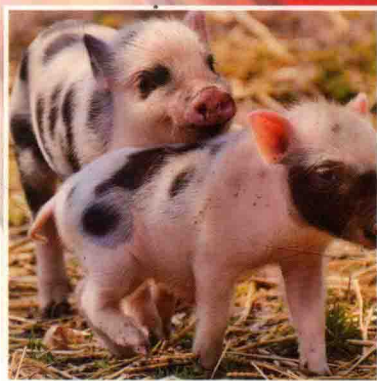


DONGWU FANZHI GUILV
YU FANZHI SHIYONG JISHU YANJIU

动物繁殖规律 与繁殖实用技术研究

申子平 著



非
外
借

中国原子能出版社

动物繁殖学(第2版) 申子平著

中国原子能出版社

北京 中国原子能出版社 2018

ISBN 7-204-42440-1

定价：18.00元

动物繁殖规律 与繁殖实用技术研究

申子平 著

中国原子能出版社

图书在版编目(CIP)数据

动物繁殖规律与繁殖实用技术研究 / 申子平著. --

北京 : 中国原子能出版社, 2018. 4

ISBN 978-7-5022-8958-4

I. ①动… II. ①申… III. ①动物—繁殖—研究

IV. ①S814

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 070490 号

内 容 简 介

本书对动物繁殖规律与繁殖实用技术进行了研究, 主要内容包括: 动物的生殖生理与生殖激素, 动物发情与发情鉴定技术, 动物人工授精技术, 动物受精、妊娠诊断与分娩助产技术, 动物繁殖控制技术, 动物繁殖管理技术, 动物繁殖新技术等。本书论述严谨, 结构合理, 条理清晰, 内容丰富新颖, 是一本值得学习研究的著作, 可供从事动物良种繁殖的技术人员参考使用。

动物繁殖规律与繁殖实用技术研究

出版发行 中国原子能出版社(北京市海淀区阜成路 48 号 100048)

责任编辑 张琳

责任校对 冯莲凤

印刷 三河市铭浩彩色印装有限公司

经销 全国新华书店

开本 787mm×1092mm 1/16

印张 18.75

字数 243 千字

版次 2018 年 8 月第 1 版 2018 年 8 月第 1 次印刷

书号 ISBN 978-7-5022-8958-4 定价 67.00 元

网址: <http://www.aep.com.cn> E-mail: atomep123@126.com

发行电话: 010-68452845 版权所有 侵权必究

前 言

随着国民经济的高速发展,人民生活水平稳步提高,人们对畜禽产品的需求量越来越大,对畜禽产品品质的要求也越来越高。于是,积极推进动物繁殖技术的发展,保持并提高饲养动物的生殖机能,充分发挥优良畜禽品种的繁殖力和遗传特性,加速品种改良,扩大优质畜禽品种的数量,为社会大众提供品质优越、价格实惠的畜禽产品,势必是当今社会的大势所趋。

最近十几年来,国内外动物繁殖技术高速发展,各种有关动物繁殖的新方法、新技术不断涌现,丰富并更新了繁殖学的内容,为畜禽养殖业高质量发展提供了坚实的理论基础,在有效保证畜禽养殖业经济效益的同时,也为人们提供了物美价廉的畜禽产品。为了适应我国畜禽养殖业发展的需要,作者特撰写本书,对动物繁殖规律和繁殖实用技术展开研究讨论。

全书内容共分八章:第一章对动物繁殖技术概念、发展、地位以及实践应用进行了简要概述,为全书的研究奠定基础;第二章在分别研究讨论雄、雌性动物生殖生理的同时,讨论了生殖激素的生理功能及应用;第三章在研究讨论动物的发情、乏情、产后发情以及异常发情的基础上,进一步讨论了目前主流的发情鉴定技术;第四章研究讨论了动物人工授精技术;第五章研究讨论了动物的受精、妊娠诊断以及分娩助产技术;第六章研究讨论了动物繁殖控制技术,包括发情控制技术、排卵控制技术、分娩控制技术和泌乳控制技术;第七章研究讨论了动物繁殖管理技术,主要是在总结动物正常繁殖力评价理论的基础上,对当前典型的繁殖障碍性疾病的防治办法进行研究,并提出一些提高动物繁殖力的有效措施;第八章对当前的动物繁殖新技术进行了研究讨论,主要包括胚胎移植、体外受精、动物克隆、转基因、性别控制、动物胚胎

干细胞、胚胎嵌合体等当前比较热门的新型繁殖技术。全书严格遵循理论性、应用性、实用性、综合性和先进性的原则进行内容安排,广泛吸收国内外最新的理论与实验成果,在深入阐述各项繁殖技术及其应用的基础上力求创新。

在撰写本书的过程中,作者回顾并总结了多年的研究与教学经验,收集并借鉴了许多同行业有关的学术成果,同时也有许多专家学者向作者提出了宝贵意见,谨此一并表示衷心的感谢。

由于作者水平有限,加之动物繁殖技术日新月异,虽然经过多次细心检查修改,书中仍然不免会有不足之处,真诚欢迎同行学者和广大读者批评指正。

作者

2018年2月

目 录

第一章 动物繁殖技术综述	1
第一节 动物繁殖技术的概念、产生和发展	1
第二节 动物繁殖技术在畜牧生产中的地位	5
第三节 动物繁殖技术在生产实践中的应用	5
第四节 现代繁殖技术	7
第二章 动物的生殖生理与生殖激素	9
第一节 雄性动物生殖生理	9
第二节 雌性动物生殖生理	28
第三节 动物主要生殖激素的生理功能及应用	40
第三章 动物发情与发情鉴定技术	54
第一节 发情与发情周期	54
第二节 乏情、产后发情与异常发情	63
第三节 发情鉴定技术	67
第四节 常见动物的发情鉴定	73
第四章 动物人工授精技术	88
第一节 家畜自然交配与人工授精	88
第二节 采精技术	93
第三节 精液品质检查	101
第四节 精液的稀释	108
第五节 精液保存技术	111
第六节 输精技术	122
第七节 家禽人工授精技术	128
第八节 犬的人工授精	130

第五章 动物受精、妊娠诊断与分娩助产技术	132
第一节 受精	132
第二节 妊娠及期间母体的生理变化	142
第三节 妊娠诊断及方法	150
第四节 分娩发动的机制	154
第五节 分娩的预兆与分娩过程	159
第六节 分娩助产技术	162
第七节 难产及其预防	165
第八节 产后护理	168
第六章 动物繁殖控制技术	172
第一节 发情控制技术	172
第二节 排卵控制技术	180
第三节 分娩控制技术	188
第四节 泌乳控制技术	191
第七章 动物繁殖管理技术	197
第一节 动物正常繁殖力及其评价	197
第二节 动物繁殖障碍性疾病的防治	213
第三节 提高繁殖力的措施	247
第八章 动物繁殖新技术	253
第一节 胚胎移植	253
第二节 体外受精	262
第三节 动物克隆	266
第四节 转基因	272
第五节 性别控制	276
第六节 动物胚胎干细胞技术	279
第七节 哺乳动物胚胎嵌合体技术	283
参考文献	287

第一章 动物繁殖技术综述

动物繁殖是动物生产中的一个关键环节。尤其对于畜牧业而言,其根本任务就是增加畜禽的数量,在增加数量的同时,要注重不断提高品种的质量,以满足国民经济发展和人民生活水平逐步提高的需要,增加数量和提高质量均需通过繁殖这一过程来实现。因而,积极研究动物繁殖规律与繁殖实用技术,是一项意义极其重大的工作。作为本书研究的第一章,我们先来简单概述动物繁殖技术的概念、产生、发展、地位以及其在畜牧业生产中的应用,为全书的研究奠定基础。

第一节 动物繁殖技术的概念、产生和发展

一、繁殖的概念及方式

繁殖又称生殖,具体是指有生命的个体以某种方式繁衍与自己性状相似的后代来延续生命,包括发情、排卵、交配、受精、妊娠和分娩等整个生命发生过程。繁殖是所有物种都具有的基本现象之一,每个现存的个体都是上一代繁殖的结果。研究表明,自然界中的动物存在如下两种基本繁殖方式:

(1)无性繁殖。具体是指不经过雌雄两性生殖细胞的结合、只由一个生物体产生后代的生殖方式,主要见于低等动物。无性繁殖的过程只牵涉一个个体,例如变形虫的分裂生殖等。随着繁殖技术的发展,特别是首例体细胞克隆哺乳动物“多莉”羊的诞生,在人工操作下,哺乳动物的无性繁殖已成为现实。目前,借助

动物克隆技术(细胞核移植技术)已能够无性繁殖优良畜种个体,在畜牧业生产中应用前景广阔。

(2)有性繁殖。具体是指通过两性生殖细胞的生殖,生活周期中包括二倍体时期与单倍体时期的交替,二倍体细胞借助减数分裂产生单倍体细胞(雌雄配子或卵子和精子),后者通过受精(核融合)形成新的二倍体细胞(合子),即新的生命诞生。这种有配子融合过程的有性繁殖也称为融合生殖,是由以胎儿时期生殖系统的发育为起始的一系列有序事件组成的。早在胎儿时期,生殖系统就开始分化、发育,出生以后,随着动物的生长发育,其生殖系统也进一步发育,当生长到一定的年龄时,雄性个体能产生成熟的精子,雌性个体能排出卵子,并表现出性行为,通过交配使两性配子结合成为受精卵。哺乳动物的受精卵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新的个体,这一完整的过程称为有性繁殖。有性繁殖在动物一生中反复出现,使后代增殖,这是保证本物种生存、繁盛的生命活动,也是人们获得畜产品的必然途径。

二、繁殖的重要意义

繁殖具有十分重要的意义,具体可以归纳如下:

(1)繁殖是种族延续的基础。从生理学的角度来看,生殖是一切生物体的基本特征之一。对个体来说,生殖过程是暂时的、相对的,并非维持自身生命所必需的,一个个体可以没有生殖而生存,而对一个物种来说,它是由一个个个体组成的,并以个体的不断更替而存在,是永久的、绝对的,是维持本物种生存、延续所必不可少的,物种的延续必须依赖于生殖。总而言之,没有个体的“繁殖”,就没有物种的存在。遗传、生理、营养、季节、内分泌、疾病等多种因素影响动物繁殖力的高低,这些因素可造成永久或暂时性的繁殖障碍,使繁殖力降低或失去繁殖能力。因此,在生产实践中必须注意选择繁殖力高的个体作为种用,并为其创造良好的饲养管理环境,保证其较高的繁殖能力。

(2)繁殖是动物生产中的关键性环节。人们生活中所需要的肉、奶、蛋等畜产品的获得均需要通过繁殖环节来实现。

(3)繁殖是动物品种改良、生命科学研究、医疗与组织修复等的重要手段。人工授精、胚胎移植等繁殖技术的应用显著提高了动物繁殖的效率,加快了品种改良的进程。体外受精技术是研究受精、早期胚胎发育机理、细胞分化的重要研究手段,为人类辅助生殖技术的改进提供参考依据。

三、动物繁殖技术

研究动物繁殖问题的学科称之为动物繁殖学,该学科主要研究动物生殖生理的普遍规律及种属特性,以便人们掌握和运用这些规律去指导动物繁殖实践。而动物繁殖技术则是在生物学、动物繁殖学的基础上发展起来的一门现代技术,它侧重于阐述现代繁殖技术的理论基础及传授操作技术,内容主要包括生殖生理、繁殖控制技术、繁殖管理技术、生殖病理防治技术等。

四、动物繁殖技术的产生及发展历程

人类对动物繁殖的探索已有两千多年的历史。亚里士多德(公元前384—前322)在其著名作品 *Generation of Animals* 中已经提出了有关动物繁殖的一些观点,生物学普遍认为这些观点开辟了动物繁殖研究的先河。在我国古代农书(如北魏时期的《齐民要术》等)、医书中记载了许多关于动物繁殖的宝贵经验及实用技术,如家畜去势、初生雏的雌雄鉴别及繁殖管理等。1910年,英国的马歇尔编著了《生殖生理学》一书,为后人研究和发展动物繁殖技术奠定了基础。

在这里,我们将动物繁殖学及动物繁殖技术的发展历程中的具有里程碑意义的主要事件简单概括如下:

1780年,意大利生理学家司拜伦瑾尼第一次进行了犬的人工授精。20世纪40—60年代,苏联、英国、丹麦、荷兰、美国、加拿大、日本等发达国家人工授精技术发展迅速,并在多种家畜中应

用。1949年,英国专家波芝成功冷冻鸡精液。1950年英国的 Smith 和 Polge 研究开发了牛精液冷冻保存技术。1960年后冷冻精液的人工授精技术得到了广泛发展。1962年,英国科学家 J. B. Gurdon 采用核移植法成功培育了非洲爪蟾成体。1970年, Sreenan 报道了牛体外受精(IVF)、体外成熟(IVM),从此开始了对体外受精和胚胎移植(ET)技术的应用。1978年出生了世界上第一例试管婴儿。1972年,英国专家 Whittingham 对小鼠的胚胎冷冻保存(慢速冷冻法)成功。1980年,美国生物学家 P. C. Hoppe 和日内瓦超微型外科专家 K. I. Illmense 用胚胎细胞核移植方法成功繁育了小鼠。1985年,美国专家 Rall 等利用玻璃化冷冻小鼠胚胎获得成功(以二甲基亚砷 DMSO 为冷冻保护剂)。1990年,日本 Kasai 等的一步法对小鼠桑椹胚玻璃化冷冻保存成功,并获得了较高的 ET 成功率(以乙二醇为冷冻保护剂)。1996年7月,英国苏格兰爱丁堡罗斯林研究所 Wilmot 和 Campbell 等利用羊乳腺上皮细胞克隆出“多莉”羊,这是一种纯粹的无性繁殖,它标志着胚胎生物工程技术的一次革命。此后,体细胞克隆小鼠、牛、马、猪、山羊、犬、猫、骡子等 20 余种动物相继出生。

我国的动物繁殖学科在 19 世纪尤其是新中国成立以后发展迅速。1936 年谢成侠等在江苏句容开展了马的人工授精试验。1974 年绵羊胚胎移植成功。20 世纪 80 年代成功获得了试管牛、绵羊、山羊等及转基因鱼、小鼠、兔等。张涌等 1991 年获得了胚胎细胞克隆山羊,并于 2000 年获得了体细胞克隆山羊。2003 年李宁等获得了世界首例转有人岩藻糖转移酶基因的体细胞克隆牛。2009 年,周琪、曾凡一等首次利用 iPS 细胞(诱导多能干细胞)通过四倍体囊胚注射得到存活并具有繁殖能力的小鼠。近年来,我国在动物繁殖领域不断取得新进展,促进了动物繁殖学科的发展。

综上所述,从动物生殖生理研究的发展史看,动物繁殖的发展可分为由低级到高级的三个阶段,即形态生物学阶段、细胞生物学阶段、分子生物学阶段。进入 21 世纪,随着生物工程理论与

技术的不断发展和创新,动物繁殖技术不但在充分挖掘动物生产潜力、加速品种改良、提高畜牧业生产力以及提升人民生活水平等方面起着巨大的促进作用,而且对于整个生命科学理论和技术的发展与创新,乃至对于人类的进步都将会起着重要的推动作用。

第二节 动物繁殖技术在畜牧生产中的地位

繁殖是生物产生与自身相似的新个体的过程,是保证生物物种延续的最基本的生命活动之一。动物繁殖技术是在研究动物生殖现象,揭示其繁殖规律的基础上,应用繁殖控制技术,调整和控制动物的繁殖过程,以充分发挥动物繁殖潜力,提高繁殖力。动物繁殖是动物生产中的关键环节,直接关系到动物数量的增加和质量的提高。

发展畜牧业的中心任务是增加动物的数量和提高其质量。质量的提高除改进培育和饲养条件外,主要通过繁殖来实现,因为提高质量的根本途径在于按照遗传规律,选择良种动物来繁殖后代,进行品种改良和培育新品种。数量的增长也有赖于繁殖,因此,没有繁殖就没有动物的增长,没有增长也就没有畜牧业的发展,利用繁殖新技术提高动物繁殖效率也是畜牧业生产中最为重要的一环。由此可见,动物繁殖在畜牧业发展中的地位十分重要。

第三节 动物繁殖技术在生产实践中的应用

畜禽繁殖技术是应用性很强的一门学科,其最终目的在于提高畜禽的繁殖效率。解决这一问题的根本措施是加强繁殖管理工作,为畜禽创造适宜的生活环境和合理的饲养管理条件,使它

们的生殖功能得以正常发挥;在此基础上,再采取适用的技术方法,进一步提高繁殖效率,包括消除不孕、缩短产子间隔、提高受胎率、提高产仔数和成活率、减少流产等损失。现代畜牧业的发展趋势是规模化产业化,其经营和发展更需要采用人工授精、繁殖控制、胚胎移植、胚胎工程等繁殖生物技术,以最大限度地提高畜禽的繁殖效率。

动物繁殖技术在畜牧业生产实践中具有极其重大的应用价值,具体可以总结为如下三方面:

(1)降低繁殖成本,提高生产效率与经济效益。动物繁殖是生命活动的本能,是确保动物不断繁衍的正常生理机能,是动物生产的关键环节。动物数量的增加和畜产品质量的提高,都需通过繁殖过程才能实现。在动物生产中,应用繁殖管理技术合理调节畜群结构,或应用先进的繁殖技术提高公畜和母畜繁殖力,均可降低繁殖成本,提高生产效率和经济效益。尤其对于自然繁殖力较低动物,繁殖成本更高,提高繁殖力的意义更大。例如,如表 1-1 所示,列出了山西某奶牛场 2007 年和 2017 年奶牛繁殖指标与产奶量的对比数据,该数据表明,繁殖率提高后,生产效率相应提高,在某些畜种生产效率的增长远远超出繁殖率提高的值。

表 1-1 山西某奶牛场 2007 年和 2017 年奶牛繁殖指标与产奶量对比

年度	总受胎率/%	情期受胎率/%	一次配种受胎率/%	繁殖率/%	空怀率/%	产犊间距/d	年产奶量/kg
2007	94.7	56.1	59.2	90.3	5.2	398	6886
2017	97.6	63.2	66.3	90.5	4.9	388.9	7592

(2)保护优秀品种,快速扩繁优秀畜种,提高畜种质量。发展高效优质畜牧业,是目前乃至今后动物生产的发展方向。动物繁殖技术是家畜育种的重要工具,应用先进的动物繁殖技术既可加快育种进程,又可提高优秀种畜的利用率,因而可以提高动物生产质量。我国瘦肉型猪、优质细毛羊、中国荷斯坦奶牛等新品种的培育成功,先进的繁殖技术起了重要作用。例如在奶牛育种

中,我国与世界大多数国家一样,一直采用“人工授精育种体系”(AI 育种体系),即全部采用种公牛的冷冻精液,在牛群中实施以获得优秀种公牛后代为目的的“定向选配”。这种育种体系的实施,可以在种公牛即“公牛父亲”和种子母牛即“公牛母亲”的选择上获得较高的选择强度,在牛群的产奶性状和次级性状上获得较大的选择精确性。应用这种育种体系,有人估测使“中国荷斯坦奶牛”的培育时间缩短了 20~50 年。目前,正在推广应用的先进育种技术——超数排卵与胚胎移植技术(MOET 技术),也是动物繁殖技术之一。应用胚胎移植技术,通过提高母畜的繁殖力,获得更多全同胞和半同胞资料,则可充分利用优秀种畜遗传优势,大大缩短世代间隔。精液和胚胎长期保存是保护品种的重要手段,不仅保种成本低,而且不受疫病流行的影响。

(3)减少生产资料占有量,保护生态环境在动物生产过程中,种公畜和种母畜实际是重要的生产资料。应用人工授精、胚胎移植、显微授精、体外受精、克隆等先进的繁殖技术提高种畜利用率后,种畜饲养量减少,生产成本降低,不仅可以提高动物生产经济效益,还可减少饲草、饲料资源的占用量,对于保护生态环境、促进资源的合理利用具有重要意义。

第四节 现代繁殖技术

随着科学研究的深入和畜牧业的发展,有关动物繁殖的理论知识、实践经验迅速积累,研究范围不断拓展,如从常规的人工授精、发情控制、妊娠检查到胚胎移植等。目前,动物繁殖技术的研究已发展到一个崭新的阶段,即繁殖控制技术阶段,人为地改变和控制动物的繁殖过程,调整其繁殖规律,进一步开发其繁殖潜力,以及对配子和胚胎进行操作和“加工”,这些技术可概括地称为繁殖“生物技术”。尤其是配子和细胞工程方面的研究正有新的进展,如卵母细胞的体外培养、成熟和受精,卵子和胚胎的长期

第二章 动物的生殖生理与生殖激素

对于现代畜牧业而言,深入了解动物的生殖生理以及各种生殖激素的作用机理是十分有意义的。本章我们就来针对雄性动物生殖生理、雌性动物生殖生理以及动物主要生殖激素的生理功能与应用展开讨论分析。

第一节 雄性动物生殖生理

限于本书篇幅,这里我们以公畜的生殖器官为例来讨论雄性动物生殖生理。

一、雄性动物的生殖器官及其功能

公畜的生殖器官包括性腺(睾丸)、输精管道(附睾、输精管和尿生殖道)、副性腺(精囊腺、前列腺和尿道球腺)和外生殖器(阴茎)等。如图 2-1 所示,给出了公牛、公羊、公猪、公马四种公畜的生殖器官的结构图。

(一) 睾丸

睾丸是雄性动物的生殖腺,呈卵圆形或长卵圆形,两端为头端和尾端,两个缘为游离缘和附睾缘。各种动物睾丸的长轴与阴囊位置各不相同。牛和羊的睾丸长轴与地面垂直悬垂于腹下,头向上,尾向下;马和驴的睾丸长轴与地面平行,紧贴腹壁腹股沟区,头向前,尾向后;猪的睾丸长轴呈前低后高倾斜,位于肛门下方的会阴区,头向前下方,尾向后上方;狗和猫等肉食动物的睾丸

位置相似,位于肛门下方的会阴区;兔的睾丸位于股部后方肛门的两侧,在性成熟后才下降到阴囊内。

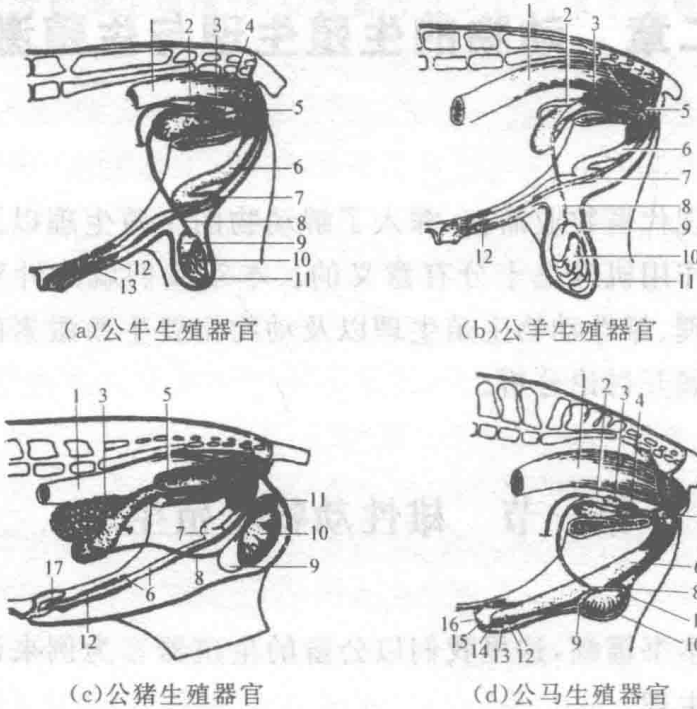


图 2-1 雄性动物的生殖器官

- 1—直肠;2—输精管壶腹;3—精囊;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;14—外包皮鞘;
15—龟头;16—尿道突起;17—包皮憩室

睾丸重量随动物种类不同和体型大小而异。季节性繁殖动物的睾丸大小和重量具有明显的季节性变化。正常状态下睾丸成对位于腹壁外阴囊的两个腔内。一般在胎儿期,受睾丸引带和性激素的影响,睾丸经过腹腔迁移至内侧腹股沟环,再通过腹股沟管降至阴囊内。睾丸下降的时间因动物种类不同而异。若睾丸未降入阴囊,在出生乃至成年后仍位于腹腔,称为隐睾。隐睾的内分泌机能不受影响,但精子发生机能异常。

如图 2-2 所示,是睾丸及附睾的组织构造图。睾丸表面被以浆膜,即固有鞘膜,其内是致密结缔组织构成的白膜。睾丸白膜从睾丸头端向睾丸实质部伸入结缔组织索,构成睾丸纵隔,并向