



普通高等教育“十二五”规划教材  
高职高专畜牧兽医类专业教材系列

# 动物繁殖

傅春泉 徐苏凌 主编

DONGWU FANZHI



科学出版社

普通高等教育“十二五”规划教材

高职高专畜牧兽医类专业教材系列

# 动物繁殖

傅春泉 徐苏凌 主 编  
宋美娥 罗守冬 副主编

科学出版社

北 京

## 内 容 简 介

本书在形式上打破了传统教材分章节编排的格式,按工作项目分别编排;在内容上,以动物繁殖过程和繁殖工的工作过程为依据进行调整,并按各繁殖技术间的相互关系决定先后顺序,即:采精与精液品质检查、精液稀释与保存、雌性动物发情鉴定技术、输精、生殖激素功能与应用、发情控制技术、受精与胚胎移植、妊娠诊断、分娩与助产、繁殖管理等。

本书结构完整,既独立成篇,又相互衔接。在强调科学性、先进性、专业性的同时,突出实用性。

本书可作为高职高专畜牧兽医专业教材,也可作为从事畜牧兽医、动物繁殖及各种类型养殖场的从业人员的参考书或工具书。

### 图书在版编目(CIP)数据

动物繁殖/傅春泉,徐苏凌主编. —北京:科学出版社,2011  
(普通高等教育“十二五”规划教材·高职高专畜牧兽医类专业教材系列)  
ISBN 978-7-03-031756-8

I. ①动… II. ①傅… ②徐… III. ①动物-繁殖-高等职业教育-教材  
IV. ①S814

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 123510 号

责任编辑:张 斌 / 责任校对:刘玉靖  
责任印制:吕春珉 / 封面设计:科地亚盟

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>

北京路局票据印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

\*

2011 年 7 月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2011 年 7 月第一次印刷 印张:16

印数:1—3 000 字数:380 000

定价:27.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换<路局票据>)

销售部电话 010-62134988 编辑部电话 010-62135235 (VH04)

版权所有,侵权必究

举报电话:010-64030229; 010-64034315; 13501151303

## 本书编写人员

- 主 编** 傅春泉（金华职业技术学院）  
徐苏凌（金华职业技术学院）
- 副主编** 宋美娥（浙江省畜牧兽医局）  
罗守冬（黑龙江生物科技职业学院）
- 参 编** 李福泉（内江职业技术学院）  
李光全（遵义职业技术学院）  
赵晓静（保定职业技术学院）  
陆叙元（嘉兴职业技术学院）  
李彦猛（河北旅游职业学院）  
何英俊（金华职业技术学院）  
王一民（浙江杭州彩洋牧业有限公司）  
张建中（金华婺城区畜牧兽医局）

教材是教学内容的载体,教师与学生相互之间主要是通过教材传授和接受知识、信息与技术的。教材是学生在校学习时最重要的工具之一,也是就业后经常需要查阅的参考资料,因而,其质量的高低直接影响着教学效果和使用价值。作为高等职业院校的教材,我们认为,目前最重要的任务是要解决它的实用性问题。这种实用性主要是表现在两个方面,即内容上的实用性和学习上的实用性。

所谓内容上的实用性,就是要学以致用,学习的根本目的就在于应用,这是激发学生学习主动性和积极性的内在动力。高等职业教育就是为了培养具有一定的理论知识、精湛的实用技术、良好的职业素质,能适应生产、建设、管理、服务等第一线需要的高技能人才,因此课程建设必须体现“以职业为先、岗位为重、素质为本”的职教精神。选编教科书时,应该研究已有的或暂时还没有的岗位要求或职业等级标准上,真切了解用人单位和部门在现阶段和以后较长的一段时期里,对某一专业(职业)劳动力素质和规格的要求,优化课程结构,整合课程内容,毫不吝啬地减少或删除那些貌似高深、但在实际生产中却极少使用或根本用不上的装饰性内容,使学生在校所学与日后所用紧密结合起来。所谓学习上的实用性,意即高职专业教科书的编写,不必拘泥于传统的、约定俗成的、固定的编写格式。因为专业的教科书不像基础课诸如数学那样,无论到什么时候总要先学会加、减、乘、除,才能进行下一步的学习,所以基础课的教材其章节次序、内容先后问题显得格外重要,只能由浅及深、由易及难。而专业课程的教材浅深难易区别并不十分明显,内容安排的前后顺序无须像基础课教材那样严格要求,只要根据认知规律、教育对象、培养目标、学生兴趣、教学需要,以及职业教育的特点等,完全可以改变章节顺序、重组教学内容。

基于这样的认识,根据《国务院关于大力发展职业教育的决定》(国发[2005]35)及《关于加强高职高专教育教材建设的若干意见》的有关精神,我们组织了多位长期以来一直从事动物繁殖技术教学的教师和来自生产第一线的企事业单位的专家共同编写了本书。本书较之其他教材从以下几个方面进行了探索性的改革:

(1) 在形式上,打破传统教科书的编排格式。目前,我国各级各类专业院校的课程结构主要还是结构课程,即以学科的基本结构组成教学的基本内容,并按照学科的逻辑体系加以编排,使教科书呈现螺旋式上升态势。教学中强调基本概念、基本理论、基本技能(即“三基”)的掌握。因而,专业教材从内容选编到章节顺序,无论是中职、高职、大学,几乎是毫无例外地一个模样。本书则不设章节,而是将动物繁殖技术按繁殖工的工作过程分解为十个工作任务,即:采精与精液品质检查、精液稀释与保存、雌性动物发情鉴定技术、输精、生殖激素功能与应用、发情控制技术、受精与胚胎移植、妊

娠诊断、分娩与助产、繁殖管理等，以技术串联知识并贯穿于全书。

(2) 在内容上，一般动物繁殖的教材以动物生殖器官独立成章，雌性动物与雄性动物繁殖技术分别讲授，整个体系是以理论知识为基准。本书则以动物繁殖过程和繁殖工的工作过程为依据安排授课顺序，将人工授精技术分解为采精与精液品质检查、精液稀释与保存、发情鉴定、输精等四个工作任务，雄性生殖器官并入采精与精液品质检查任务、雌性动物生殖器官并入发情鉴定，并且将部分生殖生理的内容并入生殖器官结构中讲授，如把精子发生并入睾丸功能，卵巢发育、排卵、黄体并入卵巢功能，避免重复；将受精与早期胚胎发育从妊娠诊断项目中分离并入胚胎移植任务中介绍。为提高学生的学习兴趣，更符合生产中发现问题、探究原因、解决问题的过程，将课程内容按提出问题、解释过程、分析原因的倒叙排列。如分娩助产任务从过程到因素到机理倒叙；在全面介绍人工授精后之后，接着讲授生殖激素与发情控制；在大致介绍母畜的发情表现之后，介绍雌性动物生殖器官、发情规律等。为适应当前规模化牧场分娩助产的特点，增加了诱发分娩技术的内容。最后，讲授动物繁殖力的评价和繁殖障碍防治技术，并进行动物繁殖技术总结。这样既可使相关知识和技术融合于一体，又可使动物繁殖的各个技术环节紧密相连，从而便于学生的学习、理解、记忆和技术的掌握。

(3) 在写法上，本书采用流水作业，先由一人拟稿，然后在此基础上，各参编人员依次根据自己的知识和经验从头至尾统览全书，尽管这样耗时较长但却避免了分工编写所可能出现的问题。

(4) 在学习上，根据本门课程实践性强的特点，编写教材时尽可能地将繁殖技术技能系统化、条理化、整体化、工艺化，并与现有职业工种考核相结合，在各工作任务后列出实训指导，形成完整的实践教学体系。使学生从学习本门课程开始就对动物繁殖或对该岗位的职业技术技能就有一个比较清晰全面的了解，从而使职业工种的考核内容全部在教学中完成，学会相关课程之后，学生可在任何时候任何场合不必重新练习就能通过考核。这也有利于畜牧兽医从业人员的自学需要，使之逐步成为可与全社会共享的专业教学资源。另外，每章后提供了大量的复习思考题，以便学生自我检测学习效果。

总之，要为 21 世纪培养适应现代化的新一代科技人才，我们必须充分研究高职高专院校学生的特点，针对高职高专的特殊需要，组织人员和力量，借鉴其他教材编写的有益经验和方法，推出高质量的、新型的、适用性强的优秀教材。本书的编写仅仅是一种尝试，期望在不久的将来能有更多的同行致力于高等职业教育教材的推陈出新。

编者

2011 年 4 月

|                     |    |
|---------------------|----|
| 前言                  |    |
| 导学——代绪论             | 1  |
| 项目一 采精与精液品质检查       | 3  |
| 单元一 采精技术            | 12 |
| 单元二 精液品质检查          | 18 |
| 技能训练一 假阴道的安装、采精     | 27 |
| 技能训练二 精液品质检查        | 29 |
| 复习思考题               | 33 |
| 项目二 精液的稀释与保存        | 34 |
| 单元一 精液的稀释           | 34 |
| 单元二 精液的液态保存         | 37 |
| 单元三 精液的冷冻保存         | 40 |
| 技能训练三 精液稀释液的配制及精液稀释 | 50 |
| 技能训练四 猪精液保存试验       | 51 |
| 技能训练五 山羊冷冻精液的制作     | 52 |
| 复习思考题               | 53 |
| 项目三 雌性动物发情鉴定技术      | 55 |
| 单元一 雌性动物的发情与发情周期    | 65 |
| 单元二 产后发情、乏情与异常发情    | 73 |
| 单元三 发情鉴定技术          | 75 |
| 技能训练六 母畜发情鉴定技术      | 81 |
| 复习思考题               | 84 |
| 项目四 输精              | 85 |
| 单元一 输精方法            | 85 |
| 单元二 输精前的准备          | 87 |
| 单元三 输精的基本要求         | 89 |
| 技能训练七 输精            | 92 |
| 复习思考题               | 94 |
| 项目五 生殖激素功能与应用       | 95 |
| 单元一 生殖激素概述          | 95 |

|                          |            |
|--------------------------|------------|
| 单元二 下丘脑分泌的激素 .....       | 97         |
| 单元三 促性腺激素 .....          | 101        |
| 单元四 性腺激素 .....           | 106        |
| 单元五 前列腺素与外激素 .....       | 113        |
| 技能训练八 生殖激素促进母畜发情试验 ..... | 117        |
| 复习思考题 .....              | 118        |
| <b>项目六 发情控制技术 .....</b>  | <b>119</b> |
| 单元一 诱导发情技术 .....         | 119        |
| 单元二 同期发情技术 .....         | 123        |
| 单元三 超数排卵技术 .....         | 131        |
| 技能训练九 超数排卵、同期发情 .....    | 136        |
| 复习思考题 .....              | 138        |
| <b>项目七 受精与胚胎移植 .....</b> | <b>140</b> |
| 单元一 胚胎移植的程序 .....        | 152        |
| 技能训练十 胚胎采集与移植技术 .....    | 178        |
| 复习思考题 .....              | 180        |
| <b>项目八 妊娠诊断 .....</b>    | <b>181</b> |
| 单元一 妊娠母畜的生理变化 .....      | 187        |
| 单元二 妊娠诊断的方法 .....        | 190        |
| 技能训练十一 母畜的妊娠诊断 .....     | 197        |
| 复习思考题 .....              | 199        |
| <b>项目九 分娩与助产 .....</b>   | <b>201</b> |
| 单元一 分娩过程 .....           | 201        |
| 单元二 分娩的预兆 .....          | 205        |
| 单元三 决定分娩的因素 .....        | 208        |
| 单元四 分娩助产技术 .....         | 216        |
| 技能训练十二 母畜分娩助产 .....      | 223        |
| 复习思考题 .....              | 224        |
| <b>项目十 繁殖管理 .....</b>    | <b>226</b> |
| 单元一 动物正常的繁殖力及其评价 .....   | 226        |
| 单元二 影响雌性动物繁殖率的因素 .....   | 230        |
| 单元三 提高繁殖率的措施 .....       | 232        |
| 技能训练十三 猪场或牛场繁殖管理调查 ..... | 242        |
| 技能训练十四 动物繁殖疾病调查 .....    | 243        |
| 复习思考题 .....              | 243        |
| <b>主要参考文献 .....</b>      | <b>245</b> |



## ——代绪论

动物繁殖，简言之，即是动物产生新的个体的过程。因为有繁殖，种属才代代延续，生命才代代相传；因为有繁殖，个体才不断增加，群体才不断扩大；因为有繁殖，动物世界才显得如此的千姿百态、五彩缤纷。如果某种动物繁殖能力减退时，那么它的消亡也已为期不远了。所以，繁殖是无比瑰丽的生命现象中奇妙而又令人神往的科学探索领域。当你翻开本书的那一刹那起，就意味着你正在叩响生命科学的大门。

也许，你会对书中骤然扑面而来的许许多多的词汇感到陌生和茫然，不过没关系，这是一些专业用语，就好像生活中的物品名称一样，讲多了、听多了、用多了，自然就会了然于胸；也许，你会对精子、卵子、激素、生殖生理等书中所描述的它们的作用或机理而感到莫名其妙，因为这些东西既看不见又摸不着，让人如坠五里云雾，但也不必焦虑，随着教学进程的推进、相关知识的积累、显微镜下的观察、实际操作的触摸，你将会对此越来越感兴趣。事实上，这些正是生命的奥秘之所在，它们将激发起你潜在的求知欲和无尽的想像力。

其实，关于动物繁殖，尽管它的内容博大精深、相互关系、错综复杂，但在具体的学习上，并不是无章可循、无从下手，只要细心地把它梳理一下，便不难发现它有三条脉络清晰的线索。一条是有形的，一条是无形的，还有一条是人为的。当动物生长发育到一定的阶段时，自然就会出现性成熟、发情、受精、妊娠、分娩、泌乳和性行为等生殖活动等现象，这些是外在的、可见的，因而是有形的。那么这些生殖活动的发生发展有什么规律？又是怎么调控的？这些是内在的、不可见的，因而是无形的。由此迫使我们必须从宏观深入微观，探索各种生殖激素（包括神经系统）的作用与功能以及它们之间的相互关系和作用。对于它们知之不多，可能并不妨碍你成为一位动物繁殖工，但你无法从本质上一一定程度地认识生殖的表现和变化，要想成为优秀的繁殖技术员那就遥遥无期了。

人类为了满足自身生存和发展的需要，长期以来一直孜孜不倦地在追逐动物生产效益的最大化，于是在研究认识生殖规律的基础上，使用各种方法或手段干预或是干扰动物的自然繁殖过程，这些方法或手段正是我们需要学习和掌握的繁殖技术。干预是指如发情鉴定、人工授精、妊娠诊断、繁殖监测、分娩助产等常规繁殖技术，它们不改变动物繁殖的自然过程；而干扰则是有意识、有目的、有步骤地采用有关药物和仪器设备调控或改变动物的自然繁殖过程，如发情控制、分娩控制、精液冷冻、胚胎移植等。而今，胚胎移植已不再稀奇，体外受精、性别鉴定的研究日趋成熟；克隆羊、克隆牛震惊

整个世界。正是这些技术的发展引发了繁殖领域的一次又一次的革命，从而出现了现代繁殖新技术，将动物繁殖推向了一个前所未有的新高度。这对于提高动物繁殖率、动物生产质量和效益，加快我国畜牧业现代化建设的进程具有十分重大的意义。

如此说来，动物繁殖既不难学，而且还有趣。你可以从呈现在我们面前的这些生命现象去探索和发现其内在的原因和规律，继而用有效的方法和手段去调控、支配和改造过去想也不敢想的生命繁殖过程，这将是多么令人神往的事！当然，知识需要积累，技术需要训练，只有脚踏实地、面向未来、不辞辛劳、勇于实践，才能真正掌握动物繁殖所需的必备的知识和技术；也只有到那时，无论是现代化的养殖企业，还是畜牧管理部门，或是正在悄然兴起的宠物行业及日渐壮大的野生动物驯化场，才能向你打开欢迎的大门。



# 项目一

# 采精与精液品质检查

## 教学提要

本项目围绕采精与精液品质检查技能训练展开。依次介绍动物采精的方法以及完成采精应做好的各项准备工作、精液品质检查的内容。在介绍采精方法时，重点提示采精频率对精液质量的影响；在介绍精液品质检查内容时，重点介绍精液活力、密度检查的方法及精液品质合格标准。

将生殖器官和精液的组成与运动作为知识链接介绍。为避免重复，在介绍雄性动物生殖器官时，将精子的发生并入睾丸的生理功能中介绍，提示环境因素对雄性动物精液质量的影响要延后 1~2 个月表现。



## 知识链接

### 雄性动物的生殖器官

雄性动物生殖器官的组成包括睾丸、附睾、输精管、副性腺、尿生殖道、阴茎和包皮及阴囊。各种常见雄性动物生殖器官见图 1.1。

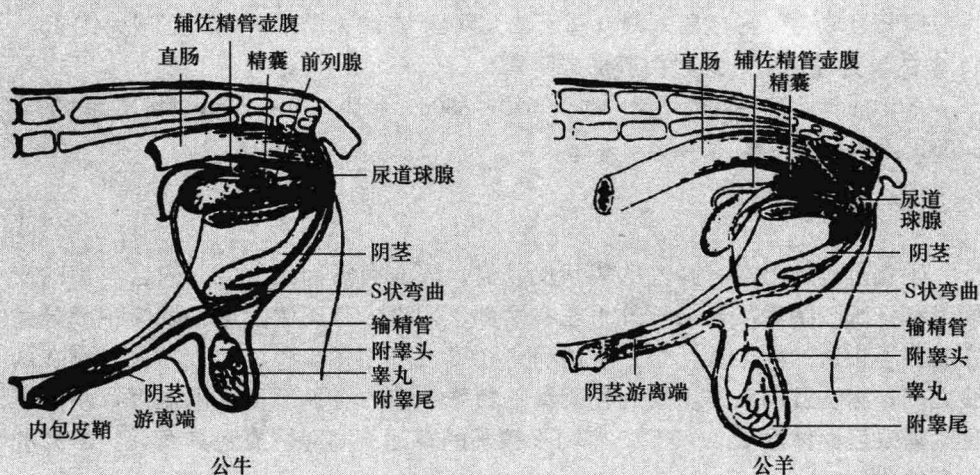


图 1.1 雄性动物生殖器官

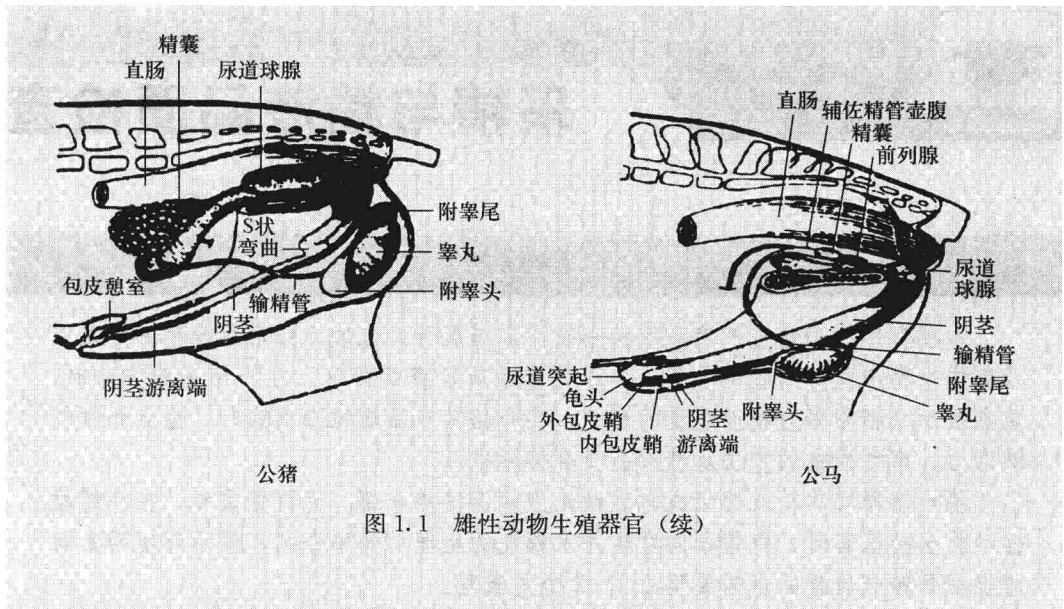


图 1.1 雄性动物生殖器官 (续)

## ■ 睾丸和阴囊

### (一) 睾丸

睾丸是公畜重要的生殖腺体，位于阴囊中，左右各一，呈椭圆形。一侧有附睾附着，称为附睾缘；另一侧为游离缘。睾丸的表面由浆膜被覆，其下为致密结缔组织构成的白膜。从睾丸一端，即和附睾头相接触的一端，有一条与睾丸纵轴平行的结缔组织索，伸入睾丸实质，构成睾丸纵隔，由它向四周发出许多放射状结缔组织小梁，伸入白膜，称为中隔。中隔将睾丸实质分成许多锥形小叶，每个小叶内有2~3条曲精细管，在近纵隔处汇合成为直精细管，进入睾丸纵隔相互吻合，形成睾丸网（马无睾丸网）。在睾丸网的一端又汇成大约13~15条的睾丸输出管，穿过白膜形成附睾头。

各种成年家畜睾丸的重量：牛为550~650g，猪为900~1000g，绵羊为400~500g，山羊为150g，家兔为6~7g。

### (二) 阴囊

阴囊是柔软而富有弹性的袋状皮肤囊，表面有短而细的毛，内含丰富的皮脂腺和汗腺。阴囊从表面可分为左右两部，阴囊内被肉膜形成的阴囊中隔分为左右互不相通的两个腔，每个腔内有一个睾丸和附睾。牛、羊、马的阴囊在两股之间，猪在肛门下方。睾丸和阴囊的特殊构造，可调节睾丸的温度，从而保证阴囊温度比体温低3~5℃，有利于精子的存活；同时阴囊还具有保护睾丸和附睾的作用。

### (三) 睾丸的主要生理机能

#### 1. 产生精子

睾丸的曲精细管内不断地产生精子。公牛每克睾丸组织平均日产精子 1300 万~1900 万个, 公猪 2400 万~3100 万个, 公羊 2400 万~2700 万个, 公马 1930 万~2230 万个。

#### 2. 分泌雄激素

位于精细管间的间质细胞可以产生雄激素。

### (四) 精子的发生

精子在睾丸内形成的全过程称为精子的发生, 包括精细管上皮的生精细胞由精原细胞经精母细胞到精子细胞的增殖发育过程和精子形成过程。

精子的发生过程可分为精原细胞增殖、精母细胞发育与成熟分裂、精子形成三个阶段。

精原细胞位于精细管上皮最外层, 紧贴精细管基底膜, 是睾丸中最幼稚的一类细胞, 分为 A 型、中间型、B 型精原细胞, 通过有丝分裂增殖, 如图 1.2 所示。其中 A<sub>0</sub> 型与 A<sub>1</sub> 型细胞可分裂为二种精原细胞, 一种是活跃的精原细胞, 继续有丝分裂增殖, 最后形成初级精母细胞。另一种进入休眠状态, 成为下一个精子发生周期的起始细胞。

初级精母细胞形成后, 进入静止期。期间细胞进行 DNA 复制, 并积极转录、合成和贮存各种必需的蛋白质和酶, 为成熟分裂做准备, 细胞体积也增加一倍。然后经过一次成熟分裂形成二个次级精母细胞, 染色体减半成为单倍体。次级精母细胞形成后不再复制 DNA, 很快进行第二次成熟分裂, 形成二个单倍体的精子细胞。

精子细胞形成后不再分裂, 而是经过复杂的形态结构变化而演变为蝌蚪状的精子。在这一形态变化过程中, 精子细胞的高尔基复合体形成精子顶体、细胞核变成精子头部的主要部分、中心小体逐渐形成精子尾部、线粒体成为精子尾部中段的线粒体鞘膜、细胞质则大部分脱落。

一个精原细胞经 4 次有丝分裂产生 16 个初级精母细胞; 再经过二次减数分裂, 每个初级精母细胞形成 4 个精子。

精原细胞经过 4 次有丝分裂形成初级精母细胞需 15~17d, 再经 15~17d 完成第一次减数分裂成为次级精母细胞, 之后经数小时完成第二次减数分裂形成精子细胞, 最后经 10~15d 的变形过程成为精子, 睾丸中形成的精子通过附睾还需 10~15d 才能参与射精。因此整个精子发生过程约需 2 个月左右 (表 1.1)。

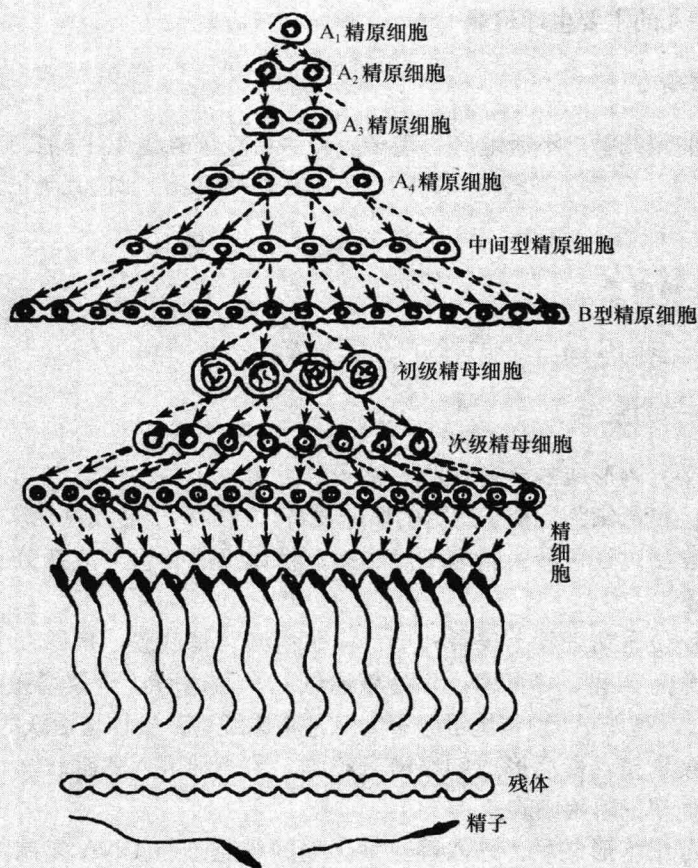


图 1.2 精子发生中依次出现的各种细胞类型示意图

表 1.1 各种动物精子发生周期

| 动物 | 精子发生周期/d | 通过附睾时间/d |
|----|----------|----------|
| 猪  | 44~45    | 9~12     |
| 牛  | 60       | 10       |
| 绵羊 | 49~50    | 13~15    |
| 马  | 50       | 8~11     |

## 附睾与输精管

### (一) 附睾

附睾紧贴睾丸的一侧，分为附睾头、附睾体、附睾尾三部分（图 1.3）。附睾的主要生理机能以下几方面：

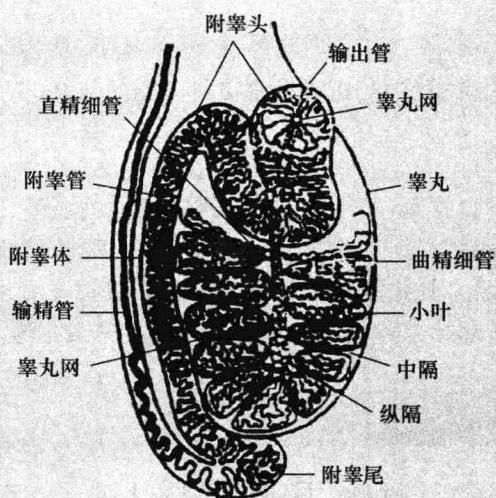


图 1.3 睾丸及附睾的组织构造

### 1. 精子最后成熟的地方

精子在附睾内的成熟过程包括获得前进运动能力、获得附着于透明带的能力以及获得受精的潜能。

精子从附睾头向尾转运过程中，附睾液渗透压逐渐升高，精子发生脱水，形态逐渐变小，浓度增加；精子颈部的原生质滴逐渐向尾端后移并最终脱去；细胞内  $\text{Na}^+$  浓度下降， $\text{K}^+$  浓度增加；在附睾内由于肉毒碱等因素的诱导，精子前进运动蛋白被活化，获得前进运动的能力，运动方式由转圈运动逐渐转变为直线运动；由于附睾中的果糖和葡萄糖含量很低，精子的密度又大，代谢方式主要靠需氧分解来自睾丸液和附睾液中的乳酸，供应精子所需的能量；附睾液中雄激素含量很高，其中以附睾体含量最高，精子在此逐渐成熟；在成熟过程中，精子的代谢也发生改变，糖酵解增强，对磷脂利用增多，蛋白质合成下降。

### 2. 贮存精子

由于附睾内的温度相对较低（比体温低  $4\sim 7^\circ\text{C}$ ）、较高渗透压、弱酸性（ $\text{pH}$  为  $6.2\sim 6.8$ ）环境抑制了精子在附睾内的运动；同时附睾管分泌物能提供精子营养，使精子能在附睾内贮存  $30\sim 60\text{d}$  后仍有受精能力，当公畜长时间不采精或不配种而使精子贮存时间过久，则精子逐渐变性、吸收。

### 3. 吸收水分

来自睾丸的稀薄精子，通过附睾头和附睾体时，其中的大部分水分被上皮细胞吸收，使精子浓度增大（密度  $40$  亿个  $/\text{mL}$ ），有利于贮藏精子。

#### 4. 运送精子

精子通过附睾的时间：牛 10d、绵羊 13~15d、猪 9~12d。

##### (二) 输精管

输精管由附睾管直接延续而成，它和通向睾丸的血管、淋巴管、神经等构成精索。左右两条输精管在膀胱的背侧逐渐变粗，形成输精管壶腹（猪无壶腹部，马壶腹部非常大），其黏膜内有腺体分布。输精管壶腹末端变细，与精囊腺共同开口于尿生殖道起始部背侧壁的精阜，与尿生殖道相通。

### 副性腺

副性腺包括精囊腺、前列腺、尿道球腺（图 1.4）。

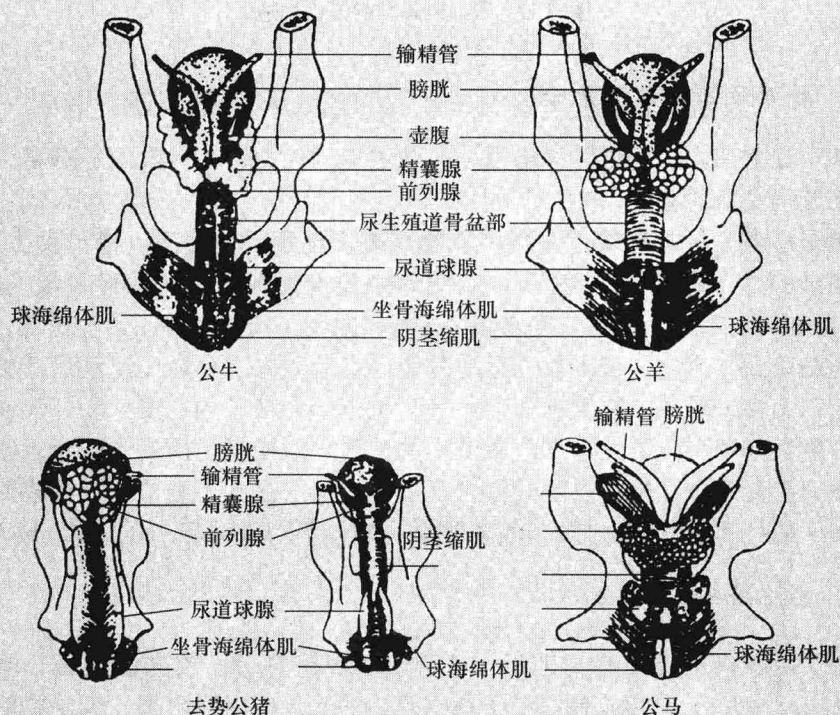


图 1.4 各种动物的副性腺（骨盆内背面观）

##### (一) 精囊腺

精囊腺成对出现，牛、马的精囊腺分泌胶状物进入精液，猪、马的精囊腺发达，而猫、狗无精囊腺。分泌物为弱碱性、黏稠的胶状物质；含有高浓度的球蛋白、柠檬酸、酶以及高含量的还原性物质，如维生素 C 等；其分泌物中的糖蛋白是去能因子，能抑制顶体的活动，延长精子的受精能力。



主要作用：提供精子活动的能源（果糖）、刺激精子的运动、其胶状物质能在阴道内形成栓塞，防止精液倒流。

## （二）前列腺

前列腺的分泌物为无色、透明的液体，呈碱性，有特殊的臭味，是精液的重要组成部分。前列腺液含蛋白质、果糖、氨基酸及大量的酶，如糖酵解酶、核酸酶、核苷酸酶、溶酶体酶等，对精子的代谢起一定作用；分泌物中还含有抗精子凝集素的结合蛋白，能防止精子头部互相凝集；其分泌物中还含有钠、钾、钙的柠檬酸盐和氯化物。

作用：中和阴道的酸性分泌物、吸收精子所排出的  $\text{CO}_2$ ，促进精子的运动。

## （三）尿道球腺

多数动物的尿道球腺成对，犬无尿道球腺，猪的尿道球腺非常发达。尿道球腺分泌物为无色、清亮的水状液体，pH 为 7.5~8.5，构成射出精液中胶质的主要成分，牛、羊、马尿道球腺分泌物量较少。

作用：在射精前冲洗尿道中剩余的尿液，为精子的通过做准备；进入阴道后，可中和酸性分泌物。

## （四）副性腺的生理机能

副性腺的分泌物是构成精清的主要成分，主要生理机能有：

（1）冲洗尿生殖道。狗射精顺序为尿道球腺液—精液—前列腺液，射精需半小时；猪缺乏精液的水样液—富含精子的乳白色部分—胶状凝块为主部分。因此开始由尿道球腺所分泌的少量液体，可冲洗尿生殖道中残留尿液，使通过尿生殖道的精子不受尿液的危害。

（2）加大精液容量。精清所占比例牛为 85%、马为 92%、猪为 93%、羊为 70%。

（3）供给精子营养。精子内的某些营养物质，是在精子与副性腺分泌物混合才得到的（如果糖）。果糖的分解是精子能量的主要来源。

（4）活化精子。副性腺液偏碱性，渗透压低于副睾液，有利于精子运动。

（5）推动和运送精液到体外。

（6）缓冲不良环境对精子的危害，延长精子存活时间。精清中含有柠檬酸盐和磷酸盐，这些物质含有缓冲作用。

（7）防止精液倒流。有些动物副性腺液有部分或全部凝固现象，形成阴道栓，防止自然交配精液倒流。

## ■ 尿生殖道、阴茎与龟头

### （一）尿生殖道

公畜的尿道兼有排精的作用，故称尿生殖道。它起始于膀胱颈末端，止于