

全国高等农业院校教材

全国高等农业院校教材指导委员会审定

动物生殖生理学

郑行 编著

动物生理学专业用

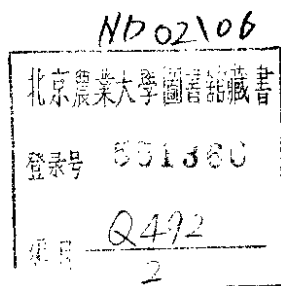
北京农业大学出版社

全国高等农业院校教材
全国高等农业院校教材指导委员会审定

动物生殖生理学

郑 行 编著

动物生理生化专业用



北京农业大学出版社

(京)新登字第164号

图书在级编目(CIP)数据

动物生殖生理学/郑行编著.北京:北京农业大学出版社,1994.9

全国高等农业院校教材

ISBN 7-81002-508-2

I. 动…

II. 郑…

III. 生理学—生殖—动物—高等学校—教材

IV. Q492

北京农业大学出版社出版发行
(北京市海淀区圆明园西路2号)

邮政编码100094

北京华生印刷厂印刷 北京新华书店经销

1994年9月第1版 1994年9月第1次印刷

开本 850×1168毫米1/32 印张 8.375

字数 203千字 印数 1—1000

定价: 5.70元

内 容 简 介

本书内容共分十章，分别介绍哺乳动物雄性和雌性生殖器官的功能；性的决定与分化；精子生理；性周期；配子在生殖道内的运行；受精；妊娠；分娩和泌乳等生理现象及其机理。此外，还有一章专门介绍家禽的生殖生理特点。在编写中力求层次清楚，条理分明，重点突出，注意将生理学与生物化学、分子生物学、细胞生物学等基础科学紧密联系起来。

是一本适用于高等农业院校动物生理生化专业本科生指令性教材和有关专业研究生的参考教材，同时也可供生物、畜牧、兽医及有关学科人员阅读参考。

前 言

本书是在农业部教材指导委员会的关怀指导下编写出版的，他是在为北京农业大学动物生理生化专业开设的《动物生殖生理学》课程自编讲义的基础上编写的。

本书试图结合解剖学、组织学、胚胎学、细胞学等方面，对哺乳动物和家禽的一些主要生殖生理现象加以阐述，特别着重从内分泌学、生物化学的调控来解释生殖机能的机理，以及由此引出的若干理论或假说，其有争议之处亦予以指明。

本书参考国内外多种有关教材及资料，辅以较多的图表说明，以利读者对内容的理解。除作为大专院校教科书外，尚可作为生物、畜牧、兽医及有关学科工作者的参考资料。

在编写出版过程中，承蒙北京农业大学杨传任、孙拓两位教授对本书编写给予了热情指导并做了认真细致的审定，北京农业大学出版社高级编辑的严格编审，在此一并表示衷心的感谢。由于作者水平有限，书中可能存在某些错误和缺点，恳请广大读者给予批评指正。

编 者

1994年4月15日

目 录

第一章 性的决定与分化	1
第一节 原始生殖腺与原始生殖细胞	1
一、原始生殖腺	1
二、原始生殖细胞	2
第二节 性腺的分化	3
一、原始生殖腺向卵巢和睾丸分化	3
二、生殖腺分化的机制	5
第三节 生殖导管与外生殖器的分化	6
一、向两性分化	6
二、分化的机制	10
第四节 脑的性别	12
第二章 雄性生殖器官的功能	13
第一节 睾丸	13
一、支持细胞	13
二、间质细胞	18
三、雄激素功能的调节	19
四、睾丸温度的调节	22
第二节 附睾	25
一、附睾上皮的功能	25
二、附睾对精子的作用	25
三、雄激素对附睾功能的影响	26
第三节 副性腺	27
一、腺体及其功能	27
二、精清	28
第三章 精子生理	30

第一节 精子的发生	30
一、精子发生的分期	30
二、精子发生中的代谢	32
三、精子发生的调控	33
第二节 精子的成熟	35
一、精子成熟的环境	35
二、精子成熟的主要变化	36
三、精子成熟的调控	39
第三节 精子的代谢	40
一、精子的糖酵解	40
二、精子的呼吸	41
三、对脂类的代谢	42
四、对蛋白质和氨基酸的代谢	42
第四节 精子的活动力	42
一、精子的运动型式	42
二、精子鞭毛收缩原理	43
三、影响精子活动力的因素	44
第四章 雌性生殖器官的功能	45
第一节 卵巢	45
一、卵子发生	45
二、卵泡发育	47
第二节 输卵管	53
一、收集卵子	53
二、运送卵子和精子	53
三、分泌机能	55
第三节 子宫	56
一、子宫内膜	56
二、子宫收缩	56
三、子宫颈	57
四、调节黄体功能	57

第五章 动物的性周期	59
第一节 初情期	59
第二节 发情季节	62
一、季节性发情	62
二、全年发情	62
三、影响因素	63
第三节 性周期	63
一、概念	63
二、分期	64
第四节 性周期的调节	69
一、发情周期的调节	69
二、月经周期的调节	74
第五节 排卵	78
一、排卵类型	78
二、排卵时间	79
三、排卵过程	81
四、排卵发生机理	82
五、黄体的形成和退化	90
第六节 各种动物发情周期的特点	92
一、马的发情周期	92
二、牛的发情周期	95
三、猪的发情周期	97
四、羊的发情周期	100
五、骆驼的发情周期	102
六、狗的发情周期	104
七、兔的发情周期	105
八、啮齿类实验动物的发情周期	107
九、有袋类的发情周期	109
第六章 配子在生殖道内的运行	113
第一节 精子在雄性生殖道内的运行	113

一、精子的运行	113
二、交配	113
第二节 精子在雌性生殖道内的运行	115
一、动物的射精部位	115
二、精子在阴道内的运行	117
三、精子在子宫颈中的运行	118
四、精子在子宫内的运行	120
五、精子在输卵管内的运行	122
六、精子运行的机理	123
七、精子的生存	125
八、精子的消失	126
第三节 卵子的运行	127
一、卵子的捡拾	127
二、卵子在输卵管内的运行	128
三、卵子保持受精能力的时间	128
四、卵子的迁移	129
第七章 受精	130
第一节 配子在受精前的准备	130
一、精子获能	130
二、卵子在受精前的准备	138
第二节 精子的顶体反应	138
一、顶体反应	138
二、顶体反应时的形态变化	139
三、顶体反应发生的部位	141
四、离子与顶体反应	143
五、顶体反应的机理	144
第三节 受精过程	146
一、精子穿过放射冠	147
二、精子穿过透明带	147
三、精卵质膜的融合	149

四、原核形成·····	152
五、配子配合·····	153
第四节 异常受精·····	153
一、多精受精·····	153
二、雌核发育和雄核发育·····	155
三、双雌核受精·····	156
第八章 妊娠与分娩 ·····	158
第一节 妊娠·····	158
一、胚胎的早期发育·····	158
二、胚胎的营养方式·····	160
三、妊娠识别·····	161
四、附植·····	162
五、胎膜和羊水·····	164
六、胎盘·····	167
七、母体妊娠生理·····	172
八、妊娠期·····	175
第二节 分娩·····	176
一、分娩机理·····	176
二、分娩过程·····	180
三、产后期·····	181
第九章 泌乳 ·····	184
第一节 乳腺·····	184
一、乳腺的发生·····	184
二、乳腺的结构·····	185
三、出生后乳腺的发育·····	192
第二节 乳·····	194
一、乳腺分泌细胞的细胞学·····	194
二、乳的成分·····	196
三、乳成分的形成·····	203
第三节 乳腺生长和泌乳的调节·····	213

一、胎儿阶段乳腺生长的调节	213
二、出生后乳腺生长的调节	215
三、泌乳发动的调节	219
四、泌乳维持的调节	222
五、排乳的调节	224
第十章 家禽生殖生理	227
第一节 雄禽的生殖	227
一、生殖系统的结构和功能	227
二、精子	230
三、精液	232
四、雄禽生殖机能的调节	235
第二节 雌禽的生殖	237
一、生殖系统的结构和功能	237
二、卵的发育与排卵	241
三、受精	245
四、蛋的形成	248
五、蛋的产出	252

第一章 性的决定与分化

哺乳动物胚胎的性别在受精时就已决定。精子和卵子结合成为受精卵，当带有X染色体的精子与卵子结合时，胚胎性别为雌性（XX）；当带有Y染色体的精子与卵子结合时，胚胎性别为雄性（XY）。性的分化较迟，在胚胎发育一定阶段睾丸才开始分化，卵巢分化的时间比睾丸更晚。

第一节 原始生殖腺与原始生殖细胞

一、原始生殖腺

胚胎在发育早期时已有生殖器官的原基，但此时性腺并未分化，处于性别未分期。性腺的发生与胚胎期的临时泌尿器官中肾密切相关。性腺原基在中肾内缘处形成，以后胚体腔的上皮逐渐变成圆柱形的生殖上皮，并向基层生出，形成隆起的生殖嵴，有别于中肾，是生殖腺的起源地。

生殖上皮向生殖嵴的深部增生伸入，形成一些界限不很清楚的上皮细胞索，称为性索。生殖嵴并不全部形成性腺，其前后两端成为性腺的韧带装置，可将性腺固定在腹腔内，中间部分发育成性腺。生殖嵴随后与中肾分离，仅与中肾相连的一小部分发育成为睾丸系膜和卵巢系膜。

胚胎发育一定阶段时，中肾管内侧近旁形成管纹，是中肾旁管的起源地，在性别未分期与中肾管并行发育，向后延伸通到尿生殖窦。

在性腺还不能区分为睾丸或卵巢时，统称为原始生殖腺。原

始生殖腺由表层的生殖上皮、间质细胞和原始生殖细胞组成。

二、原始生殖细胞

生殖腺深层的性索内，有些比体细胞大的细胞，是生殖腺的原始生殖细胞。原始生殖细胞来自卵黄囊背侧的内胚层细胞，具有大而圆的细胞核，核内有显著的核仁。细胞呈嗜碱性，对甲苯胺蓝具有选择性的亲合力，碱性磷酸酶活性高。从电镜可观察到，原始生殖细胞是一种未分化的细胞，与早期内胚层细胞或外胚层细胞非常相似，胞质内含大量游离核蛋白体，内质网很少，线粒体大，呈圆形或卵圆形且嵴少，还存在一种具有电子密度高的颗粒，有时可见细胞质嵌入核内。

小鼠原始生殖细胞在胚胎第8天出现于卵黄囊胚外部分，第9天向胚内部分移动，可以在中肠的肠壁上、尿囊柄和后肠的肠壁中胚层观察到。原始生殖细胞具有伪足，能利用伪足蠕动通过卵黄囊和肠的组织。第10天，可以在肠系膜根部与附近生殖嵴内看到原始生殖细胞。第12天时，几乎全部生殖细胞迁移完毕。人胚原始生殖细胞于19~21天出现在尿囊附近的卵黄囊上，此时，胚已有13~20个体节。（图1—1）所示，24日龄人胚，原始生殖细胞聚集在卵黄囊顶和发育中后肠的腹壁中。受精后30天左右，胚有25个体节时，大部分原始生殖细胞进入发育的中肾区域，约在第6周时到达生殖嵴。

在迁移过程中，原始生殖细胞不断进行有丝分裂，数目不断增加。小鼠原始生殖细胞数目在开始迁移时约为100个，到达性腺时已达到5,000个。

鸡到达左侧生殖嵴的原始生殖细胞的数目要比到达右侧的多。哺乳动物虽然到达两侧生殖嵴的原始生殖细胞数目也有差异，但不象鸡那样显著。并不是所有的原始生殖细胞都能够到达生殖嵴的，有的在迁移途中失落，有的则萎缩退化。

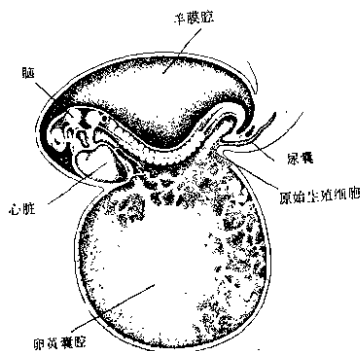


图1—1 24日龄人胚原始生殖细胞的存在位置
(自Austin & Short: Reproduction in mammals:1,
2nd Ed., 1982)

第二节 性腺的分化

一、原始生殖腺向卵巢和睾丸分化

原始生殖细胞，自发育中的中肾进入生殖嵴，如果它们停留在皮质部，原始生殖腺分化成卵巢；如果它们进入髓质部，则参与睾丸的发生。

未分化的原始生殖腺向雄性和雌性生殖腺分化（图1—2）。原始生殖腺的髓质组织发育成为第一性索，组成睾丸，在雌性动物以后退化；由体腔上皮形成的皮质组织，发展成为第二性索，供形成卵巢之用；间质部分形成卵巢和睾丸的组成部分；原始生殖细胞，发展成卵原细胞或精原细胞。中肾也向发育中的性腺提

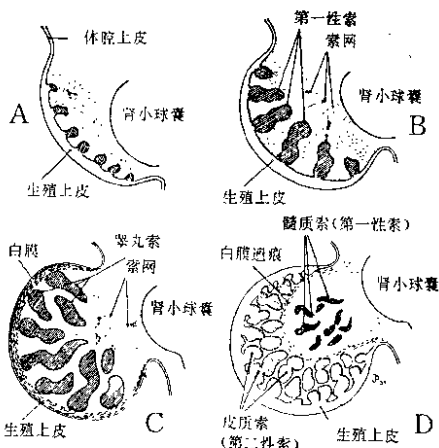


图1—2 高等脊椎动物未分化性腺分化为睾丸和卵巢的过程
A, 由生殖上皮发生成第一性索。B, 第一性索已发育, 但性腺仍未分化。C, 睾丸发生分化, 第一性索继续增大, 生殖上皮变小, 白膜发育。D, 分化后的卵巢, 包括从皮质索发育成第二性索以及第一性索和白膜的变小

(自E.S.E.Hafez: Reproduction in Farm Animals,
5th Ed., 1978)

供细胞。

(一) 向雄性分化 当一个个体发育成雄性时, 原始生殖细胞进入髓质部。随之, 髓质部开始发育, 在体腔上皮的下方, 有结缔组织的白膜形成, 抑制了皮质部的发育。

由体腔上皮形成的原始性索包围生殖细胞, 成辐射状细胞索, 即精细管索。以后, 精细管索变为曲精细管、直精细管及睾丸网。羊、牛、马的发育过程中, 睾丸网在睾丸中央发生, 而人

类则位于睾丸的外周。前部靠近睾丸未退化的中肾小管，向睾丸纵隔生长而与睾丸网连系起来，变成睾丸输出管。睾丸输出管位于附睾头，中肾小管的后部退化，附睾的其余部分由中肾管前部组成。

（二）向雌性分化 胚胎向雌性发育时，原始生殖腺分化为卵巢。卵巢的分化比睾丸晚，卵巢分化时，皮质开始发育，从生殖嵴的表面上皮形成新的生殖腺索，称皮质索，逐渐替代了原有的生殖腺索。以后，皮质索分隔成许多孤立的细胞团，称原始卵泡。原始卵泡中央为初级卵母细胞，四周围绕着一层扁平的卵泡细胞。胎儿出生前，卵原细胞不断分裂增多，出生以后不再增加。原始生殖腺的间质，在卵巢表面上皮下方形成结缔组织白膜，在卵巢内部形成间质。

二、生殖腺分化的机制

性腺的分化，关键在于性染色体Y的存在。只要有一个性染色体Y的存在，不管性染色体X的多少，生殖嵴就发育为睾丸（人约在胚胎7周时），而只要不存在性染色体Y，生殖嵴就发育为卵巢（人约在胚胎8、9周时）。位于Y染色体上的H—Y抗原和睾丸决定因子，被认为是性腺雄性化的重要决定因素。

（一）H—Y抗原 原始生殖腺向睾丸或卵巢分化，决定于胚胎体细胞膜上的一种糖蛋白，即组织相容性抗原，简称H—Y抗原。

一般情况下，哺乳类的性染色体为XY的体细胞和原始生殖细胞膜上有H—Y抗原，而性染色体为XX的体细胞和原始生殖细胞膜上则没有H—Y抗原。当原始生殖细胞与生殖嵴的中胚层细胞相接时，如果原始生殖细胞与生殖嵴中胚层细胞膜上有H—Y抗原，经过互相识别和相互作用，原始生殖细胞分化成精原细胞，生殖嵴的细胞分化成支持细胞，和精原细胞一起构成曲精细

管。曲精细管之间结缔组织中的成纤维细胞分化为间质细胞。原始生殖腺就形成了睾丸。如果细胞膜上没有H—Y抗原，则原始生殖细胞形成卵原细胞，生殖嵴的上皮细胞形成卵泡细胞，两者共同构成卵泡，原始生殖腺就形成了卵巢。

支配H—Y抗原的睾丸决定基因位于Y染色体短臂靠近着丝点部位。一般情况下，胚胎性染色体为XY时分化为雄胎。当基因易位于常染色体或X染色体时，或常染色体的某静止基因突变成睾丸决定基因时，就可能形成性染色体为XX的雄性个体。反之，如果某个体有Y染色体，但该Y染色体丢失了睾丸决定基因，则虽然性染色体为XY型时，个体却为雌性。

还有一种意见认为，在Y染色体上有两个雄性化基因：一个基因位于短臂接近着丝点处，这个基因使原始生殖腺向睾丸发育；另一个基因位于长臂接近着丝点处，它使曲精细管发育。

（二）睾丸决定因子 近年来，在对正常和异常染色体进行对比研究之后，科学家们分析了染色体上遗传因子的结构，并分离出决定雄性的睾丸决定因子TDF，它存在于通常为雄性所具有的Y染色体上。

在人类，受精后6周左右的胎儿尚无性别差异。以后，存在于Y染色体上的睾丸决定因子促使性激素发挥作用，使胎儿发育成男性。但是，如果睾丸决定因子发生突变，或者在性细胞减数分裂时Y染色体和X染色体配对中导致睾丸决定因子的丢失，那么具有这种Y染色体的胚胎便不能发育为正常男性。

第三节 生殖导管与外生殖器的分化

一、向两性分化

生殖导管和外生殖器向雄性和雌性分化如（图1—3）、（图