

*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

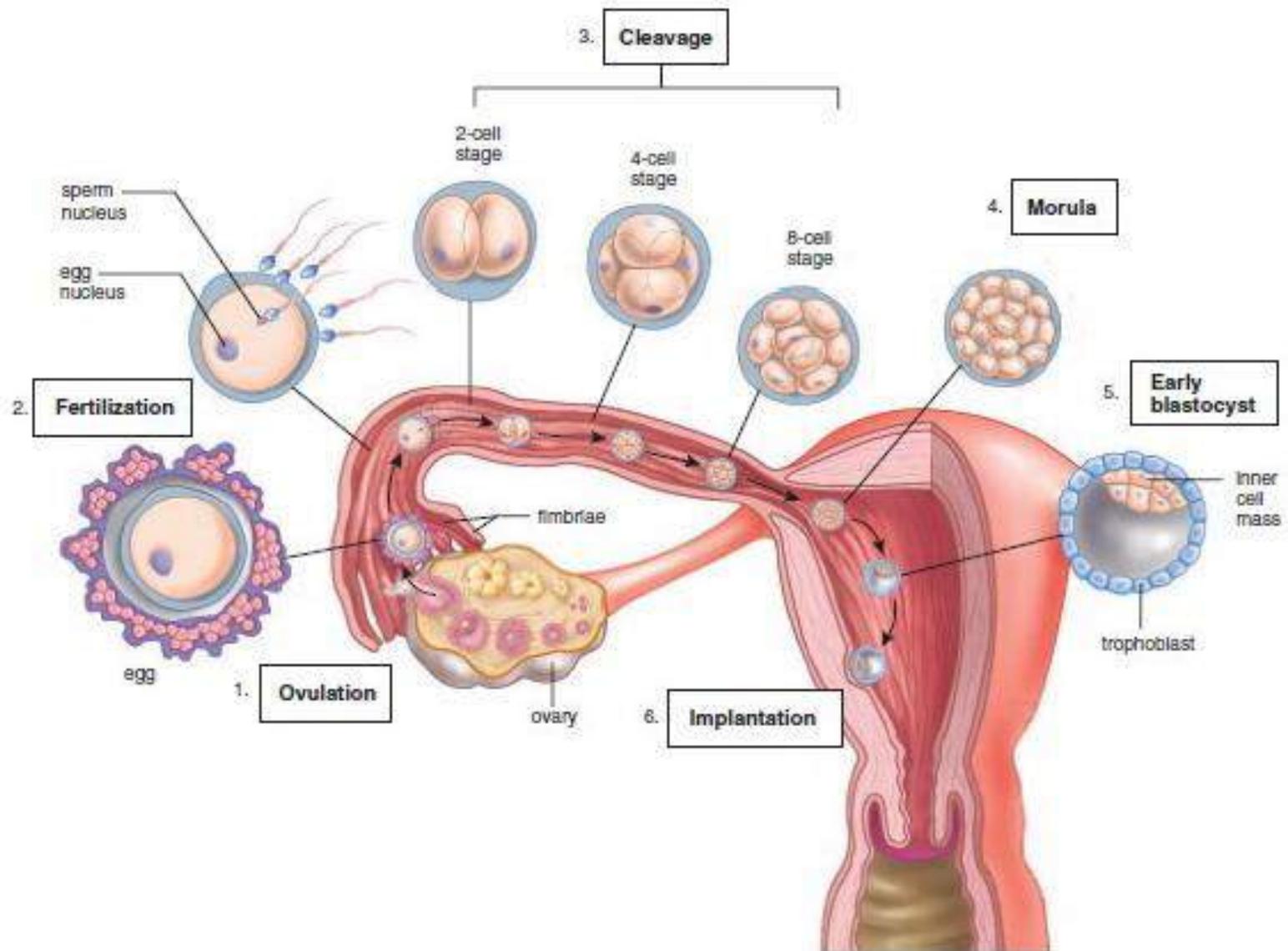
# Masa 3 minggu pertama

---

## 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

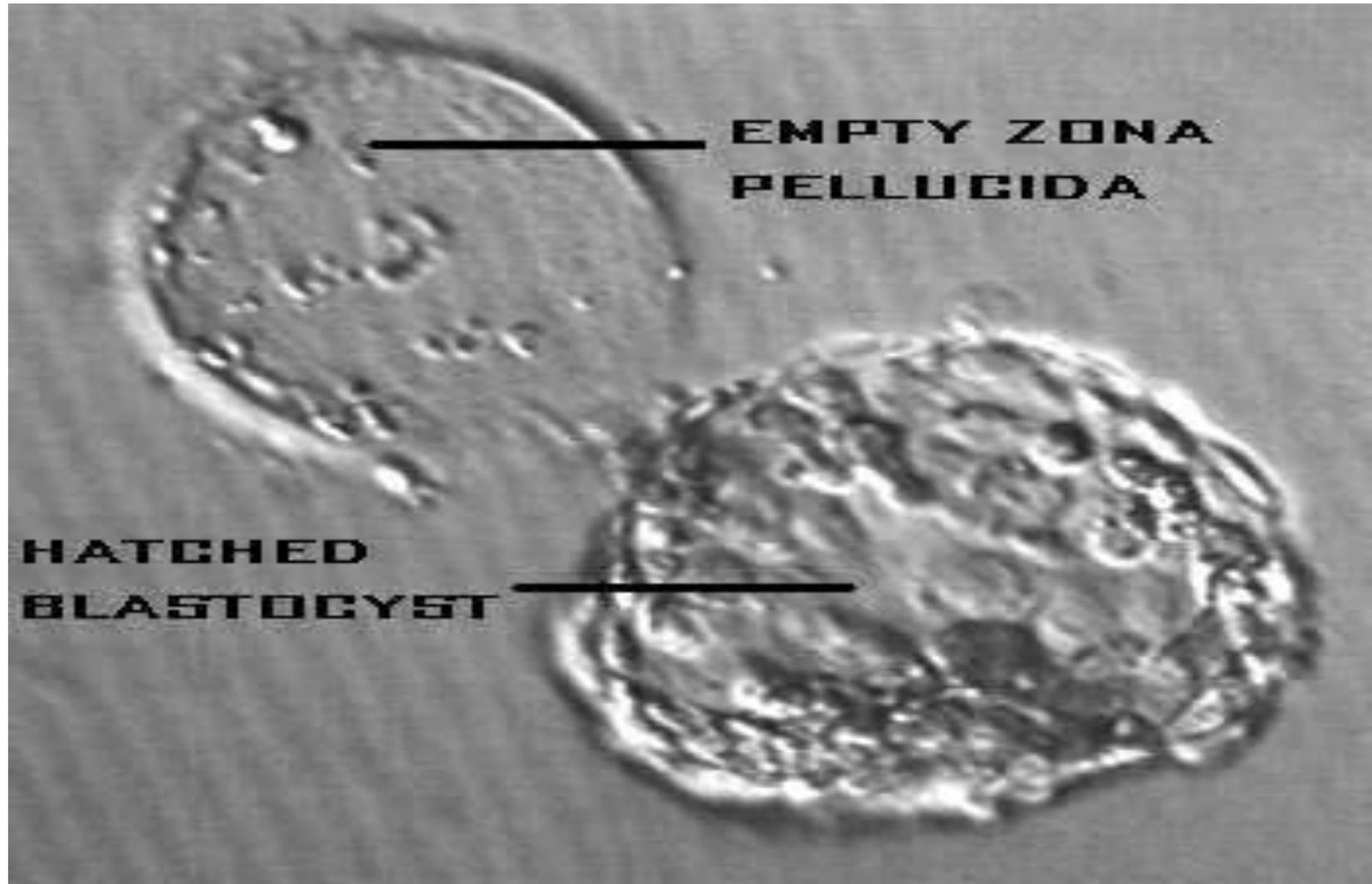


Morula

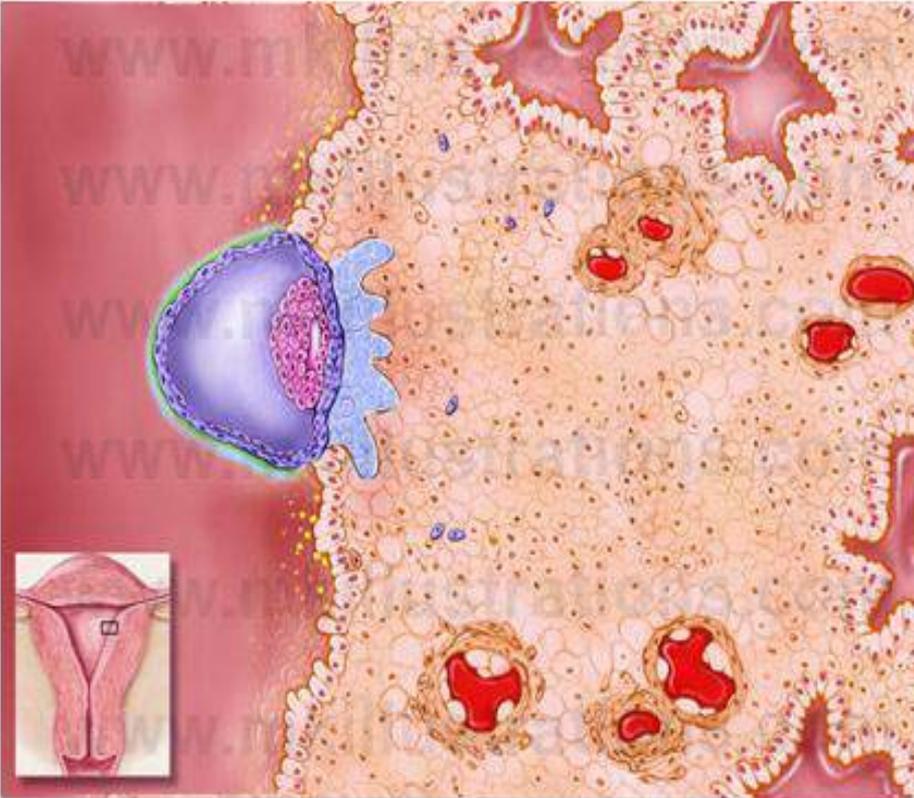


Blastocyst

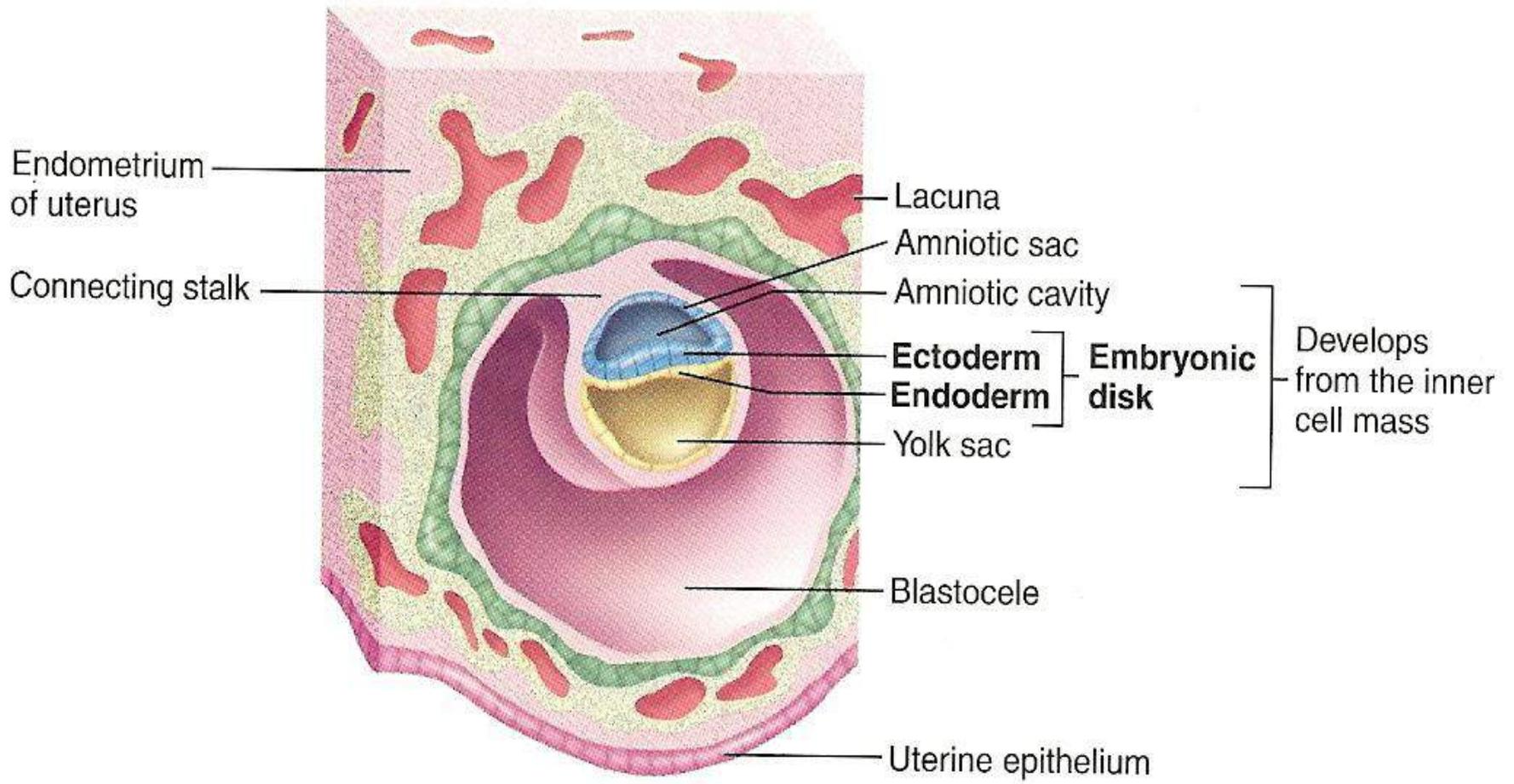
# Hatched Blastocyst



# Implanted Blastocyst



# Minggu II



# Minggu III

## **PEMBENTUKAN CAKRAM TRILAMINER**

---

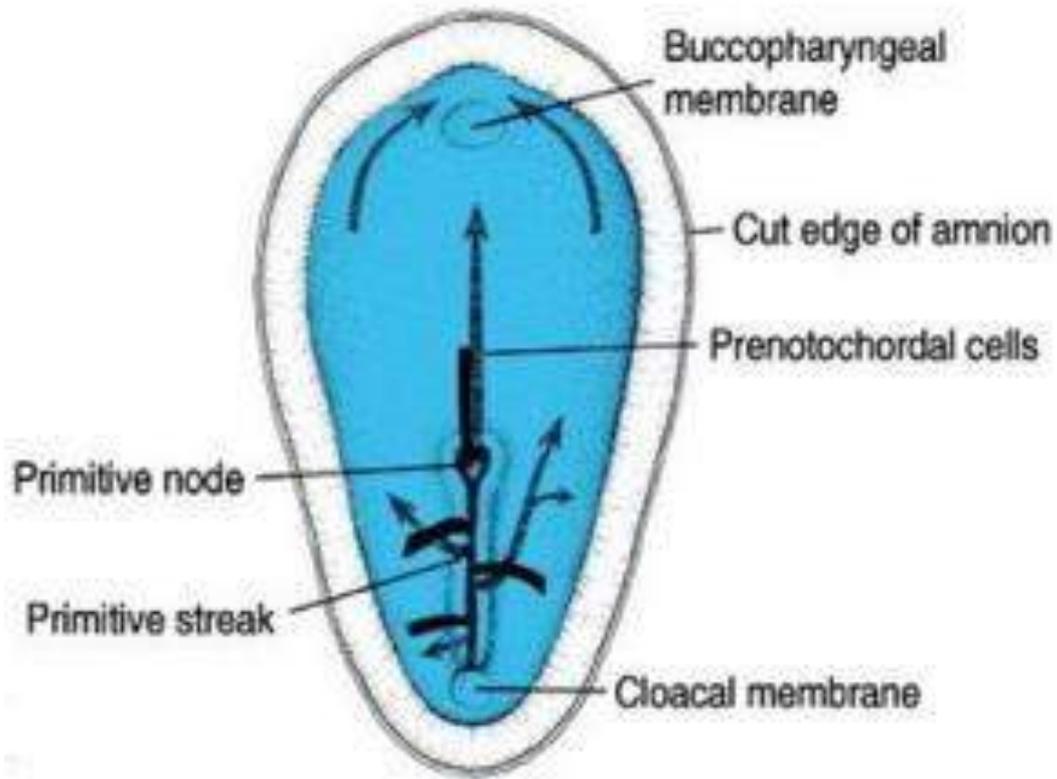
### **Gastrulasi:**

Adalah pembentukan 3 lapisan germinal pada embrio

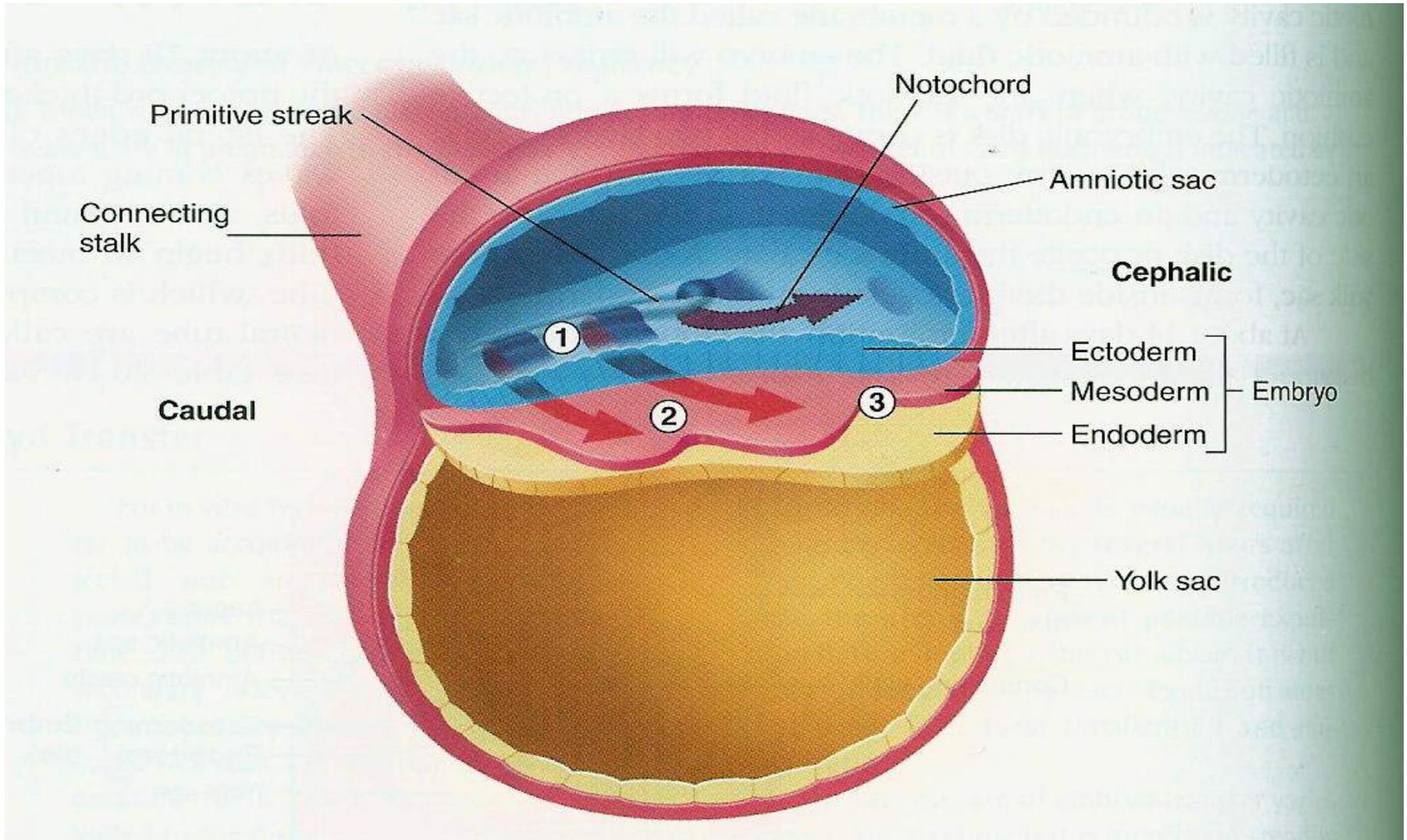
- hari ke 14 : cakram embrionik mulai berbentuk oval memanjang
- Sebagian sel ektoderm berpindah ke arah tengah cakram → membentuk **garis primitif** (*primitive streak*)

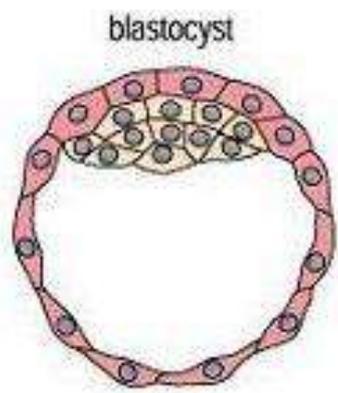
# Primitive Streak

---

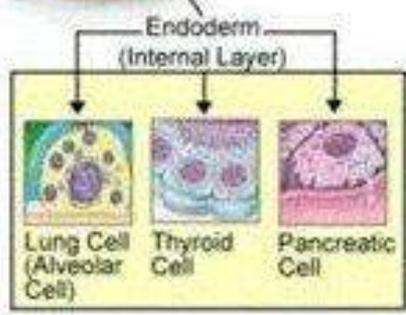
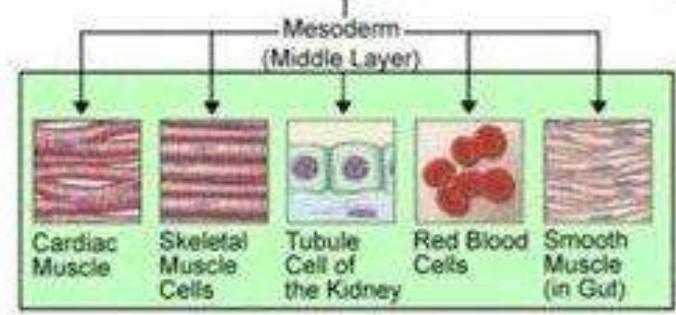
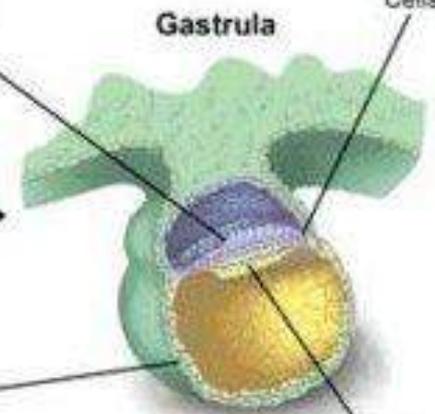
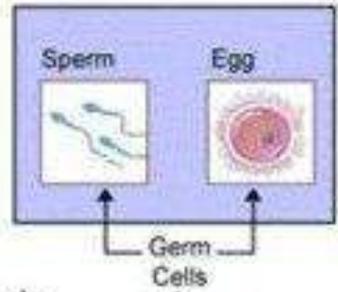
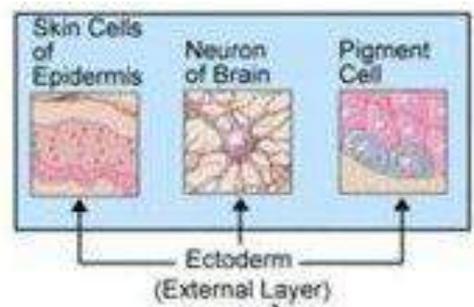
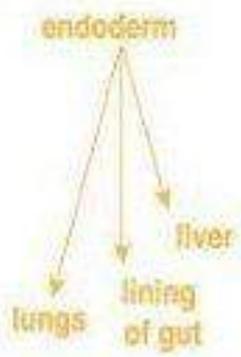
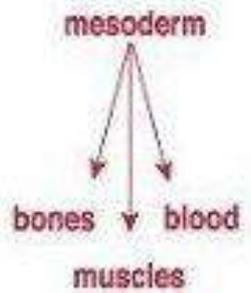


# Minggu III





inner-cell-mass cell

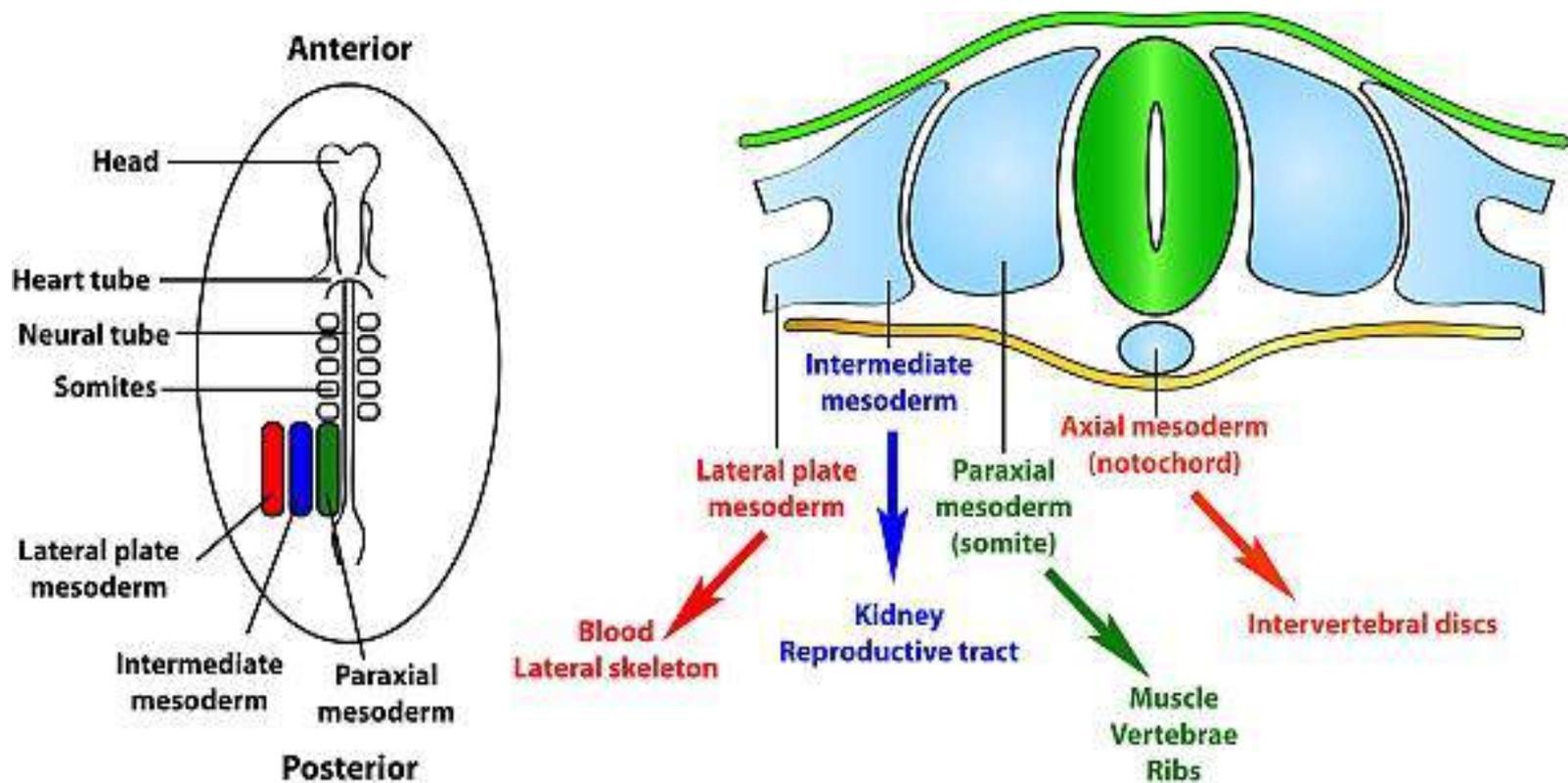


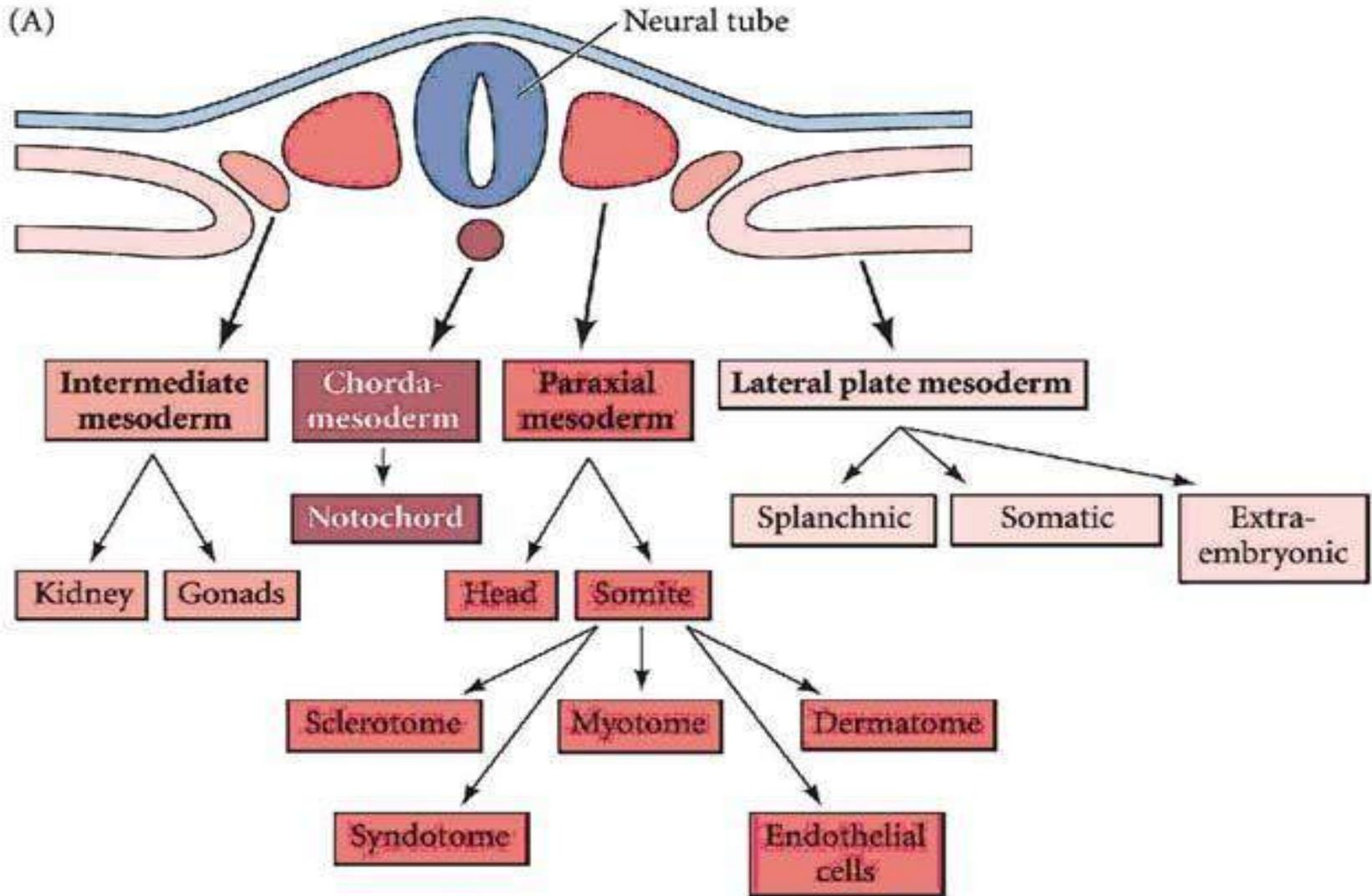
**Some Embryonic Cell Types at Gastrulation**

## 0.1 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:

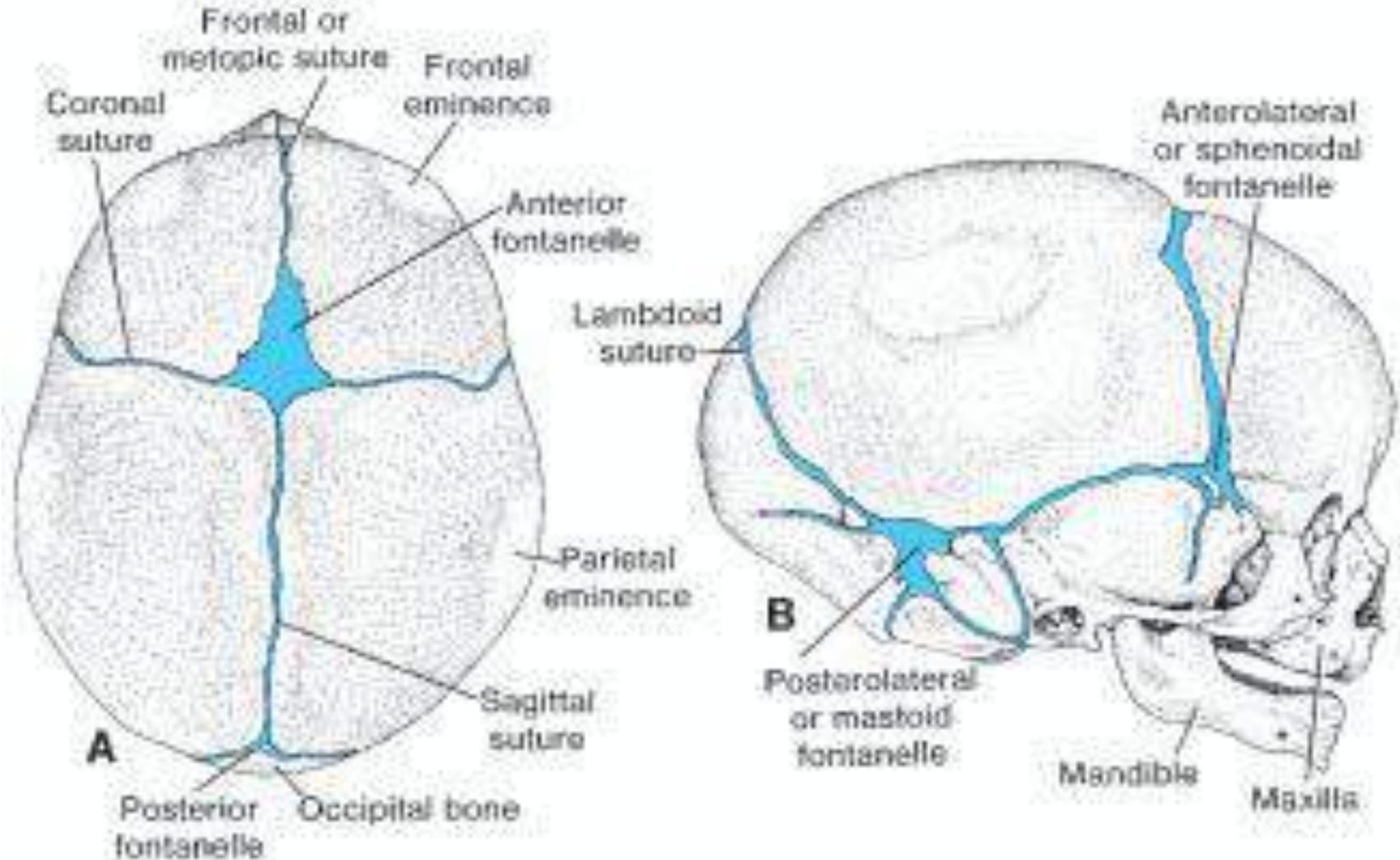
## 1. bag. Membranosa

→ 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 → anesefali
- Kraniosinostosis (Skaposefali, akrosefali, plagiosefali, brachisefali)
- Mikrosefali
- Ensefalokel (meningokel kranial)

# 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

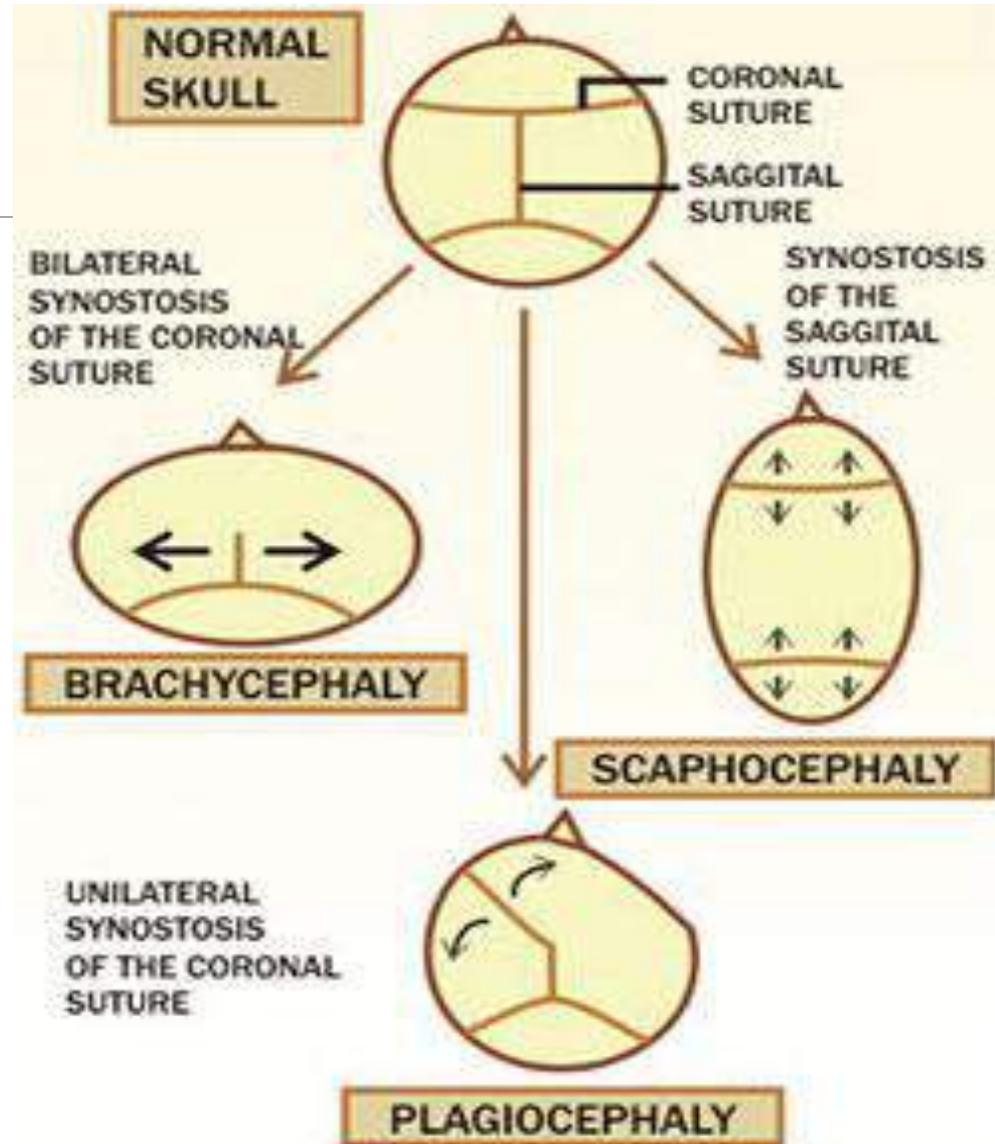
Sebagian otak tidak terbentuk

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



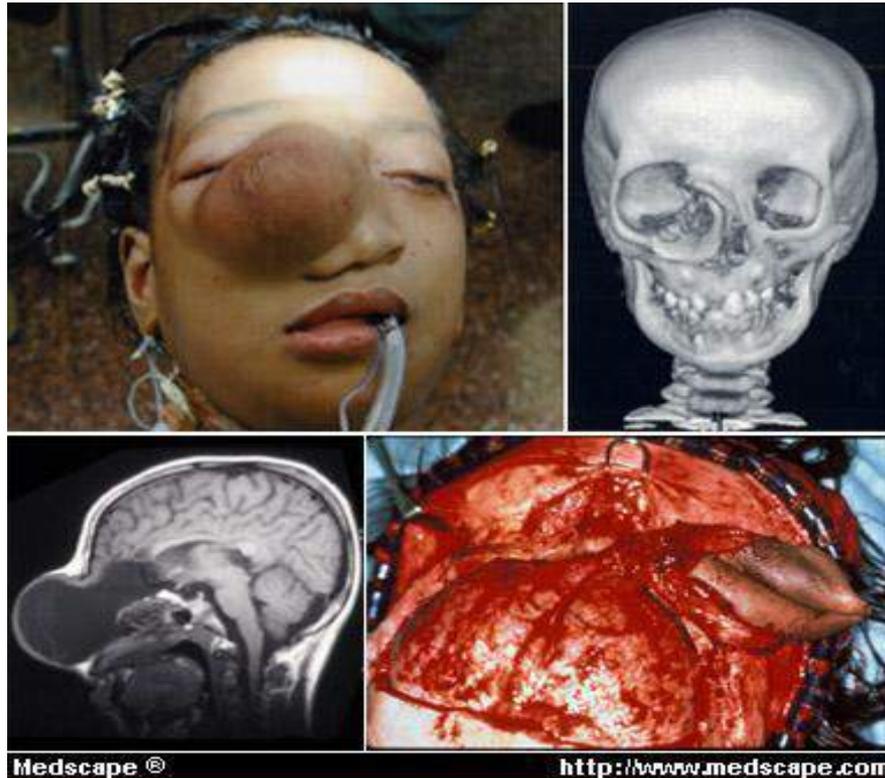
Microcephaly



# Encephalocele

---

Selaput otak dan atau jaringan otak mengalami herniasi



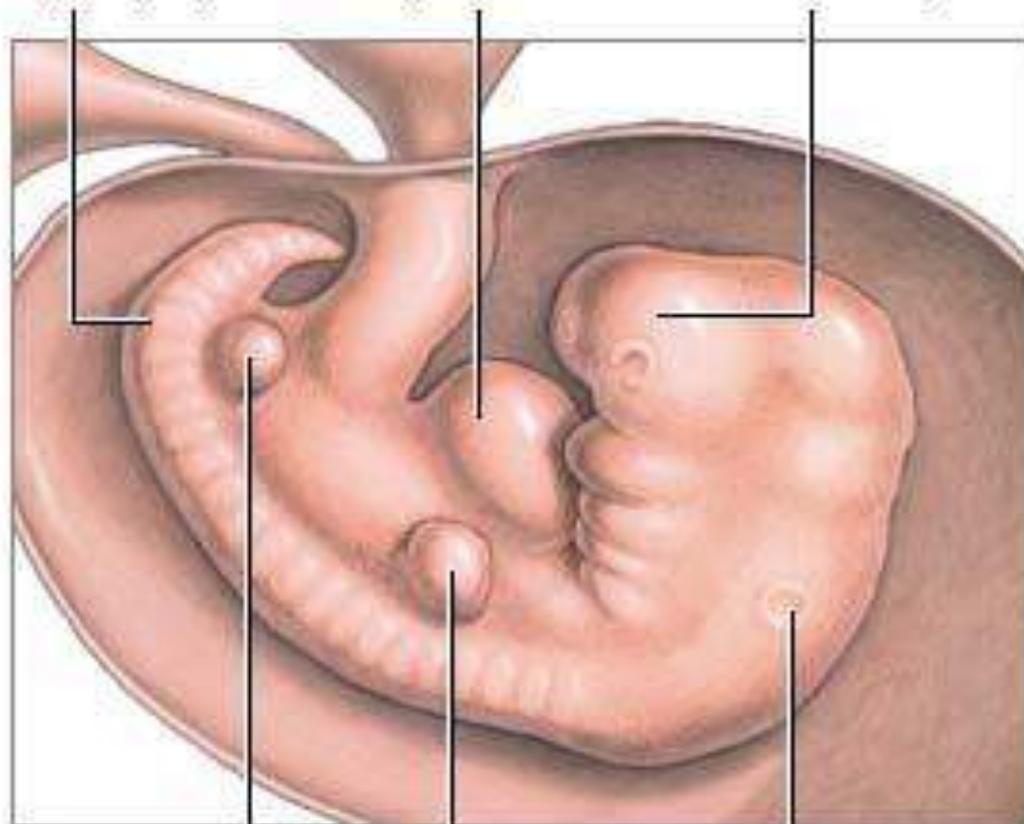
# ANGGOTA GERAK ( *LIMBS* )

---

Embriologi :

- Tunas (*limb buds*) mulai tampak pada akhir minggu ke-4
- Tunas t.d suatu inti mesenkim → membentuk tulang, jaringan penyambung dan anggota badan.
- Usia 6 minggu, bagian ujung tunas memipih membentuk lempeng tangan dan kaki, dilanjutkan pembentukan jari2 tangan
- Penulangan endokondral dimulai pada akhir masa mudighah
- Pusat penulangan primer menjelang minggu ke-12

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

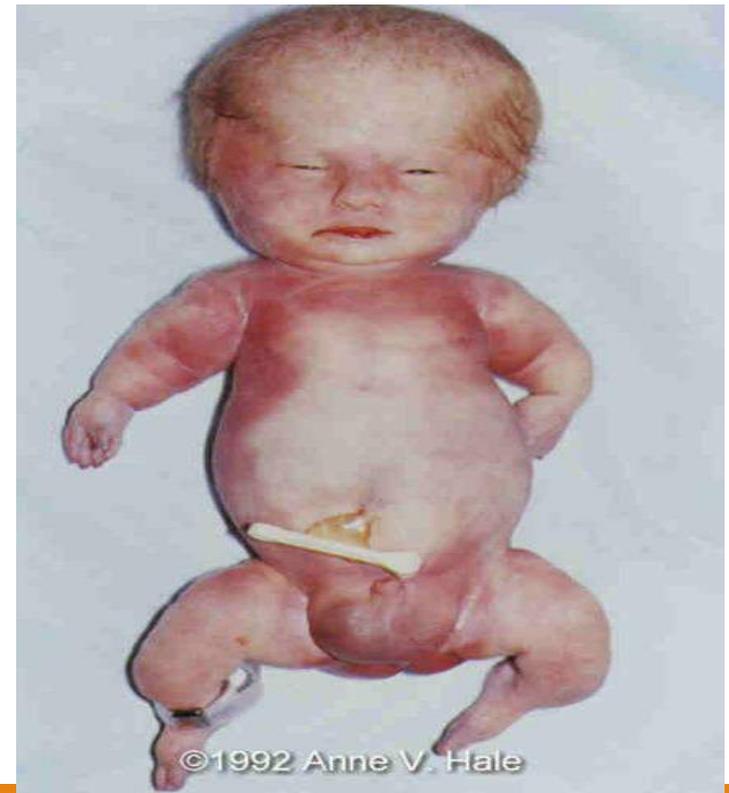
Ibu jari - jari II menyatu, dan jari IV - V menyatu



# 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

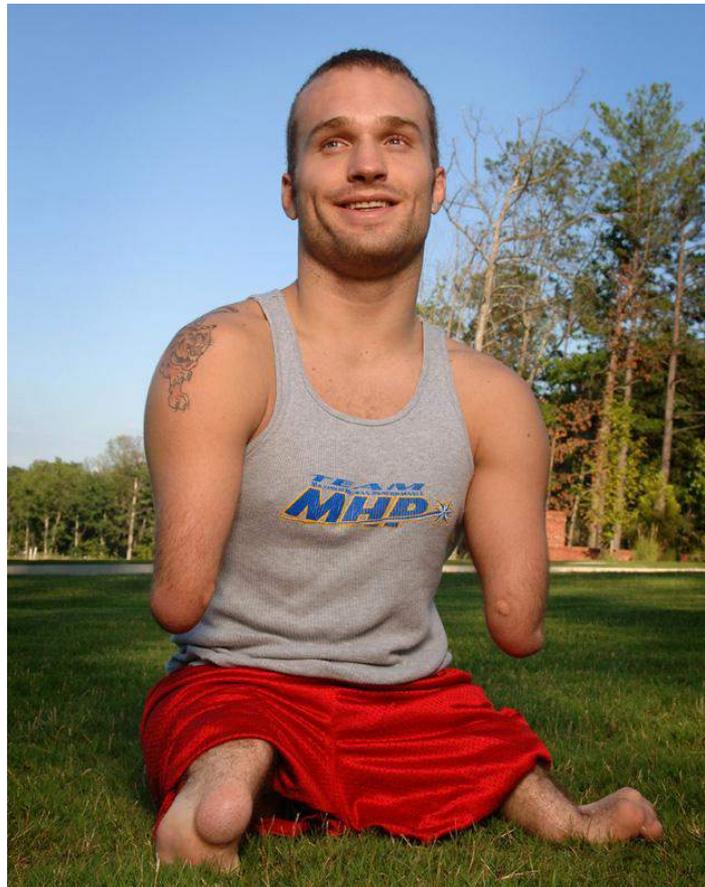
---



© 1999, Jearity

# Congenital amputation

---

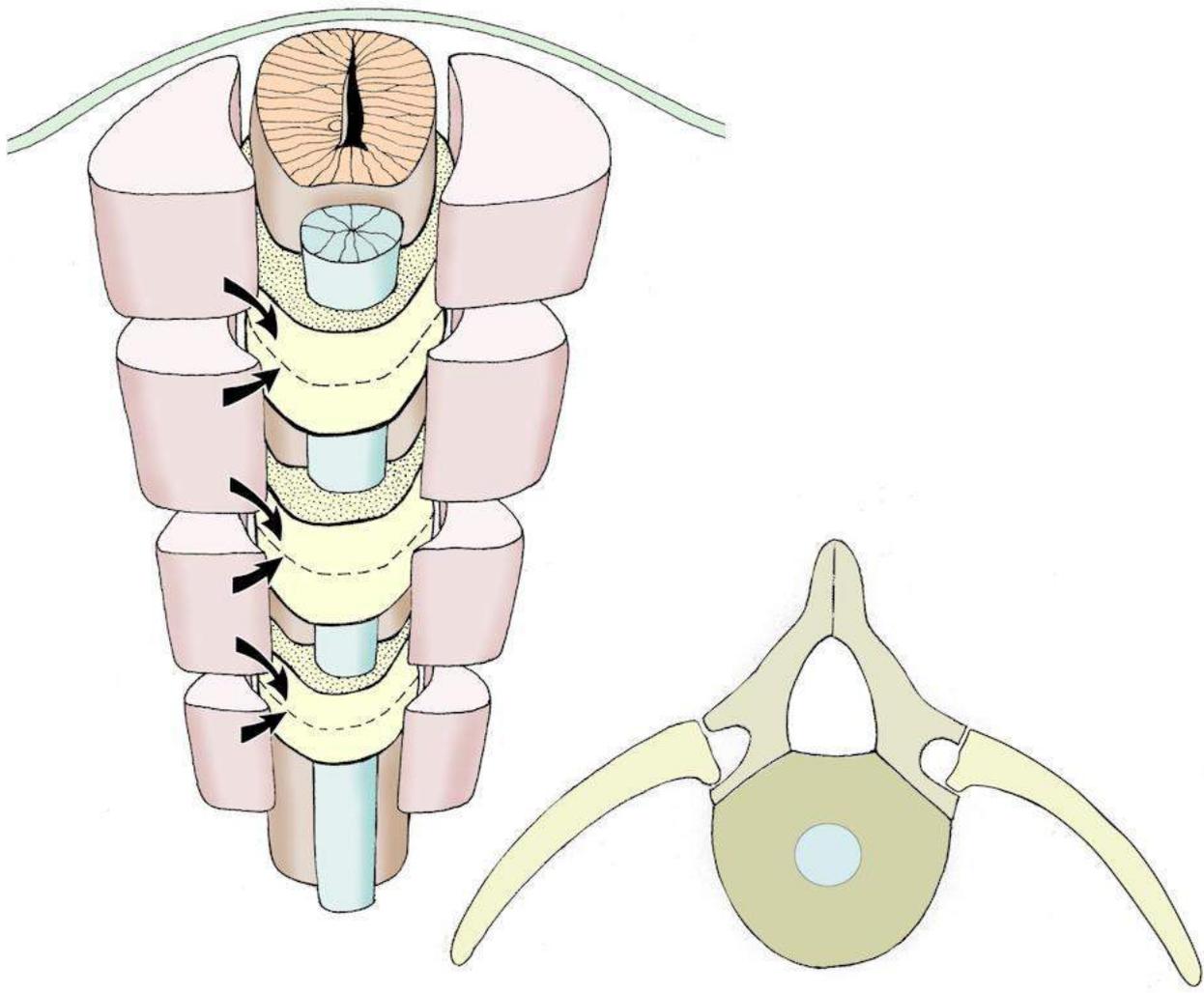


*Anggota gerak ( ekstremitas ) paling rentan terhadap agen teratogen di antara minggu ke-4 s/d 7, dan resiko ini sedikit menurun pada minggu ke-8*

# 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)

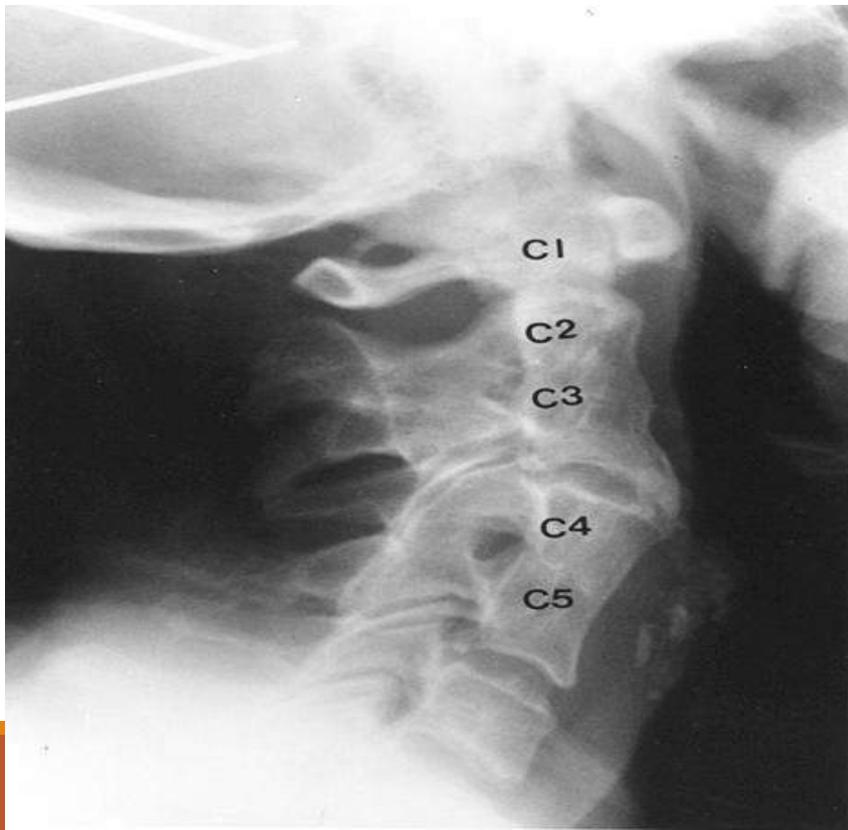
---

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

# Klippel - Feil Syndrome

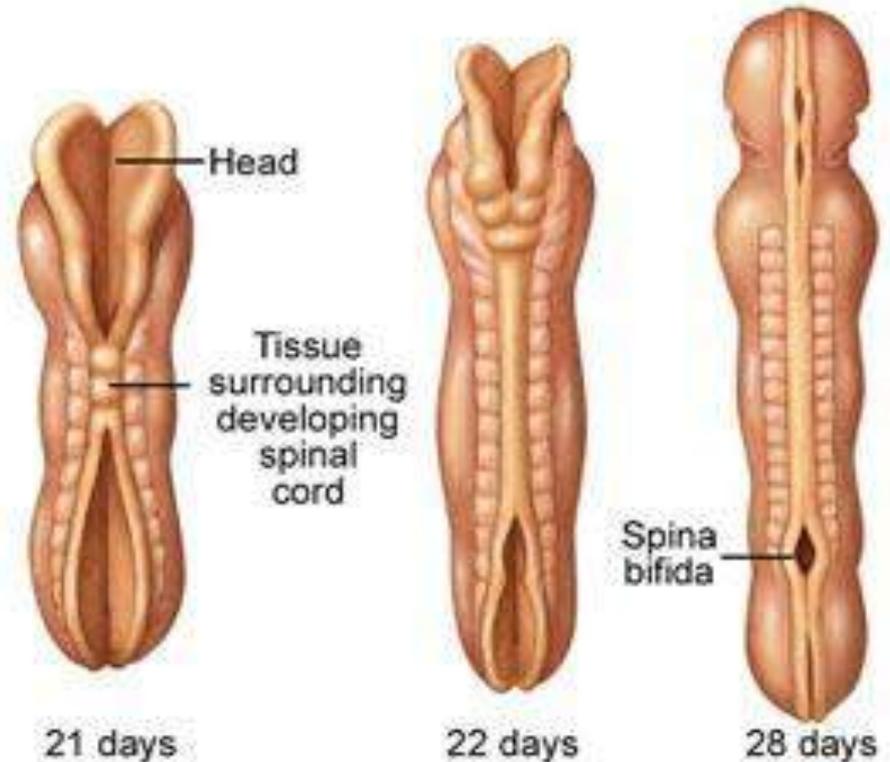
Ciri: leher pendek, garis batas rambut rendah, keterbatasan gerak leher

Jumlah vertebra cervical < normal



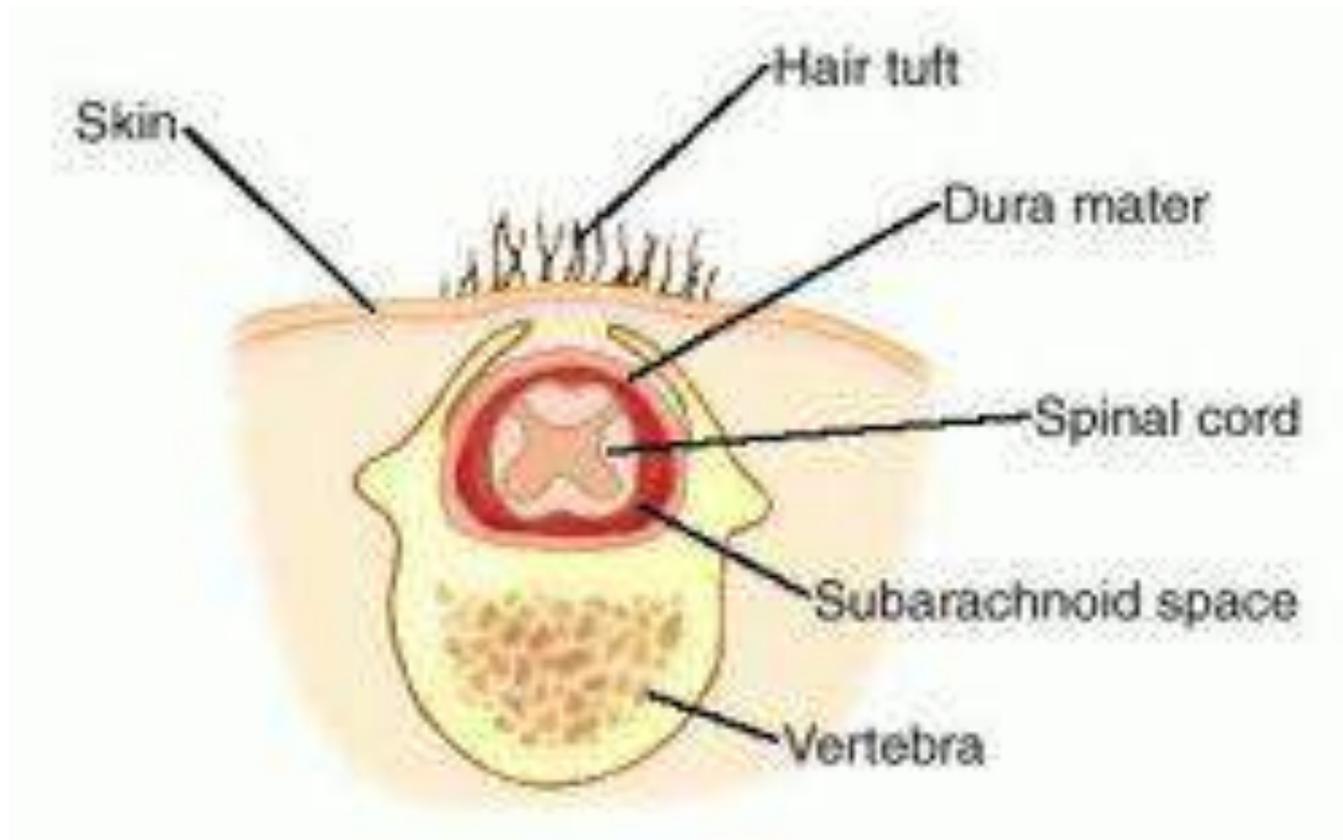
# Spina bifida

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



# Spina bifida occulta

---





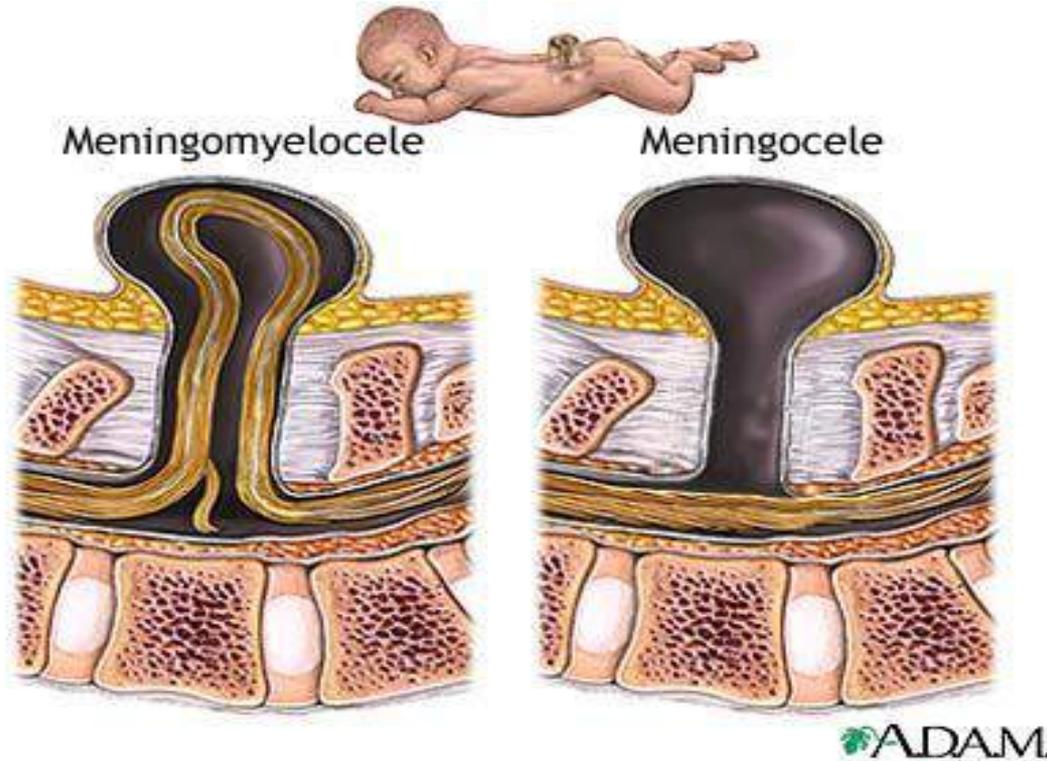
**Occipital  
Encephalocele**



**Spina Bifida Cystica  
L-S Region  
Spina Bifida  
Occulta**

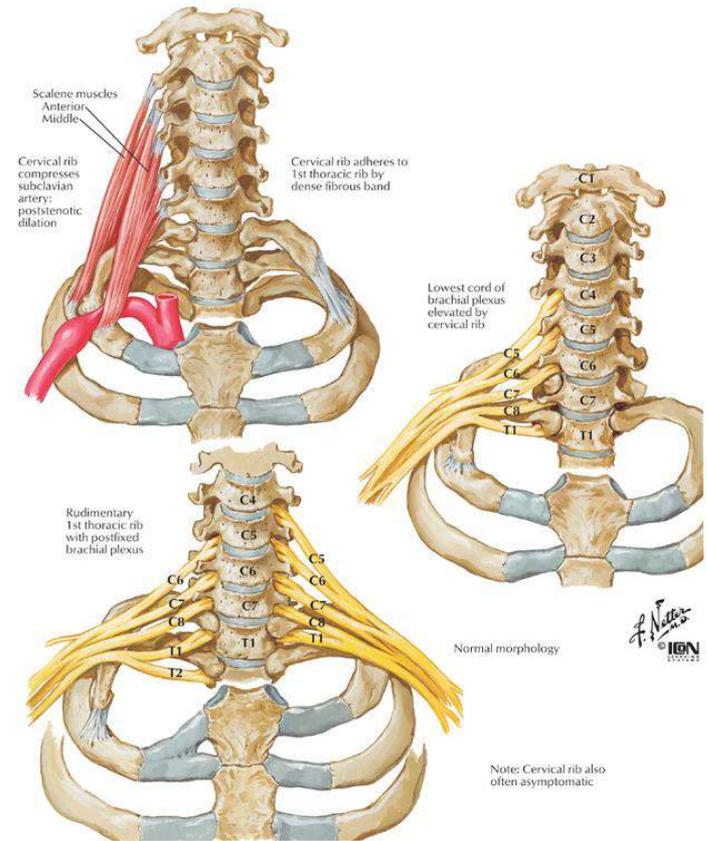


# Spina bifida cystica



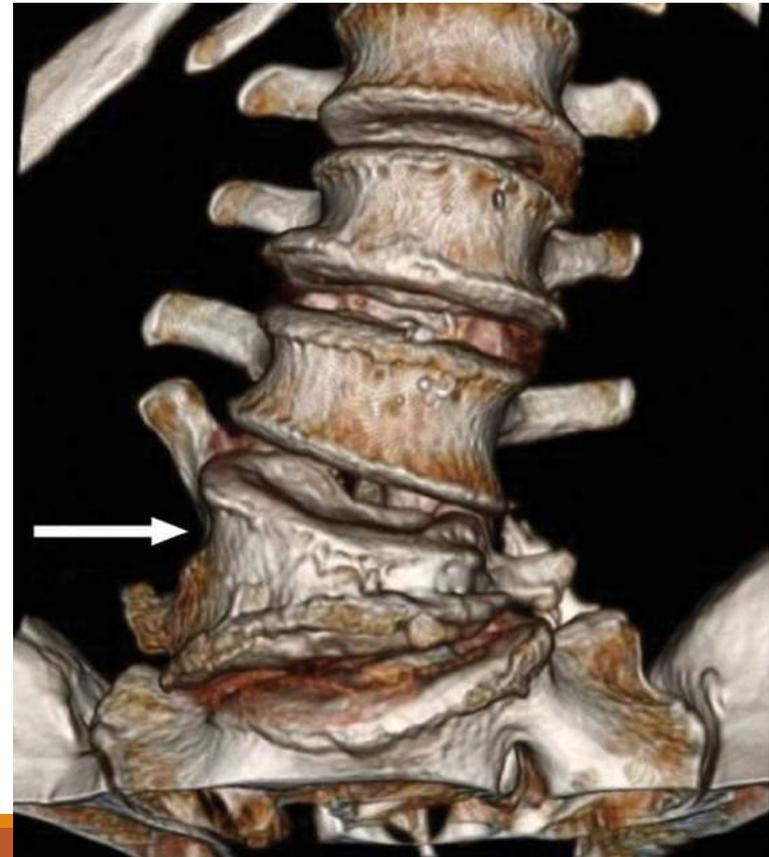
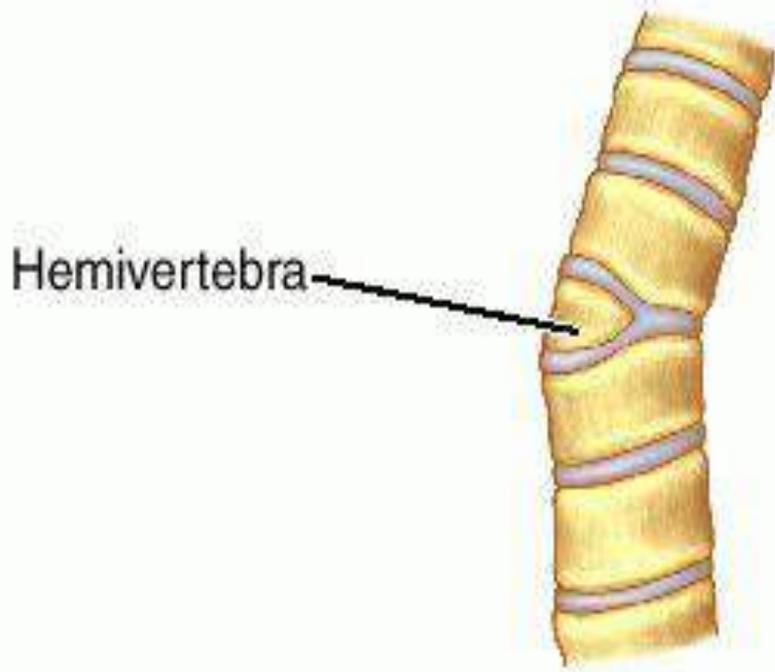
# Costa asesororia

- 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

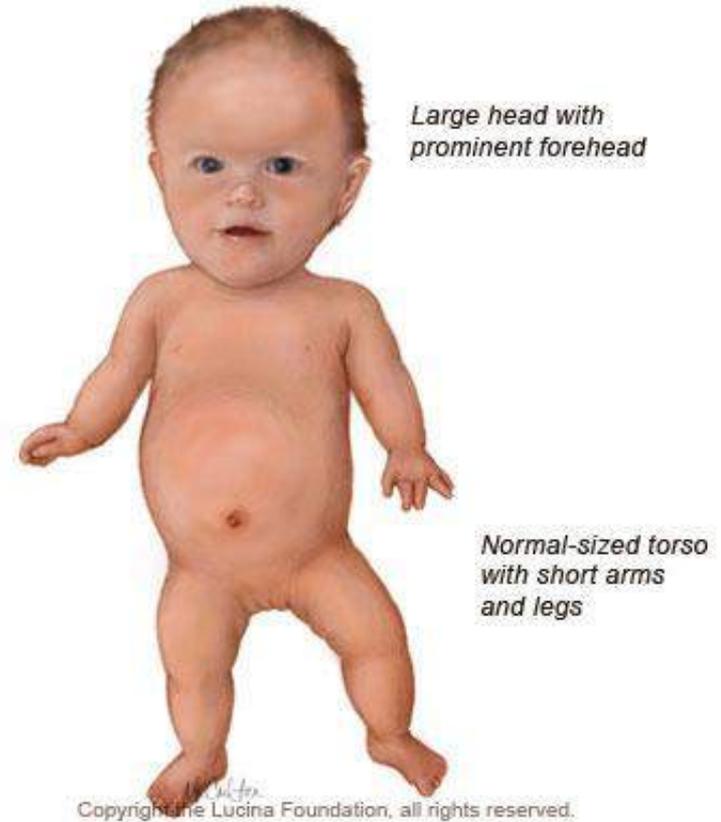
---

- Celah pada columna vertebralis
- Kegagalan fusi dari neural fold



# Achondroplasia

---



# Acromegaly

---

Karena congenital infantile hyperpyuitarism → GH >>

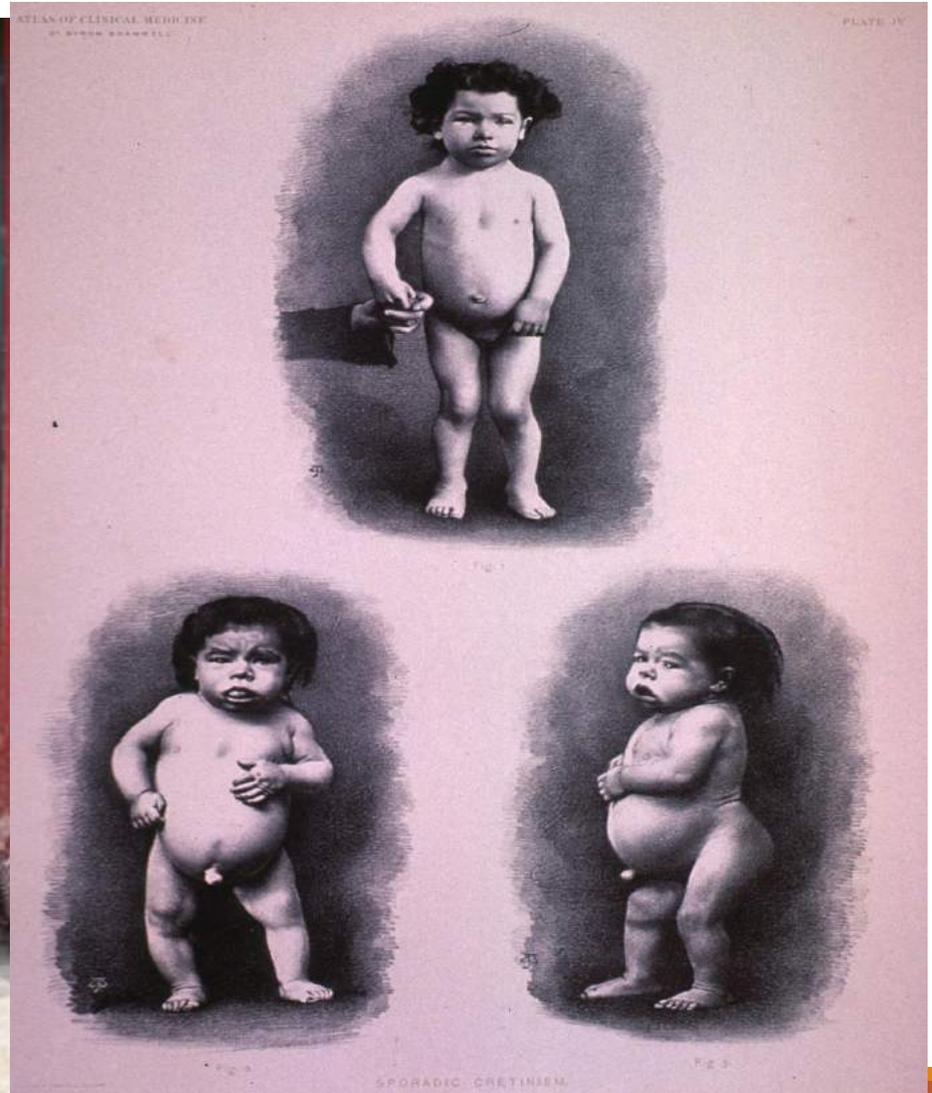
Pembesaran jar. Lunak, organ visera, tulang tangan wajah dan kaki



# 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?