

# 泰山护理职业学院教案

课程名称: 遗传学 授课班级: \_\_\_\_\_ 授课人: \_\_\_\_\_ 教案编号: \_\_\_\_\_  
授课题目: 有丝分裂、减数分裂 授课类型: \_\_\_\_\_ 授课时数: 2

## 一、教学目标

知识目标: 1. 掌握有丝分裂、减数分裂的概念和各期特点。  
2. 了解配子的发生经过及细胞分化。

能力目标: 1. 能解释遗传规律的细胞学基础;  
2. 能解释染色体病的发病机制。

情感目标: 树立事物是发生发展的唯物主义观念, 加深对生物体变化规律的认识, 激发探索生命科学的兴趣。

## 二、教学重点、难点

重点: 细胞在有丝分裂, 减数分裂过程中细胞核的变化特点。

难点: 细胞在有丝分裂, 减数分裂过程中染色体、DNA、染色单体的变化规律。

## 三、教学资源

教材: 《医学遗传学》 第1版 王英南主编 中国医药科技出版社

教具: 多媒体

## 四、教法与学法

教法: 理论讲授为主, 利用多媒体课件展示, 使学生认识细胞分裂的动态变化过程。

学法: 分析、比较、归纳。

## 五、教学过程

### (一) 检查复习

细胞的基本结构

### (二) 导入新课

走进细胞——美国细胞生物学家威尔逊 (E.B.Wilson) 曾说到: “每一个生物科学问题的答案都必须在细胞中寻找”。现在人们能够使植物细胞在培养瓶中发育生长成幼苗; 用动物体细胞核的移植, 无性繁殖出了克隆动物; 试管婴儿的诞生给不育夫妇带来了福音; 用人体造血干细胞移植可以治疗白血病。这些生命的奇迹是如何产生? 又如何依赖于细胞进行遗传与发育呢? 让我们走进细胞, 深入地探索它的奥秘。

### (三) 讲授新课 (板书设计)

## 第二节 细胞增殖

### 一、细胞增殖方式

细胞增殖是细胞生命活动的特征之一, 细胞通过分裂, 数目不断增加。细胞增殖包括无丝分裂、有丝分裂和减数分裂三种方式。

单细胞生物, 以细胞分裂的方式产生新的个体; 多细胞生物, 由一个受精卵经过细胞的分裂和分化, 最终发育成一个新的多细胞个体, 同时通过细胞分裂产生新的细胞, 用来补充体内衰老和死亡的细胞。细胞增殖是生物体生长、发育、繁殖和遗传的基础。

无丝分裂最早是在鸡的胚胎红细胞中发现的。其分裂过程首先是细胞核先伸长, 然后中央凹陷变细, 呈哑铃状, 接着整个细胞从中部缢缩成为两个子细胞, 没有染色体的组装和纺锤体形成, 在

低等生物中较为常见。人体中只发生在某些迅速分裂的组织（如口腔上皮）及创伤修复、病例性代偿（如伤口附近、炎症）的组织中。

真核生物的主要增殖方式是有丝分裂。高等生物在形成生殖细胞时，要进行减数分裂。

## 二、细胞增殖周期

细胞从上一次有丝分裂结束开始到下一次有丝分裂结束为止所经历的整个过程称为细胞周期。

细胞周期分为分裂间期和分裂期（M期）（图 3-15）。分裂间期占细胞增殖周期的 95%以上。

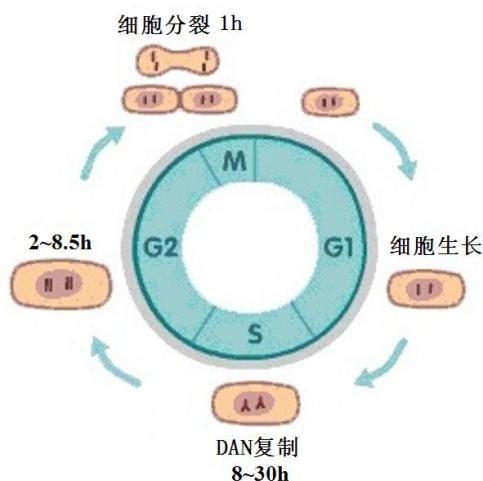


图 3-15 细胞周期图解

### （一）细胞增殖周期各期的主要特点

#### 1. 间期

间期是指从上一次有丝分裂结束开始，到下一次有丝分裂开始为止所经历的过程。根据细胞中 DNA 的合成情况，间期又分为 DNA 合成前期（G<sub>1</sub>）、DNA 合成期（S）、DNA 合成后期（G<sub>2</sub>）。

（1）G<sub>1</sub>期 是指前一次细胞分裂结束到下一次 DNA 合成开始前的细胞生长、发育时期。这个时期的主要特点是细胞不断生长，体积增大，物质代谢活跃，主要合成三种 RNA、蛋白质和各种酶系，为 DNA 复制作好物质和能量准备。

细胞周期的长短主要决定于 G<sub>1</sub>期，也是药物等因素作用于细胞周期的一个敏感点。各类细胞的 G<sub>1</sub>期所需时间差异非常大，可从几小时到数月或更长。细胞进入 G<sub>1</sub>期后有三种去向：①细胞不断离开 G<sub>1</sub>期，继续保持分裂能力，称连续分裂细胞。如骨髓造血干细胞、皮肤生发层细胞、小肠绒毛上皮隐窝细胞及精原细胞等；②不再增殖失去分裂能力，终生停留在 G<sub>1</sub>期，直至衰老死亡，这类细胞又称终端分化细胞。如神经细胞、肌肉细胞、红细胞、角化细胞等；③暂时不增殖，这类细胞有增殖能力但暂时停留在 G<sub>1</sub>期，当机体受到某种刺激，可重新进行细胞增殖，这类细胞称为休眠细胞或 G<sub>0</sub>期细胞。如肝细胞、肾细胞，淋巴细胞。若处于 G<sub>0</sub>期的细胞是肿瘤细胞，则是肿瘤复发的根源。

（2）S期 这一时期完成 DNA 的合成，同时合成与 DNA 有关的组蛋白。此期经 DNA 复制，细胞内 DNA 的含量增加一倍。通常只要 DNA 的合成一开始，细胞增殖就会继续下去，直到分裂成

两个子细胞。S期所需的时间，哺乳动物细胞通常为8h~30h，有时也可达60h。

(3) G<sub>2</sub>期 当DNA复制完毕后细胞进入G<sub>2</sub>期。这一时期主要是为细胞分裂准备物质条件，合成与有丝分裂有关的RNA和蛋白质，如组成纺锤丝的微管蛋白等。G<sub>2</sub>期所需时间很短，一般为2h~8.5h。

## 2. 分裂期(M期)

有丝分裂期的主要特征是把已经复制的两套遗传物质DNA平均分配到两个子细胞中去。M期所需的时间很短，哺乳动物细胞约1h。根据分裂过程中染色体的变化将其分为四个时期。

(1) 前期 从分裂期开始细胞核膨大，最终到核仁、核膜解体为止的时期。细胞核中染色质由念珠状细丝，逐渐螺旋卷曲，形成具有一定形态和数目的染色体，每条前期染色体是由两条螺旋化的染色单体所组成，借着丝粒相连，称为二分体。中心粒在S期复制，形成两对中心粒，逐渐移向细胞两极。在两极中心粒之间形成由微管组装的纺锤丝，逐渐形成纺锤体（图3-16）。

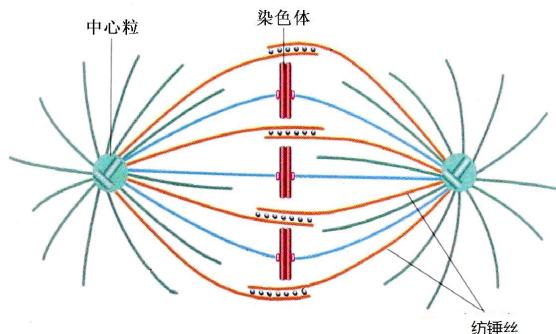


图3-16 纺锤体示意图

(2) 中期 主要特征是染色体达到最大的浓缩状态，排列在赤道面上形成赤道板。细胞分裂中期，两对中心粒已经到达细胞的两极，每条染色体的着丝粒与中心粒发出的纺锤丝相连，在纺锤丝的牵引下，移到细胞中央平面上，形成赤道板。这时染色体的形态和数目清楚，易于辨认。

(3) 后期 细胞分裂后期，染色体的着丝粒纵裂为二，把原来连接在同一个着丝粒上的两条染色单体分成两条相同的染色体，于是原来的一组染色体形成数目和形态完全相同的两组染色体。在纺锤丝的牵引下，两组染色体彼此分离，分别向两极移动。与此同时，细胞拉长，并在中部开始收缩，细胞膜内凹。

(4) 末期 两组染色体到达细胞的两极，逐渐解旋，伸长变细，形成染色质，然后出现新的核膜和核仁。同时细胞膜在两个子核中间凹陷加深，最后分隔成两个子细胞（图3-17）。

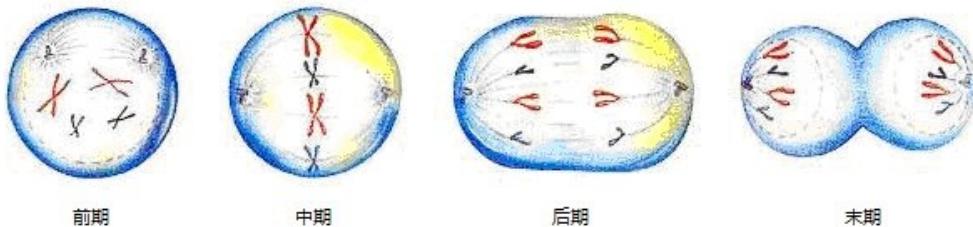


图 3-17 有丝分裂过程示意图

在上述过程中，染色体（DNA）复制一次，细胞分裂一次。复制的染色体平均分为两组，精确地分配到两个子细胞中。每个子细胞中的染色体数目与原来母细胞的染色体数目完全相同。因此，有丝分裂的过程保证了细胞核中每一条染色体和其全部遗传信息的准确复制和平均分配，从而保证了遗传物质的连续性和稳定性。

## （二）细胞周期的调控

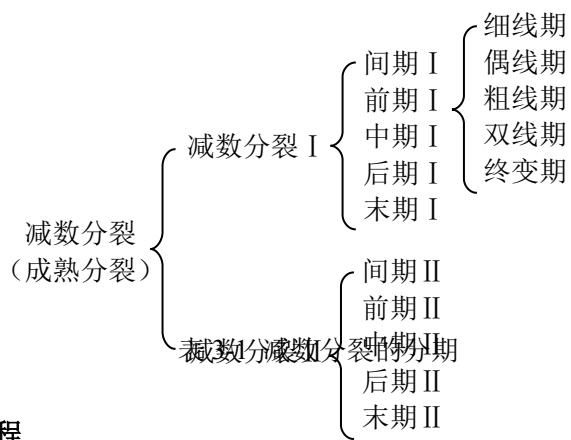
细胞的增殖在正常情况下受到严格的调节控制，以保证机体体积和生理机能的平衡。如人体消化道上皮细胞增殖力很强，但每天只产生新细胞约  $3 \times 10^{10}$  个，与损耗的上皮细胞数基本相等。这说明上皮细胞的增殖速率受到了限制。细胞周期的调控还受到生长因子的影响。细胞生长因子是指对细胞的生长、增殖有促进作用的蛋白质，存在于各种组织细胞中，可调节细胞的增殖活动。如血小板生长因子（PDGF）可启动 G<sub>0</sub>期细胞进入细胞周期，促进 S 期 DNA 合成，从而使细胞增殖。当机体组织受到损伤时，血小板便释放 PDGF 促使受伤血管内皮细胞及上皮细胞增生。伤口愈合后 PDGF 停止释放。细胞中抑素和环腺苷酸（cAMP）的浓度也影响细胞周期的调控。肿瘤细胞的 cAMP 含量下降因而使细胞增殖失控，导致细胞无限制增殖。

# 第3节 减数分裂与配子发生

## 一、减数分裂的概念和过程

### （一）减数分裂的概念

减数分裂（meiosis）是配子发生成熟期中进行的特殊的细胞分裂。在减数分裂过程中，细胞连续分裂两次，染色体复制一次，一个细胞形成四个子细胞，每个子细胞中的染色体数目是原来的一半。减数分裂的过程由两次分裂组成（表 3-1），分别称为减数第一次分裂（I）和减数第二次分裂（II）。



## (二) 减数分裂过程

### 1. 减数分裂 I

减数分裂 I 的过程比较复杂，分为以下几个时期（图 3-18）。

#### (1) 间期 I：DNA 完成自我复制。

(2) 前期 I 这个时期比有丝分裂的前期历时更长，是整个减数分裂过程中最复杂的时期。根据其染色体变化的特点，又分为以下五个期。

①细线期 (leptotene)：此期核内染色质浓缩形成细长如线的染色体，但在光镜下难以分辨；

②偶线期 (zygotene)：同源染色体从某一点开始相互靠拢，两两配对，称为联会。同源染色体是指每对染色体一条来自父方的精子，一条来自母方的卵子，在形态结构、大小上基本相同，染色体上基因的排列顺序也基本相同。联会的结果， $2n$  个染色体配成  $n$  对染色体，每一对同源染色体又称为二价体。人的 23 对染色体可以形成 23 个二价体；

③粗线期 (pachytene)：染色体缩短、增粗，在光镜下可以看到每条染色体由两条染色单体构成，此时的二价体显示出由四条染色单体所组成，称为四分体。二价体中相邻的非姐妹染色体单体之间发生交叉 (chiasma)，其上对称的位置上发生片段交换，引起了遗传物质的重组，从而增加了精子和卵细胞的多样性；

④双线期 (diplotene)：染色体进一步缩短、增粗，联会的二价体之间互相排斥而开始分离，只有交叉的部位仍然连在一起。二价体之间可以有若干个交叉，其交叉的数量和部位在同一种类不同细胞中有所不同。如人的每个二价体平均有 2.36 个交叉；

⑤终变期 (diakinesis)：染色体更进一步螺旋化，变得更短、更粗，核仁、核膜消失。

(3) 中期 I 各对同源染色体向细胞中央的平面移动，排列于细胞中央赤道板上。不同于有丝分裂的是，二价体中两个同源染色体的着丝粒是面向相反的两极，而且每个同源染色体的着丝粒朝向哪一极是随机的。从纺锤体的极面观察，各二价体分散排列在赤道板附近。这时是鉴定染色体的最好时期。

(4) 后期 I 在纺锤丝的牵引作用，细胞中的同源染色体均等分离，移向细胞两极。当同源染色体移向两极的同时，非同源染色体可随机组合。这个时期的变化和有丝分裂不同。

(5) 末期 I 染色体到达两极后，开始解旋变成细丝状染色质，核膜出现，新核形成。同时细胞膜在中部横缢将细胞质均分成两部分，形成两个子细胞。这时每个子细胞中只含有  $n$  条染色体（即  $n$  个二分体），染色体数目比母细胞减少了一半。

### 2. 减数分裂 II

第一次减数分裂结束以后，染色体不需复制，细胞就从末期 I 很快进入前期 II。有些生物不存在间期 II。减数分裂 II 的过程与有丝分裂相似。

- (1) 前期 II 染色体重新浓缩，每个细胞中只含有  $n$  个二分体（染色体），核膜消失、核仁解体，纺锤体出现。
- (2) 中期 II 每个二分体排列在细胞中央的赤道板上。
- (3) 后期 II 每个二分体的着丝粒纵裂为二，姐妹染色单体彼此分开，成为两条子染色体，在纺锤丝的作用下分别移向细胞两极。
- (4) 末期 II 染色单体到达细胞两极，此时称为染色体。染色体螺旋逐渐松解恢复为染色质，核膜出现，新核形成，同时细胞膜中部横缢将细胞分裂为二，这时每个子细胞中仍然含有  $n$  条染色体。

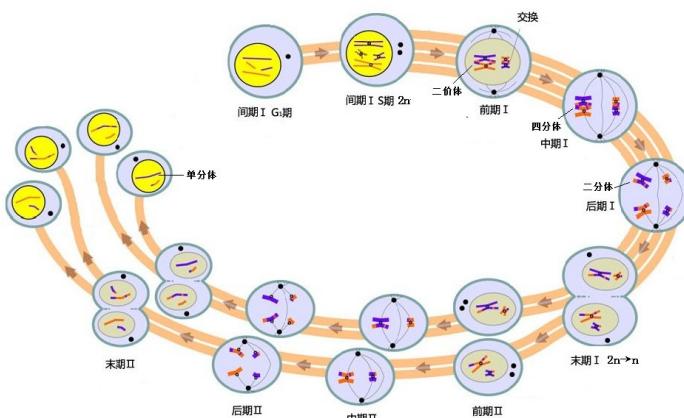


图 3-18 减数分裂过程示意图

### (三) 减数分裂的生物学意义

减数分裂是配子形成过程中的必经阶段，具有非常重要的生物学意义。

首先，减数分裂形成了染色体数目减半的精子（ $n$ ）和卵子（ $n$ ），当精卵结合成为受精卵，又恢复为二倍体  $2n$ 。保证了亲代与子代之间染色体数目的稳定性。

其次，减数分裂 I 过程中，同源染色体分离是分离定律的细胞学基础、非同源染色体发生自由组合是自由组合定律的细胞学基础，同源染色体联会和交叉是互换的细胞学基础。所以减数分裂是遗传学三大定律的细胞学基础。

第三，通过减数分裂，人的 23 对同源染色体，形成  $2^{23}=8388608$  种不同染色体组成的生殖细胞。如果各对同源染色体之间再发生交换，又会增加生殖细胞中染色体组成的差异，将获得大量具有多样性的生殖细胞。使个体表现出遗传的多样性，增加了后代适应环境变化的能力，为生物的进化提供了动力。

## 二、配子发生

生殖细胞是连接上下两代的桥梁，亲代的遗传物质必须依靠生殖细胞才能传递给子代，因此了解精子和卵子的发生过程对研究人类的遗传与优生具有重要意义。

### (一) 精子的发生

人类精子的发生是由睾丸曲细精管上皮内的精原细胞经过增殖期、生长期、成熟期和变形期而发育到成熟精子的过程（图 3-19）。

#### 1. 增殖期

男性睾丸中的曲细精管上皮可产生大量的精原细胞（spermatogonium）。精原细胞经过多次有丝分裂而大量增殖，以增加精原细胞的数量，其中一部分精原细胞进入生长期。

#### 2. 生长期

精原细胞进入生长期后体积稍有增大而成为初级精母细胞（primary spermatocyte）。精原细胞和初级精母细胞的染色体数目和其他的体细胞一样，都是二倍体 $2n$ ，包含有46条染色体，其中有1条X染色体，1条Y染色体。

### 3. 成熟期

每个初级精母细胞在成熟期要进行减数分裂，经过减数分裂I后形成2个次级精母细胞（secondary spermatocyte），每个次级精母细胞中含有23条二分体。接着次级精母细胞再经过减数分裂II，各形成2个精子细胞（spermatid）。结果1个初级精母细胞经过减数分裂后形成4个精子细胞，其中2个精子细胞含有X染色体，另2个精子细胞含有Y染色体，每1个精子细胞中都含有23条染色体。经过减数分裂后的精子细胞，由于只含有一个染色体组的染色体，所以称为单倍体 $n$ 。

### 4. 变形期

在人类的精子发生过程中，精子细胞还需要经过变形，发育成具有头、颈和尾的精子。

精子的形成自青春期开始，不断地进行，一般约70d完成一个周期。自性成熟时起，持续不断地产生精子直至生育期结束。估计一个男子一生中产生的精子数达一万亿个。

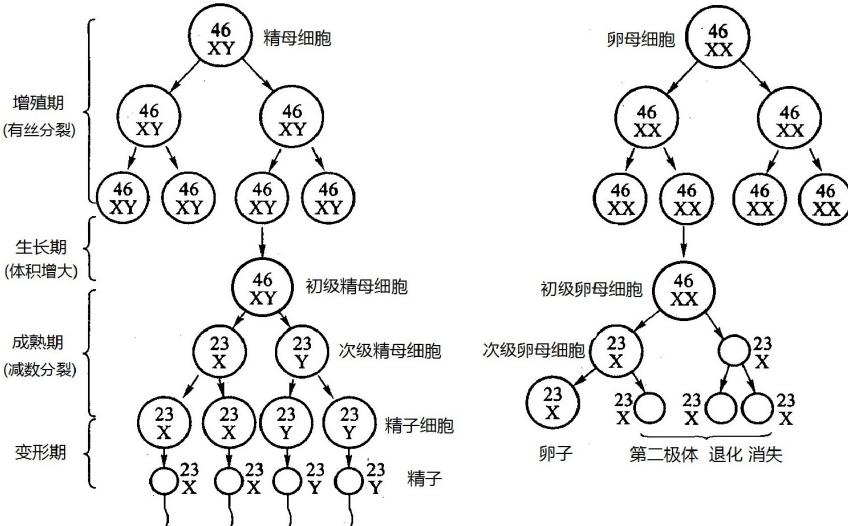


图 3-19 精子和卵子发生示意图

## (二) 卵子的发生

人类卵子的发生所经历的过程及其染色体的变化，与精子的发生大体相似（图3-19）。

### 1. 增殖期

在女性卵巢中有大量的卵原细胞（oogonium），卵原细胞经多次有丝分裂而增殖，以增加卵原细胞的数量。

### 2. 生长期

在生长期中，卵原细胞的体积显著增大，成为初级卵母细胞（primary oocyte），其细胞质中富含有许多营养物质，最主要的是卵黄和核蛋白。卵原细胞和初级卵母细胞的染色体数为 $2n$ 。

### 3. 成熟期

初级卵母细胞进一步发育，停留在减数第一次分裂前期I的双线期，女性青春期性成熟后，初级卵母细胞进入成熟期而继续发育，完成第一次减数分裂，形成一个体积较大的次级卵母细胞（secondary oocyte）和一个体积很小的第一极体。次级卵母细胞接着再经过第二次减数分裂，形成一个体积较大的卵细胞和一个体积很小的第二极体，同时第一极体也随之分裂形成两个第二极体。这样一个初级卵母细胞经过减数分裂后，形成一个卵细胞（oopid）和三个第二极体。卵细胞含有23条染色体，其中一条是X染色体。第二极体主要含有核物质，以后不能发育而退化消失。卵细胞不需细胞变形，通过减数分裂所形成的卵细胞就是成熟的卵子。

人类卵子发生所经历时间要比精子发生过程长得多。卵原细胞的增殖是在胚胎时期的卵巢中进行的。在女性胚胎期第5个月前后，初级卵母细胞就开始进行减数分裂，减数分裂进行到前期I

(大约双线期)时,初级卵母细胞就停留在这个阶段。出生前卵巢中大约有700万个卵原细胞和初级卵母细胞,出生后逐渐退化,大约只有400个初级卵母细胞具有继续发育的能力。性成熟后,每月一般只有一个初级卵母细胞继续发育,完成第一次减数分裂,形成一个次级卵母细胞和一个第一极体。排卵就是排出处于第二次减数分裂中期的次级卵母细胞和第一极体。由卵巢排放入输卵管,在输卵管中若与精子结合受精后,次级卵母细胞才能继续完成第二次减数分裂,形成一个卵细胞和一个第二极体,同时第一极体也分裂成两个第二极体。如果未受精,则次级卵母细胞和第一极体不能完成减数分裂而死亡消失。所以,女性的初级卵母细胞在婴儿一出生就已经形成,伴随女性年龄的增长,卵子的成熟过程在体内要经历不同的时间,最长的可达50年左右。女性生育越晚,卵子受体内、外各种不良因素的风险就越高,容易导致卵子中的染色体发生异常。即随高龄孕妇年龄的增长,生育染色体异常胎儿的风险将成倍增加。

### 三、人类性别决定的染色体机制

与性别决定有明显而直接关系的是性染色体。在配子发生时,男性产生X染色体和Y染色体两种精子且数量相等,而女性只形成含X染色体的卵子。受精时,如果X染色体精子与卵子结合,组成XX型受精卵,将来发育成女性;若Y染色体精子与卵子结合则形成XY型受精卵,将来发育成男性。在自然状态下,精子与卵子的结合是随机,因此在人类中男女比例大致为1:1。

X染色体和Y染色体在性别决定中的作用并不相同。一个个体无论有几条X染色体,但只要有一条Y染色体就可以决定睾丸的形成,因为Y染色体的短臂上有一个决定男性的重要基因即睾丸决定因子,该基因产生的H-Y抗原可促使胚胎中原始性腺发育成睾丸。对于性染色体组成为XX的女性,由于无睾丸决定因子和H-Y抗原存在,原始性腺便发育成卵巢。因此,Y染色体在人类性别决定中起到关键性的作用。

#### 知识链接 她到底是男还是女

在第十届奥运会的女子100米比赛项目中,波兰人运动员瓦拉谢维奇取得了骄人的成绩,并且,她先后多次创造女子短跑的世界纪录。后来,在美国遭遇了一起汽车抢劫案,被无辜枪杀。在医生尸检的时候,发现这位被波兰人民称为女英雄的她竟然是男性,世人一片哗然,直到今天她仍是田坛上有“争议”的人物。

高等生物个体一般是由几十甚至上千种不同类型的细胞所构成,这些不同类型的细胞是由一个受精卵通过反复的细胞分裂、生长、凋亡和分化发育而成的。在人的个体发育过程中,受精卵产生的后代细胞,不仅出现了可见的形态变化,而且各种细胞所执行的功能也发生了差异。如:肌细胞呈柱形或梭形,合成肌动蛋白和肌球蛋白,其主要功能是收缩;红细胞呈双面凹的扁圆盘状,其中无细胞核,含丰富的血红蛋白,主要功能是携带和运输气体。细胞之间逐步产生稳定差异的过程称为

细胞分化。即由原来较简单具有可塑性的状态，向异样化稳定状态进行转化的过程。人体中有 220 余种分化的细胞，细胞分化是生物界中普遍存在的一种现象。细胞分裂可以增加细胞的数量，即发生量的变化；细胞生长可以增加细胞的体积和重量；而细胞的分化可形成各种不同的成熟细胞，即发生质的变化。只有三者共同作用，才能实现人从一个受精卵最终发育成由多细胞构成的人体。

### 一、细胞分化中的发育潜能变化

根据发育潜能不同，分为全能性干细胞、多能性干细胞和专能性干细胞，最后失去分化潜能成为成熟定型的功能细胞。

受精卵能够分化出各种细胞、组织，形成一个完整的个体，受精卵的分化潜能称为全能性。单个细胞在一定条件下分化发育成为完整个体的能力称为细胞的全能性。全能性细胞应该具有全套的基因组，可以表达其中的任何基因，分化形成该物种任何种类的细胞。例如，人的受精卵以及 8 细胞期以前卵裂球中的任意一个细胞，均具有全能性。随着分化发育的进程，细胞逐渐丧失其分化潜能，虽然还具有分化成多种组织细胞的发育潜能，但已经失去了发育成完整个体的能力，这时的发育潜能叫多能性。如骨髓造血干细胞，可分化成红细胞、白细胞、血小板等多种血细胞，但不能分化出血液系统以外的其它细胞。随细胞分化程度的深入，其发育潜能逐渐变窄成为专能性细胞，即只能向单一方向分化，形成一种类型的细胞，如能完成组织自我更新的神经干细胞。而成熟功能细胞是行使特定功能的细胞，生物体的大部分细胞属于失去（或暂时失去）分化的功能细胞。如肝、肾、胰等脏器的实质细胞、成熟红细胞、角化上皮细胞、肌细胞和神经元等，这些功能细胞都会衰老和凋亡。从分化潜能角度来看，个体发育是由一个分化程度低、分化潜能高的幼稚细胞到分化程度高、分化潜能低的成熟功能细胞的过程。

在低等动物中，全部体细胞都具有全能性，保持着全套基因，并能再生成完整的个体。如腔肠动物门的水螅，几乎所有细胞都能再生成一个完整的水螅。另外，哺乳动物的体细胞虽然已经失去了全能性，但其细胞核仍具备全能性。

### 二、细胞核移植与克隆

细胞核移植技术是指将供体细胞核用显微注射的方法，移入除去核的卵母细胞中，使后者不经过精子穿透等有性过程而被激活，分裂并发育成与供体细胞核遗传成份一样的新个体。供体可以是胚胎干细胞核，也可以是体细胞核。受体大多是动物的卵细胞，因卵子的体积较大，操作较容易。因此细胞核移植技术，主要是用来研究胚胎发育过程中，细胞核和细胞质的功能，探讨有关遗传、发育和细胞分化等方面的一些基础理论问题。

克隆（clone）是指通过无性生殖，得到与母体相同遗传物质的个体（图 3-20）。克隆按用途不同可分为以下几种。

“治疗性克隆”是利用病人的体细胞或成年干细胞，通过核移植和干细胞技术，在体外进行诱导分化出与病人遗传物质一致的特定细胞、组织或器官。如皮肤、软骨、心脏、肝脏、肾脏、膀胱等，再将这些细胞、组织或器官移植到病人身上，以完成某种疾病的治疗，如老年痴呆症、帕金森综合征、I型糖尿病等迄今无法治愈的疾病，利用这种方法将从根本上解决同种异体移植过程中最难的免疫排斥反应，同时还为用于移植的细胞、组织或器官提供了良好而充分的来源。

“去衰老克隆”的对象是老年人的衰老问题，因而“去衰老克隆”无需迅速诱导分化细胞，也无需特定的细胞类型，各个细胞类型均可使用，因为老年人的所有细胞类型均已衰老，均需置换，而且一般只要进行细胞移植，不必重建器官。

“生殖性克隆”是对整个人的复制，即从被克隆的人身上取得细胞后，利用细胞核移植技术使新的卵细胞分化并形成胚胎。然而目前所进行的实验均停留在动物实验与理论研究上，此项技术真正应用于人类还存在着种种困难。但不可否认的是，克隆技术与其他技术的共同发展，使人类器官重建不再遥不可及。

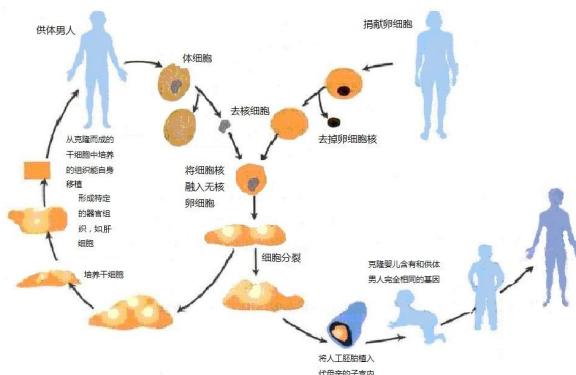


图 3-20 克隆人或器官技术路线示意图

#### (四) 布置作业

1、完成课后练习。

2、预习人类染色体与染色体病。

#### 六、课后评析

1.本章内容在学习的过程中，要以已有知识为基础，前后知识相联系，并且多与生活实践相结合，要做到活学活用。

2.教学中要注重课程资源的选择、整合和优化。通过多媒体让学生感受细胞分裂过程的动态性和连续性，通过探究学习、自主学习和合作学习，发挥了学生的主体作用，促使学生感知知识的形成。同时要克服多媒体手段转瞬即逝的弊端。对知识进行精加工和双重编码，以期达到由感性到理性的转变。