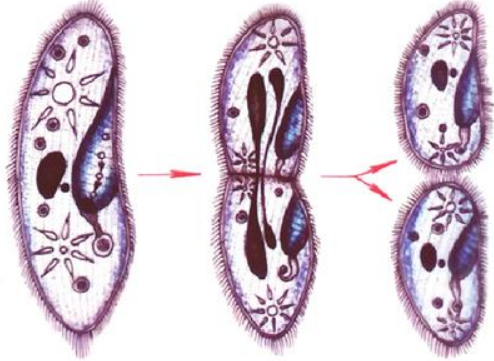
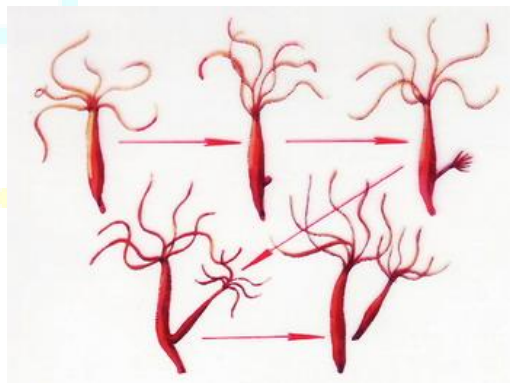
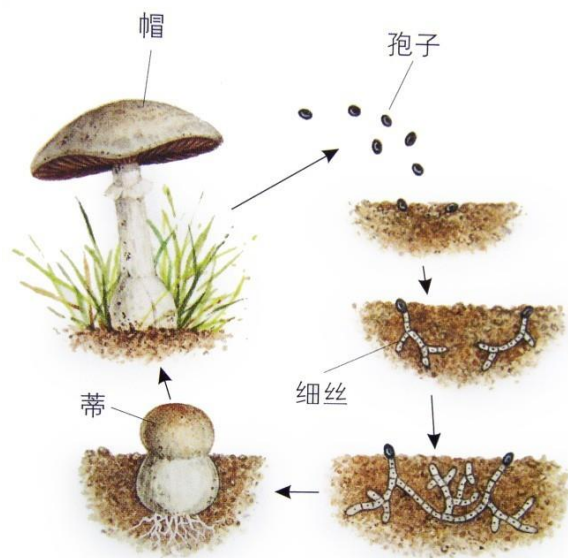


## 生殖

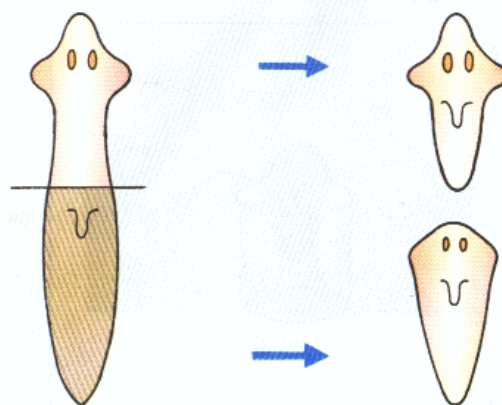
- 植物产生后代的过程
- 可分为无性生殖(aseexual reproduction)和有性生殖(sexual reproduction)

<p>无性生殖</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 不经过生殖细胞或配子(gamete)结合</li> <li>• 子代与亲代有相同的遗传物质, 有相同的形状</li> <li>• 对环境的适应力较低</li> </ul>	<p>分裂生殖 (fission)</p>	<p>由一个生物体直接分裂成为两个新个体。这两个新个体, 大小和形状基本相同 如草履虫和变形虫的二分裂 (binary fission), 疟原虫(<i>Plasmodium</i>)复分裂产生大量个体</p> 
	<p>出芽生殖 (budding)</p>	<p>在母体的一定部位上长出芽体。芽体长大以后, 从母体上脱落下来, 成为与母体一样的新个体 如酵母菌(yeast)和水螅 (hydra)的生殖</p> 
	<p>孢子生殖 (sporulation)</p>	<p>真菌和一些植物, 能够产生一种无性的生殖细胞——孢子。孢子在适宜的环境条件下, 能够萌发并长成新植株 如面包霉(<i>Rhizopus</i>)的直立菌丝顶端膨胀成孢子囊(sporangium)产生孢子, 单胞藻(<i>Chlamydomonas</i>)能产生带有鞭毛能游泳的游动孢子(zooospore)</p>



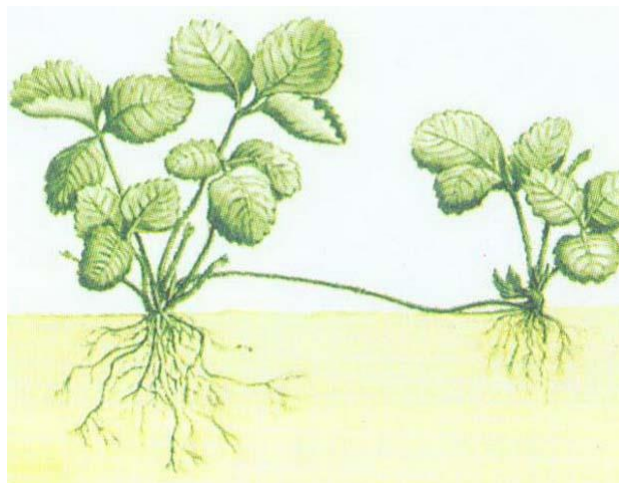
断裂生殖  
(fragmentation)

一个母体的身体折断后，每段可继续生长成新个体的生殖方式  
如水绵(spirogyra)



营养生殖  
(vegetative propagation)

植物体营养器官（根、茎、叶）的一部分，在与母体脱离后，能够发育成为一个新个体  
如洋葱的鳞茎(bulb)、马铃薯的块茎(tuber)



有性生殖

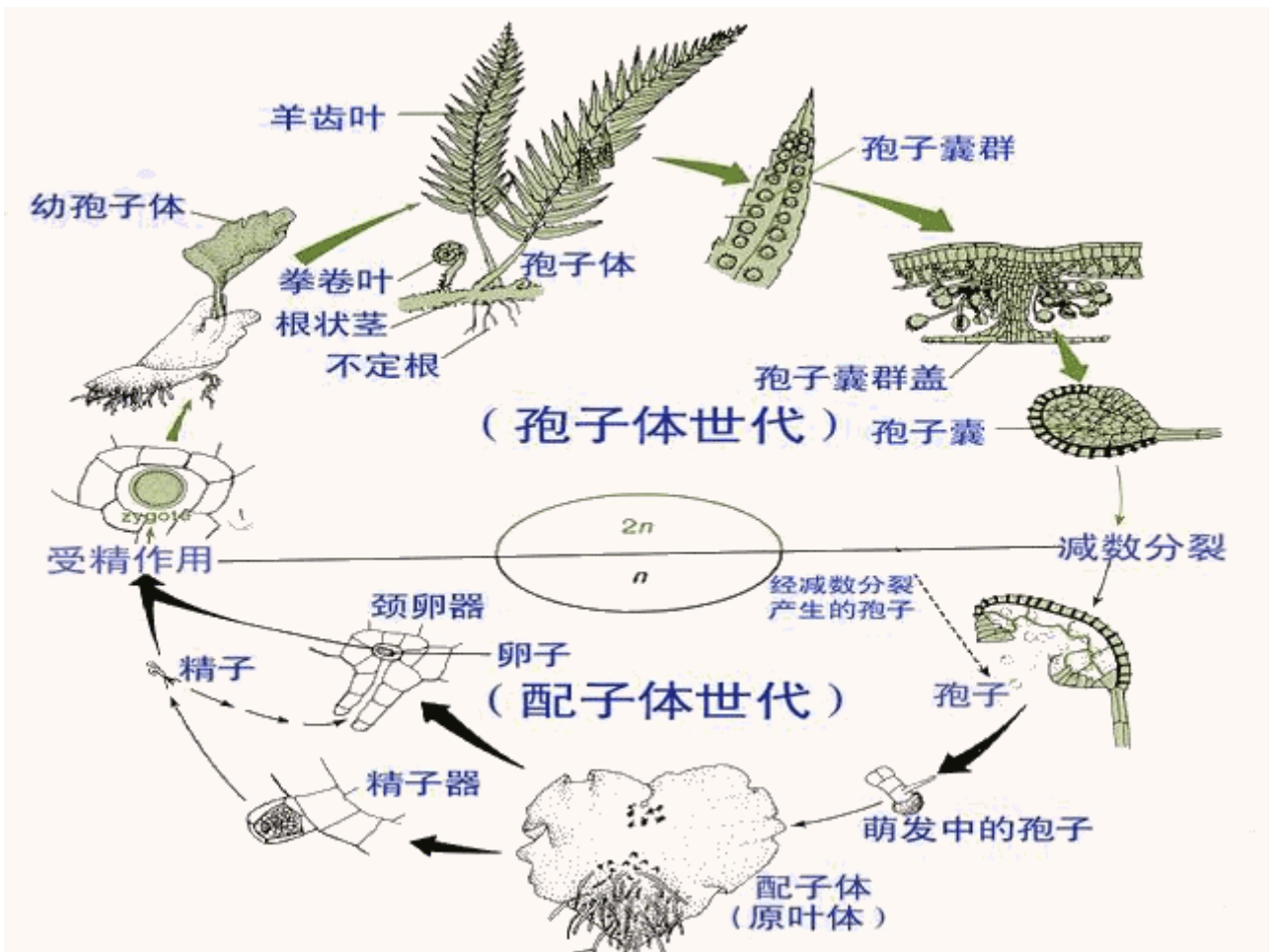
同配生殖

两种相互结合的配子形态、结构、大小、运动能力相同。原始方式

<ul style="list-style-type: none"> <li>• 通过两性配子的结合而形成合子 (zygote)</li> <li>• 具有双亲的遗传特征</li> <li>• 对不断变化的环境产生更大适应力</li> </ul>		<p>如衣藻类、真菌、低等动物和植物</p>
	<p>异配生殖</p>	<p>两种相互结合的配子形态结构相同，但大小和运动能力不同，大而运动能力迟缓的为雌配子，小而运动能力强的为雄配子 多见低等藻类，如实求藻(Pandorina)</p> <p>空球藻的异配生殖</p>
	<p>卵式生殖</p>	<p>两种相互结合的配子形态、结构、大小、运动能力不同，大配子无鞭毛不能运动称卵，小而有鞭毛能运动的为精子，精卵结合产生合子发育成胚，由胚发育成新的植株 高等植物均行卵式生殖，但藻类很多种类也是卵式生殖</p>

植物的世代交替(alteration of generation)

- 植物的生活史(life cycle)中， 双倍体的孢子体世代(diploid sporophyte generation) 和单倍体的配子体世代 (haploid gametophyte generation)有规律地交替出现现象
- 配子体：由孢子发育而成， 产生配子进行有性生殖的单倍体植物(n)
- 孢子体：由合子发育形成， 产生孢子进行无性生殖的二倍体植物(2n)
- 如低等植物如藻类（石莼 *Ulva lactuca*）、苔藓（土马鬃 *Polytrichum*、地钱 *Marchantia*）、蕨类植物和种子植物



苔藓植物的生活史

- 孢子体的体形小、生命短，必须依赖配子体生活
- 水份充足，苔藓精子器破裂，放出带鞭毛的精子
- ↓
- 精子与颈卵器中唯一的卵会和
- ↓



卵子受精后形成双倍体或  $2n$  的合子，开始孢子体世代



孢子体在颈卵器中形成柄



柄逐渐伸出配子体，末端形成一个囊，称荚(capsule)



荚内细胞经减数分裂后产生单倍体的孢子



孢子成熟后释放到潮湿的土壤发育成丝状或叶状体

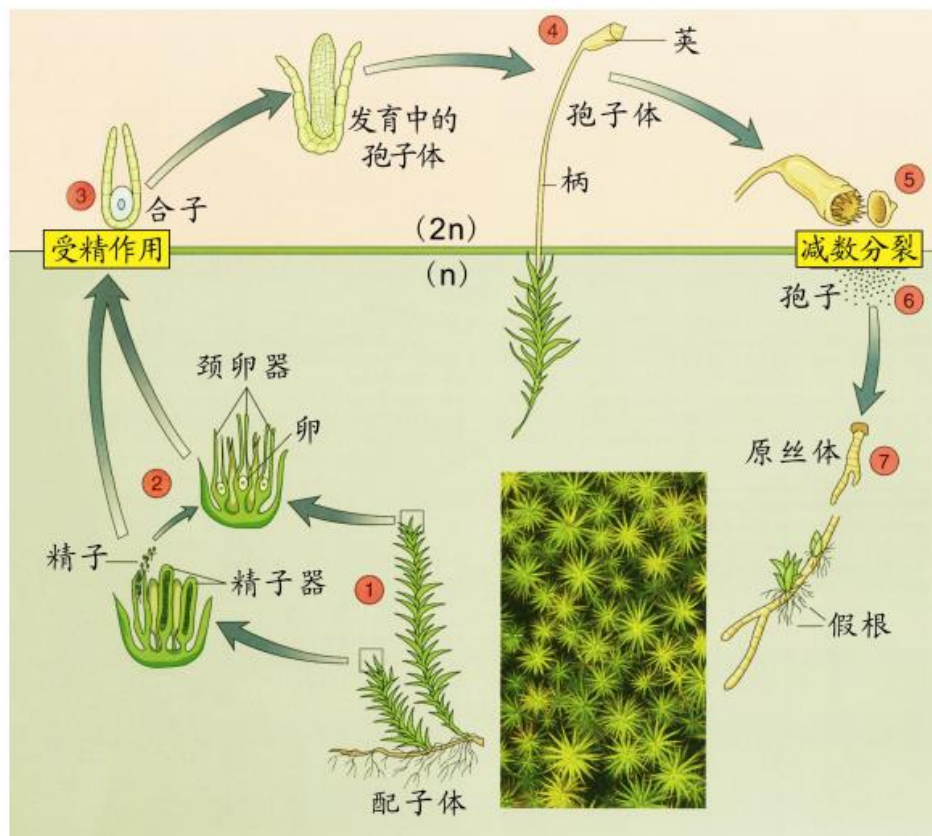


图 17.2 土马藻的生活史

### 蕨类植物的生活史

- 生活史包括孢子体和配子体世代

孢子体	配子体
<ul style="list-style-type: none"><li>• 具有微管束，有根、茎、叶之分</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• 配子体称原叶体，细胞含有叶绿体、假根</li></ul>

- 蕨叶背面有孢子囊群，内有孢子母细胞，进行减数分裂形成孢子
- 孢子散发后，遇适宜环境，萌发成配子体

- 原叶体上有精子器和颈卵器，精子游到颈卵器，与卵融合成合子
- 合子萌发成孢子体，长出根、茎、叶等结构

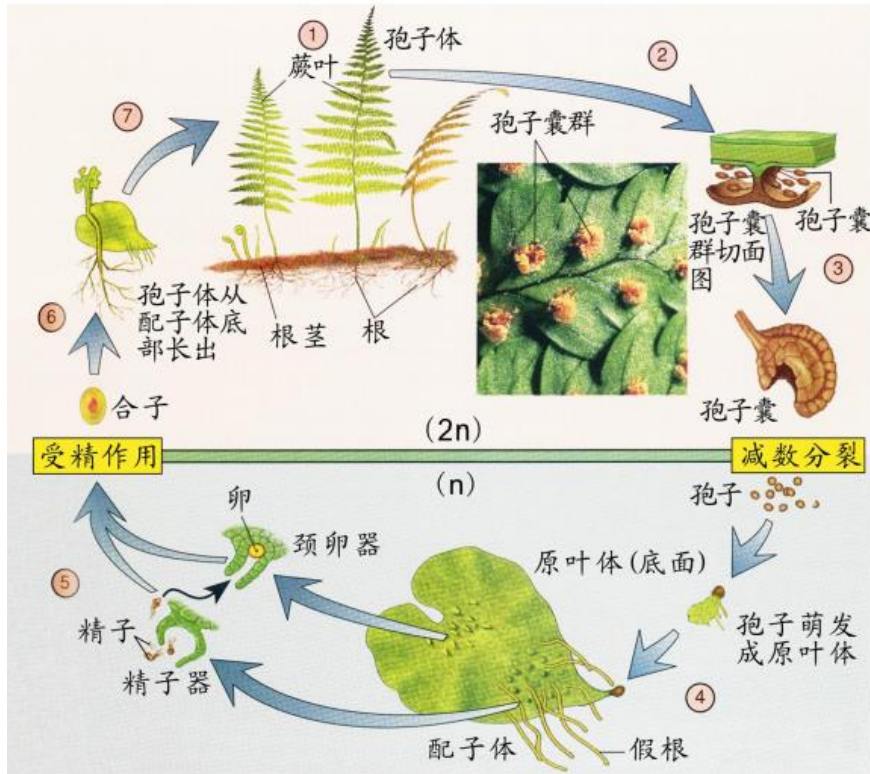


图 17.3 蕨类植物的生活史

### 种子植物的生活史

SJUEC.COM

- 种子植物可分为裸子植物和被子植物

裸子植物	种子裸露，不具子房
被子植物	种子位于果实内

- 种子植物与苔藓、蕨类植物的不同点
  - 生活史中，配子体退化得很小，并隐藏在孢子体的生殖器官内
  - 形成花粉管，使精、卵受精不需要水分为媒介
  - 具有种子

### 花粉粒的产生

- 花药(anther)内花粉母细胞(pollen mother cell)或小孢子母细胞发生减数分裂，每个小孢子母细胞(2n)产生 4 个小孢子(n)
- 小孢子是花粉粒的开始，所以花药又可称为小孢子囊 (pollen sacs)
- 成长的小孢子经一次有丝分裂产生一个大的营养细胞和一个小的生殖细胞

- 营养细胞含丰富营养物质，供应花粉粒继续发育之用
- 生殖细胞无细胞壁可分裂成 2 个细胞，即雄配子或精子
  - 一个含有 3 个细胞的成熟花粉粒，即雄配子体(n)就形成了小麦、玉米、向日葵等的花粉粒都是含有 3 个细胞的
  - 另一些植物，如棉花、桃、百合的花粉粒只有 2 个细胞，它们的生殖细胞不分裂，要等花粉粒传到柱头上才分裂成 2 个精子。

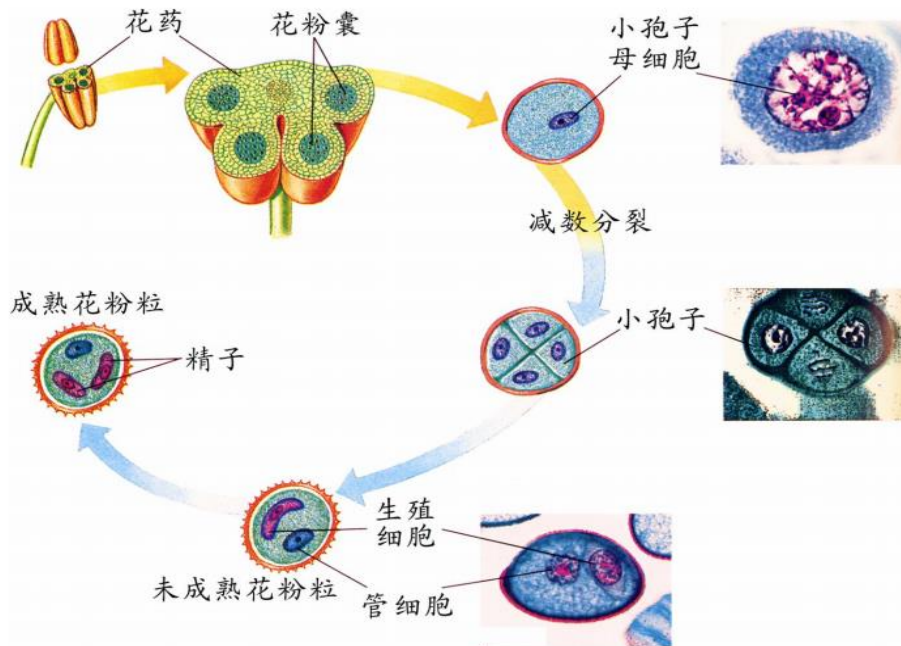
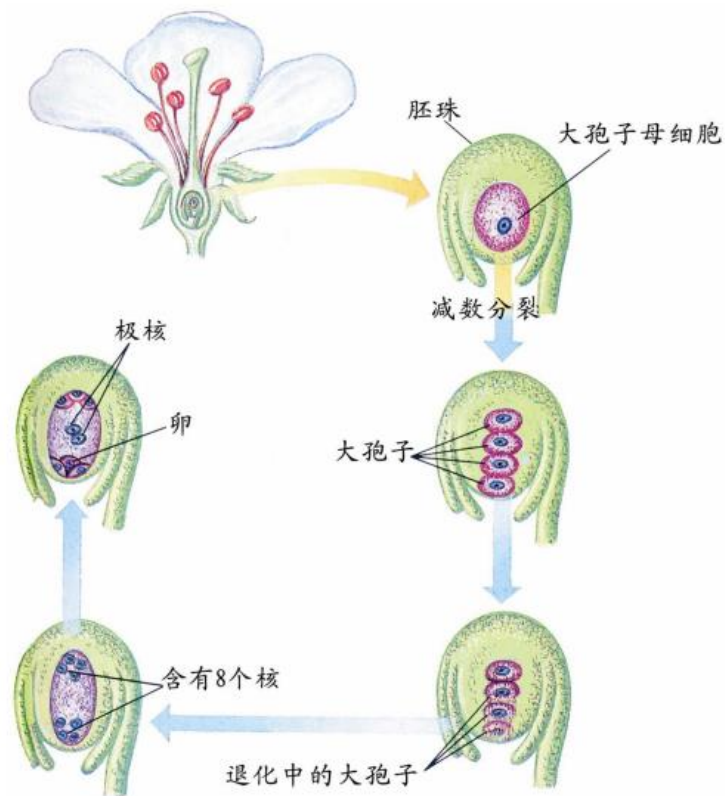


图 17.5 花粉粒的形成

## 胚囊的形成

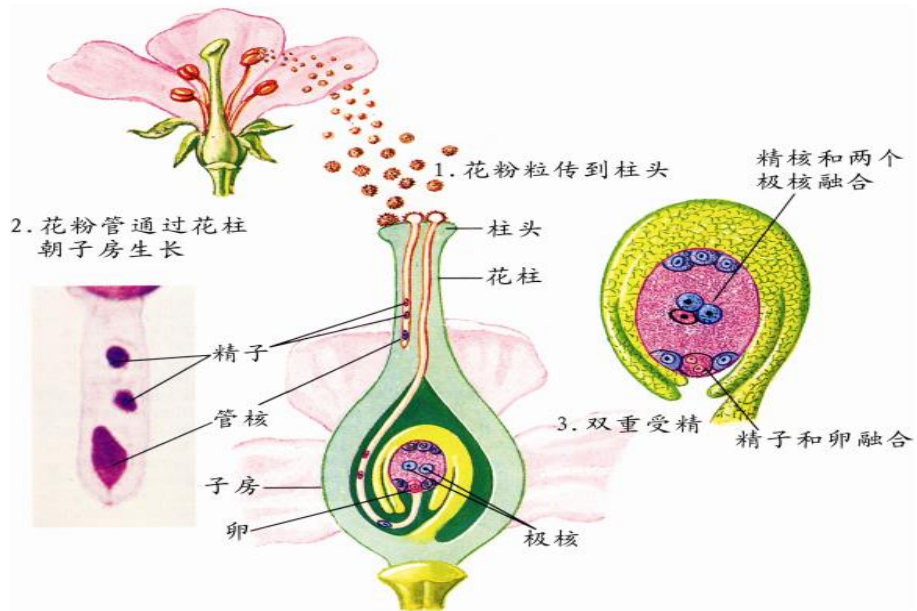
- 胚珠内的大孢子母细胞发生减数分裂，一个大孢子产生 4 个排成一直行的单倍体(n)细胞，其中顶端靠近珠孔的 3 个细胞退化，只有最深处的一個发育成大孢子，所以胚珠实际上是一个大孢子囊
- 大孢子在珠心中逐渐长大，细胞核连续分裂 3 次而成 8 核(n)，分别排列到靠近珠孔的一端和相反的一端，每端各 4 个核。然后，两端各有一核移向细胞中心，共同构成含有两核的中央细胞(central cell)含有两个核，称极核(polar nuclei)
- 留在珠孔一端的 3 个核各自围以细胞质而成为 3 个细胞，其中一个较大，为卵细胞(egg cell)，另外 2 个较小，称为助细胞(synergid)，远端的 3 个核也发育为反足细胞(antipodal cell)，这个由 7 个细胞，含 8 个核的结构称为胚囊(embryo sac)，或称为雌配子体
  - 中央细胞发展成胚乳，为胚的发育提供养分
  - 助细胞接近卵细胞，可能有吸收及运输营养物给卵细胞的作用
  - 反足细胞可能有运输物质的功能



### 双重受精(double fertilisation)

- 花粉传到柱头上之后，就被柱头表皮细胞分泌的一层亲水蛋白质粘住
- 花粉经柱头激活后，利用本身的蛋白质和酶开始发育，从壁上小孔伸出花粉管 (tube cell)，穿过柱头、花柱、珠孔、珠心进入胚囊，花粉中的管（营养核）和 2 个精子核(generative cell)进入花粉管，并随花粉管的延伸到达胚囊
- 如果是二细胞的花粉粒，生殖细胞就在此时分裂一次产生 2 精子（精核）而进入花粉管。花粉管进入胚囊后，管核消失，一个精子与卵细胞融合成二倍体的受精卵，另一精子和胚囊中央细胞的 2 个核融合而成三倍体(3n)的胚乳核 (triploid endosperm nucleus)，将育成种子的营养物质，即胚乳(endosperm)





SJUEC.COM

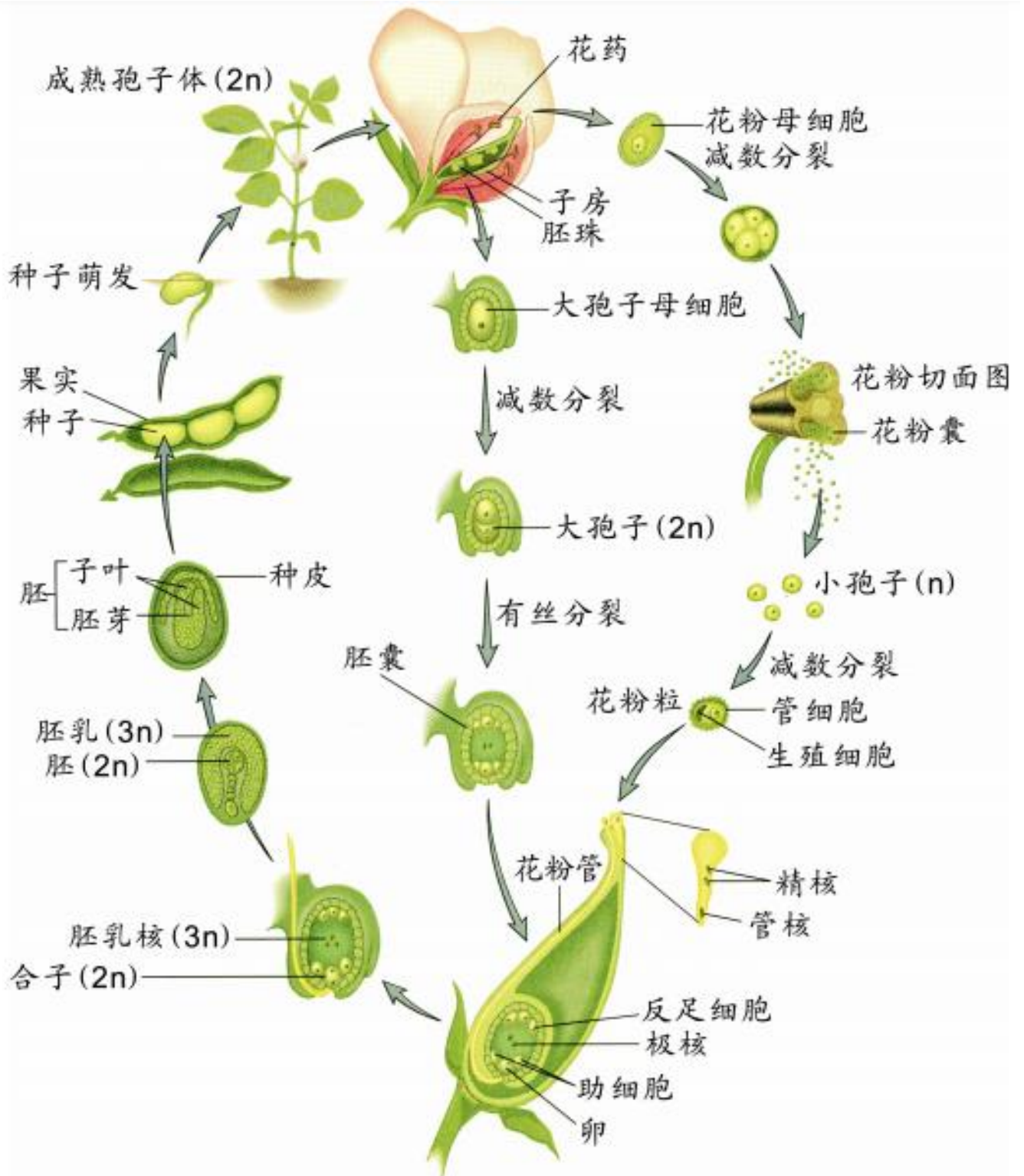
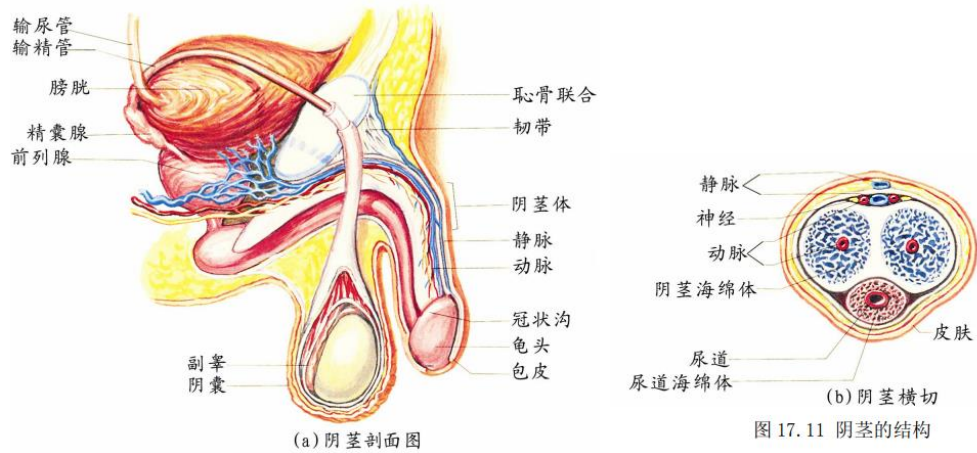


图 17.4 被子植物的生活史

### 动物的有形生殖

男性生殖系统	生殖系统结构与功能	
	结构	功能
	睾丸	内有细精管(seminiferous tubule), 产生精子

	细精管之间细胞可分泌雄激素，促进生殖器官发育和男性第二性征
副睾	精子形成后暂时贮存和继续成熟的地方
输精管	输送精子
精囊腺	保护精子和激活精子，促进精子运动
前列腺	
尿道球腺	
阴茎	由阴茎海绵体和尿道海绵体组成，有丰富的血管、神经、淋巴管 为交配器，有勃起组织(erecile tissue),充血时勃起
阴囊	保护，使温度略低于体温



### 精液

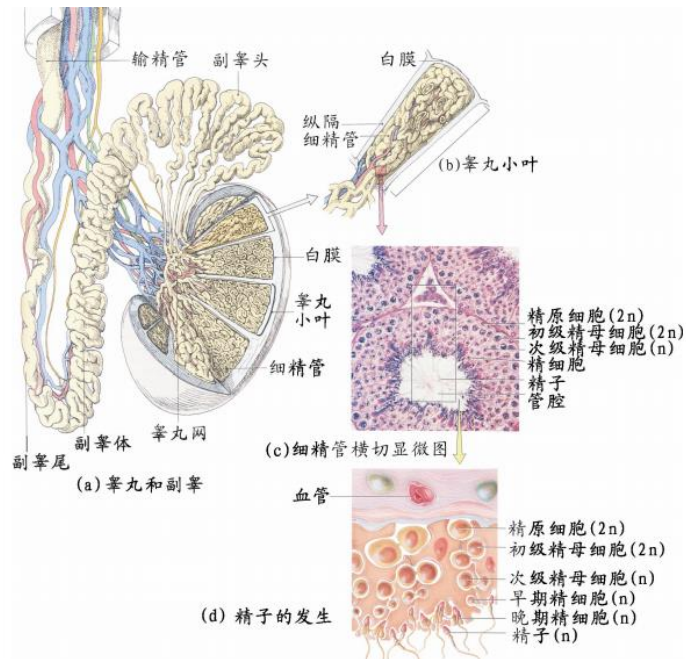
- 精液是乳白色的粘液，是精子、精囊腺、前列腺和尿道球腺分泌物的混合物
- 精囊腺分泌弱硷性透明粘液，约占精液的 60%，粘液中含有粘蛋白、氨基酸及大量的果糖，果糖是射精后精子的主要能量来源，精囊腺也可分泌前列腺素可使子宫平滑肌收缩协助精液游向子宫
- 精液呈硷性(pH7.2 ~ 7.6)有利于中和女性阴道中的酸性环境(pH3.5 ~ 4)，保护精子并加强其活动。因为精子在酸性环境中(pH6 以下)行动迟缓
- 射精时射出的精液量相当少，只有 2 ~ 6mL，但每 mL 含精子 5 千万至 1 亿个

### 精子的发生 (spermatogenesis)

- 细精管内壁上的精原细胞(spermatogonia)经过几次分裂成为初级精母细胞(primary spermatocytes)，核内含有 46 条染色体。每个初级精母细胞再进行一次特殊形式的分裂产生两个次级精母细胞(secondary spermatocytes)，内含的染色体数目

减少一半。次级精母细胞再分裂一次，产生精细胞 (spermatids)

- 精子在发生过程中一直处在细精管壁上的支持细胞的包围之中，直到精子形成后才脱离支持细胞进入管腔中
- 成熟的男性，每天约有三百万个精原细胞分化为初级精母细胞，经过减数分裂后的精子进入副睾以获得游泳能力，整个精子成熟的过程（初级精母细胞到有游泳能力的精子）约需 65 ~ 75 天



### 精子的结构

- 成熟的精子，其结构包含三部分，头部、中段及尾部，中段与尾部含有微小管 (microtubules) 以方式排列，这些微小管的周围有许多线粒体以提供精子活动的能量
- 头部含有细胞核，其上覆有一穿孔体或称顶体(acrosome)，贮存有受精作用所需的酶，人类卵巢排出的次级卵母细胞外面有数层细胞及一层膜，精子头部的穿孔体酶是使精子穿透厚膜的重要物质，通常到达卵周围的精子约在 100 个以下，头部释出的酶作用在卵膜上，最后使其中的一个精子进入卵内



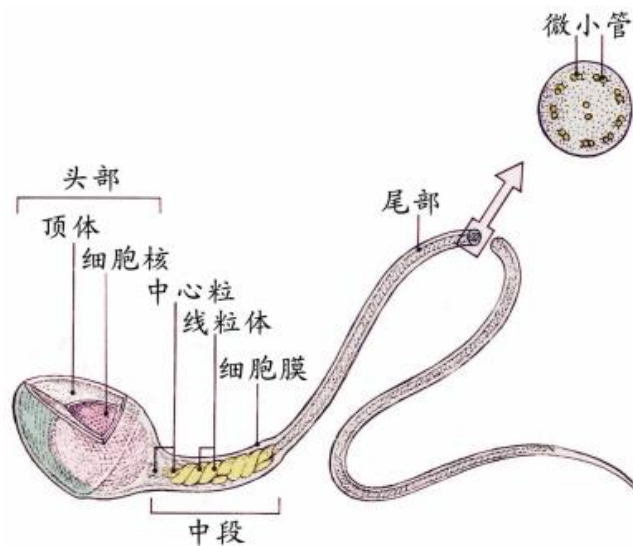


图 17.13 精子的结构

女性生殖系统

生殖系统结构与功能

结构	功能
卵巢	产生卵子，分泌雌激素
输卵管	内壁具有纤毛，可借纤毛的摆动和肌肉收缩来输送卵子
子宫	受精卵着床和胎儿发育的地方
阴道	容纳阴茎，分娩时胎儿的产道

卵子的发生(oogenesis)

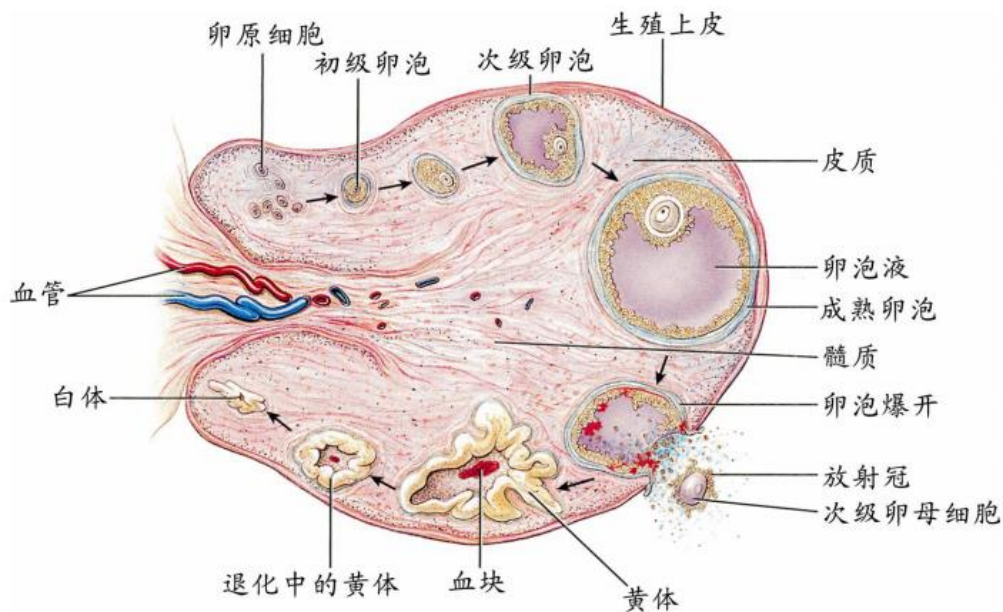
- 卵细胞（即卵子）是从卵巢中的卵泡产生的
- 当女孩出生后，卵巢中已经有几十万卵泡。到青春期，卵泡开始发育，大约每 28 天有一个卵泡经过生长达到成熟，并且排卵
- 卵巢的外层称皮质(cortex)，内层称髓质(medulla),皮质的生殖上皮(germinal epithelium)能分生出二倍体(2n)的卵原细胞(oogonium)

初级卵泡(primary follicle)	卵原细胞长大形成初级卵母细胞(primary oocyte),初级卵母细胞被一层扁平的卵泡细胞(follicular cell)包围, 形成初级卵泡 初级卵泡位于卵巢的周围部分，数目最多
成熟卵泡(Graafian follicle)	卵泡细胞陆续增多，细胞间出现卵泡腔，其中充满卵泡液，即成熟为成熟卵泡 有分泌动情素的功能
次级卵母细胞	成熟卵泡中的初级卵母细胞进行减数第一次分裂产生次级卵母细胞和第一极体(first polar body)

(secondary oocyte)

最后，由于卵泡液大量增加，腔内压力随之增高，结果使卵泡破裂，其中的卵细胞随卵泡液溢出，这一过程叫排卵 (ovulation)

- 排卵以后，成熟卵泡塌陷，其残留的部分在腺垂体分泌的黄体生成素的作用下，迅速繁殖增大，形成大的多角形的黄体细胞，组成黄体(corpus luteum)
- 如果排出的卵未受精，则黄体在排卵后两周开始萎缩退化。如果排出的卵受精，黄体可继续维持到妊娠四、五个月后才开始萎缩退化
- 黄体退化后变成白色的结缔组织瘢痕，叫白体(corpus albicans)
- 卵巢除产生卵细胞以外，还分泌动情素和黄体孕激素
  - 动情素:是刺激和维持女性生殖器官的生长发育和第二性征的出现，在月经周期中还能刺激子宫内膜增生
  - 黄体孕激素:使子宫内膜继续增长，内膜中腺组织进行分泌，为受精卵固定在子宫里发育作好准备，并且抑制排卵和产生月经



### 卵子的结构

- 含大量的细胞质，贮有少量的卵黄
- 卵黄是胚胎发育初期所需要的营养物质
- 卵外有卵膜，卵膜外有一层透明带，透明带外又围有许多卵细胞，称放射冠

## 女性的卵巢周期 (The ovarian cycle)

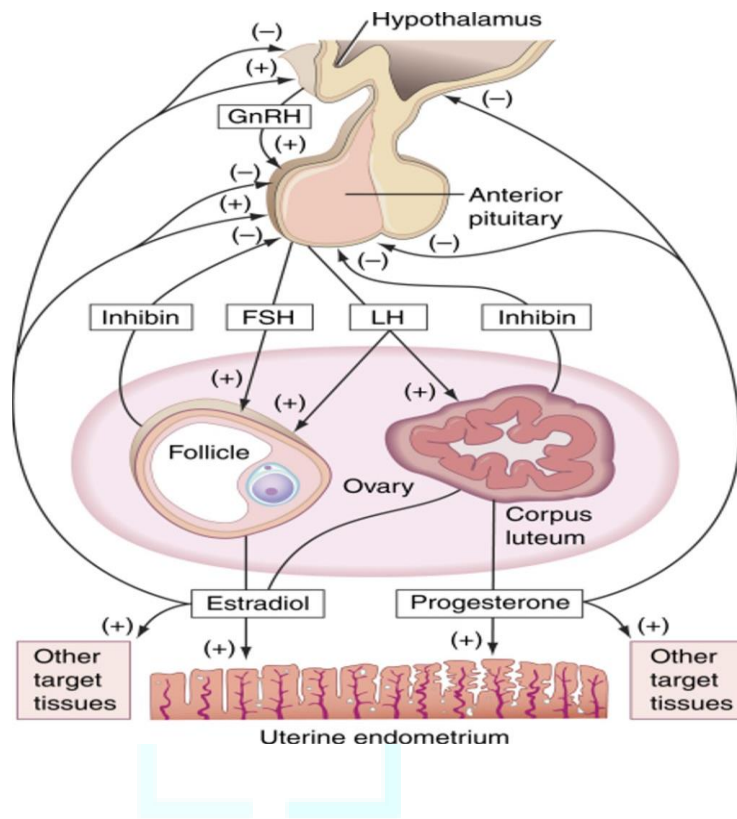
- 卵巢周期是由脑垂腺所分泌的激素控制，在幼年时期卵巢未成熟，下视丘及脑垂腺的激素分泌量很少，随著年龄的增加，男性约在 8~12 岁，女性约比男性提早两年，下视丘分泌促性腺释放激素 (GnRH) 逐渐增加，脑垂腺所分泌的激素 FSH、LH 也受其影响而增加，使生殖系统渐成熟，女性的第二性征也逐渐发育
- 当下视丘、脑垂腺所分泌的激素量有了周期的变化，子宫就开始了月经周期
- 人的月经周期平均约 28 天
- 卵巢周期分为三个阶段，滤泡期、排卵期和黄体期
- 月经周期分为四个阶段

行经期	自月经来潮到完毕为止 子宫内膜脱落，和血液一起从阴道排出，形成月经(menses) 一般约 4、5 天
卵泡期	从月经完毕到排卵之前 卵泡开始生长发育，到达成熟阶段并分泌动情素，使体内动情素浓度上升，协助子宫内膜增生，作为受精准备 一般 10 天左右
排卵期	行经后的第十四天 成熟卵泡破裂，卵及附著其他细胞一起脱离卵巢，进入输卵管，称排卵
黄体期	卵泡转变成黄体，黄体分泌黄体孕激素促使子宫内膜继续增厚，充满血管和腺体，作为着床及胚胎发育的准备 若卵没有受精，黄体开始退化，分泌的激素减少，引起下次月经

有五种激素参与调控月经周期及卵巢周期

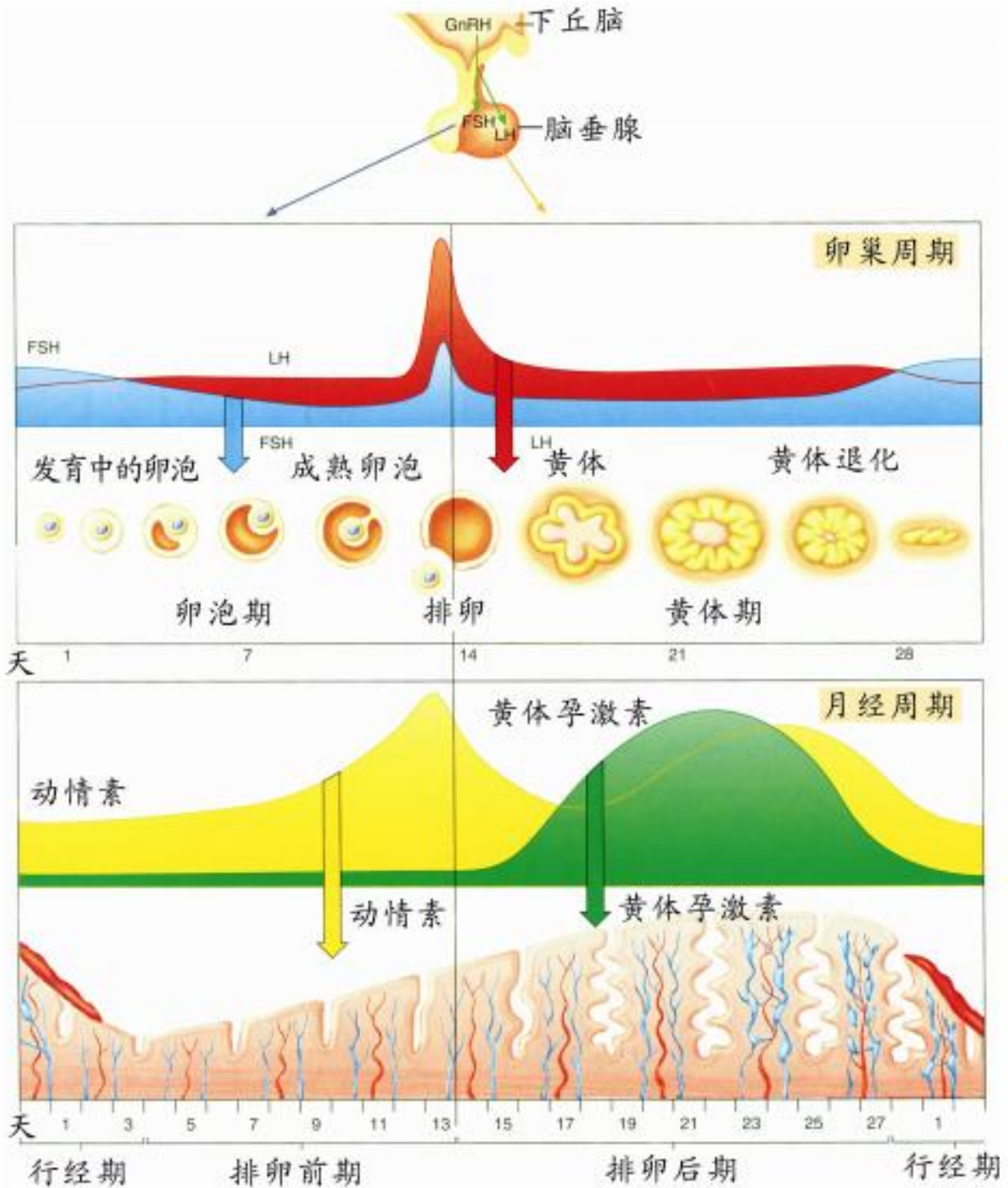
- 下视丘的性腺释放激素(gonadotrophin releasing hormone,GnRH)，脑垂腺分泌的卵泡刺激素(follicle-stimulating hormone,FSH)、黄体成长激素(luteinizing hormone,LH) 及卵巢分泌的动情素和孕激素，控制程序是 GnRH 刺激脑垂腺分泌 FSH ,LH ；脑垂腺分泌 FSH 及 LH 刺激卵巢分泌动情素和孕激素
  - FSH 促使卵巢的卵泡成长，造成卵巢组织分泌动情素刺激子宫内膜发育，约第 12 天卵泡达到成熟
  - 过高的动情素以负回馈机制抑制 FSH 的分泌，使 FSH 水平下降，LH 水平升高
  - 高浓度的 LH 引起排卵，使卵泡形成黄体
  - 黄体分泌黄体孕激素，促进子宫内膜增厚，准备让受精后的胚胎着床

- 如果没有受精，高浓度的黄体孕激素和动情素维持两星期后，以负反馈机制减少 FSH 及 LH 分泌
- 低水平 LH 下，黄体无法维持并退化，黄体孕激素水平降低，子宫内膜脱落



SJUEC.COM





## 受精

- 精子跟卵细胞相结合的过程叫做受精。卵细胞由卵巢排出以后，进入输卵管
- 精子依靠它本身的运动，可以经过子宫腔而到达输卵管
- 精子头部顶体会释放酶将卵膜溶解，让一个精子成功进入卵子内
- 当一个精子进入卵后，卵膜会增厚防止其他精子进入受精
- 精子的头部和尾部会分离，头部的精核趋向卵并结合成合子，完成受精作用

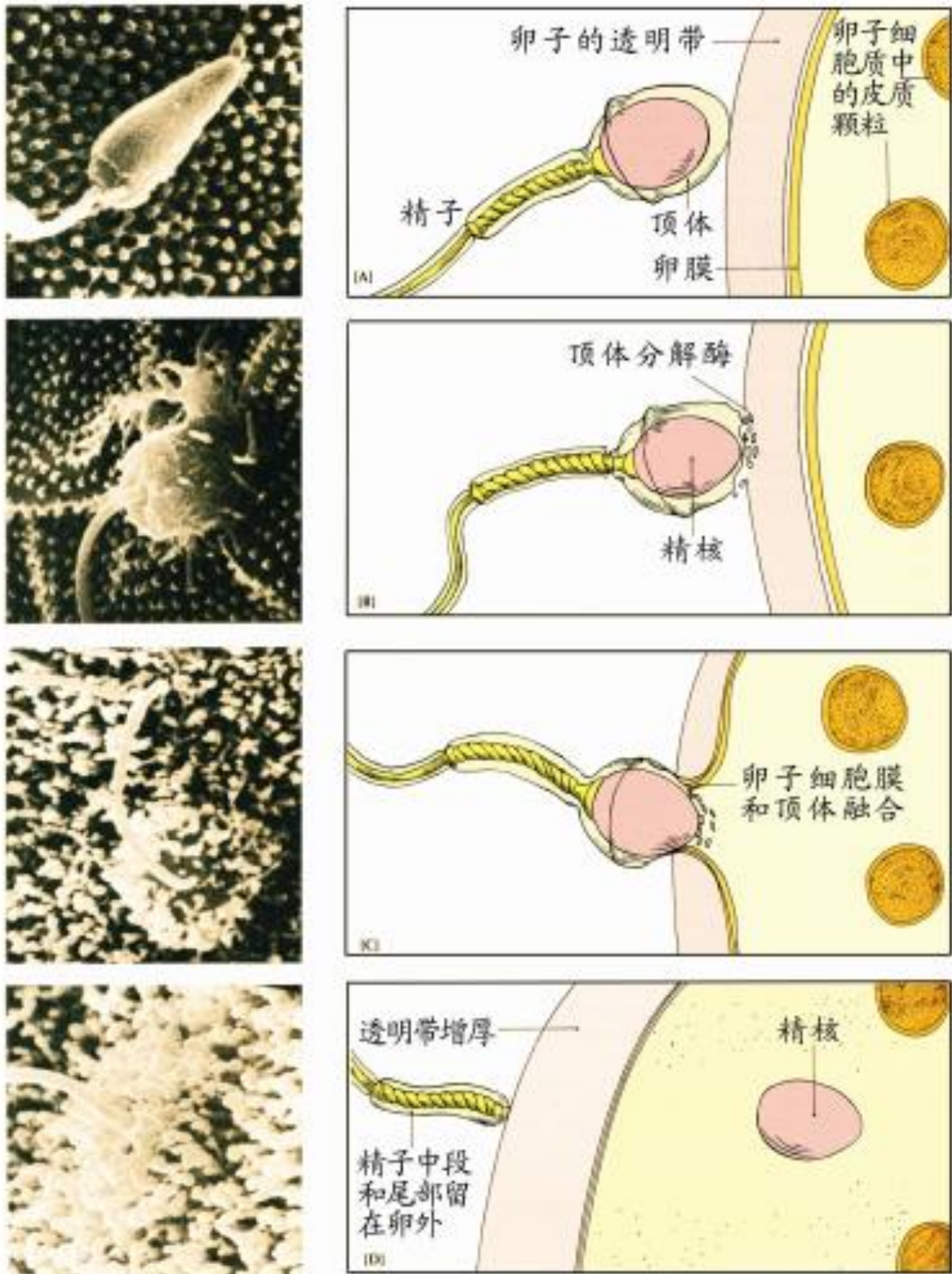


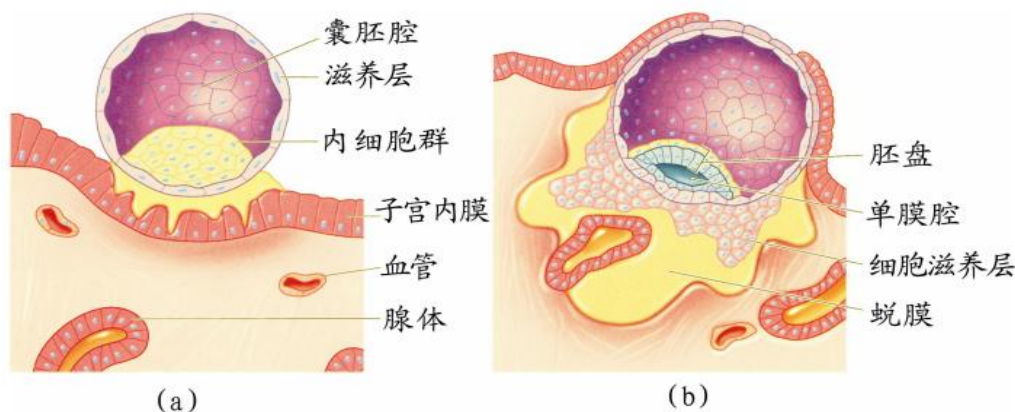
图 17.21 受精过程

### 着床 (Implantation)

- 受精卵依靠输卵管的蠕动和输卵管纤毛的摆动向子宫腔移动，并连续地分裂，形成一个细胞团，即桑椹胚后，细胞团中央部出现裂隙，并且逐渐形成一个

大腔的囊胚、囊胚壁为一层扁平细胞，称为滋养层，在滋养层内侧，还有一团细胞，称为内细胞群，其中一部分将来发育成胚胎

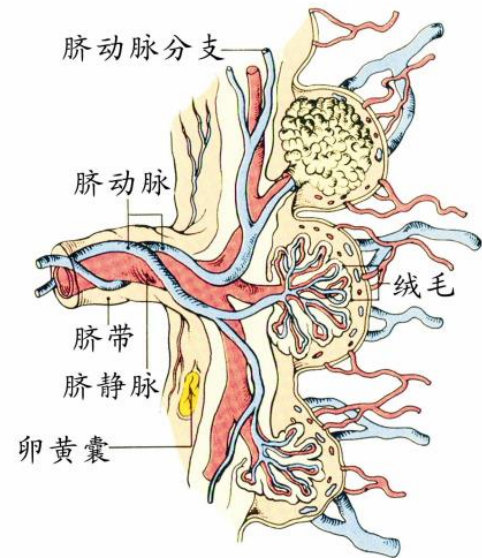
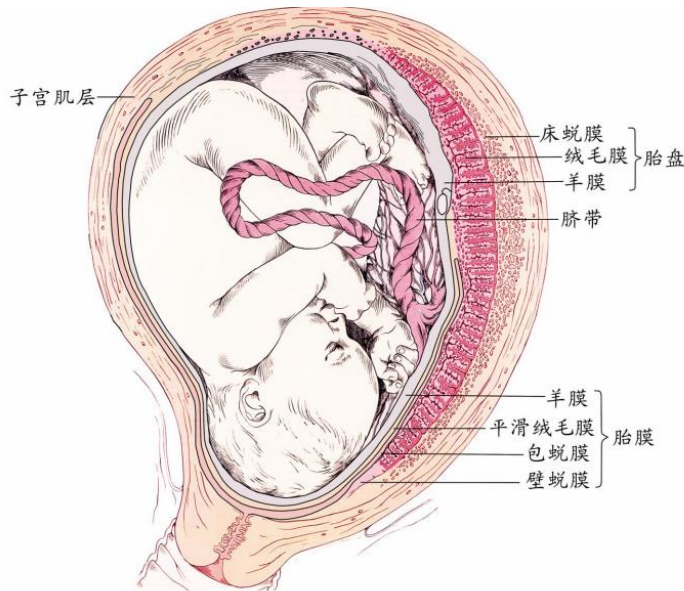
- 在受精以后的第 7-8 天，囊胚附着于子宫内膜，其滋养层细胞分泌的酶溶解子宫内膜组织，于是囊胚渐渐植入其中，并且借以吸取母体的营养成分，这一过程叫着床或种植



- 胚泡(blastocyst)继续发育，形成胚胎(embryo)，演化成四种胚外膜

绒毛膜 (chorion)	位于胚的表面，与母体的子宫内膜相接，相接处形成许多绒毛的指状突起，绒毛与周围子宫壁形成胎盘(placenta)	
	胎盘密布许多血管，胎盘和胎儿之间有脐带，含脐动脉和脐静脉	
	脐静脉	由胎盘输送含氧血和营养给胎儿
	脐动脉	把胎儿的代谢废物和缺氧血输送到胎盘
	胎盘	产生人类绒毛膜性腺激素(human chorionic gonadotropin, HCG)可促使卵巢分泌更多动情素和孕激素，可抑制卵巢排卵和子宫内膜生长旺盛
羊膜 (amnion)	充满羊水，可保护胚胎，免受机械性伤害	
卵黄囊 (yolk sac)	逐渐退化，受羊膜的包裹和挤压形成脐带	
尿囊 (allantois)		





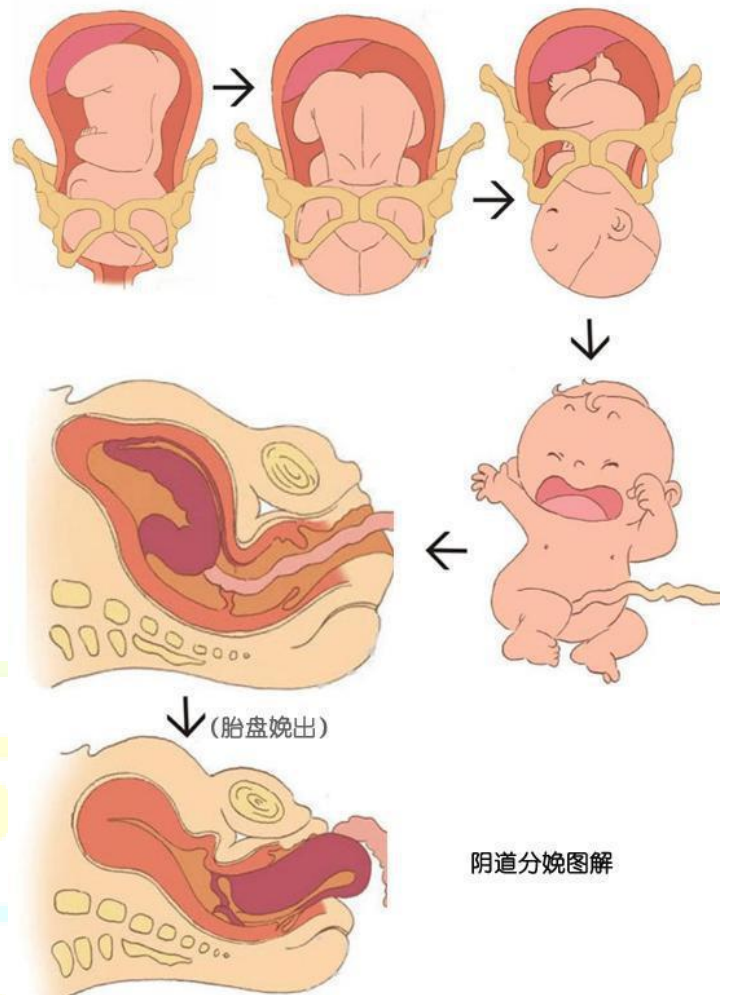
## 胚胎发育

- 从一个受精卵发育成为一个新个体，要经历一系列非常复杂的变化，这里只能简要地介绍胚胎发育情况
- 卵细胞受精以后即开始分裂、发育，形成为胚胎
- 先形成的胚胎为桑椹胚，然后形成囊胚，并且种植在子宫的内膜中，吸取母体的营养，继续发育
- 囊中的内细胞群，一部分发育成外胚层、内胚层和中胚层这三个胚层，再由这三个胚层分化发育成人体的所有组织和器官
- 胚胎经过两个月的发育，长度可达 25mm，从外形上看已经像人样了，因此，到第三个月的胚胎就叫做胎儿，此后的胚胎发育也可以叫做胎儿发育




## 分娩

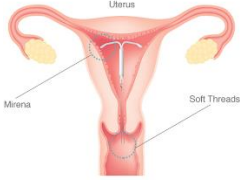
- 人类妊娠期为 280 天
- 分娩：胎儿出生的过程
  - 分娩前，胎儿倒置，头压向子宫颈
  - ↓
  - 子宫及腹部肌肉间歇性地收缩，引起阵痛
  - ↓
  - 分娩时，子宫颈慢慢扩张，子宫加快收缩，阵痛相继加剧
  - ↓
  - 羊膜破裂，羊水经阴道流出体外，提供分娩时润滑产道
  - ↓
  - 子宫和腹部肌肉强力收缩，婴儿头部向阴道被收缩力从产道挤出母体
  - ↓
  - 将婴儿腹部脐带剪断
  - ↓
  - 胎盘和胚外膜脱离子宫



SJUEC.COM

## 避孕方法

阻止卵子与精子受精方法	避孕套/安全套 (condom)	套在阴茎上进行性交，射精后，精液留在小囊处，精子受阻不能进入阴道
	子宫帽 (diaphragm)	性交前由女性放入阴道，挡住子宫颈口，精子不能进入子宫
		
	杀精剂 (spermicide)	泡沫状、乳油状或胶质，用来杀死精子
外科手术	输精管或输卵管结扎 (vasectomy/tubal ligation), 结扎后不影响激素分泌和性功能	

停止排卵的方法	口服避孕药 (contraceptive pill)	避孕药含有人造激素，可阻止排卵
	避孕药注射剂 (injectable contraceptive)	每三个月注射一次，可停止排卵三个月
阻止受精卵植入的方法	子宫环 (intra-uterine device) 	一个环形的弹性塑胶，放入子宫后可阻止受精卵植入子宫壁
自然方法	安全期避孕 (fertile period)	避免在易受孕期进行性交（效率最低）
	体外射精	男性在准备射精前将阴茎由女性阴道抽出（不可靠，因为男性在射精前的分泌物已经带有精子，精子进入阴道，可能会受孕）

SJUEC.COM