

# 第九章

## 人体内分泌与生殖

## 第一节 人体内分泌概述

## 第二节 几种激素及其功能

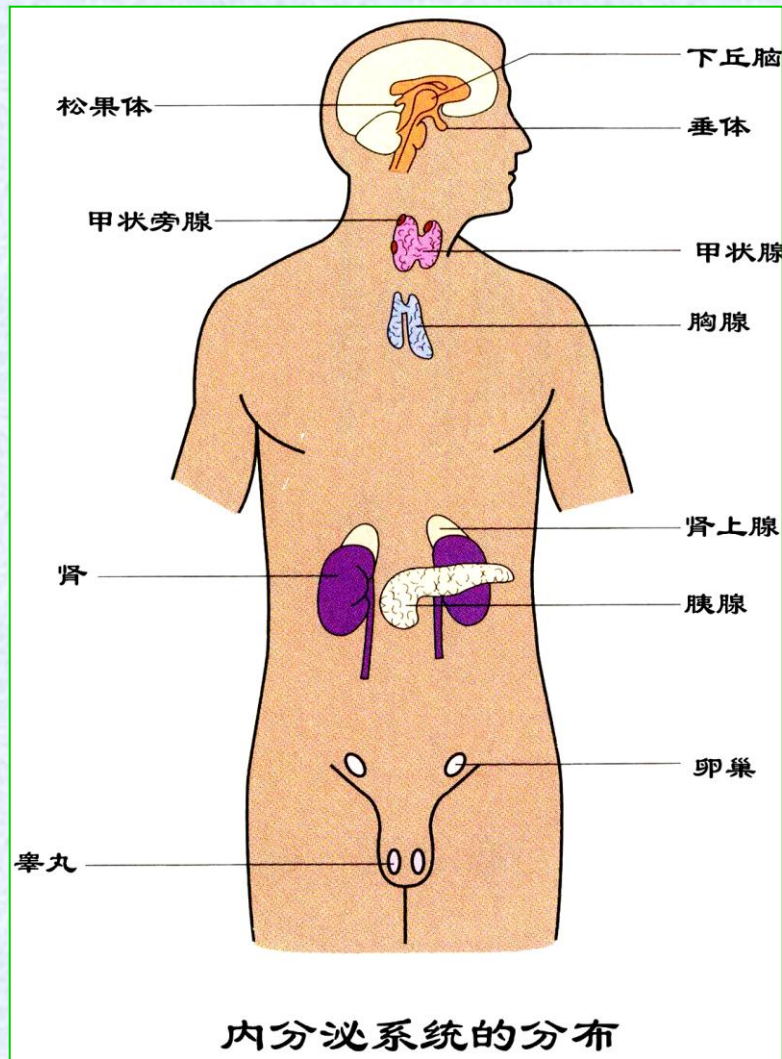
## 第三节 生殖概述

# 第一节 人体内分泌概述

**内分泌系统**与神经系统是人体的两大调节系统，两者在功能上紧密联系，相互作用，共同调节机体各器官的功能，维持内环境的相对稳定。

**内分泌腺**指分泌物进入血液或直接扩散作用于靶细胞的一类腺体。现在发现，机体许多器官、组织都存在集中的或散在的内分泌细胞，具有内分泌功能。

机体的内分泌腺包括：**下丘脑、脑垂体、松果体、甲状腺、甲状旁腺、胸腺、胰岛、肾上腺和性腺**等。



# 一、有关概念

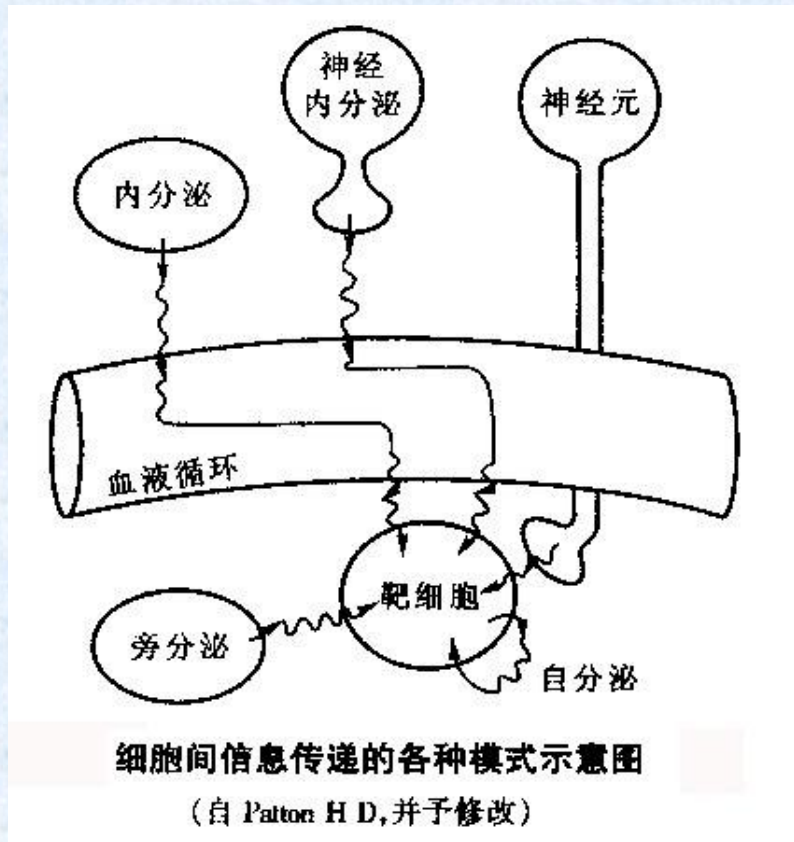
**激素 (hormone)**：由内分泌腺或内分泌细胞所分泌的，经血液或组织液运至靶细胞，发挥其调节作用的化学物质。

**远距分泌**：经血液运输至靶组织发挥作用。

**旁分泌**：由组织液扩散作用于临近细胞。

**自分泌**：激素局部扩散又返回作用于自身。

**靶**：激素作用部位：靶细胞、靶组织、靶器官、。



## 二、激素的分类

### 1、含氮激素

1.1 肽类和蛋白质类激素 如：生长素、胰岛素、催乳素、催产素等等

1.2 胺类激素 如：去甲肾上腺素、肾上腺素、甲状腺素等

### 2、类固醇(甾体)激素

由肾上腺皮质和性腺分泌的激素，如皮质醇、醛固酮、雌激素、孕激素、雄激素等。（胆固醇衍生物-1,25-二羟维生素D<sub>3</sub>）。

### 三、激素作用的一般特性

#### 1、信息传递作用

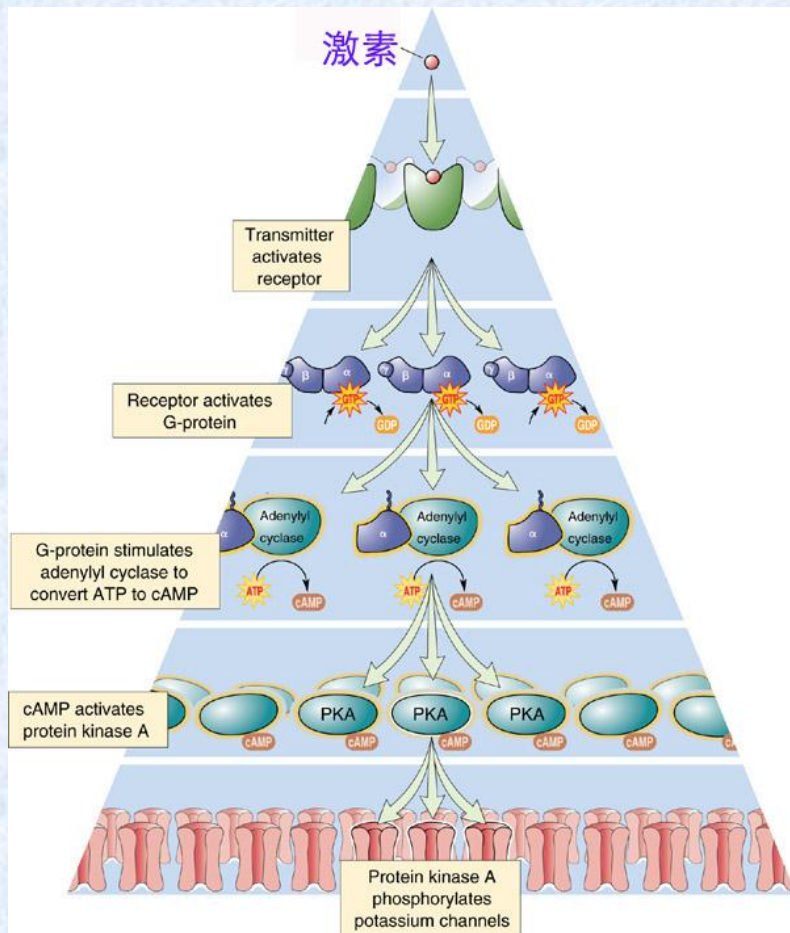
只是作为信使传递信息，不参与其它生理过程，称为“**第一信使**”。

#### 2、相对特异性

关键取决于靶细胞的特异受体。

#### 3、高效能生物放大作用

与受体结合后，促发一系列酶促放大作用。



## 4、激素间的相互作用

4.1 协同作用 生长素→[血糖↑]←糖皮质激素

4.2 颉颃作用 胰岛素→↓[血糖]↑←胰高血糖素

4.3 允许作用 某激素为另外激素发挥作用提供了必需的条件现象。

4.4 竞争作用 化学结构类似的激素能竞争同一受体的结合位点。

## 5、激素受体的上调和下调

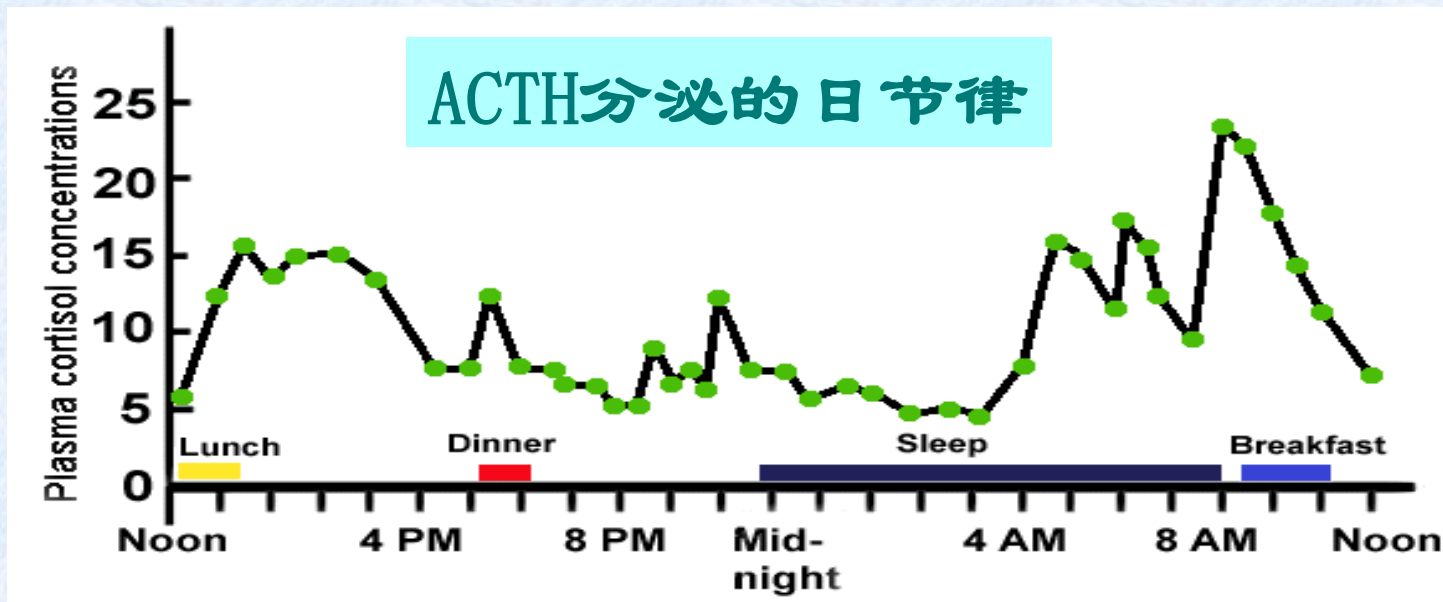
指激素可以使激素受体的数量及受体的亲和力上升（上调）或下降（下调）的现象。

如：长期用异丙肾上腺素治疗支气管哮喘所致的疗效下降，是因 $\beta$ 受体的下调所致。糖皮质激素能使血管平滑肌上的 $\beta$ 受体数量增加，与NE的亲和力增强，属于上调现象。

## 6、激素分泌的周期性

激素的分泌具有周期性变化，称为生物节律。是由生物钟决定的。

有日节律、月节律、季节律、年节律。如：月经周期激素分泌的月节律、ACTH分泌的日节律等。

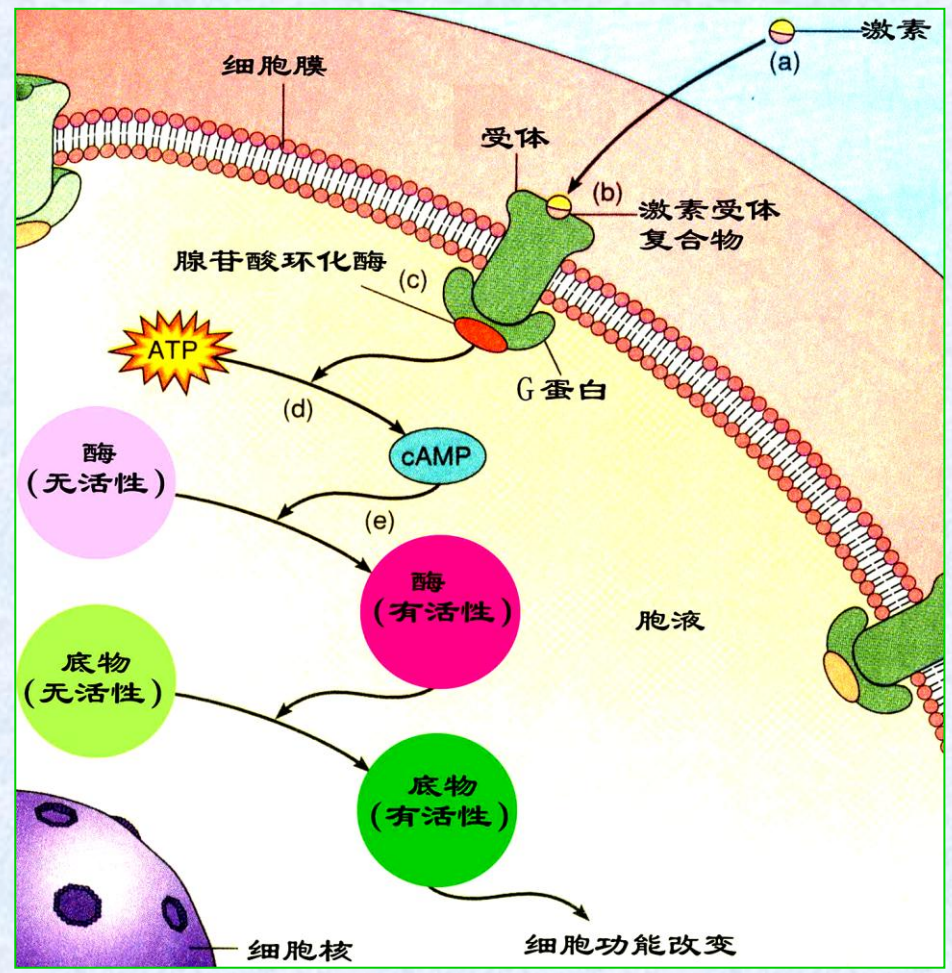




## 四、激素作用的机制

### 1、含氮激素作用的机制—第二信使学说

#### 1.1 G蛋白偶联受体介导 - cAMP第二信使模式



## 1.2 G蛋白偶联受体介导 - $IP_3$ /DG第二信使模式

激素 (第一信使)

结合G蛋白偶联受体

激活G蛋白

兴奋性G蛋白(GS)

激活磷脂酶C(PLC)

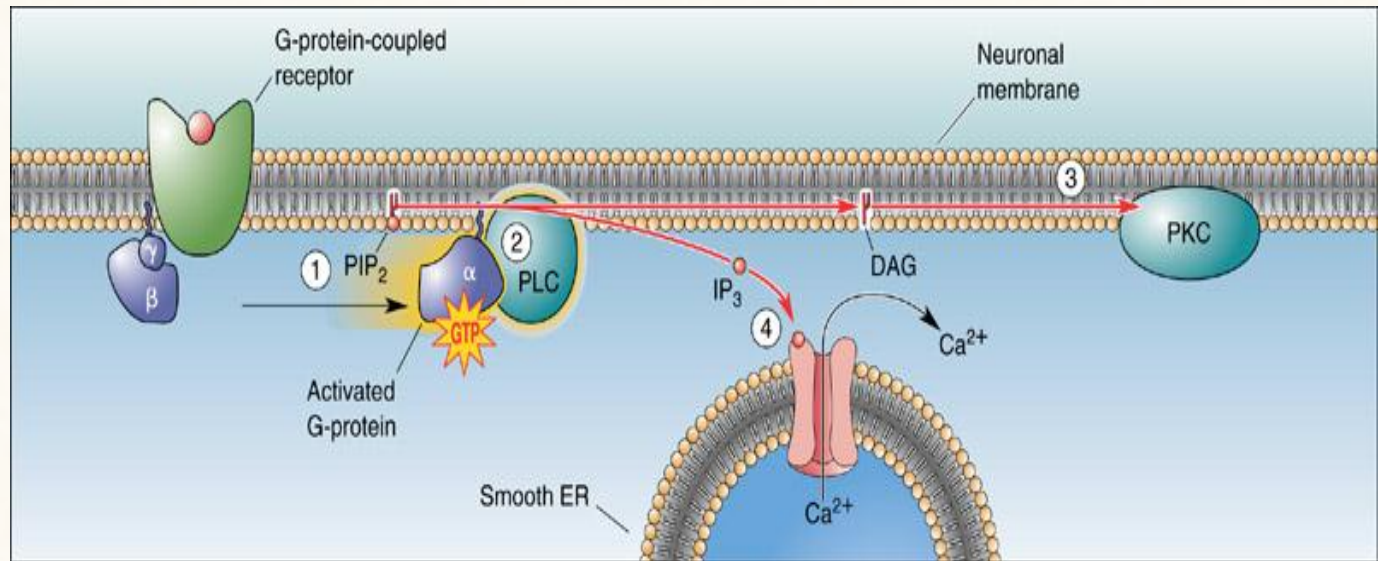
$PIP_2$

(第二信使)  
 $IP_3$  和 DG

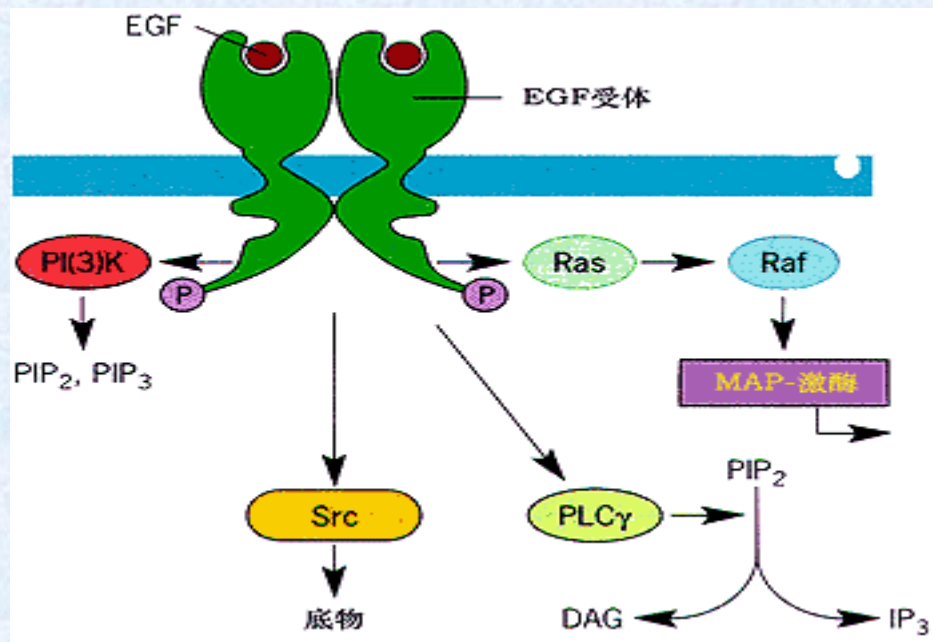
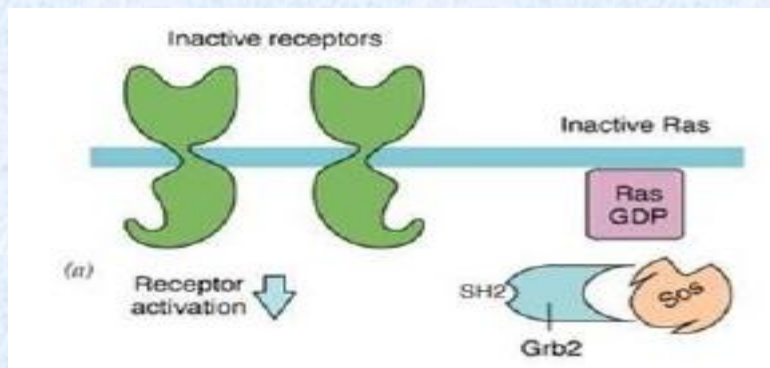
内质网  
释放 $Ca^{2+}$

激活  
蛋白激酶C

细胞内生物效应



### 1.3 酪氨酸激酶受体信号转导



## 2、类固醇激素的作用机制 — 基因表达学说

激素进入细胞膜

与胞浆受体结合→H-R复合物

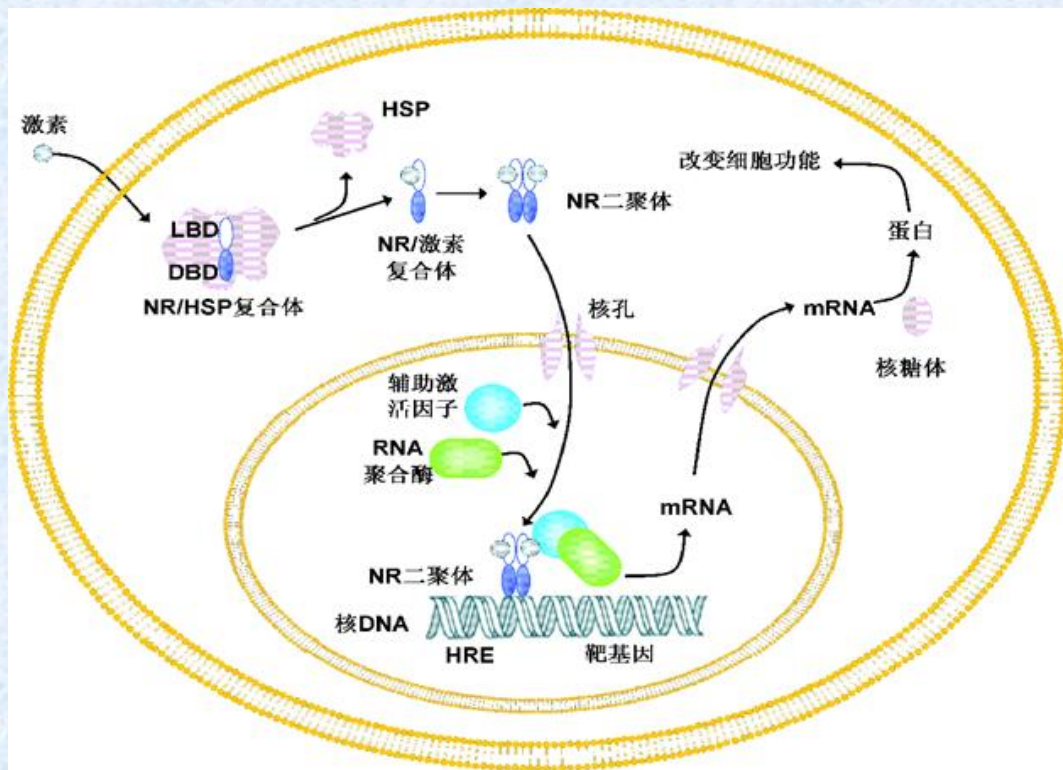
H-R复合物进入核内

H-R复合物与核内因子结合

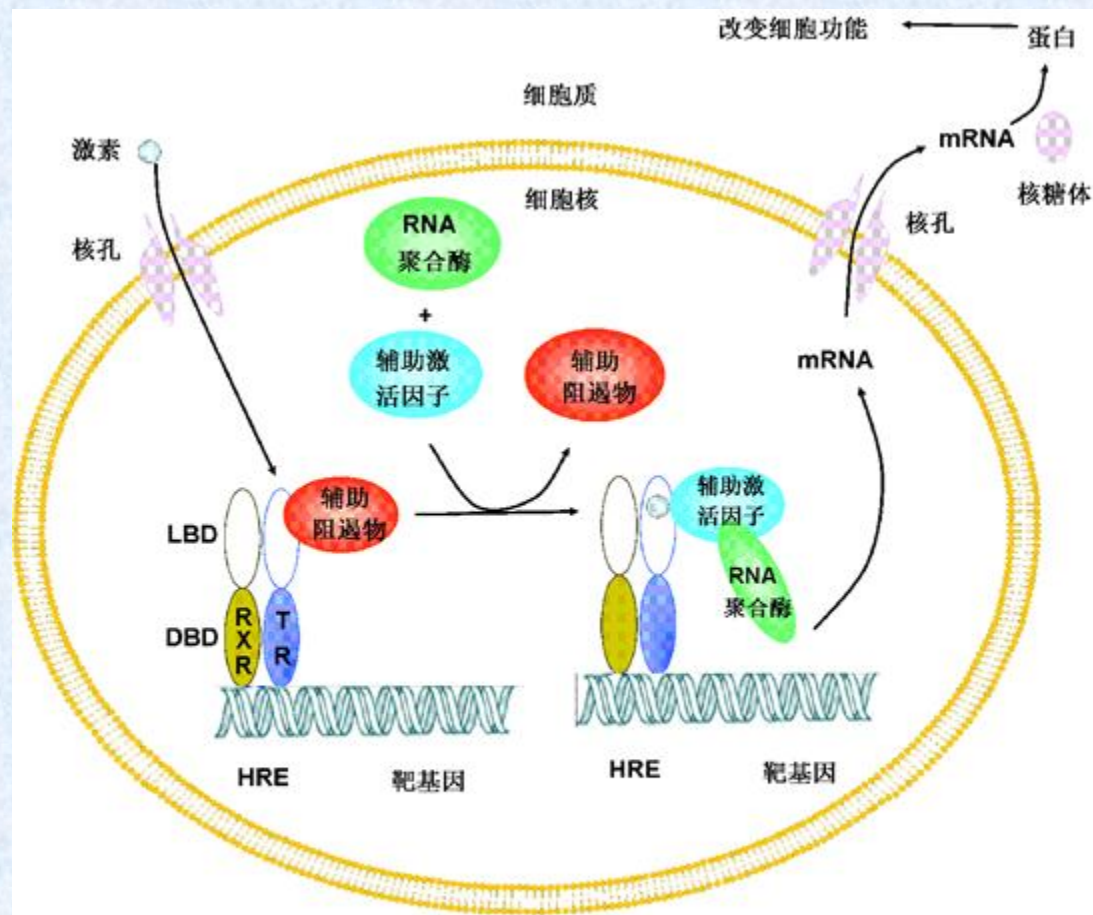
此复合物结合在染色质的非蛋白质的特异位点上

调控DNA转录过程

细胞内生物效应



I型核受体的信号调控机制



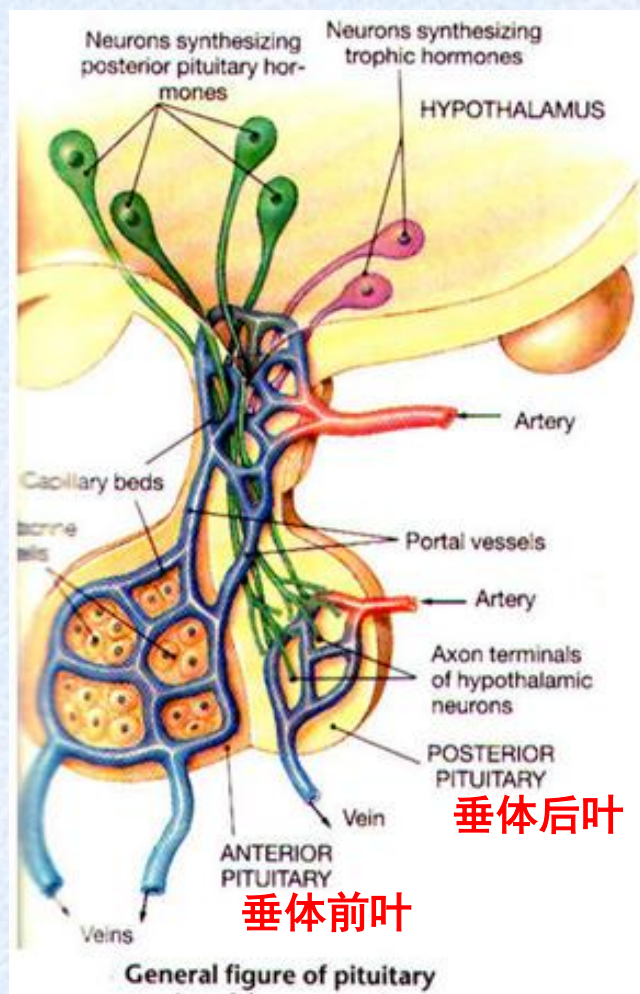
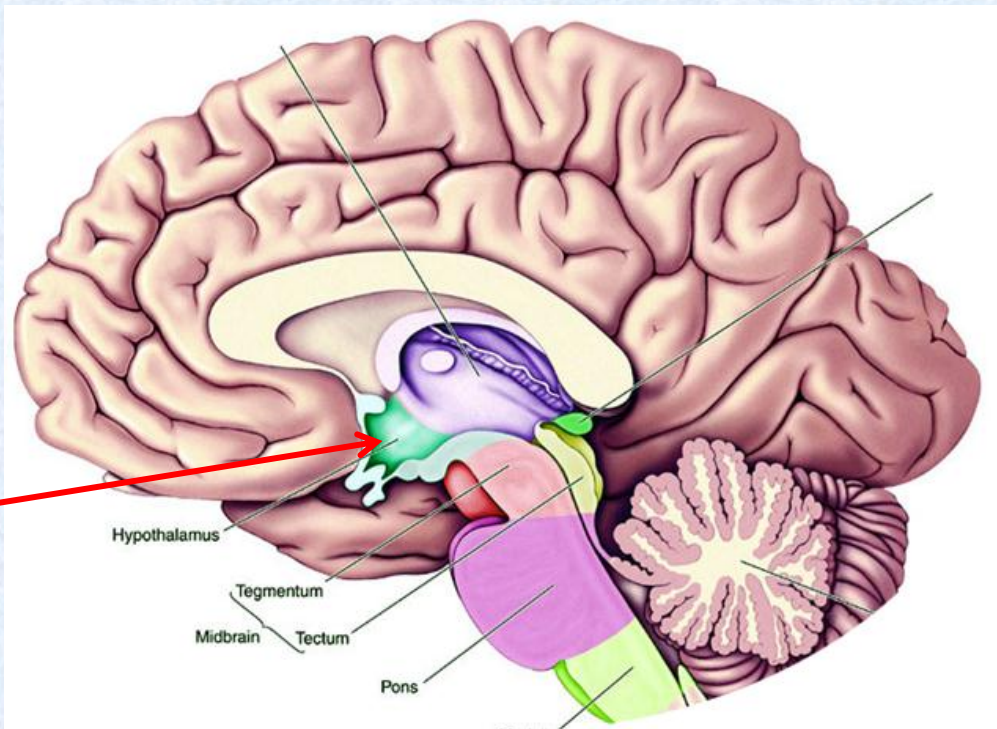
II型核受体的信号调控机制

## 第二节 人体的几种激素及其功能

# 一、激素的调控途径：

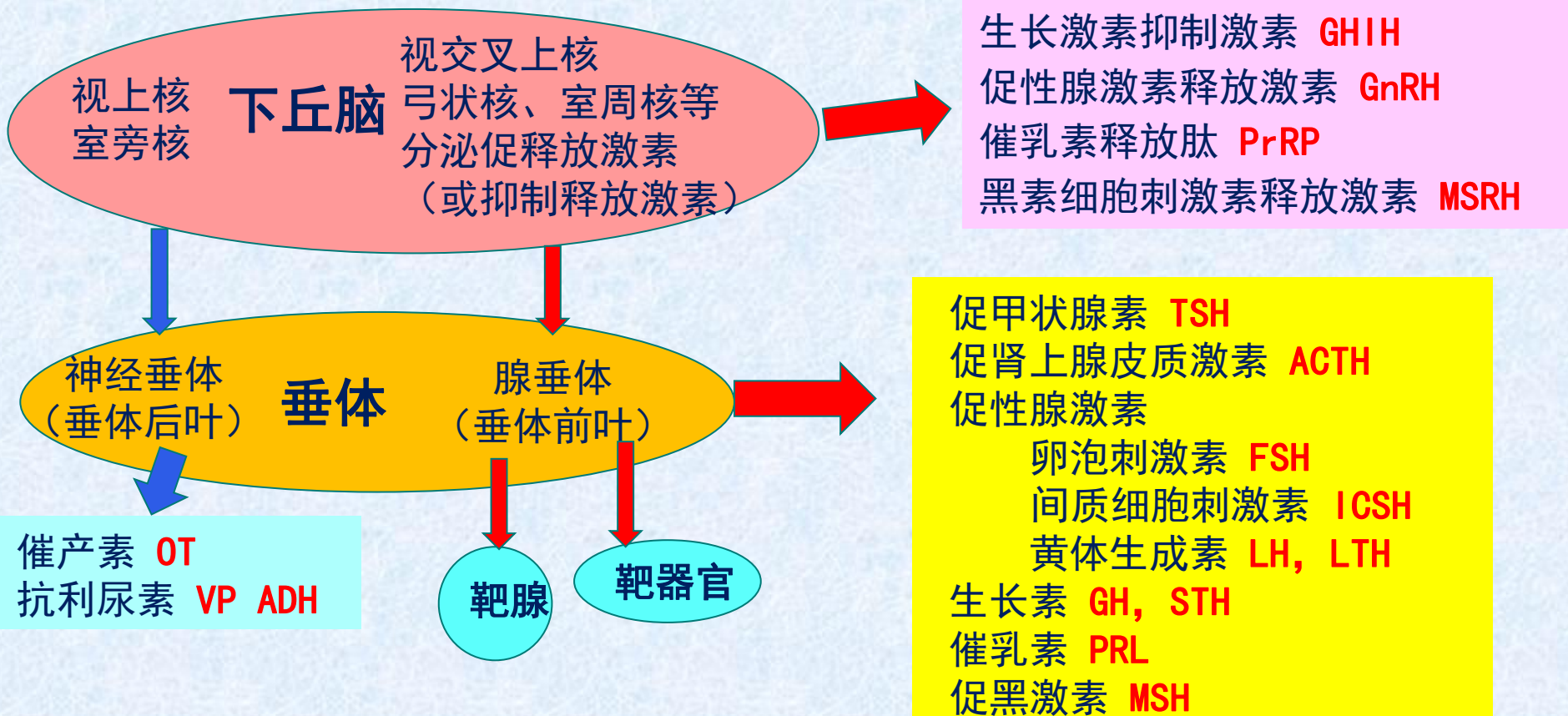
## 1、下丘脑与垂体

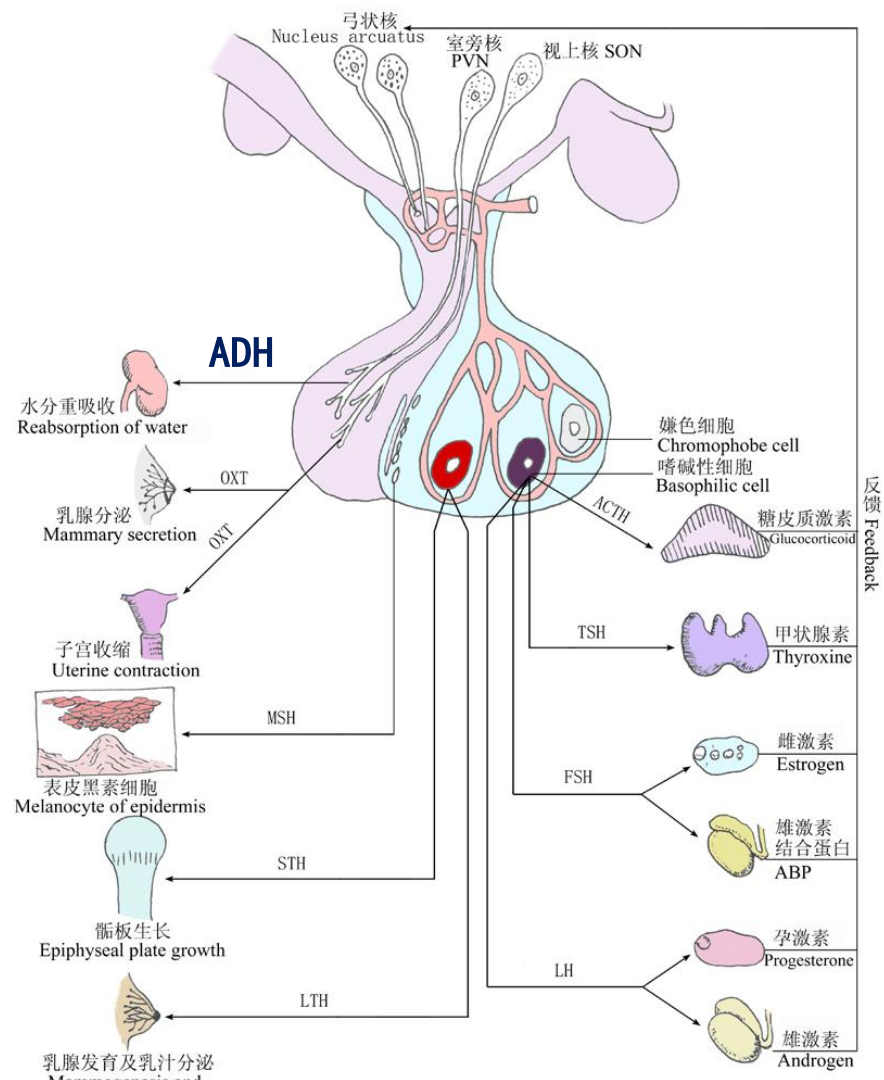
下丘脑



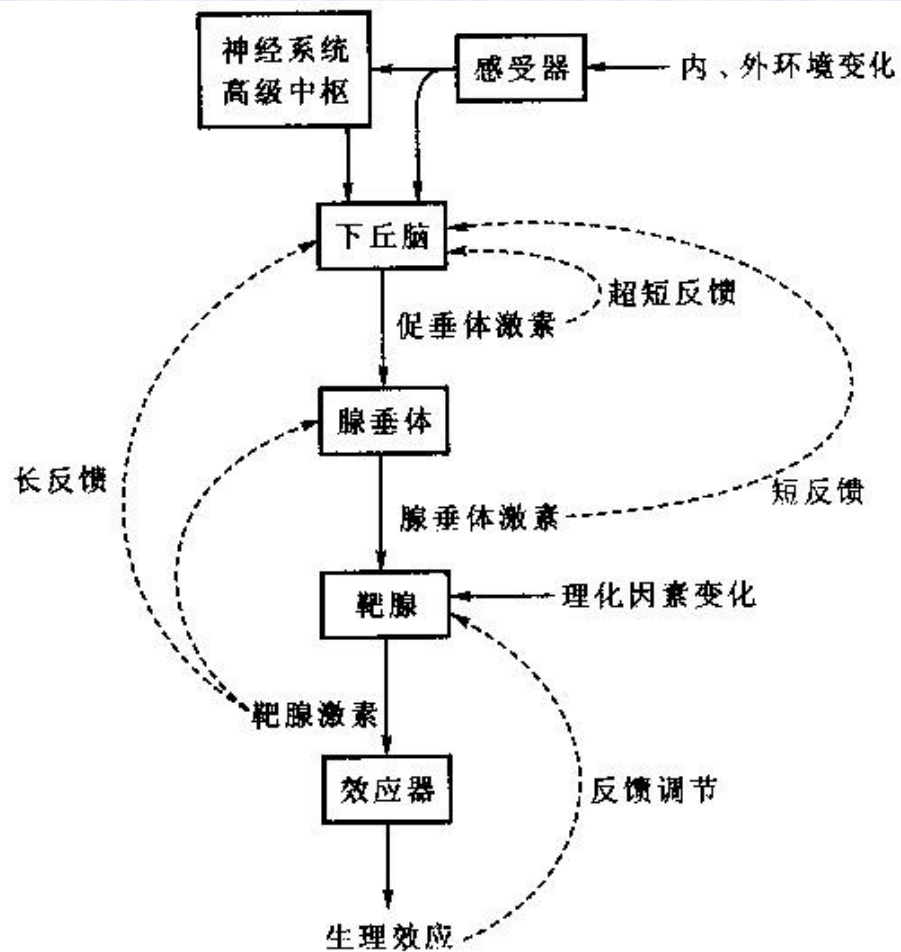


## 2、下丘脑与垂体激素





### 3、激素的反馈调节

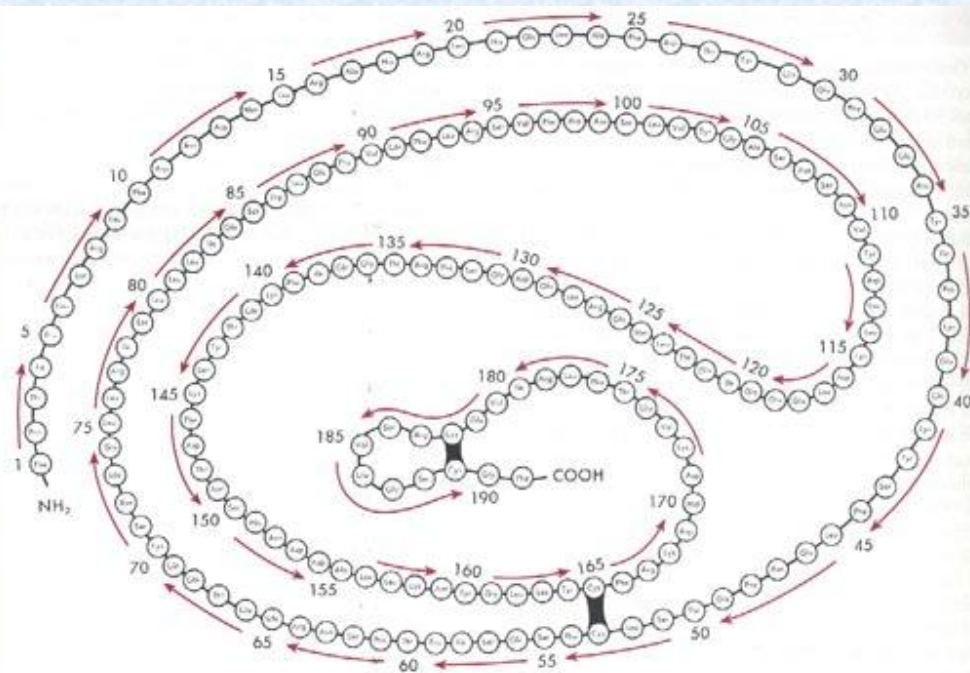


反馈调节激素释放模式图

## 二、生长素 (growth hormone GH, somatotropic hormone STH)

人的生长素由191个氨基酸残基构成，其中有两个双硫键。

GH具有种属差异。除猴GH外，其余动物的GH对人无效。



■ Fig. 49-19 Structure of HGH. Although consisting of nearly 200 amino acids and containing two disulfide bridges, growth hormone (GH) is a single polypeptide chain. It does form a helical tertiary structure. (From Li C et al: *Proc Natl Acad Sci* 74:1016, 1977.)

# 1、生长素的作用

	机 制	异 常
促进生长发育	促进蛋白质合成、促进软骨骨化和软骨细胞分裂→促进骨骼和肌肉的生长发育(对脑的生长发育无影响)	幼年↓→侏儒症； 幼年↑→巨人症； 成年↑→肢端肥大症
促蛋白质合成	促进氨基酸进入细胞，并加速DNA和RNA的合成，促进蛋白质的合成	
促进脂肪分解	GH能促进脂肪分解，增强脂肪酸氧化，减少组织的脂肪量	GH↑→酮体症
促糖利用	GH生理量可刺激胰岛素分泌→加强糖利用；	
抑糖利用	GH过量则抑制糖的利用→血糖↑ GH过量因脂肪酸氧化↑→抑糖氧化	GH↑→垂体性糖尿

## 2、生长素的作用机制



### 3、生长素的分泌调节

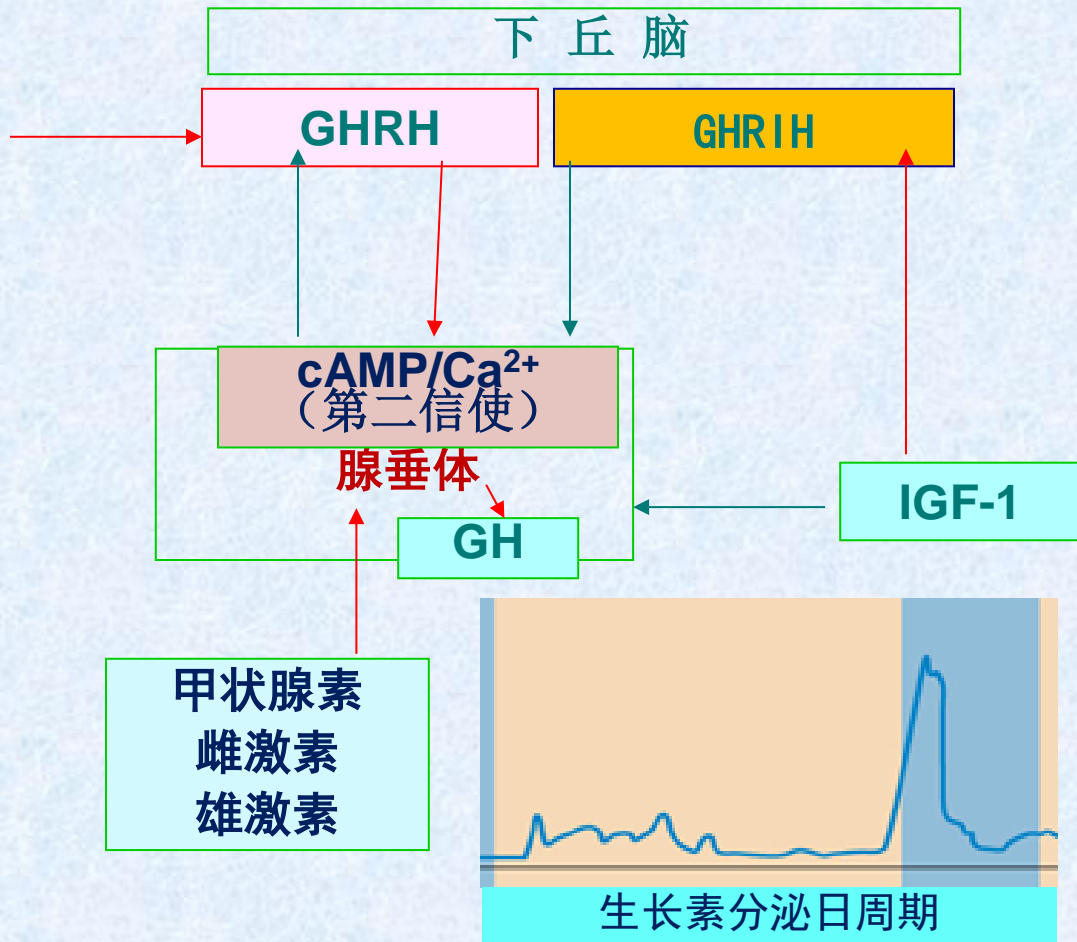
能量物质缺乏：低血糖、饥饿、运动

血液氨基酸升高：蛋白质食物

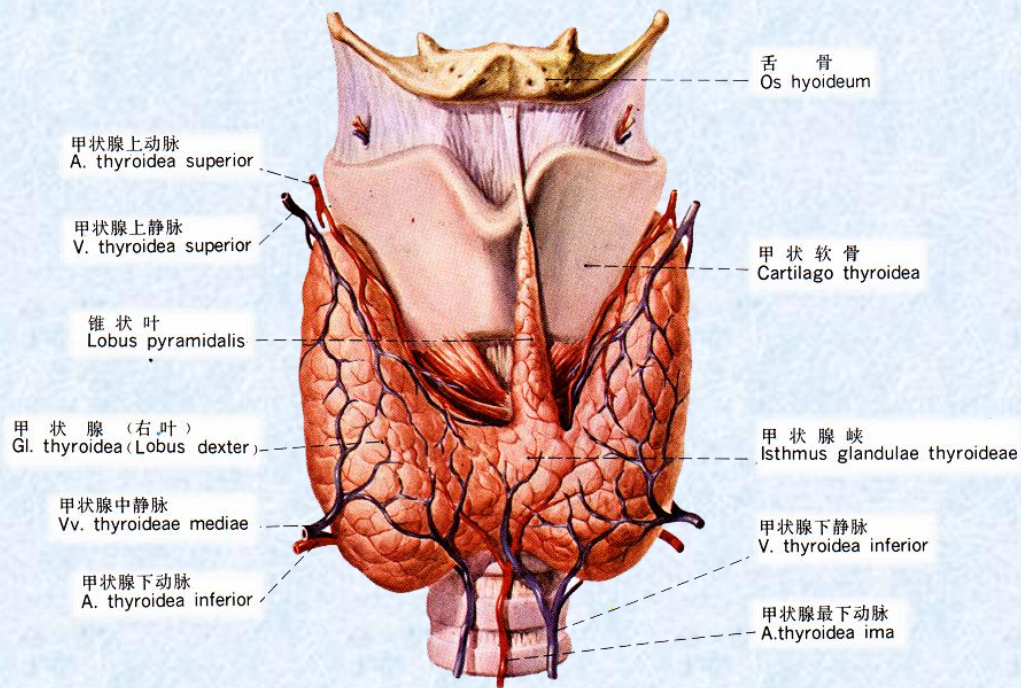
慢波睡眠：晚上分泌占70%。尤其在睡后1小时达高峰

应激刺激

→ 兴奋  
→ 抑制



### 三、甲状腺素



**腺泡是合成与分泌甲状腺激素的基本功能单位。**



甲状腺素包括：四碘甲腺原氨酸 ( $T_4$ ) - 又称甲状腺素，三碘甲腺原氨酸 ( $T_3$ )，逆三碘甲腺原氨酸 ( $rT_3$ )。

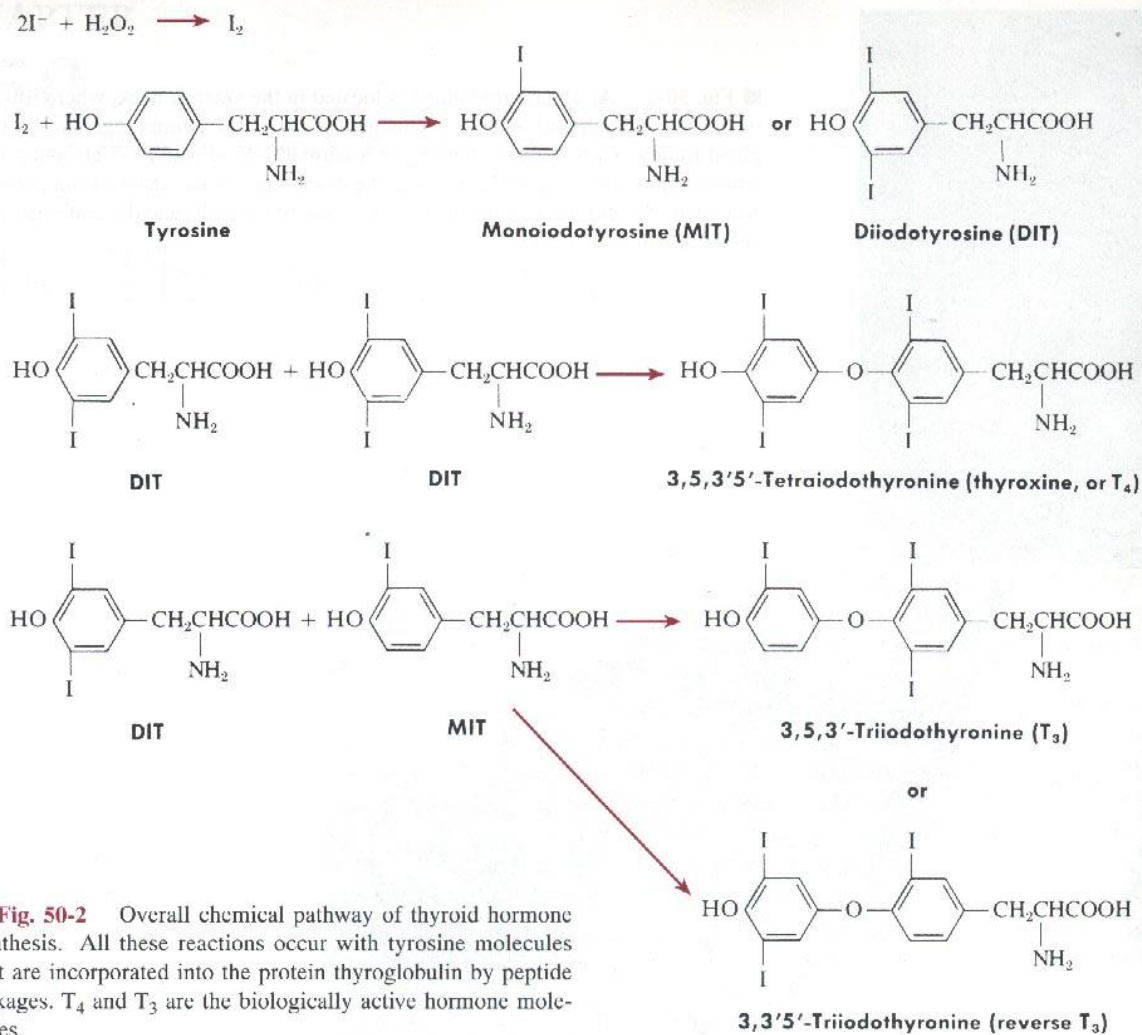
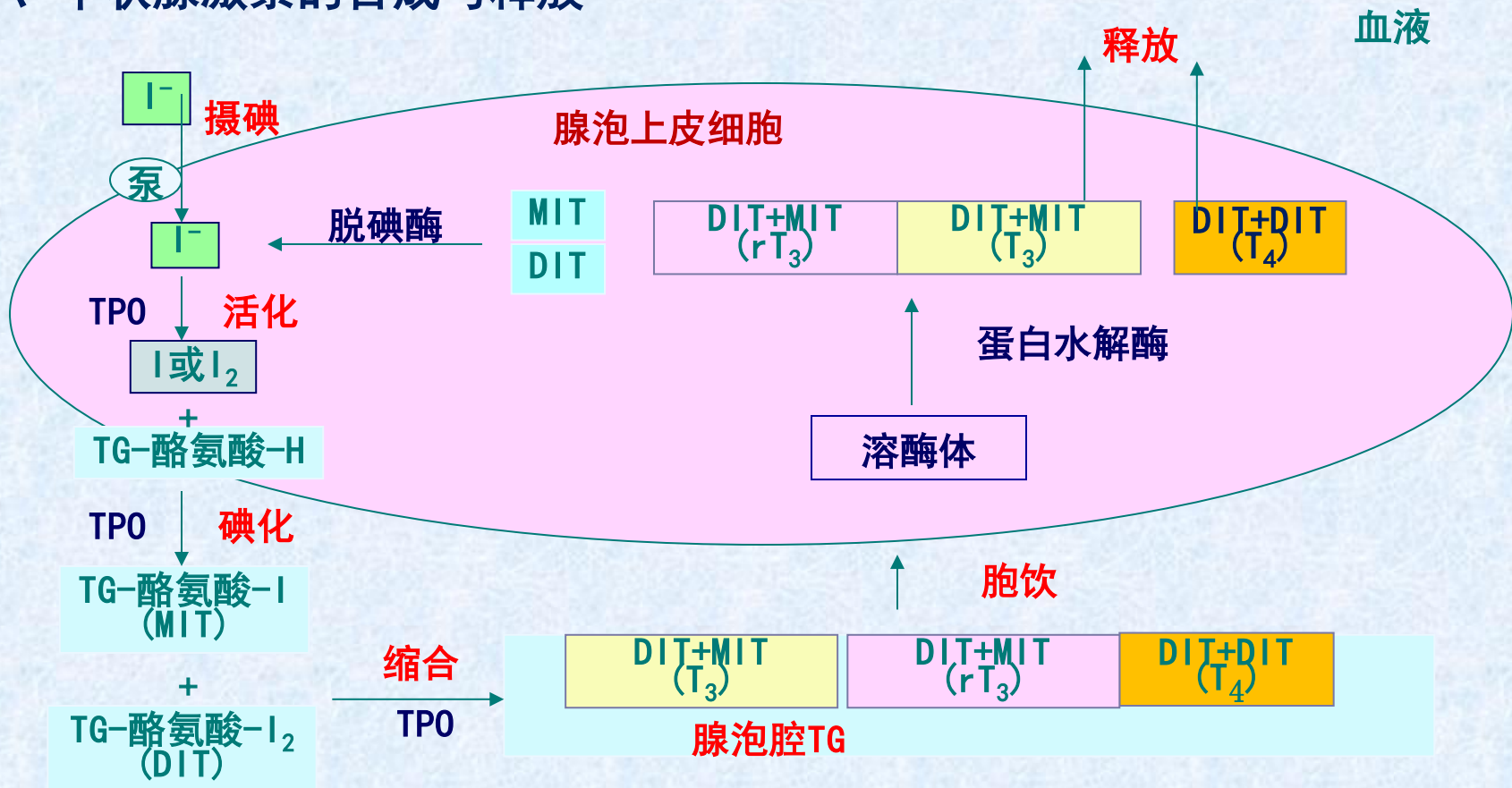


Fig. 50-2 Overall chemical pathway of thyroid hormone synthesis. All these reactions occur with tyrosine molecules that are incorporated into the protein thyroglobulin by peptide linkages.  $T_4$  and  $T_3$  are the biologically active hormone molecules.

# 1、甲状腺激素的合成与释放



TPO: 甲状腺过氧化物酶; TG: 甲状腺球蛋白; MIT: 一碘酪氨酸; DIT: 二碘酪氨酸

## 附：文字解释：甲状腺激素的贮存、释放、运输和代谢

### 1. 贮存

合成 $T_3$ 、 $T_4$ 仍然结合在甲状腺球蛋白（TG）分子上，贮于腺泡腔内。贮量较大（贮量 $T_4 > T_3$ ），供机体利用2~3月之久；使用抗甲状腺药物时，用药时间较长才能奏效。

### 2. 释放

当甲状腺受到TSH刺激后，腺泡细胞将腺泡腔内的TG胞饮摄入细胞内，TG与溶酶体融合，在溶酶体蛋白水解酶的作用下，分离出 $T_3$ 和 $T_4$ ，释放入血，MIT和DIT在脱碘酶作用下而脱碘，脱下的碘供重新合成甲状腺素。

### 3. 运输

$T_3$ 、 $T_4$ 释放入血，以结合状态(与3种血浆蛋白结合)和游离状态二种形式运输。

$T_4$ 以结合型存在(占99%以上)， $T_3$ 以游离型存在。

只有游离型才有生物活性， $T_3$ 的生物活性比 $T_4$ 约大5倍。

结合型与游离型可以互相转换，使游离型的 $T_4$ 与 $T_3$ 在血中保持一定浓度。

正常成人血清中 $T_4$ 浓度为51~142nmol/L， $T_3$ 浓度为1.2~3.4nmol/L。

## 4. 代谢

$T_3$ 的半衰期为1.5天， $T_4$ 的半衰期为7天。 $T_3$ 与 $T_4$ 的20%在肝脏、80%在靶组织中被脱碘酶脱碘降解。 $T_4$ 脱碘 $\rightarrow T_3$ (45%)和 $rT_3$ (55%);  $T_3$ 和 $rT_3$ 脱碘 $\rightarrow$ MIT、DIT和不含碘的甲状腺原氨酸。

妊娠、饥饿、应激、代谢紊乱、肝病、肾衰等均会使 $T_4$ 脱碘 $\rightarrow rT_3 \uparrow$  ( $\because rT_3$ 生物活性低，其产热效能仅占 $T_4$ 的5%)而影响 $T_4$ 在组织中的生物作用。

## 2、甲状腺激素的生理作用

	作用与机制	异常
能量代谢	机体耗氧量和产热量增加，基础代谢率(BMR)升。主要与 $\text{Na}^+-\text{K}^+-\text{ATP}$ 酶活性 $\uparrow$ 有关；其次与促进脂肪酸氧化热有关。	甲亢：怕热易出汗， $\text{BMR} >$ 超过正常值50~100%； 甲减：喜热恶寒， $\text{BMR} <$ 正常值30~45%。
蛋白质代谢	促进蛋白质合成，大剂量则相反。	甲减，粘液性水肿
脂肪代谢	促进脂肪氧化和胆固醇分解	甲亢：低胆固醇
糖代谢	促进糖元合成，降低血糖，大剂量相反	甲亢：高血糖
生长发育	$\text{T}_4$ 、 $\text{T}_3$ 具有促进组织分化、生长与发育成熟的作用(尤其对脑和长骨)。在胚胎期~出生后的前4个月内，影响最大。	甲减：呆小症 预防呆小病应从妊娠期开始，治疗呆小病必须在出生3个月前补充 $\text{T}_4$ 、 $\text{T}_3$ ，否则难以奏效。

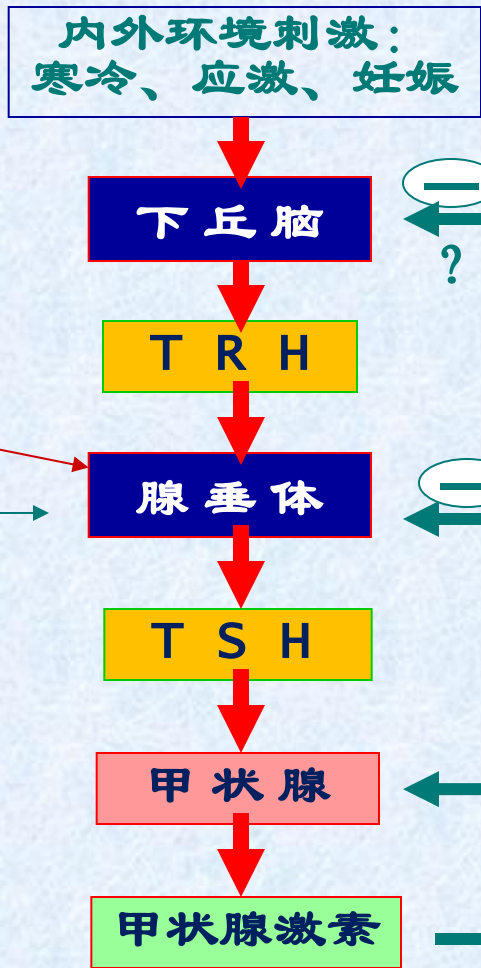
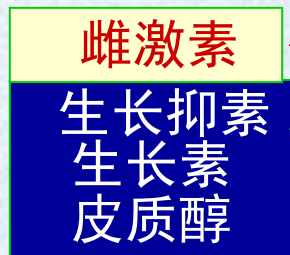
### 3、分泌调节：下丘脑-腺垂体-甲状腺轴

#### 3.1 TRH的作用

TRH经垂体门脉运输，作用腺垂体TSH细胞膜上的特异受体，促进TSH的合成与分泌。

#### 3.2 影响腺垂体分泌TSH因素

生长抑素、糖皮质激素、生长素抑制腺垂体分泌TSH；  
雌激素增强腺垂体对TRH的反应。

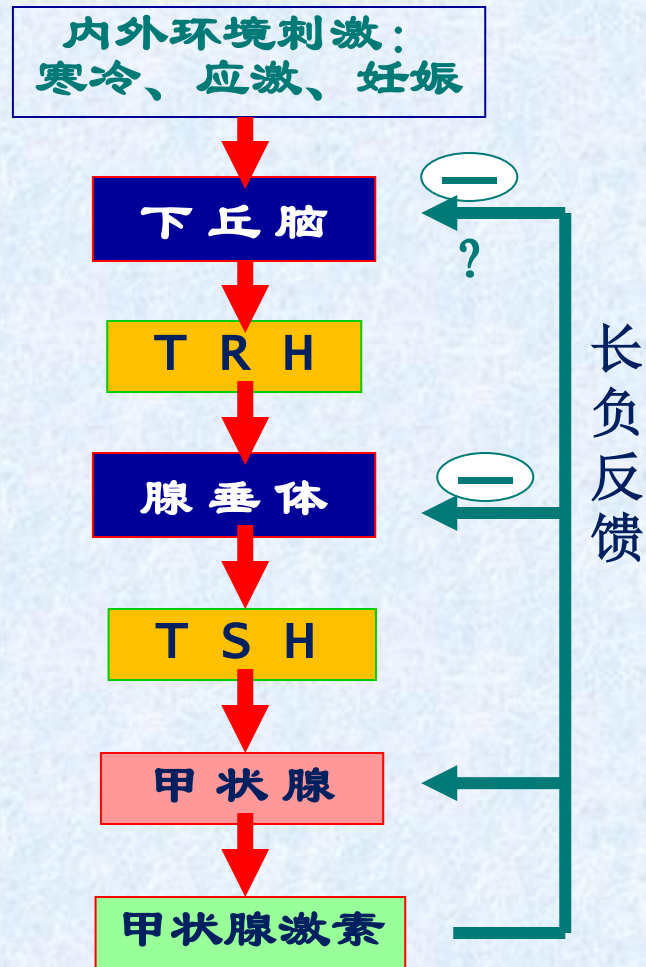


### 3.3 甲亢

有些甲亢患者血中出现化学结构与TSH相似的免疫球蛋白—人类刺激甲状腺免疫球蛋白(HTSI),与TSH竞争受体。

### 3.4 地甲肿

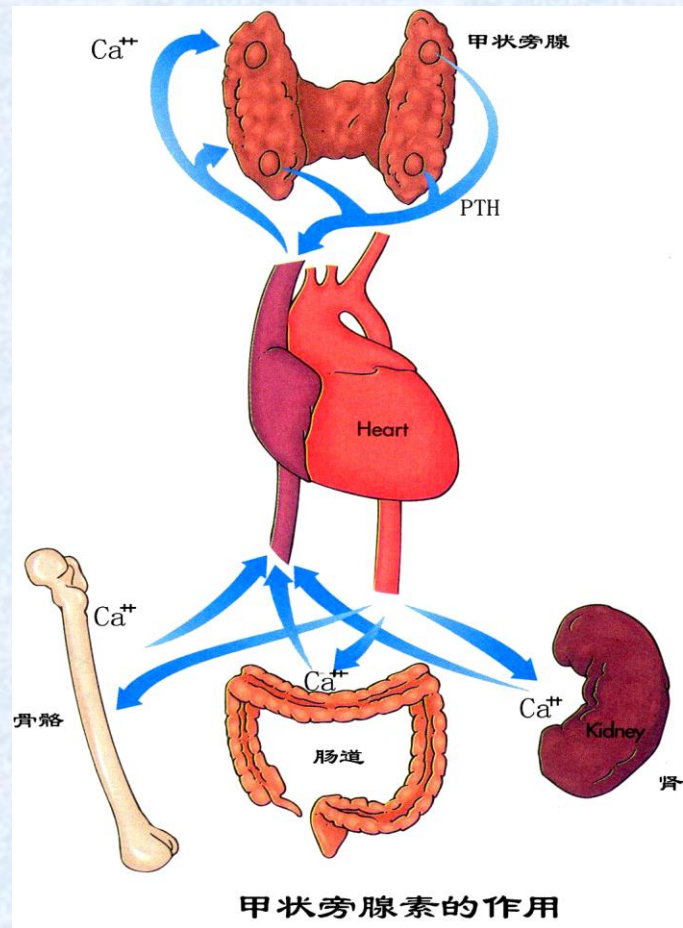
地方性甲状腺肿大。由于缺碘,体内缺乏甲状腺素,负反馈抑制减弱,腺垂体分泌TSH上升,刺激甲状腺增生。





## 四、甲状旁腺激素与降钙素

甲状旁腺激素由甲状旁腺分泌，降钙素由甲状腺C细胞分泌，与维生素D<sub>3</sub>一起，调节人体的钙磷代谢。



## 影响钙、磷代谢的激素及其作用

作用	$1, 25-(\text{OH})_2\text{-D}_3$	甲状旁腺素 P T H	降钙素 C T
破骨细胞的活动→溶骨作用	+	+	-
成骨细胞的活动→成骨作用	+	+	+
肾远曲小管重吸收钙	+	+	-
肾近曲小管重吸收磷	+	-	-
$1, 25-(\text{OH})_2\text{-D}_3$ 的生成→肠粘膜吸收钙		+	-

PTH→升高血钙、降低血磷。

C T →降低血钙、降低血磷。

$1, 25-(\text{OH})_2\text{-D}_3$  →升高血钙、升高血磷。



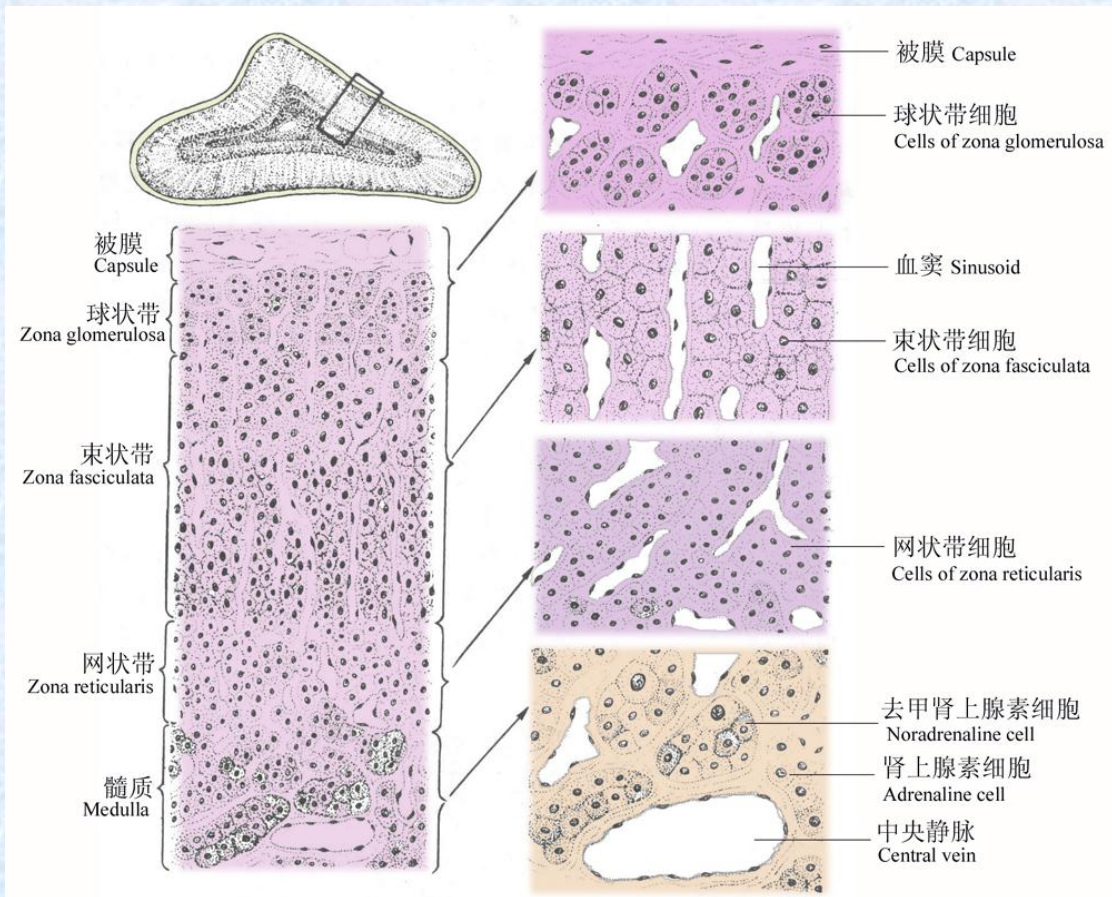
# 五、肾上腺皮质激素

肾上腺皮质的结构

从外向内依次为：

- 球状带 盐皮质激素（醛固酮）
- 束状带 糖皮质激素（皮质醇）
- 网状带 性皮质激素（少量的雄性激素和微量的雌二醇，皮质醇）

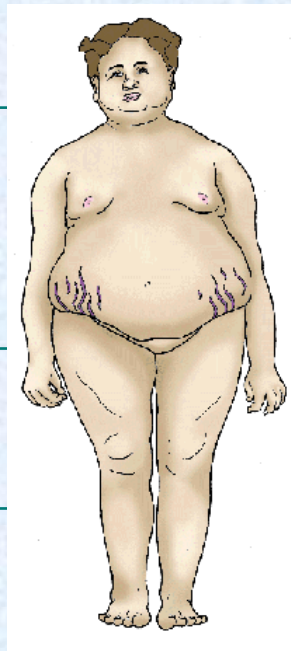
这三类激素都是固醇衍生物，故统称为甾体激素。



# 1、糖皮质激素的生理作用

## 1.1 对物质代谢的作用

糖	促进肝糖原异生 抑制胰岛素与受体结合	血糖↑	分泌↑→类固醇性糖尿
蛋白质	促进肝外组织蛋白质分解 (主要是肌肉蛋白质) 抑制蛋白质合成	血AA↑	分泌↑→生长停滞、 骨质疏松、创口不愈
脂肪	促进脂肪的分解 动员脂肪重新分布	酮体↑	分泌↑→向心性肥胖
水盐	类似醛固酮 抑制ADH的分泌 增加肾小球滤过	(但活性只有醛固酮 1/400)	分泌↓→水中毒



## 1.2 对其他组织器官的作用

血细胞	促进骨髓造血 抑淋巴细胞生成、促凋亡 促附着血管壁的中性粒细胞入血液循环 促肺脾对嗜酸性粒细胞的贮留	RBC↑血小板↑ 淋巴细胞↓ 中性粒细胞↑ 嗜酸性粒细胞↓	治疗白血病?
胃屏障	促进胃酸和胃蛋白酶的分泌 抑制胃粘液分泌 加速胃上皮细胞脱落	破坏胃粘膜屏障 诱发或加剧胃溃疡	
循环	增血管平滑肌对儿茶酚胺的敏感性(允许作用) 提高血管的紧张性和维持血压	机能低下→血压↓	
神经	提高中枢神经系统兴奋性	小剂量→欣快感, 大剂量→思维不能集中、烦躁和失眠	

### 1.3 抗炎症、抗过敏、抗休克、应激反应中的作用

抗炎症	增WBC溶酶体膜的稳定性→减蛋白水解酶进入组织液 抑结缔组织成纤维细胞的增生
抗过敏	抑制浆细胞抗体的生成和组胺的生成
应激反应	①减少有害介质的产生（缓激肽、蛋白水解酶、PG等） ②使能量代谢以糖代谢为中心，保证葡萄糖对脑、心脏重要器官的供应； ③对儿茶酚胺的允许作用，使心肌收缩力增强，升高血压。

机体受到有害刺激(感染、创伤、失血、手术、冷冻等)时，→下丘脑-垂体-肾上腺皮质轴活动增强称**应激反应**；而紧急情况(如失血、巨痛)时→交感-肾上腺髓质轴活动增强，称**应急反应**。

## \* 应激与应急反应

机体遭受有害刺激(感染、创伤、失血、手术、冷冻、饥饿、疼痛、等)时:导致下丘脑-垂体-肾上腺皮质轴 (HPA axis) 活动增强称为应激反应 (stress reaction);

紧急情况(如失血、巨痛)时,

导致交感-肾上腺髓质轴活动增强, 称为应急反应 (emergency reaction )。

二种反应相辅相成, 常同时发生。共同提高机体对有害刺激的抵抗力。

应激反应是以ACTH、糖皮质激素分泌增加为主, 多种激素(GH、ADH、PRL、醛固酮等)参与的非特异性反应。

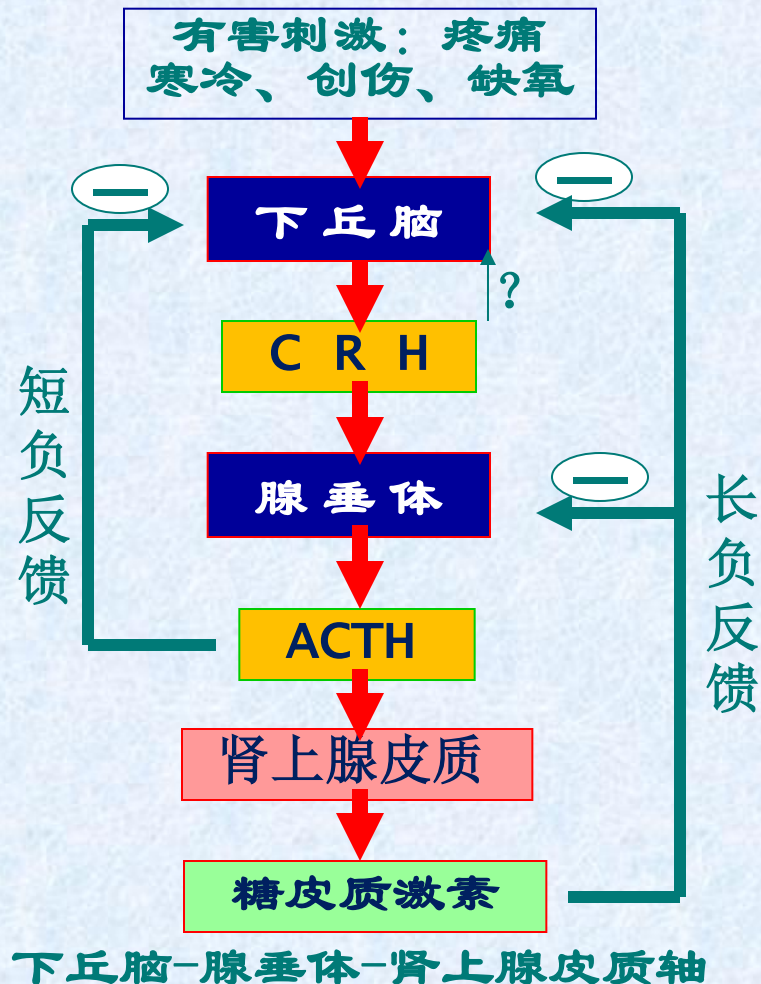


## 2、糖皮质激素的分泌调节

### 1. CRH的作用

当机体受到有害刺激，下丘脑分泌的CRH、经垂体门脉运输，作用于腺垂体ACTH细胞膜上CRH受体，促进ACTH的合成与分泌。

CRH对CRH本身也有负反馈调节作用。

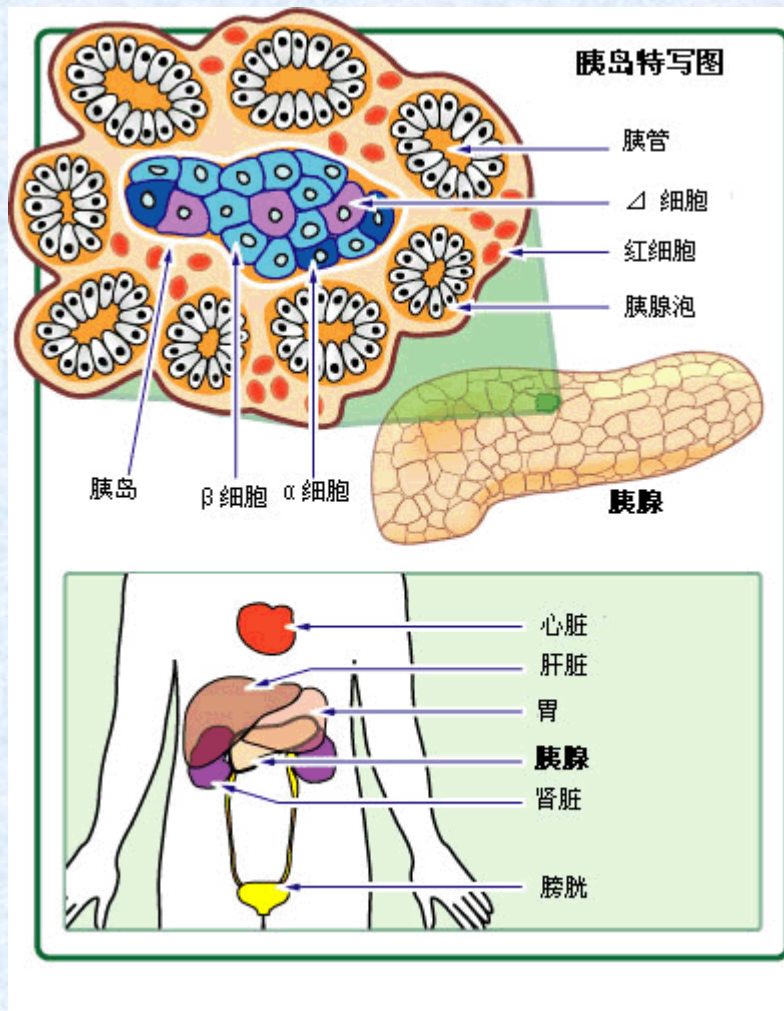


## 六、胰岛素

胰岛 A细胞，分泌胰高血糖素；B细胞，分泌胰岛素；D细胞，分泌生长抑素；PP细胞，分泌胰多肽

### 1、主要作用

促进糖利用，降低血糖；  
促进脂肪合成，抑制脂肪分解；  
促进蛋白质合成、抑制蛋白质分解；  
促进机体生长(需与GH共同作用时效果才明显)



## 胰岛素的作用

### 1. 糖代谢：降低血糖。

促进细胞对葡萄糖的摄取和利用，促进肝脏和肌肉糖原的合成及贮存，抑制糖异生，促进葡萄糖转化为脂肪酸并贮存于脂肪组织中。

### 2. 脂肪代谢：促进脂肪合成，抑制脂肪分解。

促进肝细胞合成脂肪酸并将其转运入脂肪细胞中贮存；促进脂肪细胞摄取葡萄糖并将其转化为脂肪酸和  $\alpha$ -磷酸甘油 $\rightarrow$ 甘油三脂 $\rightarrow$ 储存于脂肪细胞中。

抑制脂肪细胞脂肪酶的活性 $\rightarrow$ 抑制脂肪分解。

### 3. 蛋白质代谢：促进蛋白质合成、抑制蛋白质分解。

促进氨基酸向细胞内转运；加快细胞核的复制和转录过程，增加DNA、RNA的生成；加速核糖体的翻译，促进蛋白质合成。

抑制蛋白质分解和肝糖异生。

(其促进机体生长的作用与促进蛋白质合成直接相关)

### 4. 降低血钾：促 $K^+$ 入胞 $\rightarrow [K^+]_o \downarrow$ 。

## 2、作用机制

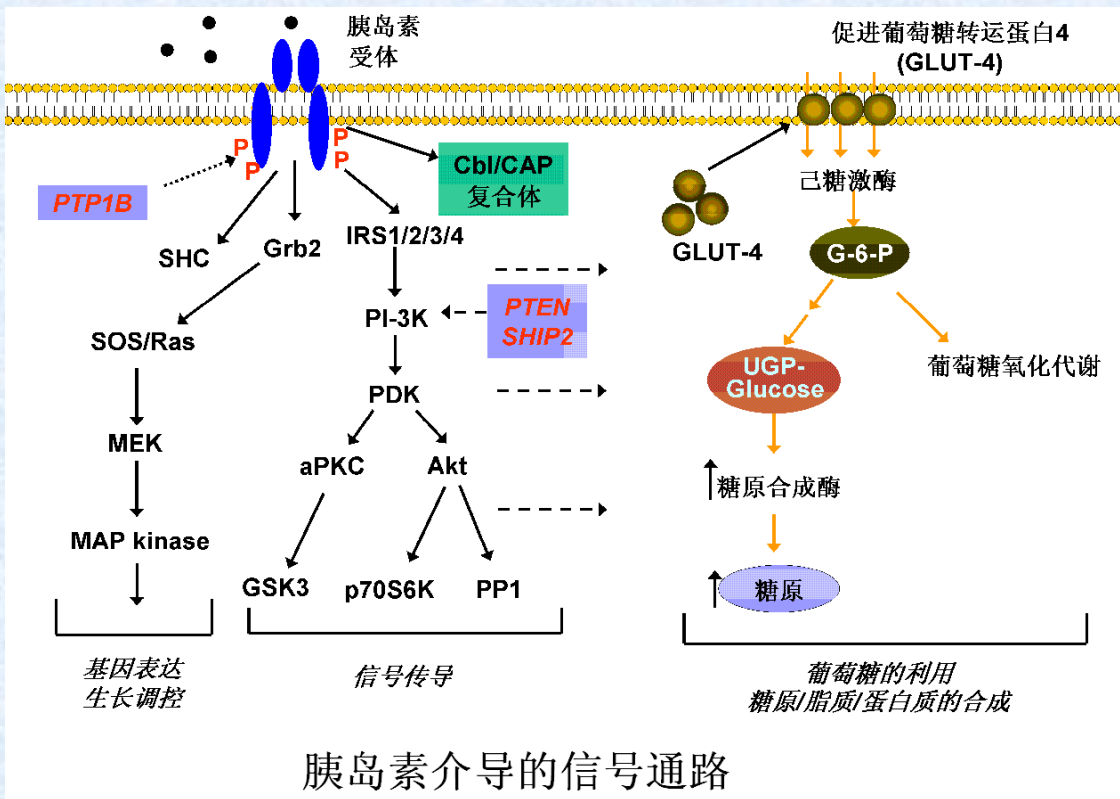
胰岛素

与受体酪氨酸激酶结合

膜外N端：识别、结合胰岛素  
膜内C端：酪氨酸激酶活性

与靶细胞浆中的IRS-1  
受体底物结合

调节细胞的代谢与生长



# 胰岛素缺乏时的三多一少症状

胰 岛 素 ↓

葡萄糖利用 ↓

蛋白分解 ↑

脂肪分解 ↑

糖氧化 ↓

血糖 ↑

能量不足

> 肾糖阈

饥饿感

高渗性利尿

脱水

酮体生成 ↑

多食

多尿  
(尿糖)

口渴

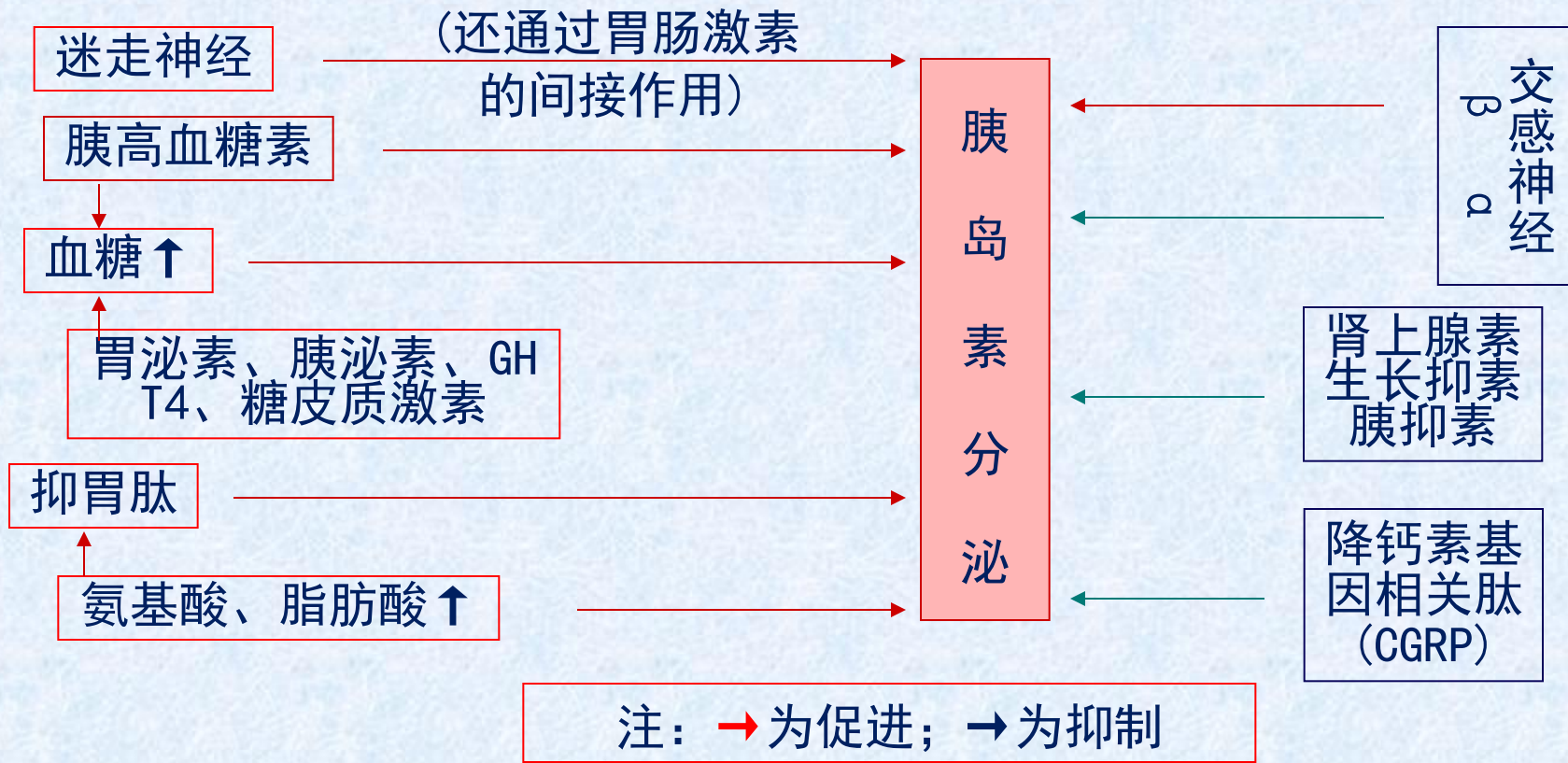
体重 ↓  
(尿氮)

酮血症

酮酸中毒  
尿毒症  
昏迷

多饮

### 3、胰岛素的分泌调节



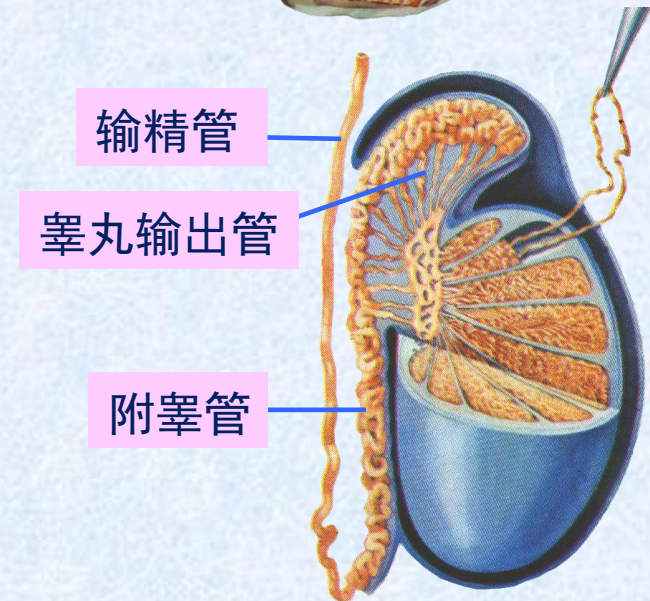
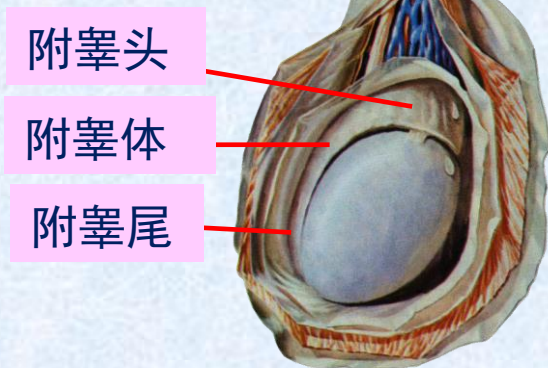
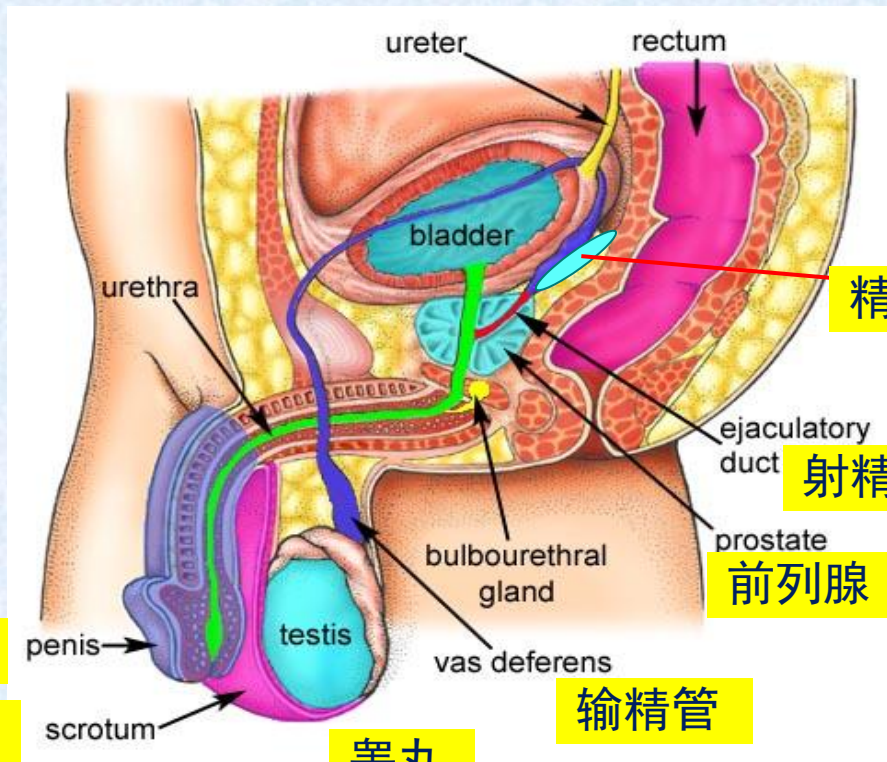


## 第三节 生殖概述

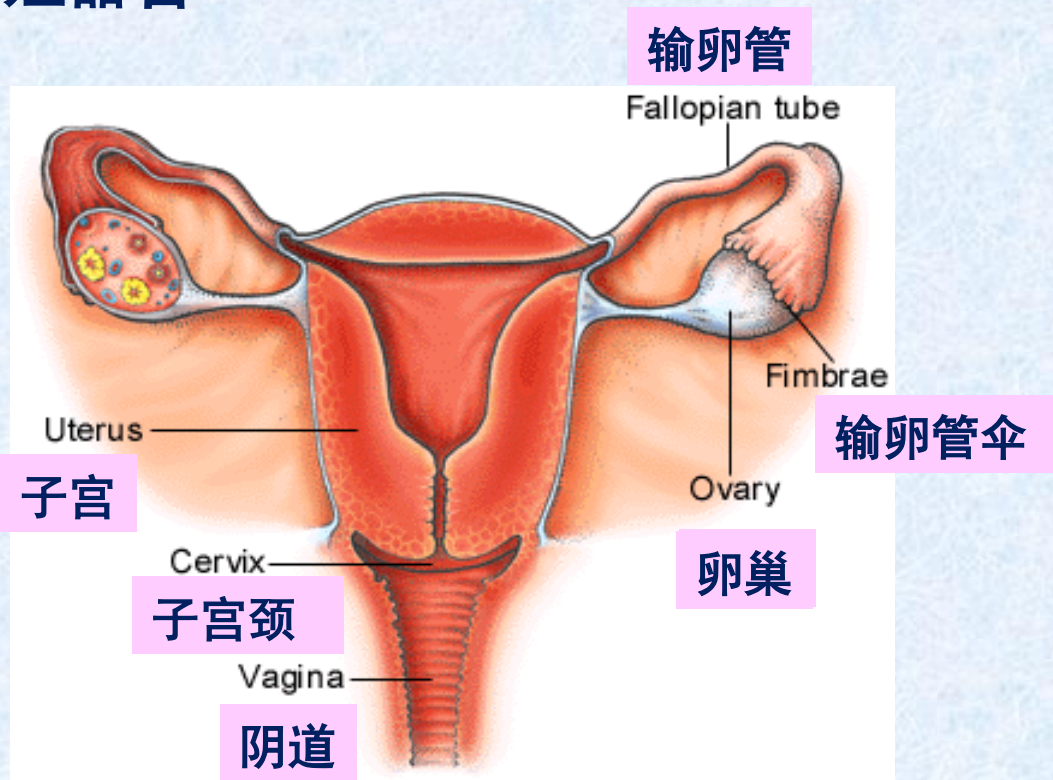


# 一、生殖器官

## 1、男性生殖器官

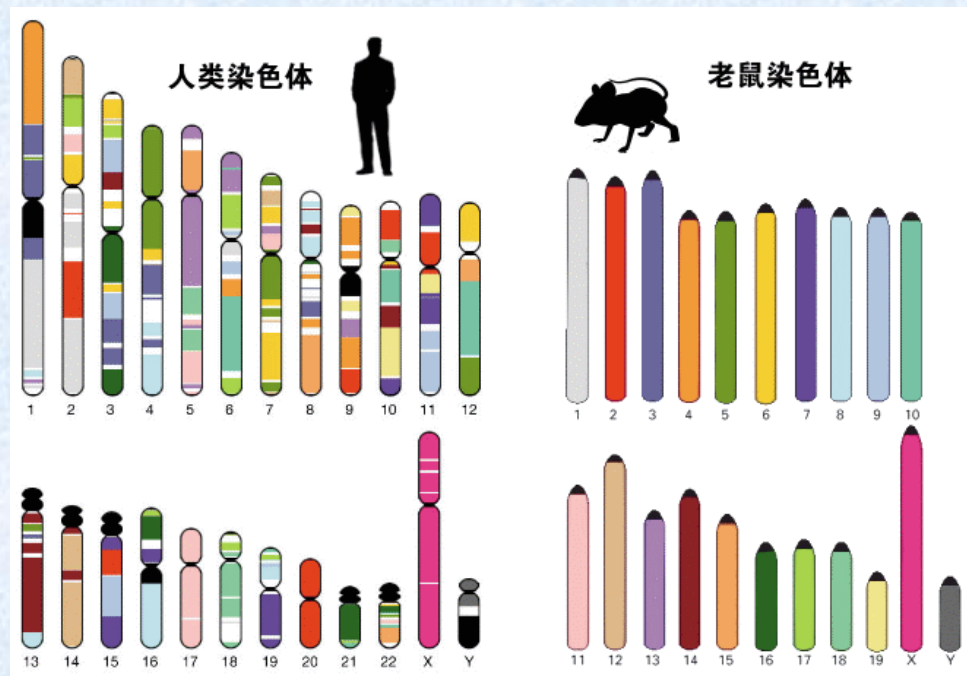
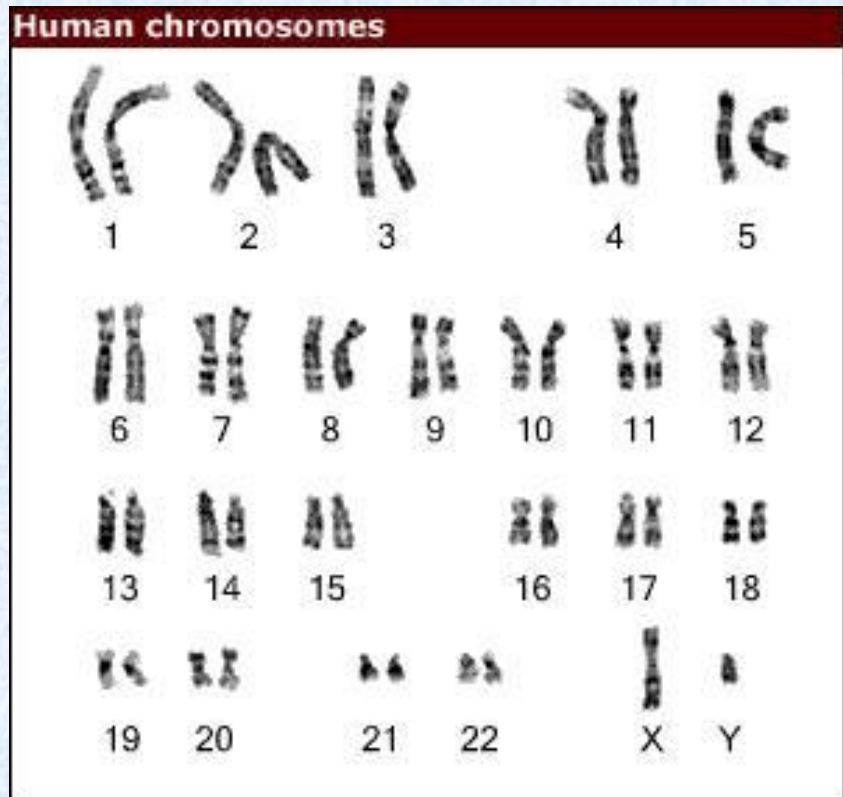


## 2、女性生殖器官

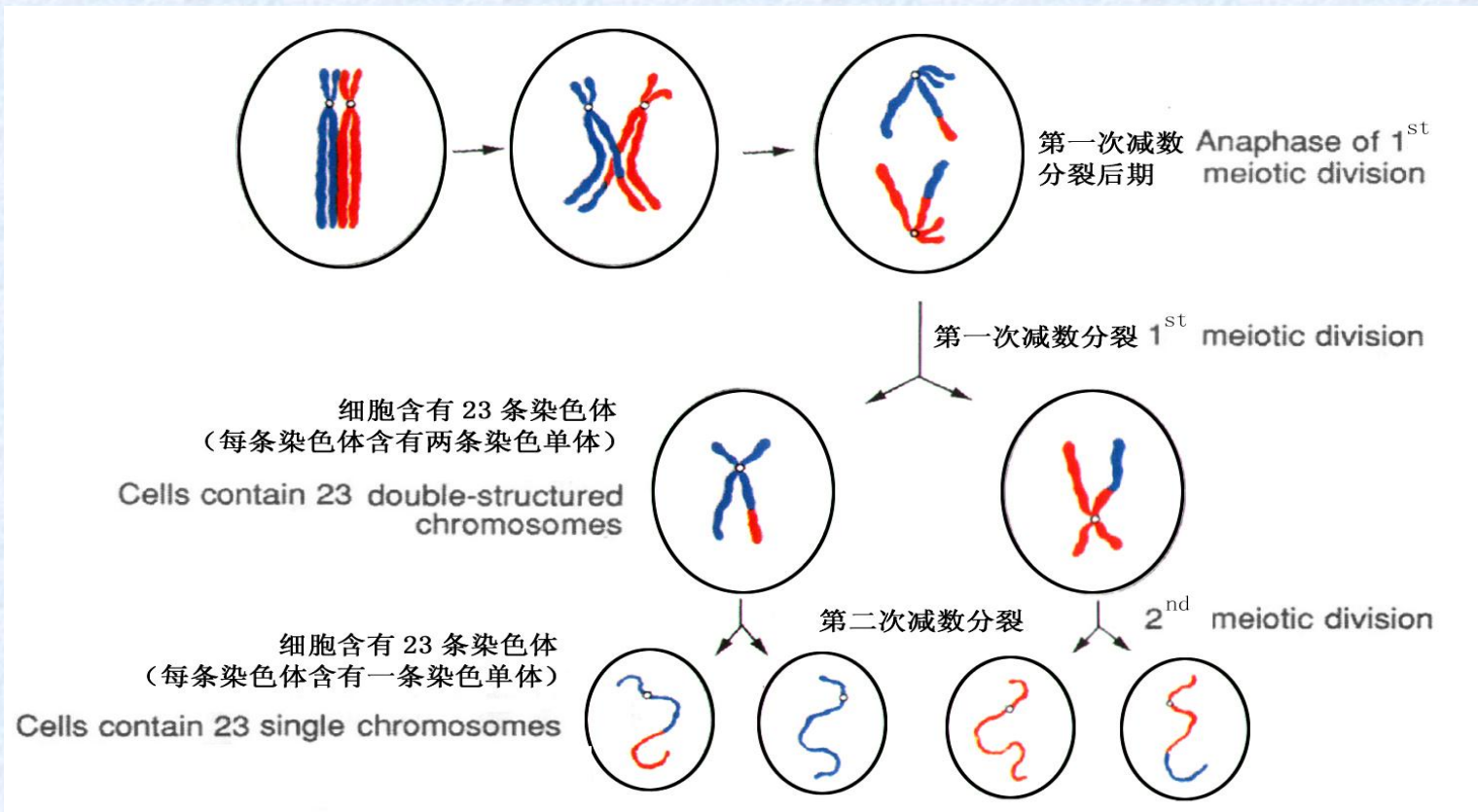


## 二、配子发生

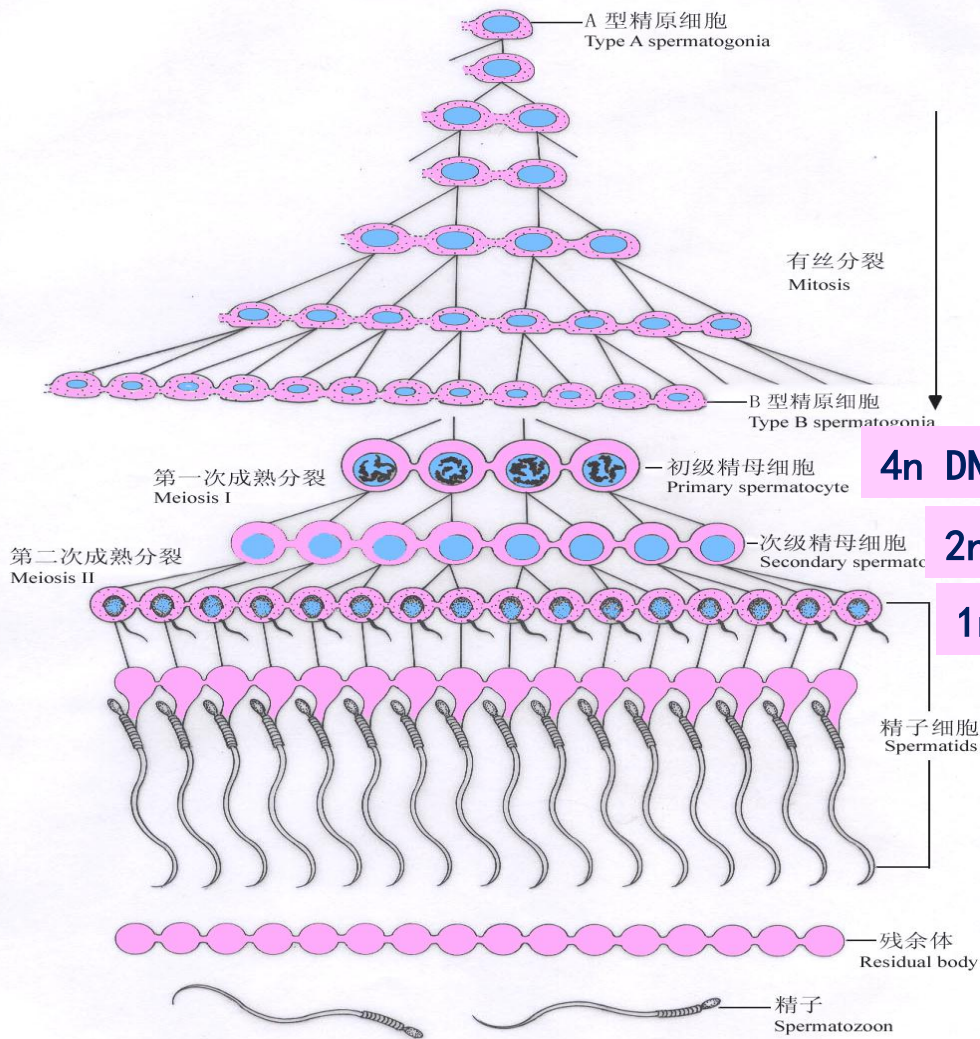
### 人类染色体



# 减数分裂示意图



# 1、人精子发生示意图



精原细胞

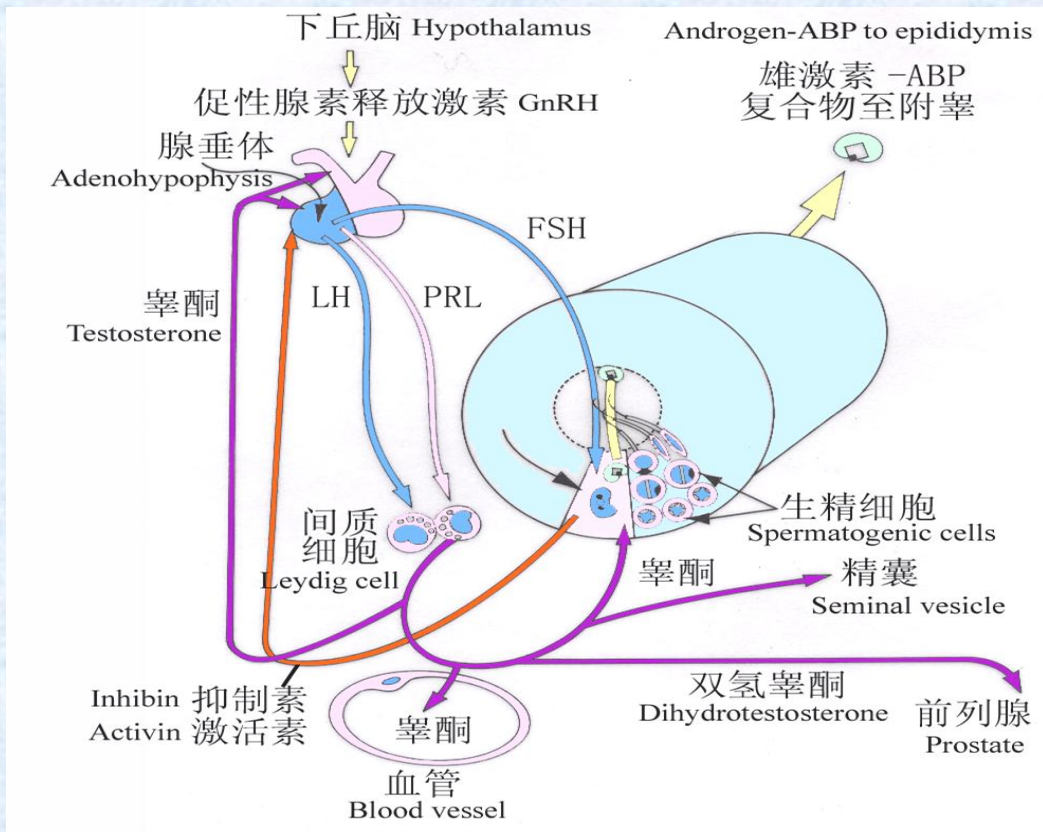
64-70天

精子

附睾中14天

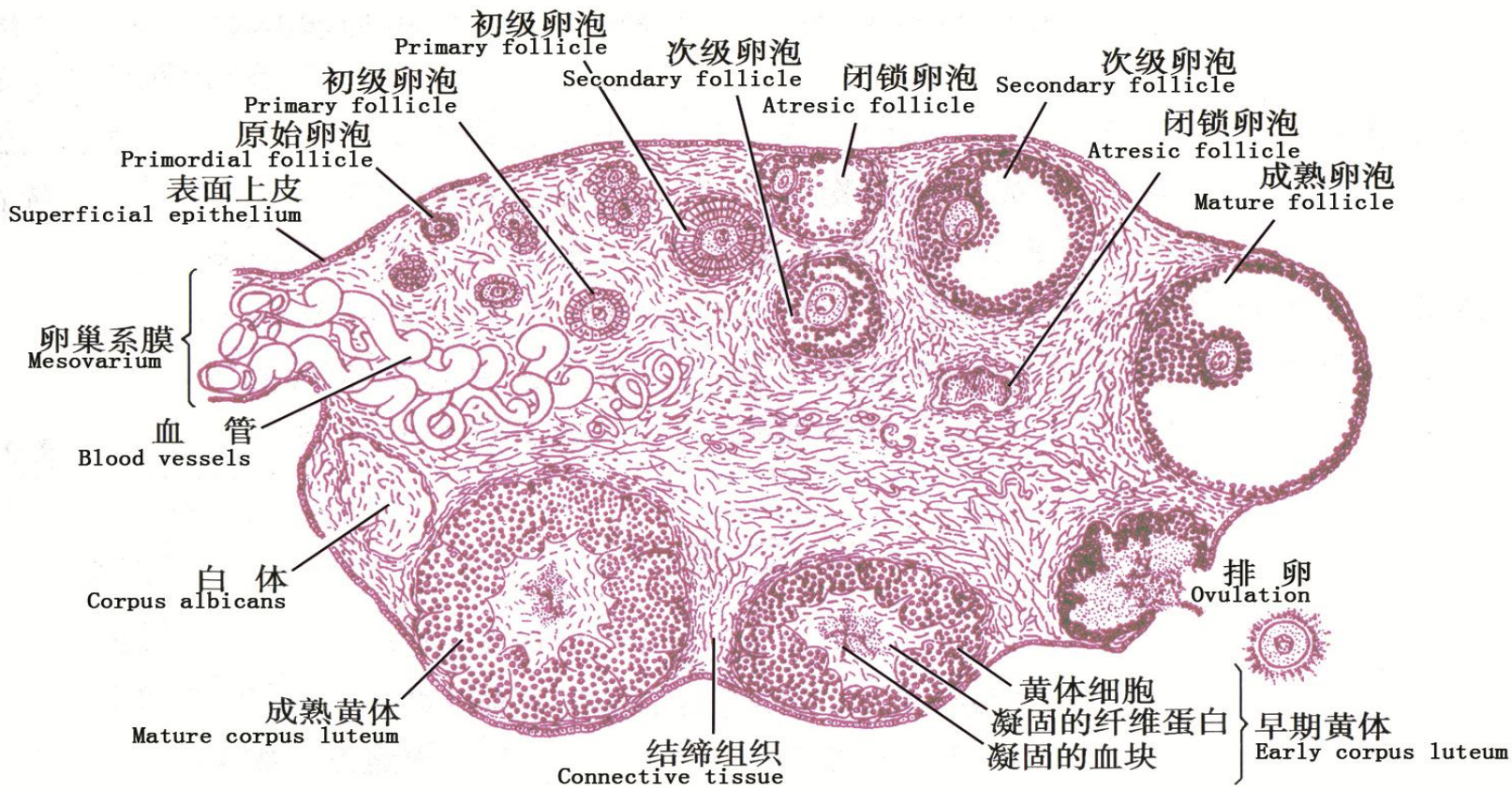
精子成熟至少需要80天

# 睾丸功能内分泌调节

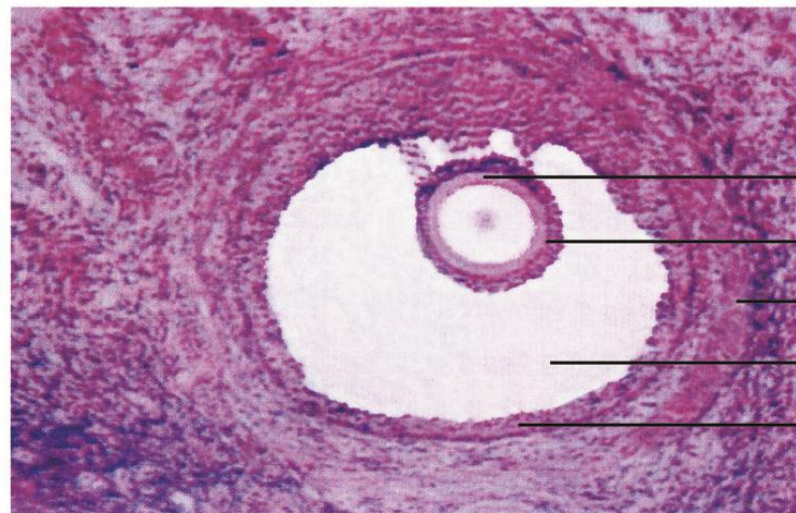


- ❖ FSH, 卵泡刺激素
- ❖ LH, 黄体生成素
- ❖ PRL, 催乳素
- ❖ ABP, 雄激素结合蛋白

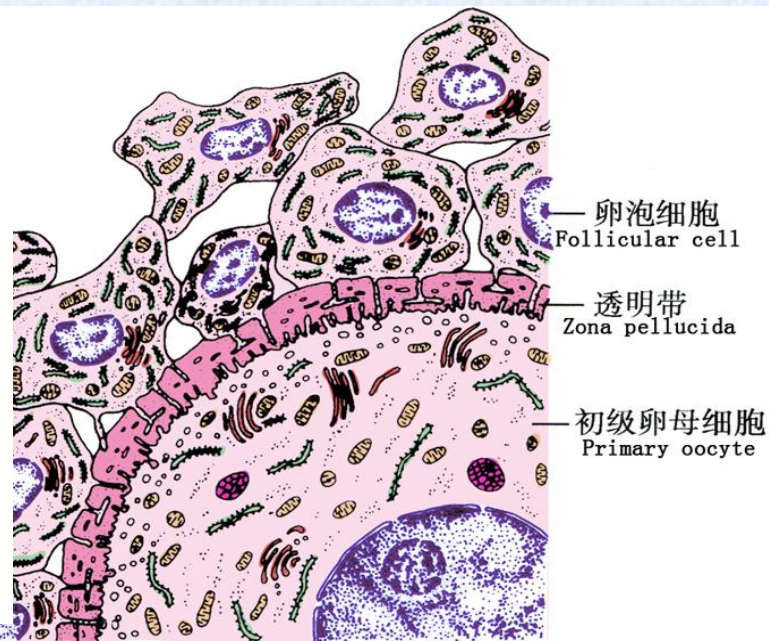
## 2、卵细胞的成熟



# 成熟卵泡和初级卵母细胞



透明带  
Zona pellucida  
放射冠  
Corona radiata  
卵泡膜  
Follicular theca  
卵泡腔  
Follicular cavity  
颗粒层  
Stratum granulosum



卵泡细胞  
Follicular cell

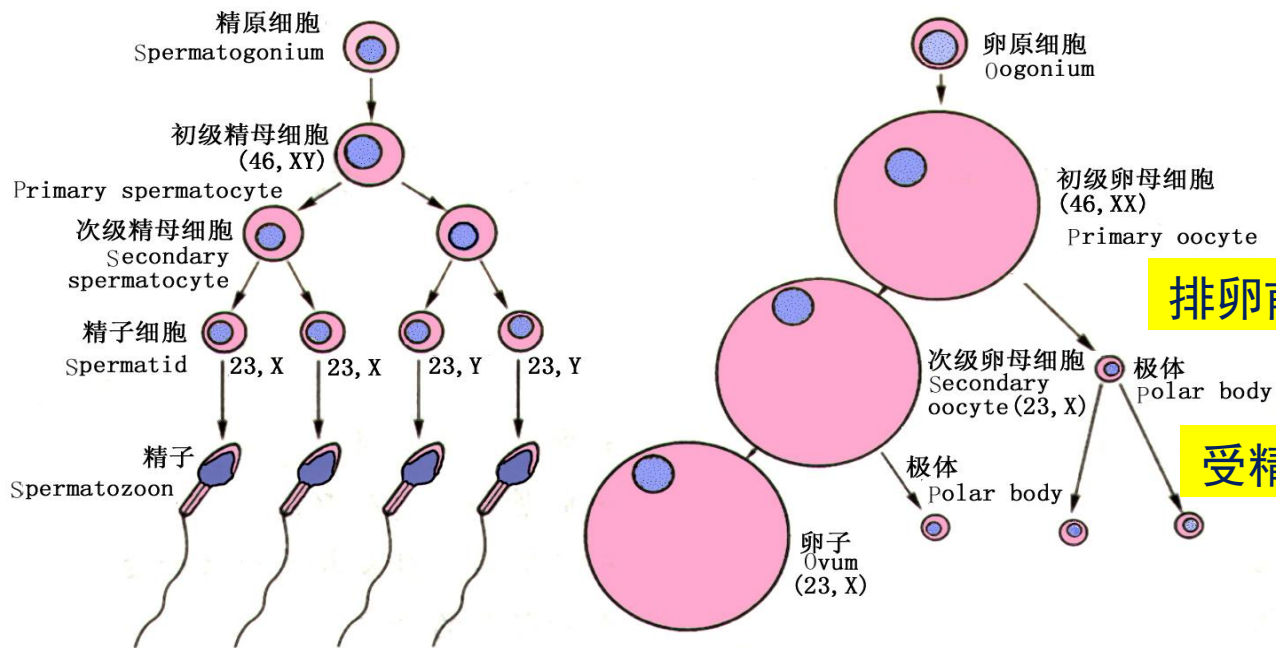
透明带  
Zona pellucida

初级卵母细胞  
Primary oocyte

卵泡细胞突起  
Process of follicular cell



# 卵细胞的成熟



排卵前36-48小时开始分裂

受精后完成第二次减数分裂

### 3、 月经周期

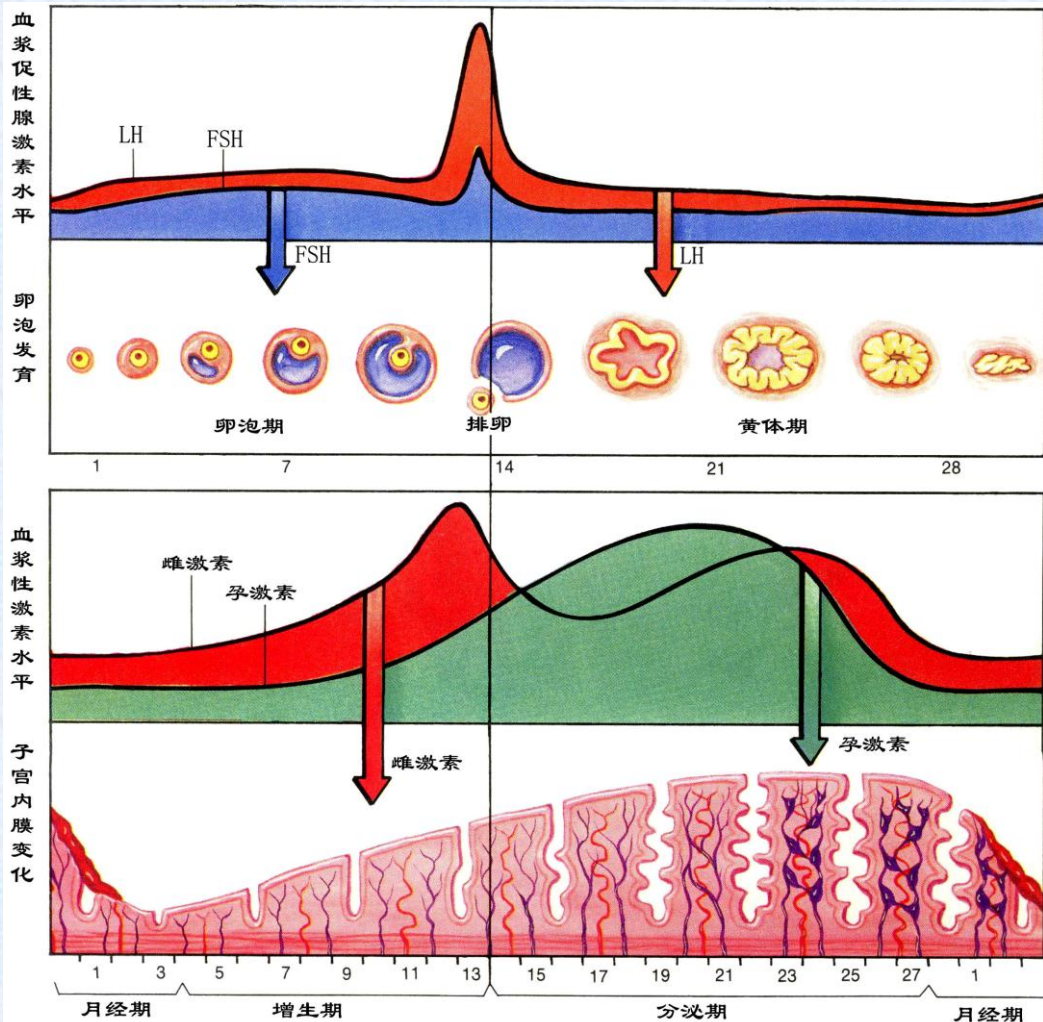
月经开始的第一天，算为月经周期的第一天。

根据子宫内膜的变化分成三个时期：月经期(第1~5天)、增生期(第5~14天)、分泌期(第15~28天)。

**增生期：**卵泡不断分泌雌激素的作用；

**分泌期：**黄体分泌雌、孕激素的共同作用；

**月经期：**黄体萎缩，失去雌、孕激素的支持作用。

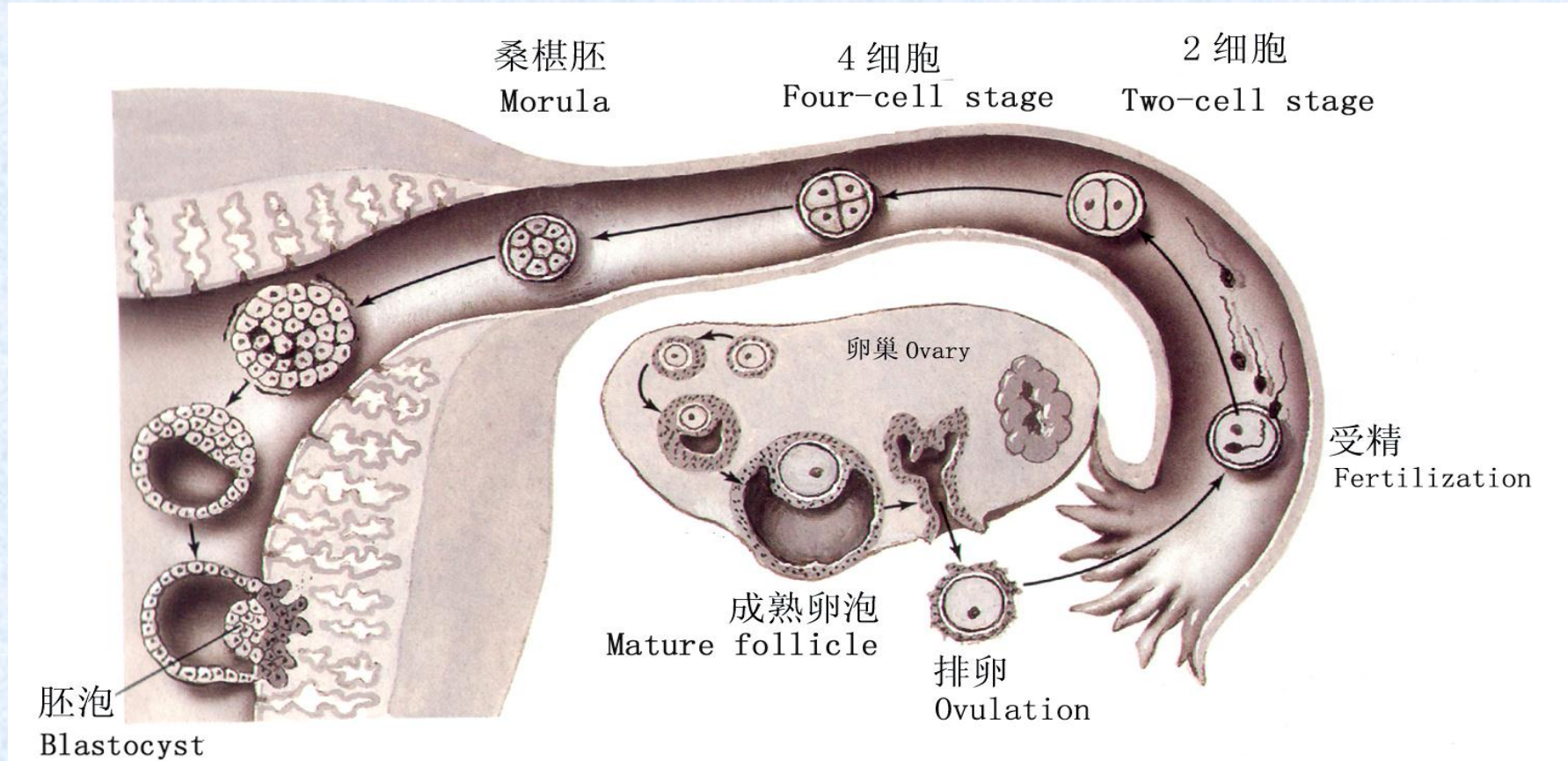


月经周期的形成

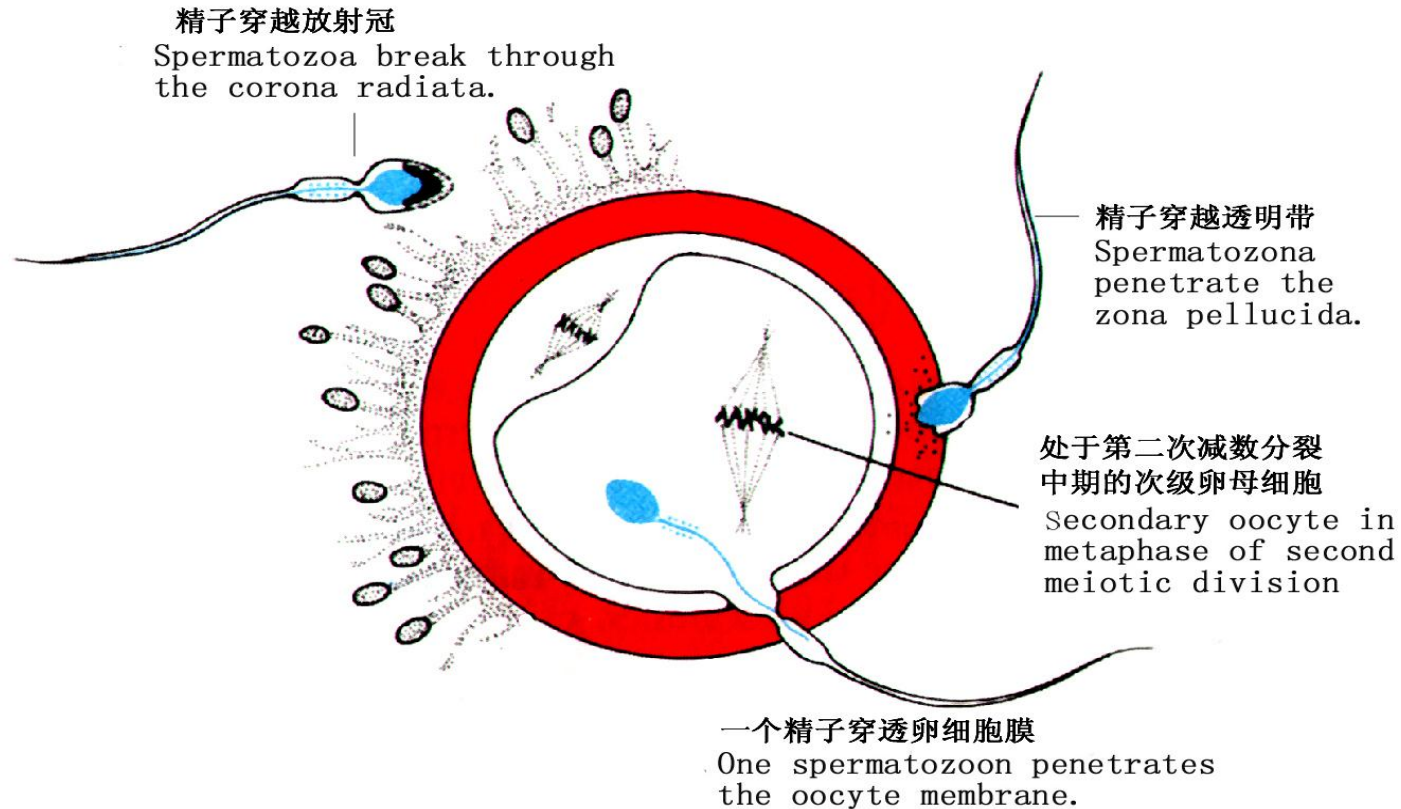
## 关于影响月经周期的其他因素：

- 强烈的情绪波动、生活环境的改变及体内其他系统的疾病，能通过下丘脑—腺垂体—卵巢轴而影响月经周期，引起月经失调。
- 青春期以前，腺垂体未发育成熟，对下丘脑分泌的GnRH不敏感，FSH、LH分泌很少，未能引起卵巢和子宫内膜的周期性变化。
- 妇女45~50岁，卵巢对FSH、LH的反应性↓，卵泡停止发育，雌激素、孕激素分泌↓，子宫内膜不再呈现周期性变化，而进入绝经期。

### 三、排卵与受精



# 精子穿入卵细胞的过程



## 关于排卵与受精：

● 排卵日：基础体温↓、FSH、LH、雌激素达分泌峰排卵有多种因素控制，其中孕激素、PG、LH有较多的作用。

\* 根据规则的排卵日基础体温变化，可以达到避孕的目的——“安全期避孕法”。但由于某些妇女的月经不规则及判定排卵日不准确，这种方法的避孕效果不可靠。

● 卵排出后仅在一天左右内保持受精能力，精子在女性生殖道内仅在二天左右内维持受精能力。

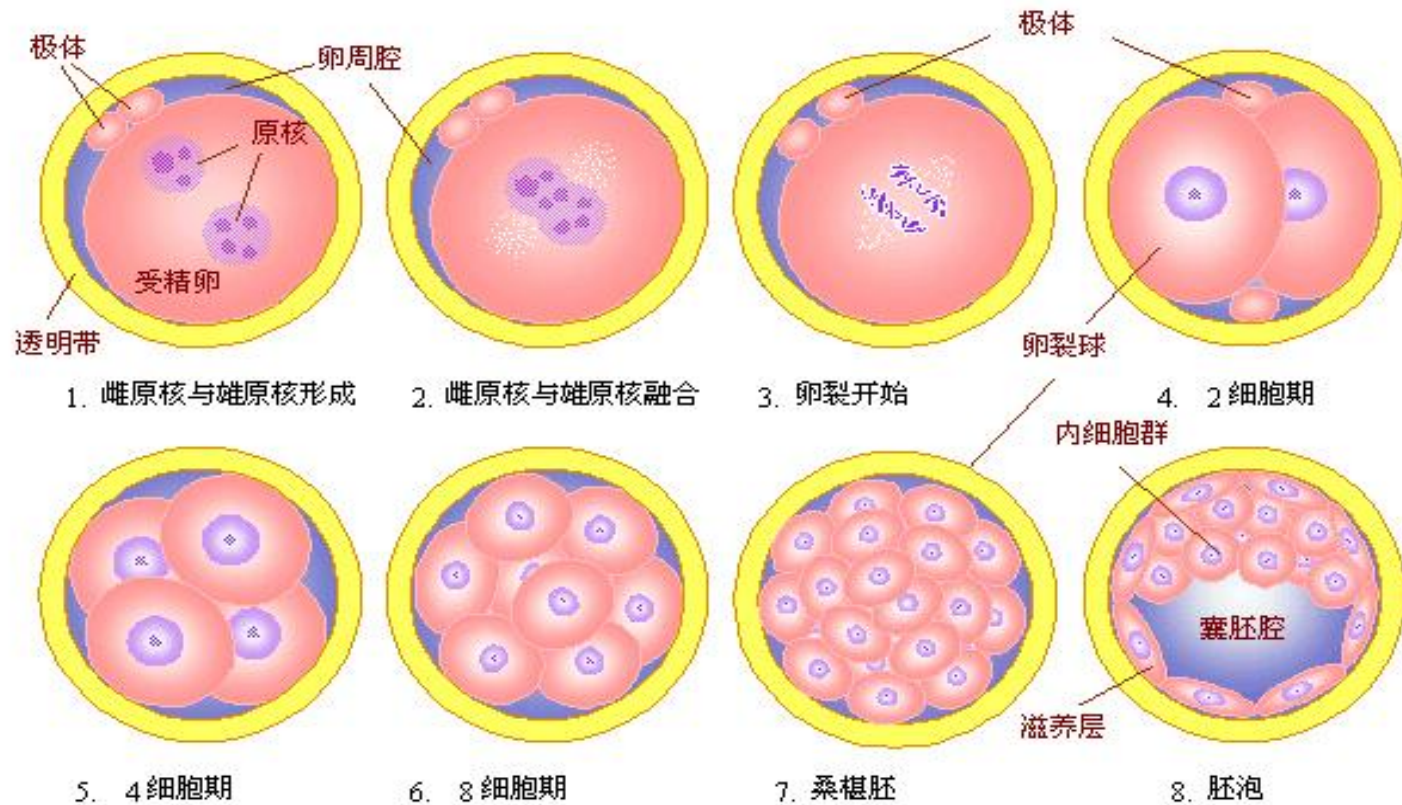
● 受精需要精子的群体效应。精子数正常2000万-2亿/ml。一次射精2-6ml。

● 精液组成：精子、精浆。精浆是附睾、输精管、精囊腺、前列腺和尿道球腺分泌的混合物，pH值7.5。精浆占精液的95%

● 精子需要在女性生殖道（输卵管）内获能，脱去头部外壳，裸露顶体表面的细胞膜。才能产生顶体反应，完成受精过程，

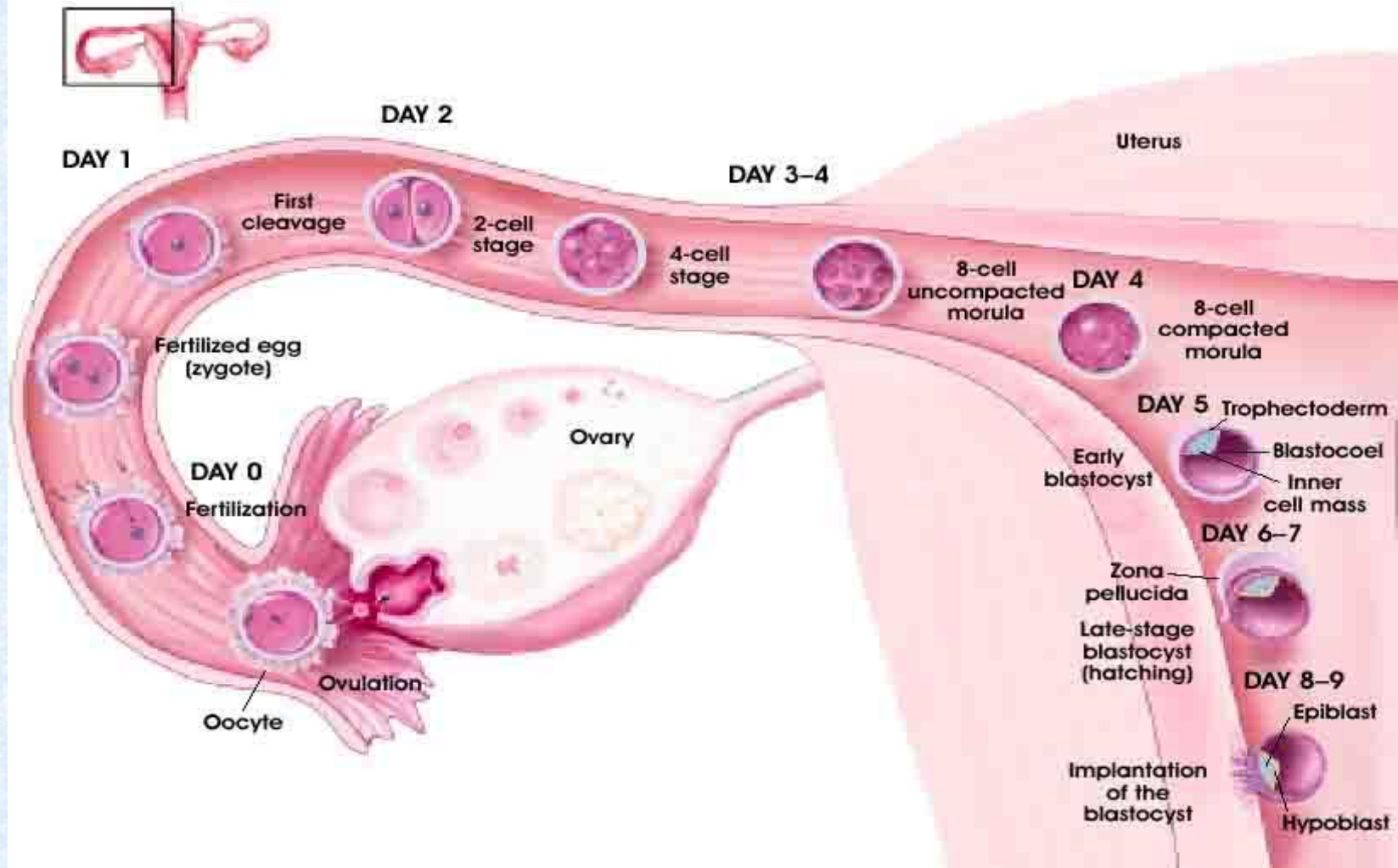


## 四、胚前发育

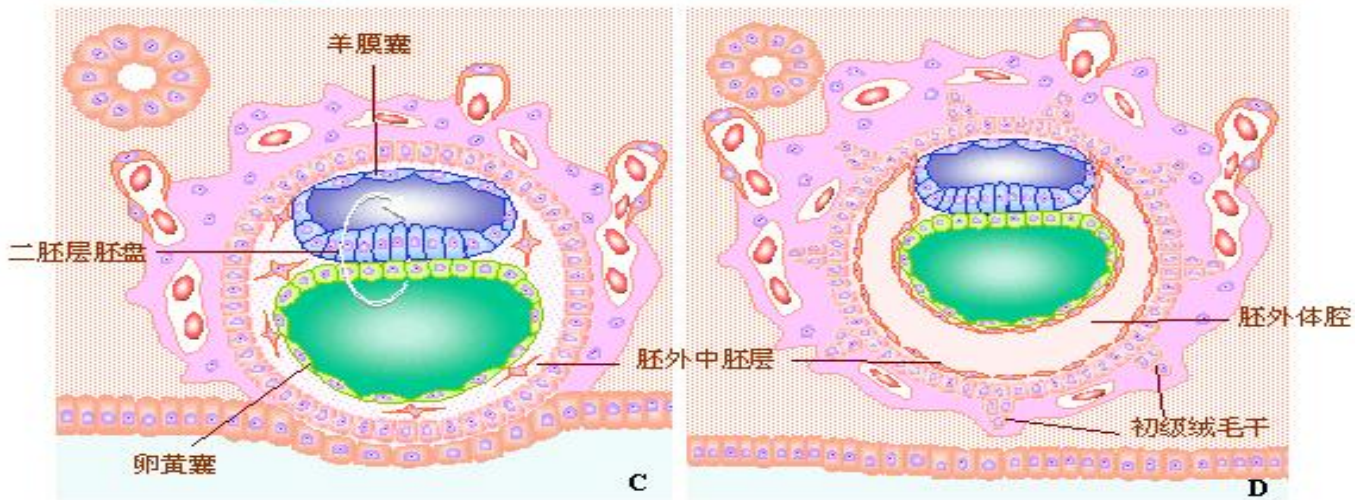
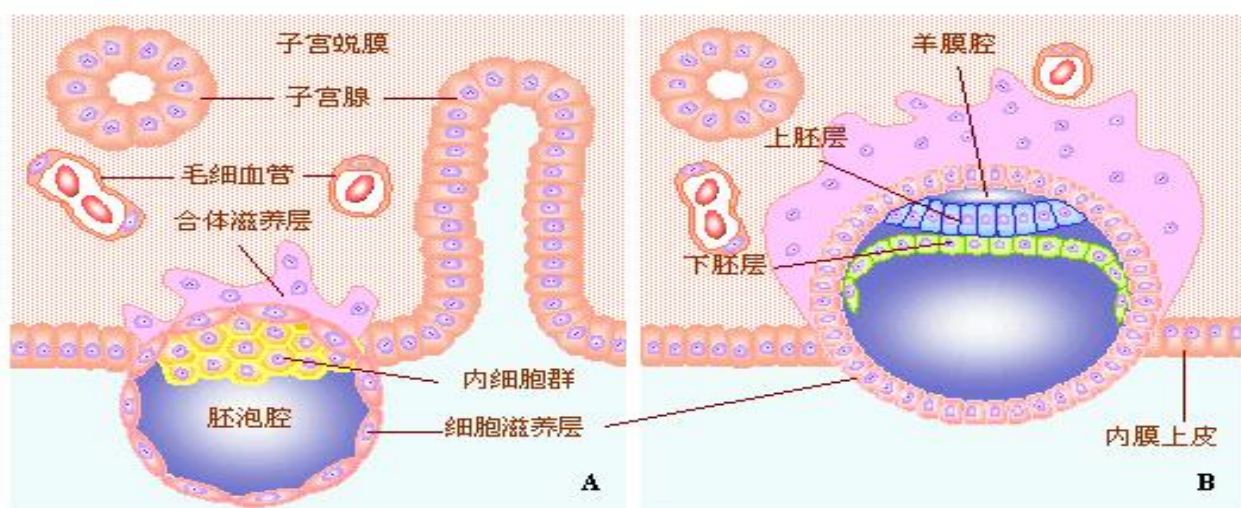


卵裂与胚泡形成 (第1周)

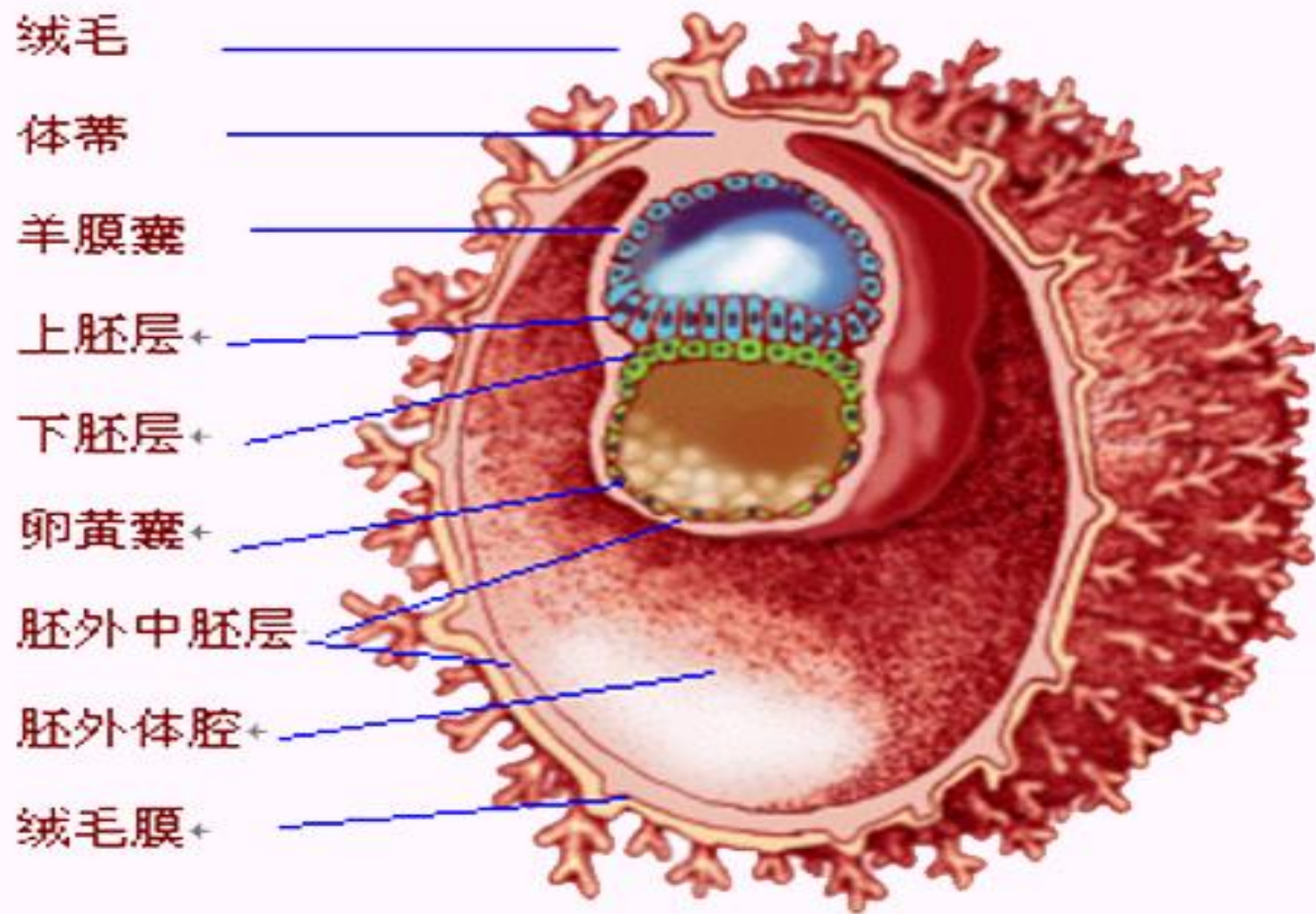




# 胚泡植入过程



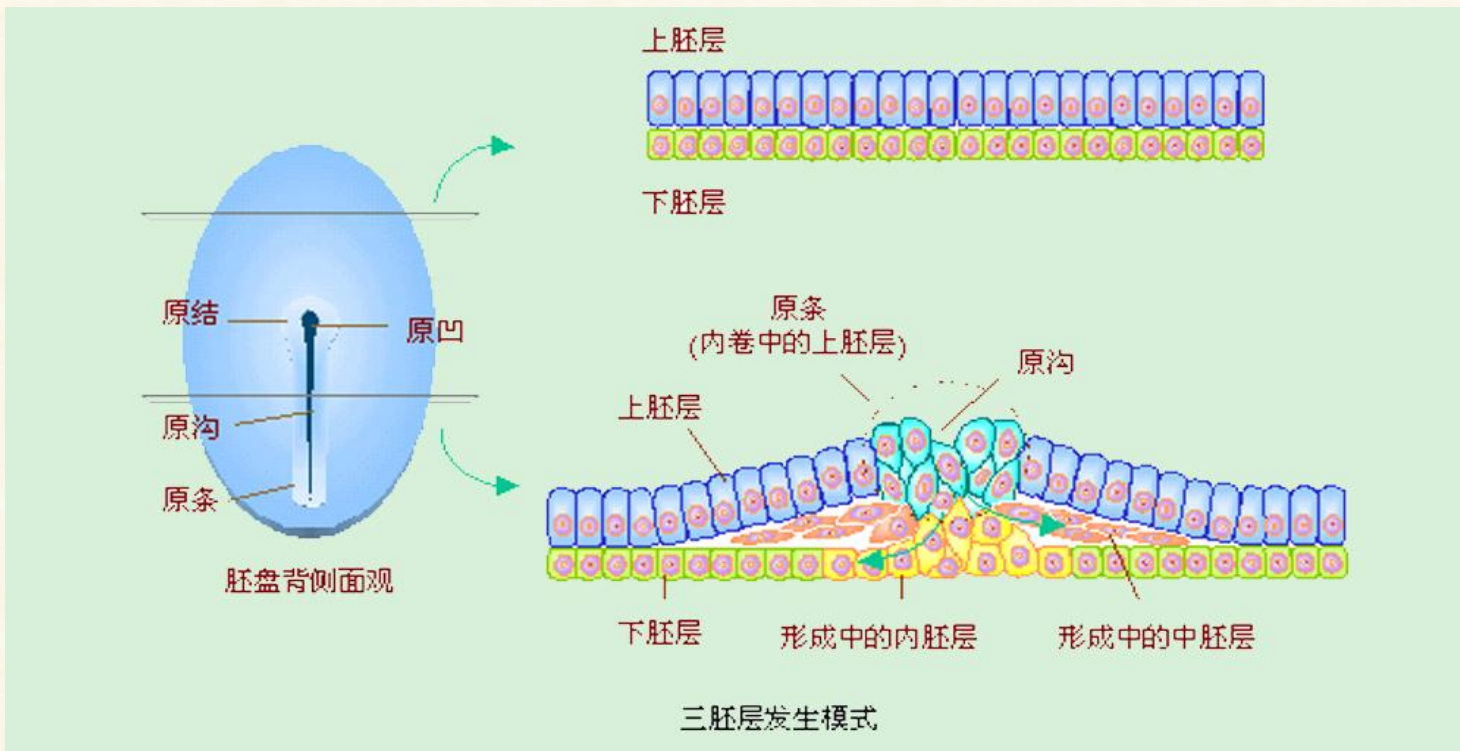
人胚植入过程



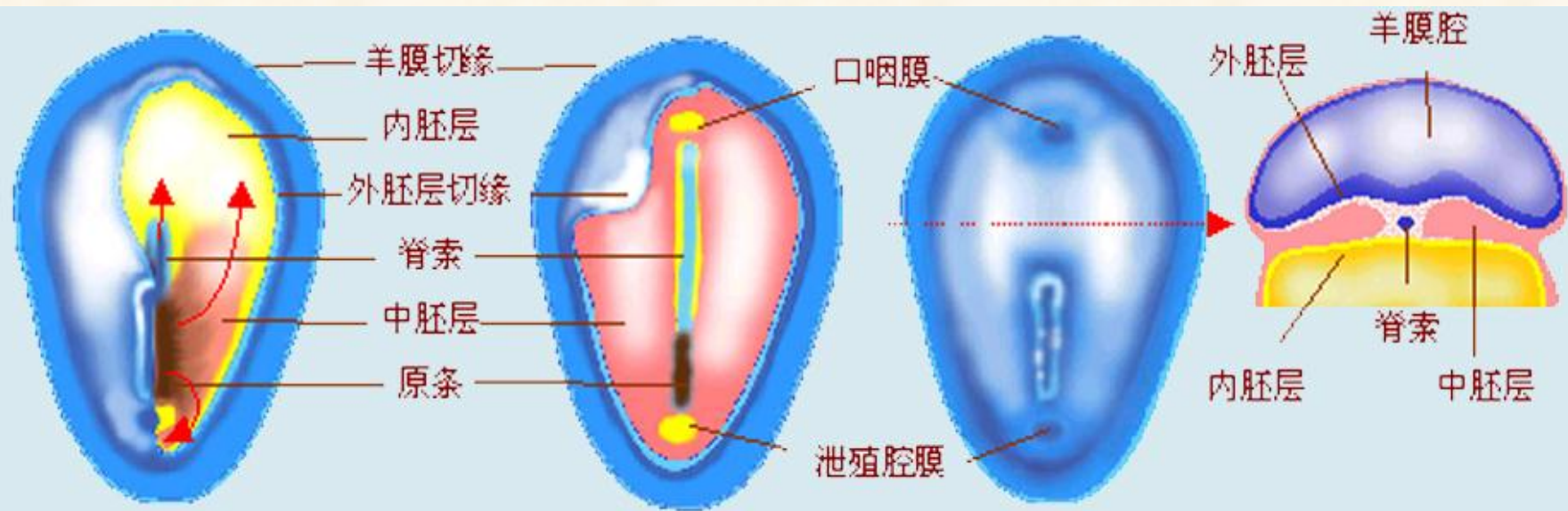
第二周末胚的剖面

# 五、胚期发育

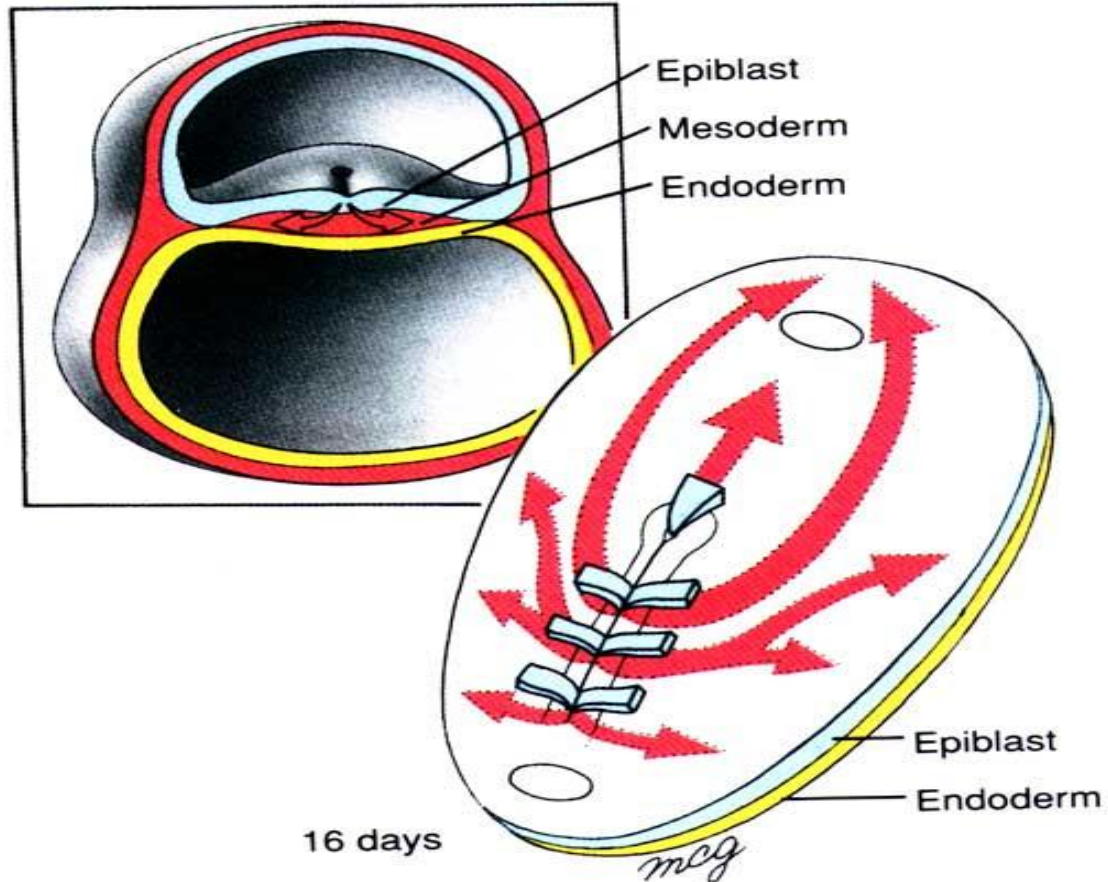
## 1、三胚层形成



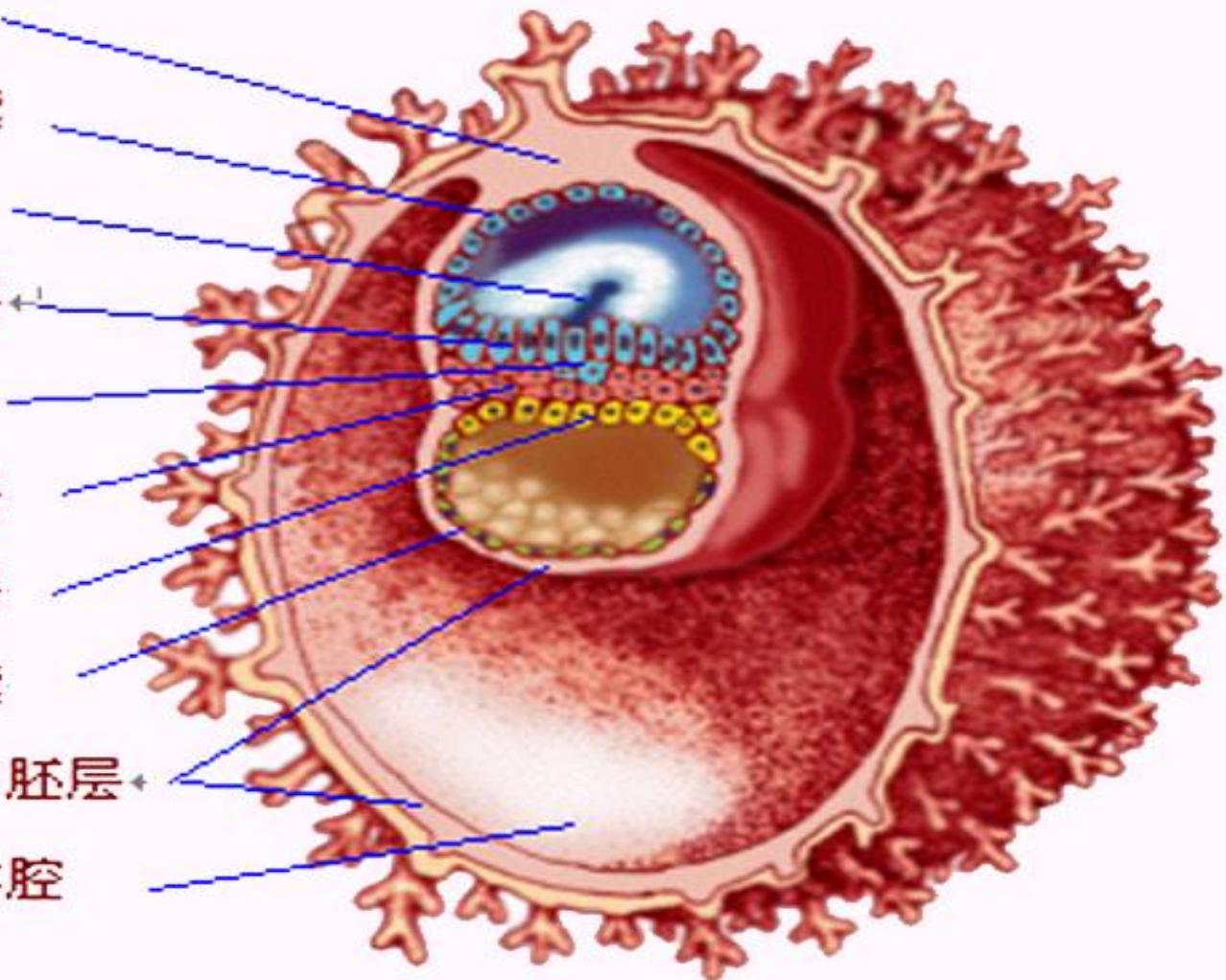
上胚层细胞增殖，内卷，细胞进入下胚层，取代下胚层细胞，形成**内胚层**  
细胞进入上胚层与内胚层间并扩展，形成**中胚层**



三胚层胚盘模式图

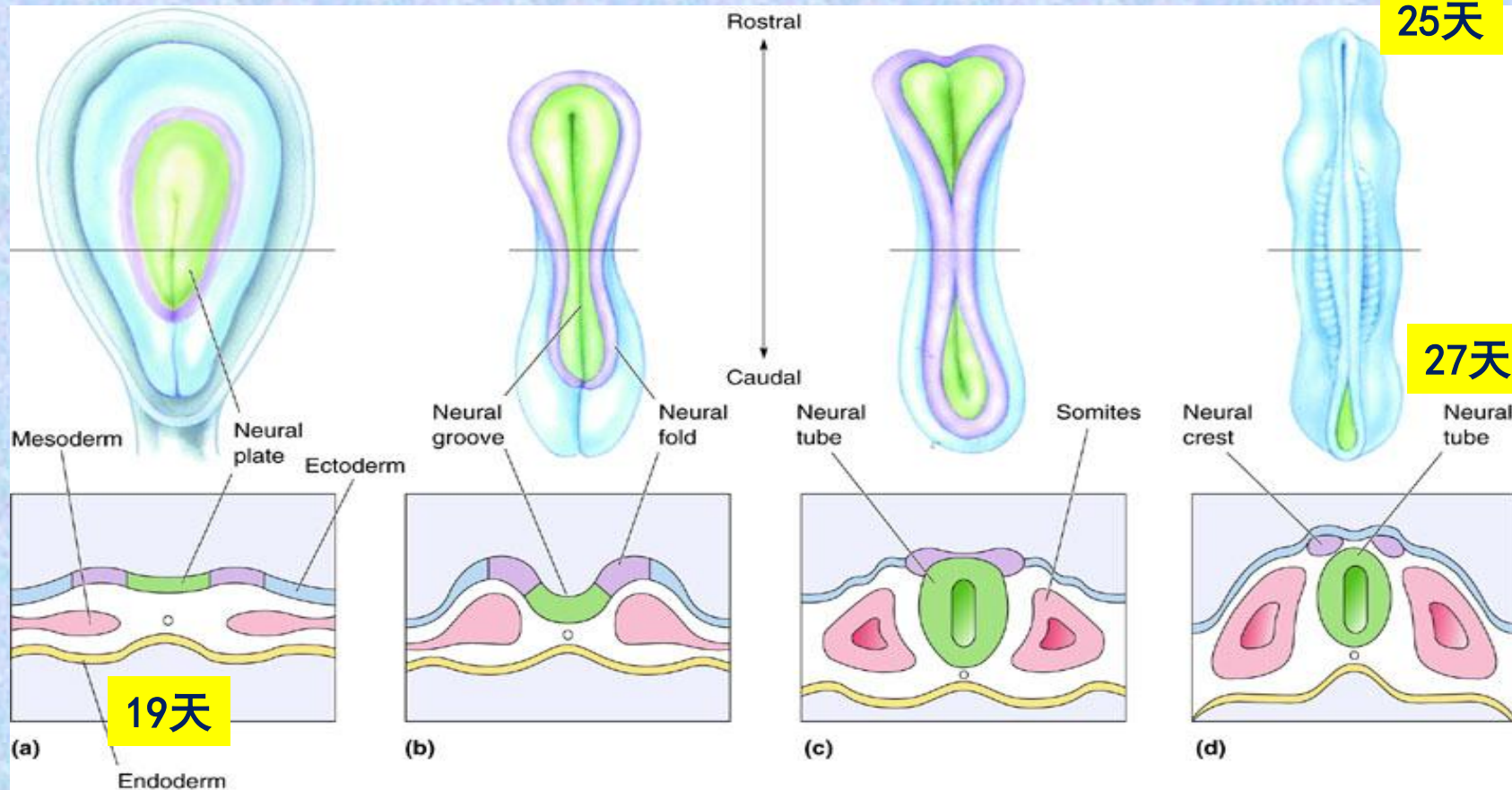


体蒂  
羊膜囊  
原沟  
外胚层  
原条  
中胚层  
内胚层  
卵黄囊  
胚外中胚层  
胚外体腔



第三周初胚的剖面

## 2、神经管的形成

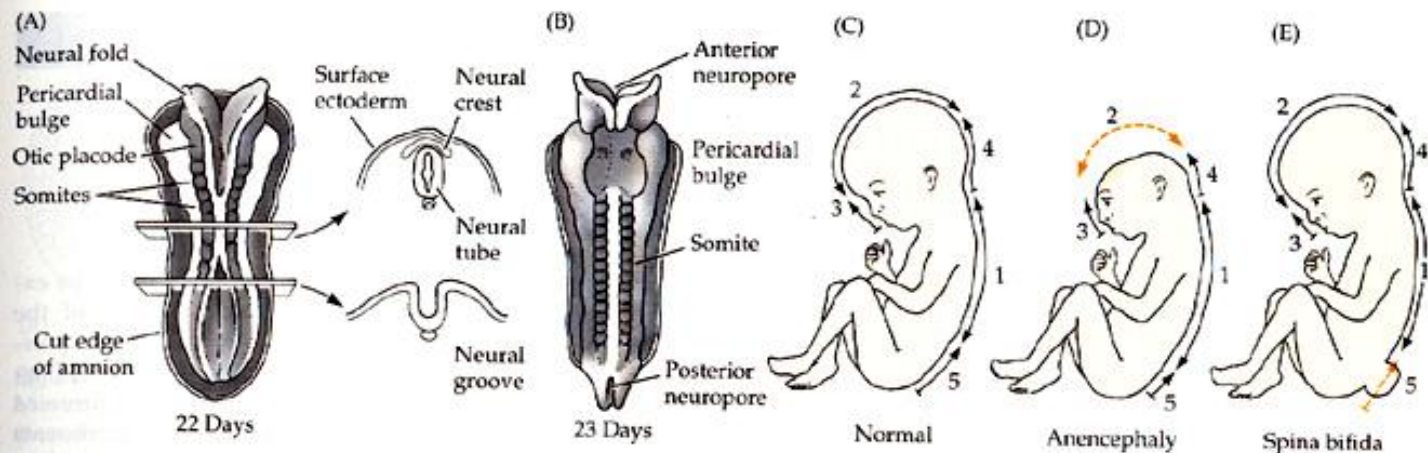




## 人类胚胎的神经管闭合缺陷症

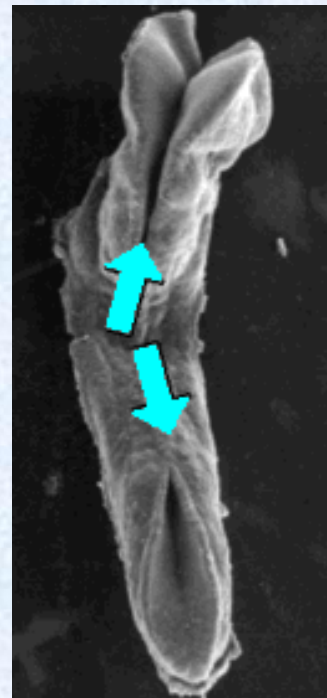
不同区域的神经管的封口时间不同。第二区封口失败，胚胎的前脑不发育，即致死性的无脑症；第5区不封口导致脊柱裂口症。

**Sonic Hedgehog**、**Pax3**等因子是神经管闭合所必需的。孕妇服用**叶酸**和**适量的胆固醇**可降低胎儿神经管缺陷的风险。



**Figure 7.10**

Neurulation in human embryos. (A) Dorsal and transverse sections of a 22-day human embryo initiating neurulation. Both anterior and posterior neuropores are open to the amniotic fluid. (B) Dorsal view of a neurulating human embryo a day later. The anterior neuropore region is closing while the posterior neuropore remains open. (C) Regions of neural tube closure postulated by genetic evidence (superimposed on newborn body). (D) Anencephaly due to failure of neural plate fusion in region 2. (E) Spina bifida due to failure of region 5 to fuse (or for the posteriormost neuropore to close). (C-E after Van Allen et al., 1993.)





**Normal**



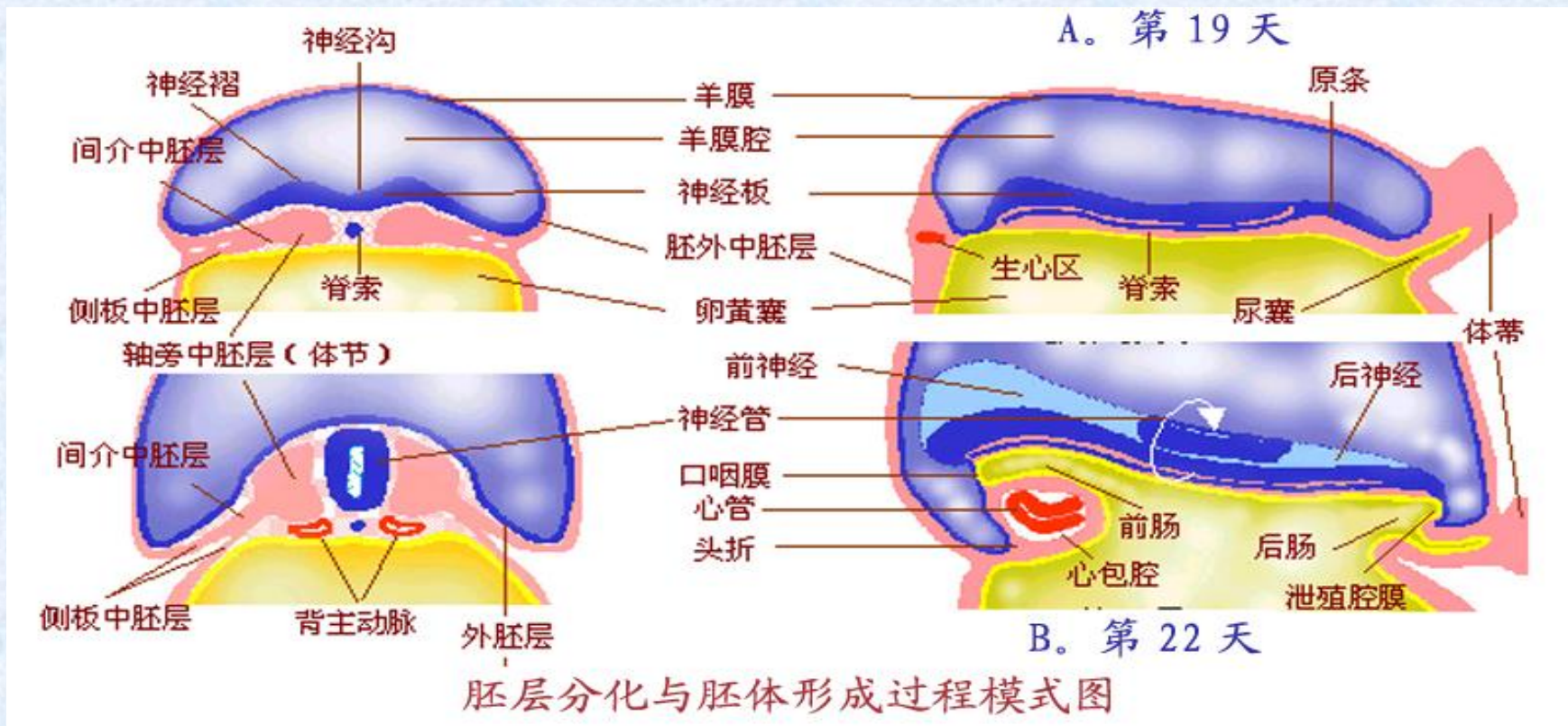
**Anencephaly**

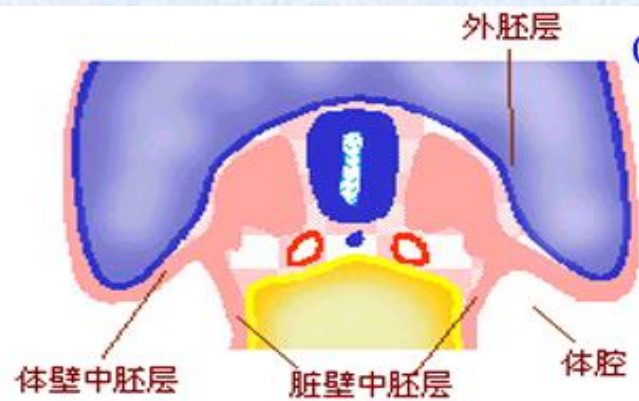


**spinal bifida**

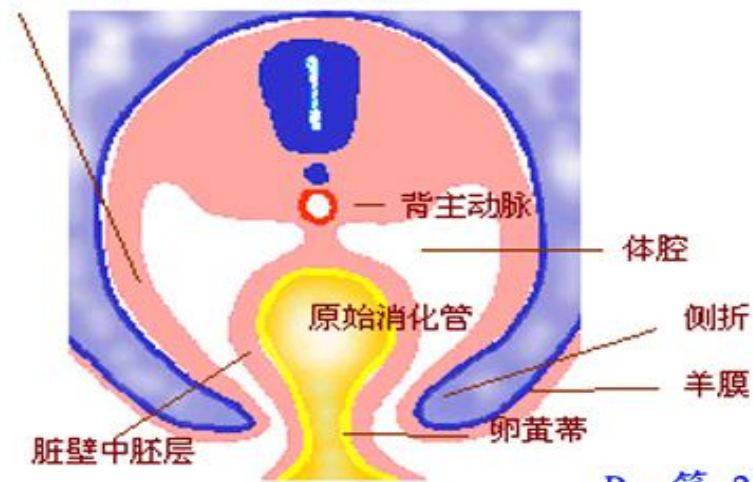
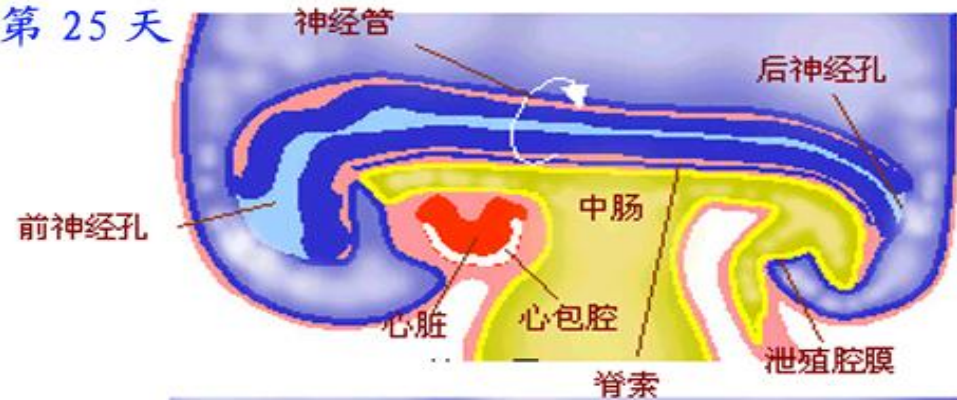


### 3、胚体发育

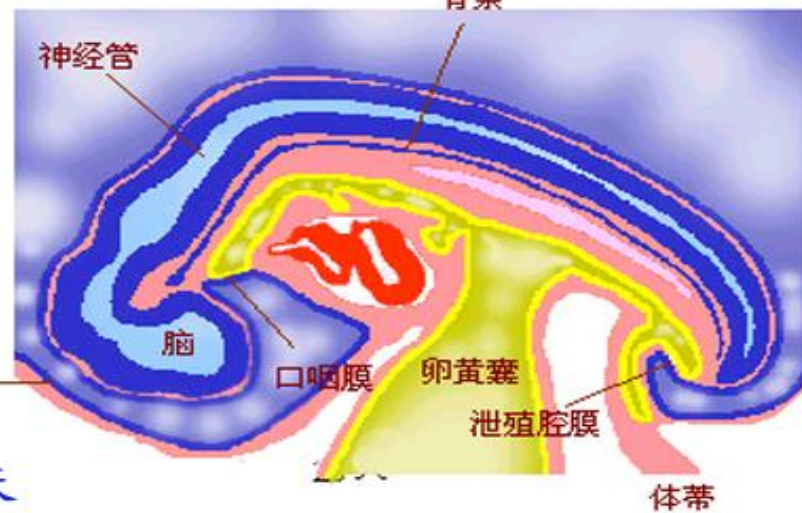




C. 第 25 天



D. 第 28 天

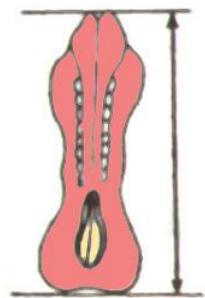


A. 胚横切面

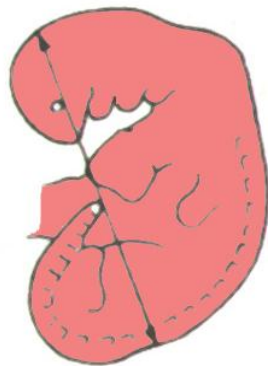
B. 胚正中矢状切面

## 胚层分化与胚体形成过程模式图

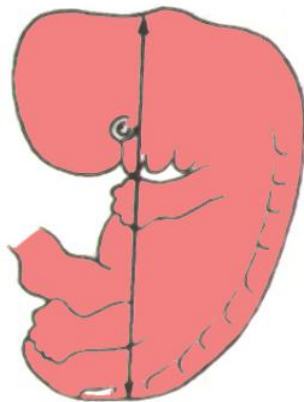
## 胚体长度测量方法示意图



最长值 (GL)  
Greatest  
length



顶臀长 (CR)  
Crown-rump



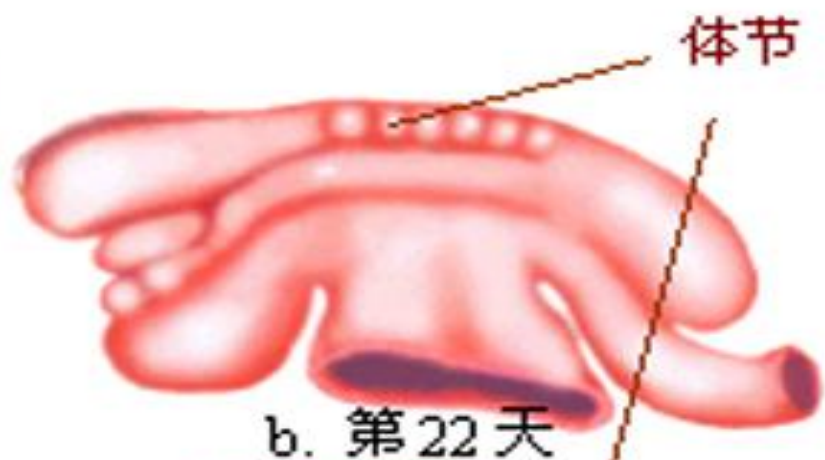
顶臀长 (CR)  
Crown-rump



顶跟长 (CH)  
Crown-heel



a. 第19天

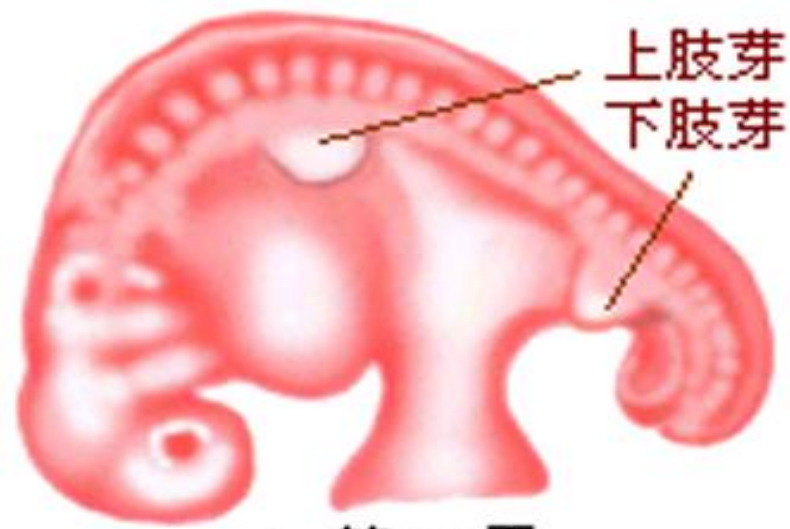


b. 第22天



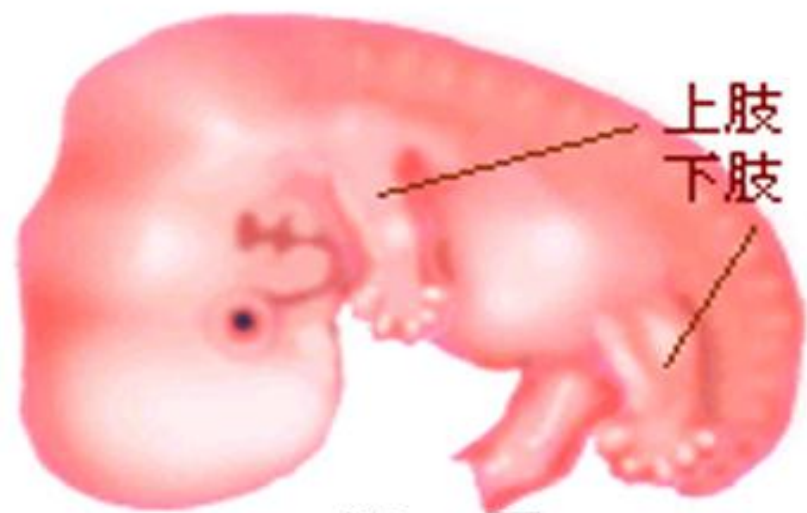
c. 第25天

胚体外形建立模式图



上肢芽  
下肢芽

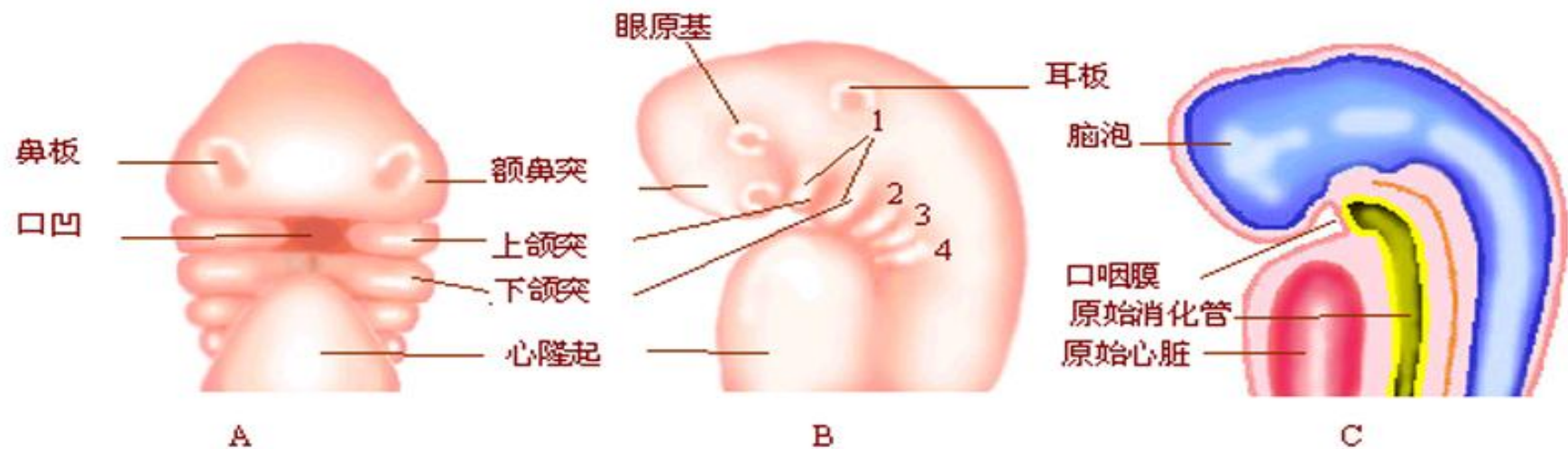
d. 第28天



上肢  
下肢

e. 第50天

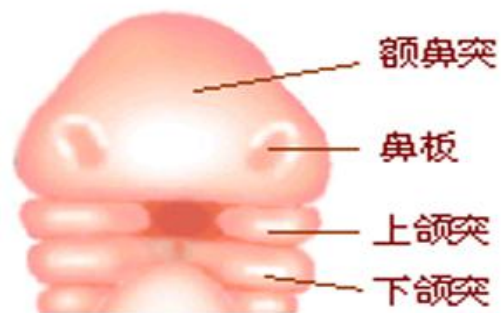
胚体外形建立模式图



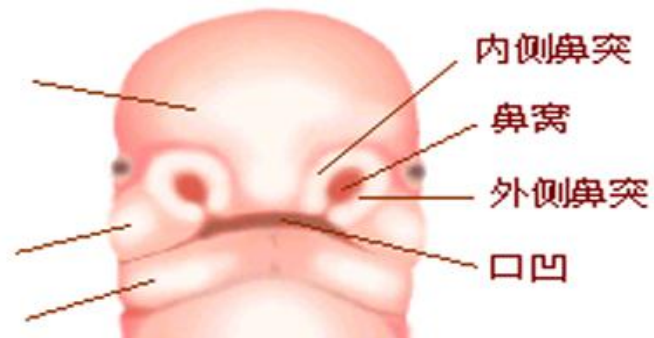
第4周人胚头部

A 腹面观；B 侧面观；C 矢状切面；1~4：鳃弓





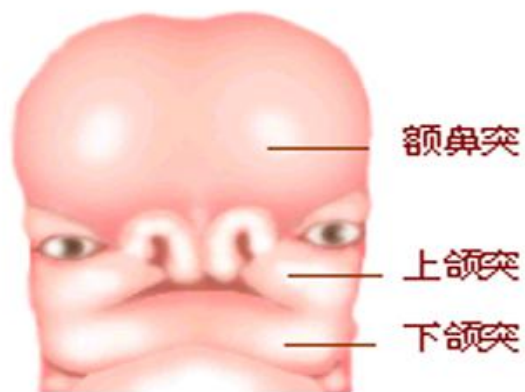
第4周



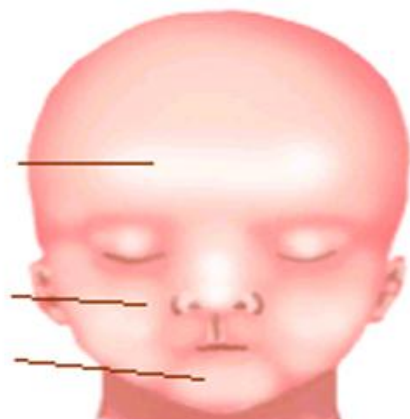
第5周



第6周

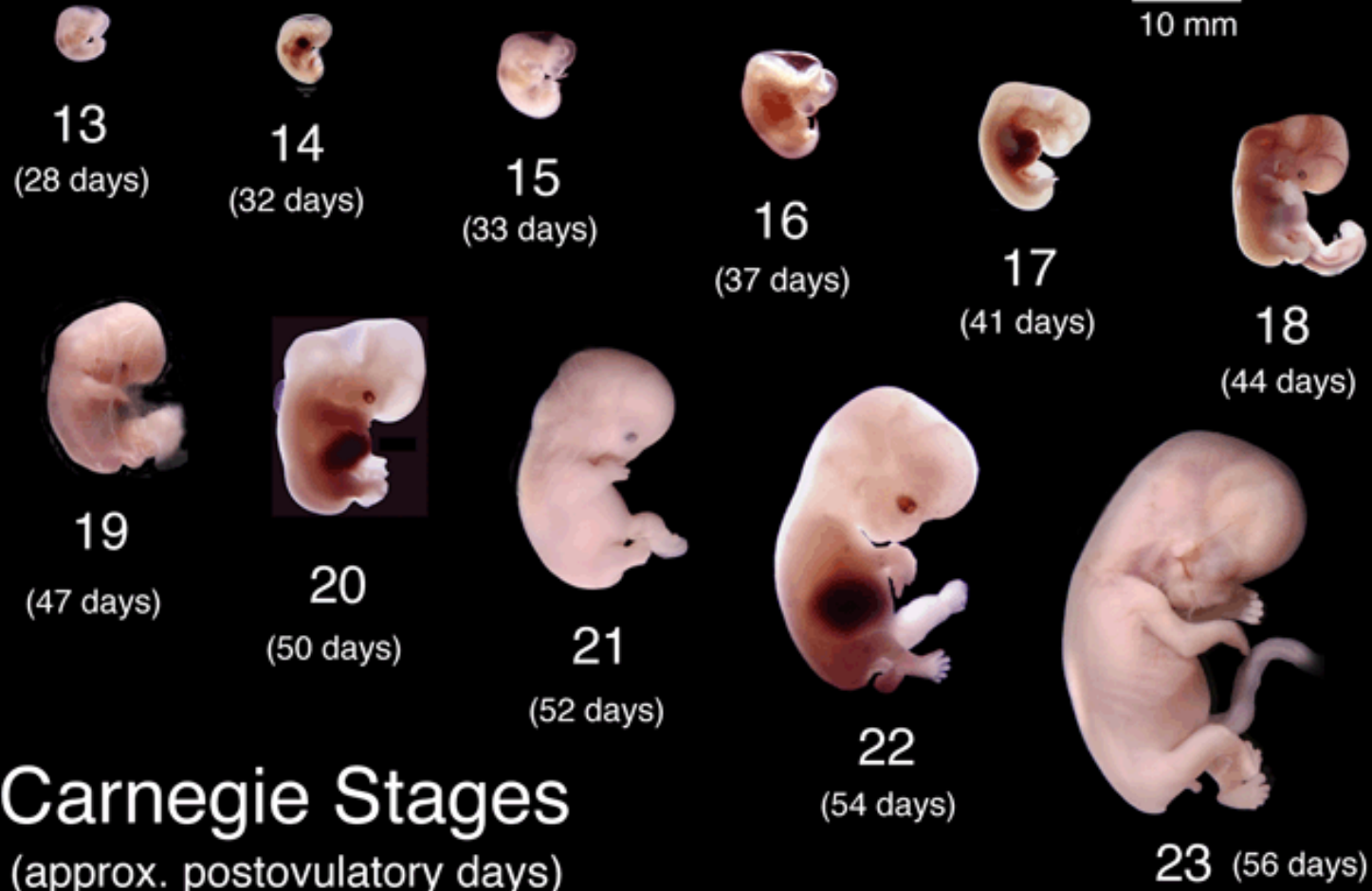


第7周



第8周

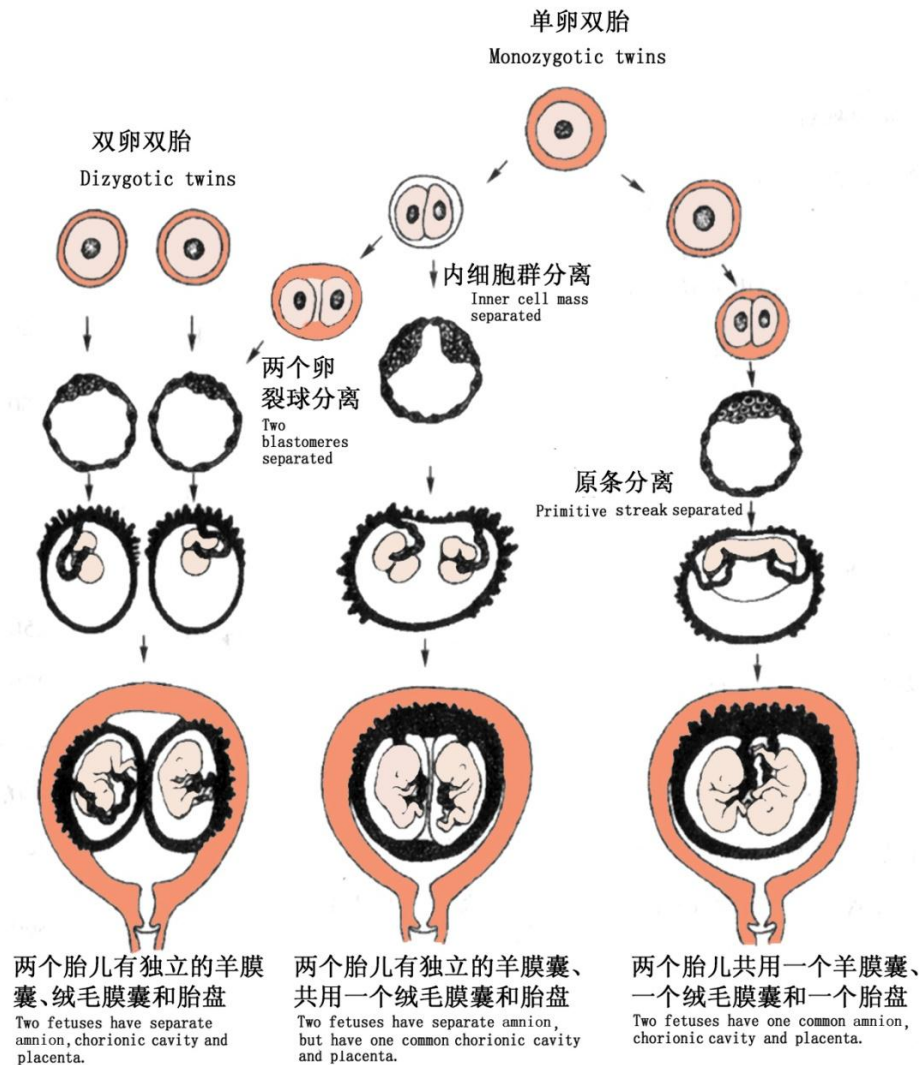
颜面形成过程



# Carnegie Stages

(approx. postovulatory days)

# 双胞胎



**《人体科学》  
教学视频结束**

**谢谢大家参与**