

全国高等学校配套教材

供基础、临床、预防、口腔医学类专业用

组织学与胚胎学 学习指导与习题集

第2版

主 编 邹仲之

全国高等学校配套教材
供基础、临床、预防、口腔医学类专业用

组织学与胚胎学 学习指导与习题集

第2版

主 编 邹仲之

编 者 (按姓名拼音为序)

董为人 (南方医科大学)

李 和 (华中科技大学同济医学院)

李继承 (浙江大学医学院)

刘 皓 (天津医科大学)

齐建国 (四川大学华西基础医学与法医学院)

王占友 (中国医科大学)

文建国 (中南大学湘雅医学院)

武玉玲 (山东大学医学院)

徐 晨 (上海交通大学医学院)

姚忠祥 (第三军医大学)

曾园山 (中山大学中山医学院)

钟翠平 (复旦大学上海医学院)

周 莉 (吉林大学白求恩医学院)

周国民 (复旦大学上海医学院)

邹仲之 (南方医科大学)

人 民 卫 生 出 版 社

图书在版编目 (CIP) 数据

组织学与胚胎学学习指导与习题集/邹仲之主编. —2版.
—北京: 人民卫生出版社, 2008. 6
ISBN 978-7-117-10145-5

I. 组… II. 邹… III. ①人体组织学—医学院校—教学参考资料②人体胚胎学—医学院校—教学参考资料 IV. R32

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 056106 号

组织学与胚胎学学习指导与习题集

第 2 版

主 编: 邹仲之

出版发行: 人民卫生出版社 (中继线 010-67616688)

地 址: 北京市丰台区方庄芳群园 3 区 3 号楼

邮 编: 100078

网 址: <http://www.pmph.com>

E - mail: pmph@pmph.com

购书热线: 010-67605754 010-65264830

印 刷: 北京市文林印务有限公司

经 销: 新华书店

开 本: 787×1092 1/16 印张: 9.75

字 数: 225 千字

版 次: 2004 年 11 月第 1 版 2008 年 6 月第 2 版第 3 次印刷

标准书号: ISBN 978-7-117-10145-5/R · 10146

定 价: 16.00 元

版权所有, 侵权必究, 打击盗版举报电话: 010-87613394

(凡属印装质量问题请与本社销售部联系退换)

目 录

第一部分 学习指导

第1章 组织学绪论.....	1	第15章 消化腺.....	31
第2章 上皮组织.....	2	第16章 呼吸系统.....	32
第3章 结缔组织.....	4	第17章 泌尿系统.....	34
第4章 血液.....	6	第18章 男性生殖系统.....	37
第5章 软骨和骨.....	9	第19章 女性生殖系统.....	38
第6章 肌组织.....	11	第20章 胚胎学绪论.....	40
第7章 神经组织.....	12	第21章 胚胎发生总论.....	40
第8章 神经系统.....	16	第22章 颜面和四肢的发生.....	44
第9章 眼和耳.....	17	第23章 消化系统和呼吸系统的 发生.....	45
第10章 循环系统.....	20	第24章 泌尿系统和生殖系统的 发生.....	47
第11章 皮肤.....	21	第25章 心血管系统的发生.....	49
第12章 免疫系统.....	23	第26章 神经系统、眼和耳的发生.....	50
第13章 内分泌系统.....	26		
第14章 消化管.....	29		

第二部分 习 题

第1章 组织学绪论.....	53	第5章 软骨和骨.....	63
第2章 上皮组织.....	53	第6章 肌组织.....	67
第3章 结缔组织.....	56	第7章 神经组织.....	70
第4章 血液.....	60	第8章 神经系统.....	73

第 9 章 眼和耳	76	第 21 章 胚胎发生总论	115
第 10 章 循环系统	80	第 22 章 颜面和四肢的发生	119
第 11 章 皮肤	84	第 23 章 消化系统和呼吸系统的 发生	121
第 12 章 免疫系统	86	第 24 章 泌尿系统和生殖系统的 发生	124
第 13 章 内分泌系统	90	第 25 章 心血管系统的发生	127
第 14 章 消化管	94	第 26 章 神经系统、眼和耳的发生 ...	131
第 15 章 消化腺	98	综合题	135
第 16 章 呼吸系统	102	试卷一 四川大学华西基础医学与 法医学院试卷	140
第 17 章 泌尿系统	104	试卷二 中南大学湘雅医学院试卷	144
第 18 章 男性生殖系统	108		
第 19 章 女性生殖系统	111		
第 20 章 胚胎学绪论	115		

第一部分

学习指导

第1章 组织学绪论

一、组织学的内容和意义

组织学是研究机体微细结构及其相关功能的科学,是在组织、细胞、亚细胞和分子水平上对机体进行的研究。组织是由细胞群和细胞外基质构成的。人体的组织可归纳为四大类型,即上皮组织、结缔组织、肌组织和神经组织,它们在胚胎时期的发生来源、细胞构成、形态特点及功能等方面,各具明显的特性。四大基本组织以不同的种类、数量和方式组合形成器官。细胞是机体结构与功能的基本单位,是组织的构成基础。不同的细胞有各自的亚细胞结构(也称超微结构)特点。所有的亚细胞结构又是由各种分子构成,其中的生物大分子,特别是核酸与蛋白质是决定细胞的形态和功能的关键因素。

组织学不仅使人们能深入了解自身的结构,也是生理学和病理学的重要基础。

二、组织学技术简介

1. 光镜技术 石蜡切片术的基本程序为:取材、固定、脱水、石蜡包埋、切片、染色、封片。最常用苏木精-伊红染色法

(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嗜碱性和嗜酸性。

2. 电镜技术 ①透射电镜术:用戊二醛与锇酸两次固定,脱水后树脂包埋,超薄切片后经醋酸铀和柠檬酸铅染色。密度大、吸附重金属多的结构呈暗像,即电子密度高;反之呈浅灰色,称电子密度低。②扫描电镜术:不需制备切片,用于显示标本表面的立体构像。

3. 组织化学术 为应用化学、物理、生物化学、免疫学或分子生物学的原理和技术,与组织学技术相结合而产生的技术,能在组织切片定性、定位地显示某种物质的存在与否,以及分布状态。

(1) 一般组织化学术:主要显示糖类(如PAS反应)、脂类、核酸和酶类。

(2) 免疫组织化学术:应用标记的特异性抗体和组织中相应的肽或蛋白质结合,然后通过显微镜观察标记物,而获知该肽或蛋白质的分布部位及相对含量。常用标记物有

荧光素、辣根过氧化物酶和胶体金。

(3) **原位杂交术**：即核酸分子杂交组织化学术，用于检测基因（DNA 片段）的有无，以及在转录水平检测基因的活性（mRNA）。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的原则，进行特异性原位结合，即杂交，然后通过标记物的显示和检测，而获知待测核酸的有无及相对量。

4. **放射自显影术** 旨在通过活细胞对放射性核素或其标记的物质的摄入，以显示该细胞的功能状态或该物质在细胞和组织内的代谢过程。

5. **图像分析术** 又称形态计量术，是应用数学和统计学原理对组织切片提供的平面图像进行分析，从而获得立体的组织和细胞内各种有形成分的数量、体积、表面积等

参数。根据连续的组织切片应用计算机进行三维重建，可以获得组织微细结构的立体模型，这部分内容称**体视学**。

6. **细胞培养术和组织工程** **细胞培养术**是把从机体取得的细胞在体外模拟体内的条件下进行培养的技术。培养条件包括适宜的营养、生长因子、pH、渗透压、O₂ 和 CO₂ 浓度、温度等，还须严防微生物污染。**组织工程**是用细胞培养术在体外模拟构建机体组织或器官的技术，旨在为器官缺损患者提供移植替代物。组织工程研究包括四个方面：①生长旺盛的细胞，也称种子细胞，多为干细胞；②细胞外基质，可用生物材料（如牛胶原）和无毒、可被机体吸收的人工合成高分子材料；③构建组织或器官，即把细胞置于细胞外基质中进行三维培养，并形成所需要的形状；④将构建物移植机体的方法。

第 2 章 上皮组织

上皮组织简称**上皮**，主要由密集排列的上皮细胞和极少量细胞外基质组成。上皮细胞具有明显的**极性**，即细胞的游离面、基底面和侧面在结构和功能上具有明显的差别。上皮基底面附着于基膜上，并借此与结缔组

织相连。上皮内大都无血管，所需营养物质从结缔组织透过基膜渗入上皮。上皮组织主要分为被覆上皮和腺上皮两大类，具有保护、吸收、分泌和排泄等功能。

一、被覆上皮

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 其他：肺泡和肾小囊
	单层立方上皮	肾小管等
	单层柱状上皮	胃、肠、胆囊、子宫等
	假复层纤毛柱状上皮	呼吸道等
复层 上皮	复层扁平上皮	未角化的：口腔、食管和阴道 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	肾盂、肾盂、输尿管和膀胱

二、腺上皮

腺上皮是由腺细胞组成的以分泌功能为主的上皮。腺是以腺上皮为主要成分的器官。分泌物经导管排至体表或器官腔内的腺，称**外分泌腺**。无导管，分泌物（为激素）释入血液的腺，称**内分泌腺**。

外分泌腺由分泌部和导管两部分组成。泡状和管泡状的分泌部常称**腺泡**。在消化、呼吸系统中的腺细胞一般可分为浆液性细胞和黏液性细胞两种。

浆液性细胞的核为圆形，位于细胞偏基底部；基底部胞质呈嗜碱性染色，顶部胞质含许多嗜酸性的酶原颗粒。电镜下可见胞质中有密集的粗面内质网、发达的高尔基复合体和分泌颗粒，这些都是蛋白质分泌细胞的超微结构特点。

黏液性细胞的核扁圆形，居细胞基底部；除在核周的少量胞质呈嗜碱性染色外，大部分胞质几乎不着色，呈泡沫或空泡状。电镜下可见基底部胞质中有一定量的粗面内质网，核上区有发达的高尔基复合体和极丰富的粗大黏原颗粒。杯状细胞是一种散在分布的黏液性细胞。

这两种腺细胞可以分别组成浆液性腺泡和黏液性腺泡，或共同组成混合性腺泡。而分泌部完全由浆液性腺泡构成的腺体，称**浆液性腺**，如腮腺；完全由黏液性腺泡构成的腺体称**黏液性腺**，如十二指肠腺；三种腺泡可共同组成**混合性腺**，如下颌下腺和舌下腺。在混合性腺泡中浆液性细胞常构成浆半月。在腺泡的外方，还可有扁平、多突起的肌上皮细胞，其收缩有助排出分泌物。

导管由单层或复层上皮构成，可将分泌物排至体表或器官腔内。有的导管上皮细胞还可分泌或吸收水和电解质。

三、细胞表面的特化结构

1. **微绒毛** 是上皮细胞游离面伸出的

微细指状突起。小肠上皮细胞的**纹状缘**即是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，有利于细胞的吸收功能。微绒毛的胞质中可有纵行的微丝，其收缩可使微绒毛伸长或变短。

2. **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。纤毛中央有两条单独的微管，周围有9组二联微管（即9+2结构），二联微管的一侧伸出两条短小的动力蛋白臂。动力蛋白具有ATP酶活性，分解ATP后动力蛋白臂附着于相邻的二联微管，使微管之间产生位移或滑动，导致纤毛整体的运动。

3. **紧密连接** 位于细胞的侧面顶端。在超薄切片上，此处相邻细胞膜形成约2~4个点状融合，融合处细胞间隙消失，非融合处有极窄的细胞间隙。用冷冻蚀刻复型法观察，在紧密连接处的膜内，蛋白颗粒排列成2~4条线性结构，它们又交错形成网格，带状环绕细胞，相邻的细胞连接面上，网格互相吻合，蛋白颗粒对接，封闭了细胞间隙。紧密连接可阻挡物质穿过细胞间隙，具有屏障作用。

4. **中间连接** 相邻细胞之间有15~20nm的间隙，内有中等电子密度的丝状物连接相邻细胞的膜，膜的胞质内面有薄层致密物质和微丝附着，微丝组成终末网。中间连接具有黏着作用，还可保持细胞形状和传递细胞收缩力。

5. **桥粒** 呈斑状连接，大小不等，此处细胞间隙宽20~30nm，其中有低密度的丝状物，间隙中央有致密的中间线，由丝状物质交织而成。细胞膜的胞质面有较厚的附着板，胞质中的角蛋白丝（张力丝）附着于板上，起固定和支持作用。桥粒像铆钉般把细胞牢固相连，在易受摩擦的皮肤、食管等部位的复层扁平上皮中尤其发达。

6. **缝隙连接**（通讯连接） 相邻细胞膜高度平行，细胞间隙仅约3nm，胞膜中有

许多规律分布的柱状颗粒,称连接小体,它们聚集为斑状。连接小体由6个连接蛋白分子围成,中央有直径约2nm的管腔。连接小体贯穿细胞膜的双层脂质,并突出于细胞表面,相邻两细胞膜中的连接小体对接,管腔通连,成为细胞间直接交通的管道。分子量小于1500D的物质,包括离子、cAMP等信息分子、氨基酸、葡萄糖、维生素等,可在相邻细胞间流通,使细胞在营养代谢、增殖分化和功能等方面成为统一体。

以上四种细胞连接,只要有二个或二个以上紧邻存在,则称**连接复合体**。

7. 基膜 是上皮细胞基底面与结缔组织之间共同形成的薄膜。在HE染色切片一般不能分辨。在电镜下,基膜分为**基板**和**网板**。基板由上皮细胞产生,主要成分有层粘

连蛋白、Ⅳ型胶原蛋白和硫酸肝素蛋白多糖等。网板由成纤维细胞产生,主要由网状纤维和基质构成。基膜除具有支持、连接和固着作用外,还是半透膜,有利于上皮细胞与深部结缔组织进行物质交换。基膜还能引导上皮细胞移动,影响细胞的增殖和分化。

8. 质膜内褶 是上皮细胞基底面的细胞膜垂直折向胞质形成的许多内褶,内含大量长杆状线粒体。质膜内褶主要见于肾小管,扩大了细胞基底部的表面积,有利于水和电解质的迅速转运。

9. 半桥粒 位于上皮细胞基底面,半桥粒为桥粒结构的一半,质膜内也有附着板,张力丝附着其上,主要作用是将上皮细胞固着在基膜上。

第3章 结缔组织

结缔组织由细胞和大量细胞外基质构成。其细胞外基质包括基质、纤维和组织液。细胞散在分布于细胞外基质内,无极性。狭义的结缔组织指疏松结缔组织和致密结缔组织,广义的结缔组织还包括脂肪组织、网状组织、血液、淋巴、软骨和骨。结缔组织具有连接、支持、营养、运输、保护等多种功能。

一、疏松结缔组织

疏松结缔组织的细胞种类较多,纤维较少,排列稀疏,广泛分布于器官之间和组织之间,具有连接、支持、防御和修复等功能。

1. 细胞

(1) **成纤维细胞**是疏松结缔组织中最主要的细胞。细胞较大,多突起;胞核较大,卵圆形,着色浅,核仁明显;胞质较丰富,

呈弱嗜碱性。电镜下,胞质富含粗面内质网和高尔基复合体。成纤维细胞主要合成和分泌:Ⅰ型和Ⅲ型胶原蛋白,构成胶原纤维和网状纤维;弹性蛋白,构成弹性纤维;蛋白多糖和纤维粘连蛋白,构成基质。

成纤维细胞功能处于静止状态时,称**纤维细胞**。在创伤等条件下,纤维细胞可转变为成纤维细胞,参与组织修复。

(2) **巨噬细胞**形态多样,随功能状态而改变,功能活跃者,常伸出较长的伪足而形态不规则。胞核较小,圆或肾形,着色深;胞质丰富,多呈嗜酸性,可含有异物颗粒和空泡。电镜下,细胞表面有许多皱褶和微绒毛,胞质内含大量溶酶体、吞噬体、吞饮泡和残余体。

当巨噬细胞周围出现细菌产物、炎症变性蛋白等物质时,巨噬细胞受刺激伸出伪足,沿这些化学物质的浓度梯度朝浓度高的

部位定向移动,聚集到产生这些化学物质的部位。巨噬细胞的这种特性称**趋化性**,而这类化学物质称**趋化因子**。巨噬细胞行使多种功能参与免疫应答。

a. **吞噬作用**:可分为特异性吞噬和非特异性吞噬。特异性吞噬的前提是有抗体等识别因子识别和黏附被吞噬物,如细菌和病毒等,然后,巨噬细胞通过其表面的抗体受体与识别因子特异性结合,而间接黏附被吞噬物,启动吞噬过程。非特异性吞噬无需识别因子中介,巨噬细胞直接黏附和吞噬碳粒、粉尘、衰老死亡的自体细胞和某些细菌等。形成的吞噬体与溶酶体融合,吞噬物被溶酶体酶分解。

b. **抗原提呈作用**:当巨噬细胞吞噬了蛋白质性抗原、在溶酶体内进行分解时,能够把其最特征性的分子基团(称**抗原决定基**)予以保留,与抗原提呈分子,即巨噬细胞自身的MHC-II类分子结合,形成抗原肽-MHC分子复合物,运输到细胞表面。当T淋巴细胞接触到抗原肽后,便受到激活,发生免疫应答。因此,巨噬细胞是一种**抗原提呈细胞**。

c. **分泌功能**:巨噬细胞能合成和分泌上百种生物活性物质,包括溶菌酶、补体和多种细胞因子。

(3) **浆细胞**呈卵圆形或圆形。核圆,多偏居细胞一侧,异染色质常成粗块状,从核中心向核被膜呈辐射状分布;胞质丰富,呈嗜碱性。电镜下,其胞质内含大量平行排列的粗面内质网。浆细胞合成与分泌**免疫球蛋白**,即**抗体**。抗体能与抗原特异性结合,从而抑制或杀灭细菌和病毒,促进巨噬细胞对抗原的吞噬。

(4) **肥大细胞**较大,圆或卵圆形。核小而圆,染色深,位于中央;胞质内充满粗大的嗜碱性分泌颗粒,颗粒内含**肝素**、**组胺**、**嗜酸性粒细胞趋化因子**等。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。当肥大细胞受到刺激时,大量释放颗粒内物质(脱颗粒),同时,胞质内还合成**白三烯**释放。这些物质可引起荨麻疹、哮喘、休克等病症,统称**过敏反应**。

(5) **脂肪细胞**体积大,常呈圆球形或多边形。胞质被一个大脂滴挤到细胞周缘,成为很薄的一层包绕脂滴,核被挤压成扁圆形,位于细胞一侧。脂肪细胞可合成和贮存脂肪,参与脂类代谢。

(6) **未分化的间充质细胞**形态与纤维细胞相仿,在创伤修复时可增殖分化为成纤维细胞、内皮细胞和平滑肌细胞。

(7) **白细胞** 血液内的中性粒细胞、嗜酸性粒细胞、淋巴细胞游走进入结缔组织内,行使防御功能。

2. 纤维

(1) **胶原纤维**的数量最多,呈嗜酸性,粗细不等,有分支并交织成网。电镜下,胶原纤维由更细的**胶原原纤维**构成,其生化成分为**I型胶原蛋白**。胶原纤维的韧性大,抗拉力强。

(2) **弹性纤维**在HE染色切片中着色淡红。弹性纤维很细,有分支交织成网。电镜下,弹性纤维的核心部分由均质的**弹性蛋白**组成,外周覆盖**微原纤维**。弹性纤维富于弹性,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,有利于所在器官和组织保持形态和位置的相对恒定,又具有一定的可变性。

(3) **网状纤维**分支多,交织成网,主要由**III型胶原蛋白**构成。网状纤维主要存在于网状组织。

3. **基质** 是由蛋白多糖和纤维粘连蛋白等生物大分子构成的无定形胶状物,内含组织液。

(1) **蛋白多糖**又称黏多糖,为基质的主要成分,是由多糖分子与蛋白质结合成的复合物。多糖分子包括**硫酸软骨素**、**硫酸角质**

素、硫酸肝素和透明质酸。大量蛋白多糖聚合体形成有许多微小孔隙的分子筛，小于孔隙的水和营养物、代谢产物、激素、气体分子等可以通过，大于孔隙的大分子物质和细菌等不能通过，使基质成为限制细菌等有害物质扩散的防御屏障。

(2) 纤维粘连蛋白为粘连性糖蛋白，其表面具有与多种细胞、胶原及蛋白多糖相结合的部位，因此是将这三种成分有机连接的媒介；对于细胞的分化和迁移也具有一定作用。

(3) 组织液：在毛细血管动脉端，溶解有电解质、单糖、气体分子等小分子的水通过毛细血管壁，渗入基质内，成为组织液。组织液的大部分经毛细血管静脉端回到血液中，小部分进入毛细淋巴管成为淋巴。组织液不断更新，利于血液与组织中的细胞进行物质交换。

二、致密结缔组织

致密结缔组织的纤维成分多，纤维粗大，排列致密，以支持和连接为主要功能。

1. 规则致密结缔组织 主要构成肌腱和腱膜，其大量密集的胶原纤维顺着受力方向平行排列成束，纤维束之间有腱细胞，为

一种形态特殊的成纤维细胞。

2. 不规则致密结缔组织 主要见于真皮、硬脑膜、巩膜及许多器官的被膜，粗大的胶原纤维纵横交织、形成致密的板层结构，纤维之间含少量基质和成纤维细胞。

3. 弹性组织 是以弹性纤维为主的致密结缔组织。粗大的弹性纤维或平行排列成束，如项韧带和黄韧带，以适应脊柱运动；或编织成膜状，如弹性动脉的中膜，以缓冲血流压力。

三、脂肪组织

脂肪组织由大量脂肪细胞构成，被疏松结缔组织分隔成小叶。主要分布在皮下、网膜和系膜，具有贮存能量、维持体温、保护和填充等作用。

四、网状组织

网状组织由网状细胞和网状纤维构成。网状细胞是有突起的星形细胞，相邻细胞的突起连接成网。网状纤维由网状细胞产生，纤维交织成网，网状细胞依附其上。网状组织不单独存在，而是构成造血组织和淋巴组织的支架。

第 4 章 血 液

血液由红细胞、白细胞、血小板和血浆所组成。血细胞约占血液容积的 45%，血浆占 55%。血细胞形态、数量、百分比和

血红蛋白含量的测定结果称血象（表 4-1）。患病时，血象常有显著变化，对诊断疾病有重要价值。

表 4-1 血细胞分类和计数的正常值

血细胞	正常值	血细胞	正常值
红细胞	男：(4.0~5.5) × 10 ¹² / L 女：(3.5~5.0) × 10 ¹² / L	嗜酸性粒细胞	0.5%~3%
白细胞	(4.0~10) × 10 ⁹ / L	嗜碱性粒细胞	0%~1%
白细胞分类		单核细胞	3%~8%
中性粒细胞	50%~70%	淋巴细胞	25%~30%
		血小板	(100~300) × 10 ⁹ / L

一、红细胞

红细胞呈双凹圆盘状，直径约 $7.5\mu\text{m}$ ，中央薄而边缘厚。红细胞无核，无细胞器，胞质内充满血红蛋白。血红蛋白具有结合与运输 O_2 和 CO_2 的作用。红细胞膜固定于能变形的圆盘状的网架结构，即红细胞膜骨架上，因此红细胞具有形态的可变性，当它们通过毛细血管时，可改变形状。红细胞的膜中有血型抗原 A 和（或）血型抗原 B，构成人类的 ABO 血型抗原系统，在临床输血中具有重要意义。若错配血型，可导致红细胞膜破裂，血红蛋白逸出，形成溶血。

红细胞的寿命约 120 天。老化的红细胞在经过脾和肝脏时，被巨噬细胞吞噬清除。同时每天有大量新生红细胞从骨髓进入血液，这些细胞内尚残留部分核糖体，用煌焦油蓝染色呈细网状，故称网织红细胞，约占红细胞总数的 $0.5\%\sim 1.5\%$ 。

二、白细胞

根据白细胞胞质内有无特殊颗粒，可分为有粒白细胞和无粒白细胞。前者又分为中性粒细胞、嗜酸性粒细胞和嗜碱性粒细胞三种；后者则有单核细胞和淋巴细胞两种。

1. 中性粒细胞 直径 $10\sim 12\mu\text{m}$ 。核呈弯曲的杆状或分叶状，分叶核一般为 $2\sim 5$ 叶，以 $2\sim 3$ 叶者居多。当机体受细菌严重感染时，大量中性粒细胞从骨髓进入血液，杆状核与 2 叶核的细胞增多，称为核左移；若 $4\sim 5$ 叶核的细胞增多，称为核右移，表明骨髓的造血功能发生障碍。

中性粒细胞的胞质含有许多嗜天青颗粒和特殊颗粒，嗜天青颗粒是溶酶体，含有酸性磷酸酶、髓过氧化物酶和多种酸性水解酶类等，能消化吞噬的细菌和异物。特殊颗粒是一种分泌颗粒，内含溶菌酶、吞噬素，有杀菌作用。中性粒细胞有很强的吞噬细菌和异物的功能。

2. 嗜碱性粒细胞 直径 $10\sim 12\mu\text{m}$ ，核分叶，或呈 S 形或不规则形。胞质内含有嗜碱性颗粒。嗜碱性颗粒属于分泌颗粒，内含肝素、组胺、嗜酸性粒细胞趋化因子等，细胞基质内有白三烯。嗜碱性粒细胞参与过敏反应。

3. 嗜酸性粒细胞 直径为 $10\sim 15\mu\text{m}$ ，核多为 2 叶，胞质内充满粗大的嗜酸性颗粒。嗜酸性颗粒属于溶酶体，除含一般溶酶体酶外，还含有组胺酶、芳基硫酸酯酶以及阳离子蛋白。嗜酸性粒细胞可受嗜酸性粒细胞趋化因子的作用，移行至发生过敏反应的部位，释放组胺酶等物质，抑制过敏反应。嗜酸性粒细胞释放的阳离子蛋白，对寄生虫有杀灭作用。

4. 单核细胞 是体积最大的白细胞，直径为 $14\sim 20\mu\text{m}$ 。核呈肾形、马蹄铁形或扭曲折叠的不规则形，染色质颗粒细而松散，故着色较浅。胞质丰富，因弱嗜碱性而呈灰蓝色，内含许多嗜天青颗粒，即溶酶体。单核细胞进入结缔组织或其他组织，分化成巨噬细胞等具有吞噬功能的细胞。

5. 淋巴细胞 体内的淋巴细胞有大、中、小三型，血液中的淋巴细胞大部分为直径 $6\sim 8\mu\text{m}$ 的小淋巴细胞，小部分为直径 $9\sim 12\mu\text{m}$ 的中淋巴细胞。淋巴细胞的核为圆形，一侧常有浅凹，染色质浓密呈块状，胞质含大量游离核糖体，故呈强嗜碱性。根据淋巴细胞的发生来源、形态特点和免疫功能等方面的不同，可分为三类：胸腺依赖淋巴细胞，简称 T 细胞，产生于胸腺。骨髓依赖淋巴细胞，简称 B 细胞，产生于骨髓；B 细胞受抗原刺激后增殖分化为浆细胞，产生抗体。自然杀伤细胞，简称 NK 细胞，产生于骨髓。淋巴细胞是主要的免疫细胞，在机体防御疾病过程中发挥关键作用。

三、血小板

血小板呈双凸圆盘状，直径 $2\sim 4\mu\text{m}$ ；

当受到机械或化学刺激时,则伸出突起,呈不规则形。血小板中央部有蓝紫色的**血小板颗粒**,称颗粒区,周边部呈均质浅蓝色,称透明区。电镜下,血小板表面吸附有血浆蛋白,其中有多种凝血因子。透明区含有微管和微丝,参与血小板形状的维持和变形。颗粒区有特殊颗粒、致密颗粒和少量溶酶体。特殊颗粒内含血小板因子Ⅳ、血小板源性生长因子(PDGF)、凝血酶敏感蛋白等。致密颗粒内含5-羟色胺、钙离子、肾上腺素等。

血小板参与止血和凝血。当血管内皮破裂,血小板迅速释放颗粒内容物,黏附、聚集于破损处,形成血栓,堵塞破口、甚至小血管管腔。PDGF可刺激内皮细胞增殖和血管修复。血小板寿命为7~14天。

四、骨髓和血细胞发生

1. 骨髓的结构 骨髓分为红骨髓和黄骨髓,红骨髓是造血组织,黄骨髓为脂肪组织,通常所说的骨髓指红骨髓。红骨髓主要由造血组织和血窦构成。造血组织由网状组织、造血细胞和基质细胞组成。造血细胞赖以生长发育的环境称**造血诱导微环境**。骨髓内的巨噬细胞、成纤维细胞、网状细胞、骨髓基质干细胞、血窦内皮细胞等统称**基质细胞**,是造血微环境中的重要成分,它们起支持作用,并且分泌造血生长因子,调节造血细胞的增殖与分化。骨髓**血窦**的内皮细胞间隙较大,内皮基膜不完整,有利于成熟血细胞进入血液。

2. 造血干细胞和造血祖细胞 血细胞发生是造血干细胞在一定的微环境和某些因素的调节下,先增殖分化为各类血细胞的祖细胞,然后定向分化为各种成熟血细胞的过程。

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**,起源于人胚卵黄囊血岛,出生后,主要存在于红骨髓。造血干细

胞的形态类似小淋巴细胞,体积小,核相对较大,胞质富含核糖体。造血干细胞的特性是:①有很强的增殖潜能。②有多向分化能力,能分化形成不同的祖细胞。③有自我复制能力,即部分子代细胞仍具原有特性,故造血干细胞可终身保持恒定的数量。**髓性造血干细胞**可分化为红细胞系、粒细胞单核细胞系、巨核细胞系等细胞系的造血祖细胞;**淋巴性造血干细胞**可分化为各种淋巴细胞。

造血祖细胞是由造血干细胞分化而来的分化方向确定的干细胞,也称**定向干细胞**。红细胞系造血祖细胞,在红细胞生成素作用下生成红细胞。粒细胞单核细胞系造血祖细胞,是中性粒细胞和单核细胞共同的祖细胞,在机体发生炎症时,炎症部位的巨噬细胞释放的白细胞介素1能刺激骨髓中这两种细胞的增殖和释放入血。巨核细胞系造血祖细胞,需在血小板生成素作用下形成巨核细胞集落,最终产生血小板。

3. 血细胞发生过程的形态演变 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。其形态演变具有一定的规律:①胞体由大变小,但巨核细胞则由小变大。②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乃至分叶;但巨核细胞的核由小变大,呈分叶状。常染色质由多变少,核的着色由浅变深,核仁由明显渐至消失。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;胞质内的特殊结构或蛋白成分,如粒细胞的特殊颗粒、红细胞的血红蛋白,均从无到有,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。

红细胞系发生历经原红细胞、早幼红细胞、中幼红细胞、晚幼红细胞,后者脱去胞核成为网织红细胞,最终成为成熟红细胞。

粒细胞系发生:三种粒细胞虽有各自的造血祖细胞,但它们的发育过程基本相同,

都历经原粒细胞、早幼粒细胞、中幼粒细胞、晚幼粒细胞,进而分化为成熟的杆状核和分叶核粒细胞。

单核细胞系发生经过原单核细胞和幼单核细胞,变为单核细胞。

淋巴细胞系发生:一部分淋巴性造血干细胞经血流进入胸腺皮质,分化为T细胞,

一部分在骨髓内发育为B细胞和NK细胞。

巨核细胞-血小板系发生:原巨核细胞经幼巨核细胞,发育为巨核细胞。巨核细胞为8~32倍体,体积很大,呈不规则形,核大呈分叶状,胞质含大量血小板颗粒;而后胞质中出现大量分隔小管,将胞质分隔成许多小区,小区脱落后成为血小板。

第5章 软骨和骨

一、软骨

软骨组织由软骨细胞和软骨基质构成。软骨组织及其周围的软骨膜构成**软骨**。

1. **软骨组织** 软骨细胞包埋在**软骨陷窝**内。在软骨周边的为幼稚软骨细胞,较小,常单个分布。位于软骨中央的为成熟的软骨细胞,体积大,胞质弱嗜碱性,多为2~8个聚集在一起,它们由一个软骨细胞分裂而来,故称同源细胞群。电镜下可见软骨细胞有丰富的粗面内质网和高尔基复合体。软骨细胞产生软骨基质。

软骨基质即软骨的细胞外基质,由纤维和基质组成。基质呈凝胶状,主要成分是蛋白多糖,构成分子筛结构。软骨陷窝周围的基质含硫酸软骨素较多,HE染色呈强嗜碱性,称**软骨囊**。软骨内无血管,软骨基质具有良好的可渗透性,含大量组织液。纤维的种类因软骨类型而异。

2. **软骨膜** 分为两层,外层胶原纤维多,主要起保护作用;内层有较多**骨祖细胞**,可增殖分化为**成软骨细胞**,后者演变为软骨细胞。

3. **软骨的类型** ①**透明软骨**的纤维成分为胶原原纤维,构成肋软骨、关节软骨、呼吸道内的软骨等,具有较强的抗压性。

②**纤维软骨**含大量平行或交叉排列的胶原纤

维束,分布于椎间盘、关节盘及耻骨联合等处,韧性很强。③**弹性软骨**含大量弹性纤维,分布于耳廓、咽喉及会厌等处,有较强的弹性。

二、骨

1. **骨组织** 由细胞和钙化的细胞外基质组成。

骨基质简称**骨质**,即钙化的细胞外基质,包括有机成分和无机成分。有机成分包括大量胶原纤维和少量基质。无机成分又称**骨盐**,占干骨重量的65%,主要是**羟基磷灰石结晶**,呈细针状,沿胶原原纤维长轴排列并与之紧密结合。最初形成的骨质无骨盐沉积,称**类骨质**。钙化是无机盐有序地沉积于类骨质的过程。骨质呈板层状,称**骨板**。同一骨板内的纤维相互平行,相邻骨板的纤维则相互垂直,这种结构形式有效地增加了骨的强度。在长骨骨干,扁骨和短骨的表层,骨板层数多、排列规则,所有骨板紧密结合,构成**密质骨**。在长骨的骨髓和骨干内表面、扁骨的板障和短骨的中心等处,数层不甚规则的骨板形成针状或片状**骨小梁**,它们交织成为多孔的立体网格样结构,即**松质骨**。

骨组织的细胞有四种:

(1) **骨祖细胞**是骨组织的干细胞,位于

骨膜内层。细胞呈梭形，较小，胞质少。当骨生长、改建或骨折修复时，骨祖细胞增殖分化为成骨细胞。

(2) **成骨细胞**分布在骨组织表面，呈矮柱状，常单层排列。核圆形，胞质嗜碱性，电镜下可见大量的粗面内质网和高尔基复合体。成骨细胞产生骨基质的有机成分，形成类骨质；还释放**基质小泡**，小泡膜上有钙结合蛋白和碱性磷酸酶，在钙化过程中起重要作用，泡内有细小的钙盐结晶，释放后，以其为基础形成羟基磷灰石结晶。成骨细胞产生类骨质后，自身被包埋于其内，转变为骨细胞。

(3) **骨细胞**胞体小，呈扁椭圆形，多突起，单个分布于骨板内或骨板之间，相邻骨细胞的突起以缝隙连接相连。胞体所在的腔隙称**骨陷窝**，突起所在的腔隙称**骨小管**，骨小管互相通连。骨陷窝和骨小管内含少量组织液，可营养骨细胞。骨细胞具有一定的溶骨和成骨作用，参与调节钙、磷平衡。

(4) **破骨细胞**数量少，散在于骨组织边缘，体积很大，由多个血液单核细胞融合而成。细胞核6~50个，胞质嗜酸性，含大量溶酶体和线粒体。破骨细胞紧贴骨组织一侧有许多突起，构成皱褶缘，细胞在此释放水解酶和有机酸，溶解骨盐，分解骨有机成分。破骨细胞可吞噬解体的骨质成分，将其在细胞内进一步降解，表明破骨细胞具有很强的溶骨和吸收能力。

2. **长骨的结构** 长骨由骨干和骨骺两部分构成；表面覆有骨膜和关节软骨，内部为骨髓腔，含有骨髓。

骨干的内外表层分别有由密质骨构成的**内环骨板**和**外环骨板**，在中层形成大量**哈弗斯系统**和**间骨板**。骨干中有横向穿行的**穿通管**，内含血管和结缔组织，并有较多骨祖细胞。**哈弗斯系统**又称**骨单位**，为长柱状结构，是长骨中起支持作用的主要结构，由多层同心圆排列的**哈弗斯骨板**围绕**中央管**构

成。中央管内有血管和结缔组织，与穿通管相通。**间骨板**为骨单位之间、形状不规则的平行骨板，是骨生长和改建过程中**哈弗斯骨板**或**环骨板**未被吸收的残留部分。

骨骺主要由松质骨构成，其表面有薄层密质骨，关节面有关节软骨，为透明软骨。松质骨内的小腔隙和骨干中央的腔通连，共同构成**骨髓腔**。

骨膜是除关节面以外，骨内、外表面的结缔组织膜，分别称为**骨内膜**和**骨外膜**，但通常所说的骨膜指骨外膜。**骨外膜**分为内外两层，外层较厚，为致密结缔组织，有些胶原纤维束穿入骨质，称**穿通纤维**，起固定骨膜和韧带的作用。内层为薄层疏松结缔组织，富含骨祖细胞。**骨内膜**很薄，由一层扁平的骨祖细胞和少量结缔组织构成。骨膜能为骨的生长和创伤修复提供成骨细胞。

三、骨的发生

骨组织发生的基本过程为：①骨组织的形成。首先骨祖细胞增殖分化为成骨细胞，成骨细胞产生类骨质。成骨细胞被类骨质包埋后转变为骨细胞。然后类骨质钙化为骨质，从而形成了骨组织。②骨组织的吸收。骨组织形成的同时，原有骨组织的某些部位被破骨细胞分解吸收。骨组织的形成和吸收同时存在，处于动态平衡，保证骨的生长发育与个体的生长发育相适应。

骨的发生有两种方式，即**膜内成骨**和**软骨内成骨**。

1. **膜内成骨** 扁骨和不规则骨以此种方式发生。在将要成骨的部位，间充质首先分化为原始结缔组织膜，然后，间充质细胞分化为骨祖细胞，后者分化为成骨细胞。成骨细胞在此生成骨组织。

2. **软骨内成骨** 预先形成软骨雏形，然后在此基础上，软骨被替换为骨。四肢骨和躯干骨等以此种方式发生。长骨的成骨过程如下。

(1) 形成**软骨雏形**：在将要成骨的部位，间充质细胞聚集、分化形成骨祖细胞，后者分化为软骨细胞，产生软骨基质，于是形成外形与长骨相似的软骨雏形。

(2) 形成**骨领**：在软骨雏形中段，软骨膜内的骨祖细胞分化为成骨细胞，在软骨膜下形成领圈状薄层原始骨组织，即骨领，包绕软骨雏形中段。

(3) 形成**初级骨化中心与骨髓腔**：软骨雏形中央的软骨细胞凋亡，软骨基质钙化。骨膜中的血管连同破骨细胞、成骨细胞、和间充质细胞穿越骨领，进入退化的软骨区。破骨细胞分解退化的软骨。成骨细胞于残存的软骨基质表面成骨，形成以钙化软骨基质为中轴、表面附以骨组织的**过渡型骨小梁**。开始出现过渡型骨小梁的部位即为初级骨化中心。过渡型骨小梁之间为初级骨髓腔，间充质细胞在此分化为网状细胞，形成网状组织，当造血干细胞进入并繁殖，即成为骨髓。

初级骨化中心形成后，骨化将继续向软骨雏形两端扩展，过渡型骨小梁也被破骨细胞吸收，许多初级骨髓腔融合成一个较大的骨髓腔。

(4) 形成**次级骨化中心与骨骺**：一般在出生后数月或数年，在骨干两端的软骨中央出现次级骨化中心，成骨过程与初级骨化中心相似，最终由骨组织取代软骨，形成骨骺。骨骺与骨干之间的软骨层，称**骺板**。

3. 骨的生长 骨外膜中的骨祖细胞分化为成骨细胞，在骨干表面添加骨组织，使骨干变粗。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。骨的加长通过骺板的不断生长而实现。从骨骺端到骨干的骨髓腔，骺板依次分为四个区。

(1) **软骨储备区**：软骨细胞较小，分散存在。软骨基质呈弱嗜碱性。

(2) **软骨增生区**：软骨细胞增殖活跃，细胞为扁平形，同源细胞群成单行排列。

(3) **软骨钙化区**：软骨细胞变大变圆，退化死亡。软骨基质钙化，呈强嗜碱性。

(4) **成骨区**：成骨细胞在钙化的软骨基质表面成骨，构成条索状的过渡型骨小梁。破骨细胞在钙化的软骨基质和过渡型骨小梁表面进行破骨，从而骨髓腔向长骨两端扩展。

在17~20岁，骺软骨完全被骨组织取代，成为骺线。

第6章 肌 组 织

肌组织主要由具有收缩功能的肌细胞构成。肌细胞间有少量结缔组织、血管、淋巴管及神经。肌细胞呈细长纤维形，又称**肌纤维**。肌组织分骨骼肌、心肌和平滑肌三种，前两种属**横纹肌**。

一、骨骼肌

1. **骨骼肌纤维的光镜结构** 骨骼肌纤维呈长圆柱形，多核，核位于细胞膜下方。

在肌浆中平行排列的**肌原纤维**，上有相间排列的**明带（I带）**和**暗带（A带）**；暗带中央有**H带**，H带中央有**M线**，明带中央有**Z线**。相邻两条Z线之间的一段肌原纤维称**肌节**，由 $1/2I$ 带+A带+ $1/2I$ 带组成。肌节递次排列构成肌原纤维，是骨骼肌纤维结构和功能的基本单位。

2. 骨骼肌纤维的超微结构

(1) 肌原纤维由粗、细两种肌丝构成。

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，另一端伸至粗肌丝之间，末端游离，止于H带的外侧。细肌丝由**肌动蛋白**、**原肌球蛋白**和**肌钙蛋白**组成；粗肌丝由**肌球蛋白**组成。当肌丝滑动时，导致肌节、肌原纤维和肌纤维缩短。

(2) **横小管**是肌细胞膜向肌浆内凹陷形成的管状结构，在明、暗带相交处环绕每条肌原纤维，可将肌细胞膜的兴奋迅速传导至肌纤维内部。

(3) **肌浆网**是肌纤维中特化的滑面内质网，位于横小管之间。其中部纵行包绕一段肌原纤维，称纵小管；两端扩大呈扁囊状，称终池。每条横小管与两侧的终池组成**三联体**，在此部位将兴奋从肌细胞膜传递到肌浆网膜。肌浆网膜上有钙泵和钙通道，肌浆网具有贮存和释放 Ca^{2+} 的功能。

肌原纤维之间有大量线粒体、糖原与肌红蛋白。

骨骼肌中还有扁平、有突起的**肌卫星细胞**，附着在肌纤维表面。肌卫星细胞可增殖分化，参与肌纤维的修复。

二、心肌

心肌纤维呈不规则的短圆柱状，借分支互连成网，连接处形成**闰盘**。多数心肌

纤维有一个核，少数有双核，位于细胞中央。心肌纤维也呈周期性横纹。心肌纤维的超微结构与骨骼肌纤维相似，含粗、细肌丝及其组成的肌节。特点是：①肌原纤维的粗细不等、界限不很分明，肌原纤维间有极为丰富的线粒体。②横小管较粗，位于Z线水平。③肌浆网的纵小管稀疏，终池少而小，与横小管形成**二联体**。④闰盘的横位部分有中间连接和桥粒，使心肌纤维间的连接牢固；在纵位部分有**缝隙连接**，为细胞间电冲动的传导部位，使心肌的收缩和舒张同步化。

三、平滑肌

平滑肌广泛分布于消化管、呼吸道、血管等中空性器官的管壁内。

平滑肌纤维呈长梭形，中央有一个杆状或椭圆形的核，胞质嗜酸性，无横纹。细胞内无肌原纤维，可见大量**密斑**、**密体**、**中间丝**、**细肌丝**和**粗肌丝**。中间丝连接于密斑、密体之间，形成细胞骨架。细肌丝一端附着于密斑或密体，另一端游离，环绕在粗肌丝周围。平滑肌纤维的收缩也是以粗、细肌丝间的滑动为基础。平滑肌纤维间有较发达的**缝隙连接**，可传递信息分子和电冲动，引起相邻肌纤维的同步功能活动。

第7章 神经组织

神经组织由神经细胞和神经胶质细胞组成。**神经细胞**也称**神经元**，具有接受刺激、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

1. 神经元的结构 可分为胞体、树突和轴突三部分。

(1) **胞体**：是神经元的营养和代谢中心。核居中，大而圆，常染色质多，故着色