



“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材

“十三五”全国高等医学院校本科规划教材

供基础、临床、护理、预防、  
口腔、中医、药学、医学技术类专业用

# 组织学与胚胎学

Histology and Embryology

· 第 4 版 ·

主 编 唐军民 张 雷



北京大学医学出版社



“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材

“十三五”全国高等医学院校本科规划教材

供基础、临床、护理、预防、口腔、中医、药学、医学技术类专业用

# 组织学与胚胎学

## Histology and Embryology

(第4版)

主 编 唐军民 张 雷

副主编 刘 皓 景 雅 周德山 高俊玲 苏衍萍

吴春云 孙丽慧 贾书花

编 委 (按姓名汉语拼音排序)

曹 博 (哈尔滨医科大学)  
 常 青 (宁夏医科大学)  
 陈 炜 (河北医科大学)  
 崔慧林 (山西医科大学)  
 邓香群 (邵阳学院医学院)  
 丁晓慧 (沈阳医学院)  
 高俊玲 (华北理工大学基础医学院)  
 郭泽云 (昆明医科大学)  
 黑常春 (宁夏医科大学)  
 洪 艳 (贵州医科大学)  
 贾书花 (长治医学院)  
 景 雅 (山西医科大学)  
 李 冉 (华北理工大学基础医学院)  
 李银生 (新乡医学院)  
 梁 玉 (天津医科大学)  
 刘 皓 (天津医科大学)  
 刘慧雯 (哈尔滨医科大学)  
 马红梅 (哈尔滨医科大学大庆校区)  
 马 伟 (首都医科大学)  
 任君旭 (河北北方学院基础医学院)  
 任明姬 (内蒙古医科大学)

邵素霞 (河北医科大学)  
 苏衍萍 (泰山医学院)  
 孙丽慧 (齐齐哈尔医学院)  
 孙美群 (蚌埠医学院)  
 唐军民 (北京大学医学部)  
 王春艳 (承德医学院)  
 王志勇 (河北北方学院基础医学院)  
 吴春云 (昆明医科大学)  
 吴 岩 (内蒙古医科大学)  
 肖楚丽 (邵阳学院医学院)  
 陈 健 (北京大学医学部)  
 杨艳萍 (山西医科大学)  
 余 鸿 (西南医科大学)  
 战 军 (北京大学医学部)  
 张宏权 (北京大学医学部)  
 张 雷 (河北医科大学)  
 张先钧 (青海大学医学院)  
 张旭东 (长治医学院)  
 周德山 (首都医科大学)  
 朱 梅 (牡丹江医学院)



北京大学医学出版社

## ZUZHIXUE YU PEITAI XUE

### 图书在版编目 ( CIP ) 数据

组织学与胚胎学 / 唐军民, 张雷主编. —4 版. —  
北京: 北京大学医学出版社, 2018. 6 (2019. 1 重印)  
ISBN 978-7-5659-1798-1

I . ①组… II . ①唐… ②张… III . ①人体组织学 ②  
人体胚胎学 IV . ① R32

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 096866 号

### 组织学与胚胎学 (第 4 版)

---

主 编: 唐军民 张 雷

出版发行: 北京大学医学出版社

地 址: (100191) 北京市海淀区学院路 38 号 北京大学医学部院内

电 话: 发行部 010-82802230; 图书邮购 010-82802495

网 址: <http://www.pumpress.com.cn>

E - m a i l: [booksale@bjmu.edu.cn](mailto:booksale@bjmu.edu.cn)

印 刷: 北京清华印刷厂

经 销: 新华书店

责任编辑: 赵 欣 责任校对: 金彤文 责任印制: 李 啸

开 本: 850mm × 1168mm 1/16 印张: 24.25 字数: 674 千字

版 次: 2018 年 6 月第 4 版 2019 年 1 月第 2 次印刷

书 号: ISBN 978-7-5659-1798-1

定 价: 88.00 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)

## 主编简介



### 唐军民

男，1949年生于上海市。现任北京大学医学部教授、北京解剖学会名誉理事长。1989年3月—1991年5月在美国休斯敦MD安德森癌症中心免疫学系作为访问科学家从事科研工作。1994年起担任原北京医科大学组织学与胚胎学系教学主任，2000—2012年担任人体解剖学与组织胚胎学系副主任兼组织学与胚胎学教研室主任。曾兼任北京解剖学会理事长，《中国临床医学》杂志社主编，中国解剖学会副秘书长、科普委员会主任、组织学与胚胎学专业委员会委员，《解剖学报》副主编，北京电镜学会副理事长等职。曾担任共10届教育部教育管理信息中心举办的“全国多媒体课件大赛”的现场评委。

主持完成国家自然科学基金基金项目3项，参加国家原科委和原卫生部研究基金项目各1项。主持完成横向科研基金课题多项。

从事造血干细胞与树突状细胞抗肿瘤的研究，培养研究生20余位，在国内外学术期刊发表论文160余篇；主编、副主编著作20余部，参编著作20余部。

除主讲“组织学与胚胎学”的本科生课程外，1992—2012年，为研究生开设了“血液细胞生物学与细胞化学”和“生物医学显微摄影技术”课程。

在国内率先制作组织学与胚胎学CAI课件4部，其中《人体胚胎学》和《组织学》分别由原北京医科大学出版社和高等教育出版社出版。第一主编的《组织学与胚胎学》专科教材被评为“十二五”职业教育国家规划教材、“北京高等教育精品教材”和国家级“普通高等教育精品教材”。主编的《人体解剖学与组织胚胎学》荣获中央广播电视大学文字教材三等奖。主编的《组织学与胚胎学彩色图谱》被评为“北京高等教育精品教材”。主编的《组织学与胚胎学》等4部教材分别入选普通高等教育“十一五”“十二五”国家级规划教材。

多次获原北京医科大学教学优秀一等奖或教学优秀奖，基础医学院凯华基金奖。获原卫生部医学考试中心优秀教学论文二等奖，北京市优秀教师称号；获北京市教育工会师德先进、北京市总工会爱国立功标兵称号。

曾获北京市科学技术三等奖、中国人民解放军总后勤部科研论文二等奖、中国人民武装警察部队科研论文四等奖、教育部科研优秀论文二等奖。



### 张雷

男，1960年生于河北省石家庄市。河北医科大学组织胚胎学教研室教授，博士生导师；河北医科大学生物学系主任，《国际呼吸杂志》编辑部主任；入选河北省“三三三人才工程”。河北省解剖学会理事长，中国解剖学会理事，组织胚胎学专业委员会委员；中国科技期刊编辑学会医学期刊专业委员会委员；《临床荟萃》杂志副主编，《国际呼吸杂志》常务编委，《解剖学杂志》编委；北京市、河北省等多省市区自然科学基金评审专家。

主持承担组织学与胚胎学课程本科教学及本硕七年制教学工作35年，承担留学生组织胚胎学教学1年余。主编、参编国家级规划教材10余部，留学生双语教材1部。

1997年于日本大阪医科大学博士毕业，2000年于日本大阪医科大学从事心外科博士后研究。擅长电镜技术，特别是扫描电子显微镜技术，曾获1996年东京国际电镜技术会议金奖。主办主持2005年第五届亚太地区国际医学生物学电子显微镜研讨会；现主要从事女性生殖生理及辅助生殖技术的研究，子宫内膜三维模型的构建获国家科技部支撑计划课题资助及河北省自然科学基金项目资助。在国际、国内期刊发表论文60余篇，其中被SCI、EI收录10余篇。现主持国家科技部支撑项目子课题、国家重点项目子课题2项。培养博士研究生17人、硕士研究生100余人。

# 修订说明

国务院办公厅《关于深化医教协同进一步推进医学教育改革与发展的意见》、以“5+3”为主体的临床医学人才培养体系改革、教育部本科临床医学专业认证等重要举措，对新时期高等医学教育人才培养提出了新的要求，也为教材建设指明了方向。

北大医学版的临床医学专业本科教材，从2001年开始，历经3轮修订、17年的锤炼，各轮次教材都分别高比例入选了教育部“十五”“十一五”“十二五”国家级规划教材。顺应医教协同和医学教育改革与发展的要求，北京大学医学出版社在教育部、国家卫生健康委员会和中国高等教育学会医学教育专业委员会指导下，经过前期的广泛调研、综合论证，启动了第4轮教材的修订再版。

本轮教材采用学科制课程体系和教材建设思路，在院校和作者遴选、编写指导思想、教材体系架构、知识内容更新、数字资源建设、临床能力培养等方面做了优化和创新。共启动47种教材，其中包含新增的《基础医学概论》《临床医学概论》《诊断学》《医患沟通艺术》4种。《基础医学概论》《临床医学概论》虽然主要用于非临床医学类专业学生的通识教育，但须依托于临床医学的优秀师资才能高质量完成，故一并纳入本轮教材体系中。《诊断学》与《物理诊断学》《实验诊断学》教材并存，以满足不同院校课程设置差异。第4轮教材修订的主要特点如下：

1. 为更好地服务于全国高等院校的医学教育改革，对参与院校和作者的遴选精益求精。骨干建设院校注重教学研究型与教学型院校相结合，并注重不同地区的院校代表性；由各学科的主任委员、理事长和知名专家等担纲主编，教学型院校教学经验丰富的专家教授担任编委，为教材内容的权威性、院校普适性奠定了坚实基础。

2. 以“符合人才培养需求、体现教育改革成果、教材形式新颖创新”为指导思想，以深化岗位胜任力培养为导向，坚持“三基、五性、三特定”原则，密切结合国家执业医师资格考试、硕士研究生入学考试大纲。

3. 加入基础联系临床、临床应用的案例，使教材更贴近案例教学、以问

题为导向的启发式和研讨式教学，着力提升医学生的临床思维能力和解决临床实际问题的能力；适当加入知识拓展，引导学生自学。

4. 适应教育信息化转型的需要，将纸质教材与二维码技术、网络教学平台相结合，教材与微课、案例、知识拓展、图片、临床影像资料等融为一体，实现了以纸质教材为核心、配套数字教学资源的数字融合教材建设。

在本轮教材修订编写时，各院校对教材建设提出了很好的修订建议，为第4轮教材建设的顶层设计和编写理念提供了详实可信的数据储备。一些第3轮教材的主编由于年事已高，此次不再担任主编，但他们对改版工作提出了很多宝贵的意见。前3轮教材的作者为本轮教材的日臻完善打下了坚实的基础。对他们的贡献，我们表示衷心的感谢。

尽管本轮教材的编者都是多年工作在教学一线的教师，但基于现有水平，书中难免有不当之处，欢迎广大师生多提宝贵意见，反馈使用信息，在使用过程中逐步完善教材的内容，提高教材的质量。

# “十三五”全国高等医学院校 本科规划教材评审委员会

顾 问 王德炳

主任委员 柯 杨 詹启敏

副主任委员 吕兆丰 王维民

秘 书 长 王凤廷

委 员 (按姓名汉语拼音排序)

蔡景一 曹德品 崔慧先 邓峰美 丁元林

管又飞 黄爱民 黄元华 姜志胜 井西学

黎孟枫 李春江 李春鸣 李 燕 刘传勇

刘永年 刘志跃 罗自强 雒保军 宋晓亮

宋焱峰 宋印利 唐世英 陶仪声 王 滨

王鹏程 王松灵 温小军 文民刚 肖纯凌

尹思源 于春水 袁聚祥 张晓杰 朱望东

# 序

国务院办公厅《关于深化医教协同进一步推进医学教育改革与发展的意见》指出，医教协同推进医学教育改革与发展，加强医学人才培养，是提高医疗卫生服务水平的基础工程，是深化医药卫生体制改革的重要任务，是推进健康中国建设的重要保障。《意见》明确要求加快构建标准化、规范化医学人才培养体系，全面提升人才培养质量。要求夯实5年制临床医学教育的基础地位，推动基础与临床融合、临床与预防融合，提升医学生解决临床实际问题的能力，推进信息技术与医学教育融合。从国家高度就推动医学教育改革发展做出了部署、明确了方向。

高质量的医学教材是满足医学教育改革、培养优秀医学人才的核心要素，与医学教育改革相辅相成。北大医学版临床医学专业本科教材，自2001年第一轮出版，至今已有17年的历史。在广大作者的共同努力下，各轮次教材都分别高比例入选了教育部“十五”“十一五”“十二五”国家级规划教材，成为临床医学专业本科教学的精品教材，对全国高等医学院校教育教学与人才培养工作发挥了重要作用。

在医教协同的大背景下，北京大学医学出版社启动了第4轮教材的修订再版工作。全国医学院校一大批活跃在教学一线的专家教授，以无私奉献的敬业精神和严谨治学的科学态度，积极参与到本轮教材的修订和建设工作中。相信在全国高等医学院校的大力支持下，有广大专家教授的热情奉献，新一轮教材的出版将对我国高等医学院校人才培养质量的提高，和医学教育改革的发展起到积极的推动作用。





# 前 言

组织学、胚胎学是相关的两门学科，我国的医学教育习惯性地将它们列为一门课程——组织学与胚胎学。组织学与胚胎学是研究人体微细结构及其发生、发展的科学，是基础医学的主干学科之一，也是学习生命科学的必修课程。近几十年，随着细胞生物学和分子生物学的兴起，组织化学、免疫组织化学、原位杂交、电子显微镜、激光共聚焦扫描显微镜、冷冻电镜技术等新方法和新技术的应用，对机体的发育及其结构和功能变化的认识日益深刻，同时也大力推动了组织学与胚胎学学科的发展。

《组织学与胚胎学》（第4版）是由唐军民、张雷主编，北京大学医学部、河北医科大学、首都医科大学、天津医科大学、山西医科大学、昆明医科大学、华北理工大学基础医学院、哈尔滨医科大学、内蒙古医科大学、贵州医科大学、宁夏医科大学、西南医科大学、长治医学院、哈尔滨医科大学大庆校区、河北北方学院基础医学院、青海大学医学院、齐齐哈尔医学院、牡丹江医学院、沈阳医学院、邵阳学院医学院、承德医学院、泰山医学院、新乡医学院、蚌埠医学院共24所单位41名教师联合编写的“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材。该教材既反映出了组织学与胚胎学的学科发展特点，又体现出24所参编单位教学改革成果和教学科研水平。同时组织了24所院校的教师对该教材的重点、难点，统一录制了每节6~10分钟的微课。

本教材是在唐军民和张雷主编的《组织学与胚胎学》（第3版）基础上，根据近年来组织学与胚胎学的学科新进展、五年制本科教学大纲以及教师和学生使用该教材的体会等编写而成的。

为了更好地适应教学改革，增强教材的实用性以及与国际教材接轨，本教材在原有基础上进行了认真的修改，使语言表达更加简练、逻辑性更强。同时，本教材适当地增加了细胞、组织的光镜像、电镜像及模式图或示意图，并全部采用彩色印刷。本教材共含489幅彩图，其中模式图或示意图299幅，细胞、组织、器官的光镜照片156幅，电镜照片34幅，图文并茂，简洁易懂。本教材图片部分取自唐军民等主编、北京大学医学出版社出版的《组织学与胚胎学彩色图谱》（实习用书）中的组织学标本照片。另外，教材中尚有许多主编及主编单位提供的图像，在此不再一一列出。同时，本教材也进行了如下修订：①将原教材中的部分知识扩展内容以二维码的形式展示在各章相关位置，便于学生用手机进行学习；②将教学内容的重点、难点制作成微课，便于学生更加深入地理解和掌握所学的专业知识；③在本教材中适当增加了一些图像，并对原教材中的个别图像进行了更改和替换。

在本教材的编写过程中，美国的 Michael W. Davidson 教授和中日友好医院的潘琳主任实验师提供了 3T3 细胞系激光共聚焦扫描显微镜图像和胰岛免疫组织化学图像；毕振伍和董芳为标本图像的拍摄、模式图或示意图的绘制等工作做出了很大的贡献；美国加州大学医学院病理学家 Robert Pitas 教授和 Gladstone 研究所纪中生博士在百忙之中对英文 Summary 进行了审阅、修改；河北北方学院基础医学院、贵州医科大学的各级领导及教师也给予了大力的支持和帮助；上海于泽生物科技有限公司、山东易创电子有限公司对于本教材的再版给予了帮助，在此一并谨表谢意。

由于编者的水平有限，教材中的不足之处或错误在所难免，恳请各位同道及同学批评指正。

衷心感谢北京大学医学出版社对该教材的出版给予的大力协助。

唐军民 张 雷

# 二维码资源索引

资源名称	资源类型	页码
冷冻电镜技术简介	下载资源	5
干细胞	下载资源	12
细胞内的“囊泡运输系统”	下载资源	26
睾丸支持细胞的免疫豁免功能	下载资源	223
先天性巨结肠	下载资源	294
神经联系	下载资源	328
先天畸形检测的新进展	下载资源	347

# 目 录

<b>第1章 绪论</b> .....1	二、心肌	77
一、组织学与胚胎学的研究内容和意义	三、平滑肌	78
二、组织学与胚胎学的常用研究方法		
三、组织学与胚胎学的学习方法	<b>第8章 神经组织</b> .....82	
四、组织学与胚胎学的发展简史	一、神经元	82
	二、突触	86
	三、神经胶质细胞	87
	四、神经纤维和神经	89
	五、神经末梢	92
<b>第2章 细胞</b> .....13		
一、细胞膜	<b>第9章 神经系统</b> .....97	
二、细胞质	一、脊髓	97
三、细胞核	二、大脑皮质	98
四、细胞周期	三、小脑皮质	101
五、细胞分裂	四、神经节	104
	五、脑脊膜和血脑屏障	105
<b>第3章 上皮组织</b> .....27		
一、被覆上皮	<b>第10章 循环系统</b> .....109	
二、腺上皮和腺	一、毛细血管	109
三、上皮细胞的特化结构	二、动脉	111
四、上皮组织的更新和再生	三、静脉	113
	四、微循环的血管	114
	五、血管壁的营养血管和神经	115
	六、血管壁的特殊感受器	115
	七、心脏	116
	八、淋巴管系统	117
<b>第4章 结缔组织</b> .....38		
一、疏松结缔组织	<b>第11章 免疫系统</b> .....120	
二、致密结缔组织	一、免疫细胞	120
三、脂肪组织	二、淋巴组织	121
四、网状组织	三、淋巴器官	122
<b>第5章 软骨和骨</b> .....49	<b>第12章 皮肤</b> .....135	
一、软骨	一、表皮	136
二、骨	二、真皮	139
三、骨的发生	三、皮下组织	140
	四、皮肤的附属结构	140
<b>第6章 血液和血细胞发生</b> .....61		
一、血液		
二、骨髓和血细胞发生		
<b>第7章 肌组织</b> .....73		
一、骨骼肌		

<b>第 13 章 内分泌系统</b> .....	<b>145</b>	二、输卵管	230
一、甲状腺	145	三、子宫	231
二、甲状旁腺	147	四、阴道	235
三、肾上腺	148	五、乳腺	235
四、垂体	151	<b>第 20 章 眼和耳</b> .....	<b>239</b>
五、松果体	156	一、眼	239
六、弥散神经内分泌系统	157	二、耳	245
<b>第 14 章 消化管</b> .....	<b>159</b>	<b>第 21 章 胚胎学绪论</b> .....	<b>251</b>
一、消化管壁的一般结构	159	一、胚胎学的研究内容	251
二、口腔	160	二、胚胎学的发展简史	252
三、咽	162	三、学习胚胎学的意义和方法	254
四、食管	163	<b>第 22 章 人体胚胎学总论</b> .....	<b>256</b>
五、胃	163	一、生殖细胞与受精	256
六、小肠	167	二、卵裂、胚泡形成与植入	259
七、大肠	171	三、三胚层形成与分化	262
八、肠相关淋巴组织	172	四、圆柱状胚体形成	267
九、胃肠道的内分泌细胞	173	五、胎膜和胎盘	269
<b>第 15 章 消化腺</b> .....	<b>176</b>	六、人胚胎各期外形特征、长度测量与 胚胎龄测定	274
一、唾液腺	176	七、双胎、多胎与联体双胎	275
二、胰	178	<b>第 23 章 颜面、颈和四肢的发生</b> .....	<b>279</b>
三、肝	180	一、鳃器的发生	279
四、胆囊与胆管	186	二、颜面的形成	280
<b>第 16 章 呼吸系统</b> .....	<b>189</b>	三、腭的发生与口腔、鼻腔的分隔	281
一、鼻腔	189	四、牙的发生	282
二、喉	190	五、颈的形成	283
三、气管和主支气管	191	六、四肢的发生	283
四、肺	192	七、颜面、颈和四肢的常见先天 畸形	284
<b>第 17 章 泌尿系统</b> .....	<b>200</b>	<b>第 24 章 消化系统和呼吸系统的发生</b> .....	<b>288</b>
一、肾	200	一、消化系统的发生	289
二、排尿管道	211	二、呼吸系统的发生	295
<b>第 18 章 男性生殖系统</b> .....	<b>214</b>	<b>第 25 章 泌尿系统和生殖系统的发生</b> .....	<b>300</b>
一、睾丸	214	一、泌尿系统的发生	300
二、生殖管道	220	二、生殖系统的发生	305
三、附属腺	221		
四、阴茎	222		
<b>第 19 章 女性生殖系统</b> .....	<b>224</b>		
一、卵巢	224		

<b>第 26 章 心血管系统的发生</b> .....	<b>314</b>	<b>第 28 章 眼和耳的发生</b> .....	<b>336</b>
一、原始心血管系统的建立 .....	314	一、眼的发生 .....	336
二、心的发生 .....	315	二、耳的发生 .....	339
三、弓动脉的演变 .....	321	<b>第 29 章 先天畸形和预防</b> .....	<b>342</b>
四、胎儿血液循环和出生后血液循环的 变化 .....	322	一、先天畸形的发生概况和分类 .....	342
五、心血管系统的常见先天畸形 .....	323	二、先天畸形的发生原因 .....	344
<b>第 27 章 神经系统的发生</b> .....	<b>327</b>	三、先天畸形的预防 .....	346
一、神经管和神经嵴的发生 .....	327	<b>中英文专业词汇索引</b> .....	<b>348</b>
二、中枢神经系统的发生 .....	328	<b>主要参考文献</b> .....	<b>370</b>
三、周围神经系统的发生 .....	332		
四、垂体、松果体和肾上腺的发生 .....	332		
五、神经系统的常见先天畸形 .....	333		

## 一、组织学与胚胎学的研究内容和意义

### (一) 组织学的研究内容

组织学 (histology) 是研究正常机体微细结构及其相关功能的科学, 包括细胞、基本组织及器官和系统 3 个部分。

**1. 细胞** 细胞 (cell) 是一切生物体结构和功能的基本单位。一个成年人约有  $1 \times 10^{15}$  个细胞、200 余种。细胞形态多样, 呈球形、方形、柱形、杯形、梭形、扁平形、多突起形等。光镜下所观察的细胞结构, 称为光镜结构, 所得图像为光镜像。细胞由细胞膜、细胞核和细胞质构成, 细胞质中含有多种细胞器。在电镜下进一步观察细胞的微细结构, 称为亚细胞结构或超微结构 (ultrastructure) 或电镜结构, 所得图像为电镜像。不同功能的细胞具有其相应的超微结构特征, 即结构特征是相应功能状态的反映。

**2. 组织** 组织 (tissue) 由形态相似、功能相近的细胞及细胞外基质构成。细胞外基质位于细胞之间, 由细胞产生, 构成细胞生活的微环境。人体组织可归纳为 4 大基本类型, 即上皮组织、结缔组织、肌组织和神经组织。每种组织都具有各自的结构和功能特点。

**3. 器官和系统** 4 大基本组织进行有机的组合形成器官 (organ), 多个器官协调配合完成一定的功能, 形成系统 (system)。人体由多个器官、系统组成, 各有其形态结构, 执行特定功能。例如, 消化系统由一系列管腔性器官和实质性器官组成, 包括食管、胃、肠、肝、胰等, 每一个器官均由基本组织构成。整个消化系统的功能是摄取、消化食物, 吸收营养, 去其糟粕。神经系统、内分泌系统和免疫系统调控和整合各系统的活动, 以保持机体的完整和统一。

### (二) 人体胚胎学的研究内容

人体胚胎学 (human embryology) 是研究人个体发生及发育规律的科学, 包括发生过程、发育机制和先天畸形等。人体胚胎学着重研究人体在母体子宫内的发育, 始于精卵结合, 历经 38 周 (266 天), 由受精卵演化发育为结构复杂的胎儿, 最后得以分娩。胎儿出生后, 机体的生长发育仍在继续。因此, 从广义的角度讲, 研究人体发生发育的科学即人体发育学 (development of human)。

机体的微细结构及其功能是在个体发生发育过程中逐渐形成和完善的。从机体的发生发育过程和规律的视角, 更能深刻理解机体的微细结构和功能。因此, 组织学、胚胎学可以是独立的两门学科, 也有的将两者有机结合编写成人体发育和功能组织学, 例如成令忠教授等主编的《组织胚胎学——人体发育和功能组织学》就是一个很好的先例。

### (三) 组织学与胚胎学在医学中的地位

人们对疾病发生发展规律的认识, 是从掌握人体正常结构入手的, 在宏观水平研究机体的

外形和内部结构,称为解剖学。利用显微镜在微观水平研究机体的微细结构,称为组织学或显微解剖学。因而,组织学以解剖学为基础。同时,组织学又是病理学的基础。倘若不了解人体正常微细结构,就不可能识别细胞、组织的病理形态变化。组织学与生理学、生物化学等学科的关系也很密切。目前,对人体微细结构的研究已从组织细胞水平、亚细胞水平提高到分子水平,乃至基因水平,更有利于深入理解正常机体的生理、生化代谢过程以及疾病的发生机制。

人体胚胎学为妇产科学、男性学、生殖工程学、儿科学、计划生育和人类优生学等学科提供了必要的基础知识,特别是与目前胚胎干细胞、组织工程的研究关系密切。对干细胞的深入研究,也给胚胎学的发展带来了新机遇,使胚胎学的许多概念得到了更新和补充。干细胞和组织工程研究的新成果,将使人类对疾病的认识和治疗获得飞速发展。

## 二、组织学与胚胎学的常用研究方法

组织学伴随着显微镜的发明而建立,显微镜的改进升级和标本制备技术的进步推动着组织学和胚胎学的不断发展。显微镜的放大率(magnification)与其分辨率(resolving power)有关。在一定的距离内,人眼所能分辨的两点之间最小的距离,称为分辨率。通常,人裸眼的分辨率仅为0.2mm,而光学显微镜的分辨率约为0.2 $\mu$ m,可使物体放大几十倍至1000倍,能观察到细胞水平的光镜结构。普通透射电子显微镜的分辨率则提高到0.2nm,放大率为几千倍到几万倍,能观察到亚细胞水平的超微结构。

用光学显微镜与电子显微镜观察标本时,常用的长度计量单位及其之间的换算为:

$$1\mu\text{m}(\text{微米}) = 10^{-3}\text{mm}(\text{毫米})$$

$$1\text{nm}(\text{纳米}) = 10^{-3}\mu\text{m}(\text{微米})$$

$$1\text{pm}(\text{皮米}) = 10^{-3}\text{nm}(\text{纳米})$$

另外,样品制备技术的不断进步和完善,与观察手段相得益彰,为深化研究工作创造了良好的条件。可以预言,随着技术进步、新方法的不断涌现,必将有力地推动组织学与胚胎学进一步的发展。下面仅就常用的显微镜和样品制备技术作简要介绍。

### (一) 光学显微镜术

**1. 普通组织标本的制备技术** 普通光镜用透射光观察标本,如果把组织材料直接置于显微镜下,由于厚度大,光线不能透过,而且绝大多数组织都是无色的,难以进行观察。须将组织材料制备为薄的组织切片,再经染色等步骤,才能在显微镜下观察。组织处理的主要步骤如下:

(1) 取材和固定:将新鲜组织约5mm<sup>3</sup>无损伤取下,立即投入固定液中进行固定(fixation)。固定的目的是防止组织离体后由于酶的作用而产生细胞自溶;同时防止由于细菌的作用产生组织腐败,并尽可能保存细胞生活状态下的结构、化学特性和生物活性等。固定液的种类很多,最常用的是甲醛溶液。

(2) 包埋和切片:为便于将组织块切割为薄的组织切片,需将固定的组织块逐步过渡到包埋剂中,进行包埋(embedding)。最常用的是石蜡包埋,对于大的组织块,如眼球、大脑等也可用火棉胶包埋。固定之后的标本,经过浓度递增的乙醇脱水、二甲苯透明、石蜡充分浸透,最终以石蜡充填组织中水分的位置,并将整个组织块包埋在石蜡块内。用切片机(microtome)把石蜡组织块切成5~7 $\mu$ m的薄片,裱贴在载玻片上,干燥后准备染色。

此外,还可将未经固定的新鲜组织块迅速冷冻,再用冷冻切片机(cryostat microtome)进行切片,称为冷冻切片技术。该技术能较好地保存组织的化学成分和酶活性,并且方法简便快



速,适用于酶的显示和临床病理快速诊断。如果是液状的组织,如血液、骨髓、胸腔积液、腹水或分泌物等,可以直接涂于载玻片上,制成涂片标本。疏松结缔组织、肠系膜等制成铺片标本。牙或骨等坚硬组织需制成磨片标本。

(3) 染色:在普通光学显微镜下,只有当可见光通过标本后发生波长或振幅改变时,才能观察到结构细节。一般生物样品多无色透明,所以需要组织切片进行染色(staining)。最常用的是苏木精(hematoxylin)和伊红(eosin)染色法,简称为HE染色。苏木精为蓝色的碱性染料,能将组织或细胞内的酸性物质,如细胞核染为紫蓝色。伊红为红色的酸性染料,能将组织或细胞内的碱性物质,如细胞质染为粉红色。组织细胞成分易于被碱性染料或酸性染料着色的性质分别称为嗜碱性(basophilia)和嗜酸性(acidophilia);若与两种染料的亲和力均较差,着色很浅,则称为中性(neutrophilia)(图1-1)。

银染法也较常用。将组织切片浸于硝酸银中,有的组织成分能够直接把硝酸银还原,使银颗粒附于其上,呈棕黑色或棕黄色,组织的这种染色特点称为亲银性(argentaffin);有的组织成分本身对硝酸银无直接还原能力,需要加入还原剂,使银盐还原沉淀显色,称为嗜银性(argyrophilia)(图1-2)。

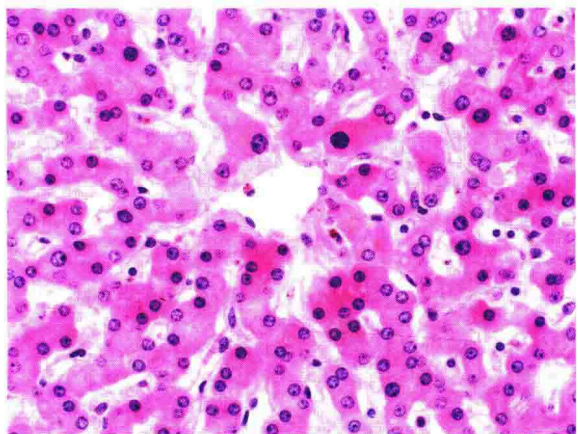


图 1-1 猪肝切面光镜像, HE 染色

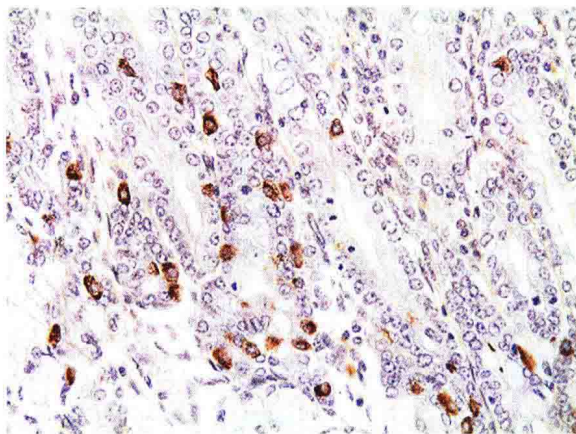


图 1-2 豚鼠小肠嗜银细胞光镜像, 银染色

异染性是一种有趣的染色现象,例如,当用蓝色的碱性染料甲苯胺蓝进行染色时,肥大细胞内的嗜碱性颗粒被染为紫红色,而非染成蓝色,这种改变染料自身颜色的现象称为异染性(metachromasia)。其原理可能是该染料在溶液中呈单体状态时显蓝色,当它与多阴离子的高分子物质结合后,染料分子聚合成多聚体时则呈现红色。

(4) 脱水和封片:染色后的标本经过从低到高梯度浓度乙醇脱去组织中的水分,经二甲苯透明,用树胶将组织封存于载玻片和盖玻片之间,以便较长期保存。

**2. 普通光学显微镜** 普通光学显微镜(conventional light microscope, CLM)简称为光镜,是最常用、最基本的观察工具。它以普通光线为光源,以玻璃透镜进行聚焦、放大成像,使用透射光观察标本。组织标本一般需要切成 $5 \sim 7\mu\text{m}$ 的薄片,用染料染色以增加颜色反差,构成彩色图像显示细胞、组织结构。除了普通光学显微镜外,还有其他特殊光学显微镜,也广泛应用于科学研究,如荧光显微镜、偏振光显微镜、微分干涉差显微镜、相差显微镜等。它们的差别只是光源的变化、相位的变化等,但都是基于光和组织内容的相互作用,空气为介质,其分辨率和放大率都是基于光的特征,最高放大率受到限制,最大为1000倍。

**3. 荧光显微镜** 荧光显微镜(fluorescence microscope)采用波长较短的紫外光或蓝紫光作为光源,又称为激发光。标本中某些特殊分子吸收激发光之后,发出在荧光显微镜下可观察到的、波长较长的荧光。呈现荧光处,即代表某种成分所在。这些成分若是组织、细胞的固有