

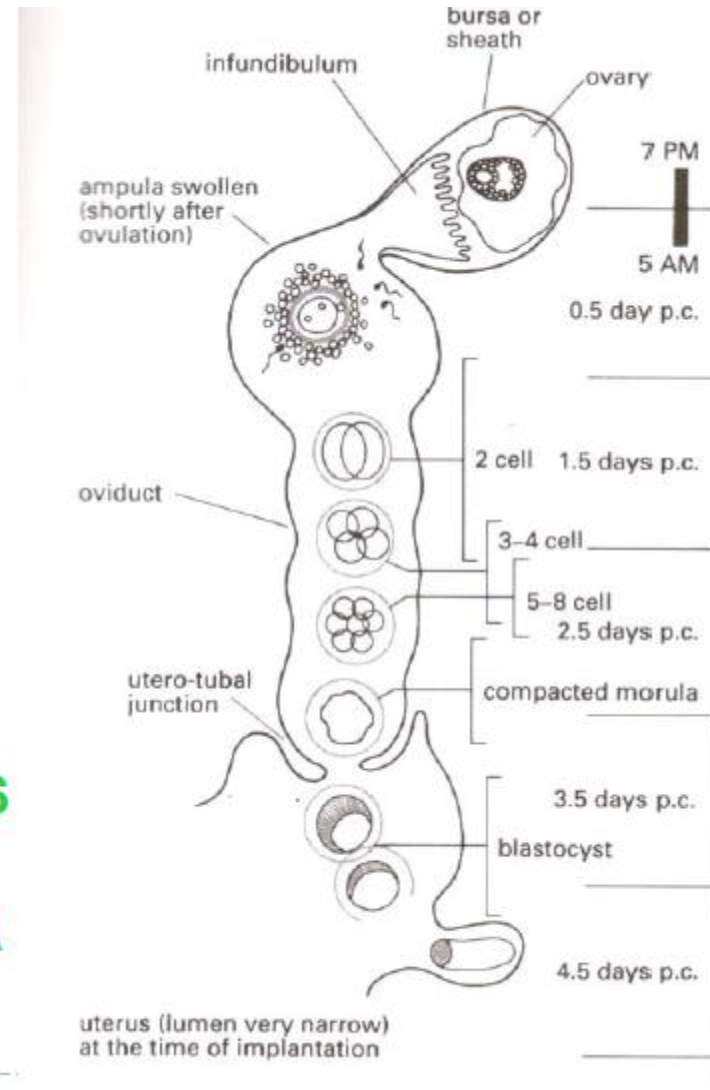
Perkembangan Hewan dan Manusia (bagian 2)

**Embriogenesis (Blastulasi, Gastrulasi & Neurulasi)
dan Organogenesis**

Struktur dan Perkembangan Hewan

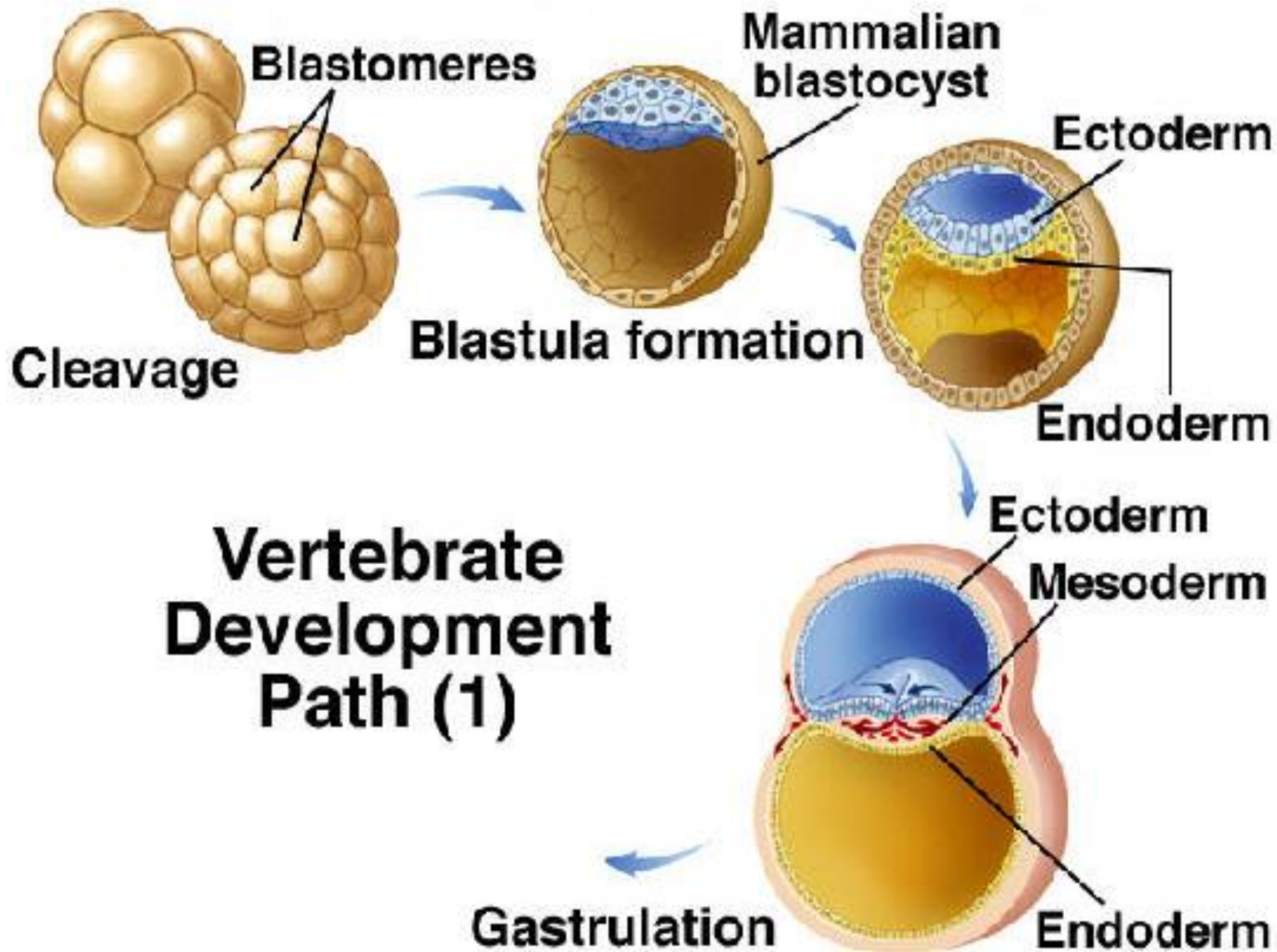
Tahapan Embriogenesis

- 1. CLEAVAGE** → **ZIGOT**
- 2. BLASTULASI** → **MORULA**
- 3. GASTRULASI** → **BLASTOSIS**
- 4. NEURULASI** → **GASTRULA**
→ **NEURULA**
-

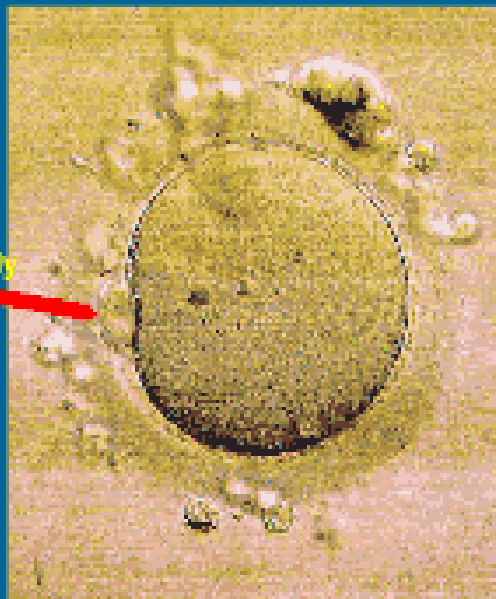


Blastulasi

- Blastula : bentukan lanjutan dari morula yang terus mengalami pembelahan.
- Bentuk blastula ditandai dengan mulai adanya perubahan sel dengan mengadakan pelekukan yang tidak beraturan.
- Di dalam blastula terdapat cairan sel yang disebut dengan **Blastosol**.
- Blastulasi : proses terbentuknya blastula.
- Pada fase blastula ditandainya dengan terjadinya pembentukan rongga tubuh dan jaringannya.

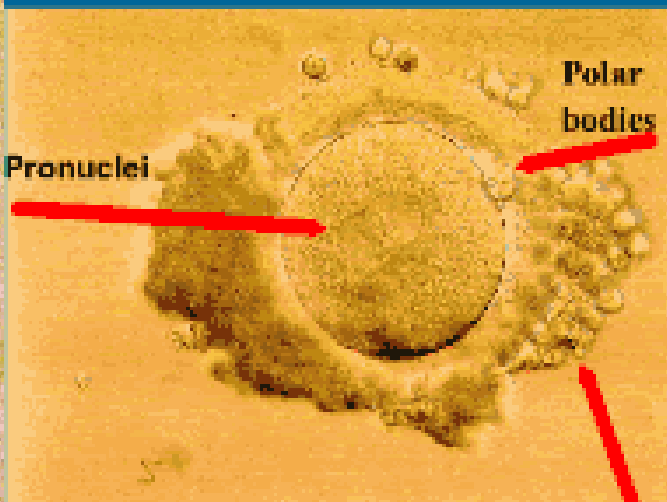


Unfertilized Secondary Oocyte



Polar Body

Fertilized Oocyte with Male and Female Pronuclei

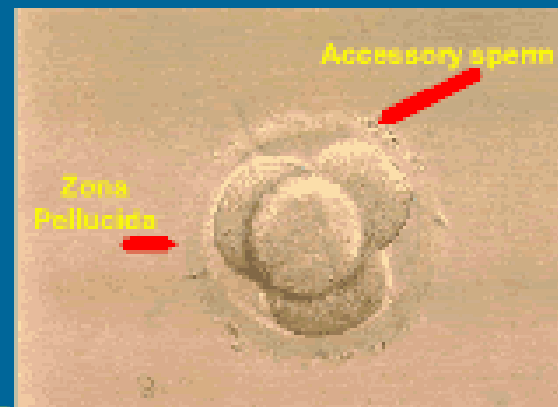


Pronuclei

Polar bodies

Cumulus Cells

Four Cell



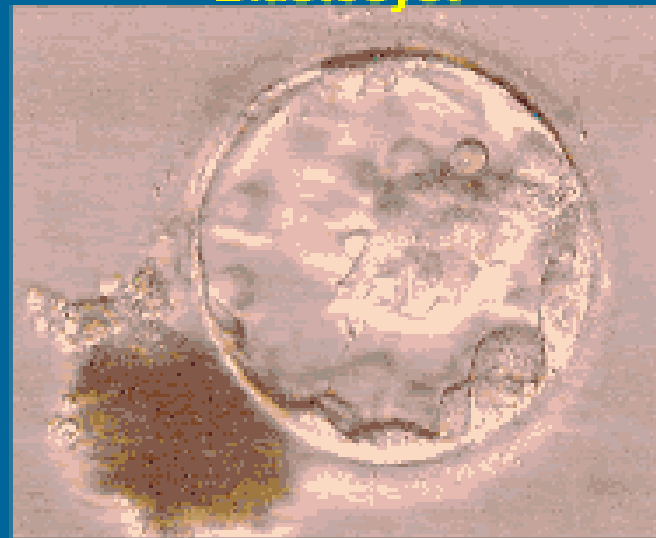
Accessory sperm

Zona
Pellucida

Sixteen Cell

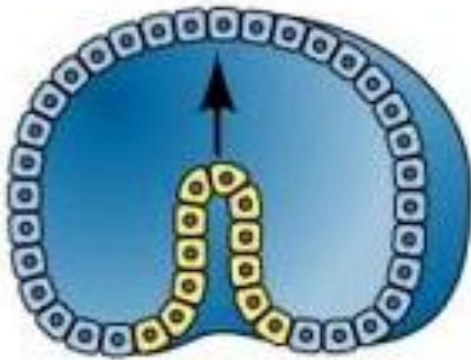


Blastocyst

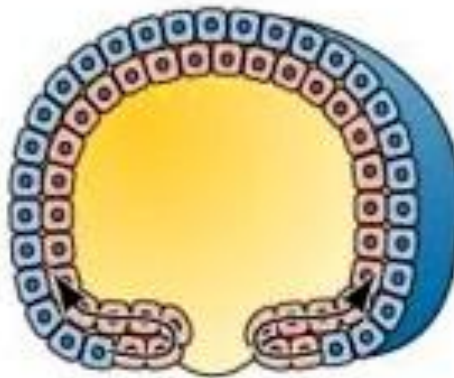


Photograph provided by Dr. John Thibodeaux

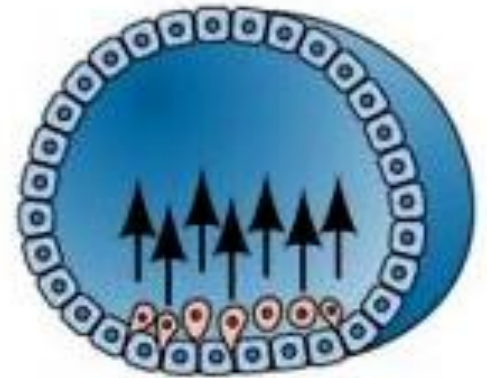
Invagination



Involution



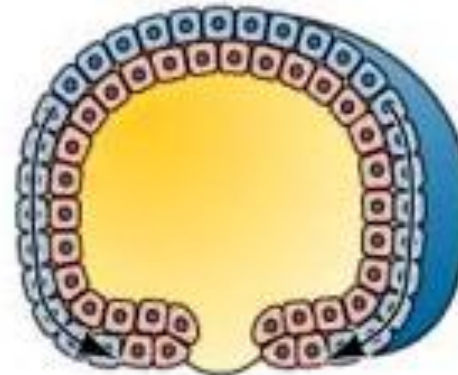
Ingression

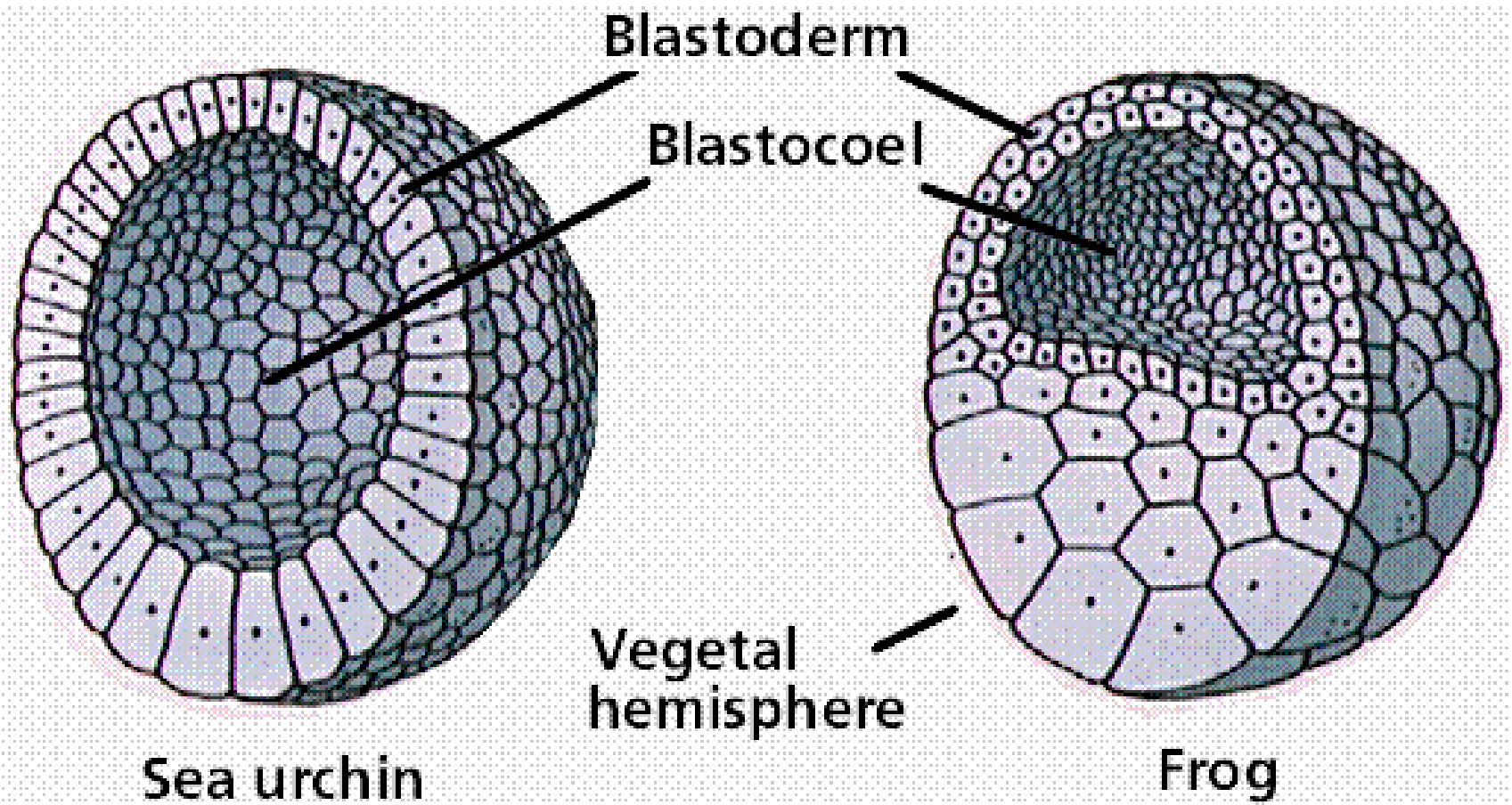


Delamination

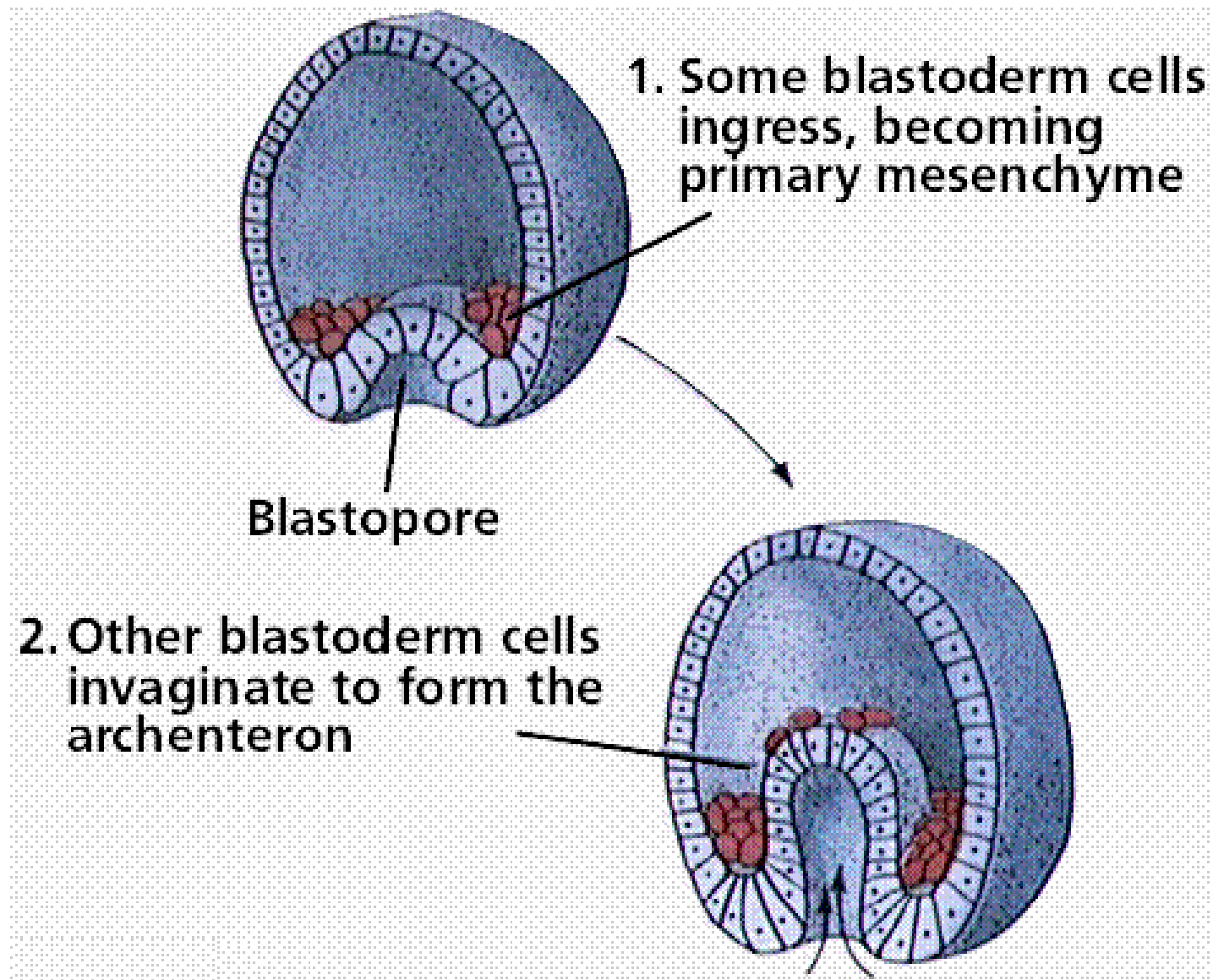


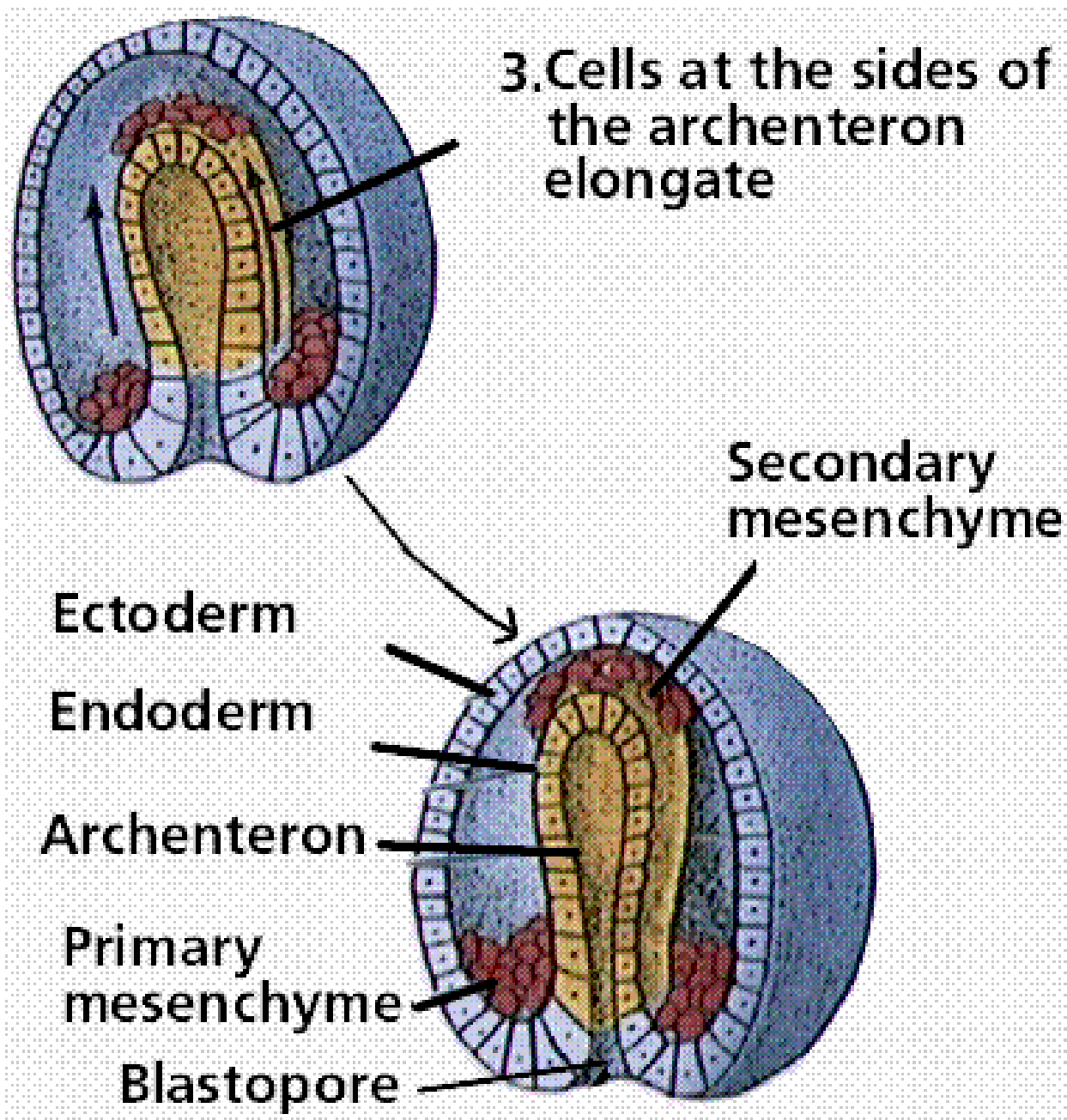
Epiboly



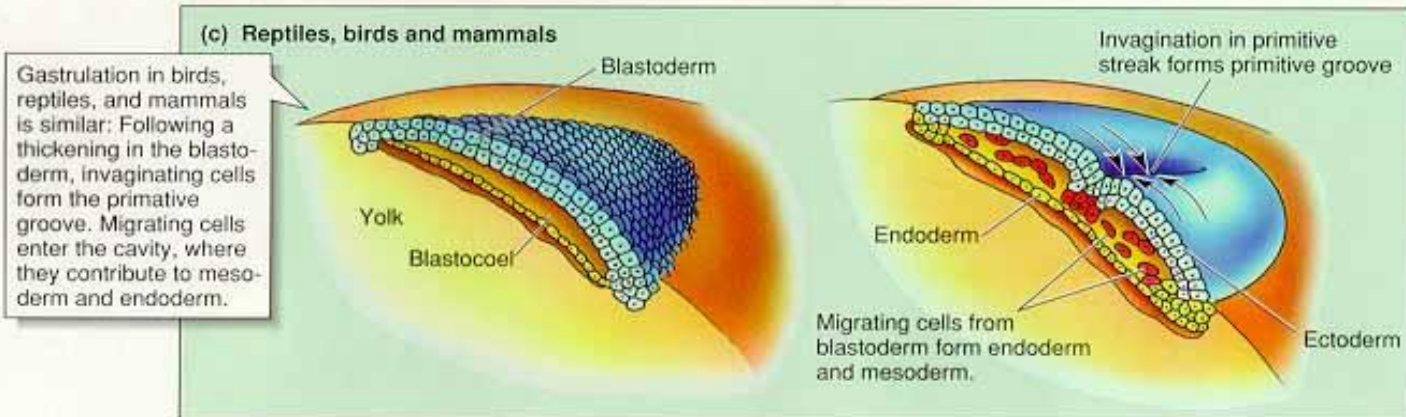
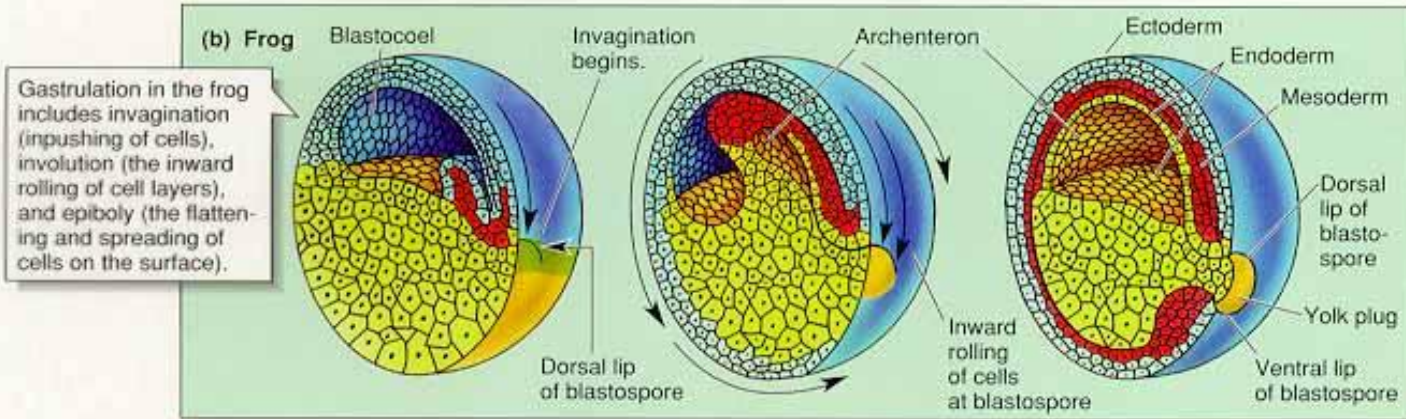
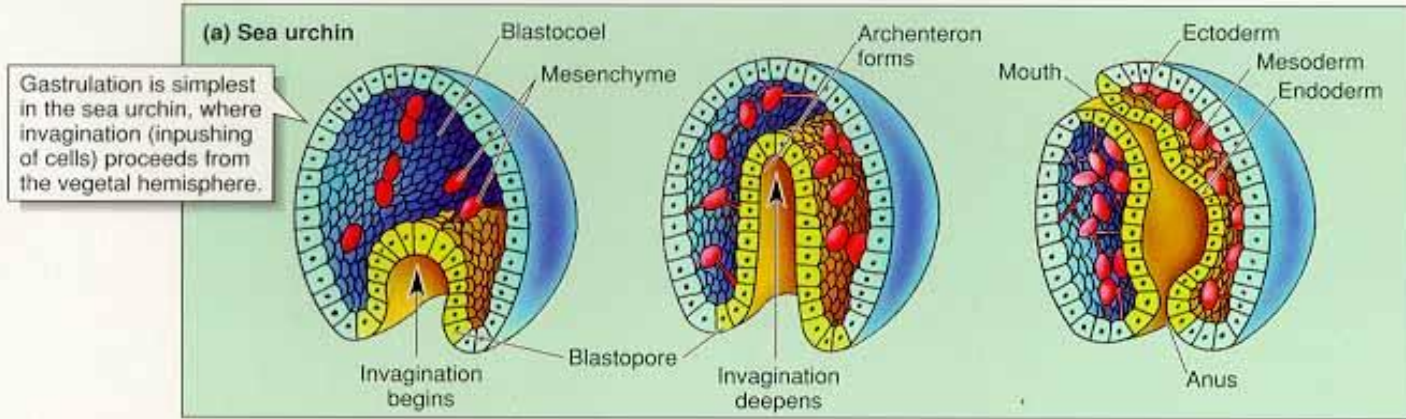


BLASTULASI

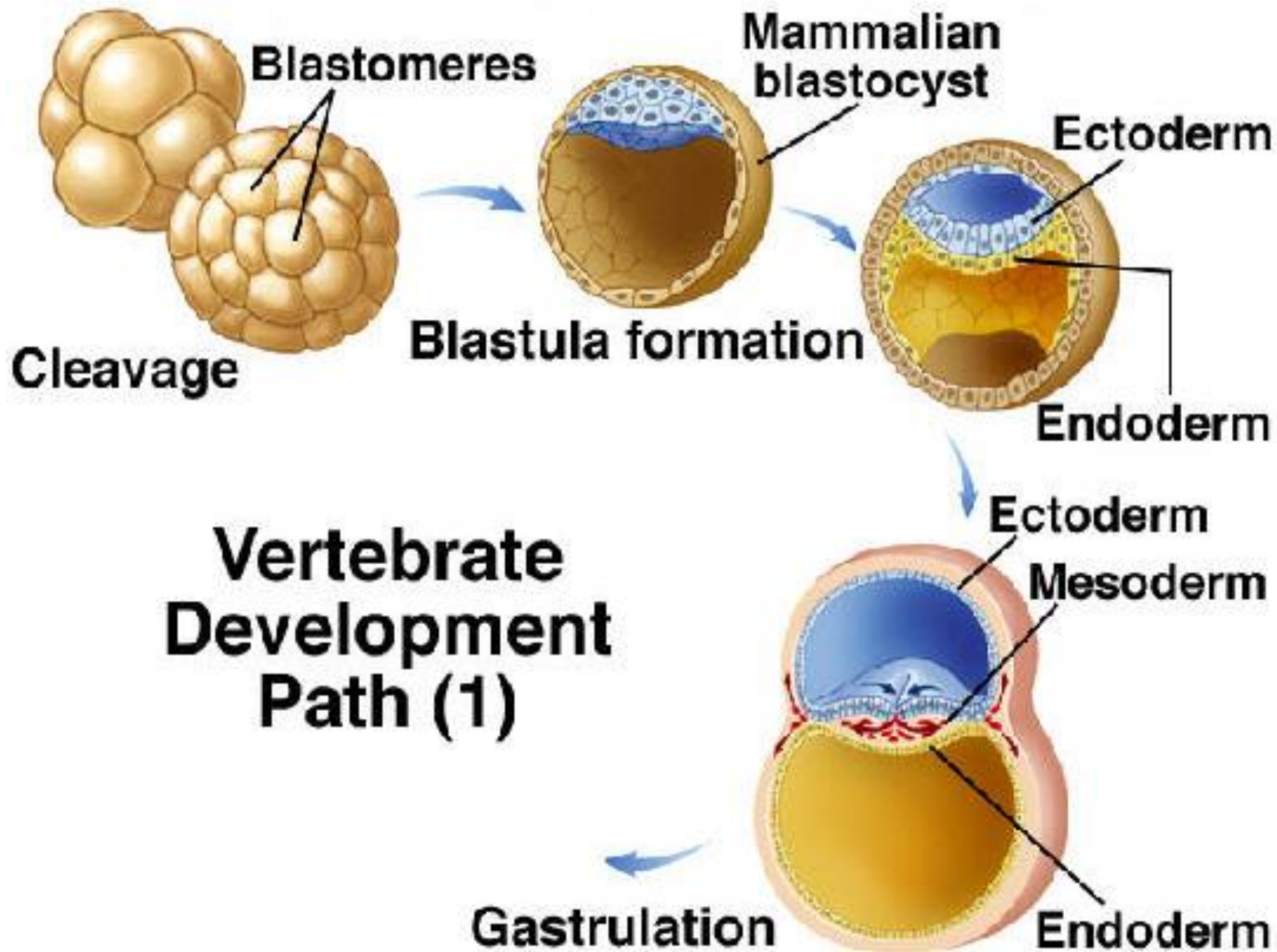




Blastulasi dan Gastrulasi pada Vertebrata



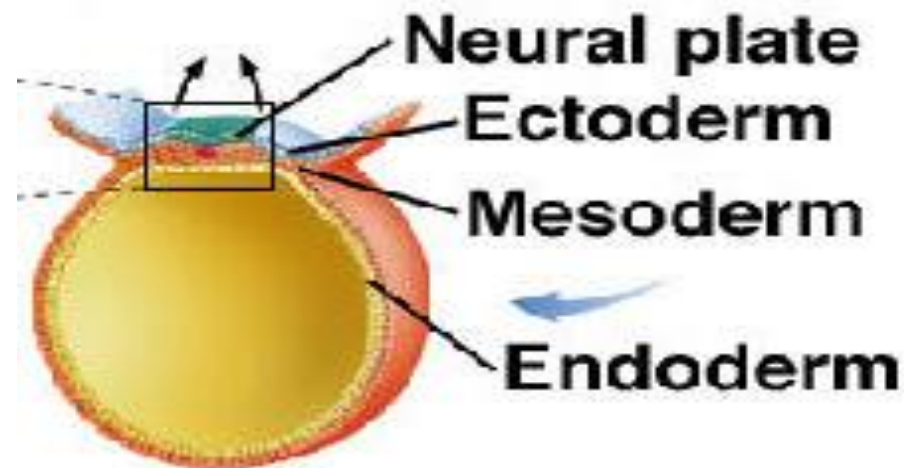
Gastrulasi



Gastrulasi

- Setelah mencapai bentuk blastula, pertambahan massa sel masih terus terjadi dengan pembelahan mitosis. Akibatnya sel mendesak ke bawah (ke arah kutub vegetal / *vegetal pole*) dan terjadilah pelipatan sel ke dalam (invaginasi).
- Terjadinya invaginasi membentuk sebuah lekukan yang disebut **blastopore**.
- Invaginasi ini menandai dimulainya gastrulasi.

- **Gastrulasi adalah** pengaturan kembali sel-sel blastula, sehingga blastula akan mengalami transformasi menjadi embrio berlapis tiga (gastrula)
- Pada fase ini terjadi pembentukan 3 lapisan pada dinding rahim, yaitu ektoderm, mesoderm, dan endoderm.



Bagaimana Terbentuknya Gastrula?

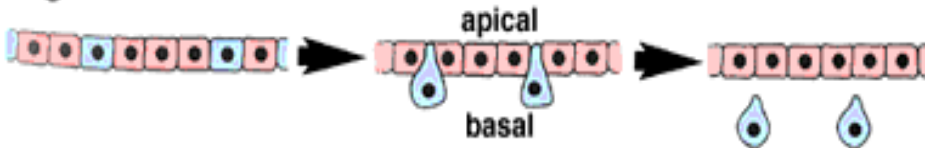
- Sel-sel blastula yang mengalami invaginasi terus tumbuh ke arah dalam sehingga blastopore akan terus terdesak ke dalam dan terbentuk rongga arkenteron.
- Rongga ini membagi sel-sel yang tumbuh tersebut menjadi lapisan **endoderm** disebelah dalam dan **mesoderm** dibagian tengah.
- Lapisan bagian luar dari lapisan sel pada *animal pole* yang tetap berada diluar (tidak melipat ke dalam) membentuk **ektoderm**.
- Ketiga lapisan tersebut kemudian disebut dengan **Lapisan Germinal Embrio**

Pola Pergerakan Sel dalam Gastrulasi Embrio Hewan

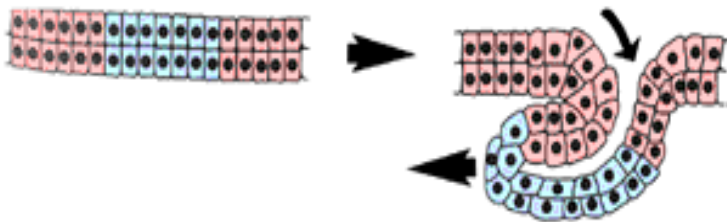
Invagination



Ingression

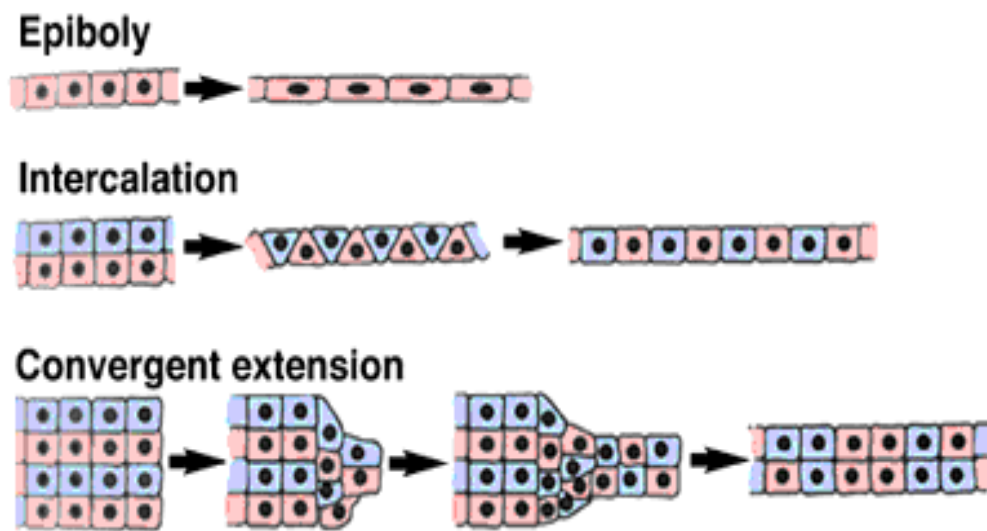


Involution



- **Invaginasi** : lapisan sel bagian luar masuk atau melipat ke dalam.
- **Ingressi** : sel-sel bagian permukaan secara individual bermigrasi ke bagian dalam (interior) dari embrio.
- **Involusi** : lapisan sel membelok ke dalam dan kemudian membentangi jauh ke bagian permukaan internal.

Pola pergerakan Sel dalam Gastrulasi Embrio Hewan (*lanjutan*)



- **Convergent Extension (perluasan secara konvergen):** dua atau lebih deretan sel interkalasi, tetapi interkalasinya teratur dan terarah pada suatu tujuan

- **Epiboly :** lapisan sel membentang dengan menipiskan bentuk sel-selnya menyebarangi permukaan luar sebagai suatu unit.
- **Interkalasi :** dua atau lebih deretan sel menyusun diri dengan masuk ke sela sela antara satu sel ke sel lainnya, sehingga terbentuk deretan sel yang lebih panjang dan lapisannya lebih tipis.

Hasil dari Gastrulasi

ECTODERM

- Epidermis of skin and its derivatives (including sweat glands, hair follicles)
- Epithelial lining of mouth and rectum
- Sense receptors in epidermis
- Cornea and lens of eye
- Nervous system
- Adrenal medulla
- Tooth enamel
- Epithelium of pineal and pituitary glands

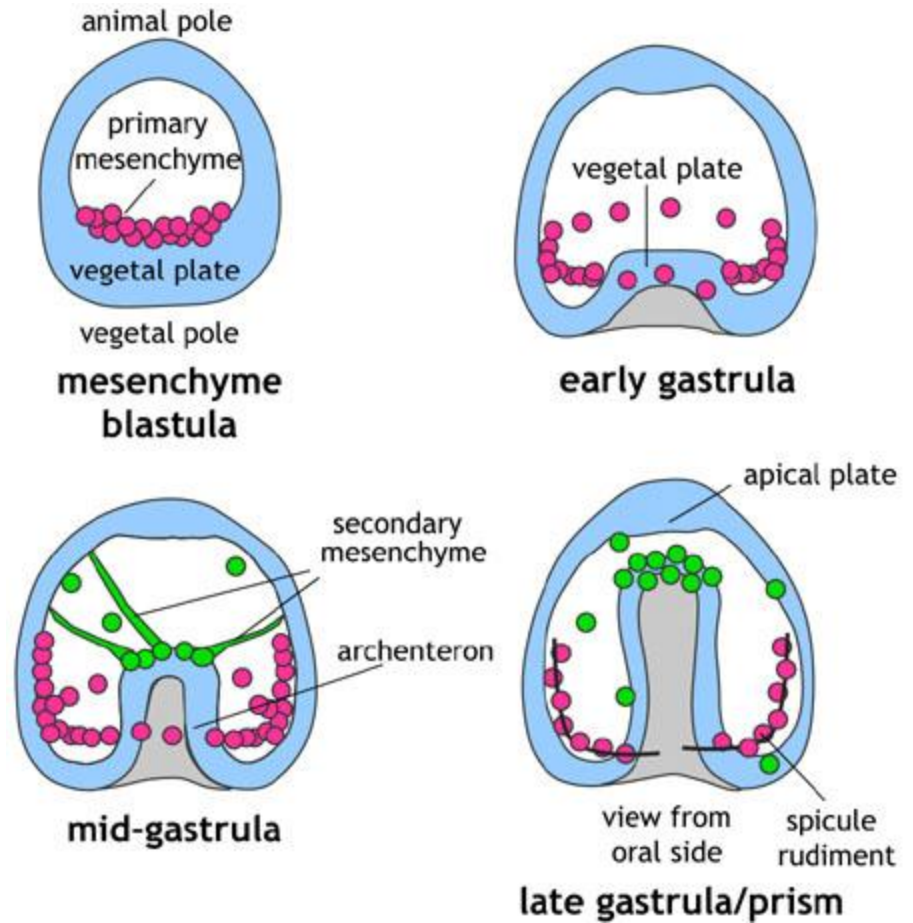
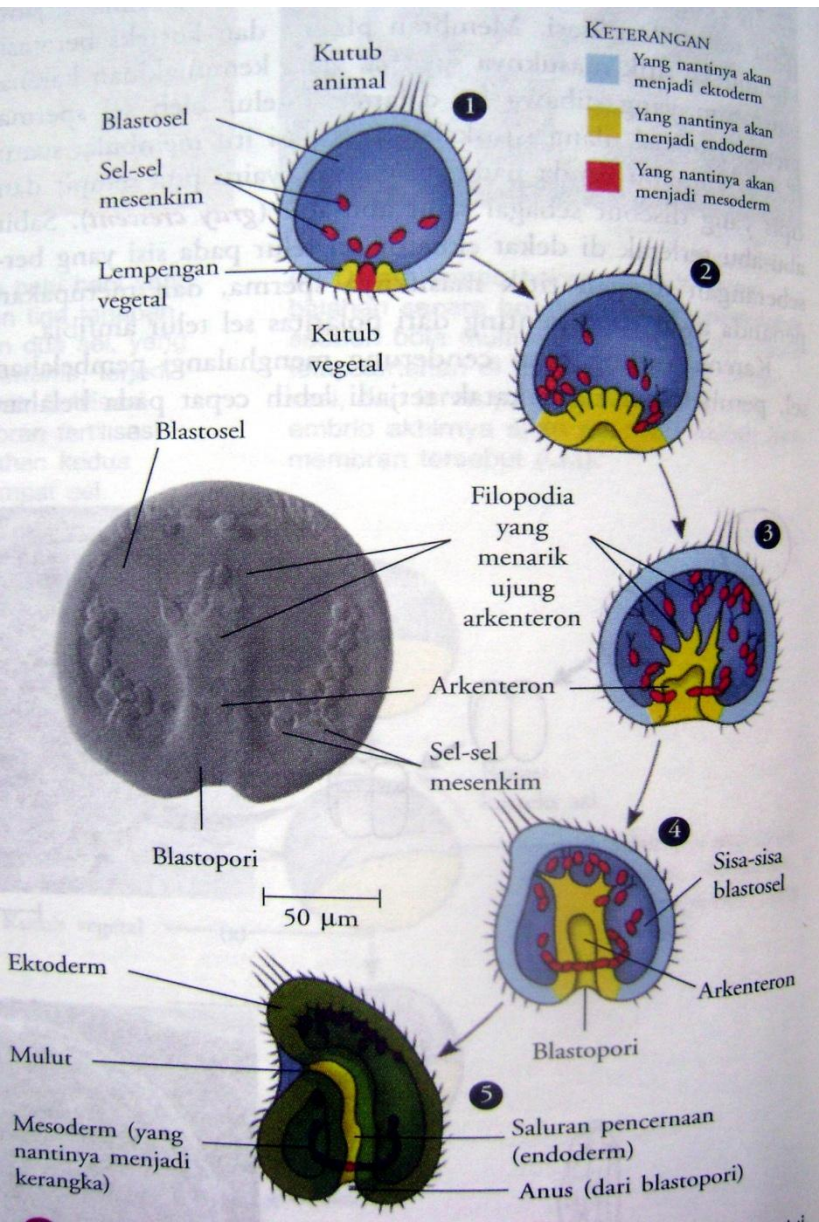
MESODERM

- Notochord
- Skeletal system
- Muscular system
- Muscular layer of stomach, intestine, etc.
- Excretory system
- Circulatory and lymphatic systems
- Reproductive system (except germ cells)
- Dermis of skin
- Lining of body cavity
- Adrenal cortex

ENDODERM

- Epithelial lining of digestive tract
- Epithelial lining of respiratory system
- Lining of urethra, urinary bladder, and reproductive system
- Liver
- Pancreas
- Thymus
- Thyroid and parathyroid glands

Gastrulasi pada Bulu Babi (Sea Urchin (Echinodermata))

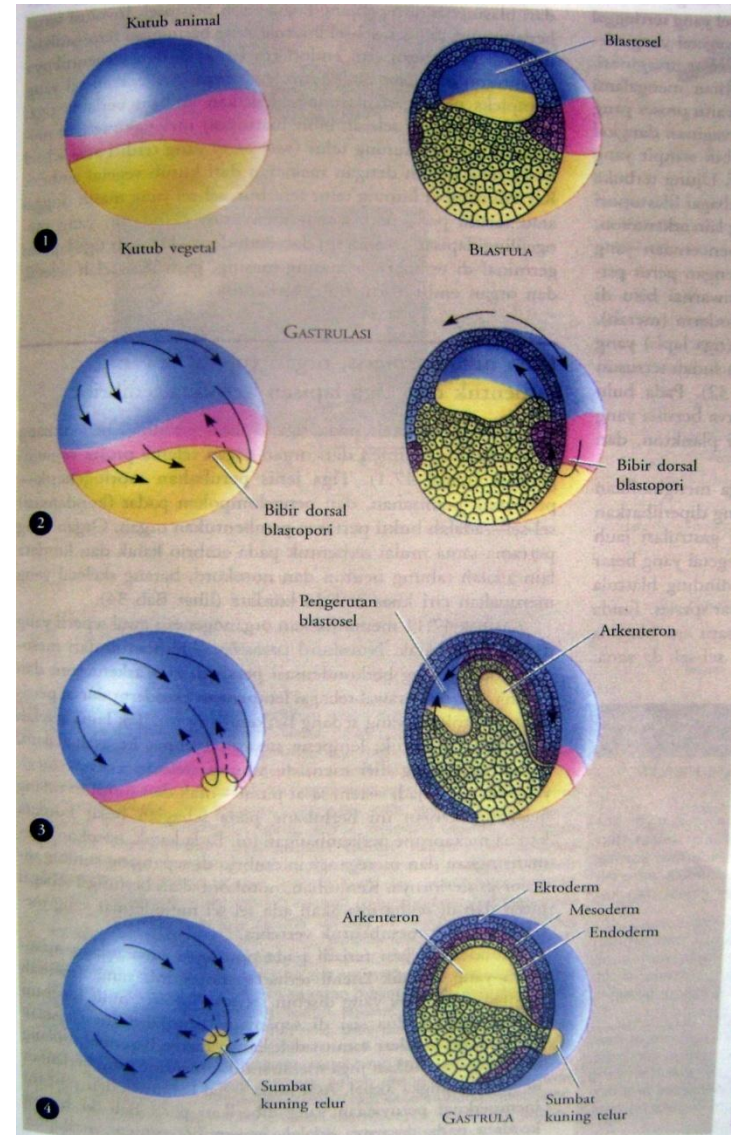
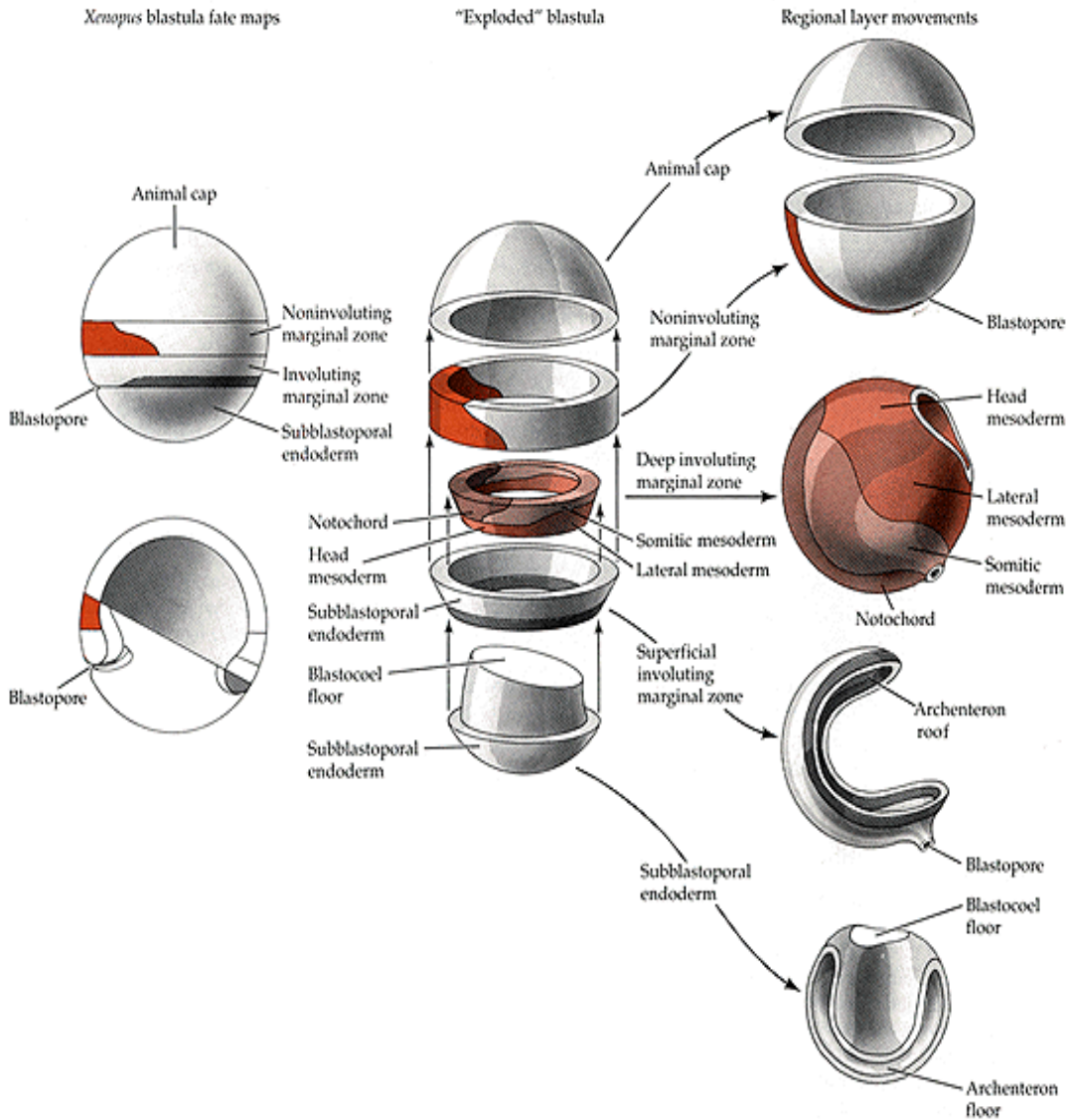


Gastrulasi pada Bulu Babi

(lanjutan)

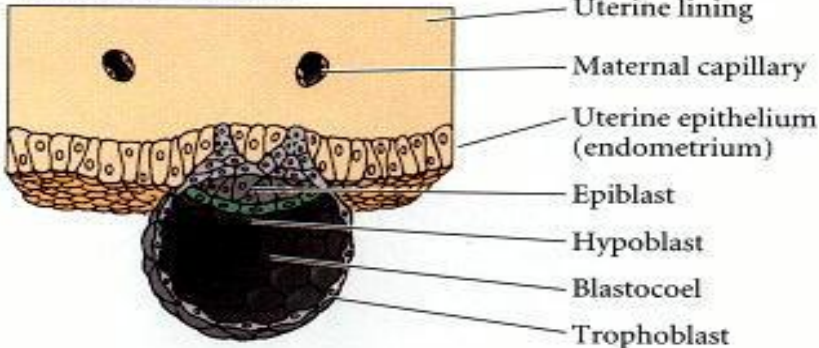
- 1) **blastula**, terdiri atas selapis sel tunggal bersilia yang mengelilingi blastosoel. **Gastrulasi dimulai** dengan pembentukan **lempeng vegetal**. Sel-sel mesenkim (calon mesoderm) memisah dari lempeng vegetal, berpindah ke dalam blastosoel
- 2) Lempeng vegetal pada **gastrula awal** mengalami invaginasi. Sel-sel mesenkim mulai membentuk penjurukan tipis (filopodia)
- 3) Sel-sel endoderm membentuk **Arkenteron**. Sel-sel mesenkim membentuk persambungan **filopodia** antara ujung arkenteron dan sel-sel ektoderm dinding blastosoel.
- 4) **Gastrula akhir**, kontraksi filopodia menarik arkenteron, sehingga endoderm arkenteron akan menyatu dengan ektoderm dinding blastosoel.
- 5) **Gastrula selesai**, terbentuk saluran pencernaan fungsional, mulut dan anus.(endoderm). Ektoderm membentuk permukaan luar bersilia.

Gastrulasi pada Amphibia (*Xenopus*)

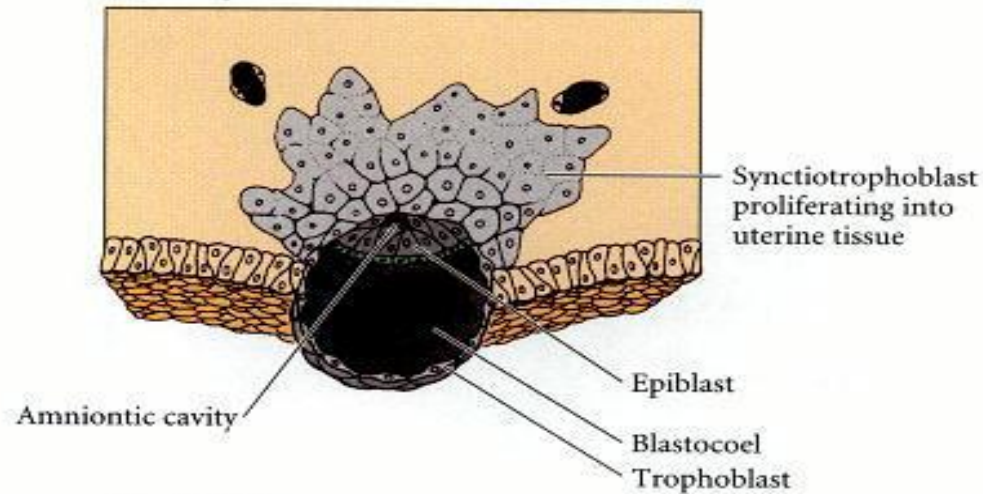


Perkembangan Embrio Mamalia dari blastula ke gastrula

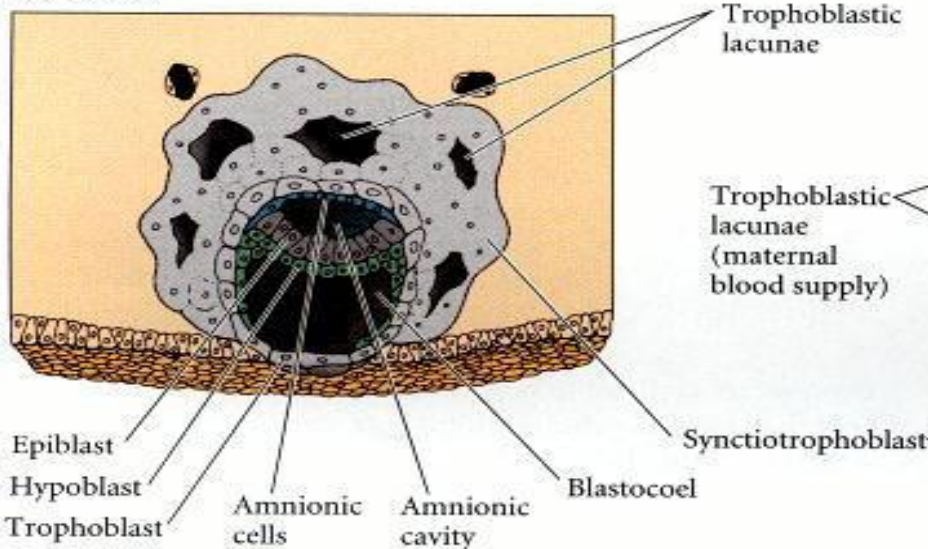
(A) Blastocyst, 7 days



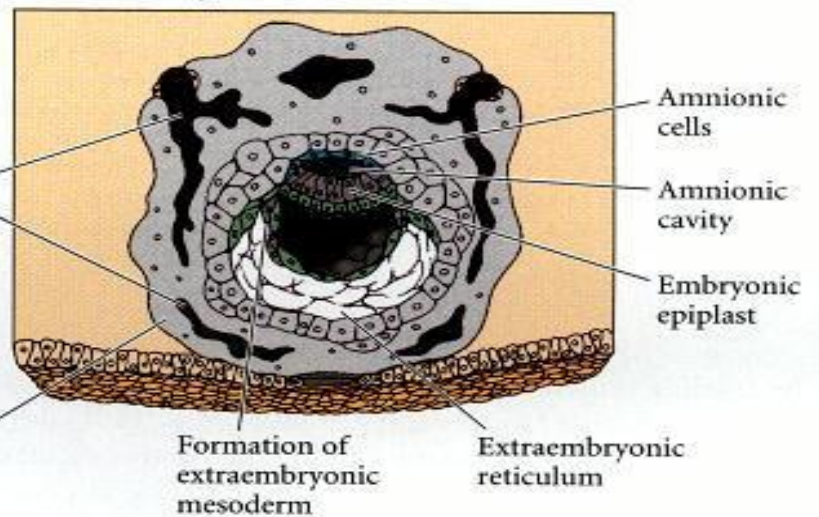
(B) 8 Days



(C) 9 Days



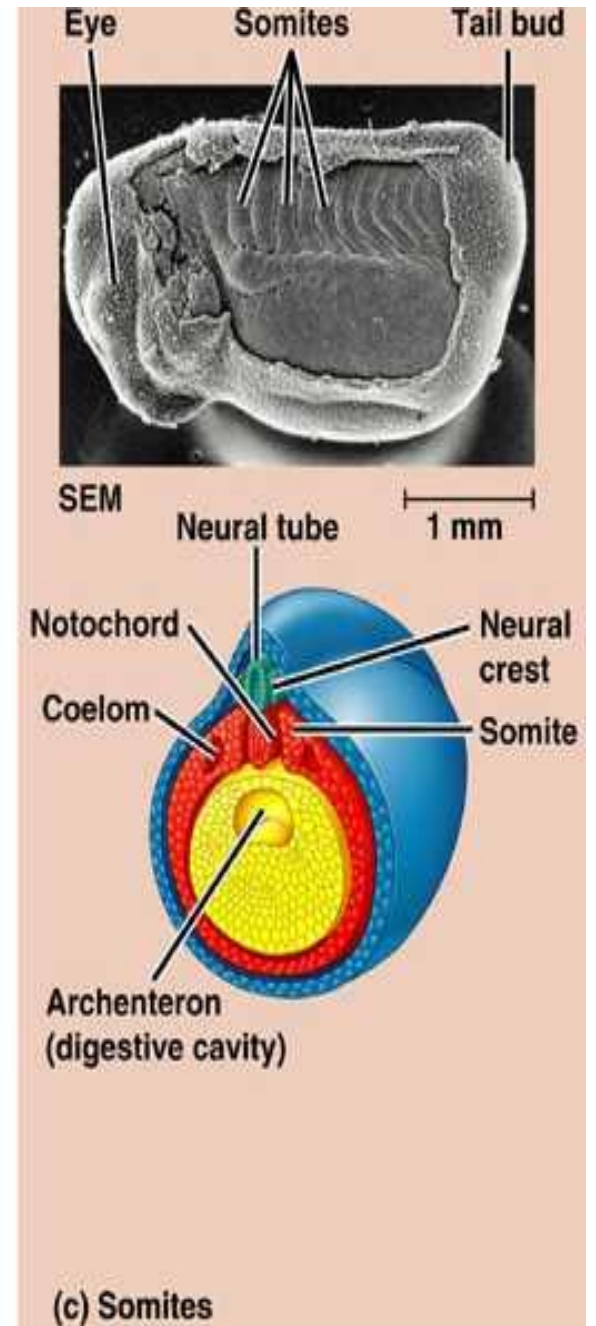
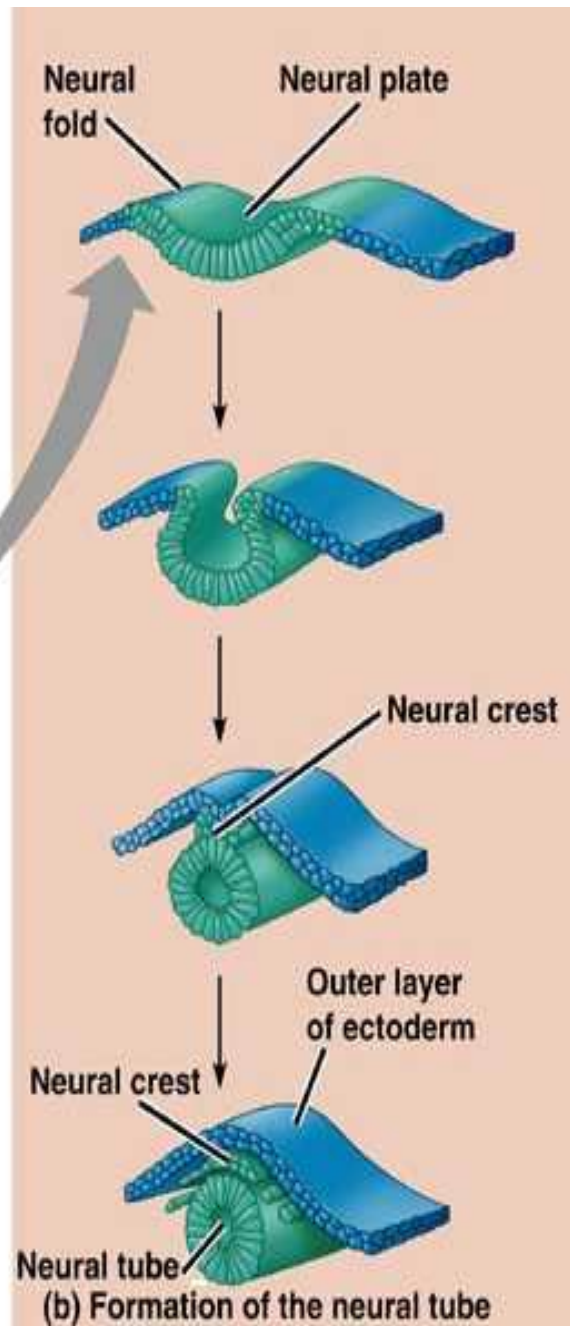
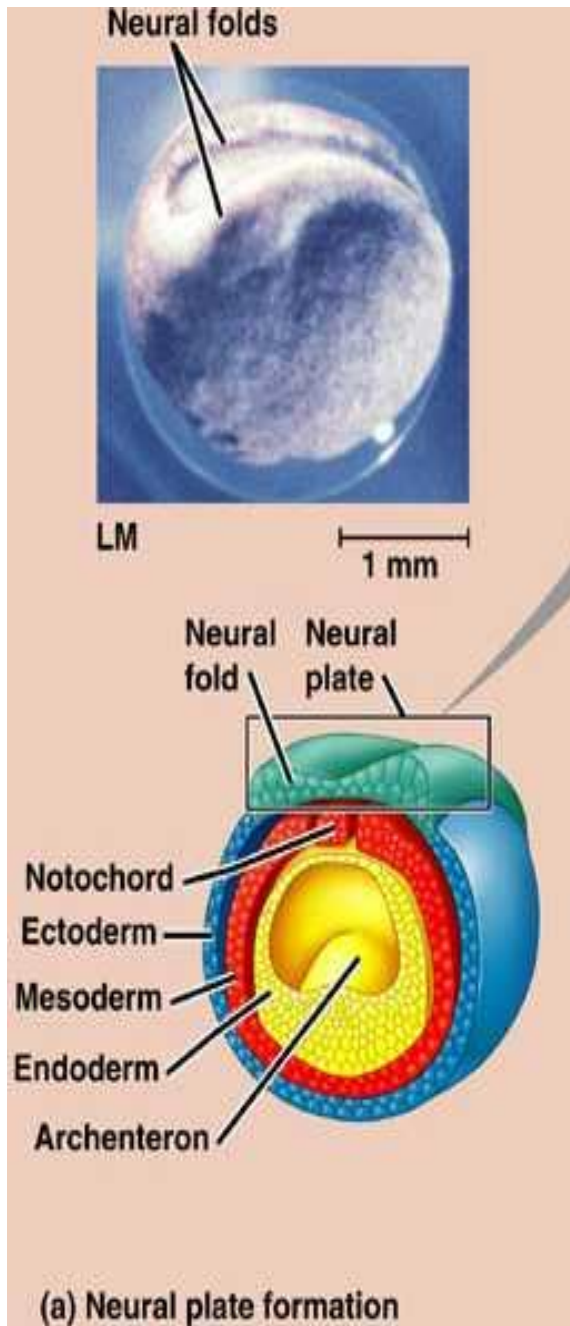
(D) 10-11 Days



Neurulasi

Neurulasi

- Merupakan proses organogenesis paling awal
- **Neurulasi : proses pembentukan tabung neuron (*neural tube*) dan notokord pada embrio**
- Organ yang pertama kali terbentuk pada hewan Chordata adalah tabung neuron (bumbung neuron / *neural tube*), dan notokord (*notochord* / batang skeletal) yang merupakan ciri khas dari embrio chordata.



Neurulasi

- Pembentukan *nerve chord* dimulai dengan sebuah lekukan yang dangkal di bagian dorsal ektoderm yang disebut *neural groove* yang membunjur sepanjang bidang dorsalis dari arah anterior ke posterior dan meluas pada ujung akhir dari anterior.
- Bagian lateral dari *neural groove* tersebut lebih menonjol dan disebut *neural fold*. Perkembangan *neural groove* makin tenggelam dari permukaan embrio dan *neural fold* saling mendekat sepanjang garis tengah dorsal. Proses ini merupakan invaginasi dari pembentukan *neural tube* yang kelak akan menjadi otak dan *spinal cord*.

- *Neural groove* dalam pertumbuhannya terus menurun ke bawah, sedangkan ektoderm pada ujung-ujung *neural fold* merapat satu dengan yang lainnya dan segera menutup *neural groove* dan terbentuklah *neural tube*.
- Pada tingkat awal, rongga dalam dari *neural tube* masih berhubungan dengan rongga enteron melalui *neurenteric canal* yang kelak akan lenyap karena enteron membentuk lubang baru yang menghubungkannya dengan dunia luar, yaitu lubang anus.

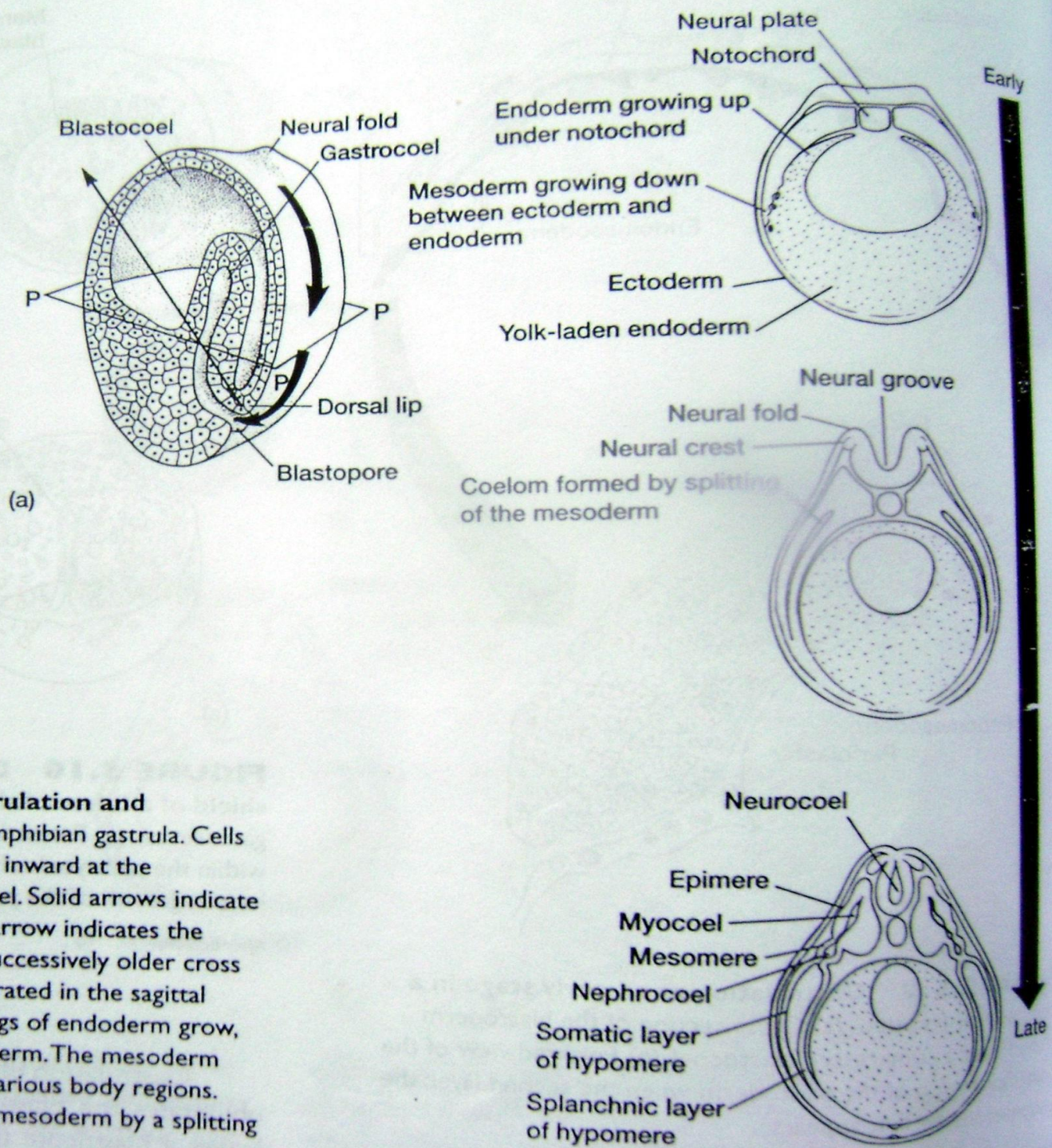
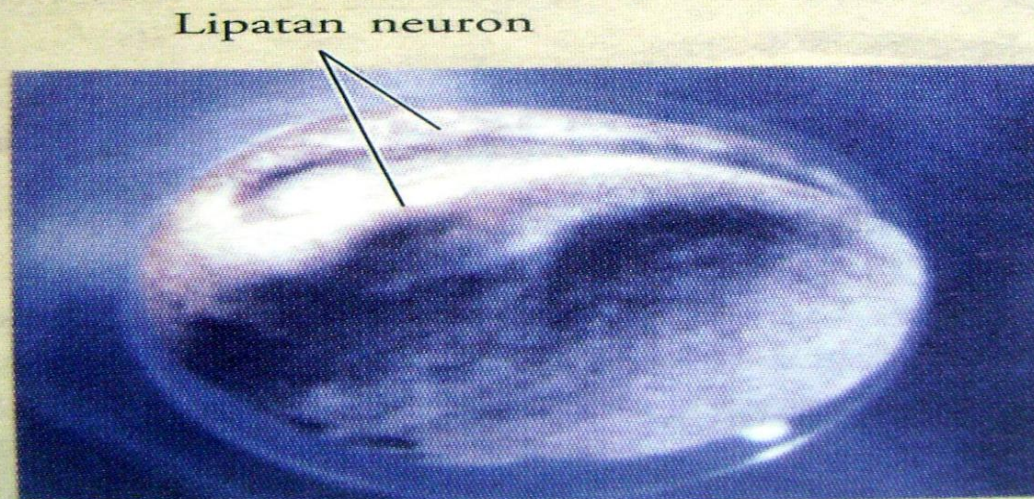
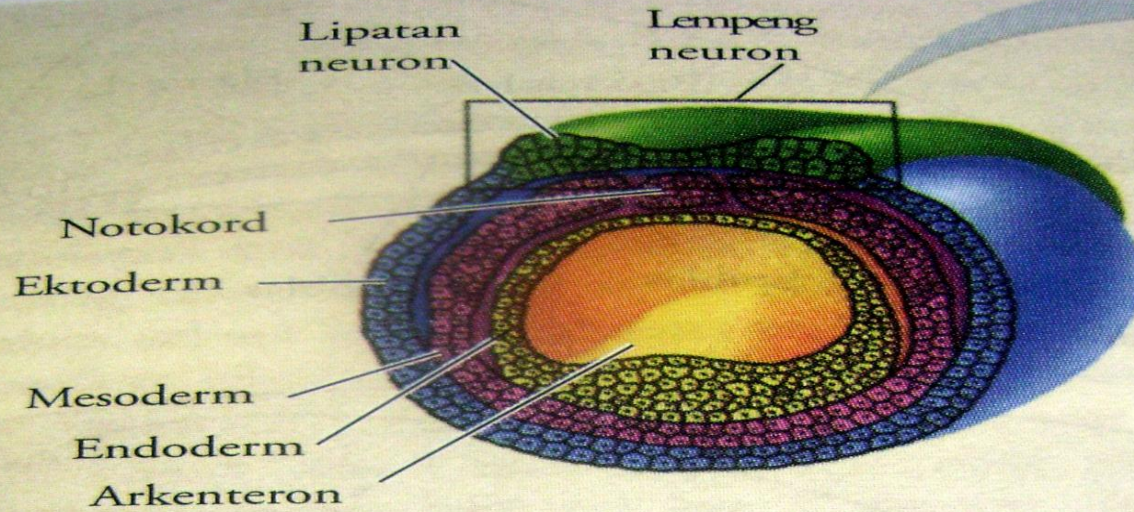


FIGURE 5.11 Amphibian gastrulation and neurulation. (a) Sagittal section of an amphibian gastrula. Cells move along the surface (epiboly) and turn inward at the blastopore to form the enlarging gastrocoel. Solid arrows indicate the surface movements of cells. The long arrow indicates the anteroposterior axis of the embryo. (b) Successively older cross sections taken through the plane (P) illustrated in the sagittal section (a). As development proceeds, wings of endoderm grow, fuse, and become distinct from the mesoderm. The mesoderm grows downward and differentiates into various body regions. Notice that the coelom forms within the mesoderm by a splitting of this mesodermal layer.

Neurulasi



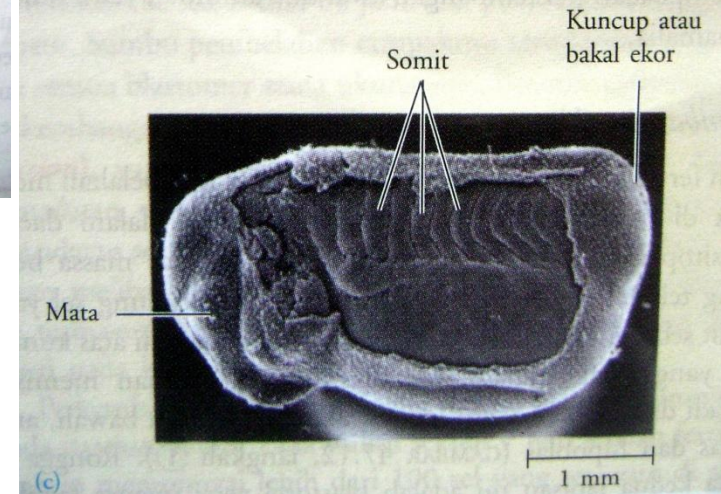
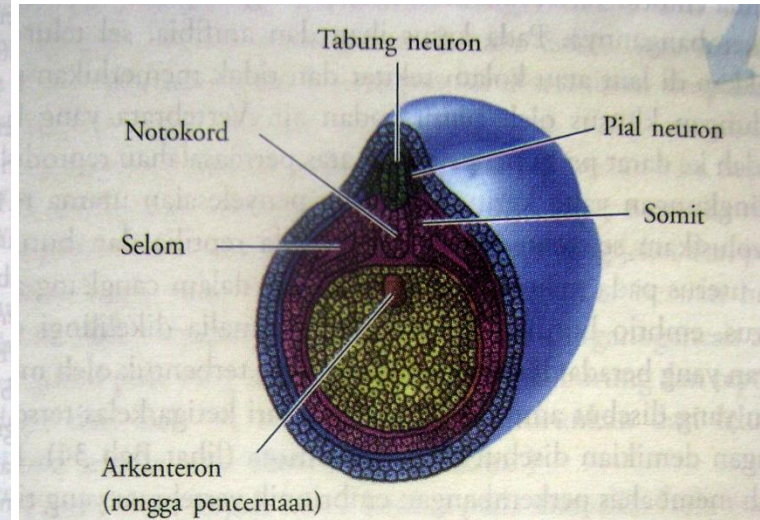
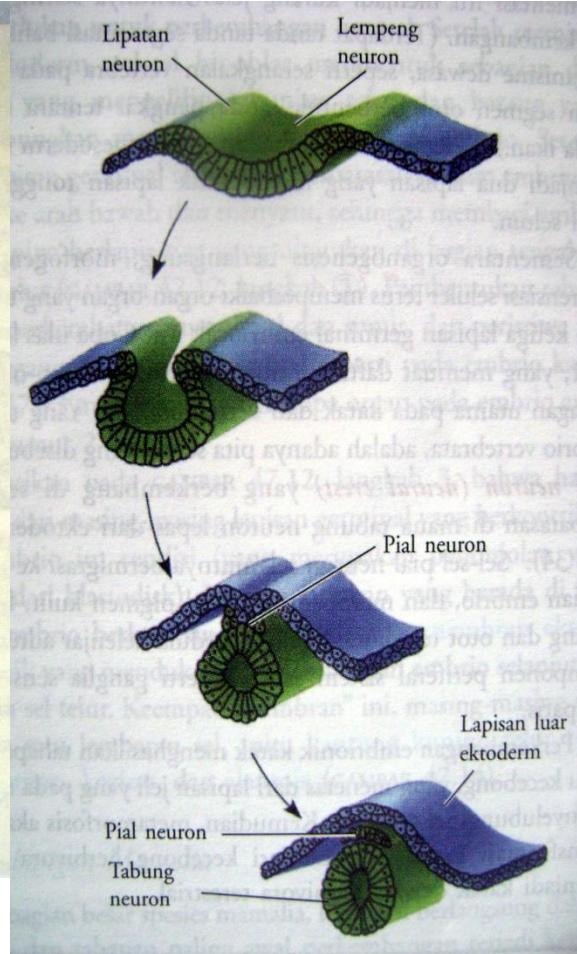
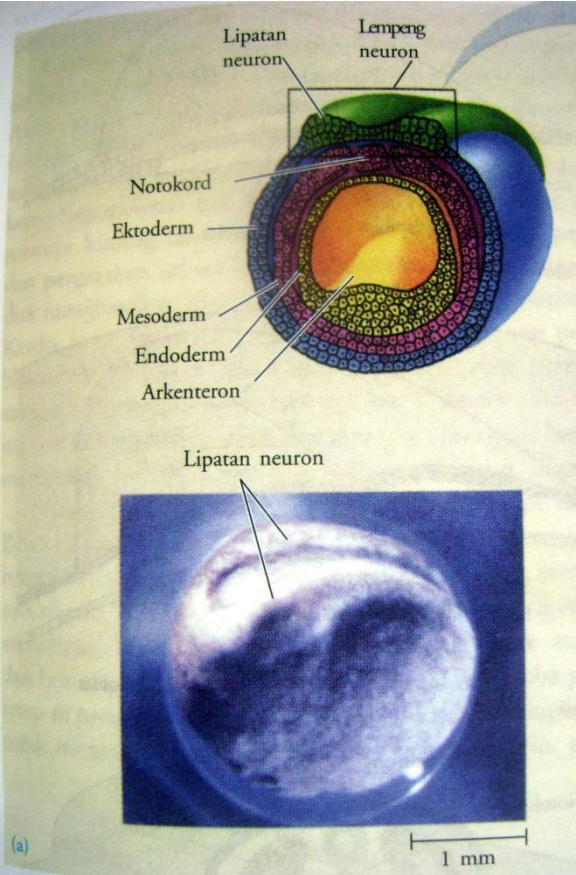
1 mm

(a)

Neurulasi pada Katak

- Notokord terbentuk dari mesoderm dorsal yang berkondensasi persis di atas arkenteron.
- Tabung neuron berawal sebagai lempengan ektoderm dorsal, persis diatas notokord yang berkembang.
- Setelah notokord terbentuk, lempeng neuron melipat ke arah dalam dan menggulung menjadi Tabung neuron (neural tube) yang akan menjadi sistem saraf pusat (otak dan sumsum tulang belakang).

Neurulasi pada Katak (lanjutan)

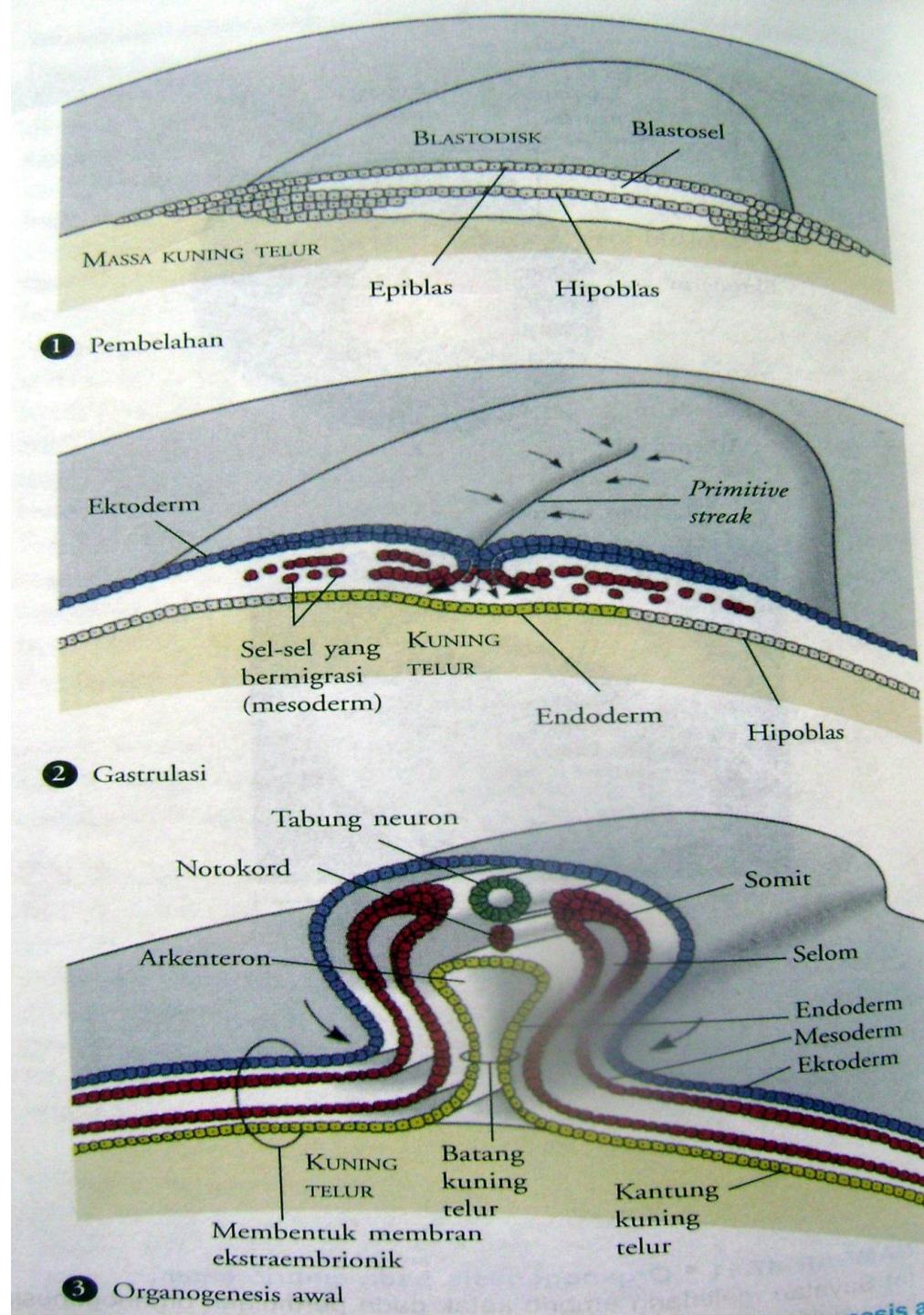


Keterangan gambar

- a. Embrio saat akhir gastrulasi dan awal neurulasi
- b. Neurulasi : lempeng neuron menggulung dan membentuk sebuah jaringan berlubang (neural tube). Jaringan pada daerah pertemuan pinggir-pinggir tabung memisah dari tabung sebagai pial neuron (neural crest). Neural crest merupakan sumber sel-sel yang akan bermigrasi untuk membentuk banyak struktur, meliputi tulang dan otot tengkorak, sel-sel pigmen kulit, sel-sel adrenal, dan ganglia periferal sistem saraf.
- c. Embrio dengan tabung neuron yang sudah selesai terbentuk, mempunyai banyak somit yang mengapi notokord.

Neurulasi pada Burung (Unggas)

1. Pembelahan meroblastik
2. Gastrulasi
3. Neurulasi : Arkenteron dibentuk ketika lipatan lateral menekan dan memisahkan embrio menjauhi kuning telur. Sekitar bagian pertengahan dari panjang embrio akan tetap bertaut ke kuning telur melalui batang kuning telur yang sebagian besar terbentuk dari sel-sel hipoblas. Pembentukan tabung neuron, perkembangan Notokord, dan somit terjadi serupa seperti pada katak



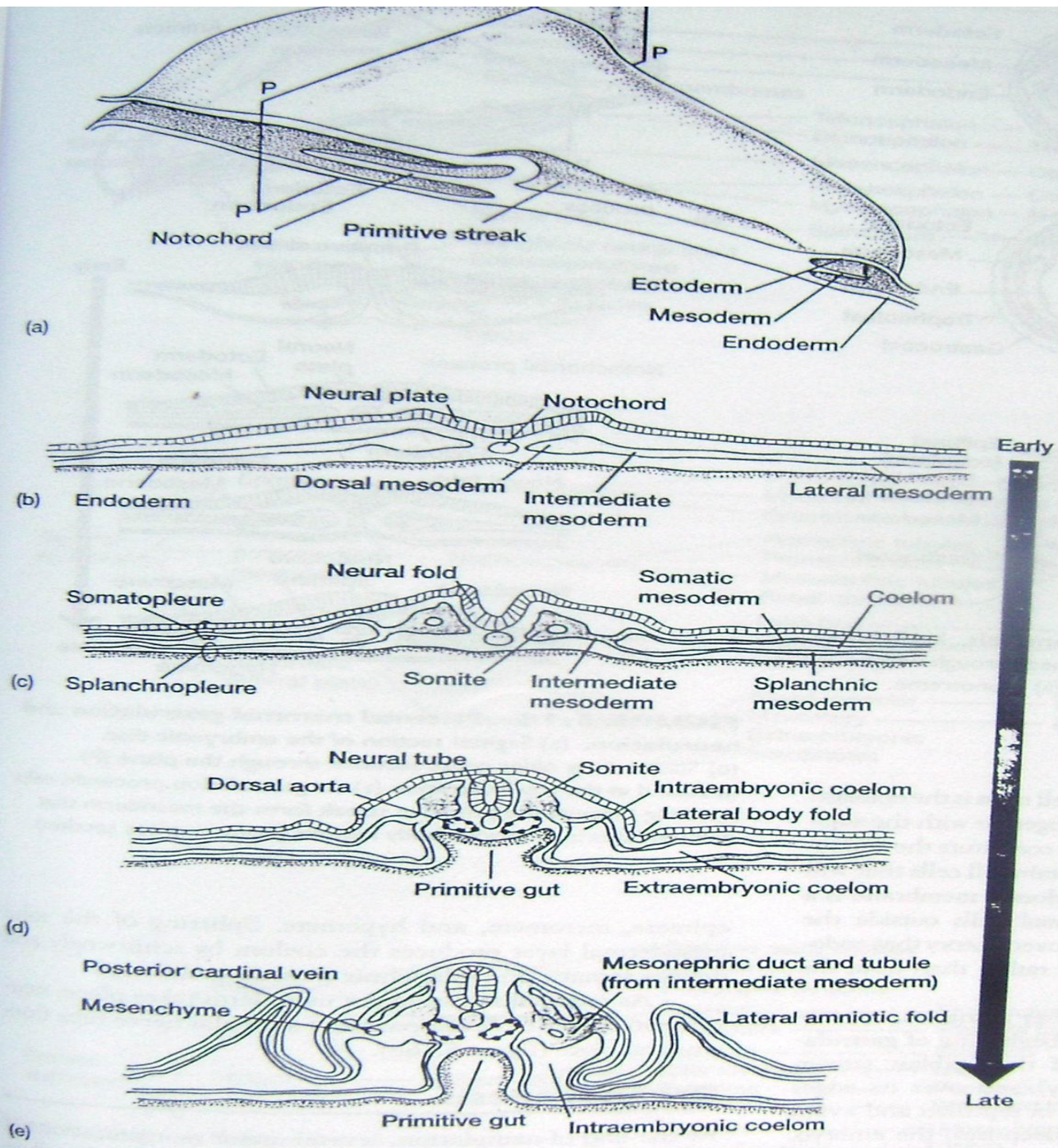


FIGURE 5.14 Bird gastrulation and neurulation. (a) Sagittal section of the embryonic disc showing the primitive streak and the extent of the three primary germ layers. (b–e) Successively older cross sections through the plane (P) indicated in the top figure (a). As gastrulation proceeds, cells entering through the primitive streak form the mesoderm and the endoderm. The mesoderm becomes further differentiated into specific regions, and the endoderm displaces the former hypoblast to the periphery. Successive cross sections show neurulation proceeding from neural plate to neural folds to hollow nerve tube. Note also the regionalization of the mesoderm and the appearance of extraembryonic membranes (lateral amniotic fold).

Neurulasi Mamalia

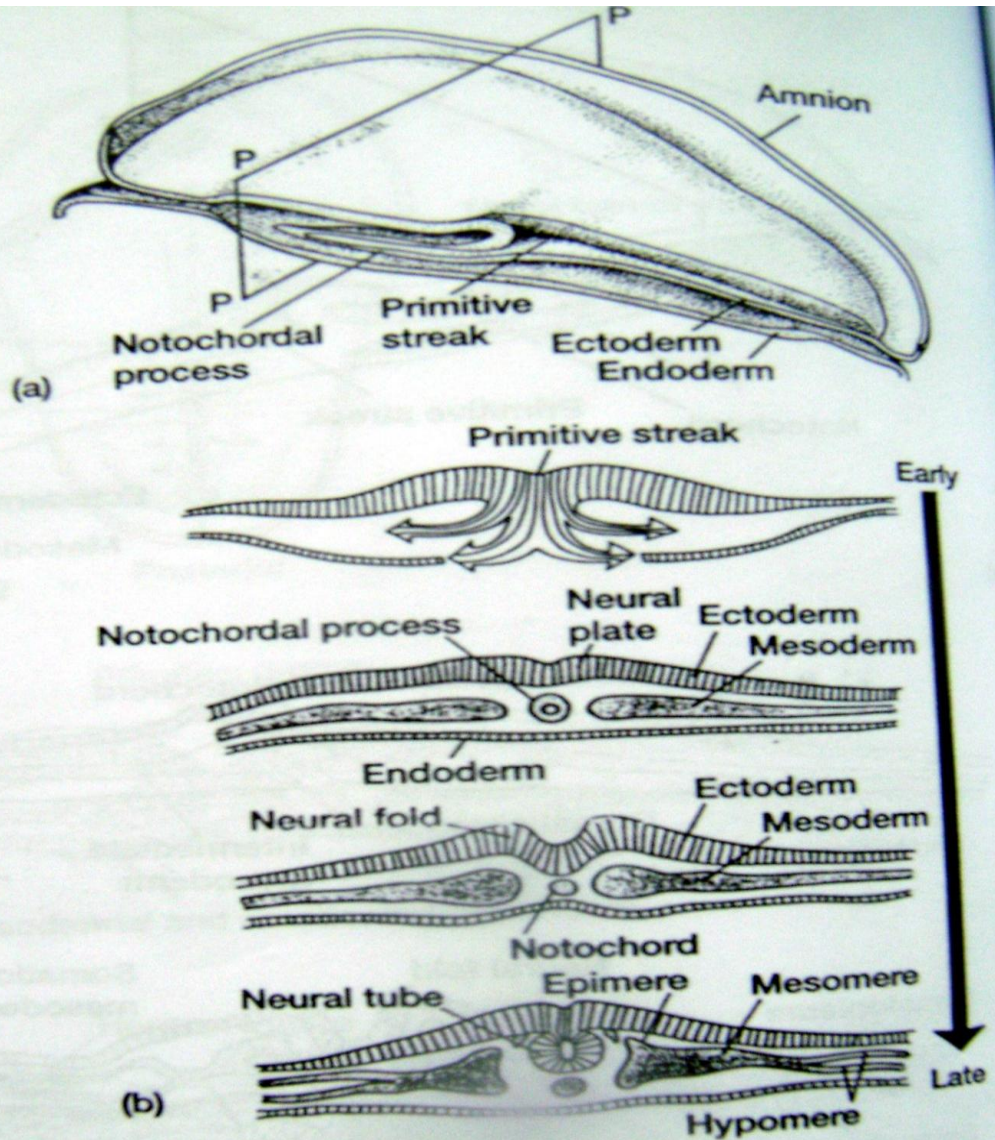


FIGURE 5.16 Placental mammal gastrulation and neurulation. (a) Sagittal section of the embryonic disc. (b) Successively older cross sections through the plane (P) indicated in the top illustration (a). As gastrulation proceeds, cells entering through the primitive streak form the mesoderm that differentiates into various body regions (bottom cross section).

Organogenesis

Organogenesis

- **Organogenesis: proses pembentukan organ-organ tubuh pada makhluk hidup.**
- Organ yang dibentuk ini berasal dari masing-masing lapisan dinding tubuh embrio pada fase gastrula.
- Organogenesis: diferensiasi lapisan germinal.

- 1) Ektoderm membentuk sistem syaraf dan epidermis kulit dan turunannya. Peristiwa pertama organogenesis adalah pembentukan otak dan korda spinalis. Di minggu ke-8 semua daerah otak terbentuk.**
- 2) Endoderm membentuk mukosa sistem saluran cerna dan pernafasan serta semua kelenjar yang berkaitan (tiroid, paratiroid, timus, liver, pankreas).**
- 3) Mesoderm membentuk semua sistem organ dan jaringan lainnya. Terbagi menjadi (1) notokord superfisial dorsal, (2) pasangan struktur yang membentuk vertebra, otot skelet serta bagian dermis (3) pasangan massa mesoderm perantara dan lateral. Mesoderm perantara membentuk ginjal dan organ kelamin. Lapisan somatik dan mesoderm lateral membentuk dermis, serosa parietal, dan tulang serta otot tungkai; lapisan splanknik membentuk sistem kardiovaskular dan serosa viseral.**

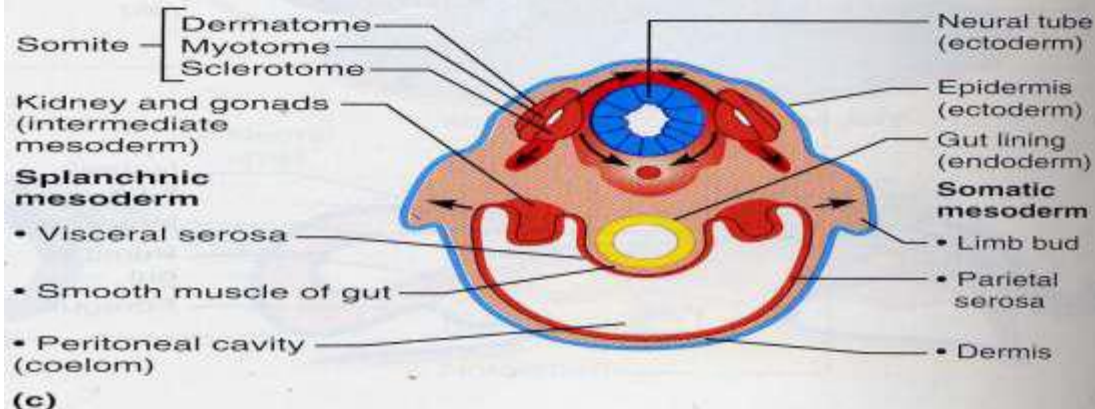
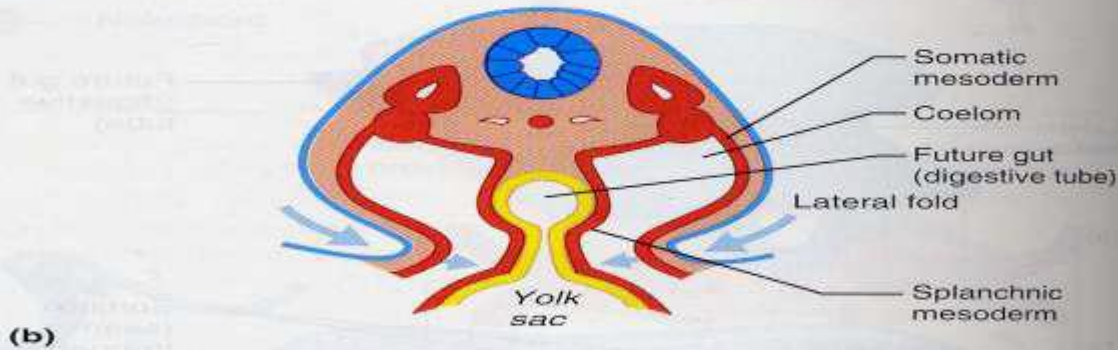
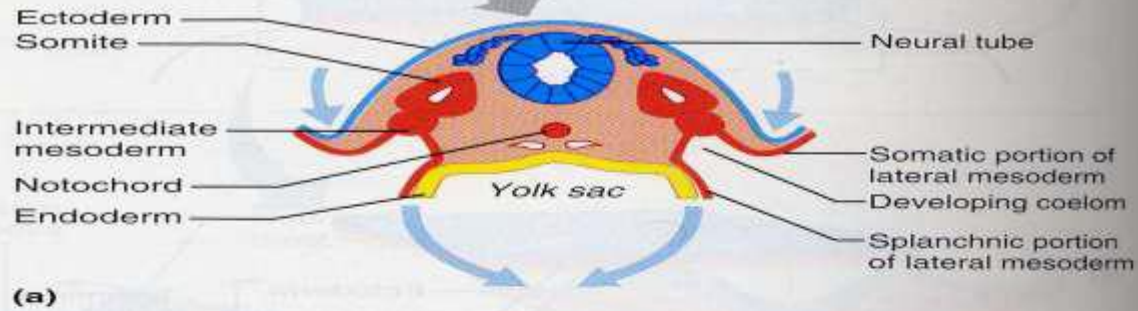
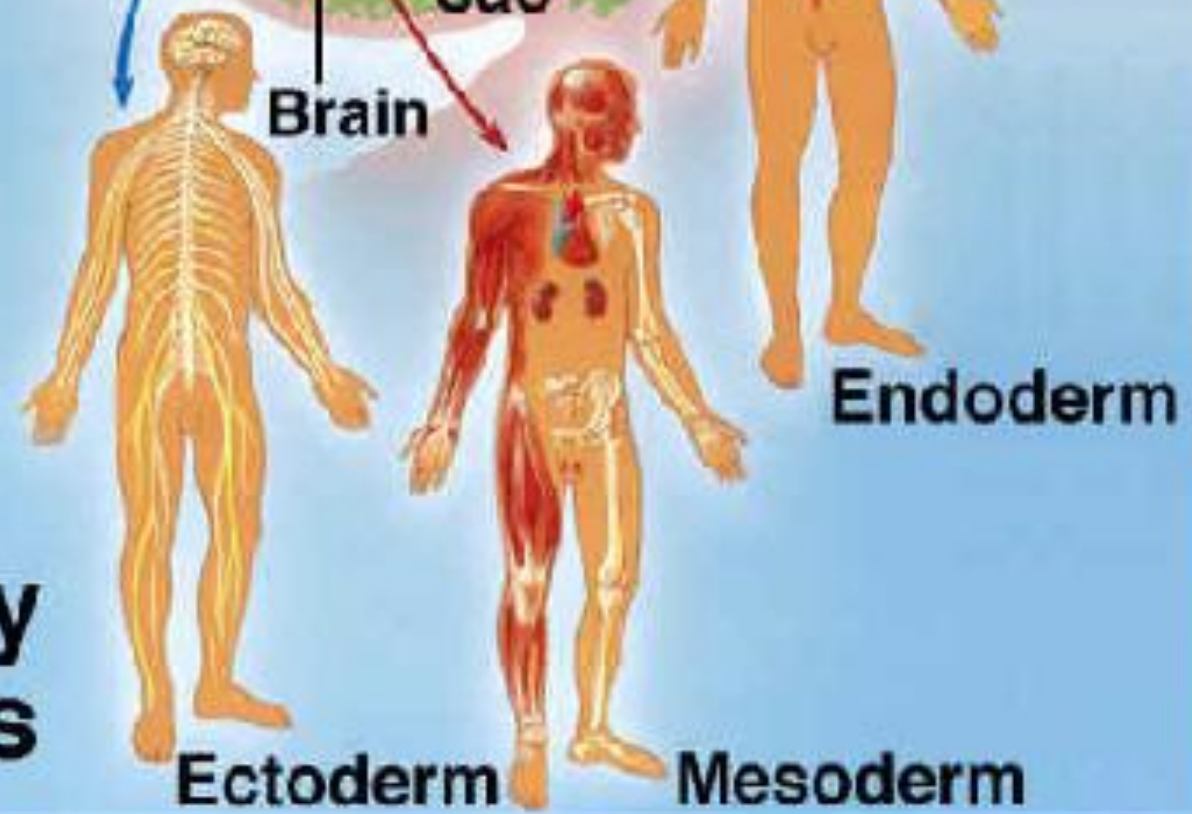
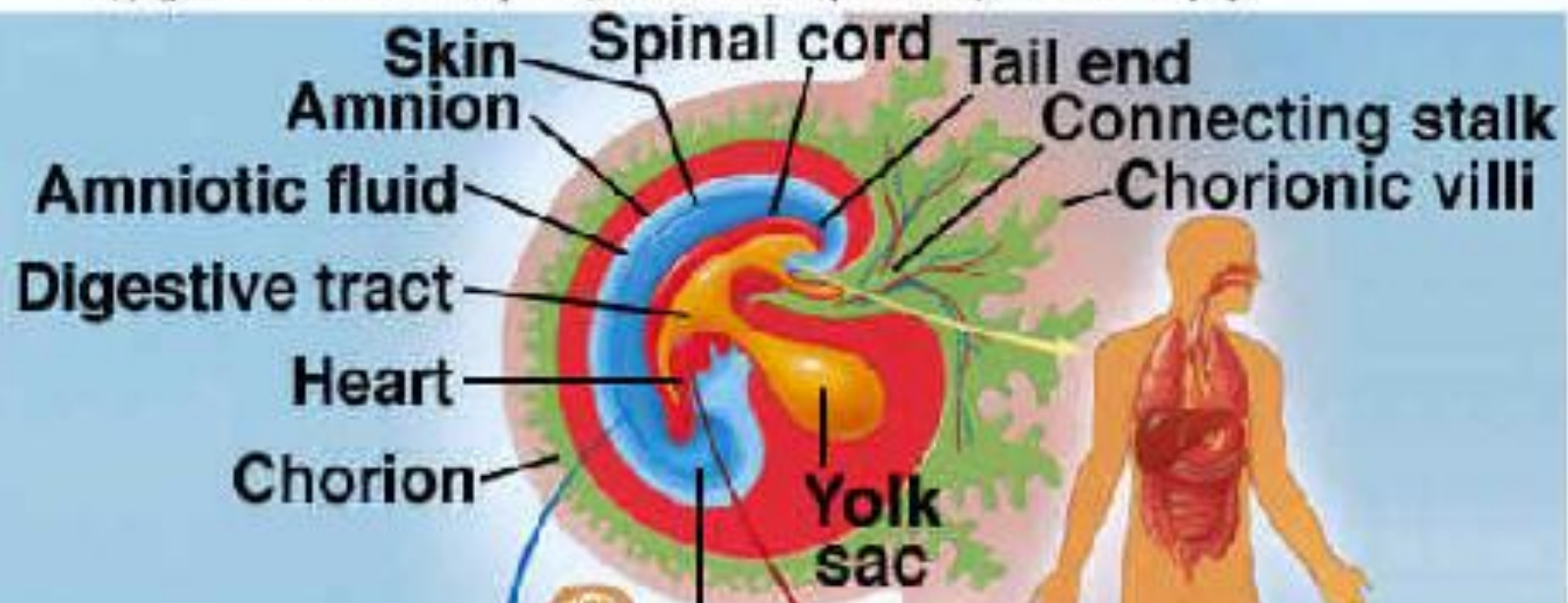


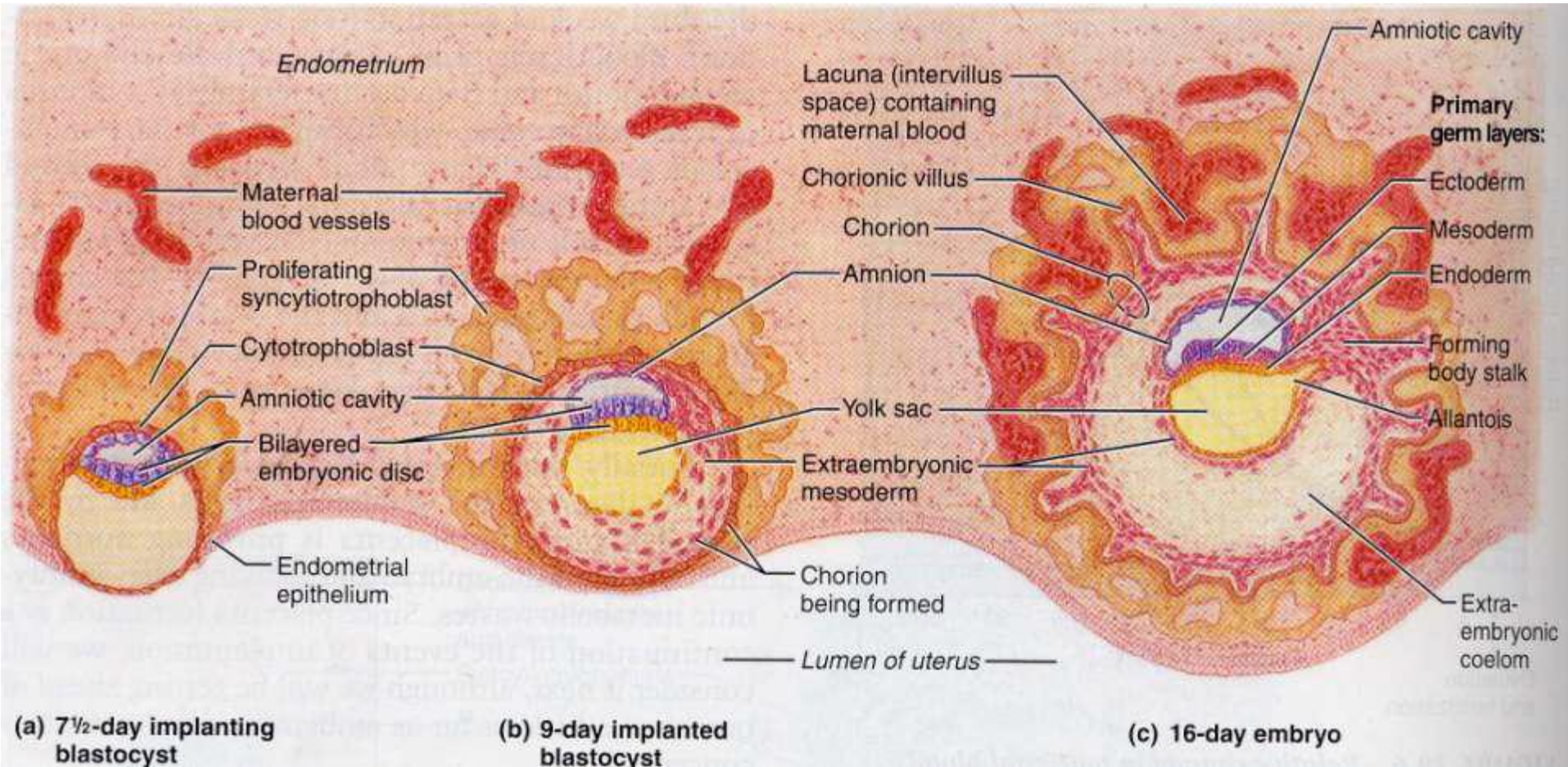
TABLE 29.1**Derivatives of the Primary Germ Layers**

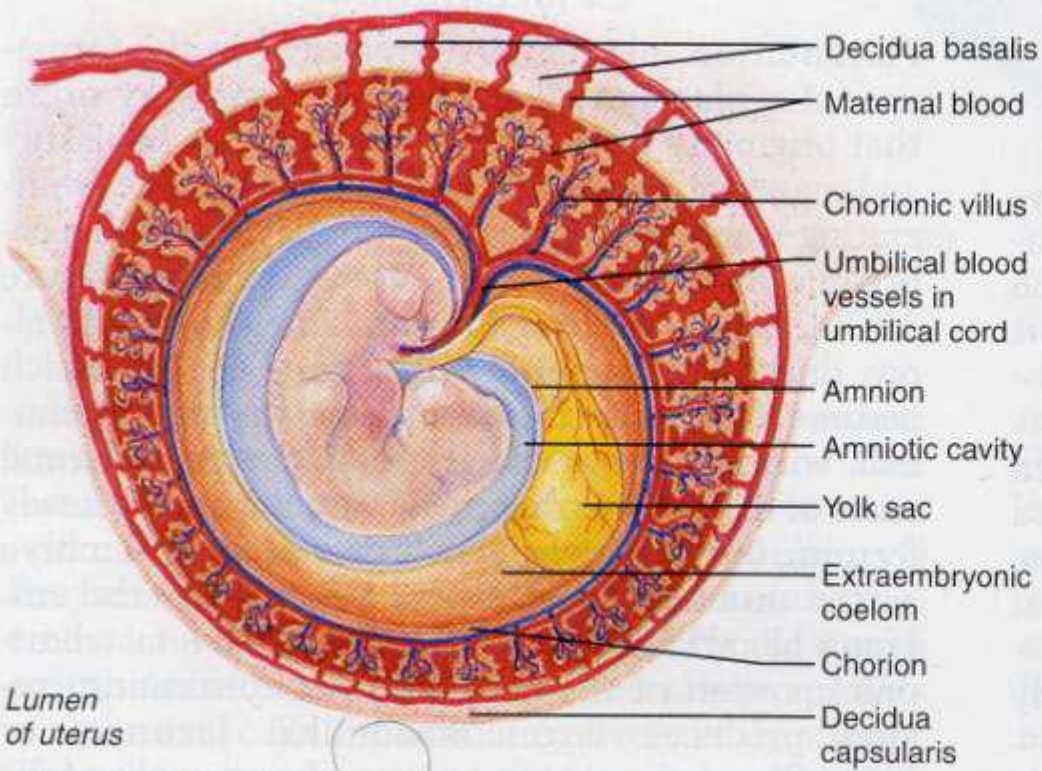
<i>Ectoderm</i>	<i>Mesoderm</i>	<i>Endoderm</i>
All nervous tissue	Skeletal, smooth, and cardiac muscle	Epithelium of digestive tract (except that of oral and anal cavities)
Epidermis of skin and epidermal derivatives (hairs, hair follicles, sebaceous and sweat glands, nails)	Cartilage, bone, and other connective tissues	Glandular derivatives of digestive tract (liver, pancreas)
Cornea and lens of eye	Blood, bone marrow, and lymphoid tissues	Epithelium of respiratory tract, auditory tube, and tonsils
Epithelium of oral and nasal cavities, of paranasal sinuses, and of anal canal	Endothelium of blood vessels and lymphatics	Thyroid, parathyroid, and thymus glands
Tooth enamel	Serosae of ventral body cavity	Epithelium of reproductive ducts and glands
Epithelium of pineal and pituitary glands and adrenal medulla	Fibrous and vascular tunics of eyes	Epithelium of urethra and bladder
Melanocytes: some cranial bones and branchial cartilages (derived from neural crest)	Synovial membranes of joint cavities	
	Organs of urogenital system (ureters, kidneys, gonads, and reproductive ducts)	



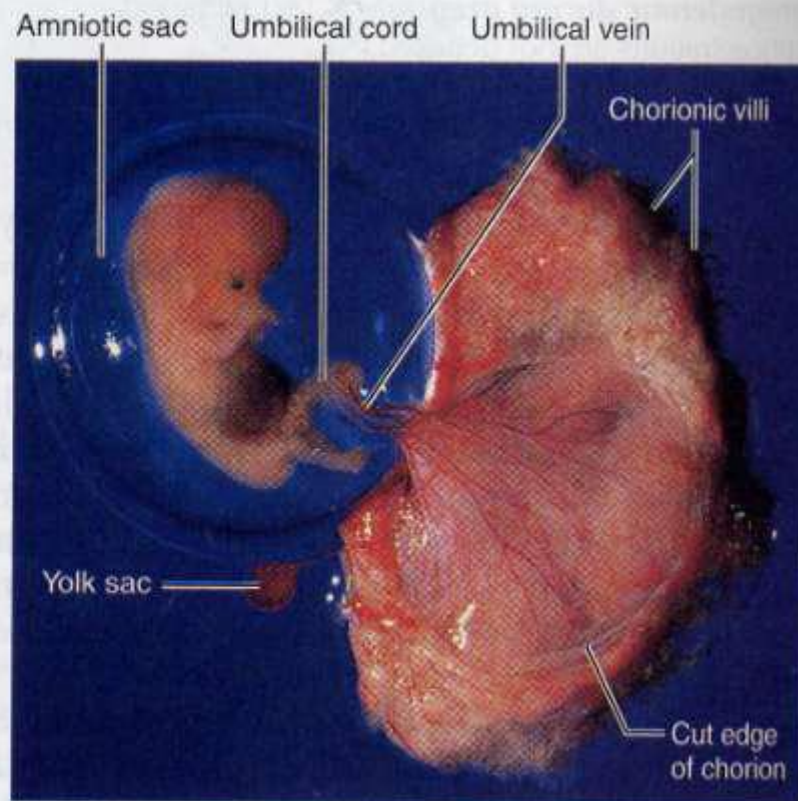
Organ Formation from Primary Germ Layers

Review Embriogenesis pada Manusia

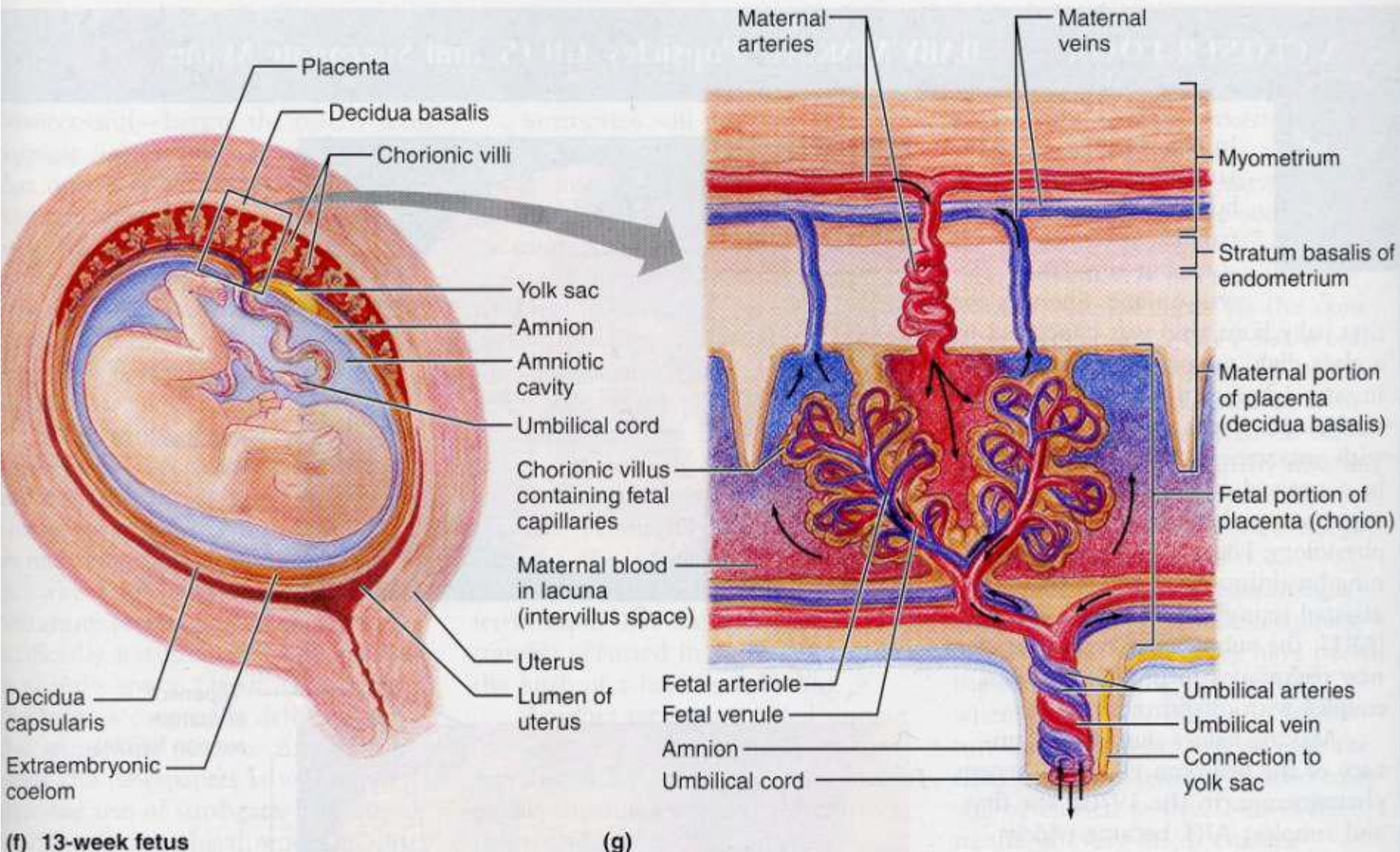




(d) 4 1/2-week embryo



(e) 7-week embryo



Next continue to part 3 on
next meeting...