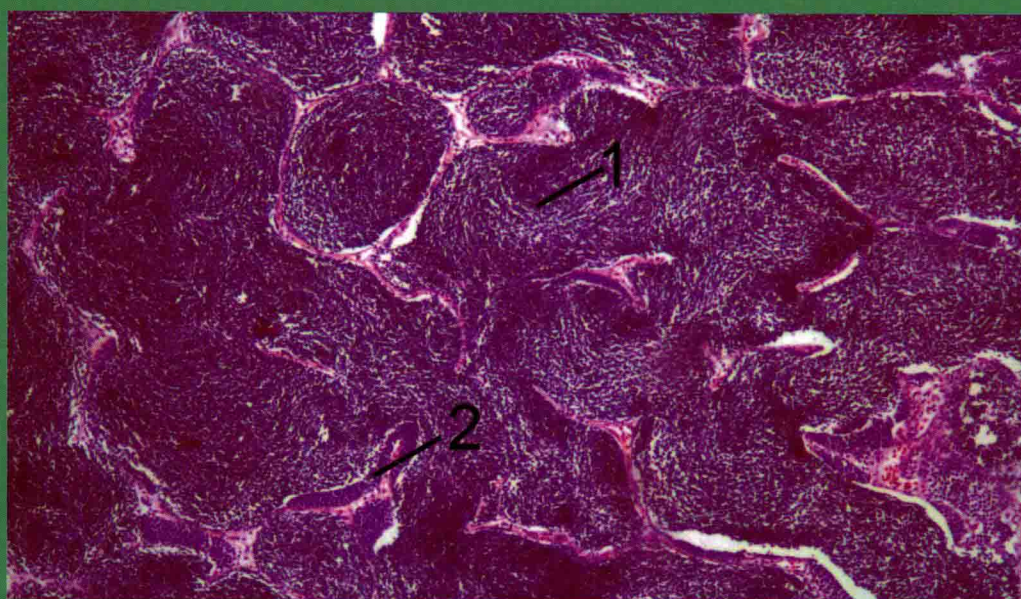


草鱼组织学

彩色图谱

A Colour Atlas of Grass Carp Histology

汪开毓 肖 丹 等 编著



科学出版社

草鱼组织学彩色图谱

汪开毓 肖 丹 等 编著

科学出版社

北 京

内 容 简 介

草鱼组织学与草鱼生理学的关系十分密切,要了解草鱼的生长、生殖、消化与呼吸等生理机能,首先必须了解执行这些生理机能的器官系统的正常组织结构。本书采用组织学显微技术,通过HE、AB-PAS、改良Mallory一步三色、嗜银、钾矾苏木紫等多种染色方法,详细介绍包括草鱼上皮组织、结缔组织、肌组织和神经组织在内的四大基本组织的组成、结构、分布和功能,并系统描述草鱼的被皮系统、消化系统、心血管系统、呼吸系统、泌尿系统、免疫系统、生殖系统、内分泌系统和神经系统中各器官的微细形态结构特点和功能。

本书可供高等学校畜牧兽医、水产养殖专业或水生动物病害专业教师、本科生、研究生等学习使用,也可供有关科技人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

草鱼组织学彩色图谱 / 汪开毓等编著. — 北京:科学出版社, 2015.6
ISBN 978-7-03-045032-6

I. ①草… II. ①汪… III. ①草鱼—动物组织学—图谱 IV. ①Q959.46-64

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第132137号

责任编辑:韩卫军 / 责任校对:唐静仪
责任印制:余少力 / 封面设计:墨创文化

科学出版社出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

四川煤田地质制图印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2015年8月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2015年8月第一次印刷 印张:10

字数:230千字

定价:129.00元

本书编委会

主 编

汪开毓（四川农业大学）

肖 丹（通威股份有限公司）

常务副主编

何 敏（四川农业大学）

副主编

陈德芳（四川农业大学）

刘天强（通威股份有限公司）

黄小丽（四川农业大学）

参 编（按姓氏笔画排序）

王 均（四川农业大学）

尹 超（通威股份有限公司）

阳 涛（通威股份有限公司）

杜宗君（四川农业大学）

杨 倩（四川农业大学）

罗远会（通威股份有限公司）

段 靖（四川农业大学）

贺 扬（四川农业大学）

耿 毅（四川农业大学）

黄艺丹（四川农业大学）

黄冠军（通威股份有限公司）

黄凌远（通威股份有限公司）

黄锦炉（四川农业大学）

蔡泽文（通威股份有限公司）

通威股份有限公司科技创新基金项目成果

（项目名称：草鱼健康评价标准体系研究及共享测试服务平台建设）

前言

Preface

草鱼 (*Ctenopharyngodon idellus*) 属鲤形目鲤科雅罗鱼亚科草鱼属, 为中国特有鱼类。草鱼个体大 (最大个体可达40kg)、生长快, 天然状态下主要栖息于平原地区的江河湖泊, 喜居于水的中下层和近岸多水草区域, 性情活泼, 游动迅速, 为典型的草食性鱼类。其食物链短, 饵料来源广泛, 是池塘、湖泊、水库、河道、网箱、流水养殖的主要放养对象, 也是四大家鱼中最先进行规模化养殖的鱼类之一, 无论养殖面积、规模还是产量都很大, 是我国鱼类养殖的当家品种之一。草鱼因为特点明显、优势突出, 目前已经被亚、欧、美、非各洲的许多国家引进养殖, 并因其能清除水体中及沿岸的植被而被称为“拓荒者”, 具有重要的生态价值, 在世界范围内有广泛影响。

我国水产养殖与国外相比有明显的差异, 由于养殖品种繁多, 而使养殖研究不够深入, 有经验的养殖者大多遵循根据“结构——形态——功能”的关系, 以研究鱼类生物学特性, 依据鱼类生物学特性制定养殖技术。草鱼是我国研究比较深入的主要鱼类之一, 在其繁育、养殖、疾病防治等方面的成就在一定程度上代表了中国水产养殖技术发展历程, 其养殖技术为后来的名特优鱼类的养殖技术奠定了基础。如四大家鱼的繁殖技术奠定了我国鱼类繁殖技术的理论基础; 草鱼出血病疫苗开拓了我国鱼病防疫技术。但是, 在长期的教学科研工作中我们发现, 关于草鱼基本组织结构系统研究仍然比较匮乏, 这不仅限制了对草鱼生理机能和疾病病理的探索, 还制约了草鱼养殖技术的发展。

草鱼组织学是应用各种显微技术, 系统地阐明草鱼四大基本组织的组成、结构、分布和功能的一般规律以及鱼体各器官的微细形态结构特点和功能关系的一门重要基础理论科学。一方面, 草鱼组织学与草鱼生理学的关系十分密切。结构是功能的基础, 要了解草鱼的生长、生殖、消化与呼吸等生理机能, 首先必须了解执行这些生理机能的器官系统的正常组织结构, 因为各种生理机能都是建立在正常组织结构的基础上, 只有组织结构正常, 才能保持各种生理机能的正常, 当某一组织结构发生变化或破坏时, 其生理机能也就随之发生破坏。相反, 生理机能的改变也会导致组织结构的相应改变。通过草鱼组织学的观察可对草鱼健康状况进行准确的评价, 这对于优化草鱼养殖技术, 确保水生动物安全和保障行业可持续发展都具有积极的影响。另一方面, 草鱼组织学与草鱼疾病学的关系十分密切。在草鱼疾病的发生与发展过程中, 由于受到各种病因的作用, 鱼体组织器官必然发生这样或那样的病理变化, 要想认识这些病理变化, 必须首先熟悉正常的组织结构, 不然就

无法辨别正常与病态。目前,利用鱼类组织学技术评价养殖环境、养殖鱼体及食品安全状况局限在部分教学科研机构,生产单位极少使用。由此可见,草鱼组织学的编撰不仅具有重要的理论意义,同时具有重要的生产实际意义。

本图谱系统介绍草鱼四大基本组织和九个系统的正常组织学,全书共有302幅图片,以普通染色为主,辅以各种组织化学的特殊染色显示一些特殊的组织成分,对一些组织还配有电镜照片,对每个系统或组织配有简洁的文字介绍和说明。本书获得通威股份有限公司科技创新基金项目的重点资助,是“草鱼健康评价标准体系研究及共享测试服务平台建设”项目的科技成果之一。编写本书的想法是在我们长期的教学科研工作中萌发的,适逢科研人员在开展通威股份有限公司项目过程中,对草鱼组织学健康评价时,几乎难以找到一本比较系统的实际拍摄的彩色鱼类组织学图谱以资参考或借鉴,这对研究带来许多困难。鉴于此,在通威股份水产养殖动物疾病防控国家地方联合工程实验室和四川农业大学鱼病研究中心的共同努力下,历经八年,通过大量查阅文献、解剖、采样、制片、观察描述、照相和反复筛选等一系列的工作,现在终于将这一书稿编成,这期间虽然编著人员经历了许多艰辛,但看到这本饱含心血的图谱即将呈现在渴望学习和研究鱼类组织学、病理学、疾病学等相关同行的面前,我们感到非常欣慰。如何应用草鱼正常的组织学结构的研究成果,服务于我国草鱼养殖产业,具有重要的生产实际意义和理论意义,值得花大力气进行研究。在此我们抛砖引玉,希望能引起行业各方面的重视,推进相关工作。由于编著者能力和水平的限制,书中的不足甚至错误之处,敬请广大读者批评指正。

本图谱在编写中遵循科学性、系统性和应用性的原则,按一般教科书的提纲进行编排,便于学习或查找,可作为高等院校师生和科研工作者的参考用书。

编著者

2015年5月

目 录

第一章 基本组织	1
第一节 上皮组织	1
一、被覆上皮	1
二、腺上皮	11
三、感觉上皮	15
第二节 结缔组织	16
一、疏松结缔组织	16
二、致密结缔组织	22
三、脂肪组织	23
四、网状组织	24
五、软骨组织	26
六、骨组织	28
七、血液	30
第三节 肌组织	33
一、平滑肌	34
二、骨骼肌	36
三、心肌	40
第四节 神经组织	43
一、神经细胞	43
二、神经纤维	45
三、神经胶质细胞	47
第二章 被皮系统	51
第一节 皮肤	51
一、表皮	52
二、真皮	52
第二节 鳞片	54
第三节 感觉器官	55
一、侧线	55
二、味蕾	56
三、眼	57
第三章 消化系统	61
第一节 消化管	61
一、口咽腔	61
二、食管	64
三、肠道	67
第二节 消化腺	80
一、肝脏	80
二、胰腺	89
第四章 心血管系统	92
第一节 毛细血管	92

第二节 动脉	94
一、小动脉	94
二、中动脉	95
三、大动脉	96
第三节 静脉	98
一、小静脉	98
二、中静脉	99
三、大静脉	100
第四节 心脏	100
一、静脉窦	101
二、心房	101
三、心室	102
四、动脉球	103
第五章 呼吸系统	104
第一节 鳃	104
第二节 鳔	108
第六章 泌尿系统	110
第一节 泌尿部	110
第二节 排尿部	115
第七章 免疫系统	116
第一节 头肾	116
第二节 脾脏	119
第三节 胸腺	123
第八章 生殖系统	126
第一节 精巢	126
第二节 卵巢	128
第九章 内分泌系统	131
第一节 脑垂体	131
第二节 甲状腺	134
第三节 肾上腺	134
第十章 神经系统	136
第一节 端脑	136
第二节 间脑	141
第三节 中脑	142
第四节 小脑	143
第五节 延脑	144
第六节 脊髓	145
主要参考文献	146
索引	147

第一章 基本组织

草鱼的基本组织分为上皮组织、结缔组织、肌组织和神经组织四种组织。

◎第一节 上皮组织

草鱼的上皮组织与其他硬骨鱼类的上皮组织相同，由排列紧密的上皮细胞和极其少量的细胞间质所构成。它呈膜状覆盖在身体的外表面及体腔的内腔面，或裱衬在体内各种管状和囊状器官的内腔面，或分布在感觉器官承受刺激的部位，或形成腺体。根据形态结构以及生理功能的特点，可将上皮组织分成三类：被覆上皮(convering epithelium)、腺上皮(glandular epithelium)和感觉上皮(sensory-epithelium)。

一、被覆上皮

被覆上皮是草鱼体内分布最广的一类上皮组织，它广泛分布于整个体表和体内腔、管状器官的内外表面，对机体具有保护、分泌、吸收和排泄等多方面重要功能。

(一) 被覆上皮的一般结构特征

(1) 被覆上皮的细胞数量多而细胞间质少，细胞紧密排列成单层或多层的薄膜状结构。

(2) 在被覆上皮与下层结缔组织之间有一层薄而均质的膜称基膜，上皮组织的上皮细胞就附着在基膜上。

(3) 被覆上皮具有明显的极性，有游离面和基底面之分，其游离面朝向体表或腔管状器官的内外表面，基底面与基膜相连。

(4) 被覆上皮具有丰富的感觉神经末梢，但没有血管分布，其营养物质的获取和代谢产物的排出都是通过基膜的渗透作用来完成的。

(5) 在被覆上皮的游离面常形成一些特殊结构，如消化道单层柱状上皮细胞游离缘的微绒毛。

(二) 被覆上皮的种类与构造

草鱼的被覆上皮可根据其上皮细胞的形态特点和排列层次不同分为：单层扁平上皮、

单层立方上皮、单层柱状上皮和复层扁平上皮。

(1) 单层上皮：单层上皮仅有一层细胞构成，根据细胞形态特点不同分为以下几种类型。

①单层扁平上皮 (simple squamous epithelium)：是一种由一层多边形扁平状细胞组成的上皮组织，其上皮细胞正面观呈多边形，边缘呈锯齿状，侧面观扁而平呈梭形，核扁圆位于细胞中央 (图1-1A, B；图1-2A, B)。根据其分布部位不同，分为内皮和间皮两种。



图1-1A 单层扁平上皮 立体模式图

1. 单层扁平上皮细胞 2. 细胞核 3. 基膜

Fig. 1-1A Three-dimensional ideograph of simple squamous epithelium

1. simple squamous epithelial cell 2. nucleus 3. basement membrane

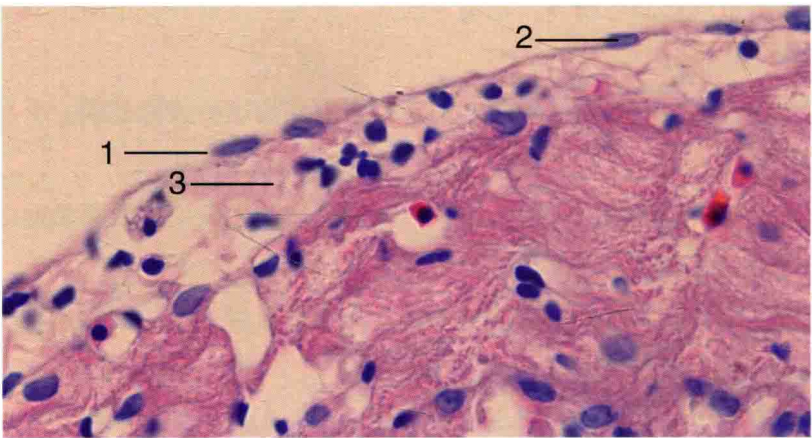


图1-1B 单层扁平上皮 HE×1000

1. 单层扁平上皮细胞 2. 细胞核 3. 结缔组织

Fig.1-1B The simple squamous epithelium HE×1000

1. simple squamous epithelial cell 2. nucleus 3. connective tissue

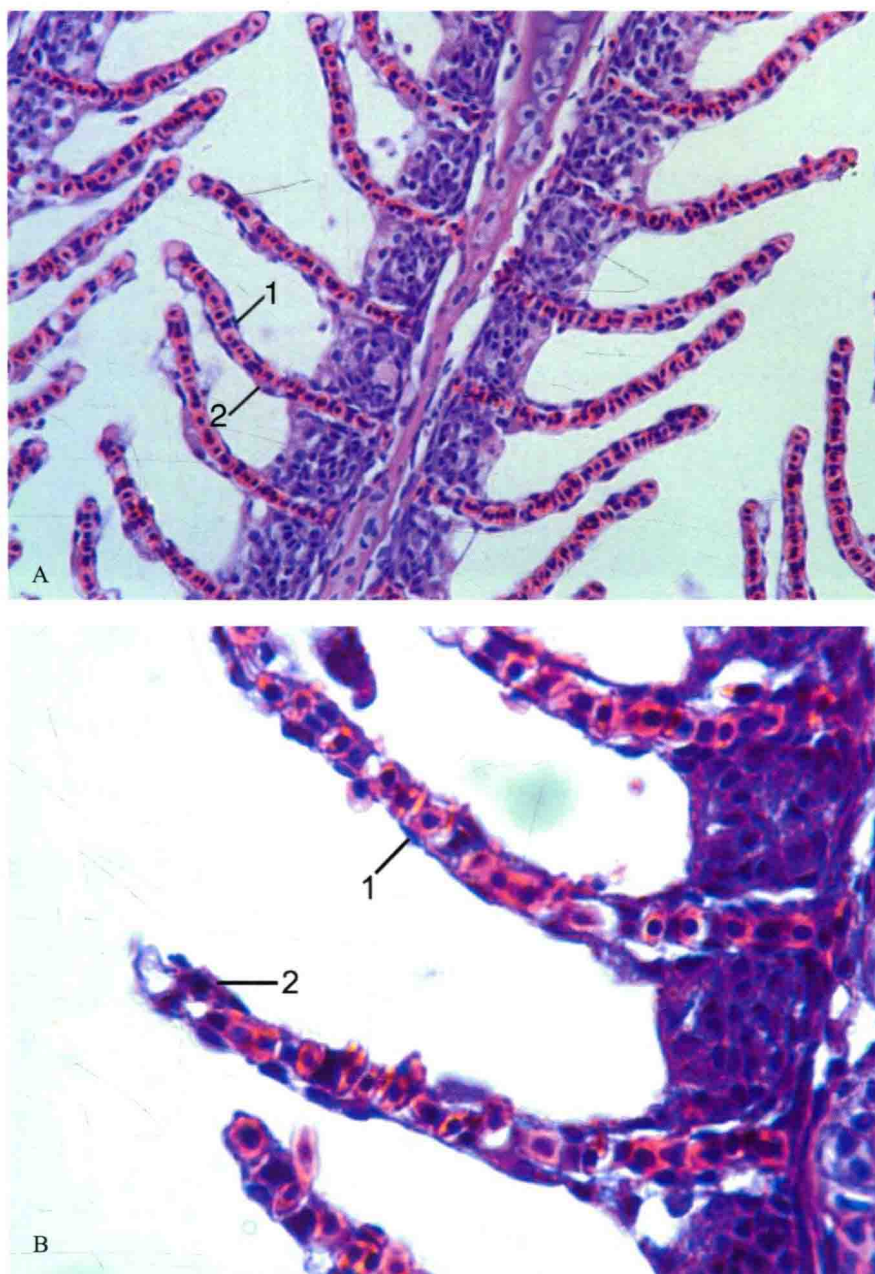


图1-2 鳃小片横切面 (示呼吸上皮)

A. 1.上皮细胞核 2.上皮细胞质 HE×400

B. 1.上皮细胞核 2.上皮细胞质 HE×1000

Fig.1-2 The transverse of gill small piece (showing respiratory epithelium)

A. 1. Nucleus of epithelium cell 2. cytoplasm of epithelium cell HE×400

B. 1. Nucleus of epithelium cell 2. cytoplasm of epithelium cell HE×1000

A. 内皮 (endothelium)：分布于草鱼心脏、血管、淋巴管内膜表面的单层扁平上皮 (图1-3~图1-5)。内皮很薄，其表面光滑，有利于血液和淋巴的通畅流动。其中毛细血管管壁由一层内皮构成，有利于血液和组织间物质交换。

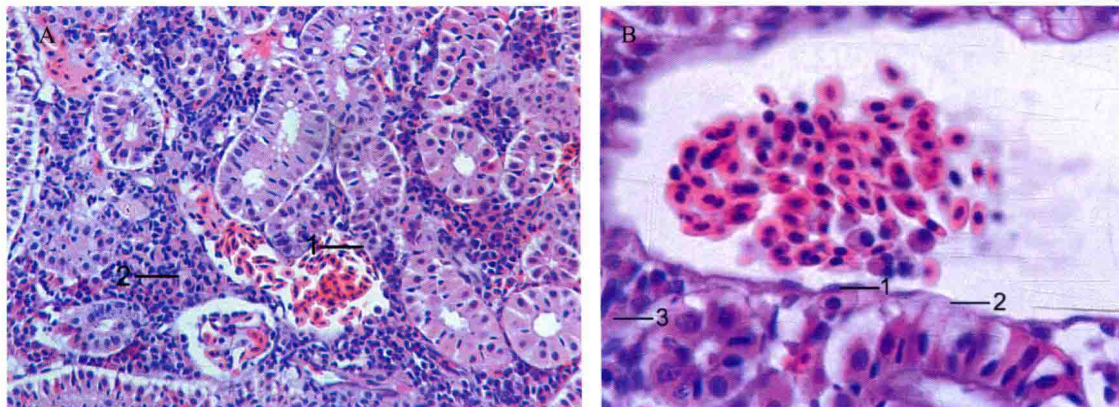


图1-3 中肾横切面 (示血管内皮)

A. 1.内皮细胞 2.肾间质 HE ×400

B. 1.内皮细胞核 2.内皮细胞质 3.肾间质 HE ×1000

Fig.1-3 The transverse of mesonephros (showing blood vessel endothelium)

A. 1. endothelial cell 2. renal interstitium HE ×400

B. 1.nucleus of endothelial cell 2.cytoplasm of endothelial cell 3.renal interstitium HE ×1000



图1-4 心室横切面 (示心内膜) HE ×400

1. 内皮细胞质 2. 内皮细胞核

Fig.1-4 The transverse of ventricle (showing endocardium) HE ×400

1. nucleus of endothelial cell 2. cytoplasm of endothelial cell

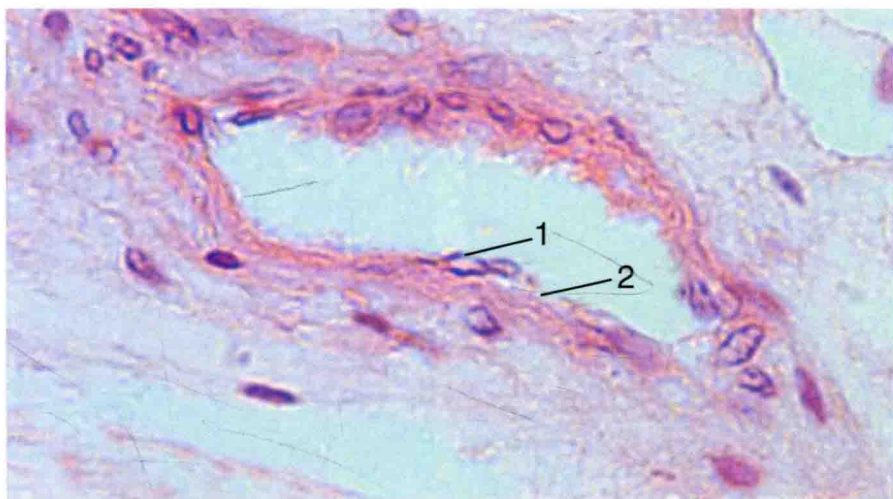


图1-5 心脏静脉横切面（示血管内皮）HE ×400

1. 内皮细胞核 2. 内皮细胞质

Fig. 1-5 The transverse of venae (showing blood vessel endothelium) HE ×400

1. nucleus of endothelial cell 2. cytoplasm of endothelial cell

B. 间皮 (mesothelium) : 分布于草鱼体腔和各内脏器官外表面的单层扁平上皮称间皮 (图1-6)。间皮和结缔组织共同组成各体腔和内脏器官的浆膜。间皮表面光滑湿润, 可减少各脏器活动时摩擦。

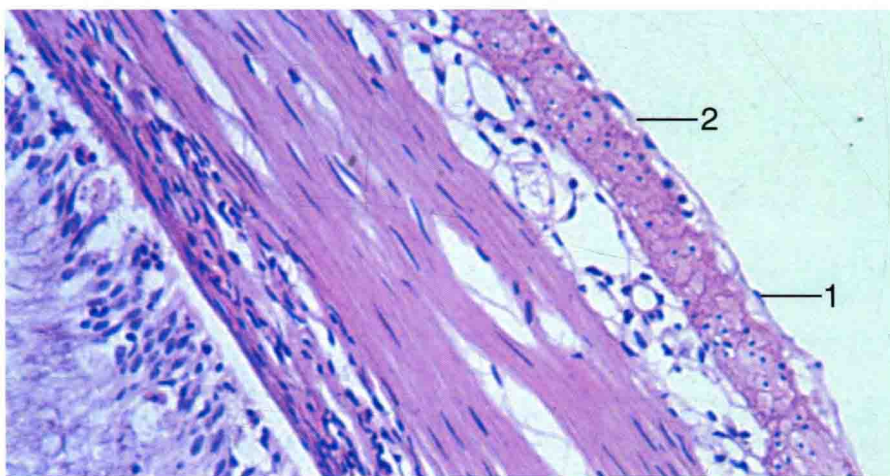


图1-6 肠道横切面（示浆膜间皮）HE ×400

1. 间皮细胞核 2. 间皮细胞质

Fig. 1-6 The transverse of intestinal tract (showing mesothelium of serous membrane) HE ×400

1. nucleus of mesothelial cell 2. cytoplasm of mesothelial cell

②单层立方上皮 (simple cuboidal epithelium)：这种上皮由一层立方形细胞构成。上皮的正面观呈多边形，侧面观呈正立方形，核大圆形位于细胞中央（图1-7A，B）。这种上皮主要分布于草鱼肾小管和分泌腺的导管处（图1-8A，B，C，D），具有吸收和分泌等重要功能。



图1-7A 单层立方上皮立体模式图
1.细胞质 2.细胞核 3.基膜

Fig.1-7A The three-dimensional ideograph of simple cuboidal epithelial
1. cytoplasm 2. nucleus 3. basement membrane

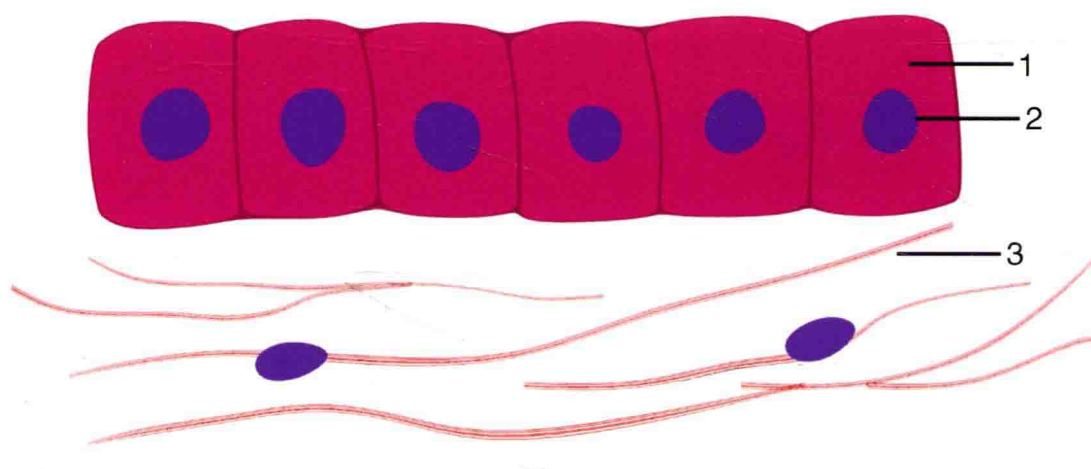


图1-7B 单层立方上皮切片模式图
1.单层立方上皮细胞 2.细胞核 3.结缔组织

Fig. 1-7B Section ideograph of simple cuboidal epithelium
1. simple cuboidal epithelial cell 2. nucleus 3. connective tissue

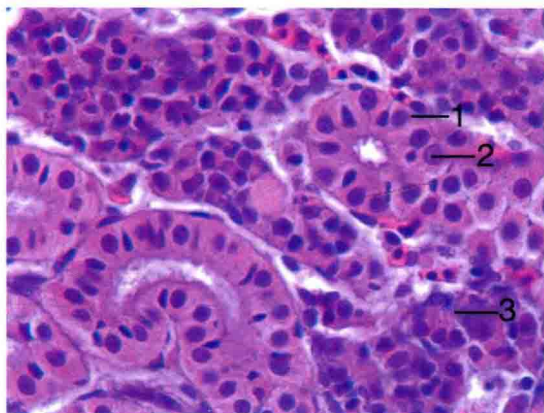


图 1-8A 中肾横切面 (示肾近曲小管单层立方上皮) HE $\times 1000$

1. 单层立方上皮细胞 2. 细胞核 3. 肾间质

Fig. 1-8A The transverse of mesonephros (showing simple cuboidal epithelium of kidney proximal tubule) HE $\times 1000$

1. simple cuboidal epithelial cell 2. nucleus
3. renal interstitium

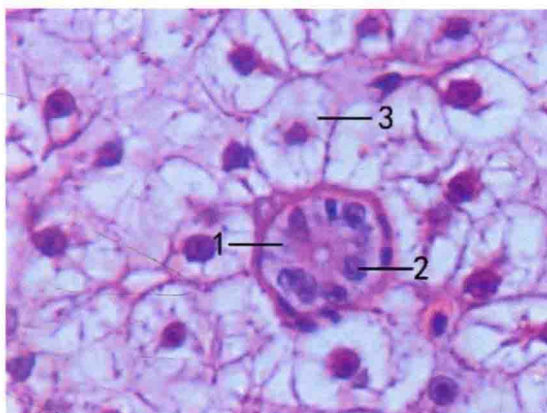


图1-8B 肝脏横切面 (示小叶间胆管单层立方上皮) HE $\times 1000$

1. 单层立方上皮细胞 2. 细胞核 3. 肝细胞

Fig. 1-8B The transverse of liver (showing simple cuboidal epithelium of the interlobular bile duct) HE $\times 1000$

1. simple cuboidal epithelial cell 2. nucleus
3. hepatocyte

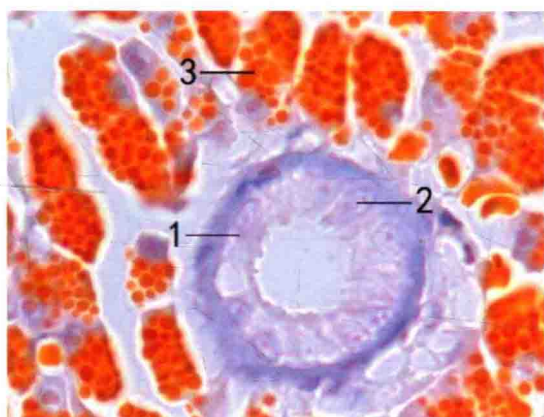


图1-8C 胰脏横切面 (示胰小叶内导管单层立方上皮) 改良Mallory一步三色法 $\times 1000$

1. 单层立方上皮细胞 2. 细胞核 3. 胰腺腺细胞

Fig. 1-8C The transverse of pancreas (showing simple cuboidal epithelium of the intralobular duct of pancreas) Improved Mallory's method $\times 1000$

1. simple cuboidal epithelial cell 2. nucleus
3. pancreatic glandular cell

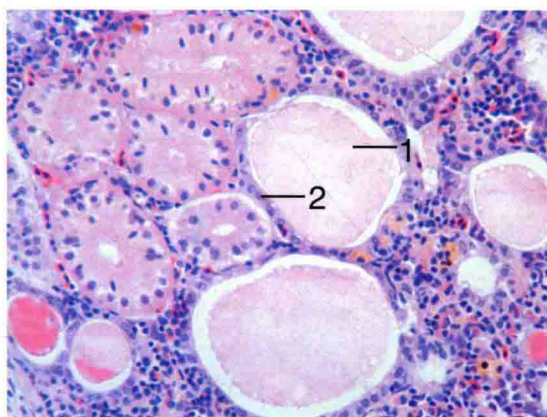


图 1-8D 中肾横切面 (示甲状腺滤泡单层立方上皮细胞) HE $\times 400$

1. 甲状腺滤泡 2. 单层立方上皮细胞

Fig. 1-8D The transverse of mesonephros (showing simple cuboidal epithelium of the thyroid follicle) HE $\times 400$

1. thyroid follicle 2. simple cuboidal epithelial cell

③单层柱状上皮 (simple columnar epithelium)：这种上皮由一层高柱状细胞排列而成。其上皮表面观呈六边形，侧面观呈高柱状。核呈卵圆形，位于细胞基部，主要分布于草鱼的肠黏膜表面 (图1-9 A, B, C)。这种上皮游离缘有纹状缘，电镜下可见纹状缘为一些指状突起，称微绒毛 (图1-10 A, B)。这是单层柱状上皮的一种特殊结构，这种特殊结构增加了细胞游离面的表面积，对草鱼肠道的吸收和分泌作用具有重要意义。其次，草鱼部分肾小管和集合管也由柱状上皮构成 (图1-10C)。



图1-9A 单层柱状上皮立体模式图

1. 细胞质 2. 细胞核 3. 基膜

Fig. 1-9A The three-dimensional ideograph of simple columnar epithelium

1. cytoplasm 2. nucleus 3. basement membrane

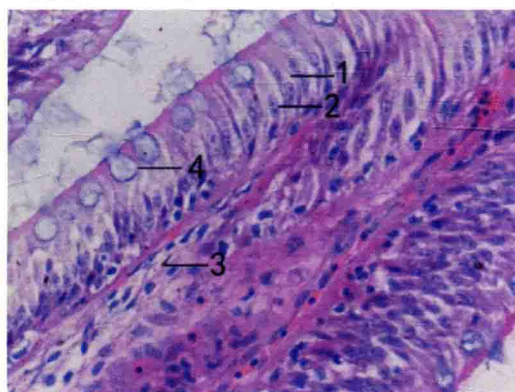


图1-9B 单层柱状上皮 HE×400

1. 单层柱状上皮细胞 2. 细胞核

3. 结缔组织 4. 杯状细胞

Fig. 1-9B The simple columnar epithelium HE×400

1. simple columnar epithelial cell

2. nucleus 3. connective tissue 4. goblet cell

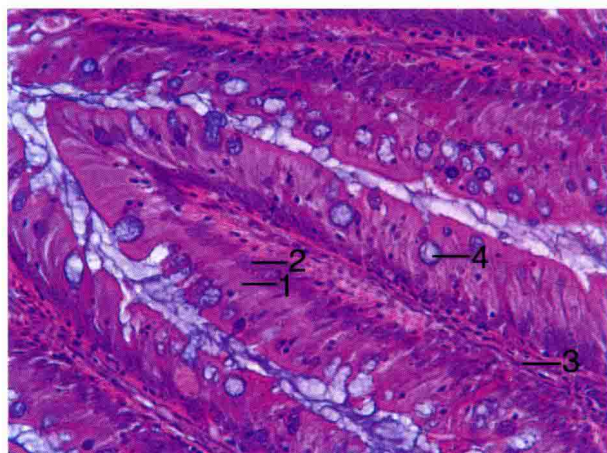


图1-9C 前肠横切面 (示单层柱状上皮)

HE ×400

1. 单层柱状上皮细胞 2. 细胞核

3. 结缔组织 4. 杯状细胞

Fig. 1-9C The transverse of anterior intestine (showing simple columnar epithelium) HE ×400

1. simple columnar epithelial cell

2. nucleus 3. connective tissue

4. goblet cell