



中国科学院科学出版基金资助出版

哺乳动物胚胎学

秦鹏春 等编著

科学出版社

2001

内 容 简 介

本书部分内容以作者的第一手资料和实践经验为基础,系统地总结了国内外哺乳动物胚胎学研究的成就和新进展。主要内容包括哺乳动物的生殖细胞、受精、附植前的胚胎发育、附植后胚胎的子宫内发育、胎膜和胎盘、胚胎日龄学及胚胎生物工程等。书中比较了小鼠、大鼠、兔、水貂、貉、狐狸、羊、猪、牛、马、猴和人的胚胎发育,阐述了它们胚胎发育各阶段的过程、形态与功能变化规律及其机制,其中包括试管动物、克隆动物、转基因动物等的操作技术方法及胚胎某些阶段的基因表达与分子机制。

本书可供生物学、医学、农学领域从事动物学、动物生物工程、细胞和组织胚胎学、遗传学、解剖学、病理学、计划生育、动物育种和动物医学的科研教学人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

哺乳动物胚胎学/秦鹏春等编著. -北京:科学出版社, 2001. 4

ISBN 7-03-008554-X

I. 哺… II. 秦… III. 哺乳动物纲-胚胎学 IV. Q959.804

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 61455 号

科学出版社 出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

新蕾印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2001 年 4 月第 一 版 开本: 787 × 1092 1/16

2001 年 4 月第一次印刷 印张: 38 1/4

印数: 1—1 200 字数: 871 000

定价: 85.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换〈新欣〉)

参加编著人员名单

(以在各章出现的先后为序)

秦鹏春	东北农业大学生命科学学院
李云龙	东北农业大学生命科学学院
谭景和	东北农业大学生命科学学院
罗克	福建农业大学动物科技学院
田文儒	东北农业大学动物医学院
李光鹏	东北农业大学生命科学学院

前 言

哺乳动物胚胎学，是动物胚胎学中的一个重要的分支学科。它的任务是研究哺乳动物的生殖与胚胎发育的规律。因而，它是生命科学的一个重要基础学科。从两性配子的结合，新的生命开始，经过细胞分裂、细胞分化、胚层形成和组织发生、特定基因表达等复杂过程，形成了各器官系统并组成了一个完整的新个体。虽然经过许多科学家上百年的努力，但是，在动物新生命形成过程中的许多奥秘，至今尚未被揭露。随着时间的推移和科学技术的发展、研究手段不断改进，研究这一生命奥秘的工作进展得很快，有些关键问题，正在被深入阐明，或正在进行重大修正。因而，哺乳动物胚胎学在探索生命奥秘的道路上不断前进并发挥着自己的重大作用，并且有些研究成果，正在应用于生产实践和临床医学临床，如遗传资源的保存、濒危动物的挽救、培育新型动物、克隆动物、转基因动物和试管动物（婴儿），以及遗传疾患的防治等等，都是需要胚胎学原理和技术作为其重要基础的。20世纪兴起的前沿学科之一的发育生物学，也是以胚胎学为基础发展起来的新兴学科。甚至可以说，没有胚胎学的过去，就不会有发育生物学的今天。当然，发育生物学是从另一个重要侧面，研究整体生命发展的。由于哺乳动物胚胎学在生命科学的研究中是一个非常重要的分支，因此可以说，要探索清楚生命的奥秘离不开胚胎学的说法并不过分。

动物胚胎学的研究，近一二百年来，人们进行了大量深入的工作，取得了一些重大成就，但是，这些成就，更多的是集中在低等动物方面。对高等动物特别是哺乳动物，在以前，系统而深入的工作是不多的。低等动物胚胎学，特别是无脊椎动物胚胎学，一百多年来积累了大量资料，但成书者却寥寥无几。脊椎动物胚胎学，特别是在鱼类、两栖类和鸟类方面，也积累了大量资料，且有不少成书问世，如 A. Brachet 的《脊椎动物发生学》，R. S. McEwen 的《脊椎动物胚胎学》。在哺乳动物方面，资料比较零散，早期比较成型的有 K. E. von Bear 的《动物的发育》。在人的胚胎学方面，最早有 His 的，其后又有 B. M. Patten 著的《人体胚胎学》。《家畜胚胎学》于 1923 年由 O. Zietzschmann 写成，20 多年后，B. M. Patten 于 1948 年出版了《猪的胚胎学》，A. Marrable 1971 年出版了《胚猪》，1972 年 Michel 发表了《家畜胚胎学大纲》，同年 K. M. Moghissi 出版了《哺乳动物受精和附植的生物学》，1975 年 M. Balls 的《哺乳动物的早期胚胎发育》发表，1977 年 H. Johnson Martin 主编出版了多集《哺乳动物胚胎发育》。B. D. Bavister 1987 年出版了《哺乳动物附植前的胚胎》以及 1990 年又出版了《哺乳动物受精》论文集。1995 年印度学者 A. P. Diwan 出版了《哺乳动物胚胎学》，但基本上是按动物种属分别叙述的，而且主要用的是人的胚胎学资料。

我国关于动物胚胎学书籍的出版，有曲漱蕙教授等 1980 年出版的《动物胚胎学》，以及在此基础上，由张天荫教授编著的《动物胚胎学》，1996 年由谭景和教授编著的《脊椎动物比较解剖学》。已出版的哺乳动物胚胎学类的书籍，主要是论述人体胚胎学的，它们是何泽涌教授 1982 年出版的《人体发生学》、宗铁生教授 1987 年主编的《人

体胚胎学》，以及1996年由刘斌与高英茂教授主编、多人合写的《人体胚胎学》。其它哺乳动物的胚胎学，仅有已故张作干教授实验室的俞慧珠与叶百宽教授著的《小白鼠胚胎发生》。关于哺乳动物胚胎生物工程方面的著作，近年来国外出书不少，但是，其内容多以小鼠为实验材料，比较突出的有日本学者菅原七郎等主编、1985年出版的《图说哺乳动物胚胎实验方法》，1986年B. Hogan等编的《小鼠胚胎操作实验指导》，1987年M. Monk出版的《哺乳类发育实验入门》，1993年P. M. Wassarman等编的《小鼠胚胎发育研究技术指南》。在国内，仅见有冯怀亮1994年出版的《哺乳动物胚胎工程》，王光亚教授等1993年编著的《山羊胚胎工程》以及严云勤与李光鹏副教授编写、1995年出版的《发育生物学原理与胚胎工程》。可见，到目前为止，我国除人体胚胎学和小鼠胚胎发生以外，至今尚没有一本内容较系统全面的《哺乳动物胚胎学》的书出版，这与当前的动物生物工程基础理论和生产实践的发展很不相适应，也满足不了目前生物类院校教学、科研的需要。

实际上，20多年前，我们就有意编写一本哺乳动物胚胎学。但是，在当时，除国外过去的一些资料外，国内的工作不多，为丰富第一手资料和最新内容而拖延至今。近10多年来，国内外有关哺乳动物胚胎方面的研究工作迅速展开，特别是在早期胚胎发育方面。近20年中，我们的胚胎学科，也已发展成为国家重点学科，培养了大量的研究生，承担了多项国家科研课题，在配子、受精、附植前的胚胎发育以及某些哺乳动物胚胎生物工程等方面，做了大量的工作，取得了一些成绩。而且所应用的实验动物比较广泛，包括小鼠、大鼠、仓鼠、水貂、兔、貉、狐狸、羊、猪和牛等十几种。国内有些院校和研究所，也开展了大量的研究工作，取得不少国际水平的成就。这就为我们编著这本书，提供了丰富的基础资料，也提供了难得的机遇。为此，我们恢复了对本书的编著工作，经过近十年的努力，终于写成了这本为国内生物、农业院所盼望已久的《哺乳动物胚胎学》。

本书的主要内容包括11章61节。其中绪论部分，重点介绍发展史、研究方法和我国的主要成就；生殖细胞部分，重点论述了生殖细胞的起源、结构、发生和基因表达；受精章节，详细介绍了精、卵的相互关系与结合过程，以及正常受精的重要意义；附植前的胚胎发育，重点介绍卵裂、囊胚形成、原肠作用等的过程、形态和机制，以及早期胚胎发育的基因表达；附植后胚胎的子宫内发育的三章，主要介绍胚层分化、组织发生与各胚层形成的器官系统；胎膜和胎盘一章，主要阐述了胎膜的形成与胎盘类型和功能；胚胎日龄学一章，重点介绍了小鼠、兔、羊、牛、猪和人的胚胎和胎儿期的历程和主要形态；本书设的分娩一章，主要阐述分娩的机制和过程；最后一章胚胎生物工程，是以小鼠、大鼠、羊、猪和牛等为实验对象，介绍几种重要的胚胎生物工程的发展过程、原理和主要技术与方法。

本书的特点如下：

1. 资料组织和表达方法，是以横向为主的，即类似于哺乳动物比较胚胎学的方式进行的。

2. 组织发生和器官建成方面，近年来虽有不少机制研究方面的资料，但因过去的基础资料还比较系统、完整。为此，我们把篇幅和重点放在配子发生和受精、附植前的胚胎发育、胚胎日龄学和胚胎生物工程等方面。因为这些部分，对生产实践、人类干预

早期发育过程，以及对生物医学临床甚为重要。

3. 本书专门设置的胚胎日龄学一章，扼要介绍各种哺乳动物及人胚胎和胎儿的历程与形态变化，以供生物医学人员和动物生产实践者参考。

4. 在深度上，在某些重要部分，力求反映当代国内外重大成就和水平。

5. 我们认为，胚胎学和发育生物学的基础内容是相辅相成的，很难截然分开。但是，我们还是力求处理好二者之间的关系，对某些问题也从机制方面予以阐述，但又有限度。

由于世界上其它科学技术，特别是微机和微分析技术的飞速发展，生命科学的研究更加日新月异，所涉及的问题更加广泛、精深，且多学科互相渗透，互为补充。因此，虽然我们想对涉及的问题尽量避免挂一漏万，但限于我们的知识水平，仍然会有许多不妥之处，我们热诚地欢迎读者批评指正。

主要编著者有幸师从童第周和叶毓芬二位教授，并以他们为楷模，热衷于科学事业。但是，在胚胎学研究领域度过了几十年的历程后，却已入耆年。有些微小成就，应归功于两位老师的谆谆教导。当兹二位前辈谢世 20 余年之际，仅以此书作为薄礼献给他们，以答谢教诲之恩。同时，本书的有些内容又作为主要编著者多年教学、科研工作成果与心得的系统总结，把它奉献给读者，希望它对培养国家有关人才，促进科教事业的发展能有所裨益。

科学出版社原第二编辑室的前后几代人如张志强和高锋等同志，为本书的出版给予了巨大的支持和鼓励，又承蒙中国科学院科学出版基金和东北农业大学的资助，才使本书得以问世。书中的部分绘图工作由郑本暖、田萍和梁建广等同志协助完成。本书的部分内容蒙张天荫教授和钱菊汾教授协助审校，在脱稿打印编校过程中，蒙东北林业大学野生动物资源学院刘玉堂副教授协助校对，组内有的同志协助查询资料。对他们的热诚相助和所有关心本书出版的同志们，在此一并致以衷心的感谢。

秦鹏春

2000 年 2 月

于东北农业大学

生物工程系

2. 放射自显影技术	(16)	第四节 中国哺乳动物胚胎学的	
3. 组织化学和免疫细胞化学技术		成就	(22)
.....	(17)	一、实验动物和野生动物胚胎	
4. 电子显微镜技术	(18)	学	(22)
二、机能学研究方法	(18)	(一) 实验动物胚胎学	(22)
(一) 生存环境的研究方法	(18)	1. 小鼠	(22)
1. 胚胎代谢研究法	(18)	2. 大鼠	(24)
2. 早期胚胎子宫输卵管环境研究		3. 家兔	(24)
法	(18)	(二) 野生动物胚胎学	(25)
(二) 分子生物学方法	(19)	二、家畜胚胎学	(26)
1. 核酸分离法	(19)	(一) 猪	(26)
2. 电泳技术	(19)	(二) 羊	(28)
3. 胚胎组织切片的原位杂交 ..	(19)	(三) 牛	(30)
4. cDNA 文库的构建	(19)	三、灵长类胚胎学	(32)
三、实验胚胎学方法	(20)	(一) 猴	(32)
(一) 早期胚胎的实验胚胎学方法		(二) 人	(32)
.....	(20)	1. 配子形成	(32)
1. 显微操作	(20)	2. 受精、卵裂、囊胚形成和植入	
2. 免疫手术	(20 )	.....	( 33)
3. 免疫学研究法	(20)	3. 胚层分化与胚体形成	(33)
(二) 后期胚胎的实验胚胎学方法		4. 组织发生	(33)
.....	(21)	5. 器官发育	(34)
1. 放射自显影方法	(21)	6. 胚胎工程的研究	(35)
2. 后期胚胎的分离和培养	(21)	参考文献	(35)
第二章 生殖细胞	(41 )	.....	( 47)
第一节 原生殖细胞	(42)	一、雌性生殖细胞的结构和发	
一、原生殖细胞的起源	(42)	育	(47)
二、原生殖细胞的迁移	(42)	(一) 卵原细胞	(48)
三、原生殖细胞的细胞化学与		1. 卵原细胞的来源	(48)
结构特征	(44)	2. 卵原细胞的形态结构	(48)
(一) 碱性磷酸酶的活性	(44)	3. 细胞间的联络	(49)
(二) 过碘酸雪夫反应	(45)	4. 卵原细胞的增殖	(50)
(三) 细胞器	(46)	5. 卵原细胞的变性	(52)
1. 内质网	(46)	(二) 卵母细胞	(53)
2. 高尔基复合体	(46)	1. 卵泡与卵母细胞发育阶段的划	
3. 核蛋白体	(46)	分	(53)
4. 中心粒	(46)	2. 不同发育阶段卵母细胞的结构	
5. 中心致密泡	(46)	特征	(54)
四、原生殖细胞的发育和分化		3. 细胞间的相互关系	(59)
.....	(46)	(三) 卵母细胞的物质合成与成熟	
第二节 生殖细胞的结构和发育			

分裂····· (60)	2. 初级精母细胞 ····· (75)
1. 卵母细胞成熟过程中生理生化 变化 ····· (60)	3. 次级精母细胞 ····· (75)
2. 卵母细胞的成熟 ····· (62)	4. 精子细胞 ····· (75)
(四) 卵母细胞的老化和凋亡····· (67)	5. 精子 ····· (76)
1. 卵母细胞的老化 ····· (67)	(三) 精子的形成····· (80)
2. 卵母细胞的凋亡 ····· (67)	1. 细胞核的变化 ····· (80)
(五) 卵母细胞成熟过程中的基因 表达····· (68)	2. 细胞器的变化 ····· (80)
1. 核糖核酸的转录与翻译 ····· (68)	(四) 精子发生中的核酸和蛋白质 合成····· (83)
2. 某些特异性基因及其表达 ··· (68)	1. 核酸合成 ····· (83)
二、雄性生殖细胞的结构和发育 ····· (70)	2. 蛋白质合成 ····· (83)
(一) 精子的发生····· (70)	(五) 精子发生中的细胞凋亡····· (83)
1. 精子发生的规律和过程 ····· (71)	1. 精原细胞的凋亡 ····· (84)
2. 曲细精管中的各种组成成分 ····· (72)	2. 精母细胞的凋亡 ····· (84)
3. 生精上皮细胞组合规律 ····· (74)	3. 精子细胞的凋亡 ····· (84)
4. 精子发生中的激素作用 ····· (74)	(六) 精子发生过程中的基因表达 与调控····· (84)
(二) 生精细胞的结构····· (75)	1. 基因表达 ····· (84)
1. 精原细胞 ····· (75)	2. 基因表达的调控 ····· (85)
	参考文献 ····· (85)

第三章 受精 ····· (90)

第一节 精子在附睾内成熟与排放 ····· (91)	(一) 精子的体内获能····· (97)
一、精子在附睾内成熟····· (91)	(二) 精子的体外获能····· (97)
(一) 精子进入附睾管····· (91)	三、精子获能时的结构生理变 化····· (98)
(二) 附睾管中精子的密度····· (91)	(一) 精子核和顶体的状态····· (98)
二、精子运动能力的获得 ····· (91)	(二) 离子和代谢的变化····· (99)
(一) 精子代谢活动的变化····· (91)	四、精子获能的环境条件 ····· (100)
(二) 精子获得受精能力的部位·· (92)	(一) 精子的获能条件····· (100)
三、精子成熟过程中质膜的变化 ····· (92)	(二) 精子获能条件的体外实验·· (101)
(一) 质膜结构的改变····· (92)	第三节 精子的顶体反应····· (101)
(二) 质膜化学成分的变动····· (93)	一、顶体的结构特征和酶的分 布····· (101)
第二节 精子获能 ····· (94)	(一) 精子顶体的种属结构特征·· (101)
一、精子运行与生存时间 ····· (95)	(二) 精子顶体中酶的分布····· (102)
(一) 精子被运送于雌性生殖道·· (95)	二、顶体反应的形态学过程及检 测方法 ····· (102)
(二) 精子生存时间与受精能力的 保持时间····· (96)	(一) 顶体反应的形态学过程···· (102)
二、精子的体内和体外获能 ··· (97)	(二) 顶体反应的检测方法····· (104)

1. 光学显微镜检测方法	(104)	三、精子与卵融合	(118)
2. 电子显微镜检测方法	(104)	(一) 精卵融合过程	(118)
三、顶体反应的时间和条件	(105)	(二) 精卵融合机制	(118)
(一) 顶体反应的部位	(105)	第七节 卵的激活	(122)
(二) 顶体反应的条件	(105)	一、卵激活的一般情况	(122)
四、顶体反应的分子机制与参与		(一) 卵激活的类型	(122)
物质	(105)	1. 精子对卵的激活	(122)
(一) 顶体反应的分子机制	(105)	2. 自发的卵激活	(122)
(二) 顶体反应的参与物质	(107)	3. 人工卵激活	(122)
第四节 精子的超激活运动	(107)	(二) 皮质颗粒的胞吐	(124)
一、超激活运动的现象与部位		(三) 激活卵纺锤体和细胞骨架的	
.....	(107)	变化	(125)
(一) 超激活运动的现象	(107)	二、卵激活的分子机制	(125)
(二) 超激活运动的部位	(108)	(一) 激活卵的 Ca^{2+} 波动	(125)
二、超激活运动的机制	(108)	(二) 各种方法卵激活的某些区别	
(一) 超激活运动的生理作用	(108 )	.....	( 126)
(二) 超激活运动的分子机制	(108)	(三) 卵激活的肌醇脂信号通路	(127)
第五节 精子与卵丘的相互作用		第八节 多精受精的阻止	(128)
.....	(109)	一、皮质反应	(128)
一、卵丘的某些特性	(110)	(一) 皮质颗粒	(128)
(一) 卵丘基质和卵丘细胞	(110)	(二) 皮质颗粒胞吐	(129)
(二) 卵丘的作用	(110)	二、卵质膜对多精受精的阻止	
二、精子穿入卵丘	(110 )	.....	( 130)
(一) 精子穿入卵丘与获能的关系		(一) 多精受精的阻止	(130)
.....	(110)	(二) 阻止多精受精的机制	(130)
(二) 精子穿卵丘的抑制	(113)	三、透明带反应	(131)
(三) 顶体透明质酸酶的功能	(113)	(一) 透明带反应过程	(131)
第六节 精子与透明带的相互作用		(二) 透明带反应机制	(132)
.....	(113)	第九节 原核形成和发育	(133)
一、透明带的结构功能特征	(114)	一、精核去致密与雄原核形成	
(一) 透明带的形态结构	(114 )	.....	( 133)
(二) 透明带的化学组成	(114)	(一) 精核中的蛋白质更替	(133)
(三) 透明带的起源	(114)	(二) 精核的 DNA 包装	(133)
二、精子与透明带的结合和穿过		(三) 精核的去致密	(134)
.....	(115)	二、减数分裂完成与雌原核形成	
(一) 精子与透明带结合	(115 )	.....	( 135)
1. 结合的过程	(115)	(一) 减数分裂完成	(135)
2. 结合的机制	(115)	(二) 原核形成	(137)
(二) 精子穿过透明带	(116)	(三) 雌雄原核融合	(139)
1. 穿过透明带的过程	(116)	参考文献	(141)
2. 穿过透明带的机制	(116)		

第四章 附植前的胚胎发育	(144)
第一节 卵裂	(144)
一、卵裂的类型和卵裂的机制	(144)
(一) 卵裂的类型	(144)
(二) 卵裂的特征与分期	(145)
(三) 卵裂的机制	(151)
二、卵裂阶段卵裂球结构的变化	(152)
规律	(152)
(一) 胞质结构的变化	(152)
(二) 细胞核的变化	(154)
三、卵裂胚的致密化与极化	(155)
(一) 卵裂胚的致密化	(155)
(二) 卵裂胚的极化	(156)
四、卵裂球的全能性与发育潜力	(156)
(一) 卵裂球的全能性	(156)
(二) 卵裂球的发育潜力	(158)
第二节 囊胚形成	(159)
一、囊胚形成的过程和组成	(160)
(一) 形成过程	(160)
(二) 组成	(161)
二、囊胚囊腔化和形成机制	(162)
三、囊胚细胞的分化	(163)
第三节 原肠作用	(164)
一、原肠作用的形态发生	(164)
(一) 内胚层的形成和分化	(164)
(二) 胚泡壁的结构和分化	(165)
(三) 胚盘的结构和分化	(166)
二、原肠作用的细胞运动和机制	(169)
(一) 上下胚层的形成与原基因谱	(169)
(二) 原条处的细胞聚集	(171)
第四节 哺乳动物早期胚胎发育	(171)
一、早期胚胎发育阶段细胞核	(172)
和细胞周期的变化	(172)
(一) 细胞核的变化	(172)
1. 核层的改变	(172)
2. 核仁的变化	(173)
(二) 细胞周期的变化	(174)
二、母型 RNA 在早期胚胎发育	(175)
中的变化	(175)
三、胚胎基因组的启动	(176)
(一) 小鼠和兔的胚胎基因组启动	(176)
(二) 家畜的胚胎基因组启动	(177)
四、早期胚胎发育的主要基因表	(177)
达	(177)
(一) 控制核功能的基因表达	(177)
1. 转录因子	(177)
2. 组蛋白	(177)
(二) 细胞骨架成分的基因编码	(178)
1. 肌动蛋白	(178)
2. 微管蛋白	(178)
3. 细胞角蛋白	(179)
(三) 膜小管的基因编码与	(179)
离子运输	(179)
1. 连接蛋白	(179)
2. Na^+ 、 K^+ - ATP 酶	(179)
(四) 细胞表面蛋白和分泌蛋白的	(180)
基因编码	(180)
1. 碱性磷酸酶	(180)
2. 细胞外基质	(180)
3. 分泌蛋白酶	(180)
(五) 生长因子及其受体的基因编	(181)
码	(181)
1. 胰岛素样生长因子	(181)
2. 表皮生长因子	(182)
3. 转化生长因子	(182)
(六) 管家功能的基因编码	(183)
1. 代谢酶类	(183)
2. 金属硫基组氨酸三甲基内盐	(183)
第五节 附植	(184)
一、胚胎的间隔和定位	(185)
(一) 胚泡的迁移和定位	(185)
1. 胚泡的迁移	(185)

2. 胚泡的定位	(186)	育的机制	(189)
(二) 附植类型和时期	(187)	(二) 胚胎产生的妊娠识别信号	(191)
1. 表面或中央附植	(187)	(三) 母体胚胎的免疫识别	(191)
2. 偏心附植	(188)	(四) 胚胎植入前后某些原癌基因的表达	(192)
3. 壁内植入	(188)	参考文献	(192)
二、附植过程中母体胚胎识别	(189)		
(一) 抑制黄体退化保护胚胎发			
第五章 胚层分化和组织发生	(197)		
第一节 胚胎细胞分化和胚层形			
成与分化	(197)	2. 成肌细胞期	(215)
一、胚胎细胞分化	(197)	3. 肌管细胞期	(215)
(一) 细胞决定	(197)	4. 成熟肌细胞期	(216)
(二) 细胞分化	(198)	(三) 心肌的组织发生	(216)
1. 细胞分化的形态功能改变 ..	(198)	四、神经组织的发生	(217)
2. 细胞分化的调控	(199)	第三节 胚体的形态形成	(218)
二、胚层形成与分化	(202)	一、胚胎基础体形的建立	(218)
(一) 胚层形成	(202)	(一) 脊索和神经管形成对胚胎体	
1. 内胚层和外胚层的形成	(203)	形建立的作用	(218)
2. 中胚层的形成	(206)	(二) 胚体的褶皱	(219)
(二) 胚层分化	(208)	(三) 胚体的屈曲	(219)
1. 外胚层的分化	(208)	(四) 胚体的扭转	(219)
2. 中胚层的分化	(208)	二、胚胎形态发生的机制	(219)
3. 内胚层的分化	(208)	(一) 胚胎发育的预定程序及发育	
第二节 组织发生	(210)	调整	(220)
一、上皮组织的发生	(210)	(二) 胚胎发育进程中的相互作用	
二、结缔组织的发生	(210)	系统和胚胎场	(221)
(一) 纤维结缔组织的发生	(210)	(三) 胚胎发育进程中细胞骨架系	
(二) 软骨组织的发生	(211)	统的作用	(221)
(三) 骨组织的发生	(211)	(四) 胚胎发育进程中的细胞运动	
1. 膜性骨的发生	(212 )	.....	( 223)
2. 软骨性骨的发生	(212)	(五) 胚胎发育进程中细胞间的黏	
(四) 血细胞的发生	(213)	合性	(224)
1. 卵黄囊造血期	(214)	(六) 胚胎发育进程中的细胞相对	
2. 肝脏造血期	(214)	生长速度	(225)
3. 红骨髓造血期	(214)	(七) 胚胎发育进程中的诱导分化	
三、肌组织的发生	(215)	作用	(226)
(一) 平滑肌的组织发生	(215)	(八) 胚胎发育进程中的细胞凋亡	
(二) 骨骼肌的组织发生	(215)	1. 特定细胞在发育过程中的凋亡	
1. 前成肌细胞期	(215 )	.....	( 227)

2. 四肢芽发育和分化过程中的细胞凋亡	(227)	4. 无用组织退化消失过程中的细胞凋亡	(228)
3. 人胚发育过程中腭部的细胞凋亡	(228)	参考文献	(229)
第六章 中、外胚层形成的器官系统 (232)			
第一节 神经系统的形成与分化	(232)	(二) 心脏外形的演变	(245)
一、神经板、神经褶和神经管	(232)	(三) 心脏内部的分隔	(247)
二、神经嵴	(233)	1. 房室管的分隔	(247)
三、中枢神经系统的形成与分化	(234)	2. 原始心房的分隔	(247)
(一) 脑的早期发育与分化	(235)	3. 原始心室的分隔	(248)
1. 端脑	(236)	4. 动脉干的分隔	(249)
2. 间脑	(237)	(四) 静脉窦的演变	(250)
3. 中脑	(238)	(五) 心脏瓣膜的发生	(250)
4. 后脑	(238)	(六) 心脏传导系统的发生	(251)
5. 末脑	(238)	二、血管的发生	(251)
(二) 脊髓的早期发育与分化	(239)	(一) 动脉形成的规律	(252)
四、周围神经系统的发生	(239)	1. 动脉弓衍生的动脉	(252)
(一) 传入神经纤维的发生	(239)	2. 背主动脉的演变	(254)
(二) 传出神经纤维的发生	(239)	(二) 静脉的形成与演变	(256)
1. 躯体性传出神经纤维的发生	(239)	1. 前主静脉的演变建成前腔静脉	(256)
2. 内脏性传出神经纤维的发生	(239)	2. 后主静脉的演变建成后腔静脉	(257)
五、神经系统发生的机制	(240)	3. 脐肠系膜静脉	(259)
(一) 行为活动神经网络的发生	(240)	4. 脐静脉	(259)
(二) 外周组织对神经系统发生的影响	(240)	(三) 胎儿血液循环及出生后的变化	(259)
(三) 神经细胞的生长与凋亡	(240)	三、血细胞发生的种属特征	(260)
第二节 感觉器官的形成与分化	(241)	(一) 卵黄囊造血期	(261)
一、眼的发生	(241)	(二) 肝脏造血期	(261)
二、耳的发生	(242)	(三) 脾、胸腺和淋巴结造血期	(261)
第三节 循环器官的形成与分化	(243)	(四) 骨髓造血期	(261)
一、心脏的发生和发育	(243)	四、淋巴管的形成规律	(262)
(一) 原始心管的发生	(244)	第四节 淋巴器官的发生	(263)
		一、淋巴结的发生	(263)
		二、红骨髓的发生	(263)
		三、脾脏的发生	(263)
		第五节 骨骼系统的发生	(264)
		一、中轴骨骼的发生	(264)
		(一) 椎骨的发生	(264)

1. 生骨节期	(264)	(三) 后肾	(278)
2. 软骨期	(265)	二、输尿管、膀胱和尿道的形	
3. 骨化期	(266)	成	(281)
(二) 肋骨的发生	(267)	第九节 生殖器官的形成与组织	
(三) 胸骨的发生	(267)	发生	(281)
(四) 颅骨的发生	(267)	一、生殖腺的发生与分化	(282)
二、四肢骨骼的发生	(268)	(一) 向睾丸方向分化	(282)
三、关节的发生	(269)	(二) 向卵巢方向分化	(284)
第六节 肌肉的形态发生	(270)	二、生殖腺的位置变化	(285)
一、骨骼肌群的分化	(270)	三、生殖管道的发生与演变	(286)
二、心肌的发育	(271)	(一) 向雄性方向分化	(286)
第七节 体腔的发生与分隔	(272)	(二) 向雌性方向分化	(287)
一、体腔的发生	(272)	四、外生殖器的演变	(288)
二、体腔的分隔	(273)	(一) 向雄性方向分化	(288)
三、系膜的发生	(273)	(二) 向雌性方向分化	(288)
第八节 泌尿器官的形成与分化		五、生殖器官的发育畸形	(289)
.....	(275)	第十节 皮肤及其衍生物的形成	
一、三代肾的演化过程与组织		与分化	(291)
发生	(275)	一、皮肤的发生	(291)
(一) 前肾	(275)	二、皮肤衍生物的发生	(291)
(二) 中肾	(276)	参考文献	(294)
第七章 内、中、外胚层形成的器官系统	(296)		
第一节 消化器官的发生和分化	(296)	生	(311)
一、面部和口腔器官的发生	(298)	(五) 胸腺的发生	(312)
(一) 面部和唇、颊的发生	(298)	(六) 扁桃体的发生	(313)
(二) 腭的发生	(301)	三、食管的发生	(313)
(三) 舌的发生	(302)	四、胃的形成和组织发生	(314)
(四) 齿的发生	(303)	五、肠的形成和组织发生	(318)
1. 造釉器和釉质的形成	(304)	六、肝脏的形成和组织发生	(322)
2. 齿乳头	(305)	七、胰的形成和组织发生	(324)
3. 齿质的形成	(307)	八、肛门的形成	(324)
4. 齿骨质的形成	(307)	九、关于类囊器官与法氏囊的	
(五) 唾液腺的发生	(308)	发生	(326)
二、咽及由其起源器官的发生		第二节 呼吸器官的发生和分化	
.....	(309 )	.....	( 326)
(一) 鳃弓	(309)	一、鼻和鼻腔的形成	(326)
(二) 咽的形成及咽囊的衍生物	(310)	二、喉和气管的发生	(327)
(三) 甲状腺的发生	(311)	三、肺的形成与组织发生	(328)
(四) 甲状旁腺(上皮小体)的发			

第三节 主要内分泌器官的发生	二、肾上腺的发生与分化	(331)
..... (329)	三、胰岛的发生与分化	(332)
一、脑垂体的发生与分化	参考文献	(333)
..... (329)		

第八章 胎膜和胎盘及其生理功能 (335)

第一节 胎膜	四、胎盘的物质转运功能	(352)
..... (335)	(一) 种属间区别	(352)
一、羊膜和绒毛膜	(二) 选择性的物质转运	(353)
..... (335)	1. 转运方式	(353)
(一) 羊膜	2. 转运的物质种类	(354)
..... (335)	3. 气体转运	(360)
(二) 绒毛膜	4. 胎儿代谢产物	(361)
..... (338)	5. 水	(361)
二、尿囊和卵黄囊	五、胎盘的内分泌功能	(361)
..... (339)	(一) 妊娠早期	(362)
(一) 尿囊	1. 孕马(驴)血清促性腺激素	(362)
..... (339 )	..... ( 362)	
(二) 卵黄囊	2. 人绒毛膜促性腺激素	(363)
..... (340)	3. 非人灵长类绒毛膜促性腺激素	(363)
三、脐带	..... ( 363)	
..... (341)	4. 豚鼠绒毛膜促性腺激素	(364)
第二节 胎盘的类型与微细结构	(二) 妊娠中、后期	(364)
..... (342)	1. 孕烯醇酮	(364)
一、分散型胎盘	2. 孕酮	(364)
..... (344)	3. 雌激素	(365)
(一) 猪胎盘的组织结构特点	4. 胎盘促乳素	(365)
..... (344)	参考文献	(366)
(二) 马胎盘的组织结构特点		
..... (345)		
二、绒毛叶型胎盘		
..... (346)		
(一) 牛胎盘的组织结构特点		
..... (346)		
(二) 羊胎盘的组织结构特点		
..... (348)		
三、环带状胎盘		
..... (348)		
四、盘状胎盘		
..... (349)		
第三节 胎盘的生理功能		
..... (351)		
一、胎盘的保护功能		
..... (351)		
二、胎盘的免疫功能		
..... (351)		
三、胎盘的新陈代谢功能		
..... (352)		

第九章 胚胎日龄学 (371)

第一节 各种哺乳动物附植前发育日龄比较	三、胎儿期(25~32天)	(383)
..... (371)	第四节 绵羊的胚胎日龄学	(383)
一、受精	..... ( 383)	
..... (371)	一、胚胎期(1~28天)	(383)
二、卵裂胚	..... ( 383)	
..... (372)	二、胎儿前期(29~45天)	(386)
三、囊胚期及其以后的发育	..... ( 386)	
(373)	三、胎儿期(46~152天)	(388)
第二节 小鼠的胚胎日龄学	..... ( 388)	
..... (374)	第五节 猪的胚胎日龄学	(389)
第三节 兔的胚胎日龄学	..... ( 389)	
..... (380)	一、胚胎期	(389)
一、胚胎期(1~15天)	(一) 受精	(389)
..... (380 )	..... ( 389)	
二、胎儿前期(16~24天)		

(二) 卵裂····· (389)	1. 合子期····· (402)
(三) 囊胚期····· (390)	2. 卵裂期····· (402)
(四) 原肠胚期····· (390)	3. 囊胚期····· (402)
(五) 胚体形成期····· (391)	4. 原肠期····· (402)
二、胎儿前期或第一胎儿期····· (394)	5. 原条期····· (402)
三、胎儿中期或第二胎儿期····· (395)	(二) 器官发生期····· (404)
四、胎儿后期或第三胎儿期····· (395)	1. 早体节期····· (404)
第六节 牛的胚胎日龄学····· (397)	2. 四肢发生期····· (405)
一、胚胎期····· (397)	3. 后胚胎期····· (405)
二、胎儿前期····· (398)	二、胎儿期····· (405)
三、胎儿期····· (398)	(一) 胎儿早期····· (405)
第七节 人的胚胎日龄学····· (400)	(二) 胎儿中期····· (405)
一、胚胎期····· (400)	(三) 胎儿晚期····· (406)
(一) 合子到神经胚前期····· (401)	三、围产期····· (406)
	参考文献····· (406)

第十章 分娩····· (408)

第一节 分娩的一般规律····· (408)	一、胎儿的作用····· (419)
一、决定分娩过程的要素····· (408)	(一) 胎儿垂体-肾上腺轴的作用····· (419)
(一) 产力····· (408)	(二) 胎儿垂体的功能····· (420)
(二) 产道····· (409)	(三) 胎儿肾上腺的功能····· (422)
1. 软产道····· (409)	(四) 低等灵长类动物胎儿的作用····· (423)
2. 硬产道····· (409)	(五) 人胎儿的作用····· (424)
(三) 胎儿与母体产道的关系····· (411)	二、胎盘的作用····· (426)
1. 分娩时胎儿与母体产道的相互关系····· (411)	(一) 孕酮····· (426)
2. 产出前的胎向、胎位和胎势····· (411)	1. 绵羊····· (426)
3. 产出时胎位、胎势的改变····· (412)	2. 低级灵长类动物····· (427)
二、分娩过程····· (412)	3. 人····· (427)
(一) 开口期····· (412)	(二) 雌激素····· (428)
(二) 产出期····· (413)	1. 绵羊····· (428)
(三) 胎衣排出期····· (414)	2. 恒河猴····· (429)
第二节 种属间的差异····· (415)	3. 人····· (429)
一、牛和羊分娩的特征····· (415)	4. 黄体依赖性妊娠的动物····· (430)
二、马和驴分娩的特征····· (416)	三、前列腺素的作用····· (430)
三、猪分娩的特征····· (417)	四、子宫肌膜和子宫颈的作用····· (432)
四、犬分娩的特征····· (417)	(一) 子宫肌膜的结构····· (433)
五、猫分娩的特征····· (418)	(二) 子宫颈的结构····· (433)
六、人分娩的特征····· (418)	(三) 分娩时子宫肌膜的变化····· (433)
第三节 分娩的机制····· (419)	