

医学笔记精要系列

YIXUE BIJI JINGYAO XILIE



组织胚胎学

笔记精要

徐雯 段婉茹 主编



这是一本**课堂**笔记

这是一本**速查速记**手册

这又是你的**专属**笔记



化学工业出版社

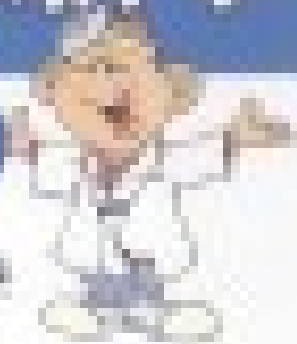
清华大学出版社
TSINGHUA UNIVERSITY PRESS



组织行为学

第2版

清华大学出版社 主 编



清华大学出版社

清华大学出版社

清华大学出版社



清华大学出版社

医学笔记精要系列
YIXUE BIJI JINGYAO XILIE



组织胚胎学

笔记精要

徐雯 段婉茹 主编



化学工业出版社

·北京·

这是一本课堂笔记——与统编教材配套，省去课堂笔记的记录时间，大大提高听课效率；

这是一本速查速记手册——采用知识点辅以图表的形式对组织胚胎学教材进行提炼、总结。供考前复习时参考。

这又是你的专属笔记——每页右侧的留白，你可以在此记下你的学习心得或补充新的知识点。

图书在版编目 (CIP) 数据

组织胚胎学笔记精要/徐雯, 段婉茹主编. —北京:
化学工业出版社, 2009. 4
(医学笔记精要系列)
ISBN 978-7-122-04899-8

I. 组… II. ①徐…②段… III. 人体组织学: 人体
胚胎学 IV. R329. 1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 026294 号

责任编辑: 赵玉欣 杨骏翼
责任校对: 凌亚男

文字编辑: 高霞
装帧设计: 刘丽华

出版发行: 化学工业出版社

(北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 装: 北京云浩印刷有限责任公司

787mm×960mm 1/32 印张 5 $\frac{3}{4}$ 字数 180 千字

2009 年 5 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686)

售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 14.00 元

版权所有 违者必究



第一章

组织学绪论



一、组织学的内容和意义

(一) 组织学

组织学是研究机体微细结构及其相关功能的科学。

(二) 组织

组织由细胞群和细胞外基质构成。

1. 人体组织

人体组织分为4种类型：①上皮组织；②结缔组织；③肌组织；④神经组织。

2. 细胞

细胞由3部分构成：①细胞膜；②细胞质；③细胞核。



二、组织学发展简史和当代组织学

- ① 光学显微镜的发明与细胞、组织概念的提出。
- ② 细胞学说的提出和组织学的建立。
- ③ 电子显微镜的发明和超微结构的发现。
- ④ 当代组织学。



三、组织学的学习方法

- ① 重点把握组织与细胞。
- ② 注意形态与功能的统一。
- ③ 培养观察能力和空间思维能力。



四、组织学技术简介

(一) 光镜技术

1. 石蜡切片术

(1) 取材和固定 用蛋白质凝固剂（常用甲醛）固定新鲜的组织块，以在很大程度上保存组织的原本结构。



(2) 脱水和包埋 把固定好的组织块用酒精脱尽其中的水分；再用二甲苯置换出组织块中的酒精；然后将组织块置于融化的石蜡中，蜡液浸入组织细胞，冷却后组织便有了石蜡的硬度。

(3) 切片和染色 将包有组织的蜡块用切片机切为 5~10 μm 的薄片，贴于载玻片上，脱蜡后进行染色。

(4) 封片。

2. 染色技术

(1) HE 染色 苏木精-伊红染色法；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，主要使细胞质和细胞外基质中的成分着红色；细胞易于被碱性或酸性染料着色的性质分别称为嗜碱性和嗜酸性。

(2) 硝酸银染色 将神经细胞染为黑色。

(3) 醛复红染色 将弹性纤维染为紫色。

(4) 甲苯胺蓝染色 将肥大细胞染为紫色。

(5) 活体染色 如台盼蓝标识巨噬细胞。

(二) 电镜技术

(1) 透射电镜术 (TEM) 成像显示高、低电子密度。

(2) 扫描电镜术 (SEM) 成像有真实的立体感。

(三) 组织化学术

1. 一般组织化学术

(1) 糖类：用过碘酸希夫反应 (PAS 反应) 显示多糖和糖蛋白的糖链，形成紫红色的反应产物。

(2) 脂类：可用锇酸固定兼染色，脂类呈黑色。

(3) 核酸：福尔根反应。

2. 免疫组织化学术

指根据抗原与抗体特异性结合的原理，检测组织中肽和蛋白质的技术。

3. 原位杂交术

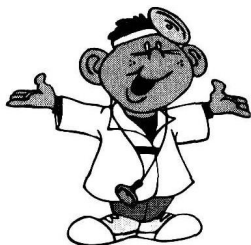
即核酸分子杂交组织化学术。

(四) 放射自显影术

通过活细胞对放射性物质的特异性摄入以显示该细胞的功能状态，或该物质在组织和细胞内的代谢过程。

(五) 图像分析术

(六) 细胞培养术和组织工程



第二章

上皮组织



一、被覆上皮

被覆上皮的种类见表 2-1。

表 2-1 被覆上皮的种类

上皮类型		主要分类
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、甲状腺滤泡等
	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、阴道 角化的:皮肤表皮
	复层柱状上皮	睑结膜、男性尿道等
	变移上皮	肾盏、肾盂、输尿管和膀胱

1. 单层扁平上皮 (simple squamous epithelium)

① 由一层扁平细胞组成。

② 从上皮表面观察,细胞呈不规则形或多边形,核椭圆形,位于细胞中央;细胞边缘呈锯齿状或波浪状,互相嵌合。

③ 从垂直切面观察,细胞扁薄,胞质很少,只有含核的部分略厚。

a. 内皮 (endothelium): 衬贴在心血管和淋巴管腔面的单层扁平上皮称内皮。

b. 间皮 (mesothelium): 分布在胸膜、腹膜和心包膜表面的单层扁平上皮称间皮。

④ 其作用为保持器官表面光滑,减少器官间摩擦,有利于血液、淋巴液以及物质流动。

2. 单层立方上皮 (simple cuboidal epithelium)



- ① 由一层近似立方形的细胞组成。
- ② 从上皮表面观察，细胞呈六角形或多角形。
- ③ 在垂直切面上，细胞呈立方形，核圆、居中。

3. 单层柱状上皮 (simple columnar epithelium)

- ① 一层棱柱状细胞组成。
- ② 从上皮表面观察，细胞呈六角形或多角形。
- ③ 在垂直切面上，细胞为柱状，核长圆形，常位于细胞近基底部，其长轴与细胞长轴一致。
- ④ 此种上皮有吸收或分泌功能。

⑤ 杯状细胞 (goblet cell)：肠道的单层柱状上皮除柱状细胞外，还散在杯状细胞。杯状细胞形似高脚杯，底部狭窄，含深染的核，顶部膨大，充满分泌颗粒。由于颗粒中含黏蛋白，故称黏原颗粒。黏蛋白分泌后，与水结合形成黏液，可润滑和保护上皮。

4. 假复层纤毛柱状上皮 (pseudostratified ciliated columnar epithelium)

- ① 主要分布在呼吸道，由柱状细胞、梭形细胞、锥形细胞和杯状细胞组成，其中柱状细胞最多，表面有大量纤毛。
- ② 这些细胞形态不同、高矮不一，核的位置不在同一水平上，但基底部均附着于基膜，因此在垂直切面上观察貌似复层，而实为单层。

5. 复层扁平上皮 (stratified squamous epithelium)

- ① 由多层细胞组成，因表层细胞是扁平鳞片状，又称复层鳞状上皮。
- ② 在上皮的垂直切面上，细胞形状不一。紧靠基膜的一层基底细胞为矮柱状，为具有增殖分化能力的干细胞，部分细胞向浅层移动。
- ③ 基底层以上是数层多边形细胞，再上为几层梭形或扁平细胞。最表层的扁平细胞已退化，逐渐脱落。这种上皮与深部结缔组织的连接凹凸不平，可增加两者的连接面积，既保证上皮组织的营养供应，又使连接更加牢固。
- ④ 位于皮肤表皮的复层扁平上皮，浅层细胞的核消失，胞质充满角蛋白，细胞干硬，并不断脱落，称角化的复层扁平上皮。

⑤ 衬贴在口腔和食管等腔面的复层扁平上皮，浅层细胞有核，含角蛋白少，称未角化的复层扁平上皮。

⑥ 复层扁平上皮具有耐摩擦和阻止异物侵入等作用，受损伤后有很强的再生修复能力。

6. 复层柱状上皮 (stratified columnar epithelium)



复层柱状上皮的深部为一层或几层多边形细胞，浅部为一层排列较整齐的柱状细胞。

7. 变移上皮 (transitional epithelium)

① 分布于排尿管道，可分为表层细胞、中间层细胞和基底细胞。

② 特点：细胞形状和层数可随器官的收缩与扩张状态而变化。如膀胱空虚时，上皮变厚，细胞层数增多，细胞呈大的立方形；膀胱扩张时，上皮变薄，细胞层数减少，细胞呈扁梭形。

③ 其表层细胞大而厚，称盖细胞。一个盖细胞可覆盖几个中间层细胞。



二、腺上皮和腺

(一) 概述

(1) 腺上皮 (glandular epithelium) 是由腺细胞组成的以分泌功能为主的上皮。

(2) 腺 (gland) 是以腺上皮为主要成分的器官。

(3) 腺细胞的分泌物 包括酶类、黏液和激素等。

(4) 腺的分类

① 腺分泌物经导管排至体表或器官腔内，称外分泌腺 (exocrine gland)，如汗腺、唾液腺等；

腺没有导管，分泌物 (主要为激素) 释入血液，称内分泌腺 (endocrine gland)，如甲状腺、肾上腺等。

② 外分泌腺由分泌部和导管两部分组成。

③ 根据导管有无分支，外分泌腺可分为单腺和复腺；根据分泌部的形状分为管状、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。

(二) 外分泌腺

1. 分泌部

分泌部一般由一层腺细胞组成，中央有腔。泡状和管泡状的分泌部常称腺泡 (acinus)。腺细胞多呈锥形，由于分泌物不同而形态各异。所有腺细胞的功能都受自主神经和激素的精细调节，属于调节型分泌细胞。因此分泌蛋白质以及糖蛋白、肽类的腺细胞在非分泌时相，胞质内可见大量贮存的分泌颗粒。

在消化系统和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。

在腺细胞的外方，还可有扁平、多突起的肌上皮细胞 (myo-epithelial cell)，胞质内含肌动蛋白丝，其收缩有助排出分泌物。



(1) 浆液性细胞 (serous cell)

① 核为圆形，位于细胞偏基底部。

② 基底部胞质呈强嗜碱性染色。

③ 顶部胞质含许多嗜酸性的分泌颗粒，称酶原颗粒 (zymogen granule)，不同的浆液性细胞，含不同的酶类 (如各种消化酶)。

④ 电镜下，有密集的粗面内质网，在核上区可见较发达的高尔基复合体和数量不等的分泌颗粒，其分布也反映了腺细胞合成与分泌蛋白质的过程。

(2) 黏液性细胞 (mucous cell)

① 核扁圆形，居细胞基底部。

② 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。

③ 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。杯状细胞也是一种散在分布的黏液性细胞。

(3) 腺泡

① 浆液性细胞和黏液性细胞分别组成浆液性腺泡和黏液性腺泡。

② 由这两种腺细胞共同组成的腺泡，称混合性腺泡。

③ 大部分混合性腺泡主要由黏液性细胞组成，少量浆液性细胞位于腺泡的底部，在切片中呈半月形结构，称浆半月 (serous demilune)。黏液性细胞间隙局部扩大，形成分泌小管，浆半月的分泌物可经分泌小管释入腺泡腔内。

(4) 浆液性腺、黏液性腺、混合性腺

① 完全由浆液性腺泡构成的腺体称浆液性腺，如腮腺。

② 完全由黏液性腺泡构成的腺体称黏液性腺，如十二指肠腺。

③ 由三种腺泡共同构成的腺体称混合性腺，如下颌下腺和舌下腺。

2. 导管 (duct)

① 直接与分泌部通连。

② 由单层或复层上皮构成，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

(一) 上皮细胞的游离面

1. 微绒毛 (microvillus)



① 电镜下，微绒毛是上皮细胞游离面伸出的微细指状突起。

② 光镜下，小肠上皮细胞的纹状缘 (striated border) 即是由密集的微绒毛整齐排列而成。

③ 微绒毛使细胞的表面积显著增大，有利于细胞的吸收功能。

④ 微绒毛的胞质中有许多纵行的微丝，微丝上端附着于微绒毛顶部，下端插入胞质中，附着于终末网 (terminal web)。

⑤ 终末网是微绒毛基部胞质中与细胞表面平行的微丝网，其边缘部附着于细胞侧面的中间连接处。

⑥ 微丝为肌动蛋白丝，终末网中还有肌球蛋白，其收缩可使微绒毛伸长或变短。

2. 纤毛 (cilium)

① 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。

② 电镜下，可见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。

③ 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。

④ 纤毛基部有一个致密的基体 (basal body)，结构与中心粒基本相同，基体的微管与纤毛的微管相连续，基体可能是纤毛微管的最初形成点。

(二) 上皮细胞的侧面

上皮细胞的侧面是细胞的相邻面，细胞间隙很窄，没有明显的细胞外基质，相邻细胞以钙黏蛋白互相结合。钙黏蛋白是一种细胞黏附分子，镶嵌于细胞膜，其胞外部分在钙离子存在条件下才能结合。

在细胞侧面的特化结构为细胞连接，只有在电镜下才能观察到，并且它们也都依赖钙离子。

1. 紧密连接 (tight junction)

① 又称闭锁小带，位于细胞的侧面顶端。

② 在超薄切片上，此处相邻细胞膜形成 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。

③ 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。

④ 在相邻的细胞连接面上，这种网格互相吻合，蛋白颗



粒与蛋白颗粒对接，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。

2. 中间连接 (intermediate junction)

① 又称黏着小带 (zonula adherens)，多位于紧密连接下方，环绕上皮细胞顶部。

② 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。

③ 这种连接也见于心肌细胞间的闰盘。

④ 中间连接除有黏着作用外，还有保持细胞形状和传递细胞收缩力的作用。

3. 桥粒 (desmosome)

① 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，间隙中央有一条与细胞膜相平行而致密的中间线，由丝状物质交织而成。

② 细胞膜的胞质面有较厚的致密物质构成的附着板，胞质中有许多直径 10nm 的角蛋白丝 (张力丝) 附着于板上，并常折成袢状返回胞质，起固定和支持作用。

③ 桥粒是一种很牢固的连接，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。

4. 缝隙连接 (gap junction)

① 在超薄切片上，连接处相邻细胞膜高度平行，细胞间隙仅约 3nm，内有许多间隔大致相等的连接点。

② 用冷冻蚀刻复型等方法显示，缝隙连接处的胞膜中有许多规律分布的柱状颗粒，称连接小体。

③ 每个连接小体直径 7~9nm，由 6 个杆状的连接蛋白分子围成，中央有直径约 2nm 的管腔。

④ 连接小体贯穿细胞膜的双层脂质，并突出于细胞表面约 1.5nm，相邻两细胞膜中的连接小体对接，管腔也通连，成为细胞间直接交通的管道。

(三) 上皮细胞的基底面

1. 基膜 (basement membrane)

① 基膜是上皮细胞基底面与深部结缔组织之间共同形成的薄膜。

② 在电镜下，基膜分为两部分，靠近上皮的部分为基板 (basal lamina)，与结缔组织相接的部分为网板 (reticular lamina)。

③ 基板可分为两层，电子密度低的，紧贴上皮细胞基底面的一薄层为透明层，其下方电子密度高、较厚的为致密层。



④ 基板的主要成分有层黏连蛋白、IV型胶原蛋白和硫酸肝素蛋白多糖等。

⑤ 网板是由结缔组织的成纤维细胞分泌产生的，主要由网状纤维和基质构成，有时可有少许胶原纤维。

⑥ 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。

2. 质膜内褶

① 质膜内褶是上皮细胞基底面的细胞膜折向胞质所形成的许多内褶，内褶与细胞基底面垂直，内褶间含有与其平行的长杆状线粒体。

② 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。

3. 半桥粒 (hemidesmosome)

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，折成袢状返回胞质，主要作用是将上皮细胞固着在基膜上。



第三章

结缔组织

结缔组织由细胞和大量细胞外基质构成。细胞外基质包括：①无定形基质；②纤维；③组织液。



一、疏松结缔组织

又称蜂窝组织，特点是细胞种类多，纤维数量少，排列稀疏。疏松结缔组织广泛分布于器官之间和组织之间，具有连接、支持、防御和修复功能。

(一) 细胞

1. 成纤维细胞

成纤维细胞是疏松结缔组织中最主要的细胞，常附着在胶原纤维上。成纤维细胞的形态与功能如表 3-1 所示。

表 3-1 成纤维细胞的形态与功能

内容		功能活跃时	功能静止时(称纤维细胞)
形态	光镜	细胞较大,多突起	细胞较小,呈长梭形
		胞核较大,扁卵圆形,着色浅,核仁明显	胞核小而细长,着色深
		胞质较丰富,呈弱嗜碱性	胞质少,呈嗜酸性
	电镜	细胞表面有粗短的突起,胞质内有较多粗面内质网和高尔基复合体	胞质内粗面内质网少,高尔基复合体不发达
功能	合成蛋白质功能旺盛	创伤等情况下可转变为成纤维细胞,向受损部位迁移,形成新的细胞外基质成分	

2. 巨噬细胞

巨噬细胞是体内广泛存在的一种免疫细胞，具有强大的吞噬功能，在机体防御疾病中发挥重要作用。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，形态不规则。

(1) 形态



① 光镜下，胞核较小，卵圆形或肾形，着色深。胞质丰富，多呈嗜酸性，可含有异物颗粒和空泡。

② 电镜下，细胞表面有许多皱褶、微绒毛和少数球形隆起。胞质内含大量溶酶体、吞噬体、吞饮小泡和残余体。细胞膜内侧有较多微丝和微管，参与细胞运动。

(2) 趋化性 当巨噬细胞周围出现细菌的产物、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，聚集到产生和释放这些化学物质的部位，这种特性称为趋化性，这类化学物质称为趋化因子。

(3) 功能

① 吞噬作用：伸出伪足包围被吞噬物，将其摄入胞质形成吞噬体，吞噬体与溶酶体融合，吞噬物被溶酶体分解后形成残余体。

a. 特异性吞噬：有抗体等识别因子识别和黏附被吞噬物（细菌、病毒、异物细胞等）。巨噬细胞通过其表面的抗体受体与识别因子特异性结合，间接黏附被吞噬物，启动吞噬过程。

b. 非特异性吞噬：无需识别因子的中介，巨噬细胞直接黏附炭粒、粉尘、衰老死亡的自体细胞和某些细菌等，进而吞噬。

② 抗原提呈作用：吞噬蛋白质性抗原，在溶酶体内进行分解，保留其最特征性的短肽分子基团——“抗原决定基”，与巨噬细胞内的抗原提呈分子 MHC-II 结合，形成抗原肽-MHC 分子复合物，运输到细胞表面。T 淋巴细胞接触到抗原肽后便被激活，发生免疫应答。

③ 分泌功能：巨噬细胞可合成和分泌上百种生物活性物质，如：溶菌酶（分解细菌的细胞壁，杀灭细菌）；补体（参与炎症反应和病原微生物的溶解过程）；多种细胞因子（如白细胞介素 1 可刺激骨髓中白细胞的增殖和释放入血）。

3. 浆细胞

(1) 形态

① 光镜下，卵圆形或圆形，核圆，多偏于细胞一侧，异染色质常成粗块状，从核中心向核被膜呈辐射状分布，形成车轮状核。胞质丰富，呈嗜碱性，核旁有一浅染区。

② 电镜下，胞质内含有大量粗面内质网，浅染区内有高尔基复合体。

(2) 分布 多位于病原微生物易于侵入的部位，如消化道、呼吸道的结缔组织及慢性炎症部位。

(3) 功能 合成与分泌免疫球蛋白，即抗体，与抗原发生



高度特异的结合，形成抗原抗体复合物，抑制或杀灭细菌与病毒，促进巨噬细胞对抗原的特异性吞噬。

4. 肥大细胞

(1) 形态 细胞较大，圆形或卵圆形。胞核小而圆，染色深，位于细胞中央。胞质内充满粗大的分泌颗粒，颗粒呈嗜碱性。颗粒易溶于水，故在切片上常难以辨认该细胞。颗粒内含肝素、组胺、嗜酸性粒细胞趋化因子等。

(2) 分布 常沿小血管分布，在身体与外界接触的部位，如皮肤、呼吸道、消化管的结缔组织内较多。

(3) 功能 一般情况下肥大细胞很少进行分泌。当细胞受到过敏原（引发过敏反应的抗原）刺激时，以胞吐方式大量释放颗粒内物质，称脱颗粒（肥大细胞颗粒内物质的功能见表3-2），同时胞质内还合成释放白三烯。

表 3-2 肥大细胞颗粒内物质的功能

颗粒内物质	功 能
肝素	抗凝血
组胺和白三烯	引起过敏反应：使皮肤的微静脉和毛细血管扩张，通透性增加，血浆蛋白和液体溢出，导致组织水肿，形成荨麻疹；使支气管平滑肌痉挛，导致哮喘；使全身小动脉扩张，导致血压急剧下降，引起休克
嗜酸性粒细胞趋化因子	吸引嗜酸性粒细胞向过敏反应部位迁移，嗜酸性粒细胞有一定的抗过敏反应作用

5. 脂肪细胞

(1) 形态

① 光镜下，细胞体积大，常呈圆球形或相互挤压成多边形。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。

② HE 染色标本中脂滴已被溶解，细胞呈空泡状。

(2) 功能 合成和贮存脂肪，参与脂类代谢。

6. 未分化的间充质细胞

(1) 形态 似纤维细胞。

(2) 分布 多位于小血管尤其是毛细血管周围。

(3) 功能 是成体结缔组织内的干细胞，保留着间充质细胞多向分化的潜能。在炎症及创伤修复时大量增殖，可分化为成纤维细胞、内皮细胞和平滑肌细胞，参与结缔组织和小血管的修复。



7. 白细胞

血液中的白细胞常以变形运动穿出毛细血管和微静脉，游走到疏松结缔组织内，行使防御功能。

(二) 纤维

1. 胶原纤维

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。

(1) 形态 HE 染色呈嗜酸性。直径 $1\sim 20\mu\text{m}$ ，呈波浪状，有分支并交织成网。

(2) 成分 I 型胶原蛋白和 III 型胶原蛋白。

(3) 形成过程 成纤维细胞分泌胶原蛋白，于细胞外聚合成胶原原纤维，再经少量黏合质黏结成胶原纤维。

(4) 特性 韧性大，抗拉力强。

(5) 胶原原纤维 直径 $20\sim 100\text{nm}$ ，显明暗交替的周期性横纹，横纹周期约 64nm 。

2. 弹性纤维

弹性纤维含量比胶原纤维少，但分布很广。新鲜状态下呈黄色，又名黄纤维。

(1) 形态

① HE 染色中呈嗜酸性，不易与胶原纤维区分；用醛复红能将其染成紫色。直径较小， $0.2\sim 1.0\mu\text{m}$ 。表面光滑，断端常卷曲，可有分支，交织成网。

② 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。弹性蛋白分子以共价键广泛交联成网，能任意卷曲，在外力牵拉下可伸展拉长。微原纤维直径约 12nm ，主要由原纤维蛋白构成。

(2) 特性 富于弹性。

3. 网状纤维

(1) 形态 直径 $0.2\sim 1.0\mu\text{m}$ ，分支多，交织成网。HE 染色呈粉红色，镀银染色呈黑色。

(2) 成分 主要由 III 型胶原蛋白构成，表面被覆蛋白多糖和糖蛋白。

(3) 分布 主要存在于网状组织，也分布在结缔组织与其他组织交界处，如基膜的网板。

(三) 基质

基质为由生物大分子构成的无定形胶状物，有一定黏性，孔隙中有组织液。其生物大分子主要为蛋白多糖和纤维粘连蛋白。

1. 蛋白多糖