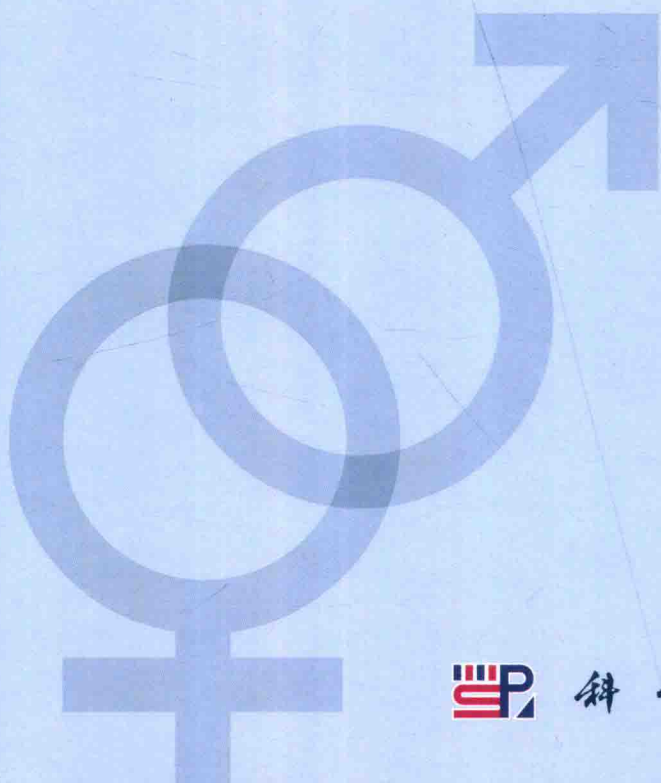


Reproductive Biology

生殖生物学

(第二版)

杨增明 孙青原 夏国良 主编



科学出版社

生殖生物学

(第二版)

杨增明 孙青原 夏国良 主编

科学出版社

北

内 容 简 介

《生殖生物学》自 2005 年出版以来得到了国内同行广泛的好评。然而，随着各种新兴技术的引入，近年来在生殖生物学基础研究和临床方面取得了跨越式的发展，原来版本中的一些概念和内容已经过时，急需更新。此次再版，在原来的基础上，对原有的章节安排进行了较大幅度的调整，一些章节的更新幅度在 70% 以上，尽量做到既简单易懂，又可以反映学科最新发展。

本书综合了国内外近年来在生殖生物学领域的研究论文和著作，介绍了性别决定、生殖细胞的发育及成熟、受精机理、胚胎发育、胚胎着床、胎盘的形成、分娩、生殖免疫等方面的基本知识和国内外的最新研究动态，并介绍了生殖激素、辅助生殖、环境对生殖的影响及现代生殖生物学实验技术等内容。本书以小鼠、人和家畜为主，既介绍哺乳动物生殖的共性，又具体阐述各类动物的特性，力求从广度、深度和新颖性方面，比较系统和全面地介绍生殖生物学的基础理论和最新进展。

本书主要面向综合性大学、医学院校、农林院校、师范院校及相关的科研院所从事生殖生物学、动物胚胎学、发育生物学、生殖医学、动物遗传育种与繁殖学、妇产科、野生动物科学等专业的科研与教学人员、研究生及本科生，既可作为相关专业的参考书，也可作为教材用书。

图书在版编目 (CIP) 数据

生殖生物学/杨增明, 孙青原, 夏国良主编. — 2 版. — 北京: 科学出版社, 2019.3

ISBN 978-7-03-060784-3

I. ①生… II. ①杨… ②孙… ③夏… III. ①生殖生理学—生物学 IV. ①Q492

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2019) 第 043862 号

责任编辑: 李秀伟 / 责任校对: 郑金红
责任印制: 肖 兴 / 封面设计: 无极书装

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>

北京汇瑞嘉合文化发展有限公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2005 年 1 月第 一 版 开本: 787×1092 1/16

2019 年 3 月第 二 版 印张: 39 1/4

2019 年 3 月第一次印刷 字数: 930 000

定价: 498.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

第二版编委会名单

主 编 杨增明 孙青原 夏国良

参编人 (按姓氏笔画排序)

王 超	中国农业大学
王义炎	温州医科大学
王震波	中国科学院动物研究所
刘佳利	中国农业大学
刘晓雨	同济大学
孙 刚	上海交通大学
孙青原	中国科学院大学
杨增明	华南农业大学
张 华	中国农业大学
陆江雯	上海交通大学
陈咏梅	中国医学科学院基础医学研究所
范衡宇	浙江大学
秦莹莹	山东大学
夏国良	中国农业大学
高 飞	中国科学院大学
高绍荣	同济大学
崔 胜	中国农业大学
彭景榎	中国科学院动物研究所
葛仁山	温州医科大学
韩代书	中国医学科学院基础医学研究所

第一版编委会名单

主 编 杨增明 东北农业大学
孙青原 中国科学院动物研究所
夏国良 中国农业大学

编 委 (按姓氏笔画排序)

刁红录 东北农业大学
王松波 中国农业大学
文端成 中国科学院动物研究所
田文儒 莱阳农学院
宁 刚 中国农业大学
李文英 上海计划生育研究所
杨建鸽 中国农业大学
范衡宇 中国科学院动物研究所
栾黎明 东北农业大学
高尔生 上海计划生育研究所
陶 勇 安徽农业大学
崔 胜 中国农业大学
彭景榧 中国科学院动物研究所
韩代书 中国医学科学院基础医学研究所
谭慧宁 东北农业大学

前 言

生殖是物种繁衍的永恒主题，是动物及人类繁衍的必经过程，同时也是保证生物多样性的基础。目前，随着社会和经济的不断发展，人类的生殖健康受到极大的影响，不孕症的发病率在逐年上升，而且病因也趋于复杂化，使得辅助生殖技术面临极大的挑战。此外，随着我国畜牧业的迅速发展，人们对奶牛、肉牛、山羊、绵羊及猪等的数量需求和质量提高提出了更高的要求。这些需求不仅对生殖生物学研究提出了新的挑战，也为生殖生物学的发展提供了一个难得的机遇。

《生殖生物学》自 2005 年出版以来得到了广泛的好评，但自出版到现在已有 14 年时间。近年来，随着各种单细胞组学、基因敲除和条件性基因敲除、诱导多能干细胞、表观遗传及 CRISPR/Cas9 基因编辑等新技术的引入，对生殖过程调控及功能的了解有了跨越式的进步，我国在生殖生物学基础研究和临床方面也取得了突飞猛进的发展。2005 年版中的一些概念和内容已经过时，急需补充和修订。

此次再版，在原来的基础上，对原有的章节安排进行了较大幅度的调整，删除了一些研究较少及关注较少的内容，根据国内从事相关领域研究的人员情况，新加入了一些最近的研究热点内容和读者关注较多的内容。在此次修订中，一些章节的更新幅度在 70% 以上，不仅介绍了相关基础知识，也增加了本领域最新的研究进展和我国学者近些年的一些优秀成果，书中参考文献绝大部分为最近十年的文献。书稿图文并茂，字斟句酌，尽量做到既简单易懂，又能反映学科最新发展。此外，随着一些第一版参编人员的退休及工作调动等，此次修订重新优化组合了参编人员，补充了一批活跃在生殖生物学相关领域并取得突出成绩的优秀人才，这些专家活跃在科研、教学或临床一线，了解相关领域的研究内容及最新进展，在注重基础理论和机理方面的内容外，也适当介绍一些相关领域的最新技术，希望对从事相关研究和生殖医学临床人员有所裨益。自 2005 年出版以来，国内的很多同行对书中的一些内容提出了建设性的意见或建议，在这次修订中，我们也尽可能进行了修正或改正。在此，我们对各位同行的关心和支持表示衷心的感谢！

本书综合了国内外近年来在生殖生物学领域的重要研究论文和著作，介绍了生殖生物学的发展历史、性别决定及性腺发育、生殖器官的结构与功能、生殖激素、生殖细胞的发育及成熟、受精机理、胚胎发育、胚胎着床、胎盘的形成和分娩的机理，并对生殖疾病与辅助生殖技术、生殖免疫及环境对生殖的影响等热门问题也进行了介绍。此外，对生殖生物学中一些最新的研究技术也简要进行了介绍。由于篇幅所限和参编人员掌握的材料不一定很全面等，有些国内外同行的研究成果可能没有被介绍，一些成果虽有介

绍,但相关的文献未能列在参考文献中,在此深表歉意。本书既介绍了小鼠、人、家畜等哺乳动物生殖的共性,又具体阐述了各类动物的特性。在内容编写方面,注重生殖生物学基础理论与人类医学临床及畜牧业方面的结合,这些方面的内容将为从事生殖医学及动物繁殖学领域的人员提供很好的参考资料,也是生殖生物学方面一本优秀的教科书或参考书。

华南农业大学生殖生物学实验室的顾小伟、梁宇翔、李舒芸、刘跃芳、郑宏涛、胡威、宋卓及杨宸等参与校稿工作,在此一并表示谢意!

杨增明 孙青原 夏国良

2019年2月18日

目 录

前言

第一章 生殖及生殖生物学	1
第二章 性别决定与性腺发育	8
第一节 原始生殖细胞的特化与定向迁移	8
第二节 性别决定	12
第三节 性腺及附属生殖器官的发育	20
第四节 不同性别胚胎的发育	25
参考文献	27
第三章 生殖器官的结构与功能	32
第一节 雌性生殖器官	32
第二节 雌性生殖器官的周期性变化	42
第三节 雄性生殖器官	43
参考文献	51
第四章 生殖激素	53
第一节 脑部生殖激素	53
第二节 松果体激素	75
第三节 性腺激素	79
第四节 胎盘激素	99
第五节 前列腺素	105
参考文献	110
第五章 精子发生	113
第一节 精子发生微环境	113
第二节 精子发生过程	118
第三节 生精细胞的结构	123
第四节 精子发生周期	128
第五节 精子发生调控	130
第六节 精子成熟	144
参考文献	147
第六章 卵子发生、卵泡发育与排卵	149
第一节 卵子发生和卵泡发育	149
第二节 卵子成熟	180
第三节 排卵	201

第四节 黄体的形成和退化	211
参考文献	215
第七章 受精	219
第一节 受精的研究历史及概述	219
第二节 配子在雌性生殖道中的运送及精子获能	224
第三节 精子穿过卵丘及透明带	229
第四节 精子与卵质膜的结合和融合	242
第五节 卵子激活	248
第六节 精子核去浓缩、原核形成及表观遗传修饰变化	257
第七节 卵子皮质反应及多精受精的阻止	261
第八节 受精过程的中心体和线粒体遗传	266
参考文献	269
第八章 胚胎发育	274
第一节 胚胎发育的过程	274
第二节 早期胚胎发育的细胞命运决定	280
第三节 早期胚胎发育的基因表达调控	288
第四节 早期胚胎发育的 DNA 甲基化修饰	303
第五节 早期胚胎发育的组蛋白修饰	308
第六节 早期胚胎发育的逆转座子激活与沉默	313
第七节 多能干细胞	318
参考文献	324
第九章 胚胎着床及蜕膜化	329
第一节 胚胎着床	329
第二节 胚胎着床的分子调控	354
第三节 延迟着床	373
第四节 蜕膜化	379
第五节 妊娠识别	391
参考文献	396
第十章 胎盘、妊娠维持及分娩	403
第一节 胎盘的类型和结构	403
第二节 胎膜	422
第三节 脐带	427
第四节 羊水	430
第五节 妊娠的维持	431
第六节 妊娠激素与妊娠期母体适应性反应	447
第七节 分娩	451
参考文献	463

第十一章 生殖疾病与辅助生殖技术	467
第一节 生殖疾病	467
第二节 辅助生殖技术	487
参考文献	506
第十二章 生殖免疫	513
第一节 配子免疫	513
第二节 母胎界面免疫	530
第三节 胚胎/胎盘免疫	549
第四节 病理妊娠与免疫	554
参考文献	557
第十三章 环境与生殖健康	561
第一节 物理因素对生殖健康的影响	562
第二节 化学因素对生殖健康的影响	566
第三节 生物因素对生殖健康的影响	577
第四节 生活行为对生殖健康的影响	580
参考文献	581
第十四章 现代生殖生物学研究方法与技术简介	587
第一节 生殖系统细胞离体培养和操作	587
第二节 基因的表达检测及功能分析	591
第三节 微观形态学技术	597
第四节 核移植和干细胞技术	602
第五节 基因编辑技术	608
参考文献	612

第一章 生殖及生殖生物学

“天地之大德曰生。”生命永远是宇宙中最宝贵的，具有无可争辩的意义，是第一本位的。“种”的繁衍生殖自然就具有无与伦比的重要意义。生命的承传和沿袭是人类赖以永恒存在的源泉。宇宙中的一切事物，因为有了生命的存在才显示了自身的价值和意义。每个有生命的个体总会以某种方式繁衍与自己性状相似的后代以延续生命，这就是生殖（reproduction）。从生理学的角度来看，生殖是一切生物体的基本特征之一，一个个体可以没有生殖而生存，但一个物种的延续则必须依赖于生殖。

生物通过生殖实现亲代与后代个体之间生命的延续。尽管遗传信息决定了后代继承亲代的特征，但遗传是通过生殖而实现的。亲代遗传信息在传递过程中会发生变化，从而使物种在维持稳定的基础上不断进化成为可能。生命的延续本质上是遗传信息的传递。在生物代代繁衍的过程中，遗传和变异与环境的选择相互作用，导致生物的进化。因此，生殖过程本身除了是生物由一代延续到下一代的重要生命现象外，与遗传、进化，甚至生命起源的问题也紧密相关。

一、生殖现象的研究历史

Aristotle（公元前 384—公元前 322）是最早系统从事动物生殖与发育方面研究的学者，首先提出了胚胎是由简单到复杂逐渐形成的观点。1683 年 Antoni van Leeuwenhoek（1632—1723）首次在精液中发现了精子，并提出“精源说”，认为在精子中存在人的雏形，发育只是这个雏形的放大而已。以后 Marcello Malpighi（1628—1694）和 Jan Swammerdam（1637—1680）等又提出了“卵源说”，认为在卵子中存在一个人的雏形。此后，Charles Bonnet（1720—1793）在蚜虫中首次发现了孤雌生殖现象。

Lazzaro Spallanzani（1729—1799）首次成功地进行了青蛙的人工授精，并发现在缺乏精子穿入时，则卵子发生退化。在进行狗的实验时，他提出只有当卵子和精液共同存在时，才能产生一个新的个体。Caspar Friedrich Wolff（1738—1794）观察到，从受精卵的卵黄中形成了有形态结构的胚胎。Carl Ernst von Baer（1792—1876）对几种哺乳动物的卵子进行了比较研究。以后，Ernst Haeckel（1834—1919）提出了个体发育是系统发育简要重演的观点。

Oscar Hertwig（1849—1922）和 Richard Hertwig（1850—1937）兄弟进一步对受精现象进行了研究，提出受精的本质是雌雄配子细胞核的融合。并且，Oscar Hertwig 在海胆的卵子中观察到极体及极体中的细胞核。

1883 年，van Beneden 在蛔虫受精卵的第一次有丝分裂纺锤体上看到四条染色体，其中两条来自父方，两条来自母方，提出父母的染色体通过精卵的融合传给子代。此后，Theodor Boveri（1862—1915）通过对蛔虫卵的进一步观察，提出了染色体理论，并通

过实验证实了染色体对发育的重要性。20 世纪初, 美国生物学家第一次将 X 染色体和昆虫的性别决定联系起来。以后有人将 XX 性染色体与雌性对应, 而 XY 及 XO 与雄性相联系, 并提出一种特异的核成分在性别表型决定中起作用, 即性别由遗传而非环境决定。虽然, 自 1921 年以来, 就已知道男性中具有 X 和 Y 染色体, 而女性中具有两条 X 染色体, 但这些染色体在人性别决定中的作用一直不清楚。1959 年首次证明, Y 染色体在小鼠和人类的性别决定中起关键作用。自 1978 年世界第一例试管婴儿在英国出生以来, 人类辅助生殖技术 (assisted reproductive technology, ART) 的出现为全球不孕不育患者解除病痛提供了新的途径。据统计, 目前全世界已诞生了超过 800 万试管婴儿, 大约每出生 100 个婴儿中, 就有一个是试管婴儿。在一些发达国家, 试管婴儿占出生婴儿的 5% 以上。辅助生殖技术的发展前景受到多学科的关注。

二、生殖过程

生殖是指所有的生物能够产生与它们自己相同或相似的、新的生物的能力, 也是指单细胞或多细胞的动物或植物自我复制的能力。在各种情况下, 生殖都包括一个基本的过程, 亲本的原材料或转变为后代, 或变成将发育成后代的细胞。生殖过程中也总是发生遗传物质从亲本到后代的传递, 从而使得后代也能复制它们自己。在不同生物中, 尽管生殖过程所采取的方式和复杂性变化很大, 但都可分为两种基本的生殖方式, 即无性生殖 (asexual reproduction) 和有性生殖 (sexual reproduction)。在无性生殖中, 一个个体可分成两个或两个以上相同或不同的部分, 仅有一个亲本的参与, 生殖过程中没有配子的形成。在有性生殖过程中, 特化的雄性生殖细胞和雌性生殖细胞发生融合, 形成的合子同时携带有两个亲本的遗传信息。

1. 无性生殖

无性生殖的优点在于可使有益的性状组合持续保持, 而不发生改变, 并且不需要经过易受环境因素影响的早期胚胎发育的生长期, 常见于大多数的植物、细菌、原生生物及低等的无脊椎动物中。单细胞生物常以分裂 (fission) 方式或有丝分裂 (mitosis) 方式, 分成两个新的、相同的个体。所形成的细胞可能聚集在一起形成丝状 (如真菌), 也可能成群生长 (如葡萄球菌)。断裂或裂片生殖 (fragmentation) 是指在丝状的生物中, 身体的一部分断裂后, 发育形成一个新的个体。孢子生殖或孢子形成 (sporulation) 为原生动物及许多植物的一种无性生殖方式。一个孢子是一个生殖细胞, 不需要受精就能形成一个新的个体。在水螅等一些低等动物和酵母中, 出芽为一种常见的生殖方式。在身体表面长出一个突起后, 逐渐长大, 并与身体分离后形成一个新的个体。在海绵的内部也可长出小芽, 称为芽球 (gemmule)。

再生是无性生殖的一种特化形式, 海星和蝶蛎等动物可通过再生替代受伤或丢失的部分。很多植物通过再生可产生一个完整的个体。分类上越低等的动物, 其完全再生的能力也就越强。到现在为止, 还未见到脊椎动物具有再生整个个体的能力。但通过实验的手段, 已在鱼类、两栖类和哺乳类等脊椎动物中获得了无性生殖的个体。特别需要提到的是, 1997 年首次通过体细胞核移植手段, 获得了无性生殖的哺乳动物——克隆绵羊。

自然条件下的无性生殖包括孤雌生殖和孤雄生殖等。人工辅助无性生殖是指物理或化学因子作用于卵子后的单性生殖，以及利用细胞核移植技术而进行的动物克隆。

2. 有性生殖

在有性生殖的生物体（高等生物）中含有两大类细胞，一是构成组织和器官并执行各种功能的体细胞（somatic cell），二是携带有特定的遗传信息并具有受精后形成合子能力的生殖细胞（germ cell）。生殖细胞又包括卵子和精子两类。有性生殖周期是体细胞与生殖细胞相互转变的过程。在高等生物的机体中，只有一小部分细胞为生殖细胞，然而它们却是正常生命周期中的一个关键环节。

有性生殖发生在很多的单细胞生物及所有的动物和植物中。除在个别动物中可进行孤雌生殖外，有性生殖是高等的无脊椎动物和所有的脊椎动物自然情况下唯一的一种生殖方式。有性生殖过程中，一种性别的细胞（配子）被另一种性别的细胞（配子）受精后，产生一个新的细胞（合子或受精卵），以后受精卵发育形成一个新的个体。两个结构相同但生理上不同的同形配子（isogamete）的结合，被称为同配生殖（isogamy），仅见于低等的水绵属的绿藻（*spirogyra*）和一些原生动物等。异配生殖（heterogamy）是指两种明显不同的配子的结合，即精子和卵子的结合。许多生物具有特殊的生殖机制来保证受精的进行。在陆生动物中，通过交配进行体内受精，从而为受精和胚胎发育提供了一个适宜的环境。

有性生殖的优越性在于来自两个亲本的细胞核融合后，子代可源源不断地继承各种各样的性状组合，从而具有很大的发生变异的空间，对于改进物种本身及物种的生存具有重要的意义。精卵结合形成的子代在遗传学上互不相同，也不同于各自的亲代，从而保证了物种的多样性。有性生殖产生的后代中随机组合的基因对物种可能有利，也可能不利，但至少会增加少数个体在难以预料和不断变化的环境中存活的机会，从而为物种的延续提供有利的条件。此外，在进行有性生殖的物种中，生命周期中都具有二倍体和单倍体交替的特征。二倍体的物种每一基因都有两份，其中一份在功能上处于备用状态，对各种突变等具有一定的抵御作用，这也可能是高等生物以有性生殖为主的原因。因为即使在细菌等进行无性生殖的生物中，也发生遗传物质的交换。在蚯蚓等雌雄同体（hermaphrodite）的动物中，由于解剖结构的特化或雌雄配子的成熟时间不同，总是避免自体受精的发生。

生殖过程不是一个连续的活动，受一些型式和周期的约束。通常，这些型式和周期与环境条件有关，从而使得生殖过程能有效地进行。例如，一些有发情周期的动物仅在一年的一段时间内发情，使得后代能在适宜的环境条件下出生。同样，这些型式和周期也受激素和季节因素的控制，使得生殖过程中的能量消耗得到很好的控制，从而最大限度地提高了后代的生存能力。

三、生殖生物学

生殖是亲代与后代个体之间生命延续的过程。生殖生物学（Reproductive biology）是研究整个生殖过程的一门学科，既是发育生物学的一个分支，又是生理学的一个分支，

属于一门新的充满活力的,融合了现代生物化学、细胞生物学、内分泌学和分子生物学等的交叉学科。过去的几十年中,在生殖生物学研究领域取得了许多世人瞩目的重大突破。例如,对下丘脑-垂体-性腺内分泌轴系这一重大理论问题的揭示,导致了口服避孕药的诞生;从精子获能、卵子成熟和受精等基础研究着手而创立的“试管婴儿”技术,使国内外成千上万的不育夫妇获得了后代;1997年克隆绵羊“多莉”的诞生,无疑对未来人类社会产生深远的影响。生殖生物学已成为生物学中一个活跃的、充满机遇和挑战的重要研究领域。

生殖生物学主要研究性别决定、性腺发育、配子发生、受精、胚胎发育及着床、妊娠维持、胎盘发育和分娩等过程的调控,以及生殖道的恶性肿瘤、异常妊娠、生殖道感染、环境和职业性危害等对生殖的影响等问题。此外,生殖生物学也研究在青春期、泌乳期、衰老期和妊娠期等过程中与生殖相关的内分泌变化,以及性行为的形成和影响因素等。

随着人工授精、体外受精、卵质内单精子注射(ICSI)、胚胎移植、细胞核移植,以及很多辅助生殖技术的广泛应用,生殖生物学在生物学、医学及畜牧业中的地位越来越重要。最近20年来,细胞生物学、分子生物学、生物化学和生理学等学科飞速发展,各种现代生物学技术已广泛渗透到生殖生物学的研究过程中,使得人们对生殖过程中的各种现象及其分子机制的了解有了长足的进步。

四、生殖生物学的相关学科

随着生殖生物学的迅速发展,生殖生物学的研究范围也在逐步扩大,与很多学科间的交叉也变得越来越明显,这里仅简单介绍与生殖生物学相关性很强的一些学科。

1. 动物胚胎学

动物胚胎学(Embryology)是研究动物个体发育过程中形态结构及其生理功能变化的一门科学,实际上是对受精和出生之间动物发育过程的研究。个体发育包括生殖细胞的起源、发生、成熟、受精、卵裂、胚层分化、器官发生,直至发育为新个体,以及幼体的生长、发育、成熟、衰老和死亡。通常也将个体发育的整个过程分为胚前发育、胚胎发育和胚后发育。胚前发育主要研究生殖细胞的起源,单倍体的精子和卵子的发生、形成和成熟。胚胎发育是指从受精到分娩或孵出前的发育过程。胚后发育包括出生或孵出的幼体的生长发育、性成熟、体成熟,以及以后的衰老和死亡。胚胎学一般只研究胚前发育和胚胎发育。

2. 发育生物学

发育生物学(Developmental biology)是在动物胚胎学的基础上,结合细胞生物学、遗传学和分子生物学等学科的发展,而逐渐形成的一门新兴学科,是应用现代生物学的技术,来研究生物发育本质的科学,主要研究生殖细胞的发生、受精、胚胎发育、生长、衰老和死亡等过程,分析从受精一直到主要胚胎器官形成时动物发育的基本现象及型式,偏重于研究细胞决定及分化的机制,以及形态发生过程中细胞间的相互作用等问题。

3. 动物繁殖学

动物繁殖学 (Animal reproduction or theriogenology) 主要研究家畜和家禽生殖过程中的形态、生理和功能的变化, 以及调节和控制生殖过程的相关技术, 是畜牧科学的一个重要组成部分, 主要包括家畜和家禽的生殖生理、繁殖技术, 家畜繁殖力的评价及家畜生产的影响因素和管理等。

4. 生殖医学

生殖医学 (Reproductive medicine) 是一门综合性的新兴学科, 包括范围很广, 涉及生育、不育、节育和出生缺陷等。生殖医学的主要任务是通过常规的诊断和治疗措施, 将现在的各种生殖技术应用于不育患者, 使其产生后代。自 1978 年, 世界上第一例试管婴儿诞生以来, 辅助生殖技术得到了突飞猛进的发展。在国外及国内, 大量的生殖医学中心或辅助生殖中心相继建立, 为越来越多的不孕症患者解除了痛苦。在提供的服务方面, 也由简单的人工授精及体外受精, 逐渐向卵质内单精子注射、着床前胚胎的遗传诊断等多方位发展。

5. 产科学

产科学 (Obstetrics) 主要是研究妊娠、分娩、胎儿出生及出生后事件的一门临床医学, 它的任务是既要保证产生一个健康的后代, 又要确保母体的健康不受损害。可通过超声等手段来判断子宫内的情况, 对母体子宫的大小、妊娠期的长短、胎儿的大小和位置等进行分析, 从而使胎儿顺利产出。在异常情况下, 通过剖腹产手术等来保证胎儿的分娩。

6. 妇科学和男科学

妇科学 (Gynecology) 主要研究雌性生殖系统各种失调的一门科学, 现代妇科学涉及月经失调、绝经、生殖器官的感染性疾病和异常发育、性激素紊乱、良性和恶性肿瘤, 以及各种与避孕相关的问题。由妇科学产生的一门分支学科为生殖医学。与妇科学相对应, 产生了男科学或男性学 (Andrology), 主要研究男性生殖器官的各种异常或病变, 以及男性的不孕症等问题。

事实上, 与生殖生物学相关的学科还有很多, 特别是内分泌学、细胞生物学和分子生物学的研究进展对于阐明生殖过程的机理起到了巨大的推动作用。

五、生殖生物学的发展前景

据报道, 不孕症在发达国家的发病率为 15%~20%。自从世界上第一例试管婴儿路易斯·布朗 (Louise Brown) 1978 年 7 月 25 日在英国诞生以来, 体外受精、促排卵技术、显微受精、胚胎培养和胚胎冷冻等辅助生殖技术迅速发展, 并不断完善, 已为很多不孕症患者解除了痛苦。据估计, 全世界每年大约有 50 万例试管婴儿出生。中国大陆的第一例试管婴儿自 1988 年出生以来, 辅助生殖技术已在全国的绝大多数地区得到推广。

性和生殖健康是人们生活和幸福的核心内容。生殖健康的主要内容是保证妊娠的正常及安全进行,使用更安全可靠避孕措施,以及防治生殖道的感染等。由于世界人口的猛增,直接危及人的生活环境和生活质量,而且对自然环境的破坏也在逐年增加。控制人口数量及提高人口质量是当今世界亟待解决的问题。在生育调节方面,20世纪90年代以前的生殖研究主要是围绕下丘脑-垂体-性腺所构成的生殖轴系,作为开发避孕药的出发点,即干扰激素和生殖轴系之间的相互作用。这些避孕方法的主要缺陷是有不良反应。随着社会的发展和水平的提高,人们对避孕措施的安全性、可靠性和多样性的要求也越来越高,而且在达到避孕效果的同时也要兼具预防生殖道感染的功能。人们逐渐开始认识到,最理想的抗生育靶点应当是在生殖过程中起直接作用的细胞和因子。因此,加强以生育控制为目的的基础研究,寻找生殖细胞的发生、成熟、受精和胚胎着床等生殖过程中可控制的关键环节,以此发展新一代避孕技术,已成为21世纪生殖生物学研究与发展的主要目标。随着生殖生物学基础研究的深入及对生殖相关的重要基因和分子的认识,通过干扰基因表达或表达产物的功能,最终有望发展出对其他正常生理功能没有影响或影响很小的避孕药或避孕方法。另外,由于艾滋病等传染病的广泛流行,对预防生殖道感染的要求也越来越高。现在迫切需要普及生育方面的知识,提供安全及高效的避孕措施,控制生殖相关疾病的传播。

近年来,随着我国国民经济及畜牧业方面的迅速发展,对提高家畜的繁殖力及加速家畜的品种改良方面提出了更高的要求。在奶牛、肉牛、绵羊、山羊和猪的繁殖方面,逐渐发展了超数排卵、卵母细胞体外成熟、体外受精、性别鉴定、胚胎分割、动物克隆、转基因及基因敲除等方面的一系列技术。随着人们对肉、蛋和奶的需求逐年增加,迫切需要增加奶牛、肉牛、鸡、绵羊、山羊和猪等的数量,并提高其质量。近年来,各种辅助生殖技术已在畜牧业中得到广泛应用,人工输精、体外受精、超数排卵、胚胎移植、性别鉴定及转基因等在逐步完善和推广。特别是最近,随着克隆牛、克隆羊、克隆猪的问世,以及基因敲除家畜的获得,极大地促进了对家畜生殖机理的研究,并加速了各种辅助生殖技术在家畜中的应用,对促进家畜的品种改良及提高繁殖力方面具有重要的意义。

在野生动物保护方面,提高野生动物的繁殖力也迫在眉睫。目前,需要了解这些动物的基本生殖过程,通过激素处理、人工授精、体外受精、胚胎分割、性别鉴定和克隆等技术手段,有望在短时间内增加濒危物种的种群数量。在宠物的饲养方面,了解基本的生殖过程,利用现代生殖技术在提高繁殖力及加速品种改良等方面也具有重要的意义。

随着社会和经济的不断发展,人类对大自然的干预日益加剧。废水、废气、废渣、农药和化肥等大量的化学物质通过各种途径排入环境,造成了严重的环境污染。噪声、农药残留和射线等各种环境因素对生殖过程的影响也越来越受到人们的重视。凡是能够影响机体内外环境改变的因素,都将会对生殖健康产生一定程度的影响。目前越来越多的证据表明,许多人工合成的化学物质可干扰人类及野生动物的生长发育,导致人类的不孕不育率、畸胎率和自然流产率上升。

随着社会工业化和现代化的不断发展,人类对野生动物的生存环境不断蚕食,导致大量的野生动物灭绝或濒临灭绝。由于这些动物的数量有限及难以接近等原因,对野生

动物基本生殖过程的了解仍很有限。目前也迫切需要利用现有的生殖生物学知识和技术,来促进对野生动物生殖过程的了解,并将现有的辅助生殖技术应用于野生动物,从而延缓或防止野生动物的灭绝,并使一些具有食用和药用价值的动物得到迅速繁殖。

近年来随着 CRISPR/Cas9 基因敲除、条件性基因敲除、诱导多能干细胞(iPS 细胞)、各种组学技术、RNA 干涉、单细胞测序、表观遗传和细胞分离技术等方面的飞速发展,以及基因组和后基因组时代的发展和推动,对生殖过程基本调控机制的了解也越来越多。现代分子生物学和细胞生物学理论与技术的发展,极大地推动了生殖生物学研究,使人们对生殖现象的认识深入到细胞和分子水平。从本质上讲,生殖过程是个体生命活动的一部分,与其他生命现象遵循共同的基本规律,如基因的时空特异性表达调控,细胞的增殖、分化和凋亡,细胞之间的信号传导和细胞外基质的相互作用等。但是,由于生殖过程在生命活动中具有特殊使命,因此也具有生殖细胞发生、性周期、受精、妊娠和分娩等独特现象。

(杨增明,孙青原,夏国良)