成心壁，收缩具有节律性，不易疲劳，属于不随意肌。

### （一）心肌纤维的微细结构

心肌纤维是短柱状有分支的细胞，交织成网。相邻心肌纤维连接处染色较深，称闰



盘。心肌纤维一般只有一个核，核呈卵圆形，位于细胞中央。心肌纤维的肌浆较丰富，多聚在核的两端，肌浆内含有丰富的线粒体、糖原及少量脂滴。心肌纤维也有横纹，但不如骨骼肌纤维的明显（图 1-29、图 1-31）。

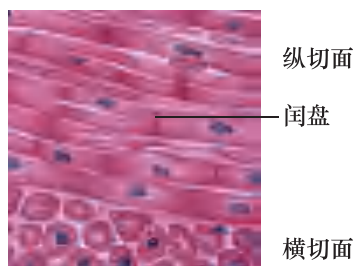


图 1-29 心肌的微细结构

## （二）心肌纤维的超微结构

电镜下观察，心肌纤维的结构与骨骼肌相似，也有粗细两种肌丝排列构成的肌节。心肌纤维的特点是：①肌原纤维粗细不等，界限不分明；②横小管较粗，位于 Z 线水平；③肌浆网稀疏，纵小管不发达，终池少而小，常见横小管与一侧的终池紧密相贴形成二联体；④闰盘位于 Z 线水平，除连接作用外，更便于细胞间信息的传递。

## 三、平滑肌

平滑肌（smooth muscle）广泛分布于内脏和血管壁，收缩缓慢而持久，不易疲劳，属于不随意肌。

## （一）平滑肌纤维的微细结构

平滑肌纤维细长呈梭形，细胞核位于细胞中央，无横纹。平滑肌纤维在不同的器官中长短差异较大（图 1-30、图 1-31）。

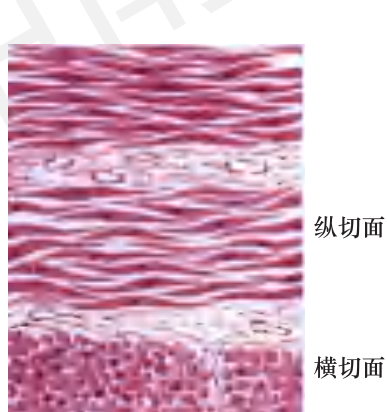


图 1-30 平滑肌的微细结构

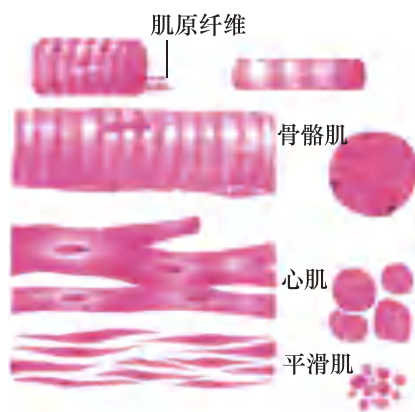


图 1-31 三种肌纤维的比较

## （二）平滑肌纤维的超微结构

平滑肌细胞内无肌原纤维。细胞内只有少量肌浆网，细胞收缩时 also 需从细胞外摄取





钙离子。平滑肌纤维多是成层排列的。相邻肌层的平滑肌纤维排列方向不同，肌层之间含有结缔组织、神经、血管等。相邻的肌纤维之间有缝隙连接，可以传递化学信息和神经冲动，有利于许多平滑肌纤维同时收缩，在功能上形成完整的整体。

## ■ 任务四 神经组织

### 【重点提示】◆ …

1. 神经元的形态结构特点及分类。
2. 解释概念：突触、神经纤维、神经末梢。

神经组织 (nerve tissue) 由神经细胞和神经胶质细胞组成。神经细胞也称神经元，有接受刺激、整合信息和传导冲动的能力。神经胶质细胞对神经元起支持、保护、营养和绝缘等作用。

### 一、神经元

神经元 (neuron) 形态不一，大小不等，分为胞体和突起两部分 (图 1-32)。

#### (一) 神经元的形态结构

**1. 胞体** 胞体是神经元的营养和代谢中心，主要位于大脑和小脑的皮质、脑干与脊髓的灰质以及神经节内，呈圆形、锥形、梭形和星形等。细胞核位于胞体中央，大而圆，染色浅，核仁大而清楚。

细胞质内有尼氏体和神经元纤维。尼氏体 (Nissl bodies) 光镜下为嗜碱性的颗粒或小块状结构 (图 1-33)。电镜下，尼氏体由发达的粗面内质网和游离核糖体构成，表明神经元具有活跃的蛋白质合成功能，主要合成神经递质所需的酶类、肽类及其他一些蛋白质。神经递质 (neurotransmitter) 是神经元向其他神经元或效应细胞传递化学信息的载体。神经元纤维在 HE 染色中不清楚，在镀银染色中，呈棕黑色细丝，交织成网，并伸入树突和轴突内。电镜下，其由神经丝和微管构成。神经丝是由神经丝蛋白构成的一种中间丝。神经元纤维除了构成神经元的细胞骨架外，还与物质运输等功能有关。

**2. 突起** 突起分为树突和轴突。

(1) 树突 每个神经元有一到多个树突，形如树枝状。其分支上常可见大量短小突起，称树突棘。树突的功能主要是接受刺激。树突和树突棘极大地扩展了神经元接受刺激的表面积。

(2) 轴突 每个神经元只有一个轴突，一般由胞体发出，短者只有几微米，长者可达 1 米以上。光镜下，胞体发出轴突的部位常呈圆锥形，称轴丘，轴丘内无尼氏体，



染色淡。轴突的主要功能是传导神经冲动。

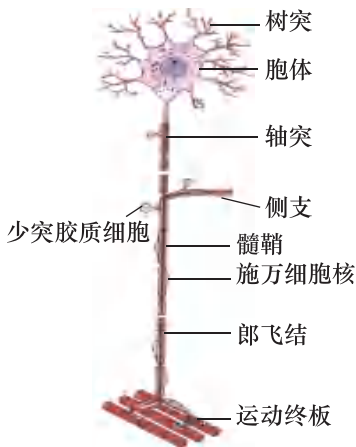


图 1-32 神经元结构模式图

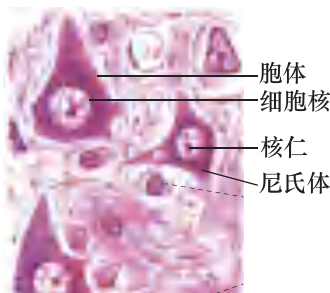


图 1-33 脊髓灰质横切面

## (二) 神经元的分类

1. 按神经元突起的数目分为三类  
(图 1-34)。

(1) 多极神经元 多极神经元有一个轴突和多个树突。

(2) 双极神经元 双极神经元有一个树突和一个轴突。

(3) 假单极神经元 假单极神经元从胞体发出一个突起，但在不远处呈 T 形分为两支。一支进入中枢神经系统，称为中枢突；另一支分布到周围器官，称为周围突。

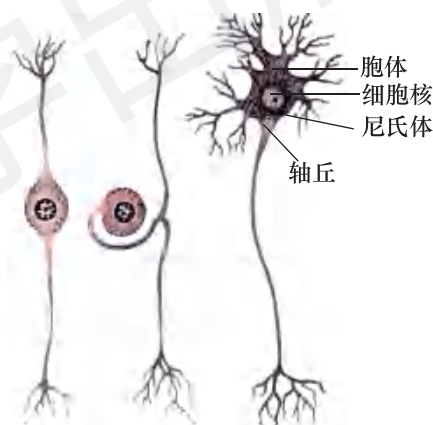
2. 按神经元的功能不同分为三类。

(1) 感觉神经元 感觉神经元即传入神经元，多为假单极神经元，可接受体内外的化学或物理性刺激，并将信息传向中枢。

(2) 运动神经元 运动神经元即传出神经元，一般为多极神经元，可将中枢产生的神经冲动传递给肌细胞或腺细胞，引起肌肉的收缩和腺体的分泌。

(3) 联络神经元 联络神经元即中间神经元，主要为多极神经元，位于前两种神经元之间，起信息加工和传递的作用。

3. 按神经元释放的神经递质不同分为胆碱能神经元、去甲肾上腺素能神经元等。



双极神经元 假单极神经元 多极神经元

图 1-34 神经元的分类



### （三）突触

突触（synapse）是神经元与神经元之间或神经元与效应细胞之间的连接方式，常见的是一个神经元的轴突与另一个神经元的树突或胞体连接，分别形成轴—树突触、轴—体突触等（图 1-35）。根据突触传递信息的方式可分为化学突触和电突触。前者以神经递质传递信息，后者以电流作为信息载体。

电镜下，突触由突触前成分、突触间隙和突触后成分三部分构成。突触前、突触后相对的细胞膜，分别称突触前膜和突触后膜；突触间隙指的是突触前膜和突触后膜间宽为 15 ~ 30nm 的狭小间隙（图 1-36）。

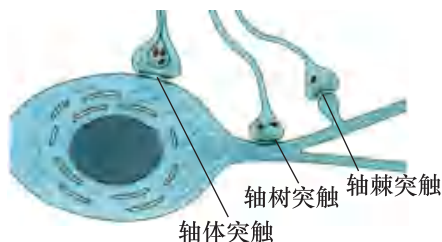


图 1-35 突触的种类

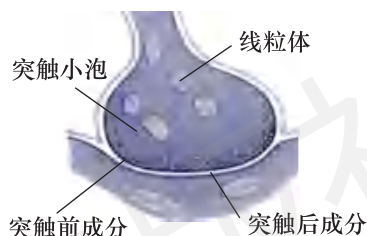


图 1-36 突触的超微结构

突触前成分内含许多突触小泡，突触小泡内含有神经递质，如乙酰胆碱等；突触后膜上有特异性的神经递质的受体及离子通道。当神经冲动传导到轴突末端时，可引起突触前膜上的  $\text{Ca}^{2+}$  通道开放， $\text{Ca}^{2+}$  由细胞外进入突触前部，迫使突触小泡移至突触前膜并与之融合，通过出胞作用释放小泡内容物到突触间隙。突触后膜上的受体与特异性神经递质结合后，膜内离子通道开放，改变突触后膜两侧的离子分布，使突触后神经元（或效应细胞）出现兴奋或抑制。突触的兴奋或抑制，取决于神经递质及其受体的种类。由于突触的存在，一个神经元可以把信息传递给许多其他神经元或效应细胞，同时一个神经元也可以接受来自许多其他神经元的信息。而在传递的过程中信息只能进行从突触前部到突触后部之间的单向传递。

## 二、神经胶质细胞

神经胶质细胞（neuroglia）广泛存在于神经元与神经元之间或神经元与非神经细胞之间，起支持、保护和绝缘等作用。其数量为神经元的 10 ~ 50 倍。根据所在的位置不同，将其分为中枢系统内的神经胶质细胞和周围神经系统内的神经胶质细胞两类。中枢神经系统内的神经胶质细胞有星形胶质细胞、少突胶质细胞、小胶质细胞和室管膜细胞。周围神经系统内的神经胶质细胞有施万细胞和卫星细胞（图 1-37）。

## 三、神经纤维

神经纤维（nerve fiber）是由神经元轴突及包绕着它的神经胶质细胞构成的。根据神经胶质细胞是否形成髓鞘，可将其分为有髓神经纤维和无髓神经纤维两类（图 1-38）。髓鞘是神经胶质细胞呈长卷筒状间断包裹轴突形成的鞘状结构。在周围神经系统中，相邻施万细胞的比邻处相对狭窄，称为郎飞结，相邻两个郎飞结之间的神经纤维称为结间



体。有髓神经纤维的神经冲动呈跳跃式传导，故传导速度快。无髓神经纤维因无髓鞘和郎飞结，神经冲动只能沿轴膜连续传导，故传导速度慢。

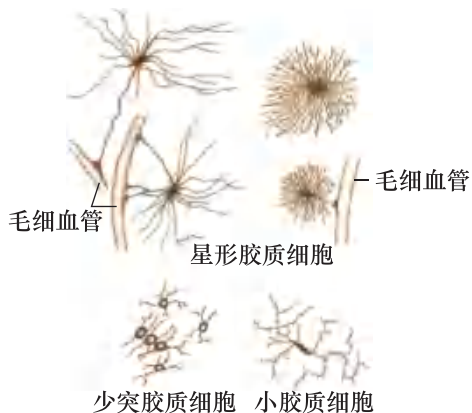


图 1-37 神经胶质细胞的种类

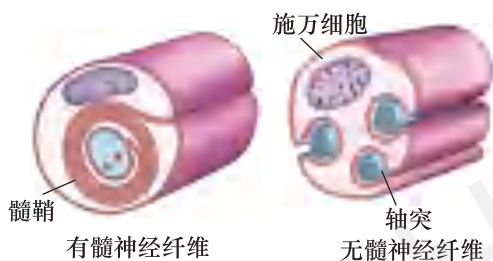


图 1-38 神经纤维的超微结构模式图

#### 四、神经末梢

神经末梢是周围神经纤维的终末部分，终止于全身组织和器官所形成的结构。按神经末梢功能不同分为感觉神经末梢和运动神经末梢两大类。

##### (一) 感觉神经末梢

感觉神经末梢是感觉神经元（假单极神经元）周围突的末端部分，该部分与其他结构共同形成感觉器（receptor），感觉器能接收体内外环境的各种刺激并转化为神经冲动，通过感觉神经纤维传给中枢。

1. 游离神经末梢 游离神经末梢由较细的有髓或无髓神经纤维的终末部分反复分支而成。其细支裸露，广泛分布在表皮、角膜和毛囊的上皮细胞之间，或分布在各种结缔组织内，能感受冷、热、轻触和痛的刺激（图 1-39）。

2. 有被囊的神经末梢 这种神经纤维的末端包有结缔组织被囊，常见的有：①触觉小体呈卵圆形，分布在皮肤真皮的乳头层，以手指掌侧皮肤内最多，产生触觉。②环层小体呈卵圆形或圆形，中央有一条均质状的圆柱体，周围有许多层同心圆排列的扁平细胞，广泛分布在皮下组织、腹膜、肠系膜、韧带和关节囊等处，感受压力和振动的刺激。③肌梭分布于骨骼肌内，呈梭形结构，属于本体感受器，感受肌张力（图 1-39）。

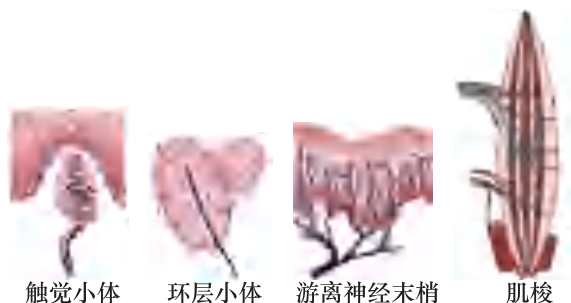


图 1-39 感觉神经末梢的种类



## （二）运动神经末梢

运动神经末梢是运动神经元的轴突在肌组织或腺体内的终末结构，能引起肌纤维的收缩或腺体的分泌，又称效应器（effector）。

**1. 躯体运动神经末梢** 躯体运动神经末梢分布于骨骼肌，是位于脊髓前角或脑干的运动神经元胞体发出的长轴突，在接近骨骼肌时失去髓鞘，其轴突反复分支，每一分支形成爪样，与骨骼肌纤维接触，接触部位呈椭圆形板状隆起，称为运动终板（motor end plate）。电镜下，运动终板的结构与化学性突触的结构相似（图 1-40）。

**2. 内脏运动神经末梢** 内脏运动神经末梢分布于心肌、各种内脏及血管的平滑肌和腺体等处。其神经纤维较细，无髓鞘，分支末段呈串珠样膨大，贴附于肌纤维表面或穿行于腺细胞之间，与效应细胞建立突触。

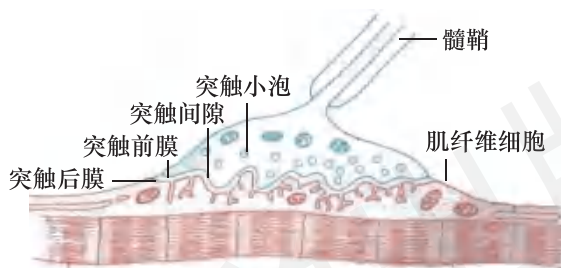


图 1-40 运动终板结构

## 思考与训练

### 一、选择题

- 关于被覆上皮的特点，下列选项错误的是（ ）。
  - 上皮与结缔组织之间有基膜
  - 细胞排列紧密，细胞间质少
  - 分布于体表和有腔器官的内表面
  - 上皮细胞有明显极性
  - 血管丰富
- 分布于呼吸道内表面的上皮是（ ）。
  - 单层扁平上皮
  - 单层柱状上皮
  - 单层立方上皮
  - 复层扁平上皮
  - 假复层纤毛柱状上皮
- 分布于关节面的结构是（ ）。
  - 致密结缔组织
  - 透明软骨
  - 弹性软骨
  - 纤维软骨
  - 疏松结缔组织





- ## 二、简答题

- 26