

人 体 胚 胎 学

宗铁生 主编

科 学 出 版 社

1 9 8 7

内 容 简 介

本书描述了人体的发生与发展。全书共分二十五章，内容包括：绪论、自受精至胚胎形成、胎儿期、胎盘及胎膜、分娩、遗传学基础、先天性畸形的原因以及人体各系统器官的发生。最后一章以动物实验为例，简略介绍胚胎发育的若干机制。为了密切配合临床应用，各章后半部皆列举种种先天性畸形及遗传性疾病。此外还介绍了计划生育、优生学、妊娠免疫学及围产医学等。书内所附先天性畸形及遗传性疾病患者之照片，皆为作者临床实践中收集之资料。

参与本书编写的除从事组织学、胚胎学以及生物学教学工作多年之教师外，尚有临床各科专家。

本书可供医学院校师生、研究生以及临床各科，特别是从事于遗传病门诊、儿科、产科以及计划生育之医务工作者参考。

人 体 胚 胎 学

宗铁生 主编

责任编辑 杨 哲

科 学 出 版 社 出 版

北京朝阳门内大街137号

中国科学院开封印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1987年4月第一版 开本：787×1092 1/16

1987年4月第一次印刷 印张：30 1/2

印数：精1—3,200 插页：精4 平3

平1—1,600 字数：713,000

统一书号：14031·106

本社书号：4763·14

定价：全布面精装 9.40 元
平 装 7.40

科技新书目：139—57.58

人 体 胚 胎 学

主 编 宗铁生

主 审 许天祿

审 定 者 许龄秀 谢文英 成令忠 张 适 张兰芬 王一飞 朱继业
吴明章 陈丽璉

参加编写人员 (按先后出现顺序列名)

宗铁生	许龄秀	谢文英	薛同一	王一飞	吴明章	孙希琰
韩湘君	冯 波	陈仁彪	朱畅宁	胡诞宁	朱啓铨	陆正康
张涤生	何素云	张 适	陈灏珠	林佑善	过邦辅	姜宏建
吴忆铭	王 炜	邓漪平	许天祿	吕 卫	黄鹤年	赵 恩
赵东生	方 丽	严才楼	张海国	朱继业	陈绍先	童凤明
成令忠						

编者前言

解剖学是由三个互相关联的部分组成的，那就是大体解剖学、组织学与胚胎学（亦即发生学）。我国自解放以来，由于学科之分门繁细，医学院校中大多成立组织学与胚胎学教研室，不再统属于解剖学教研室，现在的解剖学教研室，只讲授大体解剖学而已，而组织学与胚胎学之教材与参考书，却共纳入一册，殊不相称。目前有关组织学之教材与参考书，已有问世，唯独胚胎学这一独立之学科，尚无完整之书籍出版。编者有鉴于此，早于八十年代初即有此构思，其内容之深度应适合医学院校学生及研究生使用，又可供临床医师复习。更为了密切联系临床，既可供初学者对此一学科之实际应用有一个较为全面的了解，又可供临床医师翻查使用，各章之后半部大多为临床应用之需而写。当然，对于专科医师来说，例如四肢畸形之对于整形外科医师，心血管畸形之对于心脏科医师来说，其内容当然是不够的，不过对于其他专科医师来说，想必有一定的参考价值，因为在临床上碰到的问题，是多方面的，因此都希望尽可能地多了解一些先天畸形与出生缺陷的情况，为此编者特邀请有关临床各科专家多人，共同撰写，书内所收集绝大部分照片，悉皆为作者自己的资料。本书能够收集到如此大量的国内先天畸形与遗传病资料，蔚为大观，实在是本书全体作者统同努力配合的成果，编者深感万幸，也算是填补了国内这一学科的空白了！但是这些临床实用部分，悉皆用小五号字体印刷，以便使之与本书之正文有所区别，同时可以在教学上有所筛选。

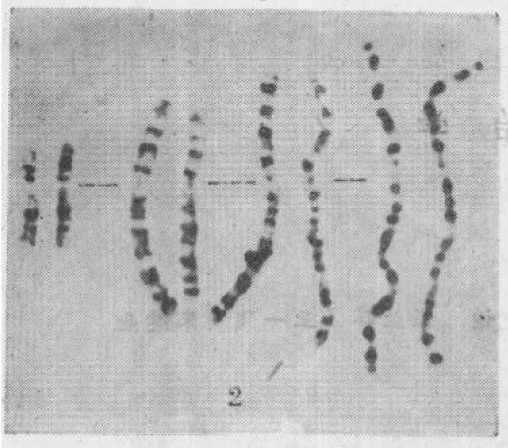
本书编写伊始，承我室王有琪教授及中山医学院许天禄教授之大力鼓励与支持，衷心铭感万分。因王教授年事已高，不克为本书审阅，故特由吾师许教授总审全书，同时分请谢文英、许龄秀等若干位正副教授协助审校；中国医学科学院基础医学研究所谢少文教授审阅了“免疫系统”一章，还有周焕庚、窦守惠等同志协同审阅部分稿件，均在此一并致谢！

数年之间，编者为了统一全稿，曾二易或三易其稿，即使如此，因参与之作者较多，要达到一气呵成的程度，还相差甚远，这是本书不足之处；又因内容牵涉面广，错误之处，估计仍然难免，尚祈海内外学者不吝指正，是所企盼，因以为序。

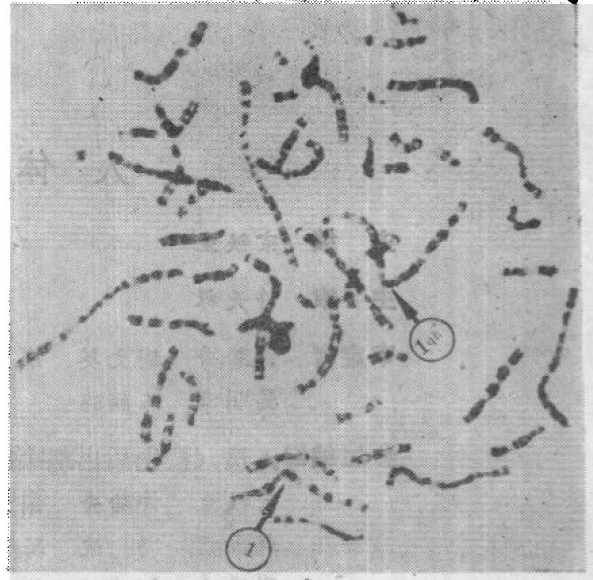
宗铁生写于上海医科大学组织学与胚胎学教研室。

一九八五年十一月十二日

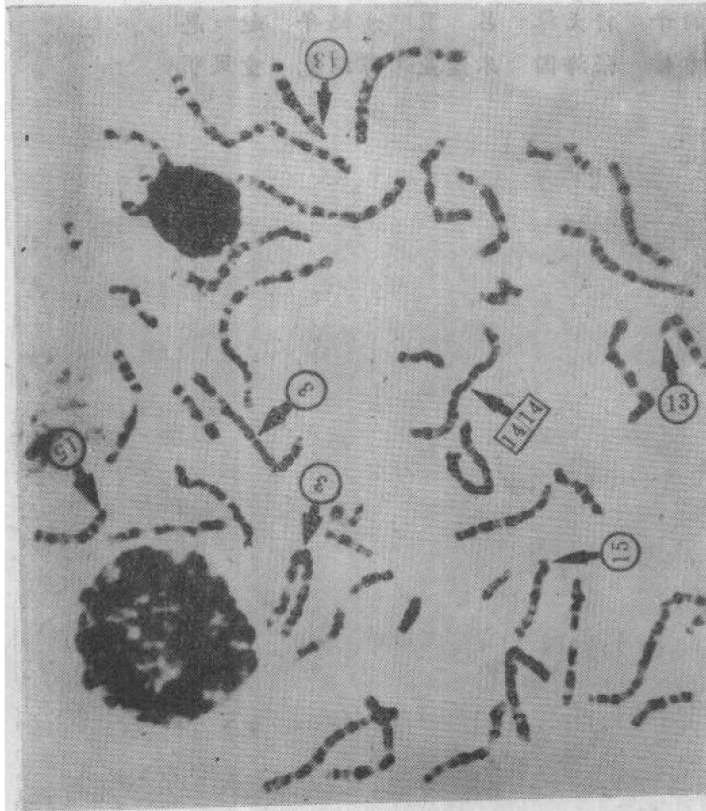
ZV28/3607



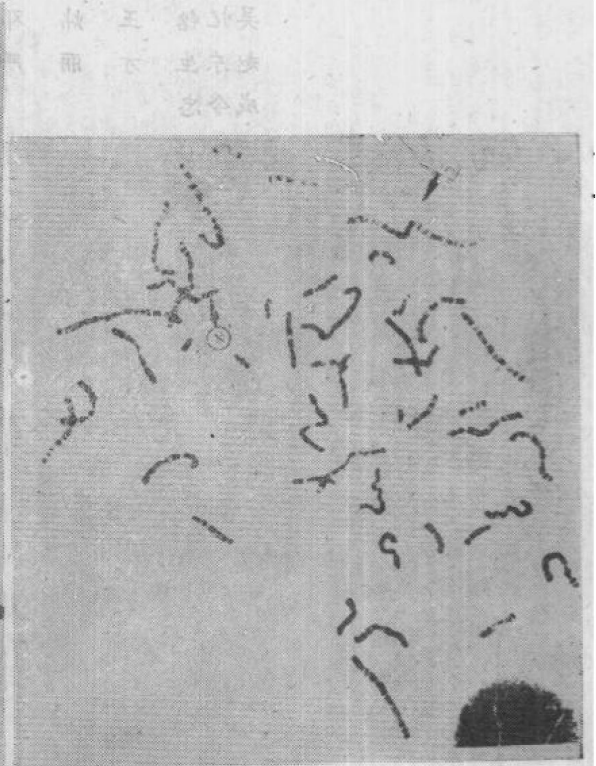
a



b



c



d

图1-1 人类高分辨染色体带型

- a) 正常人高分辨G显带的2号染色体，自左至右分别取自320、400、550和850条带。
- b) Iqh⁺携带者高分辨G显带染色体
- c) 同源14q14q罗伯逊易位患者高分辨G显带染色体照片（约550条带）。
- d) 45, X/46, X, idic(X) 嵌合体核型患者的高分辨G显带染色体（约550条带）。

(周煥庚 康雪珍提供)

目 录

编者前言

第一章 绪论..... (1)

人体发育的各个时期 (1) 胚胎学发展简史、范围及其相关领域 (2) 胚胎学的研究方法 (4) 胚胎学在医学中的应用 (7)

第二章 生殖细胞、月经周期及受精..... (10)

生殖细胞 (10) 月经周期 (16) 受精 (19) 计划生育 (24)

第三章 自卵裂至三胚层胚胎形成..... (27)

发育之第一周 (27) 发育之第二周 (二胚层胚胎的形成) (30)
发育之第三周 (三胚层胚胎的形成) (34) 异位妊娠、早期流产、葡萄胎及畸胎瘤 (45)

第四章 胚胎期——第四周至第八周..... (48)

胚体的卷褶 (48) 三胚层的衍生物 (51) 胚胎各期外形的特征 (53)

第五章 胎儿期——第九周至出生..... (58)

胎龄的估计 (58) 胎儿期的发育 (61) 影响胎儿生长的因素 (68) 围产医学 (71)

第六章 胎膜与胎盘..... (75)

蜕膜 (75) 胎盘的发生与结构 (75) 胎盘的血液循环 (77) 胎盘的功能 (79) 羊膜 (81) 卵黄囊 (82) 尿囊 (83) 脐带 (83) 多胎妊娠及其它 (85) 妊娠免疫学 (88)

第七章 分娩..... (93)

足月妊娠时的胎势、胎产式、胎先露和胎方位 (93) 妊娠各期子宫的形态及位置 (94) 妊娠期限及预产期的推算 (95) 分娩动因 (95)
分娩的临床经过 (97) 产褥期 (100)

第八章 遗传学基础..... (102)

染色体和染色体畸变 (102) 遗传基本规律和单基因性状遗传 (112)
多基因遗传 (118)

第九章 先天性畸形的原因..... (121)

先天性畸形的发生概况 (121) 畸形发生的原因 (123) 展望 (151) 优生学、产前诊断与遗传咨询 (151)

第十章 体腔和系膜..... (155)

体腔的形成和分隔 (155) 系膜的形成 (162) 先天性畸形 (166)

第十一章 鳃器官及头颈部..... (171)

颜面、咽及其相关的鳃器官衍生物 (171) 先天性颌面部畸形 (183)

032/938/87-10.9/9.40元

第十二章 呼吸系统	(194)
呼吸系统的发生 (194)	呼吸系统畸形 (208)
第十三章 消化系统	(214)
消化管的发生 (215)	消化腺的发生 (224)
先天性畸形(229)	
第十四章 泌尿生殖系统	(243)
泌尿系统的发生 (244)	生殖系统的发生 (250)
泌尿及生殖系统的常见畸形 (259)	
第十五章 循环系统	(266)
循环系统的发生 (266)	先天性心血管畸形 (287)
第十六章 骨骼系统	(299)
骨骼系统的发生 (299)	先天性骨骼疾病 (315)
第十七章 肌肉系统	(324)
肌肉的发生 (324)	肌肉组织的发生和再生 (328)
先天性畸形 (332)	
第十八章 四 肢	(335)
肢体的发育 (335)	肢体的畸形 (338)
第十九章 神经系统	(353)
神经系统的发生 (353)	中枢神经系统的先天性畸形 (381)
第二十章 耳	(385)
耳的发生 (385)	耳先天性畸形 (391)
第二十一章 眼	(395)
眼的发生 (395)	眼的先天性发育异常 (405)
第二十二章 皮肤及其附件	(414)
皮肤的发生 (414)	牙齿的形成 (419)
遗传性皮肤病 (421)	乳房畸形 (426)
牙齿发育异常 (426)	皮肤纹理学 (428)
第二十三章 内分泌腺	(432)
下丘脑垂体系统 (432)	松果体 (434)
肾上腺 (435)	APUD系统 (437)
内分泌腺畸形 (438)	
第二十四章 免疫系统	(441)
淋巴器官分类及淋巴器官的来源 (441)	免疫缺陷病 (450)
第二十五章 胚胎发育的几个基本问题	(453)
细胞分化 (453)	胚胎发育的两种型式 (455)
胚胎诱导(461)	组织和器官的形态发生 (462)
索 引	(467)

第一章 绪 论

机体的发育是一个连续不断的过程，它开始于精子进入卵细胞后的受精卵，亦即合子，而终止于个体死亡。由单个的细胞合子经生长及分化等过程转变为一个多细胞的成体。绝大多数发育中的变化发生在胚胎期及胎儿期，所以就狭义的角度来看，胚胎学所论及的时期，可以说始自受精，而终止于出生。当然，有关脊椎动物的胚胎学，还要论及配子的发生与成熟。事实上发育是许多相关过程不可分割的演变，因而有些重要的演变也发生在婴儿期、儿童期、青年期及成年期。故就广义的角度来看，此门学科应称为发生学。有些书籍称为胚胎学，有些则称为发生学，虽然有狭义与广义两种含义，然而实际上称为胚胎学的书籍也并非仅限于胚胎期及胎儿期，称为发生学的书籍亦多半侧重于出生前，特别是胚胎期的描述。

胚胎学原是解剖学的一部分。解剖学是研究机体的形态结构的，若就肉眼可资辨别的结构予以描述，则称为大体解剖学，若需借助显微镜无论光镜或电镜以至X线衍射等技术方可阐明其结构，包括分子水平的结构，则称为显微解剖学亦即组织学；然而机体的结构，并非一成不变，自受精至死亡，都是处于一个动态的演变过程之中，因而研究机体发生发展的解剖结构，便称为发生解剖学简称发生学，亦即广义的胚胎学。故解剖学实由大体解剖学、组织学以及胚胎学三部分组成，所以这三门学科虽又各自成独立的学科，但有着不可分割的联系，只是在叙述时侧重点各自不同而已。

人体发育的各个时期^[1]

人体发育过程并非终止于出生，出生后除继续生长外，还有许多重要的演变，例如牙的发生、女子乳房的发育等，但习惯上将发育过程分为出生前和出生后两大时期。绝大多数急剧的衍化过程发生在出生前的胚胎期（前8周），而人体结构上的变化一般得在25岁左右完成，即趋于成年稳定状态。现将人体发育各个时期及一些常用的术语简介如下：

出生前期

卵母细胞 是指女性的生殖细胞，虽然在受精后不能再称为卵母细胞，不过在临床工作中习惯上将孕卵一词笼统地应用于晚期胚泡，但本书中将不采用“孕卵”一词。当次级卵母细胞完成其第二次减数分裂并变为一个成熟卵时，便可称为卵母细胞或卵。

合子 即受精卵，它由卵细胞与精子结合而成，也可以说是一个新生命的开始。

卵裂 合子进行有丝分裂称卵裂，形成的子细胞称为卵裂球。每一次分裂之后，卵裂球便变得愈来愈小。

桑椹胚 当12至16个的卵裂球形成时，这一团实心细胞团就称为桑椹胚，位于其

中心之细胞，称为内细胞块 (inner cell mass)，将发育为胚胎。

胚泡或称**囊胚** 当桑椹胚抵达子宫时，液体进入桑椹胚内而形成腔，此时则称为胚泡。

原肠胚 当三胚层胚盘形成时期，即称为原肠形成 (gastrulation)，此时之胚胎往往称为原肠胚。

神经胚 此期形成神经板，再闭合而形成神经管。此时期之胚胎往往称为神经胚。

胚或称**胚胎** 胚胎形成细胞集成内细胞块，早在桑椹胚时即已确定，胚胎即由其衍化而来。然而‘胚胎’一词往往应用于二胚层胚盘形成之后，而‘胚胎期’则延续至第八周末，此时所有主要结构均已出现。

胎儿 第九周开始，发育中的个体就称为胎儿。当胎儿期——第九周至出生，许多系统还要继续发育，虽则发育的演变已不象胚胎期那样急剧，然而是非常重要的。躯体的生长速率显著，尤其是在第三及第四月，而体重的增加则在最后数月较快。

孕体 此术语，系指胚或胎及其附属的胎膜，它包括由合子衍化来的所有结构，即胚体本身和胚外结构。

原基 是指一个器官或一种结构最早发育阶段所显现的形迹。‘始基’之意义同原基。

生 后 期

出生后的演变对大多数人来说或多或少是熟悉的。

婴儿 生后一年左右称婴儿，而在头二周可称为新生儿期。胎儿娩出，由宫内转变到宫外的生活环境需要有个逐渐适应的过程，尤其是心血管系统及呼吸系统的改变。在婴儿期的生长甚为迅速，身体全长与出生时相比可增加其体长的 $1/2$ ，而体重则往往增加三倍。

儿童期 这是从大约出生后15个月起至12—13岁这一段时期。此期乳牙出现，以后并被恒牙代替。在儿童早期，骨化过程活跃，随着儿童生长，增长速度又趋缓慢，恰在青春期前，生长又加速，此称为青春期前突长。

青春期 在女孩为12岁至15岁之间，男孩为13至16岁之间。在此期间，第二性征开始发育。

青年期 约在青春期后3至4年称为青年期，亦即从最早性成熟的征象起，到体格、智力及情绪的全面成熟为止。全身的生长速率减慢，不过有些结构的生长却加速，如女性乳房。

成年期 在成年期开始约18至25岁，骨化及生长基本上已完成，此后发育上的变化就很缓慢，最后趋于衰老进入老年。

胚胎学发展简史、范围及其相关领域^[2,3]

在我们出生以前我们是如何发育来的？一直是人们感兴趣的问题。‘我是从哪里来的？’也是孩子们最早关心的一个问题。即使我们的祖先，对这个问题也怀着紧迫而强

烈的兴趣，不过对于他们来说，好奇心只能引向神秘与猜测。最早记录有胚胎研究的书籍当推公元前五世纪希腊名医Hippocrates (B.C.460~377)，他曾观察鸡蛋逐日孵化后的形态变化。公元前四世纪，Aristotle (B.C.384—322)写了有关胚胎学的论著，描述了鸡及其它胚胎的发生，故一致公认他为胚胎学的奠基者，尽管他错误地认为胚胎是由精液与月经混合的一团无形物质发育来的。然而他对胚胎的研究对于后来者说是十分重要的，倒不是因为他所获得的一些知识有一部分相当精确，而是他的工作使人们由迷信与猜测逐渐转向实际观察。公元二世纪Galen著有《关于胎儿的形成》一书，描述了胎儿的发育与营养以及我们目前称之为尿囊、羊膜与胎盘的结构。

中世纪的科学发展是缓慢的，以致于在胚胎学的研究中无任何显著的工作可资记述。及至文艺复兴时期，即在公元十五世纪，Leonardo da Vinci较为精确地描绘了妊娠子宫、胎儿及胎膜的解剖图，并应用定量的方法测量了胚胎生长过程的长度，但是直到十七世纪末即显微镜发明之前，早期胚胎的研究是无法有效地进行的。例如Harvey (1651)用放大镜观察鸡胚及血液循环情况，也研究了鹿的胚胎，正因为他无法观察早期胚胎，以致错误地认为胚胎是由于子宫分泌出来的。

最初的显微镜是很简单的。然而却提供了研究胚胎发生的新途径。1672年 de Graaf观察到了兔子子宫内的小室，并认为这些不可能是由于子宫分泌的，也许是由另一种器官卵巢输送来的。无疑这些小室就是现今我们知道的胚泡。他曾观察到了卵巢滤泡，这些，我们至今仍然为纪念他的发现而称之为Graaf氏滤泡。

1675年Malpighi氏研究了他认为系未受精的鸡蛋，而且认为鸡蛋中早已含有一个微型小鸡在内；1677年Hamm及Leeuwenhoek应用改进了的显微镜观察到了人的精子，但是他们并不了解精子在受精过程中的作用，而认为精子中已含有一个微型小人在内。这两派先成论学说，一派卵源论，另一派精源论曾各持己见，争论不休，然而他们却忽视了这样一个观点，即一个微小成体必定又要含有下一代另一个微小成体，只要种族不灭，它们必然要如此代代相传，这有可能吗？

当1759年Wolff氏观察了胚胎的一些部分是由‘小球’(globules)，可能是由胚泡发育而来的，遂否定了两派先成论学说。他检查了未孵化的鸡蛋，却看不到Malpighi所描述的胚胎。他提出了‘胚层的概念’，认为合子分裂产生了胚层，进而形成胚胎。他的观点奠定了渐成论学说的基础，亦即认为发育是由特定的细胞生长与分化的过程。

Lazzaro Spallanzani (1775)证明无论是卵细胞还是精子对于发育成为一个新个体都是必要的，从而终止了先成论的争论。即使如此，有关胚胎早期发育的知识仍然进展不快，因为它多半基于理论的基础上。

大约在发现精子后的150年，Karl Ernst Baer (1827)描述了狗卵巢滤泡中的卵细胞，并观察了输卵管中的合子以及子宫中的胚泡，而且对于从胚层衍化为组织及器官作出了很多贡献，故后人公认他为‘近代胚胎学之父’。

不过只有在Schleiden及Schwann (1839)的细胞学说建立之后，即机体皆由细胞及其细胞产物组成，胚胎学的研究工作才获得了迅速的进展。细胞学说的概念使人们认识到胚胎系由一个单一的细胞——合子发育而来。

胚胎早期的研究主要致力于胚体基本结构的形式。当然随着新技术的进展，连续切片后还可以蜡板法重建立体模型。研究的兴趣也逐渐由一般躯体构型转向微小内脏器官

的排列与结构，这些工作多半是在1880年至1890年间进行的。至本世纪初，注意力又转向胚胎微小的细胞结构。故凡论及胚胎各个不同时期的结构特征并附图予以阐明的，是为《描述胚胎学》。

有了描述胚胎学的基础，在十九世纪末也同时形成了《比较胚胎学》，推动这项工作的动力主要是主宰当时生物学界的进化论。这些比较胚胎学的知识对于了解早期人胚的发育是极为重要的。

了解了胚胎学发育各个时期的详细结构之后，这就为《实验胚胎学》铺平了道路。实验胚胎学的目的是为了要了解激发或调节发育过程的因子。描述胚胎学告诉我们发育过程是何时及如何进行的，而实验胚胎学则将寻求为什么这一发育过程会发生在那个特定时间以及为什么恰恰是在那种特定的形式下进行的。换句话说，实验胚胎学为欲明确控制及调节发育的机制。德国人Wilhelm Roax (1850—1924)创立了Entwicklungsmechanics一词，其英文译意为developmental mechanics (发育机制)。Waddington (1956)氏觉得发育机制多半含有物理及机械样作用在内，故他宁愿使用‘epigenetics’一词，它表达了这样一个概念，即‘发育是由各个不同部分间诱使一系列相互作用的过程，并且告诉我们遗传是决定发育的最为重要的因素’。

近二十年来在分子生物学方面的惊人发展使得《化学胚胎学》这一领域获得了新的动力。本世纪初有关胚胎的化学研究大都是描述性的，而当前生物化学的研究则大大扩大了我们对于胚胎生理学方面的知识。其中最引人注目的当推业已了解到脱氧核糖核酸(DNA)及核糖核酸(RNA)在遗传信息中所起的作用以及如何主宰着胚胎种种特殊的化学结构成分的制造。

近来对于怀孕与避孕这些问题的研究进展亦快，并且建立了一门专科，通常称为《生殖生物学》。这一学科除讨论一些有关受精与避孕的技术问题以外，也把重点放在正常的配子形成，生殖的内分泌学，配子的输送与受精，早期胚胎发育以及哺乳类胚胎的植入等问题。

《畸胎学》^[4,5]则是胚胎学的一门分支，专门讨论异常发育与先天畸形的原因。围产期间因先天性畸形而死亡的达20% (Macvicar, 1976)，而新生儿中约有2.7%有先天性畸形 (Mackeown, 1976)，及至婴儿期，还可能另有3%的先天性畸形病例可以发现。因此优生优育已成为当前世界人口控制中一项极为重要的课题，它不但涉及遗传问题，并且涉及一些引起畸形物质(致畸原)的研究。

鉴于受精卵的发育与分化是受遗传物质控制的，又由于先天性畸形的产生是遗传与环境双重因子影响的结果，或者纯为遗传因子或者纯为环境因子所致，故《医学遗传学》已成为当前人体胚胎学中一个不可分割的部分^[6]。我国高分辨显带技术已达先进水平，对医学遗传学作出很多贡献(图1-1)。

(宗铁生)

胚胎学的研究方法⁽³⁾

学科的发展有赖于技术与方法上的不断改进，但也应该看到常常在形成某种概念或学说以后，为了论证此概念或学说的正确与否，而促进了技术上的发展。现代胚胎学的研究已从过去侧重于形态观察和描述进入到实验胚胎学阶段，因而实验仪器和技术方法

均得到迅速的发展。胚胎学不管是“描述胚胎学”、“比较胚胎学”还是“实验胚胎学”主要还是要应用各种显微镜进行观察和研究。光学技术和显微镜技术的改进及其在其它新仪器、新技术的配合下、如在生物物理、生理化学以及免疫学等方面的配合下,已可对胚胎细胞成分在分子甚至亚分子水平进行研究。下面仅就数种主要的和较为常用的研究方法简介如下。

胚胎活体标本的直接观察

最初对胚胎发育的研究仅仅是借助肉眼或简单的透镜对其进行直接的观察。有了显微镜以后,微小的胚胎以至于生殖细胞才可获得较为深入细致的研究。直接观察,特别是对活体胚胎的直接观察可提供一个良好的胚胎全貌及其在发育过程中迅速的动态变化。观察生活细胞的结构和变化,需用相差显微镜。如果应用活体染料(Vital dyes)则可对某些特殊细胞和细胞群的迁移进行追踪观察。显微电影照相术对整个胚胎或细胞群发育的研究是一有效工具。其方法是将活体标本在显微镜下摄成电影,经放映可显示发育过程的一系列变化,如已见的卵裂和神经纤维生长的缩时电影片。

固定标本的观察

胚胎活体标本的直接观察有它一定的优点,但对胚胎发育多方面的分析是不够理想的,所以当需要研究发育过程某一阶段或某种情况时,则可将标本固定制片进行观察。胚胎切片的制作与组织切片的制作基本相似,但有其特殊性,如常需制作连续切片以观察结构之间的相关性。目前,石蜡切片仍为研究胚胎的经典方法。胚胎标本可固定于不同的固定液中,如Bouin氏液或10%福尔马林液中。按常规制成连续切片,用不同的染色方法,显示所需观察的内容。十九世纪,胚胎学家已利用整体胚胎所作的连续切片进行重建,达到了解整个胚胎内部的立体结构。

扫描电子显微镜可显示整个胚胎或胚胎部分结构(细胞、组织或器官)的表面形态和立体观。它对于了解细胞之间或组织之间的结构关系是有很大帮助的。

近些年来透射电子显微镜已广泛的应用于组织学的研究,同时也包括观察胚胎的超微结构。电镜标本的制作,也需经固定、脱水、包埋、切片及染色等步骤。固定剂一般为戊二醛、多聚甲醛或锇酸。包埋剂常用环氧树脂。为了获得高分辨率的照片,切片需很薄,500 Å左右的超薄切片较为适宜,900 Å以上则分辨率很差。

组织化学法

组织化学染色法一般系利用组织或细胞内的某些化学物质特性,经过化学试剂处理后导致有色沉淀物的形成,通过镜下观察,进行定性或定位的研究。而且在此基础上可了解胚胎发育的不同阶段,各组织或细胞内化学成分的动态变化,亦可反映细胞的机能活动状态。

目前对核酸、蛋白质、氨基酸、碳水化合物、脂类和酶等通过各种染色方法已可显

示出来，但酶易于破坏，故一般应用冰冻切片法能较好的保留酶活性。然而冰冻切片制作胚胎连续切片有其一定的困难。

组织化学染色法的不足之处，即常常不能很清晰地显示胚胎或器官的一般结构。

放射自显影术

放射自显术是将某种放射性同位素或是放射性同位素标记的物质注入生物体内或置入培养液中，使同位素或同位素标记的物质与细胞或组织内的某些物质相结合，以达到对该物质的定位研究，其精确程度往往胜于组织化学方法。

光镜观察下的放射自显片的制作，例如可将胚胎或胚胎的部分结构，置于含有放射性同位素标记的氨基酸或脱氧核糖核酸（核糖核酸）前身物的溶液中，经一定时间后，将胚胎从溶液中取出，制成石蜡切片并染色。切片表面裱贴感光底片或涂敷乳胶。与胚体内蛋白质或核酸相结合的放射性同位素，在曝光期间其射线作用于底片或乳胶使之感光，经显影定影后凡有同位素所在的部位，底片或乳胶上则出现细小的黑色银颗粒。从银粒的分布可对细胞或组织内标记的某种蛋白质或脱氧核糖核酸（核糖核酸）进行定位和定性。目前放射自显影尚可结合电镜进行观察。

过去，放射自显影术仅限于对组织中不溶性物质的定位研究。新近，技术上的进展，对于可溶性物质如类固醇激素等亦可达到定位的目的。

示踪法

胚胎生长发育是一动态过程。细胞迁移即细胞位置上的变化是较为普遍现象。因而，多种类型的标记物被用来追踪胚体中细胞移动情况。

示踪法中经典研究方法之一是活体染色法，即将对活细胞无毒性或毒性很小的染料，扣尼罗蓝硫酸盐（Nile blue sulfate）或中性红（neutral red）注入胚体内，被体内某些细胞所摄取，对于这些细胞则可在较长时期内追踪观察其位置上的变化。这种方法曾用于观察两栖类原肠胚形成时细胞的移动。有人应用无活性的炭颗粒如血炭（blood charcoal）作标记物，以观察鸡胚内邻近原条的细胞移动情况。

胚胎衍化过程从受精卵开始，在细胞分裂和分化的过程中，细胞内可合成高度特异性蛋白质。应用荧光抗体法，可对特异性蛋白质进行定位，从而有助于证实那些细胞内含有这种特异性蛋白，达到示踪的目的。

细胞内成分如核糖核酸，利用同位素标记所作的放射自显片，对细胞的移行可作出精确的定位。其缺点是标记物可随细胞分裂而逐渐减少。因而，对于迅速分裂的细胞，借此方法进行较长时间的追踪是不够理想的。

一类较为重要的标记物为自然标记物，即引入一种胚胎细胞，藉其大小、色素沉着、同功酶类型、染色体组成、核仁的数目等等有别于宿主进行示踪观察。新近在这种示踪法方面取得了很大的进展，即利用日本鹌鹑细胞（quail cells）移入鸡胚相应的部位，藉其核的形态和大小与宿主的不同，使研究者解决了许多长期存在的问题，如关于细胞的渊源和一些组织和器官的组成。

显微外科技术

显微外科是近年来发展起来的一项新技术，即在显微镜下进行手术操作，在临床得到了广泛的应用，大大扩大了外科领域手术治疗的广度和深度，提高了手术的精确性和安全性。所以显微外科手术有着很大的优越性。在基础医学方面，胚胎学的大量知识也是借助于显微外科技术而获得的，它促进了实验胚胎学的发展。开始，最简单的手术是部分切除术，即切除胚胎的一部分，进而观察胚胎在部分结构缺损下将会产生什么样的后果。如有的学者将二细胞时期蛙胚的两个细胞完全分开，结果每个细胞均能发育成一完整的个体。从而为反对谬误的先成论学说提供了实验依据。

在胚胎发生的最早阶段，胚胎的某一组织能显著地影响相邻的另一组织的发生，称为诱导作用，如脊索和轴旁中胚层能诱导中枢神经系统的发生。关于这种诱导现象也是在应用显微外科移植手术下才取得的。

通过显微外科进行的另外一些实验，如切取小块胚胎组织置于人工培养环境内生长或植入宿主营养供应好的部位，在鸟类常移植至尿囊绒毛膜上，哺乳类则移于眼晶体或腹膜血管区域，发现有些胚胎原基在不受它本身其它组织的影响下有着明显的自我分化能力。由此说明移植的细胞内有着足以直接向器官分化发育的信息。

为了探讨核与胞质的关系，国内外胚胎学家已深入到了核移植范畴。

近些年来胚胎移植技术的临床应用也取得了很大的进展，如有试管婴儿的诞生。

培养技术

研究胚胎发育的最有趣和有效方法之一为培养法，可将整个胚胎或胚胎成分置于人工环境内生长。根据移植物的性质可分为细胞培养，组织培养或器官和整个胚胎培养。每一类型的培养仅方法上稍有不同，培养原理基本上是一样的。人工培养液尽可能与它在胚内所处的环境类似。理想的培养液是完全由化学物所配制的，但一般需加入生物制品如血清或整个胚胎提取液，以供给必需的生长因素。

要了解组织或器官本身的生长分化特点，应用离体培养法具有一定的优越性，它可免除体内各种复杂因素的影响，并可控制实验条件，进行有关因素的分析。如将甲状腺与垂体一并培养，可观察垂体对胚胎甲状腺的形态和功能分化的影响。

胚胎学在医学中的应用

人体胚胎学与有关的医学基础学科和临床各学科均有着密切的关系。随着胚胎学研究方法和技术水平的不断改进和提高，为胚胎学在医学中的应用创造了有利条件。

解剖学与组织学从宏观和微观阐述了人体的形态结构，这两门学科的内容是愈来愈丰富，但一般反映难于记忆。而胚胎学从发生学角度介绍了这一复杂的人体结构从简单到复杂的一系列衍化过程及其规律性，这有助于对上述两门学科在理解的基础上进一步加以巩固和记忆。

实验胚胎学的成就对于病理学来说有着重要的意义。如创伤愈合，是通过胚胎阶段性的分化过程，组织恢复正常。因而，胚胎发生过程中，细胞的分裂和分化可用来说明病理变化的归转现象。又如胚胎发生的早期，内、中、外三个胚层的形成和进一步分化成各类组织和器官时，细胞常迁移到远离其原来发生的部位。通过动物实验，采用示踪法，对胚胎发育过程进行不断的观察，可追溯到身体各个部位细胞成分的来源。病理学者对肿瘤进行分类时，常需应用胚胎学这方面的知识。

围产医学是近十几年来新兴的一门学科，目的是保证孕妇在围产期间的健康、胎儿正常发育和安全分娩，提高新生儿的成活率。所以围产医学实属妇产科学和儿科学的范畴，但涉及其它很多学科，其中包括胚胎学。围产期一般指孕期满28周（或20周）到出生后7天（或28天）。为了保证胎儿健康成长，妇产和儿科医务人员必需掌握胚胎正常发育过程的一系列变化，即从受精卵开始一直到胎儿娩出，此外还需了解辅助胎儿生长发育的胎膜和胎盘的结构和生理功能，以便采取措施，排除一切影响胎儿正常发育的因素。

40年代以前，人们几乎不知道产生先天性畸形的原因，但目前对于先天性畸形的病因已有较丰富的知识。已知胎儿发育可受到遗传因素的影响，如遗传基因的缺损，染色体数目和结构的异常。另一方面也可受到环境因素的影响。胎儿发育的头三个月，特别是第15—60天左右，正是器官形成和组织分化时期，对射线、病毒和某些药物等最为敏感，这些外因也可导致胎儿畸形的产生。产科医生如了解到胎儿父母有先天性遗传病的家族史，孕妇曾患有病毒感染、服用过某些药物或受到过射线的照射，疑有胎儿畸形时，应及时作出诊断，中止妊娠，以减少畸形胎儿的出生率。采取的诊断手段与了解胎儿发育的规律有着密切的关系。如作羊膜穿刺取羊水，进行细胞培养作染色体检查，最好在16周左右，因此时羊水增长快，羊水中细胞较多，细胞培养易于生长，而且不易损伤胎儿。又如疑有骨骼系统畸形，则应了解胎儿骨骼的骨化时期。四肢骨在妊娠第17~19周时已骨化，当有畸形时，此时作X-线检查才可能发现问题作出诊断。

临床医生掌握了胚胎正常发育和异常发育的知识后，当遇见先天性畸形的患儿时，可作出科学的解释，确定治疗上的取舍。就以心血管先天性畸形而论，如系房间隔或动脉导管未闭，应进行手术治疗；如为右位心，未合并其它先天性心脏缺损，其功能正常，则不需手术治疗。临床各科尤其是小儿外科对于先天性畸形的治疗工作已作出了巨大的贡献，有的在胎儿时期已接受手术治疗。

胚胎学在临床应用的另一个重要方面关系到计划生育。当前国内外对控制人口的增长引起了普遍重视，尤其是人口众多的我国，在大力宣传计划生育的基础上已采取了一系列措施。从中充分体现了基础理论与临床实践的密切关系。只有在掌握了胚胎发育过程以及有关生殖生理方面的知识，才可采取先进技术和方法，对处于妊娠不同阶段的孕妇采取不同措施干扰胚胎发育，以达到节制生育的目的。

（许龄秀）

参 考 文 献

- [1] Moore, KL: The Developing Human-Clinically Oriented Embryology, 8rd.ed., W.E. Saunders Comp, London, 1982.
- [2] Needham, J.: A History of Embryology, 2nd, ed, Cambridge, Cambridge University Press, 1959.
- [3] Carlson, B M.: Patten's Foundation of Embryology, 4th ed., McGraw-Hill Book Comp., 1981.
- [4] Brent, R L.: Comments on the History of Teratology, *Teratology*, 20: 199—200, 1979.
- [5] Warkany, J.: The Medical Profession and Congenital Malformations (1900—1979) , *Teratology*, 20: 201—204, 1979.
- [6] Nagle, JJ: Hereditary and Human Affairs, 2nd ed, Mosby Comp, 1979.