

*Embryology of*  
**Musculoskeletal  
System**

---

**MEIDONA.N. MILLA**  
DEPARTMENT OF ANATOMY  
FACULTY OF MEDICINE  
SULTAN AGUNG ISLAMIC UNIVERSITY

# Learning Objectives:

By the end of this lecture, you will be able to explain:

- ❖ first 3 weeks basic embryology
- ❖ general derivation of 3 germinal layers
- ❖ Development of skeletal system
- ❖ Development of muscular system
- ❖ Types of Congenital anomalies on musculoskeletal system

# PRETEST

---

1. Sebutkan 3 jenis lapisan embrionik!
2. Berkembang dari lapisan apakah sistem muskuloskeletal?
3. Kapanakah masa mulai tumbuhnya tunas alat gerak (*limb bud*)?
4. Jelakan pembagian lebih lanjut dari mesoderm!
5. Apa yang anda ketahui tentang somit?! (3)

# PERKEMBANGAN PRENATAL

---

- Adalah masa dari pembuahan (konsepsi ) hingga lahirnya janin.
- Terbagi menjadi 3 tahap: masa germinal, masa embrionik, dan masa fetal

1. **Masa germinal** ( 3 minggu pertama )

→ terbentuk lapisan-lapisan germinal

2. **Masa embrionik** ( minggu ke-4 sampai ke-8 )

→ sistem organ mayor mulai terbentuk

3. **Masa fetal** ( 7 bulan terakhir )

→ sistem2 organ berkembang dan mengalami pematangan

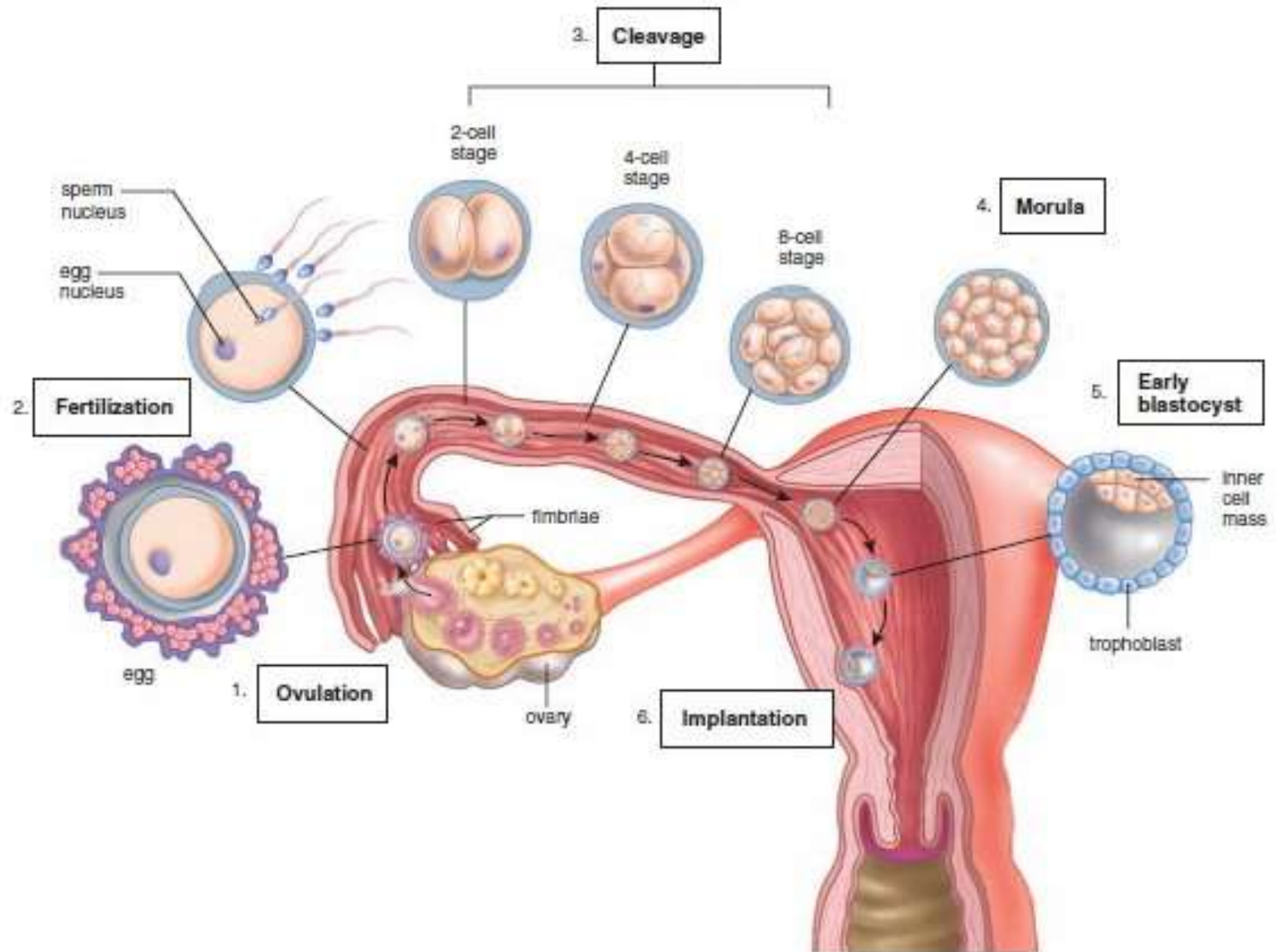
# Masa 3 minggu pertama

---

## Pembentukan:

- ❑ Blastokista
- ❑ Cakram bilaminar
- ❑ Cakram trilaminar
  - Gastrulasi
  - Pelipatan badan dari lateral
  - Pelipatan kepala dan ekor

# Minggu I



# Embryo Development



Oocyte



Zygote



4 cell



8 cell



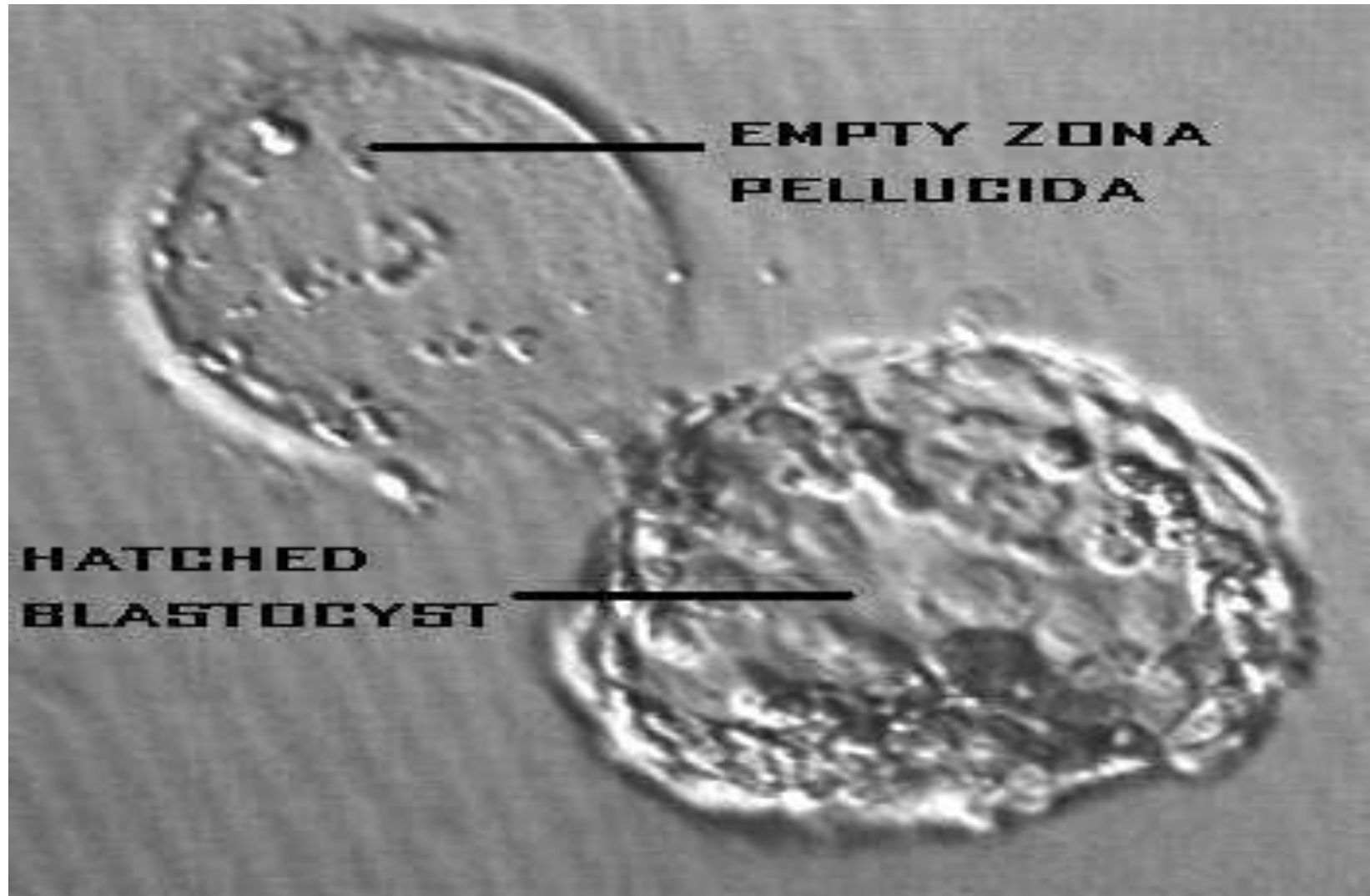
Morula



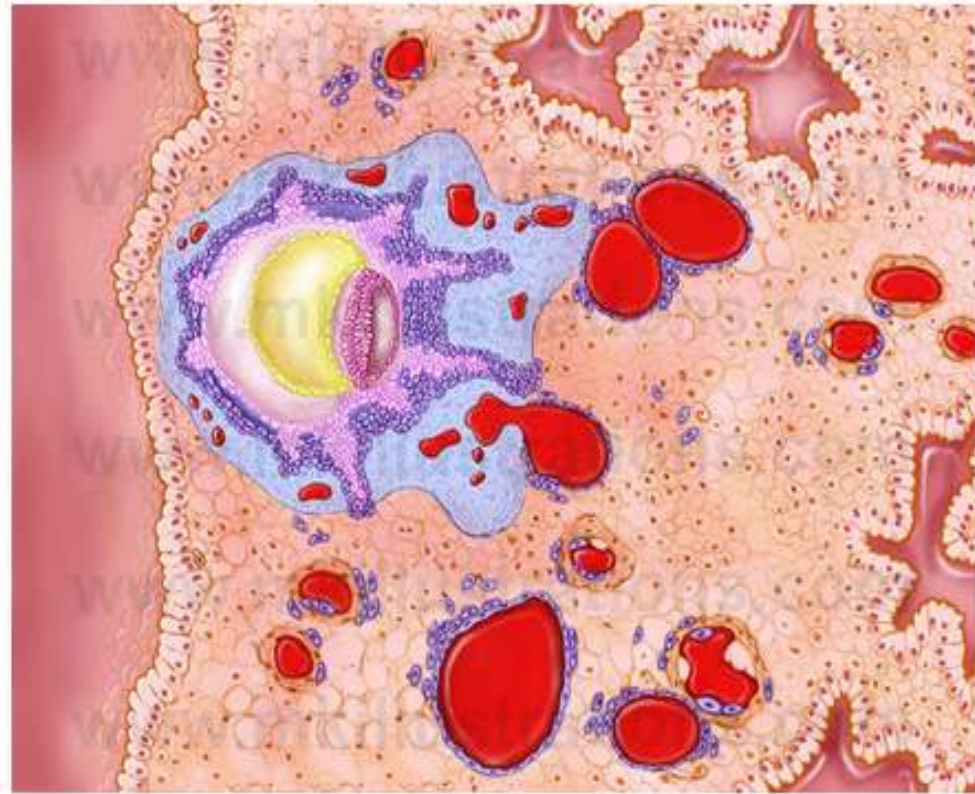
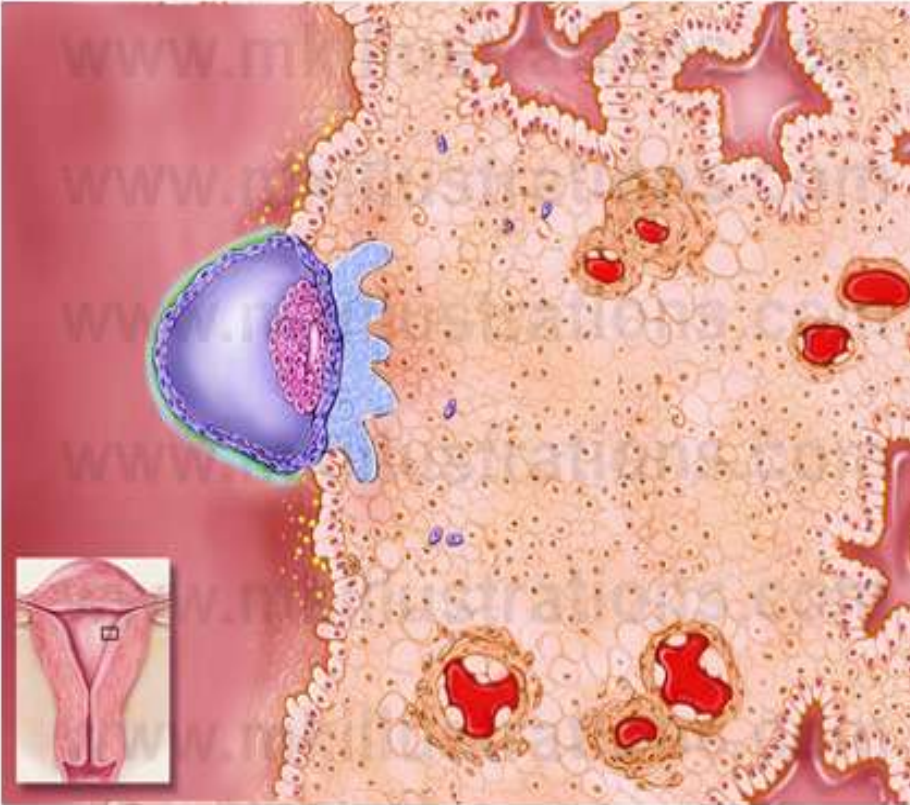
Blastocyst



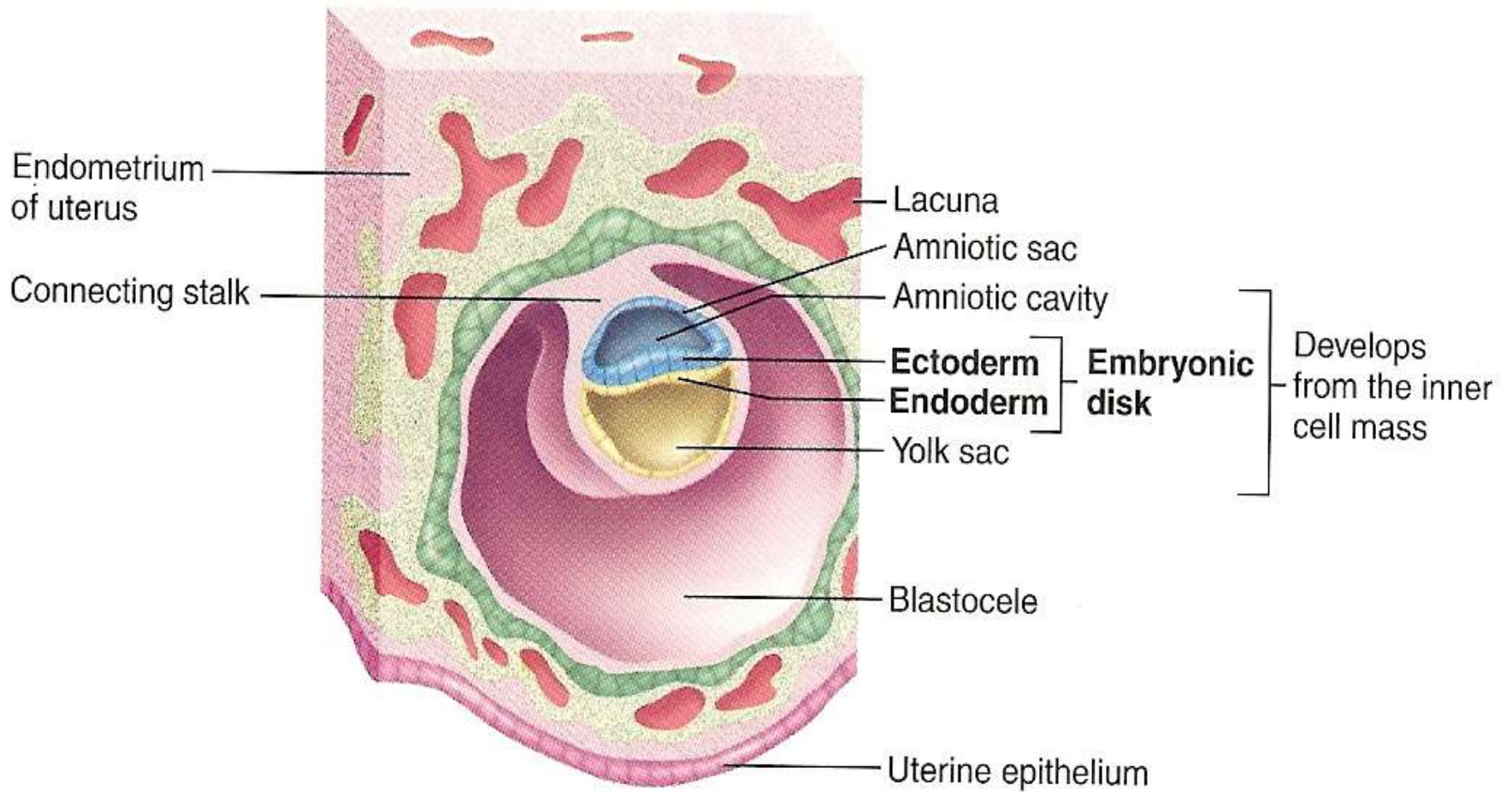
# Hatched Blastocyst



# Implanted Blastocyst



# Minggu II



# Minggu III

## **PEMBENTUKAN CAKRAM TRILAMINER**

---

### **Gastrulasi:**

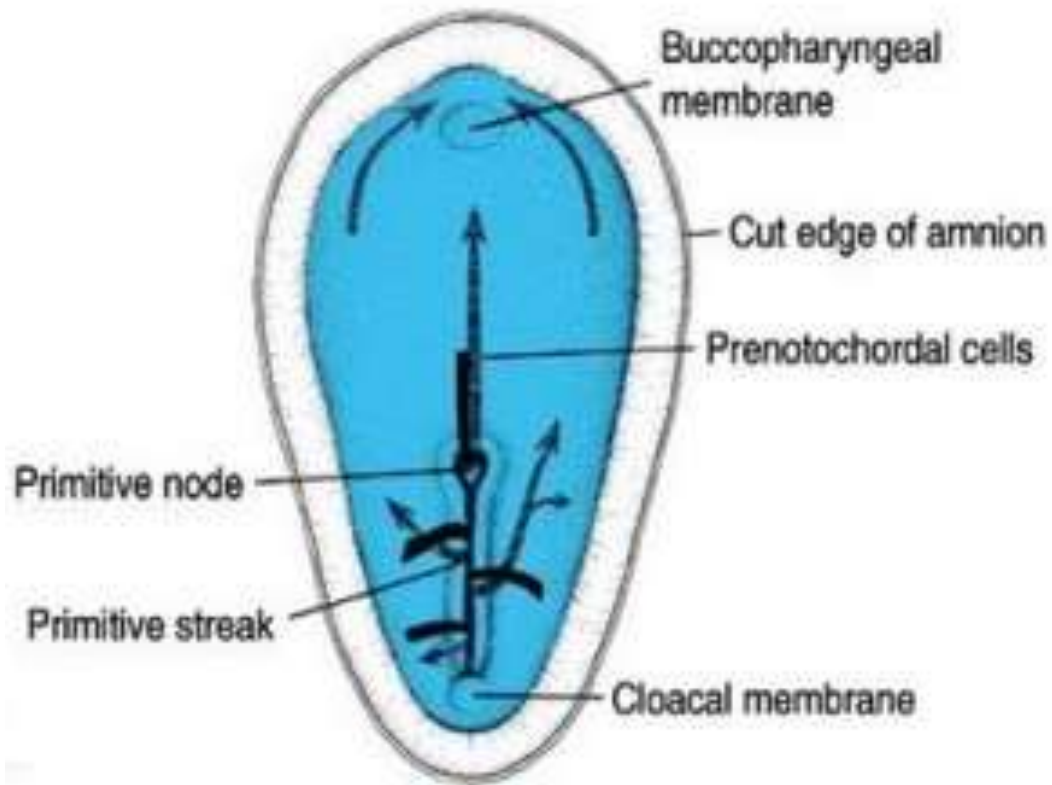
Adalah pembentukan 3 lapisan germinal pada embrio



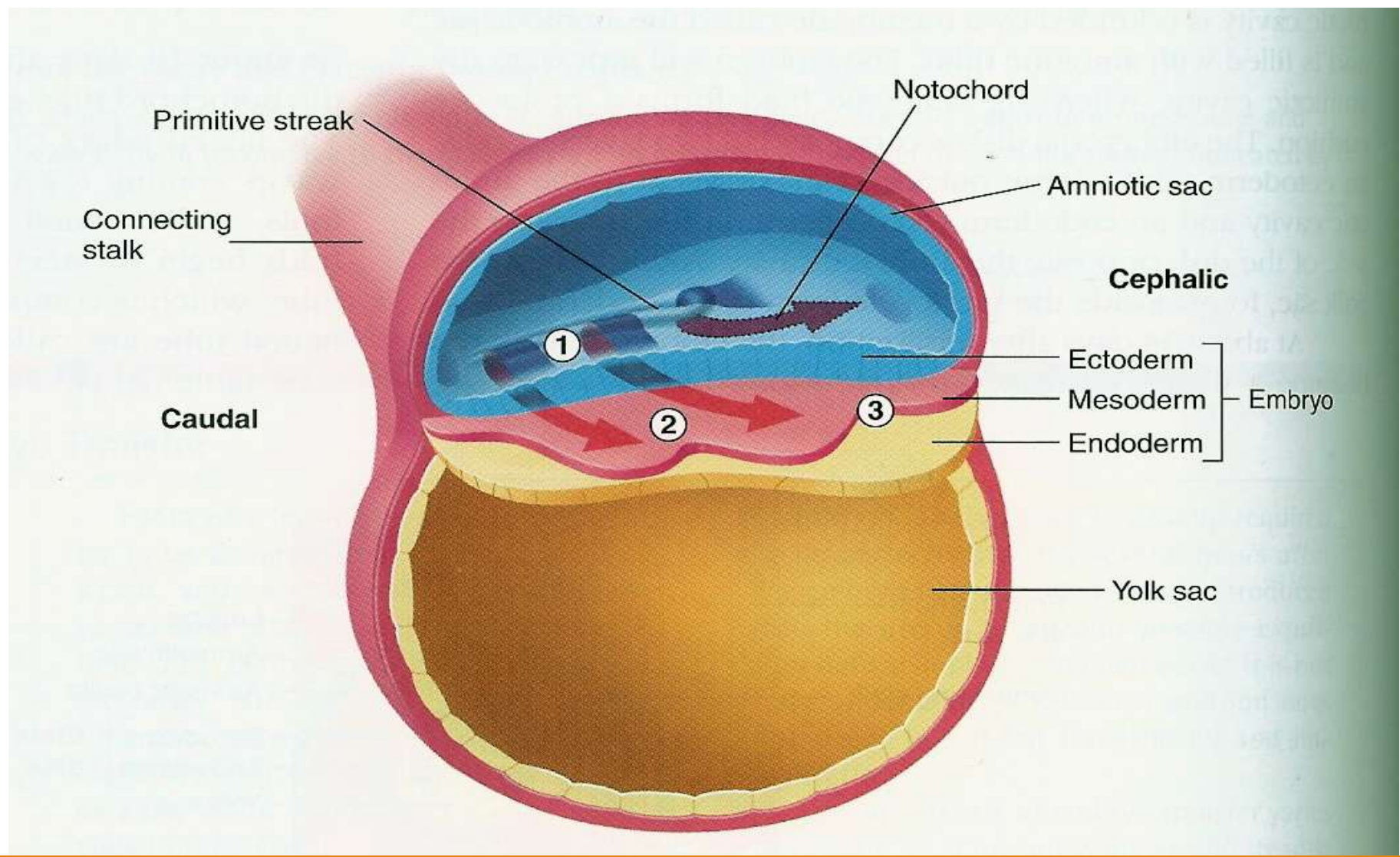
- hari ke 14 : cakram embrionik mulai berbentuk oval memanjang
- Sebagian sel ektoderm berpindah ke arah tengah cakram → membentuk **garis primitif** (*primitive streak*)

# Primitive Streak

---



# Minggu III





inner-cell-mass cell



ectoderm

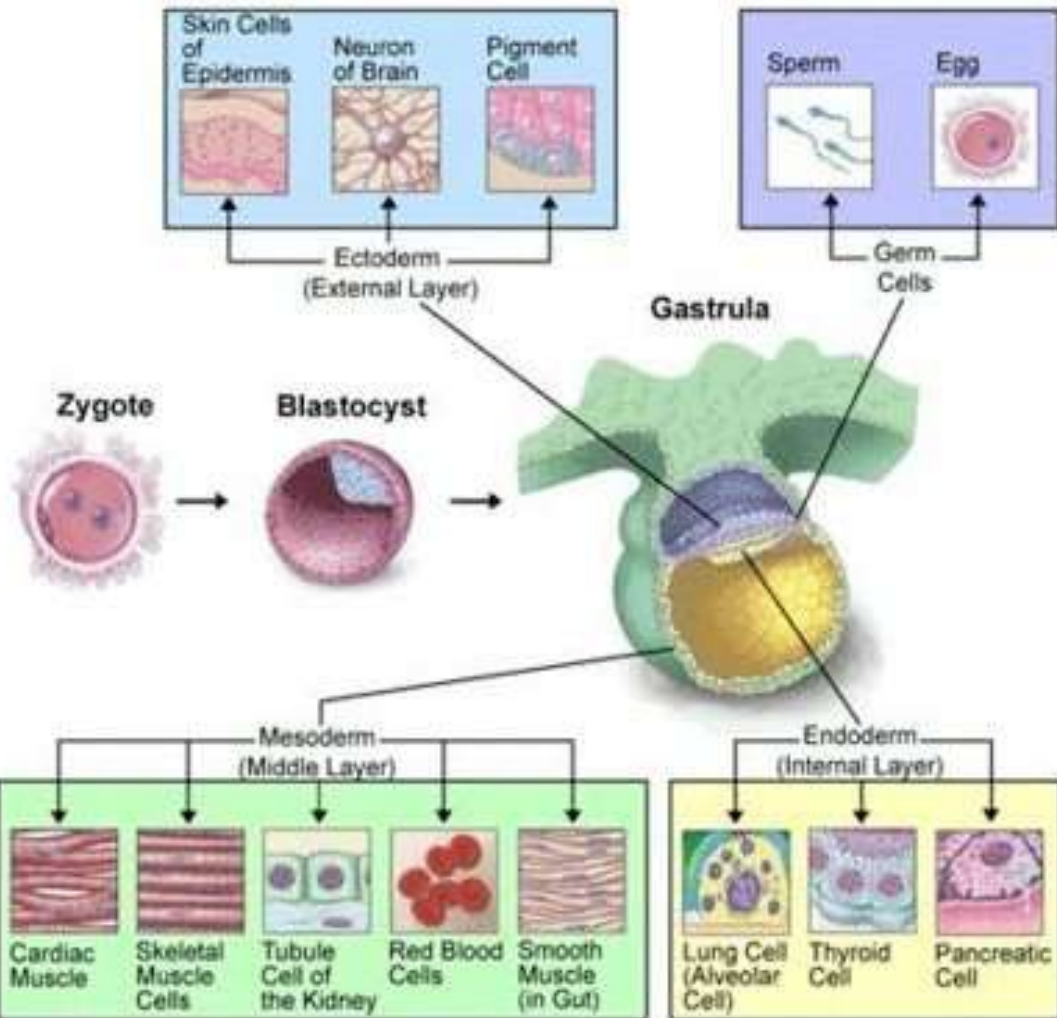
mesoderm

endoderm

skin  
nerves  
eyes

bones  
blood  
muscles

lungs  
lining of gut  
liver



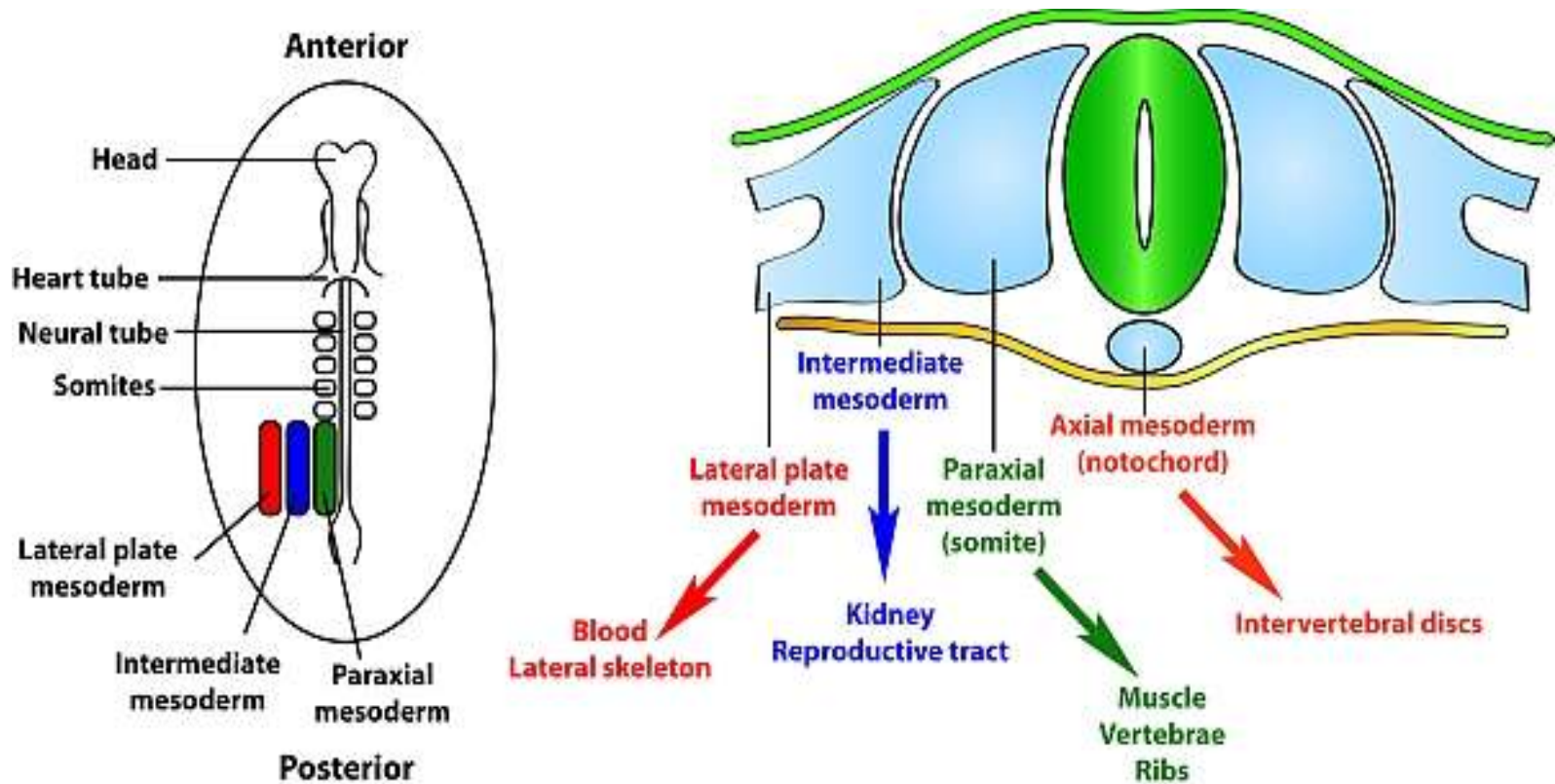
**Some Embryonic Cell Types at Gastrulation**

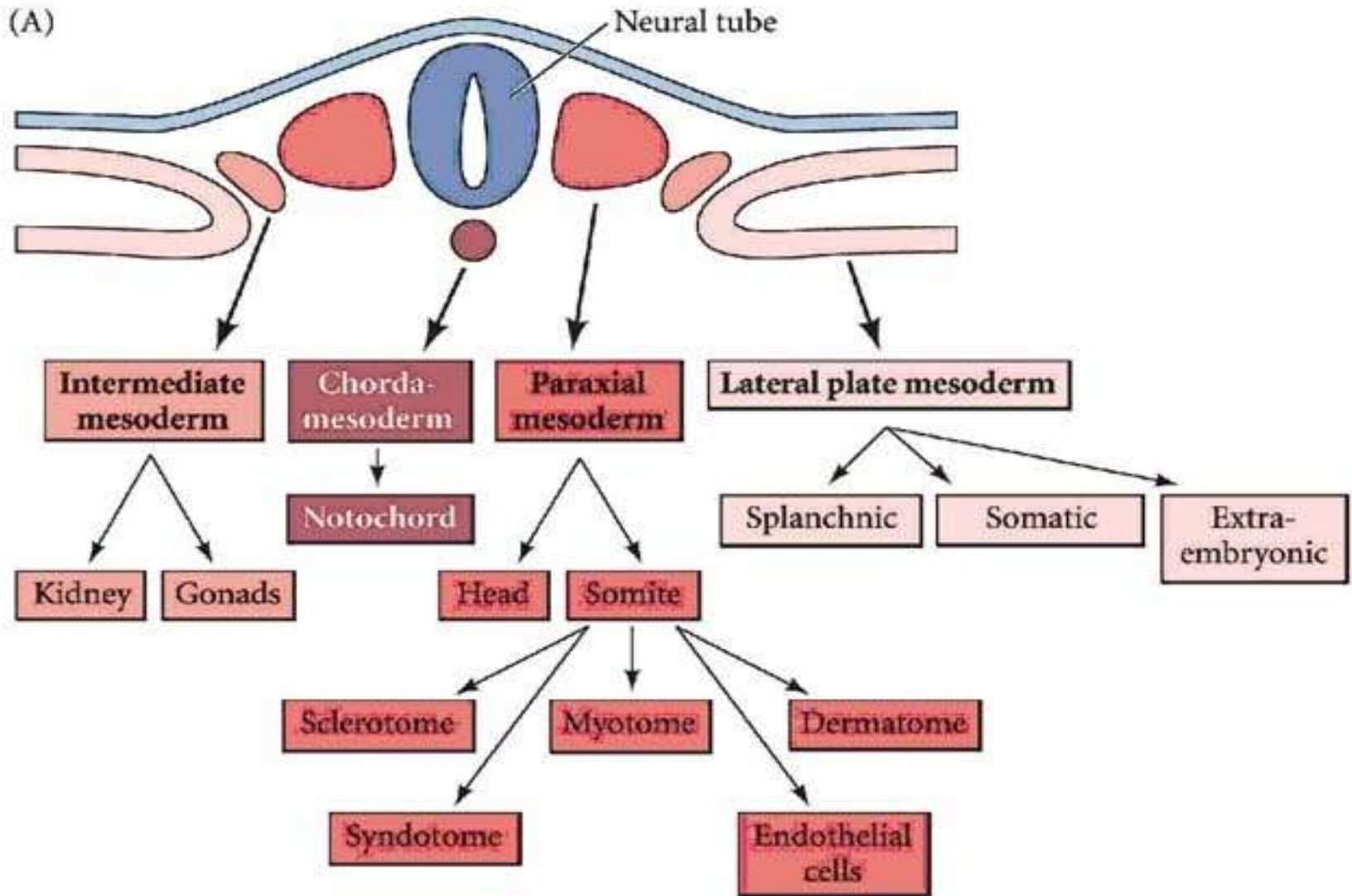


## 1.1 Major Cardiac Arrhythmias

m	Ectoderm	Mesoderm
Lining of gastrointestinal tract	Epidermis of skin	Dermis of skin
Lining of lungs	Tooth enamel	Circulatory system
Lining of hepatic, pancreatic, and other exocrine ducts	Lens and cornea of eye	Parenchyma (substance) of glands
Kidney ducts and bladder	Outer ear	Kidneys
Anterior pituitary	Nasal cavity	Gonads
Thymus gland	Neuroectoderm	Muscle
Thyroid gland	Brain and spinal cord	Bones (except facial)
Parathyroid gland	Somatic motor neurons	
Tonsils	Preganglionic autonomic neurons	
	Neural crest cells	
	Melanocytes	
	Sensory neurons	
	Postganglionic autonomic neurons	
	Adrenal medulla	
	Facial bones	
	Teeth: dentin and pulp	

# Perkembangan Mesoderm





# SISTEM RANGKA (SKELETAL SYSTEM)

---

Berkembang dari **mesoderm** dan **krista neuralis**



# Perkembangan Mesoderm

Dari **mesoderm paraaxial** → **somit**, berkembang menjadi 2 bagian:

1. **Sclerotom**: membentuk costa dan vertebra
2. **Dermomyotom**: membentuk **myotom** (→myoblast) dan **dermatom** (dermis)

Dari sel mesoderm akan berkembang menjadi **mesenkim**

# Mesenkim

---

*Adalah kumpulan sel yang bisa berkembang menjadi kartilago, tulang, otot, darah dan jaringan penyambung*

# Proses Penulangan:

---

## 1. Penulangan membranosa

→ mesenkim langsung berdiferensiasi menjadi tulang (co. tulang pipih tengkorak)

## 2. Penulangan endokondral

→ mesenkim mula-mula membentuk model tulang rawan hyalin, yang kemudian mengalami penulangan (terjadi pada kebanyakan tulang)

# TENGGORAK

---

Dibagi menjadi 2 bagian:

## 1. Neurocranium

→ membentuk batok pelindung sekitar otak

## 2. Viscerocranium

→ membentuk kerangka wajah



# Neurokranium

---

Terbagi 2 bagian:

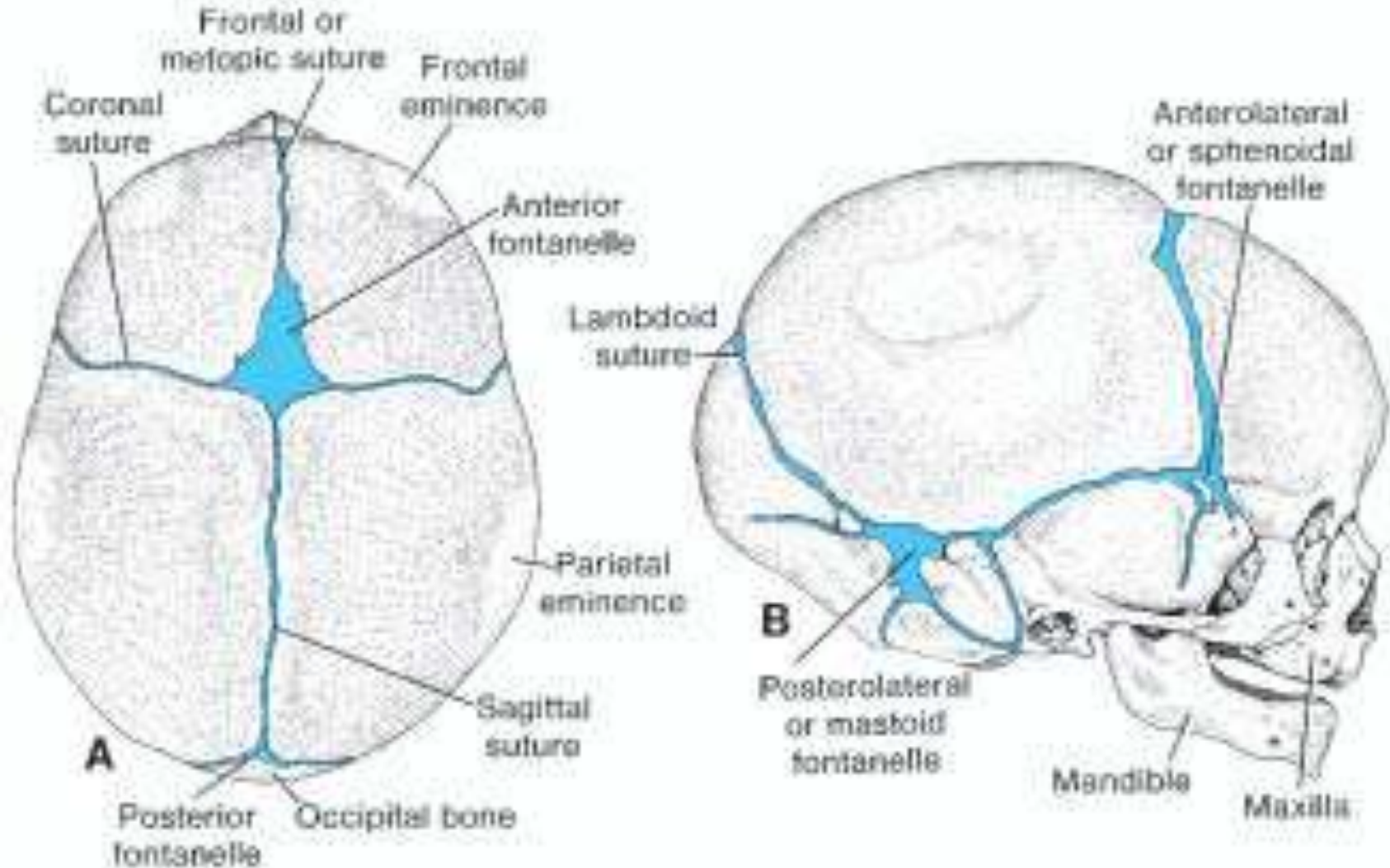
## 1. bag. Membranosa

→ terdiri atas tulang pipih, membentuk kubah otak

→ dihubungkan oleh sutura

→ tempat pertemuan sutura yang melebar → **fontanella (ubun-ubun)**

# Sutura dan Fontanella



## 2. Bag. Kartilaginosa (kondrokranium)

---

- membentuk tulang2 dasar tengkorak
- mula2 terbentuk dari kartilago yang terpisah-pisah kemudian menyatu dengan menyisakan lubang2 tempat saraf otak meninggalkan otak

# Viscerocranium

---

- ✓ Terdiri atas tulang-tulang wajah
- ✓ Terutama dibentuk oleh 2 lengkung faring pertama yang berasal dari krista neuralis
- ✓ Tulang2 pendengaran adalah yang pertama kali mengalami penulangan sempurna

## **Kelainan kongenital:**

---

➤ **Cranioschisis**

➤ **Kraniosinostosis**

(Skaposefali, akrosefali, plagiosefali, brachisefali)

➤ **Mikrosefali**

➤ **Ensefalokel / meningokel**

# Malformasi Kongenital

---

- Kelainan struktural, perilaku, faal, dan kelainan metabolik waktu lahir
- **Teratologi:** Ilmu yang mempelajari sebab-sebab terjadinya malformasi kongenital

# JENIS ANOMALI

## 1. Malformasi

---

Terjadi saat organogenesis → hilangnya sebagian atau seluruh struktur normal

## 2. Disrupsi

Perubahan morfologi organ setelah pembentukannya

## 3. Deformasi

Disebabkan gaya gaya mekanik yang mencetak sebagian janin dalam waktu lama

## 4. Sindrom

Sekelompok cacat yang terjadi bersamaan

# PENYEBAB

---

1. Faktor lingkungan
2. Agen Infektif
3. Radiasi
4. Zat Kimia
5. Hormon
6. Penyakit Ibu
7. Defisiensi Nutrisi
8. Hipoksia



# Anensefali

Kegagalan penutupan ujung cranial dari neural tube pada minggu ke-4

Calvaria tidak terbentuk

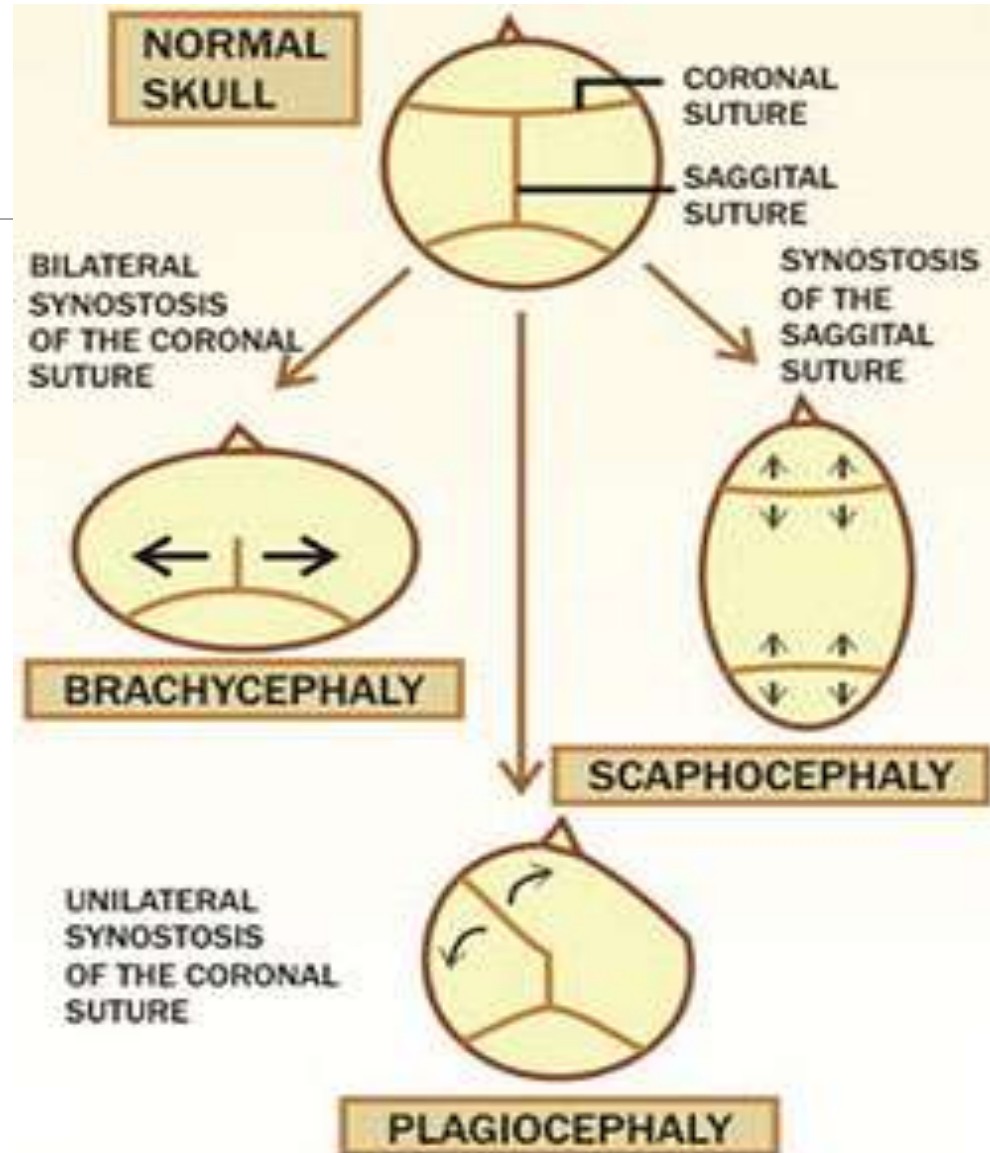
Sebagian otak tidak terbentuk

Diikuti defect berat pada columna vertebralis



# Craniosynostosis

- Penutupan dini pada sutura cranialis
- Penyebab belum jelas, diduga genetik
- Pria > wanita





**Normal**



**Plagiocephaly**



**Brachycephaly**



**Dolichocephaly**

# Microcephaly

---

Kelainan karena otak gagal tumbuh

Disertai retardasi mental berat



Normal head size



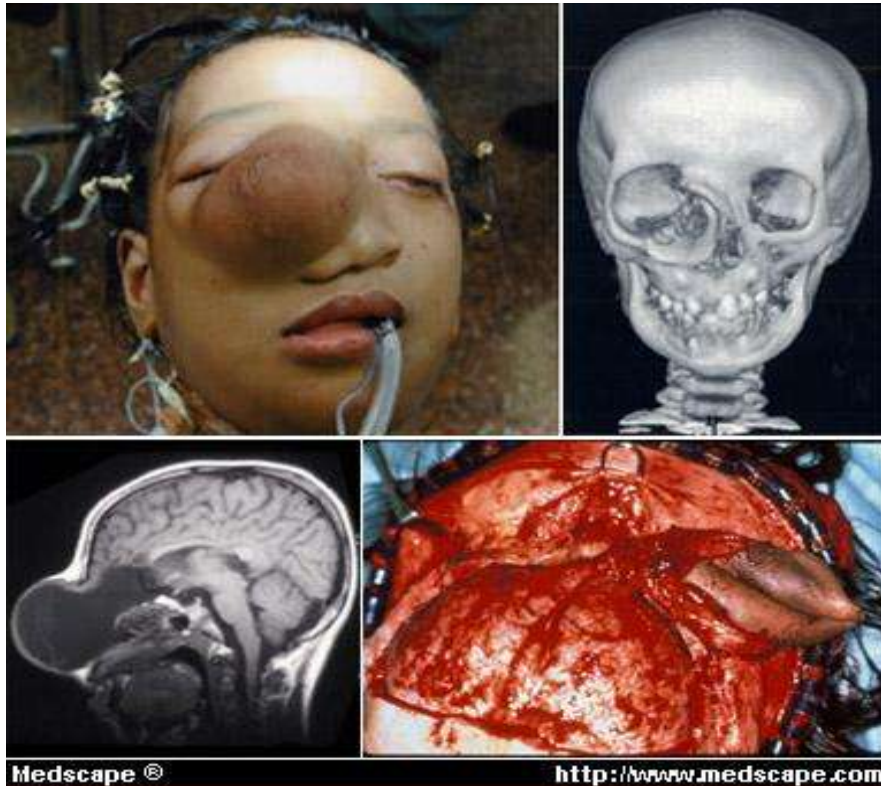
Microcephaly



# Encephalocele

---

Selaput otak dan atau jaringan otak mengalami herniasi



# ANGGOTA GERAK ( LIMBS )

Embriologi :

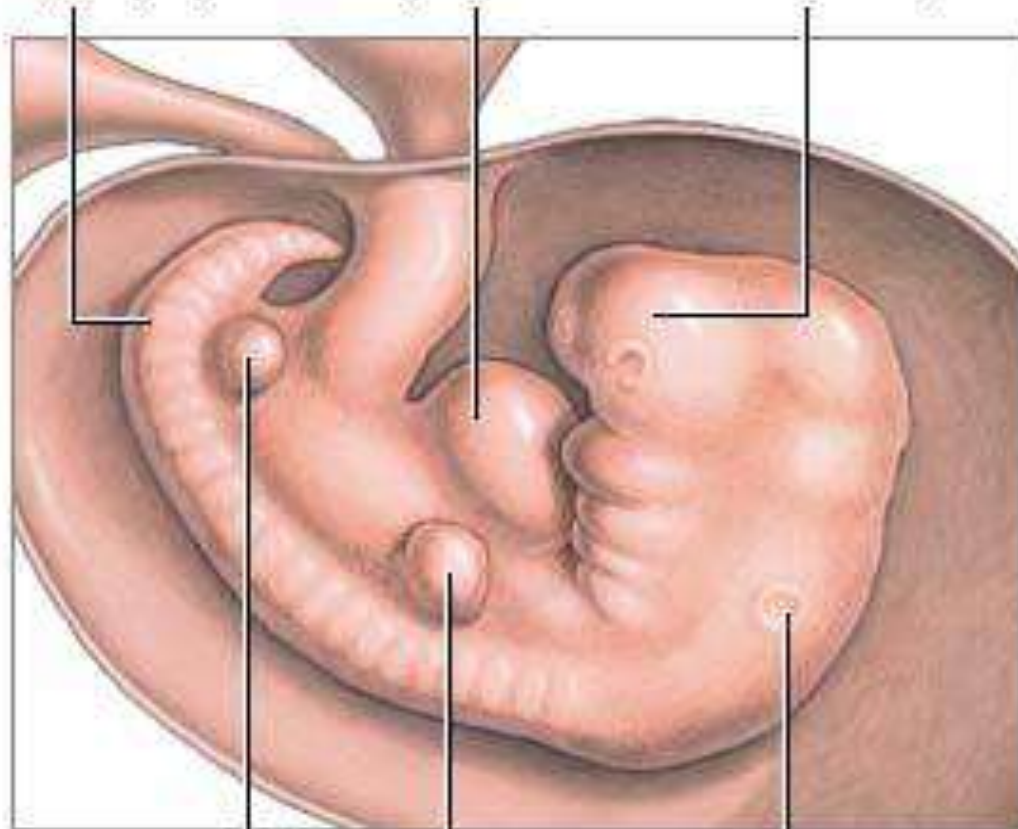
---

- Tunas (*limb buds*) mulai tampak pada akhir minggu ke-4
- Tunas t.d suatu inti mesenkim ( lapisan mesoderm lempeng lateral yang dibungkus selapis ectoderm → mengkode ectoderm membentuk rigi ectodermal apeks ( REA) ( minggu ke-5)
- Usia 6 minggu, bagian ujung tunas memipih membentuk lempeng tangan dan kaki, dilanjutkan pembentukan jari2 tangan ( terjadi karena kematian sel-sel di REA → memisahkan menjadi 5 bagian )
- Penulangan endokondral dimulai pada akhir masa mudighah



- 
- Pusat penulangan primer menjelang minggu ke-12  
dimulai di pusat penulangan di diafisis, model tulang kartilago mulai digantikan dengan tulang, meluas ke ujung
  - Saat lahir, diafisis telah menjadi tulang seluruhnya, namun epifisis tetap merupakan kartilago yang berfungsi sebagai pusat osifikasi sekunder

Spine (tail)      Heart prominence      Forebrain prominence



Normal embryo  
at 6th week  
of pregnancy

Lower limb bud      Upper limb bud      Otic pit



# Klinis

---

→ Bentuk cacat anggota badan → *meromelia* (sebagian) atau *amelia* (seluruhnya)

- Fokomelia
- Mikromelia
- Polidaktili
- Sindaktili
- Deformitas capit udang (lobster claw)
- Club foot (talips equinovarus).
- Congenital strictures, amputations, atau contractures.

# Lobster Claw

Celah abnormal antara tulang metacarpal kedua dan keempat dan jaringan lunak

Tulang metacarpal dan ruas jari III tidak ada

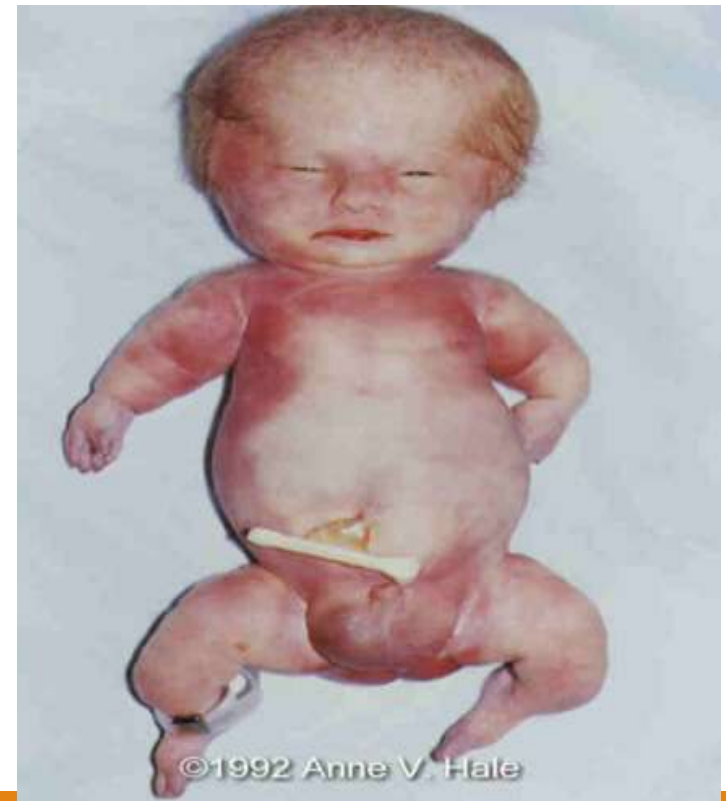
Ibu jari - jari II menyatu, dan jari IV - V menyatu



# Fokomelia

# Mikromelia

Terdapat semua unsur badan,  
namun sangat pendek



# Syndactily

Penyatuan abnormal jari tangan atau jari kaki

---



# Polydactily

Terdapatnya jari tangan atau jari kaki ekstra

---



# Talipes Equinovarus ( Club Foot)

---



# Congenital contracture

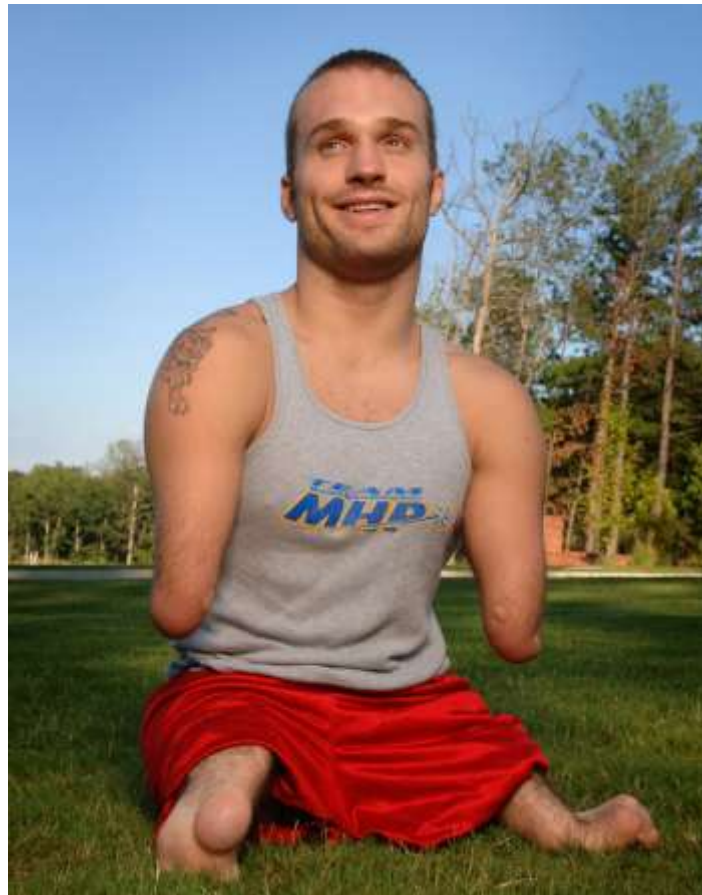
---





# Congenital amputation

---

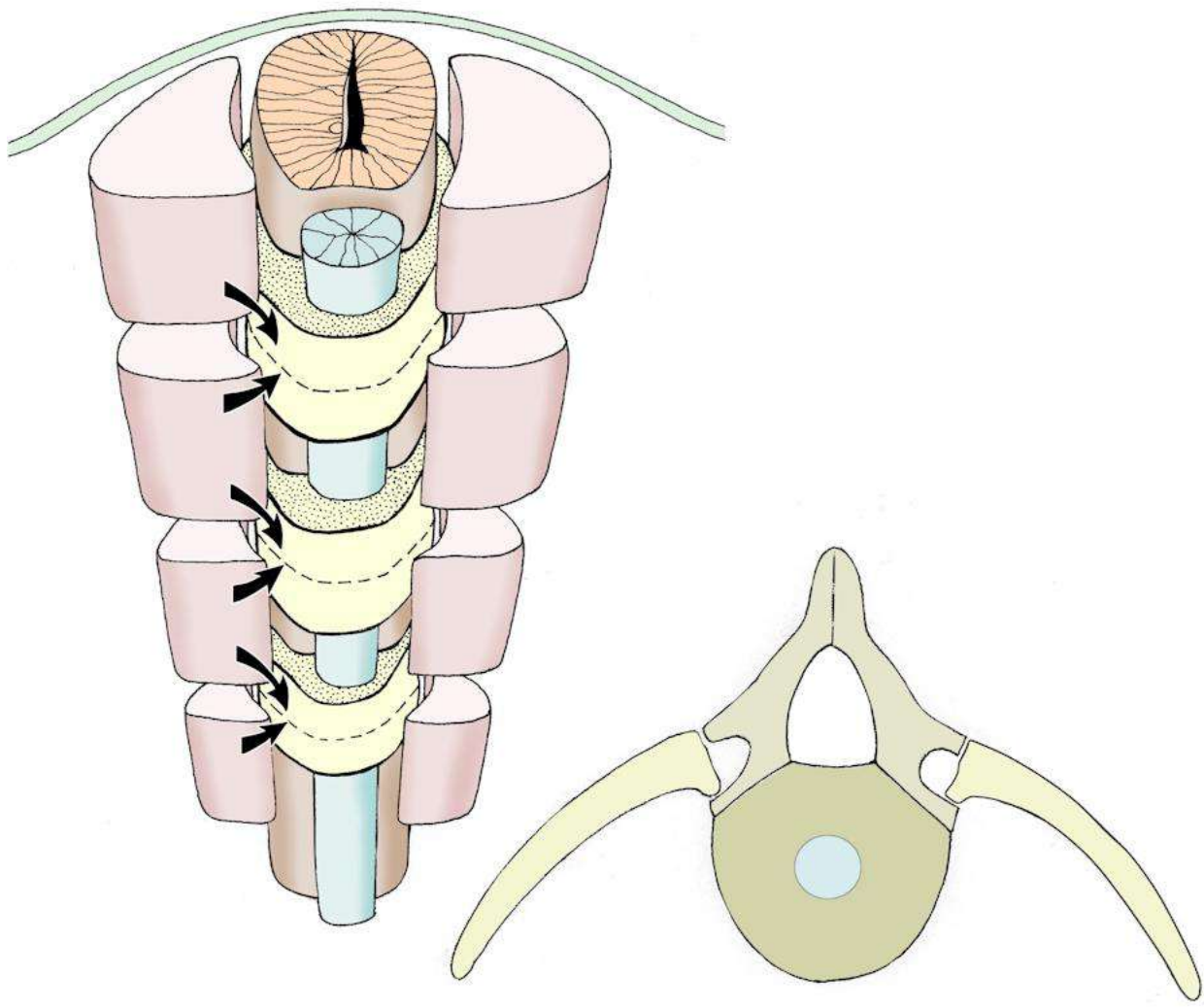


*Anggota gerak ( ekstremitas ) paling rentan terhadap agen teratogen di antara minggu ke-4 s/d 7, dan resiko ini sedikit menurun pada minggu ke-8*

# COLUMNA VERTEBRALIS

---

- berkembang dari sklerotom yang berasal dari somit
- Perkembangan minggu ke-4 → sklerotom bergerak mengelilingi medula spinalis dan notochord
- Setiap sklerotom terbagi 3 bagian: cranial, medial dan caudal
- Vertebra terbentuk dari penyatuan bg, caudal sklerotom dan bag. Cranial sklerotom berikutnya
- Bag. Medial sklerotom akan membentuk discus intervertebralis



# Kelainan kongenital

- ❑ Sindrom Klippel-Feil (brevicollis)

---

- ❑ Spina bifida ( spina bifida occulta dan cystica)
- ❑ Costa assesoria
- ❑ Fused ribs
- ❑ Hemivertebra
- ❑ Spondylolisthesis
- ❑ Rachischisis
- ❑ Akondroplasia
- ❑ Dwarfisme
- ❑ Akromegali

# Klippel - Feil Syndrome

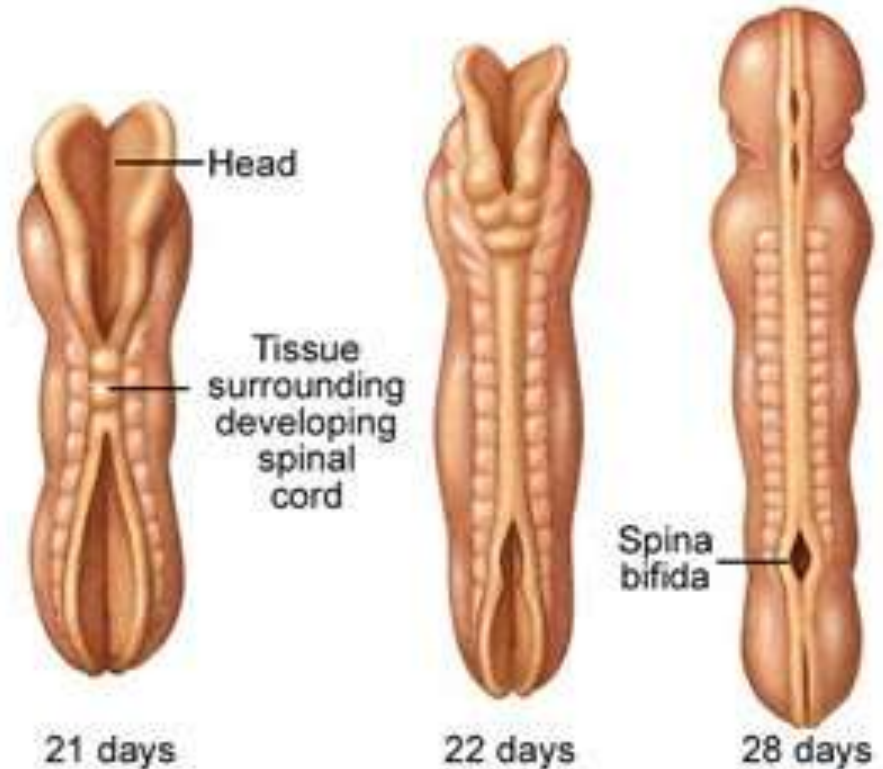
Ciri: leher pendek, garis batas rambut rendah, keterbatasan gerak leher

Jumlah vertebra cervical < normal



# Spina bifida

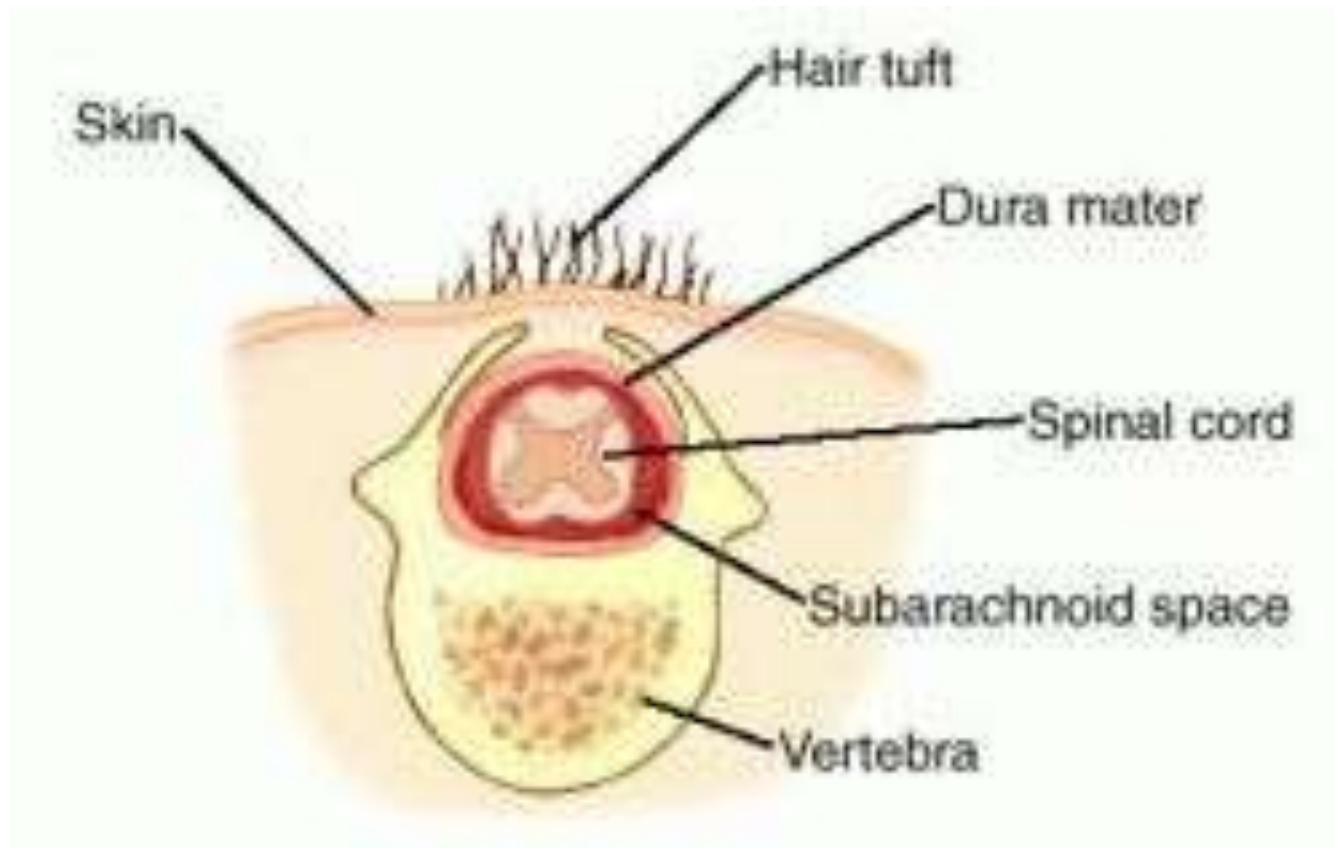
- Kegagalan arcus vertebra untuk menyatu
- S.B occulta: defek neurologis –
- S.B cystica: defek neurologis +





# Spina bifida occulta

---





**Occipital Encephalocele**

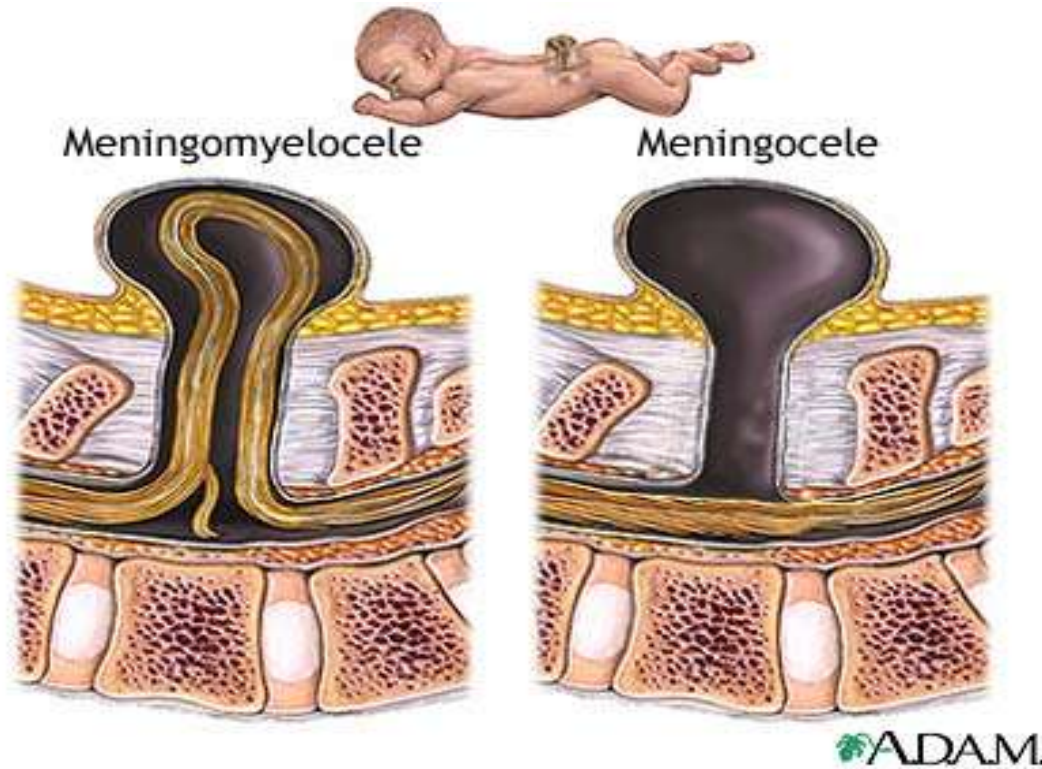


**Spina Bifida Cystica L-S Region**



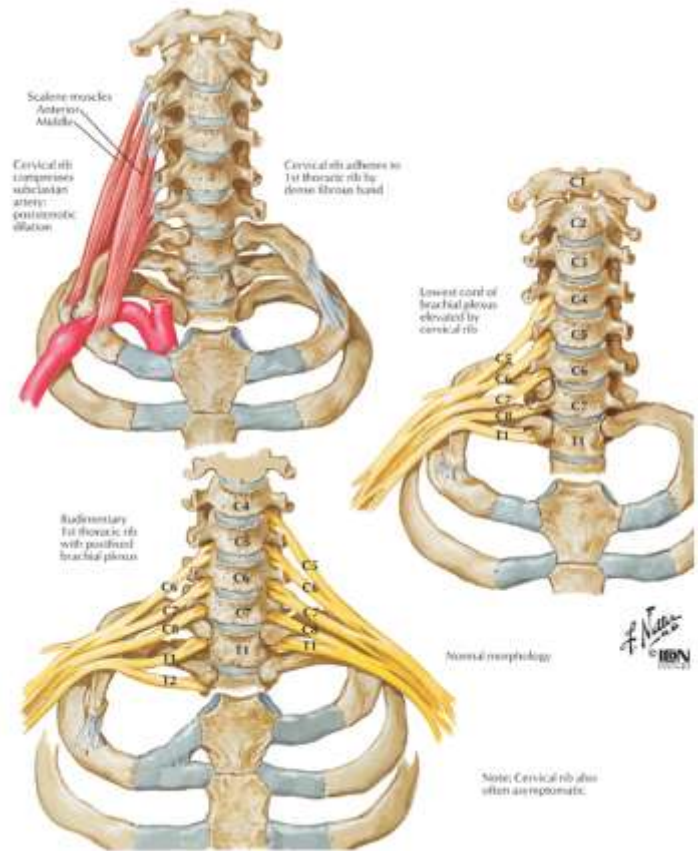
**Spina Bifida Occulta**

# Spina bifida cystica



# Costa asesororia

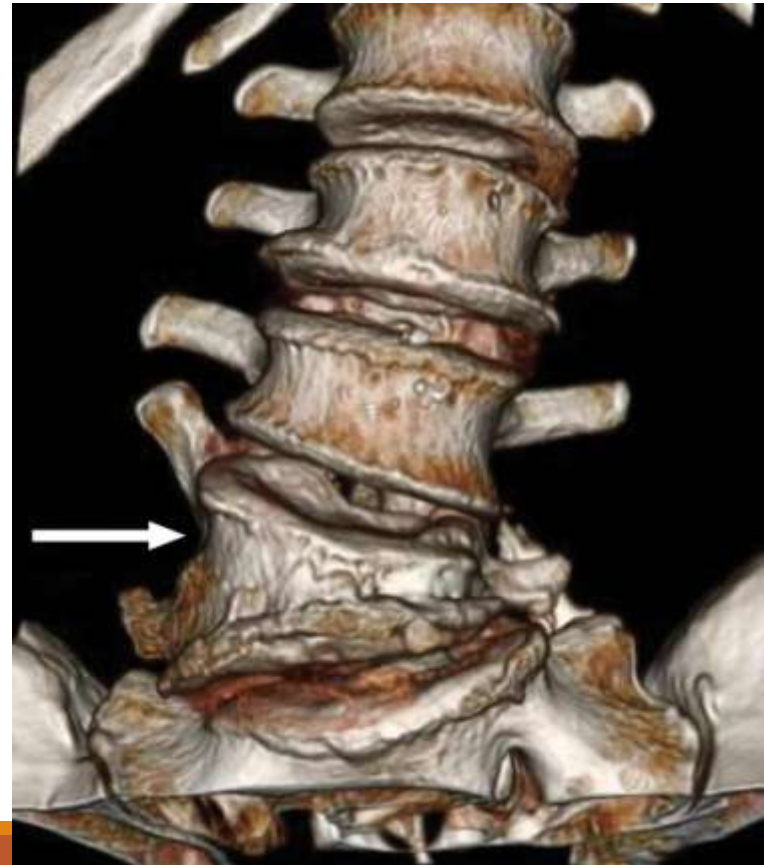
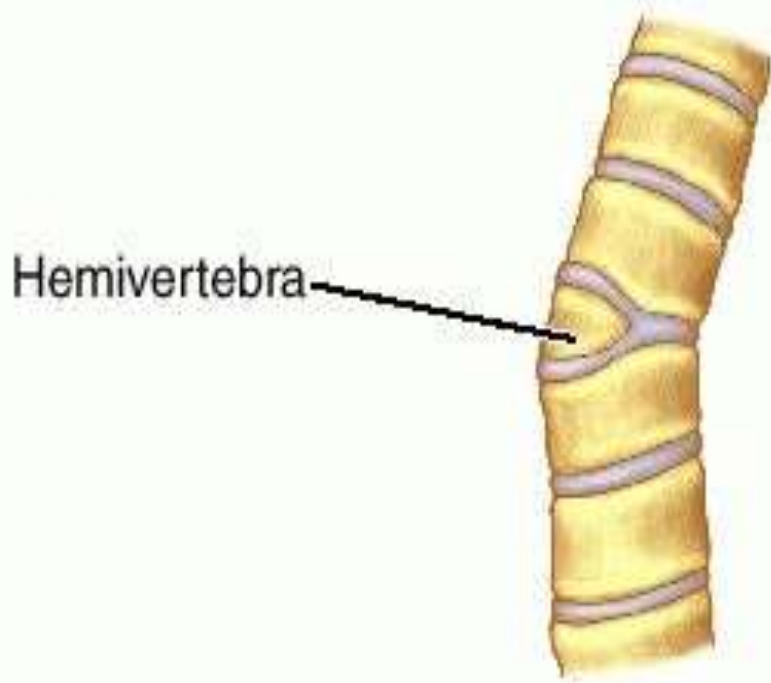
- Karena perkembangan dari prosesus costalis pada vertebra cervical atau lumbal → *costa cervical, costa lumbal*
- Costa cervical → penekanan a. subclavia atau plexus brachialis





# Hemivertebra

2 Corpus vertebra yang sedang berkembang mempunyai pusat penulangan yang menyatu → kegagalan salah satu pusat penulangan terbentuk → **Skoliosis**



# Rachischisis

---

- Celah pada columna vertebralis
- Kegagalan fusi dari neural fold



# Achondroplasia

---





# Acromegaly

---

Karena congenital infantile hyperpyuitarism → GH >>

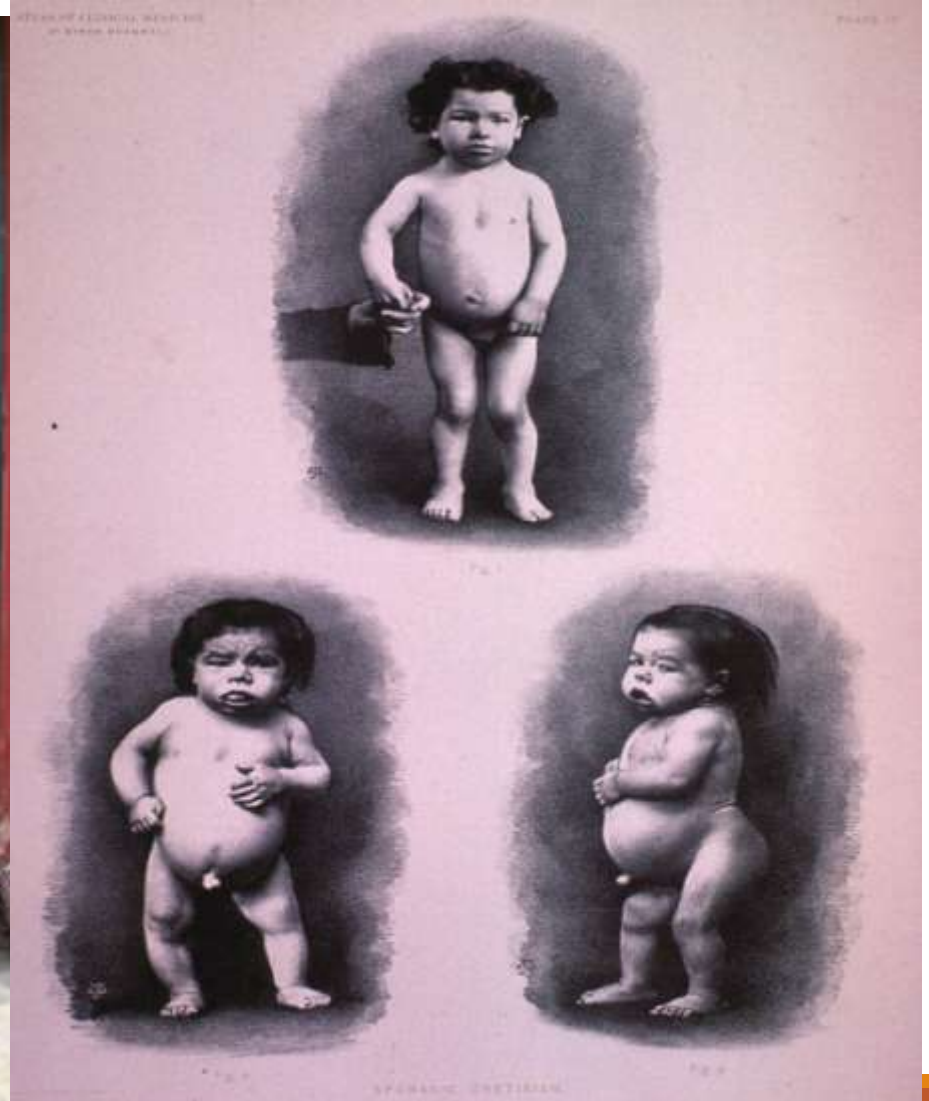
Pembesaran jar. Lunak, organ visera, tulang tangan wajah dan kaki



# Acromegaly



# Cretinism



# MUSCULAR SYSTEM (SISTEM OTOT)

---

- Berkembang dari mesoderm, kecuali otot iris (dari neuroektoderm)
- Terbagi menjadi: otot lurik (otot rangka), otot polos dan otot jantung

# OTOT RANGKA (LURIK)

---

- Berkembang dari mesoderm pada regio myotom pada somit
- Myogenesis:
- Myoblast → myotubes → myofilamen → myofibril → muscle fibers
- Hampir semua otot rangka berkembang sebelum lahir, sisanya terbentuk sampai akhir tahun pertama setelah lahir

# Myotom

Terbagi menjadi:

---

## Divisi dorsal (epaxial)

→ membentuk otot pada sumbu badan, otot ekstensor pada leher, dan columna vertebralis

## Divisi ventral (hypaxial)

→ m. scalenus, prevertebral, geniohyoid dan infrahyoid

→ m. flexor ventral dan lateral columna vertebralis

→ m. quadratus lumborum

→ m. intercostalis, abdominalis

→ otot2 diafragma pelvis, anus dan organ reproduksi

# Otot2 dari arcus faring

---

- Otot2 pengunyah, otot2 mimik, laryng dan faring

## Otot Mata

→ diduga berasal dari mesenkim di dekat lempeng prekordal

# Otot batang badan

---

→ dari myoblas yang terdapat di sekitar tulang

## Otot Lidah

→ terbentuk dari myoblast dari sisa myotom



# OTOT POLOS

---

- Berasal dari mesenkim splanknik yang mengelilingi endoderm dari usus primordial
- Otot polos dinding pembuluh darah dan limfe berasal dari mesoderm somatik
- Otot iris, mammae dan kel. Keringat berasal dari sel mesenkim ectoderm

# OTOT JANTUNG

---

- Berasal dari mesoderm splanknik lateral yang berkembang di sekitar tabung jantung
- Dapat dikenali pada minggu ke-4
- Primordial myocardium → cardiac myoblast → cardiac muscle

# Anomali Sistem Otot

---

## 1. Tidak terbentuknya otot2 tertentu

→ Poland syndrome

→ Prune Belly syndrome

→ tidak adanya m. palmaris longus, trapezius, serratus anterior dan quadratus femoris

# Poland syndrome

- Tidak terbentuknya m. pectoralis mayor, sering pada pars sternalis,
- biasanya bersamaan dengan syndactili, tidak terbentuk gld. Mammae dan atau hypoplasi papilla mammae



# Prune Belly Syndrome

---

- Tidak adanya otot2 abdomen sebagian atau seluruhnya
- Dinding perut sangat tipis → organ dalam teraba
- Biasanya disertai malformasi saluran dan kandung kemih



## 2. Variasi bentuk, posisi dan perlekatan

→ tidak ada gangguan klinis yang signifikan

→ m. sternocleidomastoid kadang mengalami trauma saat lahir → **congenital torticollis**



## 3. Otot assesoria

→ m. solleus assesorius( karena terjadi pembelahan)

# 4. Kelemahan Otot

## Duchenne Muscular Dystrophy

---





# Summary

---

- ❖ Periode Prenatal terbagi menjadi 3 masa: germinal, embryonik, fetal
- ❖ Masa perkembangan awal mempengaruhi perkembangan janin selanjutnya
- ❖ Sistem Musculoskeletal terbentuk dari lapisan endoderm dan sebagian ektoderm (krista neuralis)
- ❖ Kelainan kongenital terjadi pada masa prenatal

End of the Lecture .....

Any Question?