

西北民族大学学科建设资助项目

DONGWU
XIANDAI
FANZHI JISHU

动物



● 主编 潘和平 杨具田

现代繁殖技术

民族出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

动物现代繁殖技术/潘和平, 杨具田主编. - 北京: 民族出版社, 2004.5
ISBN 7-105-06209-6

I. 动… II. ①潘… ②杨… III. 动物-繁殖 IV. Q492

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 033360 号

民族出版社出版发行

<http://www.e56.com.cn>

北京市和平里北街 14 号 邮编 100013

若龙文化工作室微机照排 北京迪鑫印刷

各地新华书店经销

2004 年 5 月第 1 版 2004 年 5 月北京第 1 次印刷

开本: 787×1092 1/16 印张: 28.75 字数: 649 千字

定价: 60.00 元

该书如有印装质量问题, 请与本社发行部联系退换

(发行部电话: 010-64211734)

绪 论

动物繁殖技术以生物科学为基础，是生命科学的重要组成部分，应用于整个动物繁殖生理、动物繁殖技术的一类高技术，具有起点高、发展快、应用广、影响大等特点。就基础方面而言，生物技术是基础中的基础；从知识经济来看，生物技术是知识经济的领头羊；从发展方向讲，生物技术是未来发展方向。

生殖是动物最基本的生命活动之一，由此确保动物种群的繁衍。现代动物繁殖技术就是研究动物生殖的现象，揭示其规律，并在此基础上研究繁殖技术，以充分发挥动物繁殖潜力，提高繁殖力的一门科学。现代动物繁殖技术是适应动物生产的要求而发生、发展的一门科学，它的理论基础是实践，又转过来为实践服务。

动物繁殖在动物生产中占有重要地位，因此它是动物科学中的一个重要组成部分，已形成一门独立的学科。繁殖的意义在于研究繁殖的自然规律，并以生殖生理学为基础，提出相应的技术措施，保持动物有正常的生殖机能和较高的繁殖力，进而调整并控制繁殖的某些生理过程，同时作为育种工作的一个有力手段，充分发挥优良种用动物的繁殖潜力和遗传特性，促进生产性能的不断提

动物繁殖是动物生产中的关键环节，发展畜牧业

动物繁殖是动物生产中的关键环节，发展畜牧业的中心任务是增加家畜的数量和提高其质量。数量的增长有赖于繁殖，质量的提高除改进培育和饲养条件外，主要也是通过繁殖才能实现。在一定的动物物种内，繁殖效率取决于繁殖季节的长短、发情频率、排卵数、妊娠持续时间、窝仔数、哺乳期、初情期年龄和动物一生中可繁殖的持续时间。繁殖效率可能受季节、遗传、营养、解剖、激素、神经、免疫、体液或病理因素的影响而下降，可应用若干控制和增进繁殖力的方法来提高。

从个体来说，生殖过程是暂时的、相对的、并非维持自己生命所必需的，而对一个种来说它是永久的、绝对的，是种群延续所必不可少的。种是由每个个体组成的，并以个体的不断更替而存在，所以，如果没有繁殖也就没有种的存在。动物到了一定的年龄，雄性个体能产生成熟的精子，雌性动物能排出成熟的卵子，并表现出性的行为，通过交配两性配子结合，即成为卵，并在母体内发育成为胎儿，经过一定时间的妊娠，分娩产生一个或数个个体，这一过程称其为繁殖。这一过程在动物一生中反复出现，使后代增殖，它既是保证种群繁盛的生命活动，也是人类获得生产资料、生活资料的重要途径。

现代动物繁殖技术是动物生产中的一门基础学科，它涉及解剖学、组织学、胚胎

学、遗传学、生理学、生物化学、产科学、免疫学及生态学等，它的主要内容可分为两大部分：

一是生殖生理学，包括性别分化、配子的发生、性成熟、发情、受精、妊娠、分娩和性行为等各种生殖现象及机理。

二是繁殖技术，包括发情鉴定、发情控制、人工授精、妊娠诊断及胚胎生物工程技术、繁殖障碍、繁殖力的评价及繁殖管理等方面。

生殖生理研究、阐明全部生殖过程的现象、规律和机理。生物科学的发展史说明了从低级到高级的三个阶段。从开始的形态生物学阶段（描述和分类）发展到细胞生物学阶段（从细胞学的深度研究生物），现在进而发展到分子生物学阶段（在生物分子的水平上研究生命的规律）。动物生殖生理的研究也是逐步深入的，从最初的现象观察和性行为描述，进一步发展到从解剖学和细胞学的深度去认识各种内在规律，现已提高到从生殖细胞的显微结构来揭示生殖的微观现象和变化，以及从生物化学的角度，即从激素和酶以及其他体液的生理效能来阐明生殖的机理，解释它们在生殖过程中的激发、抑制、调节、平衡等作用。激素的作用贯穿于生殖过程的始终，不了解激素的活动，就无法从本质上认识生殖上哪怕是很细微的表现或变化。然而，内分泌系统各器官腺体之间的关系，既存在着上级腺体对靶器官（下级）的控制支配作用，也有作为靶器官的下级腺体对上级腺体的反馈作用，所以不能够把激素对生殖所具有的这种支配作用和所处的指导地位看成是绝对的、无条件的、孤立的。它处于和其他体内体外因素相互作用的关系中。20世纪60年代开始，通过放射免疫测定血液和组织中激素浓度技术的发展，使人们了解到雄性动物和雌性动物在各个不同的生理阶段内分泌的特性，与此同时发现大脑是重要的内分泌器官，丘脑下部是释放促性腺激素释放激素的地方以及发现了前列腺素的溶黄体作用。随着国际上新技术革命的逐步深入，新兴技术蓬勃发展，高新技术不断在学术上和生产上有所创新，开拓出许多新的研究天地，使理论水平和生产效率大为提高。在我国，特别从“863”高新技术研究发展计划实施以来，科学技术又取得了很大进步。在生物技术领域内，随着测微技术的广泛应用，很多动物各生殖阶段生殖激素的变化特点和生理作用已逐渐被阐明。

诱导发情排卵方面，绵羊的双羔素研究成果提高了产羔率；证明了催产素是诱导动物黄体溶解的重要激素；利用骆驼的精液诱导排卵的特性进行冻精输精，受胎率达到96%。性别控制的研究也有了可喜的进展。在妊娠诊断上，已经使用超声诊断仪、放射免疫测定、酶联免疫吸附测定及早孕因子检测法进行早孕诊断。胚胎工程上的成就尤其显著，小鼠及山羊胚胎分割、胚胎冷冻、异体受精、体外受精和核移植牛犊也已诞生。1997年多莉（Dolly）的出生开创了体细胞核移植成功的先例，将胚胎工程引向一个崭新的领域，并且在猪、牛干细胞克隆和山羊乳腺上皮细胞培养方面获得了可喜的进展。

繁殖技术是在认识生殖规律的基础上，在畜牧生产中，为提高动物繁殖力所采用的一些技术手段。只有在运用这些技术手段时，生物科学（生殖生理学）和畜牧科学之间的联系，理论对实践的指导意义才具体地表现出来，生殖生理学和实际价值才能被人们充分认识。随着科学技术的发展，动物繁殖的内涵与外延也不断拓展，派生出了很多分支，如生殖内分泌学、受精生物学、繁殖免疫学、配子与胚胎生物技术、生殖病理学、

卵子和精液生物化学等,使动物繁殖学的理论与应用不断向深度和广度进展。动物繁殖的发展与动物生产学的发展密切关联,而且随着研究手段和技术的进步,对动物生殖规律的认识也在不断深入。

对生殖细胞的特性和受精的环境条件、受精过程及营养对繁殖的影响等问题,比过去有了更深刻的认识。随着现代畜牧业的发展,要求最大限度地提高动物的繁殖力,与此相适应动物繁殖技术的研究也发展到一个新的阶段,即繁殖控制技术阶段,也就是人们要有意识地去控制、干扰动物的繁殖过程,发挥繁殖潜力,这些繁殖技术可概括称为“繁殖生物工程”。

20世纪70年代以来,随着畜牧业工厂化和集约化生产方式的兴起和发展,家畜的繁殖管理和技术水平不断提高。家畜繁殖技术的研究发展到一个新阶段,如人为改变家畜的某些繁殖过程,缩短繁殖周期,进一步开发公、母畜的繁殖潜力,以及对配子和胚胎所进行的显微操作和“加工”技术。这些技术也可统称为动物繁殖的生物技术和生物工程。它几乎涉及动物繁殖的每一个环节,从性成熟、发情、配种、受精、妊娠、分娩直到哺乳,已出现了相应的控制方法,如人为控制母畜的初情期、同期发情技术、采用冷冻精液进行人工授精技术、胚胎移植、诱发分娩、早期断奶等技术,已在动物生产中得到不同程度的应用。

近20年来,有关配子和胚胎生物工程文献的研究和进展十分引人注目,如动物卵母细胞的体外培养和体外受精、胚胎的冷冻保存、精子的分离和性别控制、胚胎性别鉴定、转基因动物生产技术、胚胎的分割和卵裂球的培养以及细胞核移植(克隆)技术。这些技术的实践表明,人们可以在实验室内对配子和胚胎进行细微的分析鉴定和加工塑造。近年来在这方面具有突破性的研究成果是体细胞核移植(体细胞克隆)的成功,1997年英国第一只经体细胞克隆产生的羔羊多莉的出生,表明了高度分化的体细胞可以恢复全能性产生新个体,尽管多莉生存了6年多(2003年底死亡)。但它的意义已远远超出了生物科学本身,对动物繁殖的方式已产生极其深刻的影响,将导致动物生产惊人的技术革命。

本书在理论上充实了近几年的研究进展,在技术上增加了对繁殖生物技术和有关内容的介绍,其内容较全面地反映了当前动物繁殖理论和技术的发展现状。

目 录

绪 论	(1)
第一章 生殖器官与生殖激素	(1)
第一节 雄性生殖器官的解剖组织与机能	(1)
第二节 雌性生殖器官的解剖组织与机能	(7)
第三节 各种母畜生殖器官的结构特点	(13)
第四节 激素的一般认识	(20)
第五节 脑部生殖激素	(29)
第六节 胎盘促性腺激素	(46)
第七节 性腺激素	(57)
第八节 前列腺素和外激素	(67)
第九节 激素的作用机理	(71)
第二章 人工授精技术	(77)
第一节 雄性动物生殖生理	(77)
第二节 人工授精技术	(110)
第三章 家畜胚胎移植	(153)
第一节 概况	(153)
第二节 胚胎移植的技术程序	(158)
第三节 牛、羊及其他动物的胚胎移植	(163)
第四节 腹腔镜技术在胚胎移植中的应用	(178)
第五节 胚胎干细胞	(183)
第四章 动物体外受精技术	(189)
第一节 体外受精研究发展简史	(190)
第二节 卵母细胞的体外成熟	(192)
第三节 技术过程	(199)

第五章 动物克隆	(205)
第一节 概述	(205)
第二节 动物克隆技术	(212)
第六章 转基因动物	(224)
第一节 转基因动物的概念	(224)
第二节 转基因动物的研究方法	(226)
第三节 转基因动物的应用	(232)
第七章 显微受精	(240)
第一节 哺乳动物显微受精的研究历史	(240)
第二节 显微受精的方法学	(243)
第三节 影响显微受精的因素	(246)
第四节 显微受精的意义和用途	(253)
第八章 MOET 育种体制	(255)
第一节 MOET 育种的概念及其经济技术背景	(255)
第二节 MOET 育种可能实现的优越性及其运行的类别	(256)
第三节 奶牛 MOET 核心群育种体系	(259)
第九章 性别控制	(265)
第一节 概述	(265)
第二节 受精前的性别控制	(268)
第三节 早期胚胎性别鉴定	(277)
第十章 生殖免疫	(280)
第一节 免疫和免疫反应	(280)
第二节 动物生殖的免疫调控	(294)
第十一章 雌性动物的发情	(300)
第一节 动物的性机能发育	(300)
第二节 发情周期及其影响因素	(304)
第三节 卵泡发育与排卵及其调节	(309)
第四节 卵子的发生与形态	(321)
第五节 发情周期中机体的生理变化和发情周期的调节	(328)
第六节 乏情与异常发情	(335)
第七节 各种动物发情周期特点与发情鉴定	(339)

第八节 发情控制	(349)
第十二章 受精、妊娠和分娩	(356)
第一节 受精	(356)
第二节 胚胎的早期发育、迁移和附植	(367)
第三节 胎膜、胎盘、胎儿循环和营养学特点	(383)
第四节 妊娠的维持和妊娠母畜的变化	(400)
第五节 妊娠诊断	(406)
第六节 分娩和助产	(422)
第七节 产后恢复和仔畜的护理	(440)
第八节 分娩控制	(442)
参考文献	(445)

第一章 生殖器官与生殖激素

生殖器官包括雄性生殖器官和雌性生殖器官，主要功能是产生生殖细胞（精子或卵子），繁殖新个体，使种族得以延续。此外还能分泌性激素，影响生殖器官的生理活动。

对于常见的动物，几乎所有激素都与生殖机能有关。有的是直接影响某些生殖环节的生理活动；有的则是维持机体的生长、发育及代谢，间接保证生殖机能的顺利进行。直接影响生殖机能的激素称为生殖激素（reproductive hormone）。它们直接调节雌性的发情、排卵、生殖细胞在生殖道内的运行、胚胎附植、妊娠、分娩、泌乳、母性行为以及雄性的精子生成、副性腺分泌、性行为等生殖环节的各个方面。

第一节 雄性生殖器官的解剖组织与机能

雄性生殖器官由睾丸、附睾、输精管、精索、副性腺、尿生殖道、阴囊、阴茎和包皮组成。

一、睾丸

（一）睾丸的形态位置 睾丸（testis）是产生精子和雄性激素的器官。成对的睾丸分居于阴囊的两个腔内。家畜的睾丸均为长卵圆形。不同种家畜睾丸的大小有很大的差别，猪、绵羊和山羊的睾丸相对较大。正常的两个睾丸大小相同，牛、马的左侧稍大于右侧。各种家畜睾丸重量如表 1-1 所示。

马、驴睾丸的长轴和地面平行，附睾附着于睾丸的背外缘（附着缘），附睾头朝前，附睾尾朝后；牛、羊睾丸的长轴和地面垂直（如图 1-1），附睾位于睾丸的后外缘，头朝上，尾朝下；猪睾丸的长轴倾斜，前低后高，附睾位于背外缘，头朝前下方，尾朝后上方。

表 1-1 各种家畜睾丸重量比较表

畜 种	两 个 睾 丸 重 量		左右睾丸大小差别
	绝对重 (g)	相对重 (占体重%)	
牛	550—650	0.08—0.09	左侧稍大
水 牛	500—650	0.069	
牦 牛	180	0.04	
马	550—650	0.09—0.13	左侧稍大
驴	240—300		
猪	900—1000	0.34—0.38	无固定差别
绵 羊	400—500	0.57—0.70	
山 羊	150	0.37	无固定差别
狗	30	0.32	
家 兔	5—7	0.20—0.30	无固定差别
猫	4.0—5.0	0.12—0.16	无固定差别

公牛的睾丸呈长椭圆形（水牛为椭圆形），其长轴与躯体长轴垂直，左右略压扁。睾丸后缘称附睾缘，有附睾体附着；前缘为游离缘。上端有血管和神经出入，为睾丸头，有附睾头附着；下端为睾丸尾，连于附睾尾。睾丸表面光滑，大部分覆以浆膜，即固有鞘膜（*tunica vaginalis propria*），其深层为致密结缔组织构成的白膜（*tunica albuginea*）。白膜从睾丸头端呈索状深入睾丸内，沿睾丸长轴向尾端延伸，形成睾丸纵隔（*mediastinum testis*）。从睾丸纵隔分出许多睾丸小隔（*septula testis*），将睾丸实质分成许多睾丸小叶（*lobuli testis*）。每一小叶内含有 2~3 条盘曲的曲精细管。精子由曲精细管产生。曲精细管之间有间质细胞（*leydig cells*），能分泌雄激素。曲精细管互相汇合成直精细小管，并进入睾丸纵隔内，互相吻合形成睾丸网（*rete testis*）。由睾丸网发出睾丸输出小管（*ductuli efferentes testis*）（如图 1-2）。

（二）曲精细管（*seminiferous tubules*） 曲精细管是一种十分盘曲的上皮性管道，由界膜（*limiting membrane*）围绕，管壁上皮为特殊的生精上皮，由两类形态结构和功能不同的

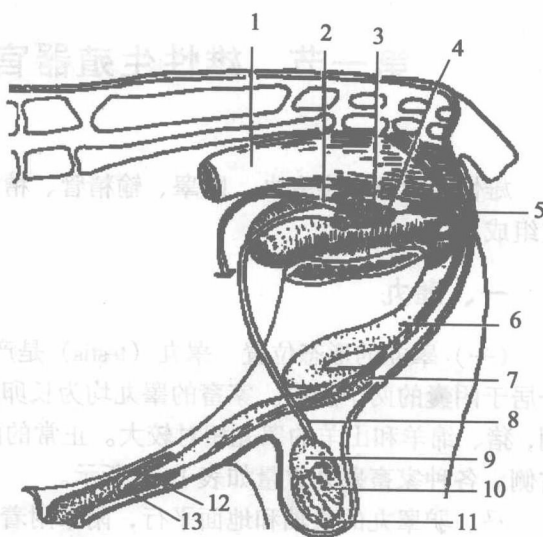


图 1-1 公牛的生殖器官模式图

1. 直肠 2. 输精管壶腹 3. 精囊腺 4. 前列腺
5. 尿道球腺 6. 阴茎 7. S状弯曲 8. 输精管
9. 附睾头 10. 睾丸 11. 附睾尾
12. 阴茎游离端 13. 内包皮鞘

细胞组成：一类是支持细胞（Sertoli cells），另一类是生精细胞（spermatogenic cells）。

（1）界膜 界膜也称为管周组织（peritubular tissue）。曲精细管的界膜通常有3层：内层为基膜，中层为肌样细胞层，外层为成纤维细胞层。马、犬和猫的界膜一般分层不明显；猪和兔一般分两层；羊和牛的界膜可达8~10层或更多。界膜具有收缩作用，它可以使曲精细管维持一定的张力，并使精子向附睾方向输送。界膜还具有选择性进行物质交换的功能，因此，曲精睾细管界膜也被认为是血睾屏障的组成部分。

（2）支持细胞 又称足细胞，支持细胞底部位于基膜上，细胞核大而不规则，成熟后不再分裂，数量恒定，属体细胞。在精细管生精上皮周期中，支持细胞表现出A、B两型形态差异很大的变化。支持细胞的重要功能有：①形成血睾屏障。相邻支持细胞之间出现多处的膜融合，形成缝隙连接（gap junction），它是形成血睾屏障的结构基础。血睾屏障具有选择通透性，为维持曲精细管内精子生成的微环境的稳定性提供了重要保证。

同时，它也是一道免疫屏障，能有效地防止精子抗原被机体免疫系统识别而发生免疫反应。②具有分泌功能。支持细胞可以合成一种特殊的雄激素结合蛋白（androgen binding protein, ABP），ABP可以与睾酮等雄激素发生可逆性结合，对雄激素的转运及其在曲精细管内维持较高浓度具有重要作用。支持细胞还分泌选择性抑制FSH分泌的抑制素。近年的研究发现：支持细胞可以产生多种局部调节因子，它与睾丸内其他类型细胞之间以旁分泌方式互相影响和作用，为生精细胞的增殖和分化提供了必要的条件。另外，支持细胞还能将孕烯醇酮和孕酮转变为睾酮，并将睾酮转变为雌二醇，因此具有产生和分泌雌激素的能力。支持细胞分泌的睾丸液，对于精子在曲精细管内的输送具有重要作用。③支持细胞的其他功能包括对精子的支持、释放、营养和吞噬功能，已经证明，精子发生必须有支持细胞参与。支持细胞对各种损伤因素的抗御能力几乎都比生殖细胞强，在长期睾丸损伤的情况下，支持细胞往往仍然存在。支持细胞受损后缺乏再生能力。

（3）生精细胞 生精细胞包括精原细胞、初级精母细胞、次级精母细胞、精子细胞和精子。这些细胞的连续分化发育过程称为精子发生（spermatogenesis），它包括3个连续的阶段：精原细胞的增殖、精母细胞的减数分裂和精子的变态。在一系列连续的过程中，分化的细胞逐渐由曲精细管的基膜向管腔移动，最后精子被释放入管腔。

以公牛和公羊为例，精原细胞（spermatogonium）是成熟睾丸中最幼稚的生精细胞，位于生精上皮最外层，直接与曲精细管基膜接触。精原细胞一般分为3型：即

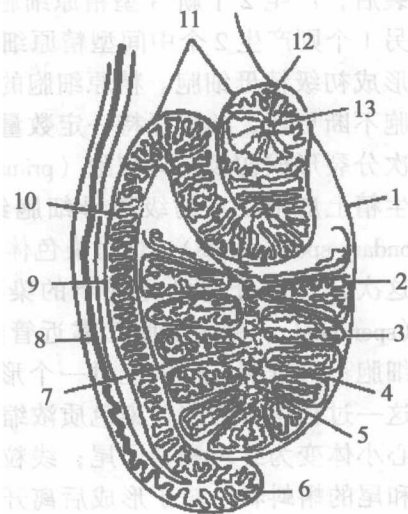


图1-2 睾丸及附睾的组织结构

1. 睾丸 2. 精细管 3. 小叶 4. 小隔
5. 纵隔 6. 附睾尾 7. 睾丸网
8. 输精管 9. 附睾体 10. 附睾管
11. 附睾头 12. 输出管 13. 睾丸网

A 型、中间型和 B 型精原细胞。A 型细胞是生精细胞的干细胞，通过第 1 次有丝分裂后，产生 2 个新 A 型精原细胞。其中 1 个继续分裂增殖成两个精原 A 型细胞；而另 1 个则产生 2 个中间型精原细胞，再分裂为 4 个 B 型精原细胞，并继续分化增殖，形成初级精母细胞。精原细胞的增殖可以大大增加精母细胞的数量，同时也使干细胞不断更新，始终保持一定数量，使精子发生持续地进行下去。B 型精原细胞经多次分裂形成初级精母细胞（primary spermatocyte）。初级精母细胞逐渐离开基膜，移向生精上皮中层。初级精母细胞经第 1 次减数分裂，形成两个次级精母细胞（secondary spermatocyte），这时染色体数已减半。次级精母细胞很快进行第 2 次减数分裂，这次分裂使分别已经减半的染色体组成两条染色单体分开，形成两个精子细胞（spermatid）。精子细胞已靠近管腔，细胞体积小，细胞核相对较大，成球形；精子细胞不再分裂，但要经过一个形态结构的复杂变化过程才能成为精子（sperm）。在这一过程中，细胞核染色质浓缩，成为精子头的主要部分；高尔基体成为顶体；中心小体变为终环和精子尾；线粒体形成螺旋状的线粒体鞘等。即，形成有明显的头和尾的蝌蚪状。精子形成后离开支持细胞，释放至曲精细管管腔。从 A 型精原细胞到形成精子所需的时间称为精子发生周期（spermatogenic cycle），牛约为 60d，绵羊约为 46~49d，山羊约为 60d，猪约为 44~45d，马为 50d 以上。

二、附睾

（一）附睾（epididymis）的形态

附睾是贮存精子和促进精子成熟的场所。位于睾丸的附睾缘，可分为附睾头、附睾体和附睾尾。附睾头紧贴睾丸头端和睾丸游离缘的上 1/3 部，由睾丸输出小管弯曲盘绕而成。输出小管最终汇集成一条盘曲的附睾管（ductus epididymidis）。附睾管长 33~35m 左右（羊为 47~48m，猪为 17~18m），构成附睾体和附睾尾，管的末端急转向上，移行成输精管。附睾体沿睾丸的附睾缘下行。附睾尾非常发达，并与睾丸尾端紧密相连且略向后突出。

附睾尾以睾丸固有韧带（lig.testis proprium）与睾丸尾端相连接；借阴囊韧带与鞘膜壁层相连。鞘膜脏层从睾丸延续包于附睾上，移行处称为附睾系膜；在外侧于附睾体和睾丸之间形成浆膜隐窝，称睾丸囊（bursa testicularis），亦称附睾窦（sinus epididymidis）。

在胚胎时期，睾丸和附睾均在腹腔内，位于肾脏附近。出生前后，二者一起经腹股沟管下降至阴囊，此过程称睾丸下降。如有一侧或双侧睾丸未下降到阴囊内，称单睾或隐睾，无生殖能力，不宜作种畜用。

（二）附睾功能

1. 附睾是精子最后成熟的地方 从睾丸曲精细管产生的精子，刚进入附睾头时，颈部常有原生质滴存在，亦即形态尚未发育完全，在附睾内运行过程中，精子逐渐获得运动能力和受精能力，使精子的功能成熟。附睾分泌的特殊物质和经附睾浓缩的物质除满足精子成熟的特殊需要外，还造成了附睾管内特定的内环境，有利于精子的成熟。在精子成熟过程中精子的形态变化表现为精子体积略缩小，原生质小滴逐渐由中段后移并

最终脱下。功能上的改变包括膜通透性、代谢方式、耐寒抗热性、运动能力和方式以及精子膜抗原的变化及受精能力的获得等。

2. 附睾是精子的贮藏所 在附睾内，分泌物呈弱酸性（ $\text{pH} = 6.2 \sim 6.8$ ），渗透压高，缺乏果糖、温度也较低，因此精子不活动，消耗的能量很少，精子可存活月余并保持受精力。一头公牛两侧附睾可容纳 74.1×10^9 精子，相当于睾丸 3.6d 的精子产量，其中约有 54% 贮存在附睾尾部。公猪附睾贮存的精子数为 2×10^{11} ，其中 70% 在附睾尾，公羊约为 1.5×10^{11} 以上。

3. 附睾管的运输精子作用 精子在附睾内缺乏主动运动能力，主要是靠纤毛上皮以及附睾管壁平滑肌的收缩作用使其通过附睾管。牛的精子通过附睾管约需 10d，羊 13~15d，猪 9~12d，马 8~11d，兔 8~10d。

4. 附睾管对精子的吞噬和吸收作用 附睾管对精液中可能出现的未成熟、衰老、死亡精子具有分解和吸收作用，主要由附睾上皮和管腔内的巨噬细胞吞噬来完成。

三、阴囊

阴囊（scrotum）位于两股部之间，呈袋状的皮肤囊，容纳睾丸、附睾及部分精索。阴囊上部狭窄称阴囊颈，下面游离称阴囊底。阴囊壁的结构与腹壁相似，由外向内依次为阴囊皮肤、肉膜、精索外筋膜、提睾肌和鞘膜。在生理状况下，阴囊内的温度低于体腔内的温度，有利于睾丸生成精子。阴囊内肉膜和提睾肌通过收缩和舒张调节其与腹壁的距离来获得精子生成的最佳温度。

四、输精管和精索

（一）输精管（ductus deferens）

输精管是附睾管的延续，为运送精子的管道，管壁厚、硬而呈圆索状。由附睾尾进入精索后缘内侧的输精管褶中，经腹股沟管上行进入腹腔，随即向后上方进入盆腔，末端与精囊腺导管汇合成射精管开口于精阜（seminal hillock）。

（二）精索（funiculus spermaticus）

精索是包有睾丸血管、淋巴管、神经、提睾内肌以及输精管的浆膜褶，呈扁圆锥形，其基部附着于睾丸和附睾，入腹股沟管向腹腔行走，上端达鞘膜管内口。精索的睾丸动脉长而盘曲，伴行静脉细而密，形成精索的蔓丛（plexus pampiniformis），它们构成精索的大部分，具有延缓血流和降低血液温度的作用。

五、副性腺

副性腺（genitales accessoriae gland）包括精囊腺、前列腺和尿道球腺（如图 1-3、图 1-4）。其发育程度受性激素的直接影响，幼龄去势的动物，腺体发育不充分，性成熟后摘去睾丸，则腺体逐步萎缩。副性腺的分泌物有稀释精子、营养精子以及改善阴道环境等作用，有利于精子的生存和运动。

（一）精囊腺（vesicularis gland）

成对的精囊腺位于膀胱颈背侧的生殖褶中，输精管壶腹部外侧，贴于直肠腹侧面。

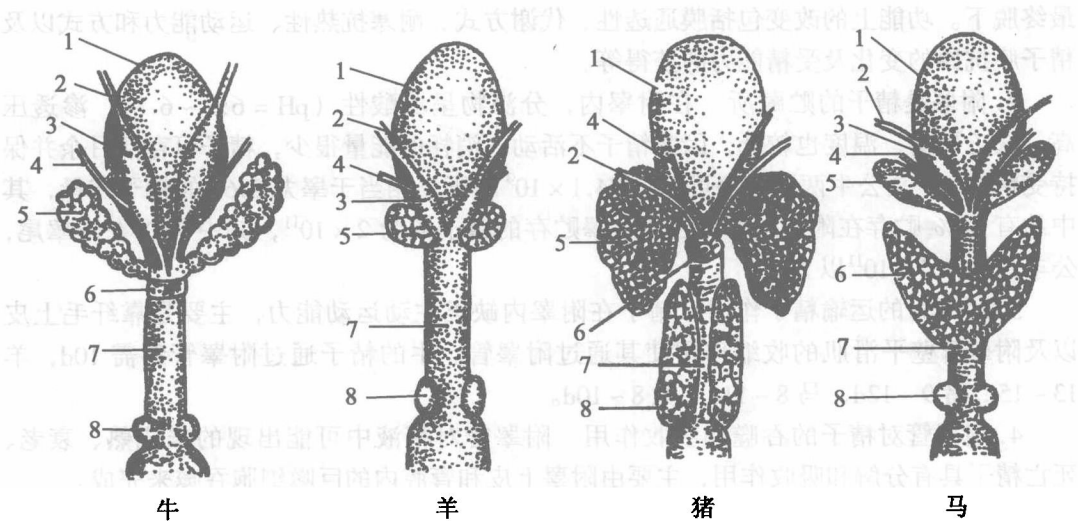


图 1-3 各种家畜的副性腺（背面图）

1. 膀胱 2. 输精管 3. 输精管壶腹 4. 输尿管 5. 精囊腺 6. 前列腺
7. 前列腺扩散部 8. 尿道球腺

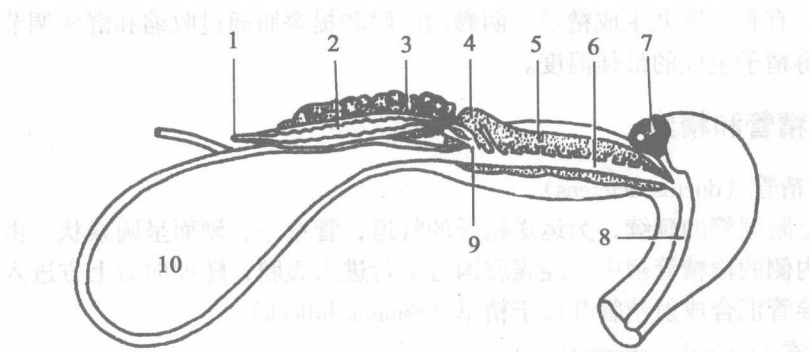


图 1-4 公牛尿道骨盆部及副性腺（正中矢状切面）

1. 输精管 2. 输精管壶腹 3. 精囊腺 4. 前列腺体部 5. 前列腺扩散部
6. 尿道球腺 7. 尿道球腺 8. 尿道球腺 9. 精阜及射精孔 10. 膀胱

其形态为不规则长卵圆形（牛）或圆形（羊），表面不平，分叶清楚，左、右精囊腺大小和形状常不对称。表面有结缔组织膜，含平滑肌纤维。外观呈粉红色，其实质是由一条壁很厚，具有泡状扩大部的管道扭曲而成，并常分出一些短的分支。每侧精囊腺有一导管穿过前列腺，与输精管一同开口于精阜腹侧前方或后方。猪的精囊腺特别发达，分叶明显。排泄管单独或与输精管一同开口于精阜上。

（二）前列腺（prostate gland）

由前列腺体和扩散部构成，呈淡黄色。前列腺体较小，横位于膀胱颈和尿生殖道起始部的背侧。扩散部发达，分布在几乎整个尿生殖道盆部的尿道肌和海绵层之间，其背

侧部厚，腹侧部薄。前列腺管多，成行开口于尿生殖道盆部的黏膜。有两列位于精阜后方的两黏膜褶之间，另外两列在褶的外侧。羊前列腺只有扩散部，位于尿生殖道的背侧壁中（绵羊）或海绵体中（山羊）。猪的前列腺扩散部十分发达。

（三）尿道球腺（bulbourethral gland）

位于尿生殖道盆部后端的背外侧。外面包有厚的被膜，并部分地被球海绵体肌覆盖。每个腺体发出一条导管，开口于尿生殖道峡部背侧的半月状黏膜褶内。猪的为成对圆筒形的实质性腺体，体积较大。牛的为 $2.8\text{cm} \times 1.8\text{cm}$ ，羊的稍大，均似球形。

六、尿生殖道与外生殖器

（一）阴茎（penis）与包皮（praeputium）

阴茎为雄性动物的交配器官，平时柔软，隐藏于包皮内，交配时勃起，伸长并变得粗硬。阴茎由阴茎海绵体和尿生殖道阴茎部构成。可分为阴茎根、阴茎体和阴茎头（龟头）。牛羊的阴茎体在阴囊的后方形形成 S 状弯曲，勃起时伸直。猪的阴茎与反刍动物相似，但 S 状弯曲位于阴囊的前方。包皮为一末端垂于腹壁的双层皮肤套，形成包皮腔，包藏阴茎头。

（二）尿生殖道

雄性动物的尿道兼有排精作用，故称尿生殖道（canalis urogenitalis）。可分为盆部和阴茎部（海绵体部）。盆部位于盆腔底壁上，起自膀胱颈，至骨盆后缘绕过坐骨弓，移行为阴茎部。尿生殖道管壁包括黏膜、海绵体层、肌层和外膜。黏膜有许多皱褶，海绵体层主要为静脉血管迷路膨大而形成的海绵腔，当海绵腔内骤然充满血液时，整个海绵体膨大，尿生殖道的管腔张开，给精液造成自由的通路。尿道肌具有协助射精和排出余尿的作用。

第二节 雌性生殖器官的解剖组织与机能

雌性生殖器官由卵巢、输卵管、子宫、阴道、尿生殖前庭和阴门所组成。

一、卵巢

卵巢（ovary）是成对的实质性器官，有产生卵细胞（ovum）和分泌雌性激素的机能，即分泌雌激素以促进其生殖器官及乳腺的发育（内分泌机能）和排卵（外分泌机能）。

（一）卵巢的形态和位置

卵巢以较厚的卵巢系膜（mesovarium）悬吊于腰部，位于盆腔前口的两侧，在子宫角末端的上方，经产母牛的卵巢常稍坠于前下方。成年牛的卵巢呈扁卵圆形，平均长 4cm，宽 2cm，厚 1cm，重 15 ~ 20g，通常右侧稍大于左侧。羊的卵巢呈卵圆形或圆形，长约 1.5cm。每侧卵巢的前端为输卵管端（extremitas tubal）；后端为子宫端（extremitas

uterine);两缘为游离缘 (margo liber) 和卵巢系膜缘 (margo mesovaricus)。在卵巢系膜缘有血管、淋巴管和神经从卵巢系膜进入卵巢内, 此处称为卵巢门 (hilus ovarii)。卵巢的子宫端借卵巢固有韧带 (ovarian proprium ligament) 与子宫角相连; 输卵管端有一浆膜延至子宫, 并包着输卵管, 称输卵管系膜 (mesosalpinx)。在输卵管系膜与卵巢固有韧带之间, 形成一个卵巢囊 (bursa ovarica)。卵巢囊宽大, 牛的卵巢通常位于囊内。卵巢囊是保证卵细胞进入输卵管的有利结构 (图1-5)、(图1-6)。

猪的卵巢的形态大小、内部结构以及位置, 由于年龄和性发育情况不同而有差异。四月龄以前的小母猪, 卵巢呈椭圆形, 表面平滑, 为粉红色或鲜红色, 大小约为 $0.4\text{cm} \times 0.5\text{cm}$ 。位于荐骨岬两侧后方, 在腰小肌腱和髂内、外动脉腹侧, 膀胱的前上方。卵巢系膜长约 3.5cm , 卵巢的位置变动不大。5~6月龄小母猪, 卵巢表面有突出的小卵泡, 故称桑椹形, 大小约为 $2\text{cm} \times 1.5\text{cm}$, 卵巢系膜长约 $6 \sim 10\text{cm}$, 卵巢位于髻结节前缘横断面处的腰下部。性成熟后及经产母猪, 卵巢呈葡萄状, 长达 5cm , 包藏于卵巢囊内。卵巢系膜长约 $10 \sim 20\text{cm}$ 。卵巢位于髻结节前缘横断面前方约 4cm , 在髻结节到膝关节连线的中点, 靠近体正中线。两卵巢的右侧有空肠, 左侧有盲肠, 均不与腹壁相邻。左侧卵巢比右侧卵巢靠前 $1 \sim 2\text{cm}$, 并常受盲肠压挤而变动位置。

(二) 卵巢的构造

卵巢表面在其卵巢系膜附近被覆腹膜, 其余大部分被覆生殖上皮。生殖上皮在胚胎期为立方上皮, 是卵细胞的发源处 (马和猪), 成年后变为扁平上皮。上皮深层有一层致密结缔组织构成的白膜, 白膜内为卵巢实质。

卵巢实质分为浅层的皮质和深层的髓质 (马除外)。皮质内含数以万计的卵泡, 成熟的卵泡以破溃的方式将卵细胞从卵巢表面排入腹膜腔。髓质无卵泡, 由血管、淋巴管、神经和平滑肌纤维的结缔组织构成。

在卵巢断面上可见有的卵泡在发育过程中退化, 这种卵泡称为闭锁卵泡。卵细胞成熟后, 突出于卵巢表面, 在神经和体液的影响下, 卵泡破裂, 从卵巢中排出后, 卵巢壁塌陷, 壁内细胞增大, 并在细胞质出现黄色素颗粒, 这些细胞称为黄体 (corpus luteum)。如果排卵后没有受精, 黄体则很快退化, 称周期黄体 (corpus luteum spurium)。如果卵细胞受精, 黄体继续发育, 直到妊娠末期, 这种黄体称真黄体或妊娠黄体 (corpus luteum verum)。黄体退化后为结缔组织所代替, 称为白体 (corpus albicans)。



图1-5 母牛生殖器官模式图

1. 卵巢 2. 输卵管 3. 子宫角 4. 子宫阜
5. 子宫体 6. 子宫颈 7. 尿道外口 8. 前庭大腺开口
9. 阴道前庭 10. 阴蒂 11. 前庭大腺

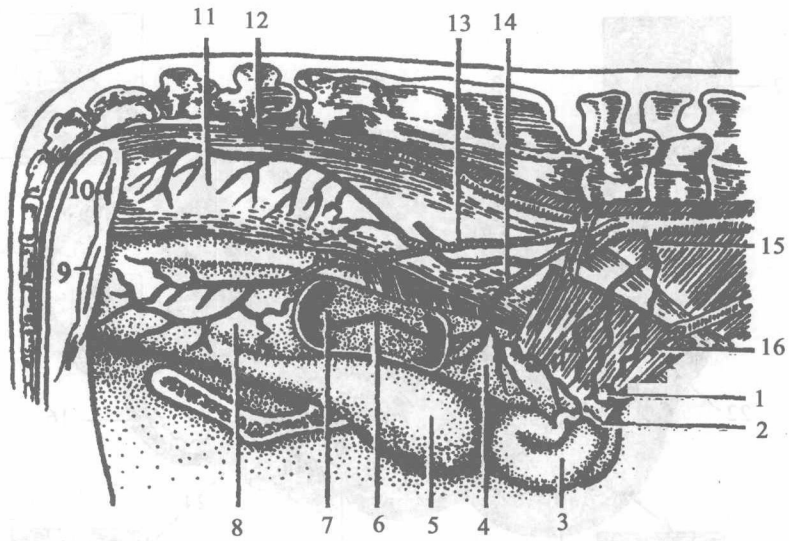


图 1-6 母牛生殖器官位置关系 (右侧观)

1. 卵巢 2. 输卵管 3. 子宫角 4. 子宫体 5. 膀胱 6. 子宫颈管
7. 子宫颈阴道部 8. 阴道 9. 阴门 10. 肛门 11. 直肠 12. 荐中
动脉 13. 尿生殖动脉 14. 子宫动脉 15. 卵巢动脉 16. 子宫阔韧带

(三) 卵巢的功能

动物的卵巢具有以下两方面生理功能。

1. 卵泡发育和排卵 卵巢皮质部分布着许多原始卵泡。根据卵巢中卵泡的发育阶段, 可将卵泡分为腔前卵泡 (包括原始卵泡和初级卵泡)、有腔卵泡 (次级卵泡) 和排卵前卵泡 (成熟卵泡), 其最终排出卵子, 排卵后在原卵泡处形成黄体 (图 1-7)。

2. 分泌激素 在卵泡发育过程中, 包围在卵泡细胞外的两层卵巢皮质基质细胞形成卵泡膜。卵泡膜可分为血管性的内膜和纤维性的外膜。内膜可分泌雌激素等。当体内雌激素水平升高到一定浓度, 便引起母畜的发情表现。由排卵的卵泡形成黄体后, 黄体能分泌孕酮, 当孕酮水平达到一定浓度时, 可抑制母畜发情, 孕酮是维持妊娠所必需的激素之一。

二、输卵管

输卵管 (oviduct) 是位于卵巢和子宫角之间的一对弯曲管道, 长 15~30cm, 具有输送卵子的功能, 是精子获能、受精以及卵裂的场所。

输卵管的前端扩大成漏斗状, 称为输卵管漏斗 (infundibulum oviduct)。漏斗中央的深处有一口为输卵管腹腔口 (ostium abdominale tubae), 与腹膜腔相通, 卵子由此进入输卵管。漏斗的边缘形成许多皱襞, 称为伞。输卵管前段管径最粗, 也是最长的一段, 称输卵管壶腹部 (ampulla oviduct)。卵细胞常在此处受精, 受精卵是进入子宫腔着床; 后段较狭而直, 称输卵管峡部 (isthmus oviduct), 以输卵管子宫口 (ostium uterinum tubae)