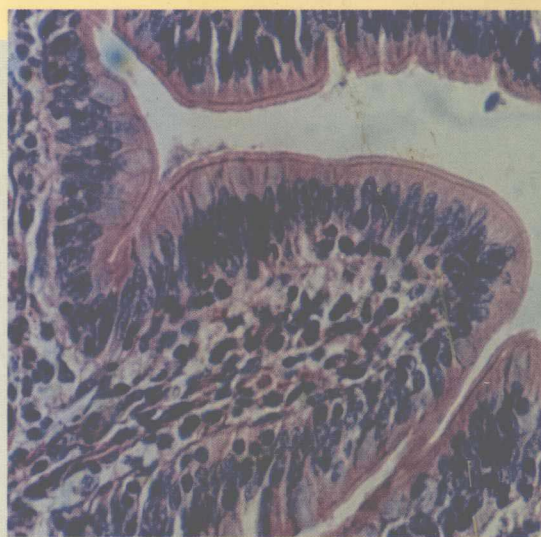


A HISTOLOGICAL ATLAS OF GUIZHOU MINI-PIG

贵州小型猪组织学 图谱



甘世祥 钱宁 冯济凤 董菲洛 著

GAN SHIXIANG QIAN NING FENG JIFENG DONG FEILUO

贵州科技出版社

GUIZHOU SCIENCE AND TECHNOLOGY PUBLISHING HOUSE



贵州小型猪组织学图谱

A HISTOLOGICAL ATLAS OF
GUIZHOU MINI-PIG

甘世祥 钱 宁 冯济凤 董菲洛 著

GAN SHIXIANG QIAN NING FENG JIFENG DONG FEILUO

贵州科技出版社

· 贵 阳 ·

GUIZHOU SCIENCE AND
TECHNOLOGY PUBLISHING HOUSE

· Guiyang ·

图书在版编目(CIP)数据

贵州小型猪组织学图谱 / 甘世祥, 钱 宁, 冯济凤等著, —贵阳: 贵州
科技出版社, 2001.7

ISBN 7-80662-128-8

I. 贵… II. ①甘…②钱…③冯… III. 小型猪—组织学(生物)—图谱
IV. S828.1-64

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 041128 号

贵州科技出版社出版发行

(贵阳市中华北路 289 号 邮政编码 550004)

出版人: 丁 聪

贵州新华印刷厂印刷 贵州省新华书店经销

787mm × 1092mm 16 开本 9.5 印张 227 千字

2001 年 7 月第 1 版 2001 年 7 月第 1 次印刷

印数 1~1000 册 定价: 68.00 元

梅花香自苦寒来

——《贵州小型猪组织学图谱》序言

在我面前放着一厚叠散发着油墨清香、题为《贵州小型猪组织学图谱》的书稿，我耳边还响着贵阳中医学院甘世祥教授的话语：希望我为他们课题组最近完成的这一部实验动物的专著写一个序言。我不由得想起5年前，那时我面临着几乎同样的任务：那是他们的《贵州小型猪—实验动物小香猪》书稿付梓在即，也是希望由我这个知情者为这部将是国内第一部问世的实验动物小型猪专著写序言。那时，我遵嘱写下并交出了一些文字，他们的科技著作后来顺利出版，我的序言除印在卷首，还在《贵州日报》上发表。对这部著作，据说有不错的评价。而今，面对他们的又一次要求，考虑到自己虽然仍旧是贵州省实验动物学会的理事长，并在贵州省和中国科学院共建共管的天然产物化学重点实验室供职，但我在贵州省科学技术厅已不再任职，当然不再分管实验动物工作。此时此刻，我似乎不该再插足此类事务。为此，我产生了婉拒的念头。但是，当我想起以甘世祥君为首的课题组自1982年将贵州小香猪作实验动物的研究立项至今近20年的艰苦历程，想到这又将是小型猪的第一部组织学图谱的问世可能产生的影响，我觉得自己无论如何是不能推辞的。就这样，我开始在电脑上敲下一排排文字。

猪，无疑是中国人最喜爱的肉食的提供者。想想贵阳人竟然用猪身上最不值得称道的血、大肠和“槽头肉”，制作出让世人趋之若鹜的肠旺面这道美味小吃，既看得出贵阳人的聪慧，也可想见猪的神奇。但是，人们又总是鄙视猪的：好多大人在怒火中烧之际，往往对自己学习成绩不佳的小孩抛出一句激愤的骂语：“你呀，简直笨得像猪！”但就是猪这种既叫人喜欢又让人不屑的动物，和人类却有那么多的共同点：它不仅和我们的食性相同，与其它大型哺乳动物相比，它在解剖、生理、组织、新陈代谢等方面与人更加接近。这是猪日益成为重要实验动物的原因。就以贵州小型猪为例，这些年它已被贵州、上海、重庆等地的科学家们应用于心血管、烧伤、高原病、潜水病、抗衰老、肿瘤等许多科研项目，取得满意的结果，有几个科研成果还获得了省、部级的科技进步奖。在实验动物这个陌生领域，猪已经崭露头角并建立了功勋。现在我们面临的任务是要使猪作为实验动物更好地“为人民服务”，就必须对它的解剖学、组织学、遗传学、生理学、免疫学等进行更全面、更系统、更深入的研究，真正作到“知己知彼，为我所用”。由于我国小型猪科研工作起步很晚，这方面还有那么多的工作要作，远不到可以却步的地步。而这部图谱，又一次成为这方面的初始者，其意义自然是不能低估的。

记得在我5年前写的那一篇序言中，提到过《科技新时代》杂志上一篇题为《换个猪心？！》的文章。给人换一个猪心，这无疑是有着巨大诱惑力的命题。如果说排异是动物器

官移植的主要障碍的话，那么，在今天，由于克隆技术的进展，完全突破这个障碍的前景已经在望，这是有一天我在看电视时得到的信息，想来是不会错的。我在想，如果哪一天，有一颗又一颗小型猪的心脏在人类心脏病患者的胸腔中有力地跳动，并给他们注入蓬勃的生机与活力，那时，人们不应当忘记这本在2001年出版的有关小型猪组织学图谱的书籍，因为它的科学研究和积累，对实现这种科幻般的理想有着直接的关联。何况，人们想从猪身上获取的又何只一颗心脏？而猪在器官移植方面的作用，其实也仅仅是它作为实验动物诸用途中间的一项啊。

写到这里，我还想说一点“题外话”：要完成这样艰巨的科研任务，除了要有一批“矢志于斯、痴心不改”的科技有心人，愿意为之作长期的奉献和付出外，还得有对这样的科研任务给予坚决、有力、一贯支持并为之呼喊、吁请的管理者和领导人。贵州小型猪的科研工作从立项至今，一直得到贵阳中医学院、贵州省科学技术厅（原贵州省科学技术委员会）、贵州省人民政府和国家科技部等领导部门的很大关注和实际支持（尽管和它的实际需要相比，这种支持还是不够的）。且不说在开列省基金项目、攻关项目和国家项目、进行成果登记鉴定、开展国际学术交流合作等方面得到过的支持，就是这一次出书，也多亏贵州省科学技术厅主管的科学技术学术著作出版基金的资助。由于小型猪的研究工作还任重道远，还有好多急迫要进行的科研工作需要大量的经费投入和其它方面的支持。即便是贵阳中医学院多年培育的宝贵的实验动物纯系小香猪的种群保存，就是一个这样的难题，到而今也没有得到妥善的解决。说到这里，我觉得还应当提及一个现实：今天，和贵州小型猪并列的还有广西的巴马猪、云南的版纳猪、海南岛的五指山猪等小型猪，它们都以实验动物小型猪的身份得到国家科技部等有关领导部门的青睐和全国实验动物学同仁的关注。兄弟省、区的科研工作者已经在这方面取得了重要的进展和成就。作为最先开展这项工作而且长期处于前列的贵州省，怎样才能不丢掉已有的科技优势，更好地开发利用贵州小型猪这一宝贵资源？的确是值得我们深思的问题。我相信，我们的领导者们已经成竹在胸。而已经在小型猪研究上付出了半辈子心血的科技工作者们，应当能得到他们企盼的一切。

梅花是中国人民特别钟爱的花卉，她那幽雅的清香、冷丽的倩影、高洁的风骨，倾倒了多少骚人墨客。但梅花的芳香和傲骨是严冬的漫天飞雪培育出来的。现在，一本有意义的著作即将出版了，她的问世可能得到赞誉和褒奖，此时，请不要忘记为她的诞生付出了那么多辛劳的人们！请不要忘记这些同志在其他人正在香甜地美梦时，他们却还得面对一大堆小香猪的“杂碎”，潜心地进行枯燥的实验研究。这正是我以“梅花香自苦寒来”作这个小序标题的缘由。



2001年6月8日

（王怒安同志现任贵州省、中国科学院天然产物化学重点实验室副主任；贵州省实验动物学会理事长）

前 言

早在19世纪初,科学家就发现猪在解剖、生理和代谢等方面与人体十分接近,是极为理想的生物医学实验动物。但是,由于一般商品猪生长过快,体形过大,一直未能加以利用。至20世纪70年代,一些发达国家利用小型野猪和地方猪种进行杂交,较好地解决了实验用猪小型化的问题。中国小型猪的培育起步较晚,始于1980年前后,培育有贵州小型猪、版纳小耳猪、广西巴马小型猪和五指山猪等。

1982年,贵阳中医学院实验动物研究所从贵州省从江县山区引种小香猪,作驯化纯化培育;1985年,“开发贵州小型香猪作为实验动物的研究”得到贵州省科学技术厅(原贵州省科学技术委员会,下同)的重视与支持,被列为贵州省科技基金项目,继而转入科技攻关项目;1987年经上海实验动物研究中心余家骥先生,著名生物学者贵阳医学院金大雄先生、李贵贞先生,贵州大学生物技术学院(原贵州农学院)余渭江先生等20余名有关学科专家鉴定并定名为贵州小型猪(*Sus scrofa domestica* var. *mino guizhounensis* Yu.),所作工作得到著名科学家谈家桢先生、复旦大学刘祖洞先生的肯定和支持;1987年鉴定后,贵州小型猪的研究继续得到贵州省科学技术厅的大力支持;1994年7月,“贵州小型猪实验动物化研究”项目通过贵州省科学技术厅组织有关专家作科技成果鉴定,并再次得到谈家桢先生和中国实验动物学会名誉理事长刘瑞三先生的肯定和支持;1999年9月,“贵州小型猪保种与标准化的研究”项目通过贵州省科学技术厅的结题验收;1997年,贵阳中医学院作为合作单位与中国人民解放军第三军医大学、广西大学、云南农业大学共同承担了国家九五重点科技攻关项目:“中国三种实验用小型猪遗传学标准化的研究”,并于2000年12月通过国家科技部、国家卫生部的结题验收。在国际交流中,还得到日本生物界柏崎守先生、波冈茂郎先生、福田胜洋先生、大石孝雄先生和寺本清先生等的大力支持,并被列入中日政府间科技合作计划。

近20年来,我们项目组在对贵州小型猪主要以小型化育种为目的进行定向选育的基础上,经过封闭群及近交系选育,使贵州小型猪群体相似系数已高达0.9330,表明贵州小型猪是具有高度遗传特性的独立群体。贵州小型猪与兔、白鼠等小型实验动物比较,其器官发生、生长发育、食性、营养代谢、组织结构、生理生化正常值、疾病发生发展和转归等方面均更接近于人类;与猴、狗等大型实验动物比较,其品种纯,遗传背景清楚,对实验耐受性强、

反应性均衡，实验重复性高，是人体医药学实验的最佳替代者之一。同时，我们还对贵州小型猪进行了系统的研究：解剖学、组织学、遗传学研究；血液生理生化指标测定、全血中12种微量元素测定、部分重要脏器酶组织化学研究和人类疾病模型研究，为贵州小型猪实验动物物化工作提供了坚实可靠的数据和基础。这项科研工作还得到我国一些医药院校、研究所、医院的支持，我们和贵州省心血管研究所、贵州省人民医院、中国人民解放军海军医学研究所及中国人民解放军第三军医大学烧伤研究所等单位合作，成功地建立了人类心血管疾病、减压病、烧伤等贵州小型猪动物模型。我们还应用贵州小型猪开展了多项医药科研工作，均取得了满意的结果。

在对小型猪深化研究的过程中，鉴于目前国内尚无实验动物小型猪的形态学图谱，许多使用单位和科技人员希望我们将贵州小型猪系统解剖学和组织学资料整理出版，以供有关研究使用。因此，我们编写了这本《贵州小型猪组织学图谱》。本书中图片拍摄所用组织全部取材于6月龄至12月龄贵州小型猪。按组织学分类，将上皮组织、结缔组织、肌肉组织、神经组织、循环系统、免疫系统、皮肤、消化系统、呼吸系统、泌尿系统、内分泌系统、雄性生殖器官、雌性生殖器官、感觉器官等15部分，制作切片，显微摄影，绘制简图并加以扼要说明。希望能为生物学、医药学、畜牧兽医学等生命科学学者及有关院校教师、高年级学生和研究生提供参考。

在贵州小型猪系统解剖学和组织学研究中，贵阳中医学院组织胚胎学教研室钱定刚副教授做了大量工作；他呕心沥血、严谨治学、勤奋工作，直至生命的最后一刻；我们的研究得到了许多同仁的关心与支持；得到了上海实验动物研究中心余家骥教授、贵阳医学院许庭良教授、姜俸蓉教授、遵义医学院才秀莲教授、贵州大学许存心副教授的关心与支持；得到了贵州省科学技术厅、贵州省教育厅、贵阳中医学院领导的大力支持；得到了贵州科技出版社丁聪社长、夏同珩副总编辑、周维莉副编审的大力支持；本书获得贵州省科学技术学术著作出版基金的资助，才最终得以出版。在此一并表示衷心感谢。

由于我们学术水平有限，书中内容不妥和不足之处，希望广大读者提出批评指正。

编者

2001年5月6日

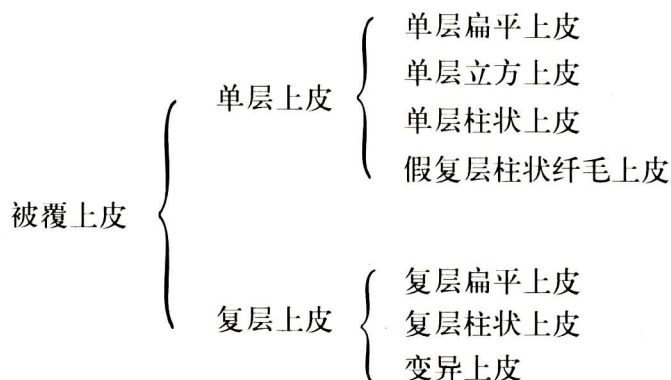
目 录

1 上皮组织·····	1
2 结缔组织·····	7
3 肌肉组织·····	14
4 神经组织·····	19
5 循环系统·····	29
6 免疫系统·····	38
7 皮肤·····	44
8 消化管·····	49
9 消化腺·····	60
10 呼吸系统·····	71
11 泌尿系统·····	78
12 内分泌系统·····	84
13 雄性生殖器官·····	89
14 雌性生殖器官·····	96
15 感觉器官·····	106
[附录 1]	
16 贵州小型猪的生理生化指标·····	111
[附录 2]	
17 专家鉴定和评审意见·····	129

1 上皮组织

上皮组织简称上皮。它是由许多密集排列的上皮细胞及少量细胞间质所组成。大部分上皮细胞覆盖于身体的外表面或衬在有腔器官的腔面。上皮组织的细胞呈明显的极性，即细胞的一面朝向身体外表面或管、腔及囊的内表面，称为游离面；另一面则是与游离面对应的向着深部的结缔组织，称为基底面。游离面上常分化出各种特殊的结构，如气管上皮的纤毛、小肠上皮游离面上的纹状缘（微绒毛）等，以适应器官功能的需要。基底面与其下方的结缔组织间有一层薄而均质的膜，称为基膜。基膜使上皮组织与结缔组织之间保持密切联系，同时结缔组织中的营养物质和上皮组织的代谢产物，也通过基膜的渗透作用互相交换。上皮组织中无血管分布，其营养物质由结缔组织中的血管透过基膜供给。上皮组织中神经末梢丰富，能感受各种刺激。上皮组织具有保护、吸收、分泌、排泄和感觉功能，不同部位的上皮组织其功能有显著差异。

上皮组织一般可分为3种类型：覆盖于身体的外表面，或衬在体内各种囊、腔及管的内表面的被覆上皮；具有分泌功能的腺上皮；分布在感觉器官具有特殊的感受作用的感觉上皮。这里以被覆上皮为例描述。被覆上皮可分为下列各种类型：



被覆上皮，覆盖于动物体表、体腔的内表面和各种管状器官的内表面，有减少摩擦和防止外界有害物质侵入机体的功能，同时还具有吸收、分泌、排泄等功能。

1.1 单层上皮

上皮细胞排列成1层，附着于薄而均匀的基膜上。

1.1.1 单层扁平上皮

单层扁平（鳞状）上皮只由1层扁平细胞组成，很薄。从表面观察，由多边形扁平细胞组成，细胞呈不规则形状，边缘呈锯齿状，细胞核呈圆形或椭圆形，位于细胞中央（图1-1、图1-2）。贴衬在心、血管、淋巴管腔面的单层扁平上皮称内皮；分布在胸膜、腹膜和心包膜表面的单层扁平上皮称间皮。

1.1.2 单层立方上皮

单层立方上皮由1层细胞组成，细胞呈立方状或矮棱柱状，细胞核大而圆，位于细胞中央。这种上皮见于肾小管等处（图1-3）。

1.1.3 单层柱状上皮

单层柱状上皮由1层棱柱状上皮细胞排列而成。细胞核圆形或椭圆形，位于细胞基部，柱状上皮的游离面有微绒毛，在小肠的绒毛则形成纹状缘，其间还夹有分泌粘液的杯状细胞（图1-4）。

1.1.4 假复层柱状纤毛上皮

可见于支气管的粘膜上皮。细胞高度不同，但细胞底部均与基膜接触，只有柱状细胞、杯状细胞的顶端可达到游离面。柱状细胞核及杯状细胞核呈卵圆形，位于粘膜上皮的中上层，基底细胞核呈圆形位于粘膜上皮的底部。由于细胞核不在同一水平面上，类似复层上皮，实际上是单层上皮。上皮游离缘常有动纤毛（图1-5）。

1.2 复层上皮

由多层细胞组成，最深层细胞附于基膜上，表层细胞位于上皮浅层。复层上皮根据表层细胞的形态可分为如下3种。

1.2.1 复层扁平上皮

又称复层鳞状上皮，由多层细胞组成，是最厚的一种上皮。表层细胞为扁平鳞片状；位于中间的数层细胞呈多角形，因细胞伸出许多细短的棘状突起，故又称棘细胞层；基底细胞为一层矮柱状或立方状细胞，位于最深层附于基膜上，具有活跃的分裂增殖能力，故名生发层。生发层不断产生新的细胞并向表层推移，以补充表层脱落的细胞（图1-6、图1-7）。

1.2.2 复层柱状上皮

比较少见。表层细胞为柱状，深层是1层或几层多边形细胞（图1-8）。

1.2.3 移行上皮

又称移行上皮，其细胞形态、上皮的厚薄及层次，可随所在器官的不同生理状态而发生变化，常分布于泌尿器官的粘膜。当器官管腔充盈时，上皮紧张，仅有3~4层细胞，表面细胞呈扁平形状，深层呈不规则立方形；当器官收缩，管腔缩小时，上皮松弛，约有6~10层细胞构成，表面细胞突向管腔，没有完整基膜。表层细胞立方形呈多边状，聚缩成角化状态称壳层，对尿液的侵蚀有防御作用（图1-9、图1-10、图1-11）。

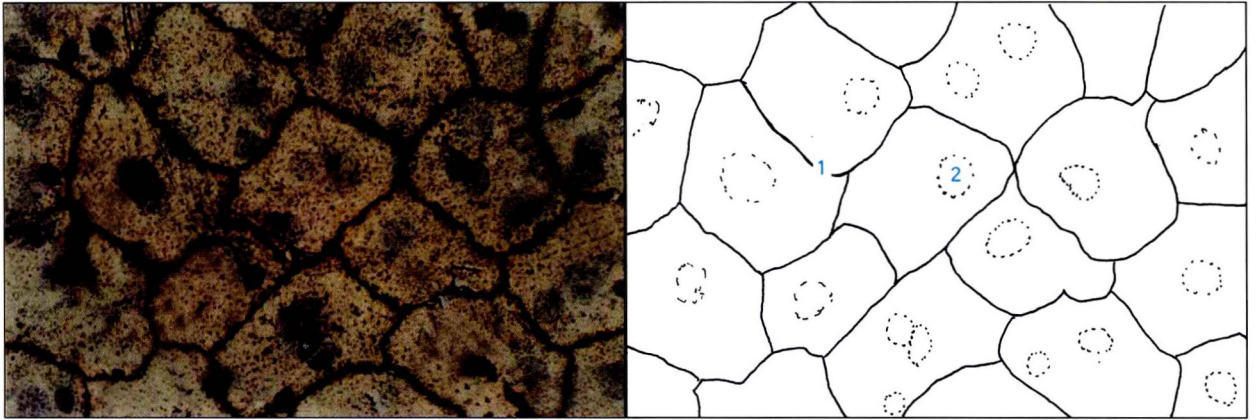


图1-1 单层扁平上皮(腹膜铺片) (镀银法, 6.3 × 40)
1 细胞边界 2 细胞核

腹膜铺片标本。可见细胞为不规则形状, 细胞边缘呈锯齿状, 细胞核淡蓝色, 椭圆形, 位于细胞中央(由于铺片较厚, 故造成1个细胞内有多个细胞核的假象)。

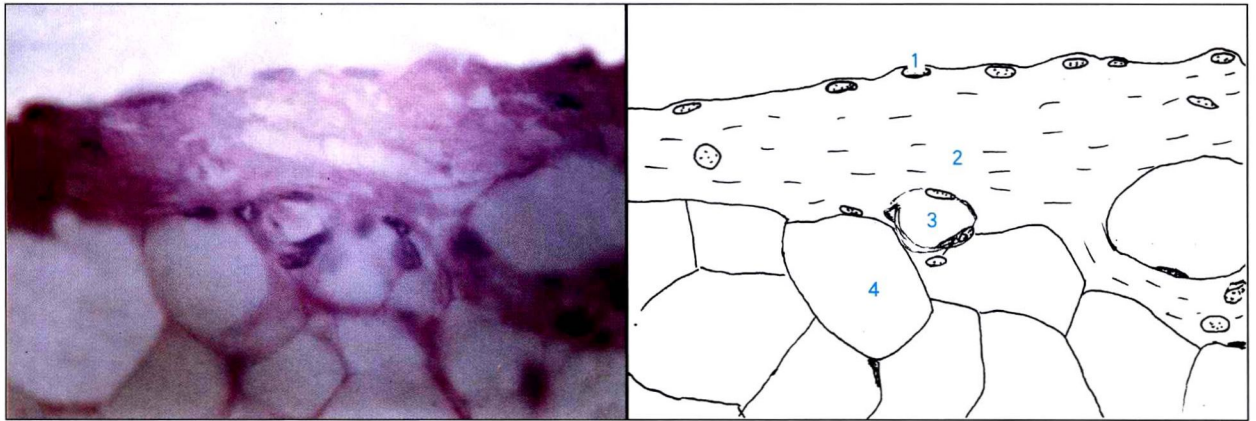


图1-2 单层扁平上皮(小肠浆膜) (HE染色法, 16 × 40)
1 扁平上皮细胞核 2 结缔组织 3 血管 4 脂肪细胞

小肠浆膜纵切。可见浆膜表面为1层扁平上皮, 细胞核扁圆形, 细胞间境界不清; 在浆膜下的疏松结缔组织中, 有毛细血管横断面, 其内皮细胞亦为单层扁平上皮。

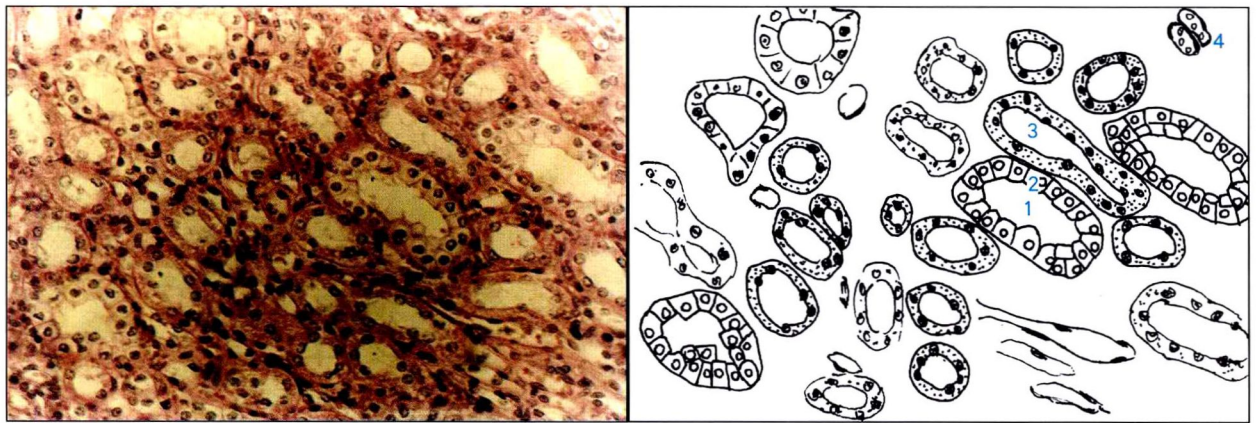


图1-3 单层立方上皮(肾髓质) (HE染色法, 6.3 × 25)
1 肾集合管 2 单层立方上皮 3 髓祥 4 血管祥

肾髓质横切。其中胞质着色浅的管腔断面为集合管, 集合管管壁由单层立方上皮组成, 细胞核圆形居中, 细胞界限清楚, 集合管周围为髓祥的不同断面。

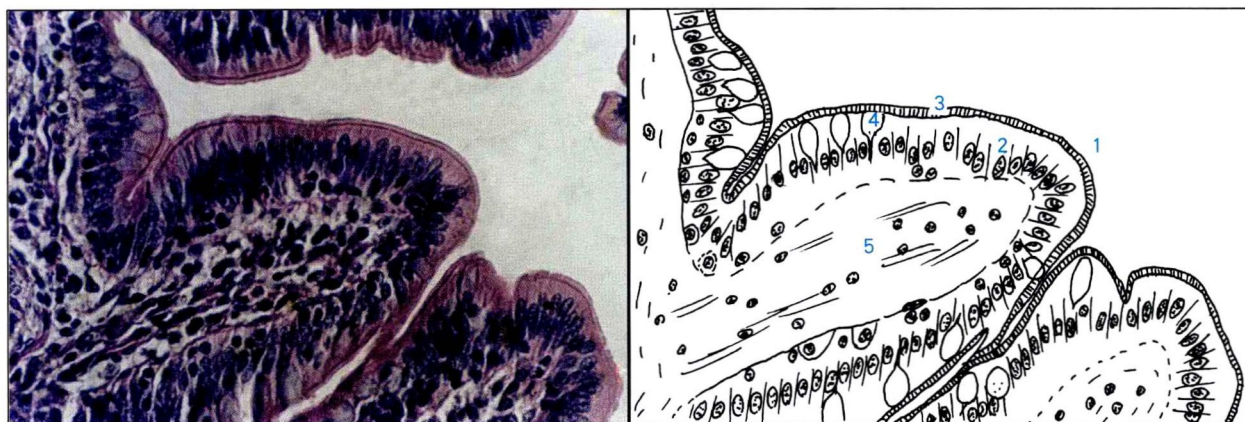


图1-4 单层柱状上皮(小肠绒毛) (HE染色法, 6.3 × 25)

1 绒毛 2 单层柱状上皮 3 纹状缘 4 杯状细胞 5 固有层绒毛中轴

小肠绒毛表面为单层柱状上皮, 胞核卵圆形, 于细胞基底部, 柱状上皮的游离面有微绒毛, 形成纹状缘, 柱状上皮之间夹有杯状细胞, 具有分泌粘液的作用。

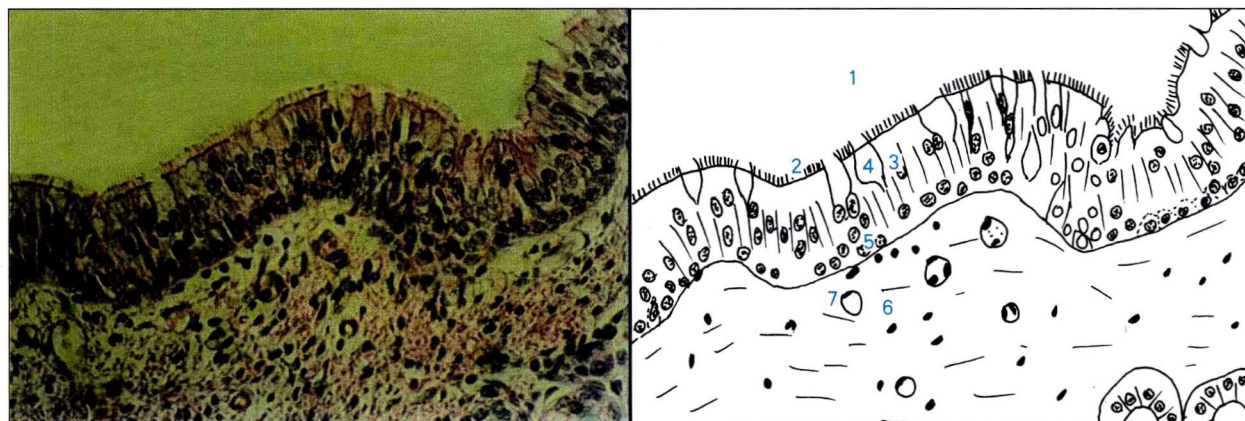


图1-5 假复层柱状纤毛上皮(支气管) (HE染色法, 6.3 × 25)

1 支气管管腔 2 纤毛 3 柱状上皮细胞核 4 杯状细胞 5 基底细胞核 6 固有层 7 小血管

支气管的粘膜表面由假复层纤毛上皮组成, 细胞高度不同, 但细胞底部均与基膜相接触, 柱状细胞和杯状细胞的核呈卵圆形, 于粘膜的中上层, 基底细胞核呈圆形于粘膜底部, 柱状细胞游离面有动纤毛。

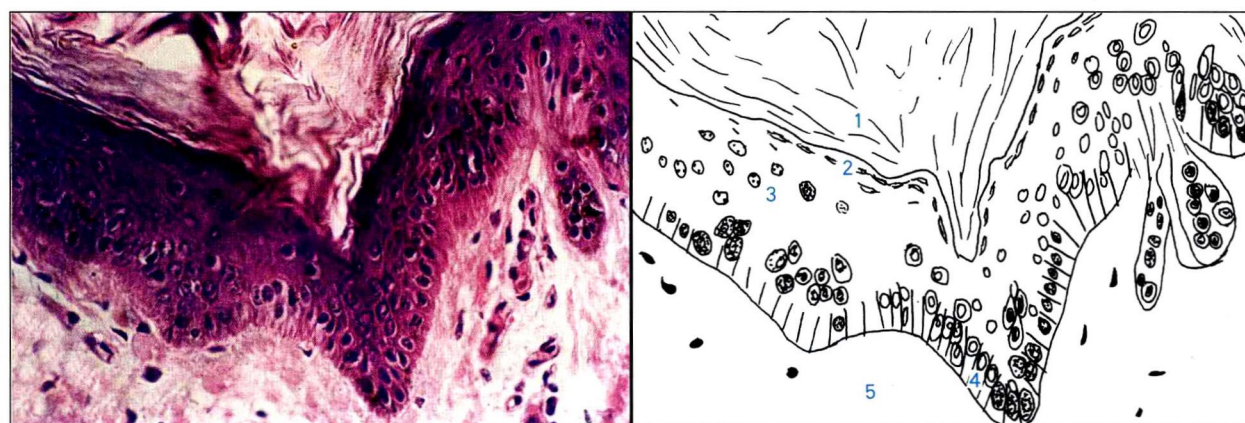


图1-6 复层扁平上皮(皮肤) (HE染色法, 6.3 × 25)

1 角质层 2 扁平细胞 3 棘状细胞层 4 基底细胞层 5 真皮层

皮肤的表皮层为复层扁平上皮, 由表至里分为角质层、颗粒层和生发层, 角质层细胞明显角质化, 细胞核消失; 颗粒层由1-2层细胞组成, 细胞核扁, 着色很深, 胞质着色亦深; 生发层可分为棘细胞层和柱状细胞层, 棘细胞层由几层多角形细胞组成, 细胞核大而圆, 核质少, 核仁2-4个; 基底细胞层由一层矮柱状细胞紧密排列而成, 细胞核圆形, 染色质丰富, 深染。

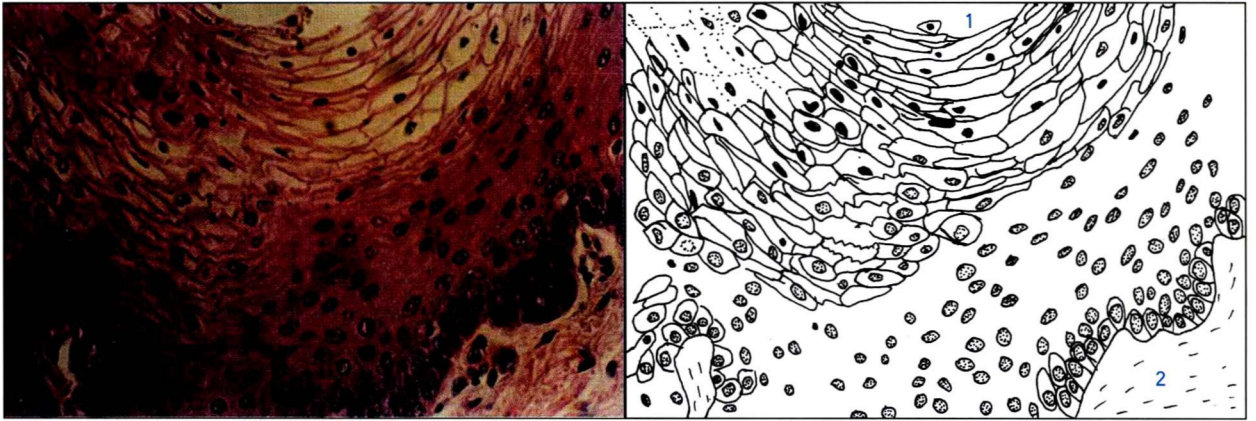


图1-7 复层扁平上皮(阴道) (HE染色法, 6.3 × 40)

1 复层扁平上皮 2 固有层

阴道上皮表层细胞为扁平上皮, 未角质化, 在发情期脱落; 中间层细胞呈多角形; 基底层细胞为单层立方状细胞。

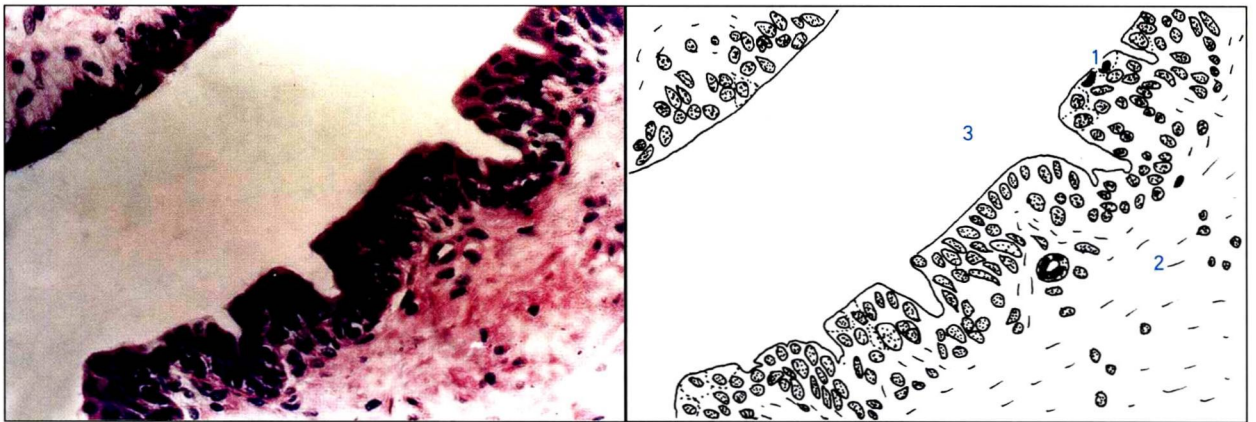


图1-8 复层柱状上皮(尿道) (HE染色法, 6.3 × 40)

1 复层柱状上皮 2 固有粘膜下层 3 尿道

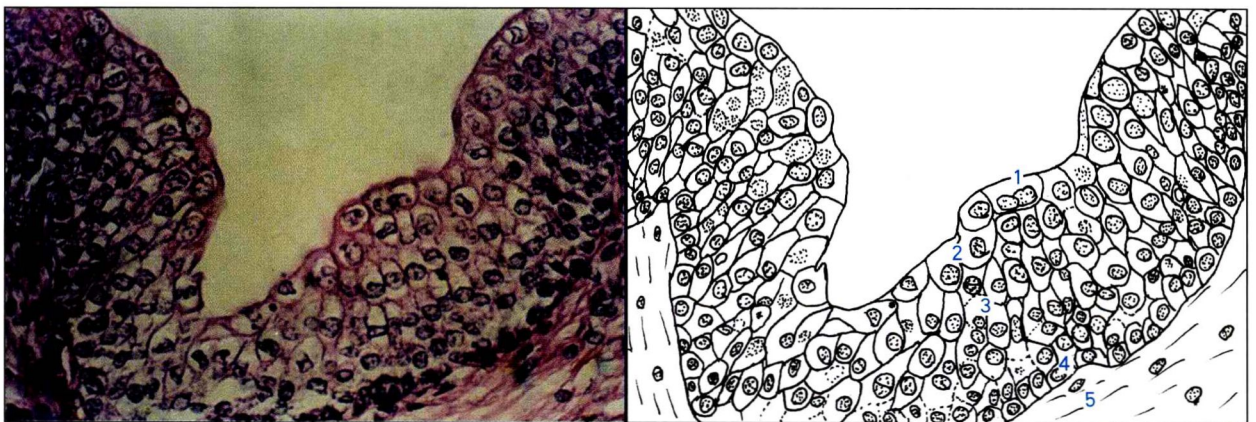


图1-9 变移上皮(膀胱, 空虚状态) (HE染色法, 6.3 × 25)

1 壳层 2 表层细胞 3 中间层细胞 4 基底层细胞 5 固有层

空虚的膀胱上皮由6~10层细胞组成; 表层细胞呈立方形或多边形, 该层细胞顶部深染, 为壳层, 有防止尿液侵蚀的作用; 中间细胞形状不规则; 基底层细胞较小呈立方形。

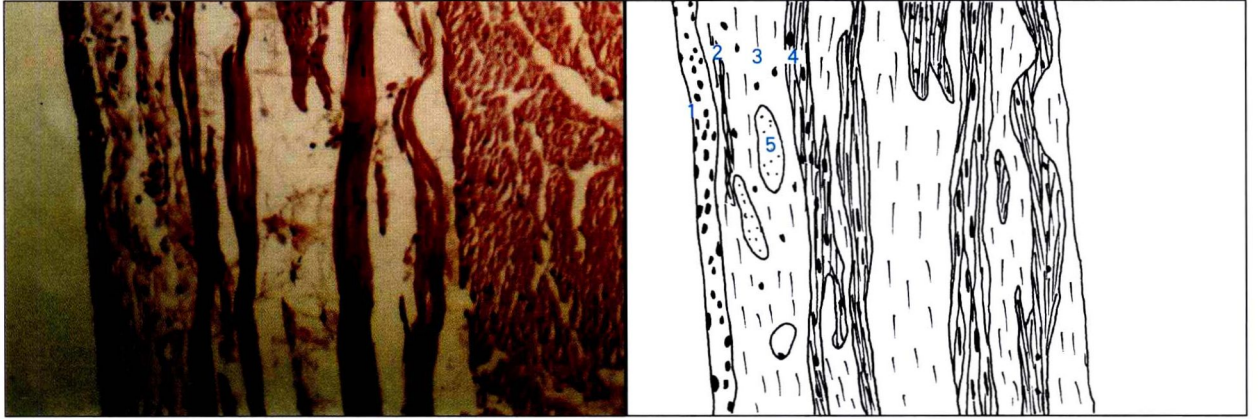


图1-10 变移上皮(膀胱充盈状态) (HE染色法, 16×10)

1 变移上皮 2 粘膜肌层 3 粘膜下层 4 肌层 5 血管

处于充盈状态的膀胱壁明显变薄, 粘膜层仅有3-4层细胞, 肌层明显处于拉伸状态。

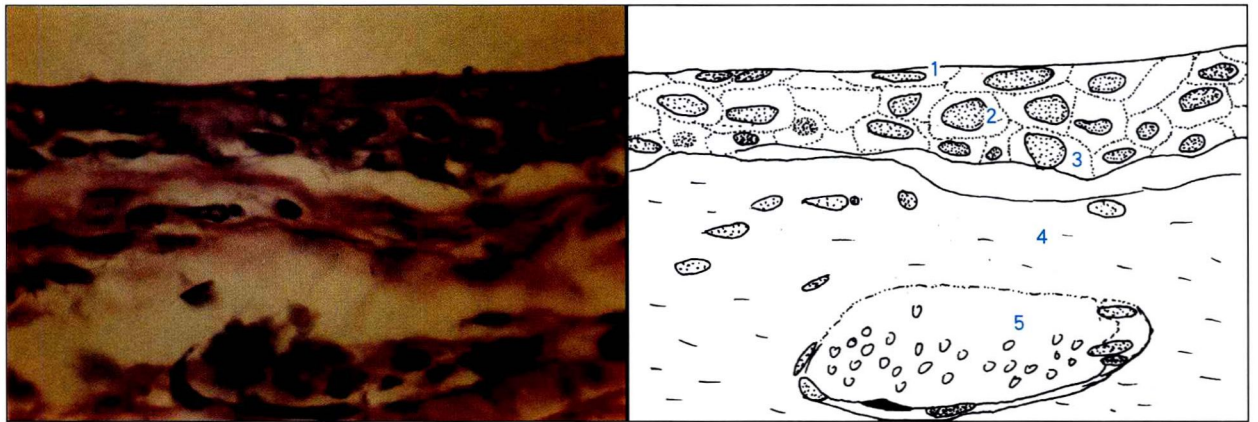


图1-11 变移上皮(膀胱充盈状态) (HE染色法, 16×40)

1 表层细胞 2 中间层细胞 3 基底层细胞 4 固有层 5 血管

处于充盈状态的膀胱上皮明显变薄, 表层细胞变为扁平状, 中间层和基底层细胞均横向排列。

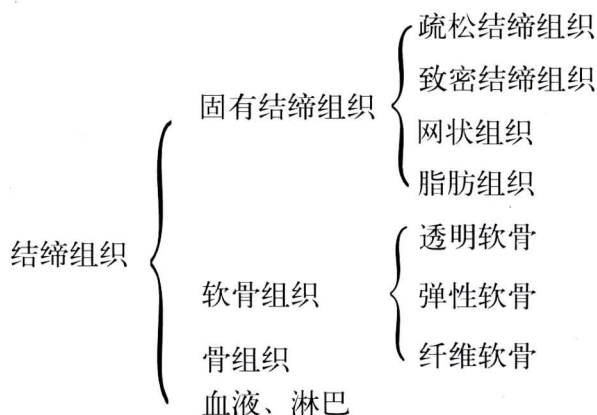
2 结缔组织

结缔组织是四种基本组织中形式最为多样的组织，有柔软的固有结缔组织、液体状的血液以及呈固体状的软骨组织和骨组织。

结缔组织虽种类多，形态结构多种多样，功能复杂，但也都是由细胞和细胞间质组成。细胞的种类多，数量少，形态多样化，无极性的分散于细胞间质中；细胞间质多，包括基质和纤维两种成分。基质为无定形物质，可呈液体、胶体或固体；纤维呈细丝状，一般可分为3种：胶原纤维、弹性纤维和网状纤维，它们都包埋在基质中。

结缔组织的功能是多方面的，主要有连接、支持、保护、防御、修复和营养等功能，但不同的结缔组织其功能又有所不同。如血液主要功能是营养，同时兼有清除异物和消灭细菌等防御功能；软骨组织和骨组织则构成身体的支架，主要起支持和保护作用。

结缔组织分类如下：



2.1 疏松结缔组织

疏松结缔组织是一种柔软并具有弹性和韧性的组织，通常所称结缔组织即指疏松结缔组织。该组织广泛存在于各种组织之间、器官之间，并进入器官内，构成器官的组成成分，如在腺体、肝、肺等器官内构成间质。其组成是在胶状的基质里含有疏松排列的纤维（图2-1）和各种细胞成分。

其中弹性纤维交织成网，末端弯曲。胶原纤维境界不清，但可见多个胶原纤维成束并交织成网。在这些纤维的网眼里存在各种细胞，有成纤维细胞、巨噬细胞、肥大细胞、浆细胞、脂肪细胞以及白细胞等。

2.2 致密结缔组织

致密结缔组织的主要特征是纤维特别丰富致密。绝大多数的致密结缔组织，其纤维成分以胶原纤维为主体，其间有少量细胞成分。以胶原纤维为主的致密结缔组织构成肌腱（图2-3）、腱膜、韧带、真皮（图2-2）以及一些器官的纤维囊，如肾和脾的纤维被膜、眼球的巩膜、角膜的固有层等。

2.3 脂肪组织

脂肪组织是一种特殊的结缔组织，其中含有大量脂肪细胞。脂肪组织多分布于皮下（图2-4）、大网膜、肠系膜、臀部等处，是动物体内最大的“能量库”。同时还具有保温、缓冲、支持和软垫作用。贵州小型猪体内只有白色脂肪组织，没有棕色脂肪组织。

2.4 软骨组织

软骨是组成机体骨骼系统的成分之一，由固体胶状基质、纤维和软骨细胞组成。透明软骨（图2-5、图2-6）的基质中有胶原纤维，基质中有许多陷窝，陷窝外围有软骨囊，陷窝中有软骨细胞。软骨细胞大小不一，靠近软骨膜处的软骨细胞较小，中央部分的软骨细胞则较大。软骨膜包围在软骨组织外围。软骨膜中的胶原纤维和弹性纤维平行排列，其间杂有成纤维细胞（图2-7）。

2.5 骨组织

骨组织的特点是细胞间质中有大量骨盐，因此是一种极坚硬的结缔组织。全身诸骨皆由骨组织、骨膜和关节软骨构成。骨组织的另一个特点是为了适应动物个体的生长发育和骨的生长发育，骨吸收和骨形成总是不断的同时存在，相辅相成。

骨由松质骨和密质骨组成。松质骨构造比较简单，骨板相互疏松重叠形成粗细不一的针状或片状骨小梁，组成长骨的骺端、短骨和扁骨等；密质骨构成长骨的骨干，其形成的骨板高度致密，极具坚固性，组成骨干的表面和扁骨的内外层。

骨的发生有两种方式，一种是膜内成骨，另一种是软骨内成骨。颅的一些扁骨在胚胎期都以膜内成骨的方式初步形成，而长骨都以软骨内成骨的方式形成。软骨内成骨是从软骨的两端向中央进行，可分为软骨细胞增生区（细胞小，数量多）、软骨细胞膨大区、软骨细胞钙化区和骨形成区。在骨形成区，开始形成骨小梁（图2-8），骨小梁间的空隙为原始的骨髓腔，内有丰富的血管和骨髓，在骨小梁表面有许多成骨细胞和几个破骨细胞，成骨细胞核椭圆形。破骨细胞较大，有1至多个细胞核（图2-8）。

骨细胞谱系：是指由骨原细胞、成骨细胞、骨细胞和破骨细胞共同组成的细胞系。其中干细胞是骨原细胞，可进行有丝分裂；而破骨细胞和成骨细胞分别参与骨吸收和骨形成（图2-11）；骨细胞常被包埋于骨质中（图2-9、图2-10）。

2.6 血液

血液是液态的结缔组织，由血细胞和液态血浆组成。

2.6.1 血浆

血浆中水分占90%~92%，固形物占8%~10%，其中有机物有血浆蛋白、脂肪、葡萄糖、氨基酸、维生素、激素等，还有尿酸、尿素、肌酸及乳酸等代谢产物。

2.6.2 血液的有形成分

红细胞、白细胞和血小板合称血液的有形成分。

红细胞：呈双凹圆盘状，成熟的红细胞失去细胞核和细胞器。

白细胞：比红细胞大，有核。根据细胞质内有无特殊颗粒，分为有粒白细胞和无粒白细胞。

有粒白细胞：根据细胞质中特殊颗粒的染色反应可分为中性粒细胞、嗜酸性粒细胞和嗜碱性粒细胞。

中性粒细胞：细胞质里含细小中性的颗粒，能同时受酸性和碱性两种染料染成淡红色，细胞核常是1~5叶。

嗜酸性粒细胞：细胞质里充满粗大、均匀、略带折光性的颗粒，受酸性染料染成橘红色，核大多是2叶。

嗜碱性粒细胞：细胞质里含巨大的、粗细不等的被碱性染料染成蓝色的颗粒，颗粒常遮盖着细胞核，核呈不规则形。

无粒白细胞：细胞质里不含特殊染色颗粒，包括单核细胞和淋巴细胞。

单核细胞：是白细胞中最大的一种，细胞核呈卵圆形、肾形或马蹄形，一侧呈锯齿状。细胞质丰富呈弱嗜碱性染色。具活跃的变形、吞噬功能。

淋巴细胞：呈球形，分小、中、大3种。小淋巴细胞核大，呈圆形、卵圆形或豆形，染色质粗大，细胞质很少，嗜碱性染色；中淋巴细胞很少，核染色较淡；大淋巴细胞数量极少，染色质较细而分散，染色淡，核仁明显。

2.7 骨髓

2.7.1 成血细胞（或原血细胞）

又称干细胞，呈圆、椭圆或梨形，数量少，体积较大；细胞核大，呈圆或卵圆形，染色质细密；核仁2~3个，细胞质嗜碱性，无颗粒。它可以向各个特定方向分化成红细胞、骨髓细胞等。

2.7.2 成红细胞（或原红细胞）

是幼稚的红细胞，呈圆形或卵圆形，体积较成血细胞小；细胞质少，呈强嗜碱性，无血红蛋白。

2.7.3 骨髓细胞（或原粒细胞）

最终分成3种粒细胞，细胞圆或卵圆形，细胞核圆形；染色质细粒状，排列成网；核仁2~4个，细胞质嗜碱性。