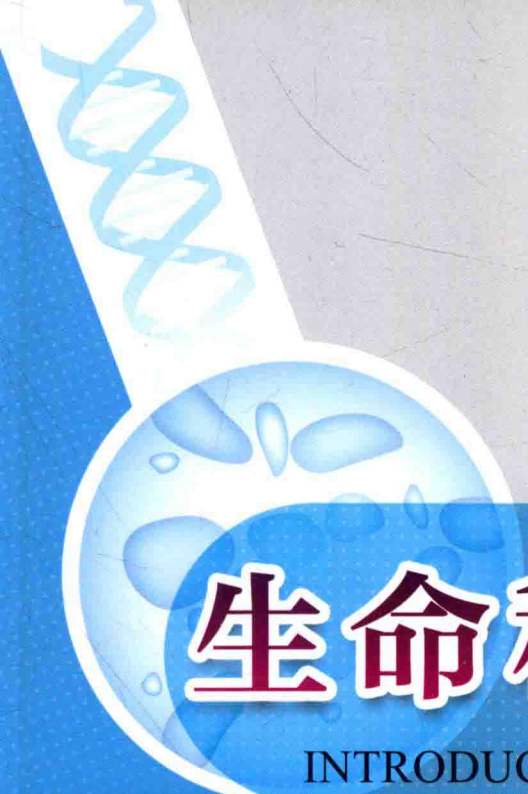
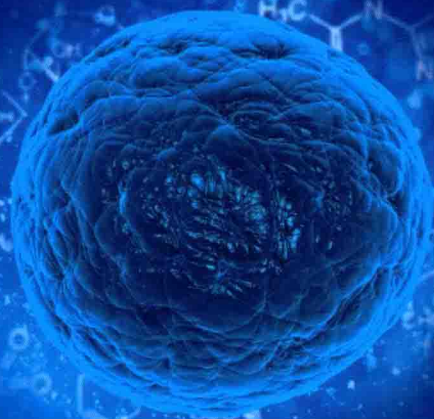


A stylized illustration in the top left corner featuring a blue DNA double helix structure that transitions into a circular magnifying glass. Inside the magnifying glass, a detailed blue cell with various organelles is visible.

生命科学导论

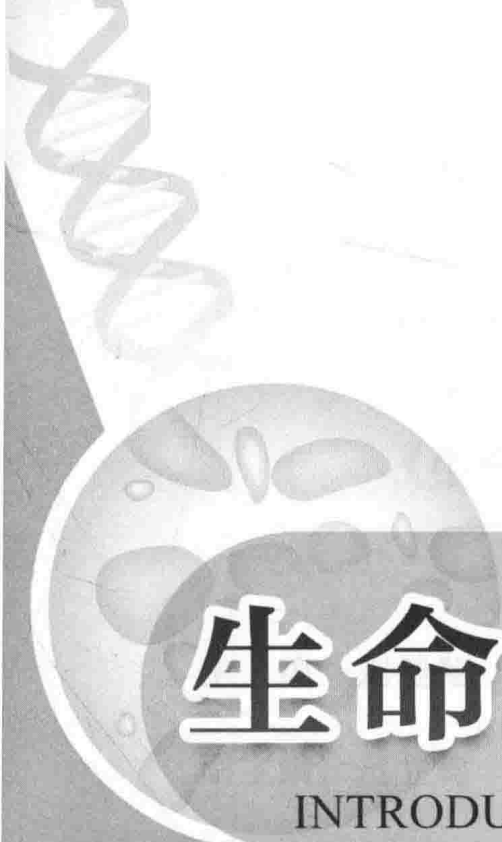
INTRODUCTION TO LIFE SCIENCE

主 编 刘健翔
副主编 范立梅



ZHEJIANG UNIVERSITY PRESS

浙江大学出版社



生命科学导论

INTRODUCTION TO LIFE SCIENCE

主 编 刘健翔
副主编 范立梅



ZHEJIANG UNIVERSITY PRESS
浙江大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

生命科学导论/刘健翔主编. —杭州: 浙江大学出版社, 2016. 4

ISBN 978-7-308-15725-4

I. ①生… II. ①刘… III. ①生命科学—教材
IV. ①Q1-0

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 066700 号

生命科学导论(SHENGMING KEXUE DAOLUN)

刘健翔 主编

策划编辑 季 峥 (zzstellar@126.com)

责任编辑 季 峥

责任校对 潘晶晶

封面设计 林智广告

出版发行 浙江大学出版社

(杭州市天目山路 148 号 邮政编码 310007)

(网址: <http://www.zjupress.com>)

排 版 杭州林智广告有限公司

印 刷 杭州日报报业集团盛元印务有限公司

开 本 787mm×1092mm 1/16

印 张 15

字 数 365 千

版 印 次 2016 年 4 月第 1 版 2016 年 4 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 978-7-308-15725-4

定 价 39.00 元

版权所有 翻印必究 印装差错 负责调换

浙江大学出版社发行中心邮购电话: (0571) 88925591; <http://zjdxcbbs.tmall.com>

《生命科学导论》编委会

主 编 刘健翔

副主编 范立梅

编 者(以姓氏笔画为序)

丁悦敏 王撬撬 方 洁 朱 锋

刘健翔 李林林 张 薇 张大勇

陈海芸 范立梅 郭君平

前 言

经过十一位编者的共同努力,这本《生命科学导论》终于完成了编写工作。

编写这本《生命科学导论》的主要原因在于:在过去几年的教学过程中,许多学生除了表现出对基础生物科学的兴趣之外,还希望能更多地了解医疗保健方面的实用知识,而在广义上,这些内容也是生物科学的延伸。因此,这本教材的特点在于:关爱生命、关注健康。本书不仅包括了细胞学、遗传学、胚胎学、生理学、微生物学和免疫学等经典的生命科学内容,还将营养学、健康管理、疾病防治、现场急救等实用的知识有机地结合进来,同时融入了一些小知识和小技巧。

由于编者水平有限,编写时间仓促,本书一定会有许多不足之处,敬请读者在使用过程中不吝赐教!

编 者

于 2016 年 2 月

目录 Contents

第一章 生命的历程.....	1
第一节 地球上生命的起源.....	1
第二节 人类胚胎发育.....	6
第三节 胚后发育	12
第四节 克隆技术	18
第二章 生命的最小单位——细胞	26
第一节 细胞的基本结构	26
第二节 细胞的增殖与分化	33
第三节 细胞的衰老、死亡与癌变.....	41
第四节 细胞工程	45
第三章 遗传与疾病	48
第一节 遗传的基础	48
第二节 遗传病的特点与类型	53
第三节 肿瘤	61
第四章 营养与健康	63
第一节 营养和宏量营养素	63
第二节 维生素、矿物质和水.....	70
第三节 膳食与人体健康	76
第五章 生命的自我调控	84
第一节 内环境与稳态	84
第二节 生理功能的调节	87
第三节 机体内的控制系统.....	104
第六章 微生物与健康.....	107
第一节 微生物概述.....	107
第二节 微生物的主要种类.....	108
第三节 微生物与传染病.....	122
第七章 免疫与健康.....	131
第一节 免疫概述.....	131
第二节 人体的三道免疫防线.....	135
第三节 免疫相关疾病.....	141
第四节 如何提高自身免疫力.....	144

第八章 健康自我管理..... 148

 第一节 健康与健康自我管理..... 148

 第二节 健康自我管理的方法与步骤..... 151

 第三节 生活方式自我管理..... 157

 第四节 亚健康自我管理..... 160

 第五节 慢性病自我管理..... 164

第九章 常见疾病的防治..... 177

 第一节 糖尿病..... 177

 第二节 高血压..... 181

 第三节 月经失调症..... 185

 第四节 慢性阻塞性肺疾病..... 188

 第五节 消化性溃疡..... 192

 第六节 缺铁性贫血..... 196

第十章 现场急救..... 199

 第一节 病情判断与呼救技能..... 199

 第二节 心肺复苏术..... 201

 第三节 海姆立克急救法..... 206

 第四节 创伤急救技术..... 209

参考文献..... 230

第一章 生命的历程

第一节 地球上生命的起源

有 200 多万种生物生存的地球,是一个瑰丽多姿的生命世界。然而,地球上的生命是如何起源的?一百年来,人们一直在不断地思考和探索这个问题。

研究生命的起源,就是研究地球或地外星球由非生命的物质演变出原始生命的过程,用人工方法模拟原始条件并重现这一自然过程。然而,研究生命起源的意义,并不仅仅是为了追根溯源,以弄清几十亿年生命诞生的历史,还在于通过阐明生命的起源和细胞的起源,人工合成生命物质与细胞,甚至人工合成生命,最终达到控制和改造生命的目标。生命起源是当代重大科学课题,又是至今依然了解甚少的生命科学的最基本问题,因为地球生命的发生毕竟是 35 亿年前的事件。

关于地球上生命的发生,一直是众说纷纭。总的来说,当代关于生命起源的假说可归结为两大类:“化学进化说”和“宇宙胚种说”,目前为大多数人接受的是“化学进化说”。

生命起源的“化学进化说”认为,生命起源于地球,经历了从无机物到有机物、由简单到复杂的化学进化过程。20 世纪 20 年代,苏联生物化学家奥巴林首先提出了“化学进化说”。他认为,原始地球上最初的原始生命是由非生命物质通过化学作用,逐步由简单到复杂,经过一个极漫长的自然演化过程形成的。由于地球上构成生物体的有机物质都是碳氢化合物的衍生物,因此奥巴林认为,生命起源过程,实质上就是碳氢化合物的化学进化(chemical evolution)过程。

之后,化学进化说为愈来愈多的实验所证实,已为大多数科学家所接受,并有新的发展。目前比较一致性的看法是:生命起源是地球形成早期化学物质长期进化的结果,从非生命向生命的转化大约完成于 36 亿~38 亿年前。化学进化发展到原始生命大致经过如下四个阶段:

一、由无机小分子物质形成有机小分子物质阶段

“化学进化说”认为,生命起源与地球演化,尤其是与早期地球大气演进的关系非常密切,大气层为生命的出现创造了必要的条件。

(一) 原始大气的成分及特点

科学家们推测,早期地球是一个炽热的球体,处于完全融化状态,此时由于地球引力吸引的星子(原始的小行星体)、彗星核、尘埃和气体团碰撞,使地球上的一切元素都呈现为气体状态。这种融化状态使得球体内部可以产生移动现象:重元素(如铁、镍等)向中心聚集而形成地核,围绕地核是很厚的一层原始岩浆;围绕球体的是厚厚的原始大气层,它是气化

的金属产生的,类似今天火山爆发出来的气体,含有二氧化碳、氮以及更复杂的分子(如甲烷、硫酸等)。随着地球温度慢慢降低,在地球中心逐渐形成固体的行星胚胎,外层则是地球的第一代大气。不过,第一代大气寿命不长,只存在了几千万年,就在强烈的太阳风作用下散发到太空了。

此后,由于地球形成过程中内部剧烈的变化,火山活动频繁,由原始地球喷出的大量气体逐渐形成第二代大气层,即原始地球大气。科学家认为,原始大气中含有氮、甲烷、氰化氢、硫化氢、二氧化碳、氢气和 water 蒸气等成分。因此,虽然原始大气组成与现在的大气成分不同,但对当时原始生命的诞生却有着极为重要的意义。

(二) 有机小分子的形成

原始大气中的无机小分子气体,在宇宙射线、紫外线和闪电等的不断作用下,完全能形成有机小分子物质,如氨基酸、嘌呤、嘧啶、核糖、脱氧核糖、核苷、核苷酸、脂肪酸等。当地球逐渐冷却后,原始大气中的水蒸气凝聚成小水滴,随后形成一场异常持久的暴雨,大气中的有机小分子物质随雨水降落到地面,汇集于原始的海洋中。日久天长,不断积累,原始海洋中有了丰富的氨基酸、核苷酸、单糖等有机物,原始海洋也被科学家称为“有机汤”,它为化学物质进一步的演化创造了必要的条件。

二、由有机小分子物质形成有机大分子物质

经过极其漫长的积累和相互作用,在适当的条件下,原始海洋中的一些氨基酸通过缩合作用形成了原始的蛋白质分子,核苷酸则通过聚合作用形成了原始的核酸分子。原始的蛋白质和核酸的出现意味着生命从此有了重要的物质基础。

有机大分子的形成是化学进化过程中又一重大质变,目前对于这个关键阶段主要存在着三种不同的观点。

(一) 海相起源说

在奥巴林的生命起源假说中,海水被认为是生命的摇篮,是不可或缺的。持这种观点的科学家认为,原始海洋中的氨基酸和核苷酸等小分子有机物被吸附于黏土一类物质的活性表面时,可以发生聚合反应。英国学者贝尔纳早在 1951 年就提出,某些黏土片层间因含有大量的正、负电荷,故可将带电的分子吸附并能成为原始催化中心的理论。20 世纪 60 年代,英国学者凯恩斯-史密斯也提出生命起源于黏土的主张,认为导致生命出现的化学演变是在黏土中进行的。之后,以色列的卡特恰尔斯基等人在实验室中,先使氨基酸与腺苷酸起作用,生成含有自由能的氨基酰腺苷酸,当后者被吸附在蒙脱土等特殊黏土的表面时,就能缩合生成多肽。

(二) 陆相起源说

以美国生化学家福克斯为代表,用“干热聚合”理论来解释蛋白质分子的合成。福克斯认为,早期的地球温度很高,依靠热能就足以使简单化合物形成复杂化合物。在原始地球的一些火山、温泉周围的“干热”地区,氨基酸在干热无水的条件下,能消除蛋白质分子合成过程中的水分,从而能聚合成原始蛋白质分子。为证明这一理论,1958 年,福克斯将甘氨酸溶解于加热熔化的焦谷氨酸液体后,将其倒入 160~200℃ 的热砂或黏土中,使水分蒸发、氨基酸浓缩,获得了谷氨酸甘氨酸聚合物——类蛋白(proteinoid)。1960 年,他又将天冬氨酸和谷氨酸混合在一起加热,又得到了“类蛋白”的高分子聚合物。福克斯认为,这种“类蛋白”是

今天生物体内各种蛋白质的始祖。由于福克斯提出的类蛋白起源于陆地,所以这种观点被称为“路相起源说”。

(三) 深海烟囱起源说

20 世纪 70 年代,美国的“阿尔文”号载人深潜器在 1650~2610m 深的东太平洋海底熔岩上,发现数十个直径约为 15cm 的、冒着黑色烟雾的“烟囱”,含矿热液以每秒几米的速度喷出。矿液刚喷出时为澄清溶液,与周围海水混合后,很快产生沉淀变为“黑烟”,这些海底硫化物堆积形成直立的柱体及圆丘,被形象地称为“深海烟囱”(见图 1-1)。之后,科学家在各大洋先后发现了许多“海底烟囱”。

1985 年,美国地质古生物学家斯坦利提出生命的深海底烟囱起源说:在洋中脊的深海烟囱与炽热岩浆直接连通,温度高达 1000°C ,使周围海水沸腾,冒出的浓烟中富含金属、硫化物,热水中富含 CO_2 、 NH_3 、 CH_4 和 H_2S ,这为生命起源提供了一个既有能量又有物质的还原环境,有机化合反应在这里产生,并随着温度递降出现了一系列化学反应梯度区。由 H_2 、 CH_4 、 NH_3 、 H_2S 、 CO_2 经高温化合反应形成氨基酸,继而硫和其他复杂化合物形成多肽、核苷酸链。

2007 年,我国“大洋一号”科学考察船在西南印度洋脊也首次发现了“深海烟囱”。图 1-2 所示是我国科学家在河北兴隆地区发现的 14.3 亿年前古海底“深海烟囱”的硫化物矿石标本,标本切面可见两个完整的烟囱通道。

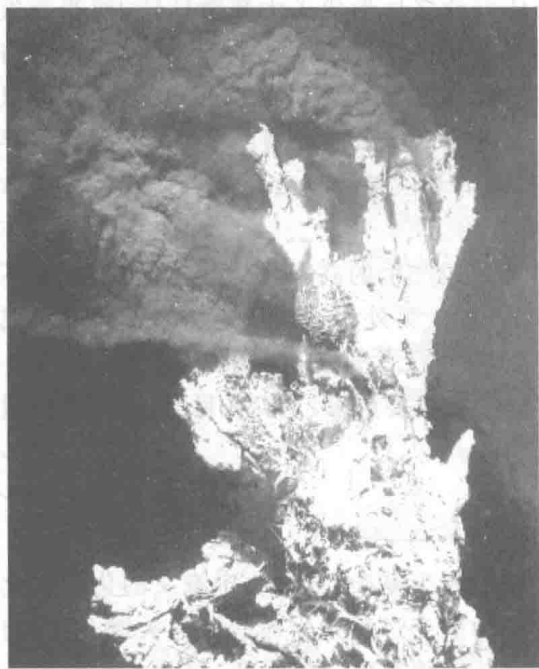


图 1-1 “深海烟囱”

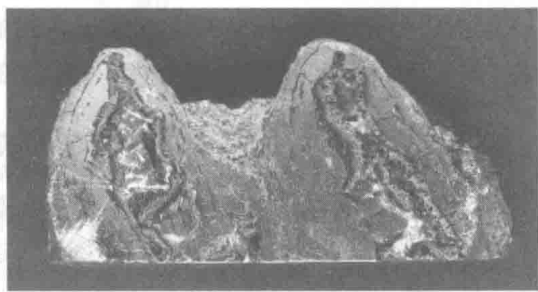


图 1-2 我国发现的“深海烟囱”矿石

以上三种假说都有各自的证据。可见,只要具有适合生命化学进化的条件,生命的起源过程便是不可避免的。

三、由有机大分子发展为多分子体系

蛋白质和核酸等生物大分子并不能独立表现生命现象,而蛋白质和核酸又容易遭受破

坏,只有当它们形成了众多的由蛋白质、核酸构成的多分子体系时,才能出现生命的萌芽。关于多分子体系的形成目前已产生众多假说,并为一些实验或证据所支持,其中奥巴林与福克斯分别提出的两种假说为大多数人所接受。

(一) 团聚体假说

“团聚体假说”认为,原始海洋中的蛋白质、核酸等各种有机大分子物质愈积愈多,浓度不断增加,在某种外部因素的作用下,这些有机大分子物质浓缩、分离,相互作用,聚集成小滴,这些小滴的外面包有最原始的界膜,使小滴内部与周围的海洋环境分开,形成独立的多分子体系,被称为团聚体(coacervate)。

团聚体是一种多分子体系,具有原始的代谢特性。例如,将具有化学催化性质的酶包裹在团聚体中时,它能从外部溶液中吸入某些分子作为反应底物,在酶的催化作用下发生特定的生化反应,反应的产物也能从团聚体中释放出去。奥巴林还完成了团聚体进行光合作用的模拟实验。他把叶绿素加到团聚体小滴中,把甲基红和抗坏血酸作为“食物”加到介质中,当用可见光照射团聚体小滴时,叶绿素中被激发的电子使甲基红还原,而从抗坏血酸中释放的电子则用来替代叶绿素中的电子。这一过程类似于绿色植物进行的光合作用。

(二) 类蛋白微球体假说

福克斯等人把干的氨基酸混合物加热到 170°C 并持续数小时,直到氨基酸干粉变成黏滞的液体,然后把它放入 1% 的氯化钠溶液中,液体混浊之后形成了无数微球体,或叫类蛋白微球体(microspheres)。在光学显微镜下,微球体直径约为 $1\sim 2\text{nm}$,具有两层膜,使之与环境相隔离成为相对独立的多分子体系。这种微球体能吸收外界物质,可以生长,体积可以增大,微球体悬液放置一段时间之后以类似细菌分裂的方式出芽生殖。微球体在 Mg^{2+} 存在情况下,可促使三磷酸腺苷(ATP)产生少量的二聚体和三聚体。由此福克斯认为微球体促使最小的密码单元产生,并认为这是核酸进化的开始。

福克斯所说的这种微球体是由氨基酸经过热聚作用产生的高聚物的胶体体系,其中不含核酸,这与生命离不开核酸的已知事实是不相吻合的。另外,与团聚体一样,微球体形成也需要很高的反应物浓度,“稀有机汤”或原始大气似乎都无法具备这种条件。

对微球体与团聚体的研究为了解生命的产生提供了重要启示,至少在目前,团聚体和微球体都被看成是生命起源过程中第三阶段的重要模型。

四、由多分子体系演化为原始生命

由多分子体系演化为原始生命是生命起源过程中最为复杂、最有决定意义的化学进化阶段,它直接涉及原始生命的诞生。所以,这一阶段的演变过程是生命起源的关键,但目前仅仅是推测,如果能够得到证实并能模拟的话,就意味着能人工合成生命,这将是生命科学的一个重大突破。

多数学者认为,像原始生命这样一种复杂的多分子体系,绝不是蛋白质与核酸等大分子的简单相加,而是出现了以蛋白质为主的代谢系统和以核酸为主的遗传系统之间的偶联,并在多分子体系内部建立起了信息传递、控制与调节的新关系,能有效地利用其他有机物质而繁殖自身的个体,从而出现了地球上前所未有的新物质,即原始生命。它不但能自我复制,还能自我更新。

【小知识】

米勒的模拟原始大气实验

1951年,在芝加哥大学的一次讲座中,诺贝尔化学奖得主尤里提到了在具有高度还原性的地球大气中出现生命的可能性,并且建议感兴趣的人去开展实验,年轻的米勒是那次演讲的听众之一。1952年,米勒师从尤里攻读博士学位,在尤里的指导下,米勒设计了一套密闭循环的玻璃仪器(见图1-3),模拟和验证了非生命有机分子在原始地球环境中生成生物分子结构单元的化学动力学过程。他先将模拟装置抽成真空,再用 130°C 的高温消毒18小时,然后在烧瓶中注入水来代表原始的海洋,其上部球形空间通入甲烷(CH_4)、氢气(H_2)、氨(NH_3)、水(H_2O)来模拟“还原性大气”。烧瓶加热使水蒸气在管中循环,通过两个电极放电产生电火花,模拟原始地球闪电的自然条件,并激发密闭装置中不同气体之间的化学反应;在球形空间下部连通冷凝管,让反应后的气体和水蒸气冷却后形成液体,模拟降雨过程。化学反应后形成的新化合物被“雨水”溶解后,又回流至底部的烧瓶。通过持续地反复循环,烧瓶中无色透明的液体逐渐变成了暗褐色。连续进行火花放电8天8夜后,在完全没有生命的系统中,发现了包括5种氨基酸和不同有机酸在内的各种新的有机化合物,其中的4种氨基酸与天然蛋白质中的氨基酸相同(甘氨酸、丙氨酸、谷氨酸、天冬氨酸)。另外还检测到可以合成核酸碱基的前体化合物,如氰化氢(HCN)等。米勒靠着执著探索的科学精神,终于得到了实验结果。

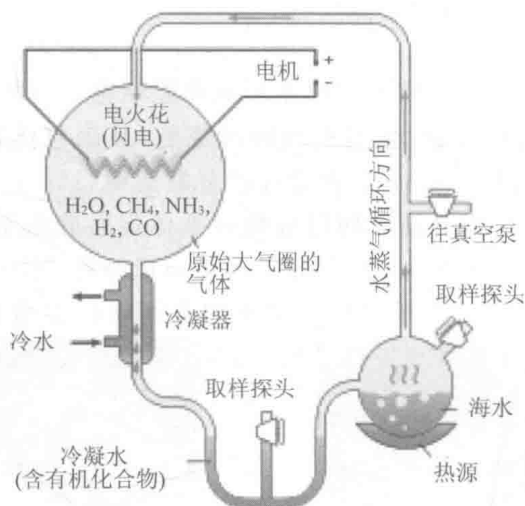


图1-3 米勒的模拟实验

生命在地球上的出现,是原始地球条件下各种物质相互作用的结果。在现今的地球条件下,作为生命起源的基本条件已不存在。随着地球上最早能进行光合作用的原始藻类(如蓝藻)和之后绿色植物的出现,现代大气已成为含氧丰富的氧化性大气,而不再是生命起源所必需的还原性大气。因此,在现在的地球环境条件下,是不可能再产生新的原始生命的。

生命的产生,是地球演化史上的一次大飞跃,它使地球的演化从化学进化阶段进入生物进化阶段,并由此引导出生机勃勃的生物进化历史。经过了漫长的进化后,终于产生了万物之灵——人类。

第二节 人类胚胎发育

一、生殖细胞的发生

人类生命延续的过程始于精子与卵子的结合,精子和卵子分别由精原细胞和卵原细胞演变而来,这个过程就是生殖细胞的发生。人类生殖细胞发生过程实质上就是减数分裂的过程。

(一) 精子的发生

青春期时,在脑垂体促性腺激素和雄激素的作用下,睾丸曲细精管生殖上皮中最原始的生殖细胞(即精原细胞)进行活跃的有丝分裂,经过多次有丝分裂,其中一部分细胞停止分裂,吸收营养,体积增大为初级精母细胞,其核内的染色体与精原细胞相同,仍然是二倍体,数目为46,XY。初级精母细胞随后进行第一次成熟分裂,产生两个次级精母细胞,其染色体数目已经减半为23,X或23,Y,成为单倍体。次级精母细胞随即进行第二次成熟分裂,形成4个精子细胞,精子细胞经过变形成为精子。上述两次成熟分裂过程中,染色体只复制一次而细胞分裂两次,结果所形成的精子细胞染色体数目减少了一半,因此这两次成熟分裂合称为减数分裂。精子的发育、成熟是一个连续不断的过程,通常从精原细胞发育成精子大约需时60余天。

(二) 卵子的发生

当女性胚胎3个月时卵巢生殖上皮增生形成卵原细胞。当胚胎发育至7个月时所有的卵原细胞通过若干次有丝分裂,生成初级卵母细胞,其染色体数目为46,XX。初级卵母细胞随即进入第一次成熟分裂,并长期停滞于分裂前期(12~50年不等)。直到女性发育至青春期(12~13岁)时,部分初级卵母细胞在垂体促性腺激素的作用下,完成第一次成熟分裂而形成两个大小不等的细胞,大的是次级卵母细胞,小的是第一极体,它们的染色体数目已经减半为23,X,均为单倍体。次级卵母细胞排卵前开始进行第二次成熟分裂,但停止在分裂中期等待受精。一旦受精立即完成第二次成熟分裂,形成卵子和第二极体。

二、胚胎发育过程

和所有脊椎动物一样,人体的胚胎发育过程也要经过几个基本的发育阶段,即受精、卵裂、囊胚、原肠胚、神经轴胚以及器官发生。

(一) 受精

两性生殖细胞结合的过程称为受精,形成的受精卵也称合子。受精是两性生殖细胞相互激活和双亲遗传物质相互融合严格有序的过程,它起始于精卵的接触(见图1-4、图1-5),终止于两原核的融合。受精一般发生在输卵管壶腹部,因此在计划生育中,应用避孕套、输卵管堵塞或输精管结扎等措施,可阻止精子与卵子相遇,从而达到避孕的目的。

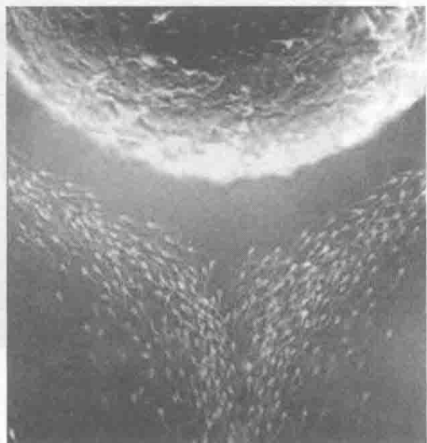


图 1-4 精子进入阴道的情形

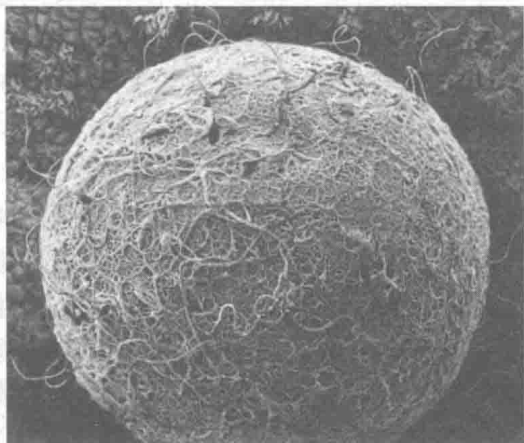


图 1-5 精卵接触

1. 受精的过程

(1) 精子获能

精子进入子宫和输卵管后,首先同这些管道分泌物中的酶发生反应,使其表面的特异性糖蛋白(即抗受精素)显露出来,从而获得受精能力,此现象称为精子获能。抗受精素能同卵子表面的特异蛋白(即受精素)发生特异性免疫反应,相互识别吸引,这是受精的先决条件。

(2) 顶体反应

当获能的精子与卵子相遇时,它首先与卵子周围的放射冠接触,此时精子顶体的前膜与卵子表面的细胞膜融合,继而破裂释放各种酸性水解酶,这个过程称为顶体反应(见图 1-6)。

(3) 透明带反应

精子借顶体酶的作用穿过放射冠和透明带,进入并附着于卵膜表面,随即精子的细胞核和细胞质进入卵内,精子进入卵内后,卵子浅层细胞质内皮层颗粒立即释放酶样物质,使透明带结构发生变化,此称为透明带反应(见图 1-7)。其作用是阻止其他精子与卵子接触,即阻止多精受精。

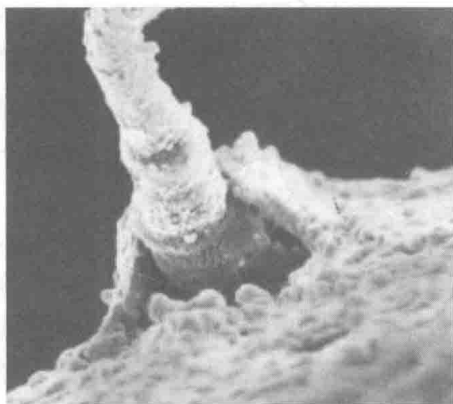


图 1-6 顶体反应



图 1-7 透明带反应

(4) 两性原核的融合

精子进入卵后,次级卵母细胞在精子的刺激下完成第二次成熟分裂,形成一个卵子和一

个第二极体。此时精子和卵子的核分别称为雄原核和雌原核。两个原核逐渐在细胞中部靠拢,核膜随即消失,染色体混合,形成两倍体的受精卵(见图 1-8),此时受精即告完成。整个受精过程约需 24 小时。

(二) 卵裂

受精卵的分裂称为卵裂,这是一种快速的细胞有丝分裂。卵细胞产生的子细胞称为卵裂球。卵裂具有严格的模式,不同动物的卵裂方式不完全相同,这主要是由于细胞质中决定纺锤体形成的因子,以及卵黄物质的分布和数量均不尽不同。而卵裂的方向则由卵的固有极性所决定,有些卵裂方向还与精子进入卵的位置有关,卵黄物质的分布和数量则决定卵裂发生的部位。

脊椎动物卵细胞一般具有极性。卵细胞内卵黄少的一极为动物极(animal pole),卵裂速度相对较快;另一极卵黄含量较多,为植物极(vegetal pole),分裂较慢。

卵裂虽然属于有丝分裂,但它与普通的细胞有丝分裂不同, G_1 和 G_2 期特别短或没有,因此配体不生长,卵裂球迅速进行一次又一次的分裂,分裂次数越多,分裂球体积越小。当受精卵分裂成 16 个细胞时,这些细胞密集地堆积在一起,成为一个实心的细胞团,称为桑椹胚(见图 1-9 中 7)。

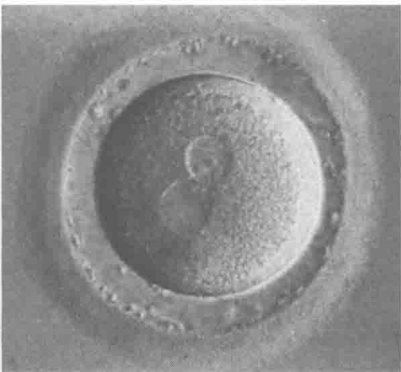


图 1-8 两性原核的融合

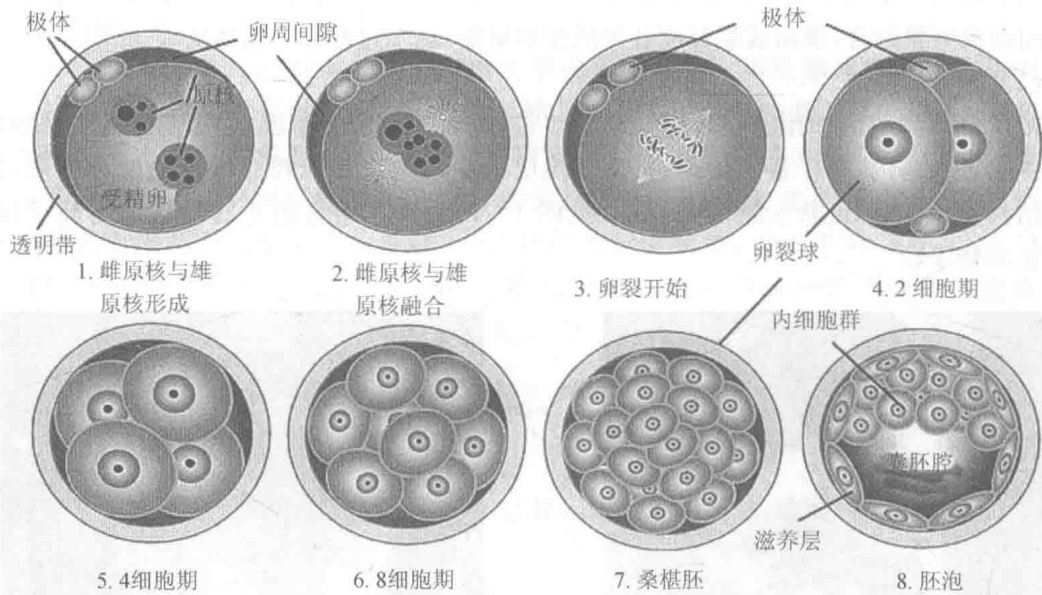


图 1-9 受精卵的卵裂过程

(三) 囊胚期

细胞继续进行分裂,卵裂球数量增多,实心胚体中间出现一个不规则的腔隙,随着腔隙中的液体增多,此腔变为一圆形的空腔,成为囊胚腔(blastocoel)(见图 1-9 中 8)。对于人类,此腔又称为胚泡腔(blastocoel cavity)。这种囊状的胚胎称为囊胚(blastula)。囊胚的形成标志着卵裂期的结束。对于哺乳类,因为卵中所含的卵黄少,外部细胞构成囊胚壁,由

单层细胞构成,称为滋养层(trophoblast),将发育成绒毛膜,参与胎盘(placenta)形成。滋养层能分泌蛋白酶,将母体子宫内膜溶解,利于胚胎植入母体子宫壁获取营养,保证胎儿正常发育;同时还可分泌激素,使母体子宫接纳胎儿。而内部细胞逐渐排列于胚泡腔的一端,称为内细胞群(见图1-10),后者将分化为由内、中、外三个胚层构成的胚盘。内细胞团与滋养层细胞无论在形态上还是在细胞质内蛋白质合成上都不相同,这代表哺乳动物细胞进行了早期细胞分化。有实验证明,哺乳动物胚胎2细胞期、4细胞期、8细胞期的单个卵裂球具有发育成滋养层和内细胞团,进而发育为完整个体的潜能,这说明卵裂球具有全能性。因此,哺乳动物囊胚与其他动物囊胚不同。

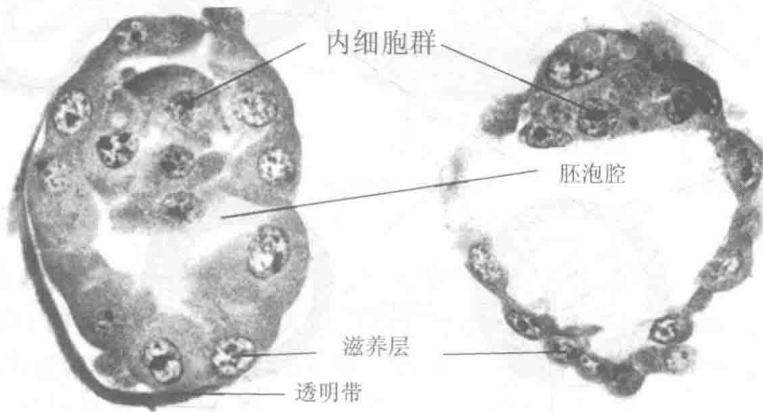


图1-10 胚泡

(四) 原肠胚期

原肠胚(gastrula)是胚胎发生中一个极其重要的时期,是胚胎分化为三个胚层的时期。在这个过程中,细胞发生重排。

胚胎发育到囊胚期以后,细胞继续分裂,但细胞分裂速度减缓,并开始剧烈运动。空球状的囊胚因为植物极细胞逐渐向囊胚内部凹陷,囊胚腔逐渐缩小或消失,动物极细胞向植物极方向迁移,并外包植物极半球。这时,胚胎成为具有两层细胞的配体,陷入的细胞所包围的腔称为原肠腔,它以胚孔(blastopore)与外界相通。此时期的胚胎称为原肠胚。胚孔、原肠腔的形成以及胚层的出现,是原肠胚期的主要形态特征。各种动物原肠形成期差别很大,但基本过程和发生机制都一致。

1. 蛙原肠胚的形成过程

蛙原肠胚形成的最初标志是植物极细胞在受精卵的灰色新月区上部内陷形成一弧形的沟,称为新月沟。沟的上方为背唇(dorsal lip)。分裂速度快的动物极细胞迁移并外包植物极半球,同时背唇细胞从新月沟处卷入胞体内。卷入以及内陷的细胞继续增多,原肠腔逐渐扩大,随后卷入活动由背唇向两侧扩展,形成左右两侧的侧唇(lateral lip)。外包和卷入区域继续扩大,又形成腹唇(ventral lip),最后由背唇、侧唇和腹唇围绕成一环形的胚孔。在胚孔中央尚有未完全陷入的含较多卵黄的植物极细胞,称为卵黄栓(yolk plug)。随着内陷、外包和卷入过程的进行,原肠腔由小变大逐渐将囊胚腔挤向侧面。

原肠胚形成结束时,卵黄栓全部包进胚胎内部,胚孔缩成一条狭缝,以后胚孔处将形成肛门。至此,经过外包、卷入和内陷等复杂的细胞迁移活动,终于形成具有胚孔、原肠腔、内

和外两层的原肠胚(见图 1-11)。这时的原肠腔并未全部由内胚层(endoderm)包围,在原肠腔背面顶壁和侧壁只有中胚层(mesoderm),在继后的神经胚时期,内胚层从两侧向背侧靠拢,最后完全包围原肠腔,所以原肠腔的形成过程也是三个胚层的形成过程。

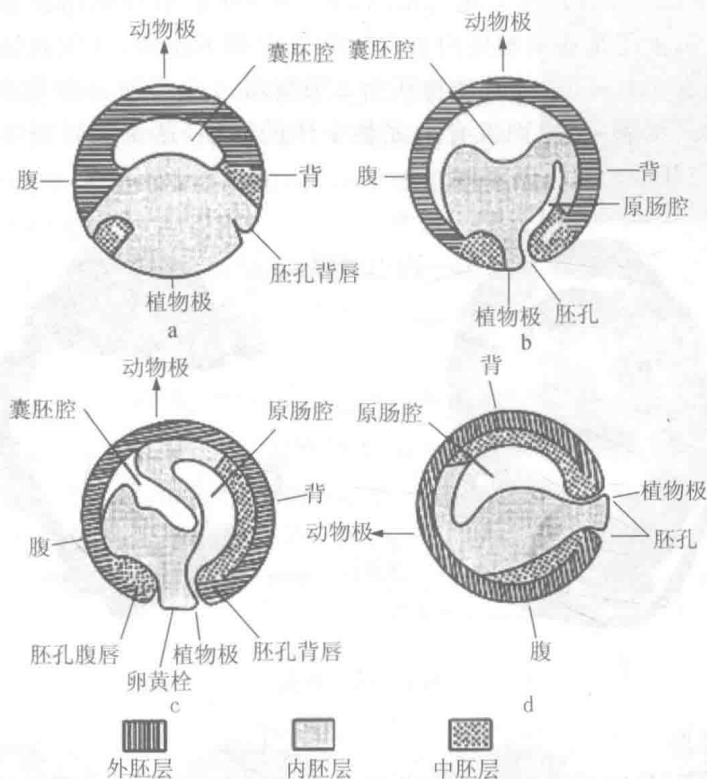


图 1-11 原肠胚的形成

2. 哺乳动物原肠胚的形成

哺乳动物的卵很小,为均黄卵,胚胎发育的主要营养来自母体。在囊胚期,胚泡植入母体子宫壁。胚胎在发育时形成一些特殊的结构,如尿囊、胚盘等。随着内细胞团细胞不断分裂、增殖,靠近胚泡腔一侧的细胞演变成为一层细胞,称为下胚层(hypoblast),当初构成胚泡壁的滋养层细胞在许多动物逐渐消失。由内细胞团分化发育的胚盘直接发育成为原肠胚。高等哺乳类动物,如灵长类,滋养层细胞增殖发育成绒毛膜,后者参与胎盘的形,从子宫内膜获取营养,内细胞团分化成由内、中、外三个胚层构成的胚盘。内、外胚层周缘的细胞分别向四周延伸,围成卵黄囊及羊膜腔。中胚层在内、外胚层之后出现,此后,三个胚层开始分化,进入神经轴胚期。

从以上可以看出,从原肠胚开始到原肠胚形成是一个复杂的细胞迁移、重排的过程,是动物发育过程中的一个重要阶段。囊胚期以前,胚胎的结构和生理活动都很简单,囊胚基本上是一些结构相似的细胞集合在一起。原肠胚及其以后就有明显的变化,出现了胚层的分化,特别是中胚层的出现,为以后复杂的组织和器官的形成打下基础。

(五) 神经轴胚期

原肠胚期结束后,胚体开始伸长,并具备了内、中、外 3 个胚层,它们是动物所有组织器官形成的基础。胚层开始分化,在胚体背部产生中轴器官——脊索(notochord)和神经管(neural tube),这时期的胚胎称为神经轴胚(neurula)。所有的脊椎动物都有相同的器官发