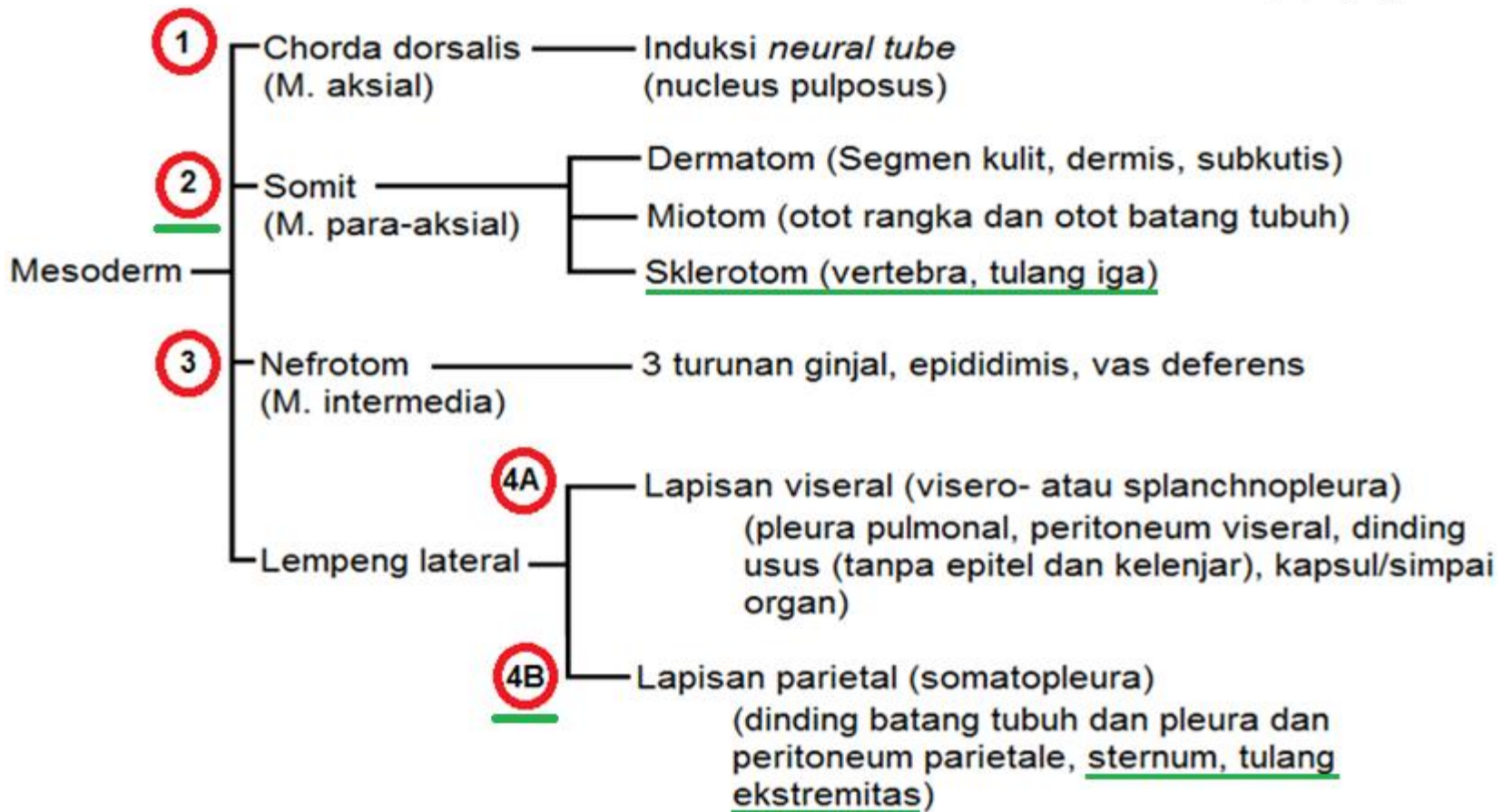
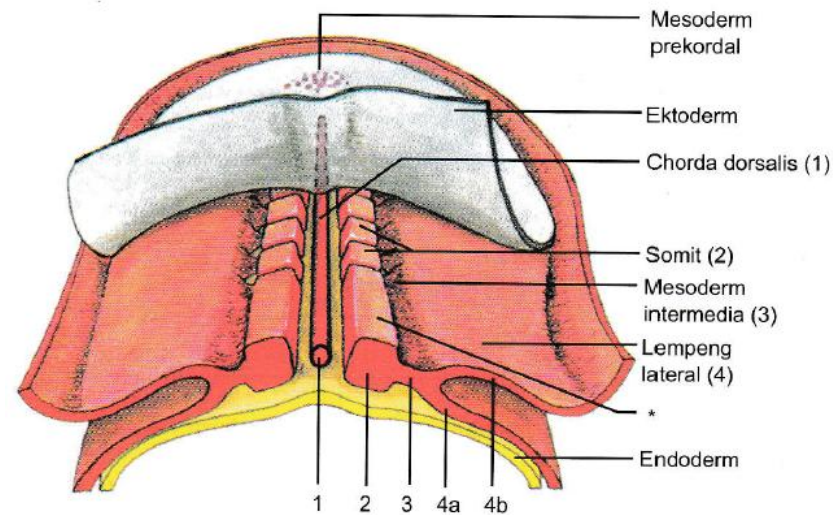


EMBRIOLOGI SKELETAL



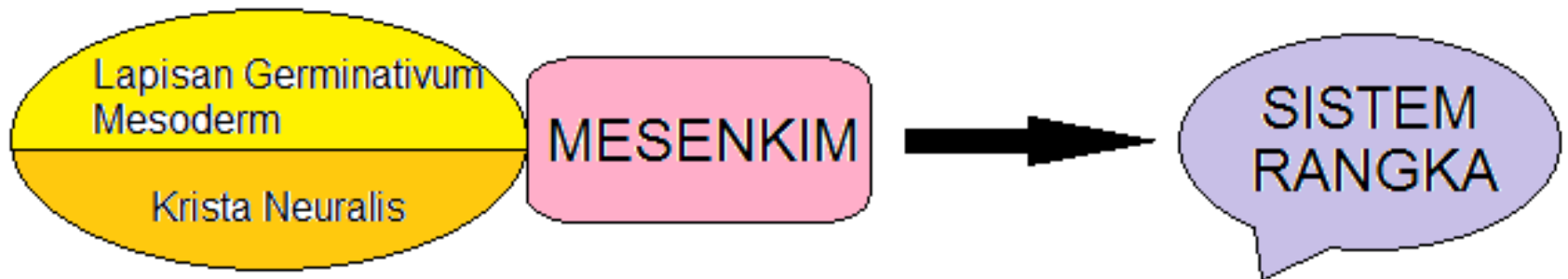


RANGKA



- bagian tubuh yg tdd:
 - tulang
 - sendi
 - tulang rawan (kartilago)
- Tempat menempelnya otot
- Memungkinkan tubuh untuk mempertahankan sikap dan posisi

EMBRIOLOGI



★ **Osifikasi Membranosa** (Sel Mesenkim \Rightarrow Osteoblas) \Rightarrow Tulang Pipih Tengkorak

★ **Osifikasi Endokondral** (Sel Mesenkim \Rightarrow Kartilago Hialin) \Rightarrow Pusat Osifikasi pd Kartilago

\Downarrow
Tulang Panjang Ekstremitas

Tengkorak (Cranium)

Dibagi 2 bagian:

1. Neurokranium (kubah)
2. Viserocranium (rangka wajah)

Neurokranium:

- Bagian membranosa (asal: mesenkim sel krista neuralis & mesoderm paraksial) → tulang pipih kubah
- Bagian kartilaginosa/kondrokranium (asal: krista neuralis [prekordal] & mesoderm paraksial/sklerotom oksipital [kordal] → basis cranii

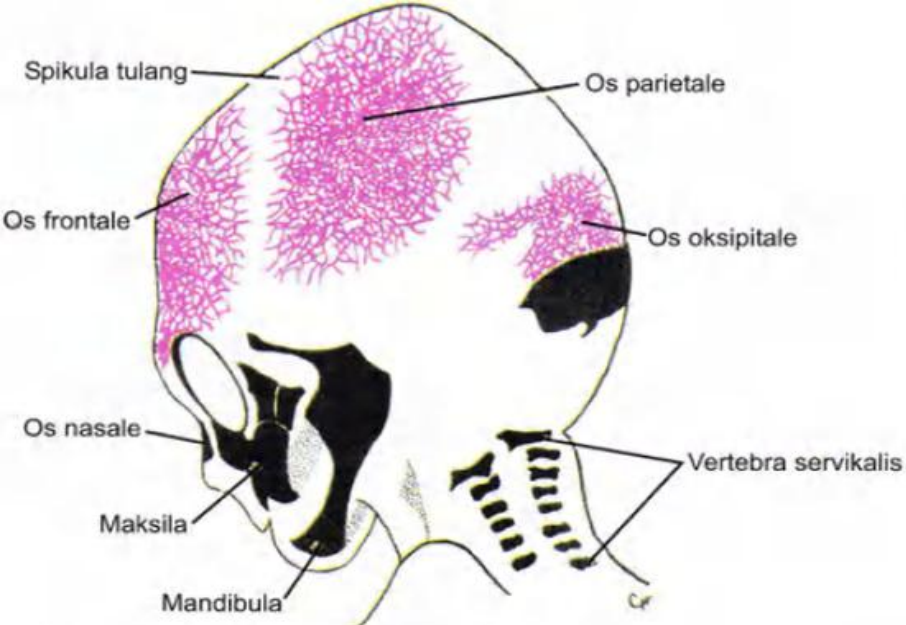
Viserokranium, berasal dari:

Arkus faring-I :

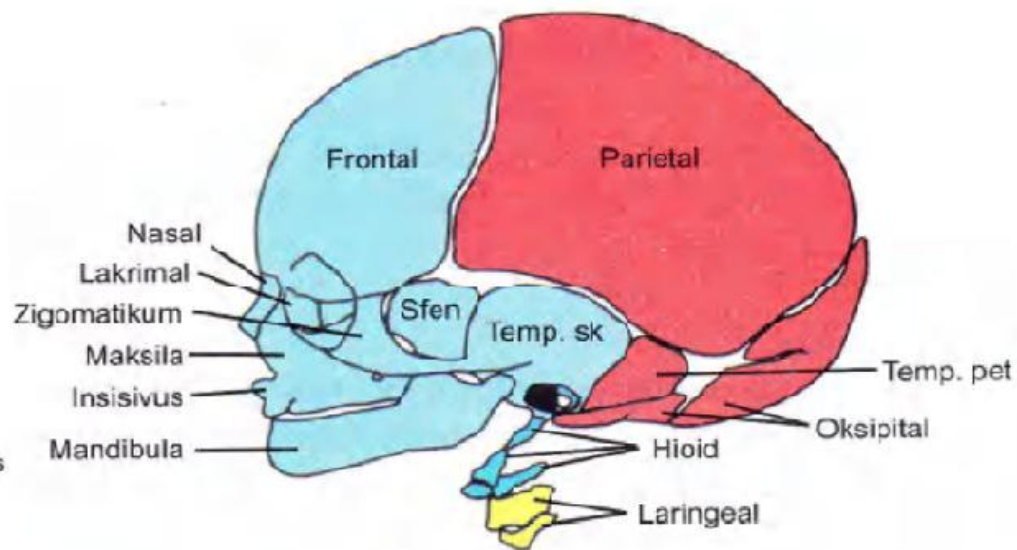
dorsal → prosesus maksilaris (os. Maksila, zigomatikum, temporal)

ventral → prosesus mandibularis/kartilago meckel (os. Mandibula)

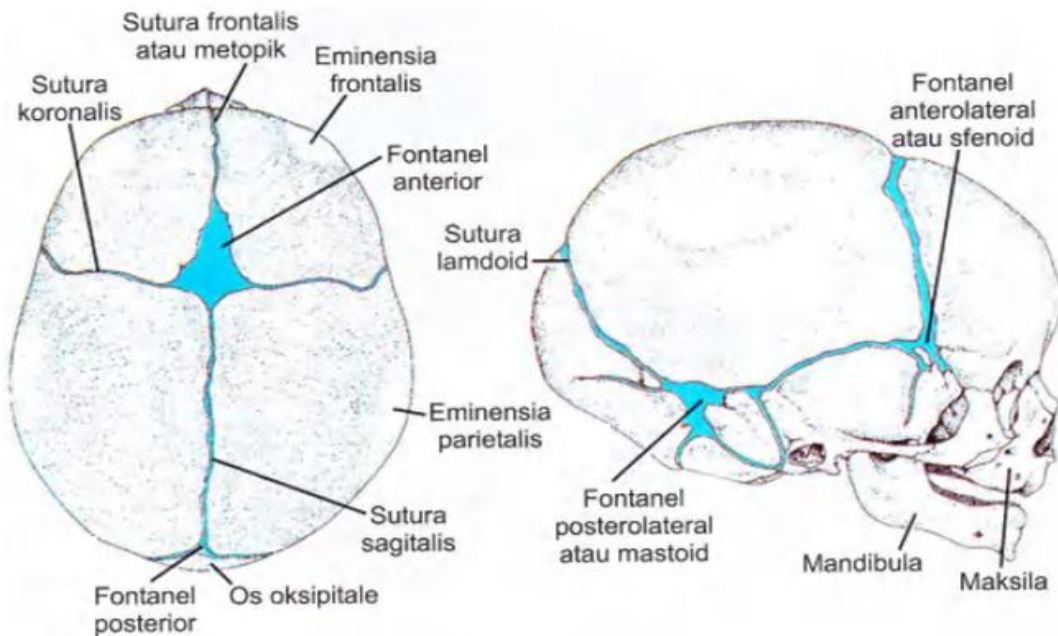
Ujung dorsal prosesus mandibularis + arkus faring-II → inkus, maleus, stapes



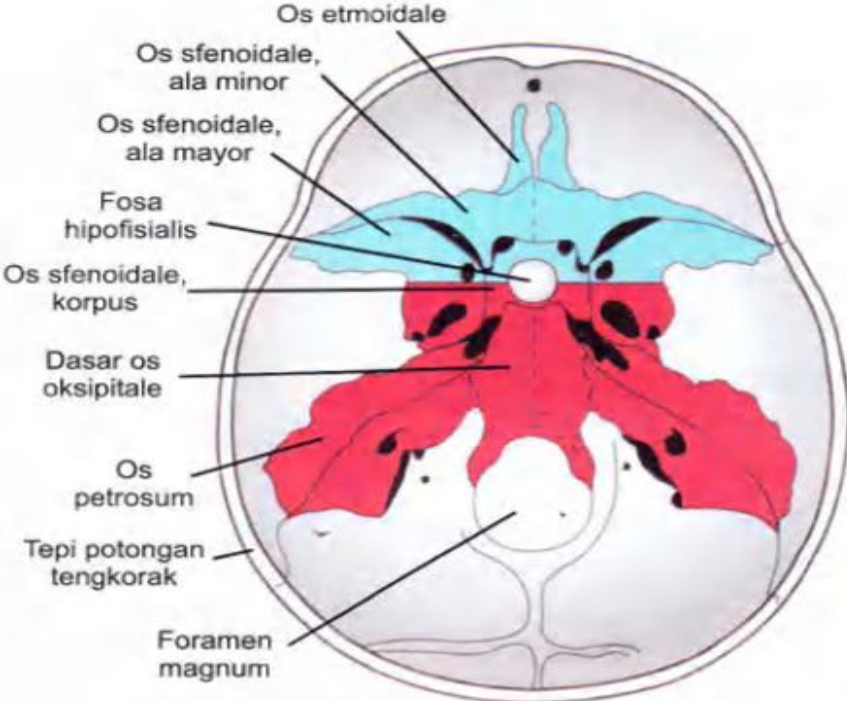
A. Tulang tengkorak pada janin 3 bulan penyebaran "spikula-spikula" tulang dari pusat-pusat osifikasi primer di tulang pipih tengkorak.



B. Struktur rangka kepala dan wajah. Mesenkim berasal dari: krista neuralis (*biru*), mesoderm paraksial (somit dan somitomer) (*merah*), mesoderm lempeng lateral (*kuning*).

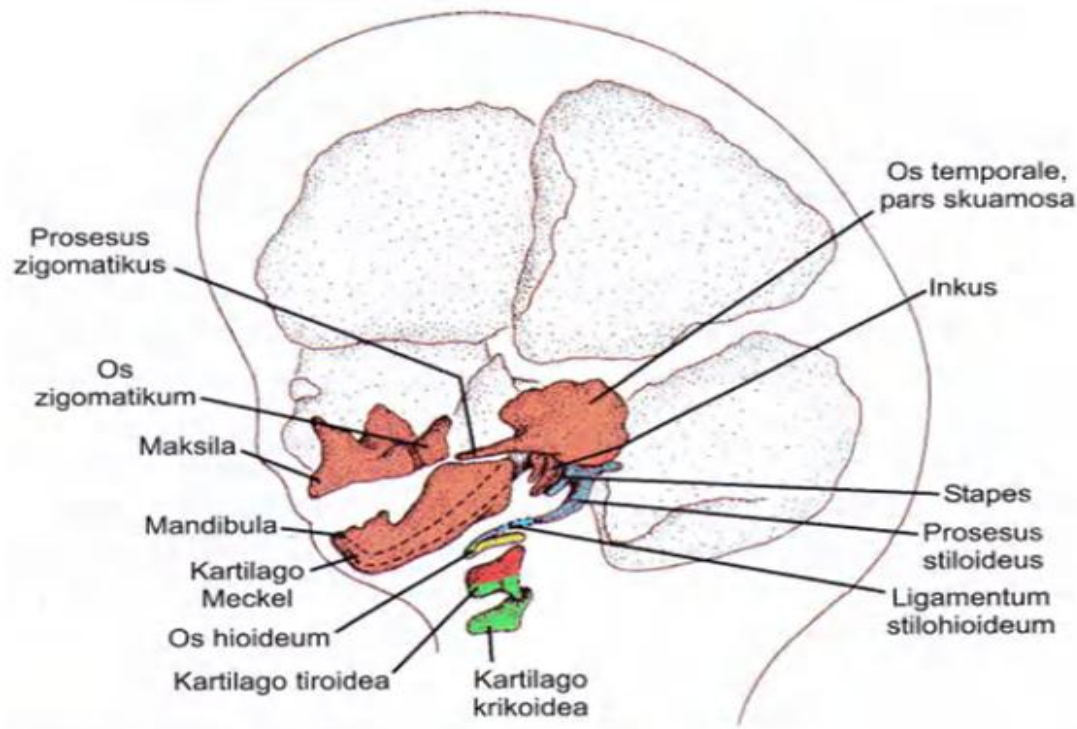


C. Tengkorak neonatus, Fontanel posterior menutup pada usia sekitar 3 bulan; fontanel anterior menutup pada sekitar pertengahan tahun kedua.



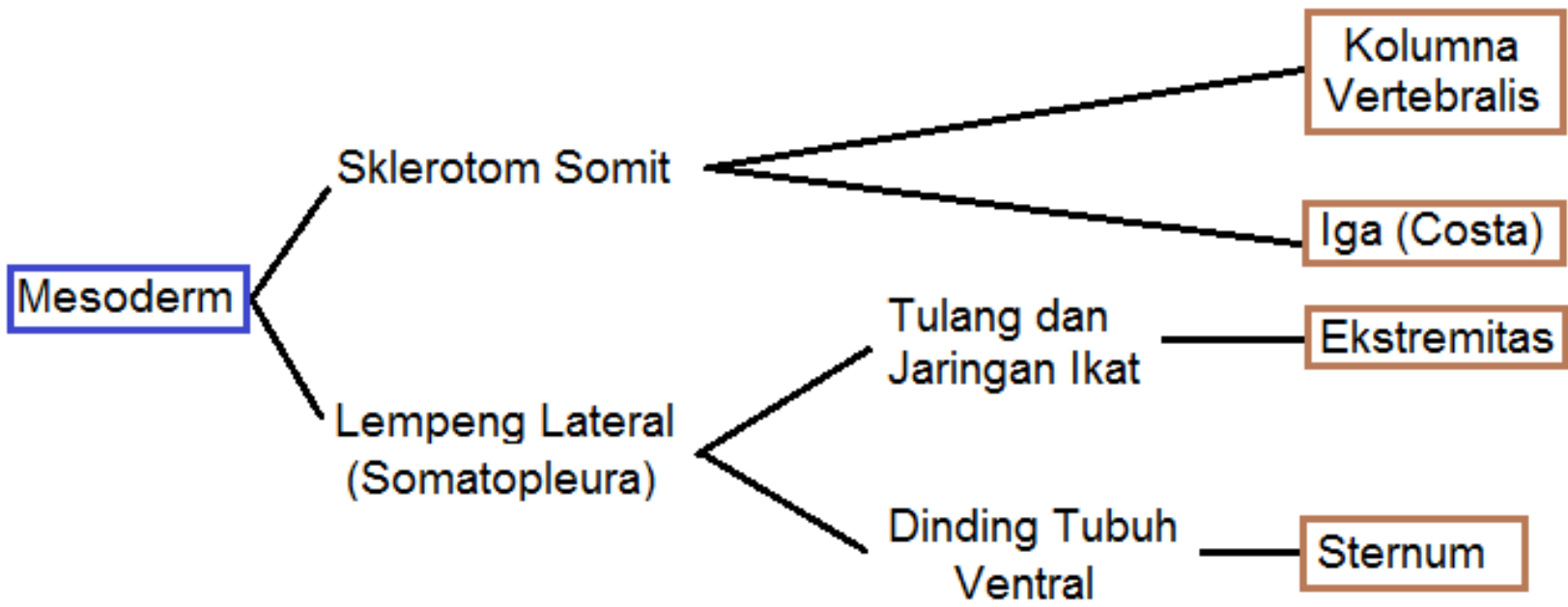
Tulang-tulang bagian rostral dan separuh rostral sela tursika berasal dari krista neuralis dan membentuk kondrokranium prekordal (di depan notokord) (*biru*).

Tulang-tulang bagian posterior berasal dari mesoderm paraksial (kondrokranium kordal) (*merah*).

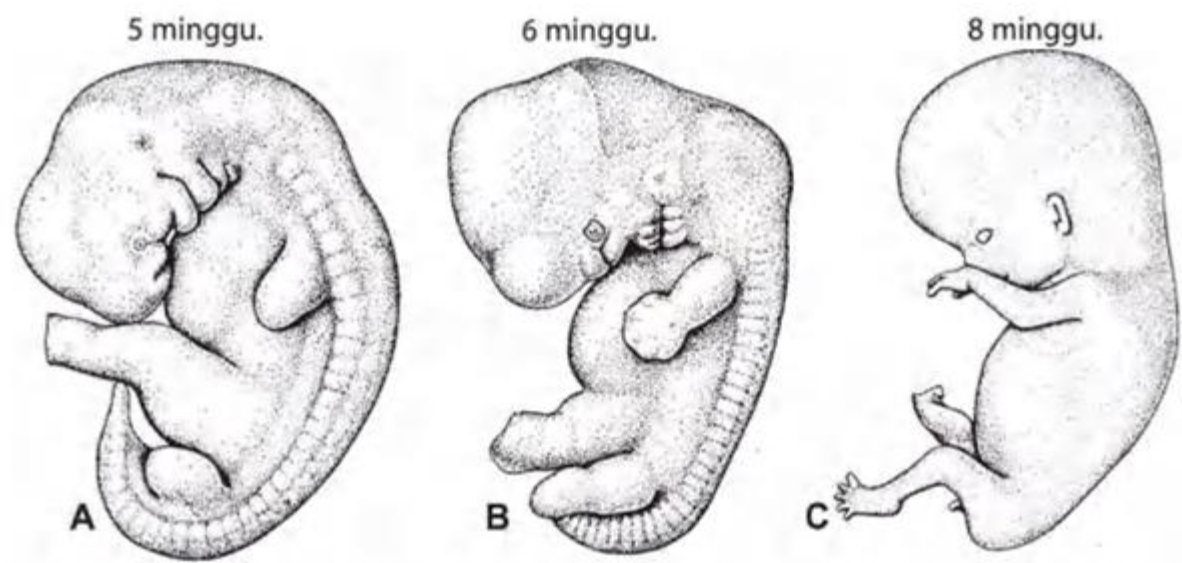


Pandangan lateral daerah kepala dan leher pada janin

turunan-turunan kartilago arkus faring yang turut membentuk tulang-tulang wajah.



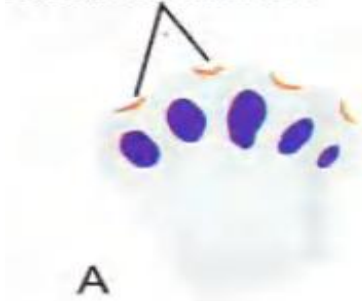
Perkembangan tunas ekstremitas pada mudigah manusia



Perkembangan ekstremitas bawah tertinggal dibandingkan dengan anggota badan atas selama 1-2 hari.

Daerah kematian sel

Daerah kematian sel



B



C



Skema tangan manusia.

A. Hari ke-48.

Kematian sel di *apical ectodermal ridge* menciptakan bubungan pemisah untuk setiap jari.

B. Hari ke-51.

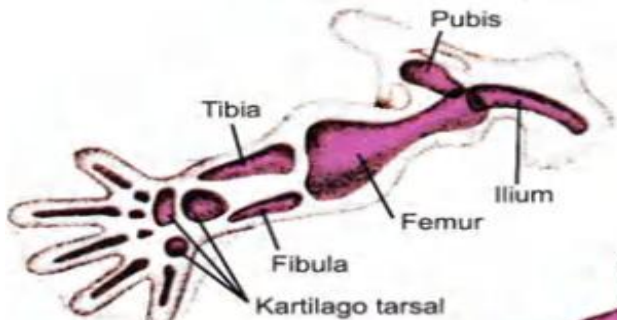
Kematian sel di ruang antarjari menyebabkan pemisahan jari.

C. Hari ke-56.

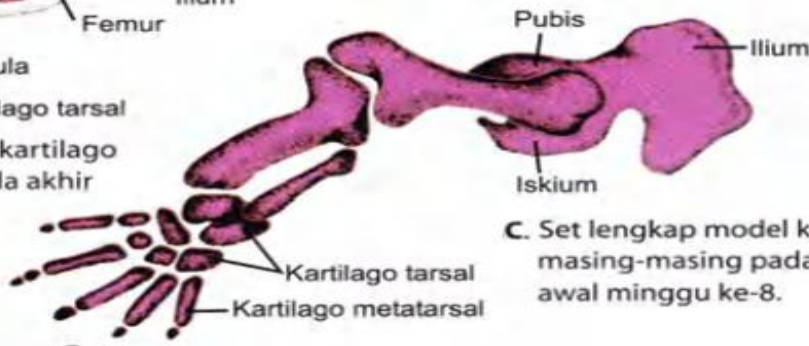
Pemisahan jari sudah tuntas.



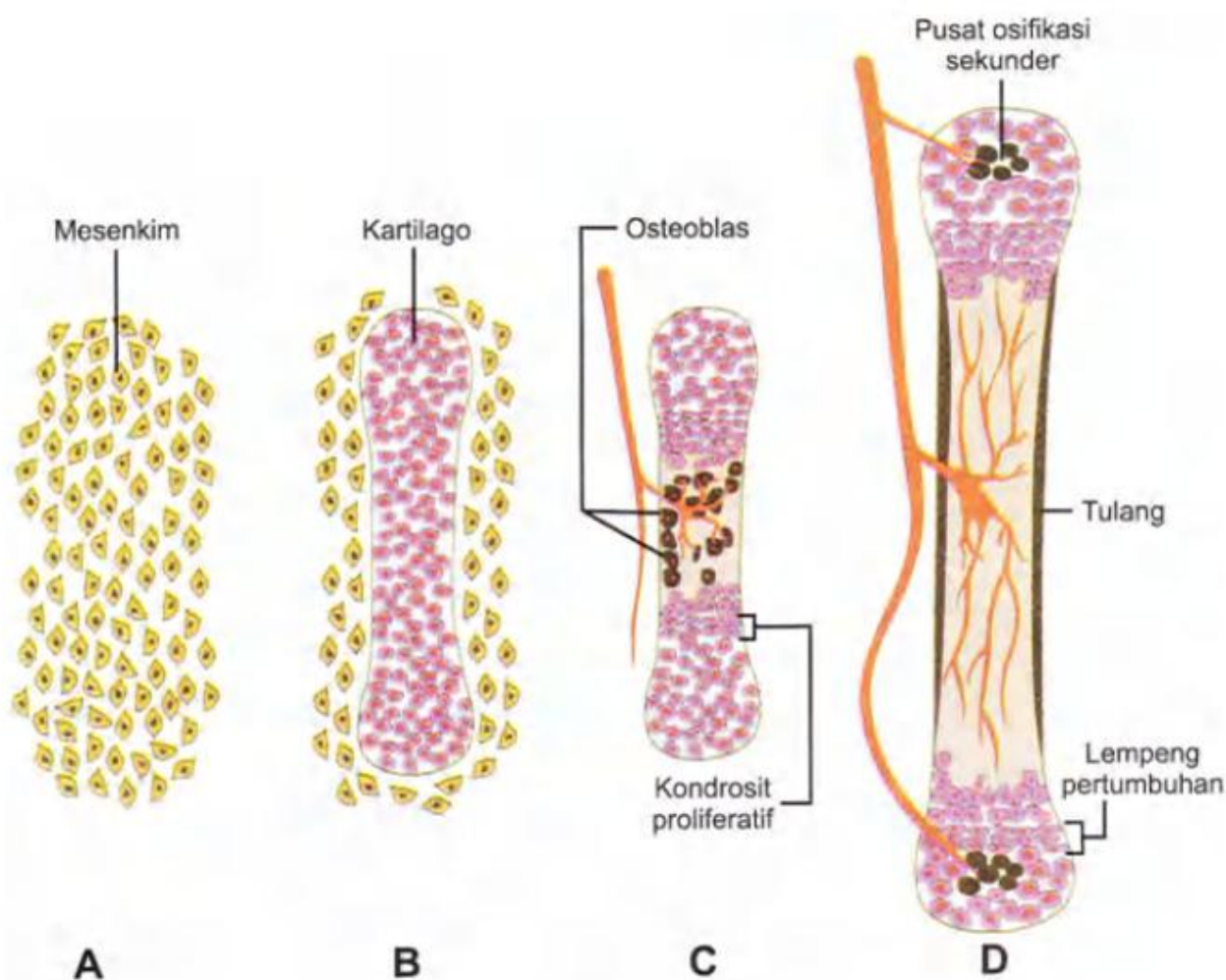
A. Ekstremitas bawah pada mudigah awal minggu ke-6, yang menggambarkan model kartilago hialin pertama.



B. Set lengkap model kartilago masing-masing pada akhir minggu ke-6



C. Set lengkap model kartilago masing-masing pada akhir awal minggu ke-8.



Pembentukan tulang endokondral.

A. Sel-sel mesenkim mulai memadat dan berdiferensiasi menjadi kondrosit.

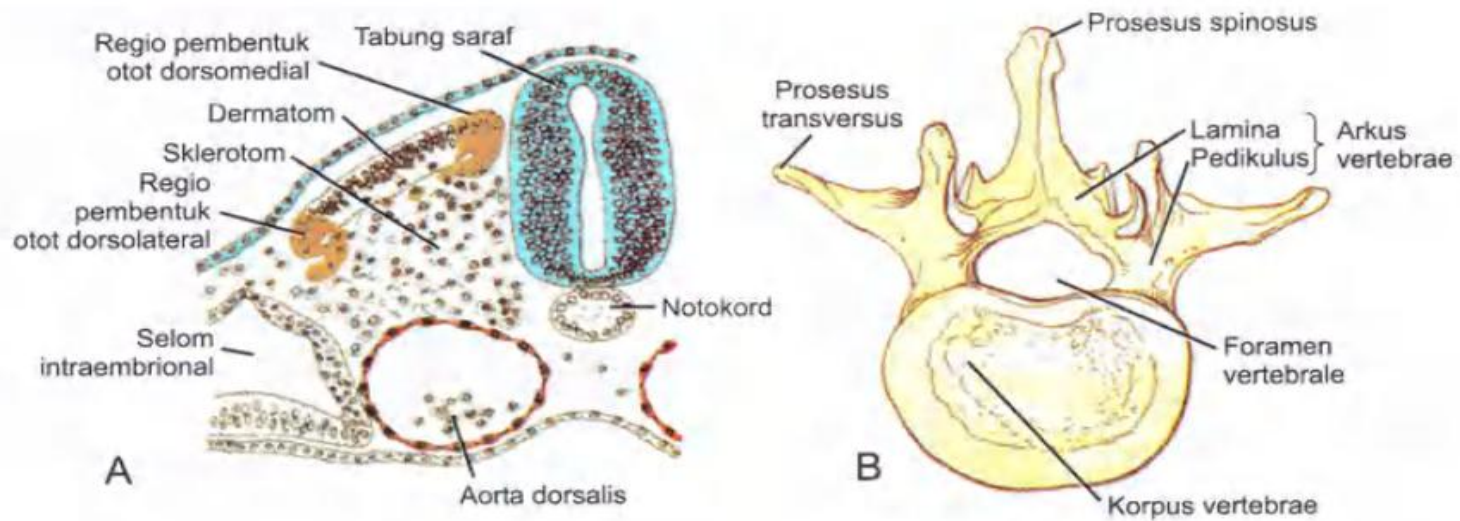
B. Kondrosit membentuk model kartilago dari bakal tulang.

C,D. Pembuluh darah menginvasi pusat model kartilago, membawa osteoblas (sel hitam) dan membatasi sel-sel kondrosit proliferaatif hanya di ujung-ujung (epifisis) tulang.

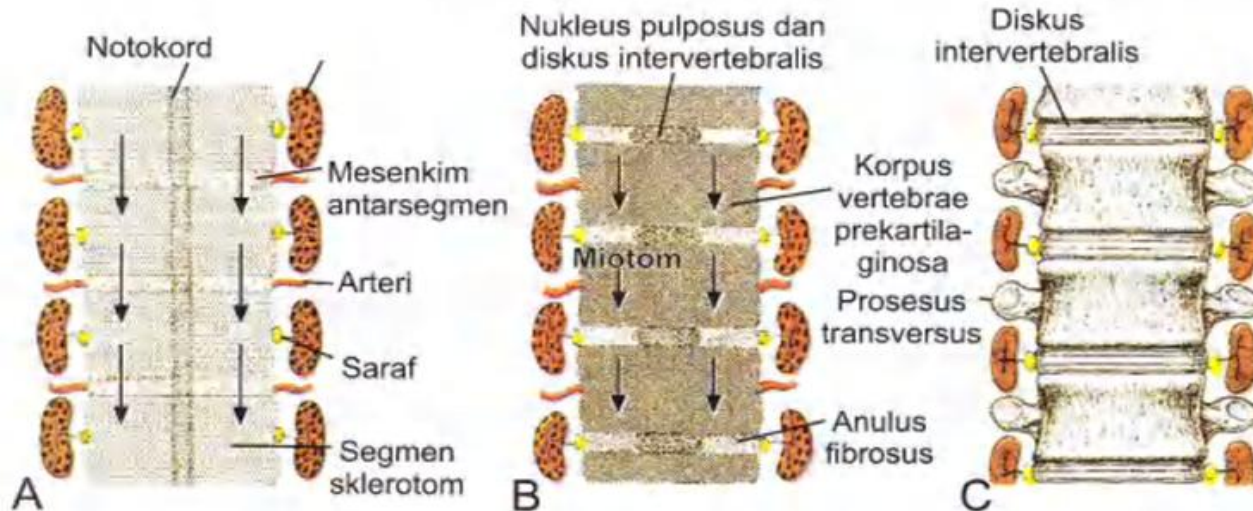
Kondrosit ke arah bagian batang (diafisis) mengalami hipertrofi dan apoptosis sewaktu melakukan mineralisasi matriks di sekitarnya.

Osteoblas berikatan dengan matriks yang telah mengalami mineralisasi dan mengendapkan matriks tulang. Kemudian, setelah pembuluh darah menginvasi epifisis, terbentuk pusat osifikasi sekunder.

Pertumbuhan tulang dipertahankan oleh proliferasi kondrosit di lempeng pertumbuhan



A. Potongan melintang yang memperlihatkan regio-regio somit yang sedang berkembang. Sel-sel sklerotom menyebar untuk bermigrasi di sekitar tabung saraf dan notokord untuk ikut membentuk vertebra.
B. Contoh vertebra tipikal yang memperlihatkan berbagai komponennya.



Gambar pembentukan kolumna vertebralis di berbagai tahap perkembangan. **A.** Pada minggu keempat perkembangan, segmen-segmen sklerotom dipisahkan oleh jaringan antarsegmen yang tidak begitu padat. Perhatikan posisi miotom, arteri antarsegmen, dan saraf segmental. **B.** Proliferasi separuh kaudal dari satu sklerotom meluas ke dalam mesenkim antarsegmen dan separuh kranial sklerotom di bawahnya (*tanda panah* pada Gambar 9.23A,B). Perhatikan penampakan diskus intervertebralis. **C.** Vertebra dibentuk oleh separuh atas dan separuh bawah dua sklerotom yang berdampingan dan jaringan antarsegmen. Miotom menjembatani diskus-diskus intervertebralis dan, karenanya, dapat menggerakkan kolumna vertebralis.

KELAINAN SISTEM SKELETAL



Cacat kraniofasial & Displasia Tulang

- **Anensefalus**

neuroporus kranialis gagal menutup (parah) → Kranioskisis (kubah kranium gagal terbentuk) → Anensefalus == *meninggal*

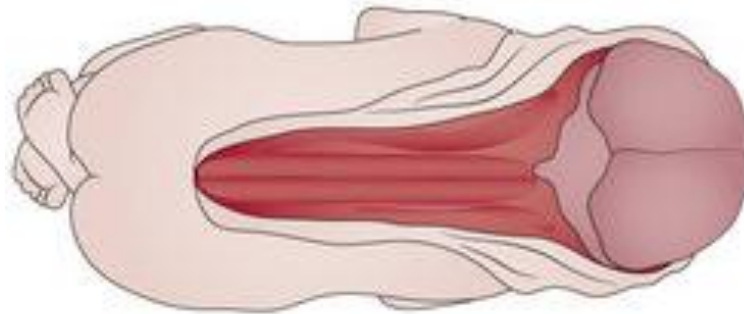
- **Meningokel & meningoensefalokel kranialis**

Neuroporus kranialis gagal menutup (cacat relatif kecil) == *dapat disembuhkan*

- **Kraniosinostosis**

Penutupan sutura prematur

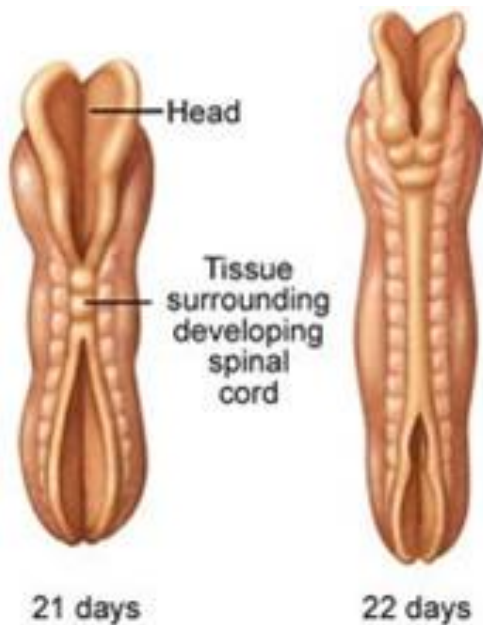
- skafosefalus (sutura sagitalis, tengkorak panjang & sempit)
- Akrosefalus/tower skull (sutura koronalis, tengkorak pendek & tinggi)
- Brakisefalus (sutura koronalis & lambdoidea, tengkorak pendek)



Craniorachischisis
Completely open brain
and spinal cord



Anencephaly
Open brain and lack
of skull vault



Encephalocele
Herniation of the meninges
(and brain)

Kraniosinostosis



- Penutupan prematur satu atau lebih sutura
- 1 : 2.500 kelahiran

Kelainan bentuk:

- **Skafosefalus**
 - penutupan dini sutura sagitalis (57% kasus)
 - tengkorak panjang dan sempit
- **Akrosefalus (*tower skull*)**
 - penutupan dini sutura koronalis
 - tengkorak pendek dan tinggi
- **Brakisefalus**
 - penutupan dini sutura koronalis dan lambdoidea
 - tengkorak pendek



A

SKAFOSEFALUS



B

BRAKISEFALUS

- **Akondroplasia**

- sifat dominan autosom
- kelainan tulang panjang
- tengkorak besar, bagian tengah wajah kecil
- jari tangan pendek
- aksentuasi kurvatura vertebra

- **Hipokondroplasia**

bentuk akondroplasia yang lebih ringan

- **Displasia tanatoforik**

- sifat dominan autosom

Tipe 1 (femur pendek melengkung, dengan/tanpa tengkorak berbentuk daun semanggi)

Tipe 2 (femur lurus relatif panjang, tengkorak bentuk daun semanggi)

- **Akromegali**

hiperpituitarisme == pembesaran wajah, tangan, kaki tidak proporsional

- **Mikrosefalus**

Akondroplasia



Displasia tanatoforik



Cacat Ekstremitas

- **Amelia**

Ektremitas (-) total, satu atau lebih ekstremitas

- **Meromelia**

Ektremitas (-) parsial, bentuk fokomelia [tulang panjang (-), kaki & tangan rudimenter)

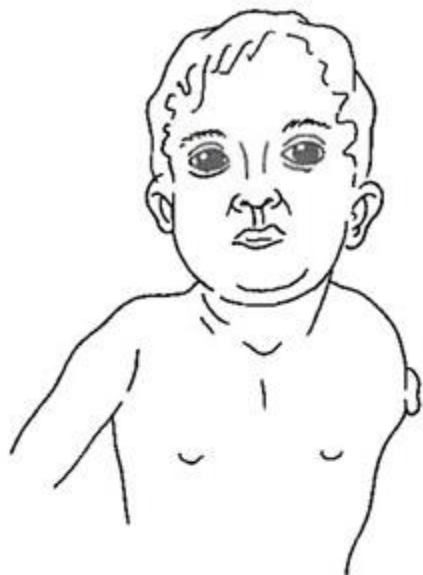
- **Mikromelia**

Ekstremitas (+) tetapi terlalu pendek

- **Cacat Jari**

- brakidaktili (jari pendek)
- sindaktili (dua/lebih jari menyatu)
- polidaktili (jari lebih == bilateral)
- ektrodaktili (tidak ada satu jari == unilateral)

- **Dislokasi Kongenital Panggul**



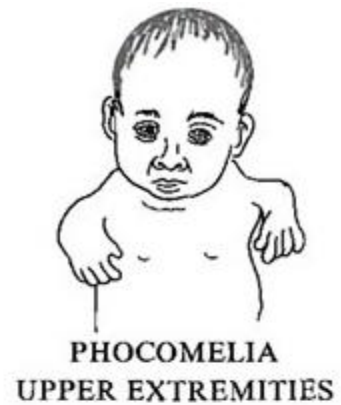
AMELIA (LEFT EXTREMITY)



AMNIOTIC AMPUTATION
OF FINGERS



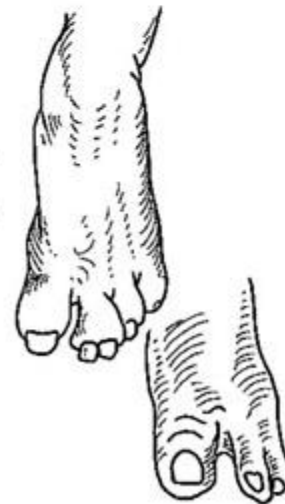
DIPLOPODIA
(DUPLICATION
OF FOOT)



PHOCOMELIA
UPPER EXTREMITIES



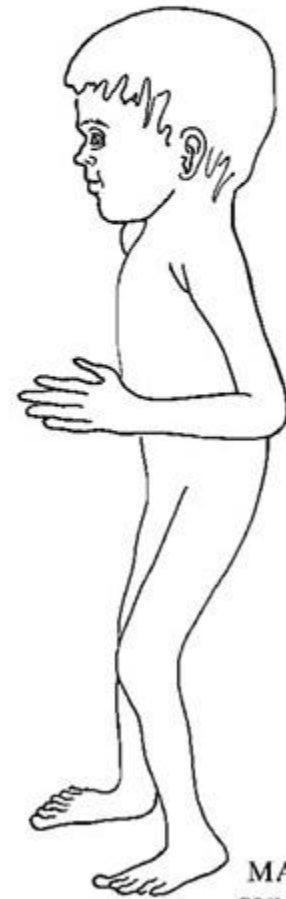
POLYDACTYLY OF FOOT
(SUPERNUMERARY TOE)



SYNDACTYLY



MEROMELIA



MARFAN'S
SYNDROME
(ARACHNODACTYLY)



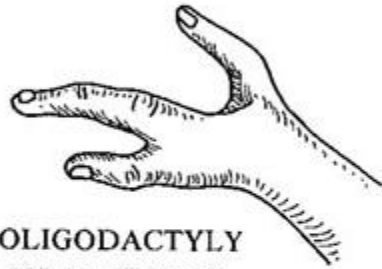
BILATERAL
TALIPES EQUINOVARUS
(CLUBFEET)



BILATERAL
CLUBHAND



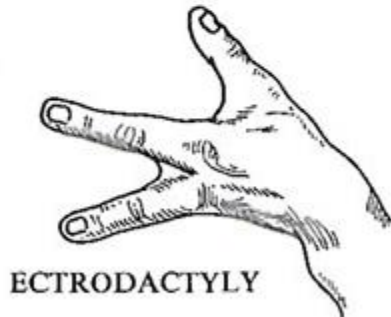
MACRODACTYLY



OLIGODACTYLY
(CLAW HAND)



SYNDACTYLY



ECTRODACTYLY



POLYDACTYLY
OF HAND



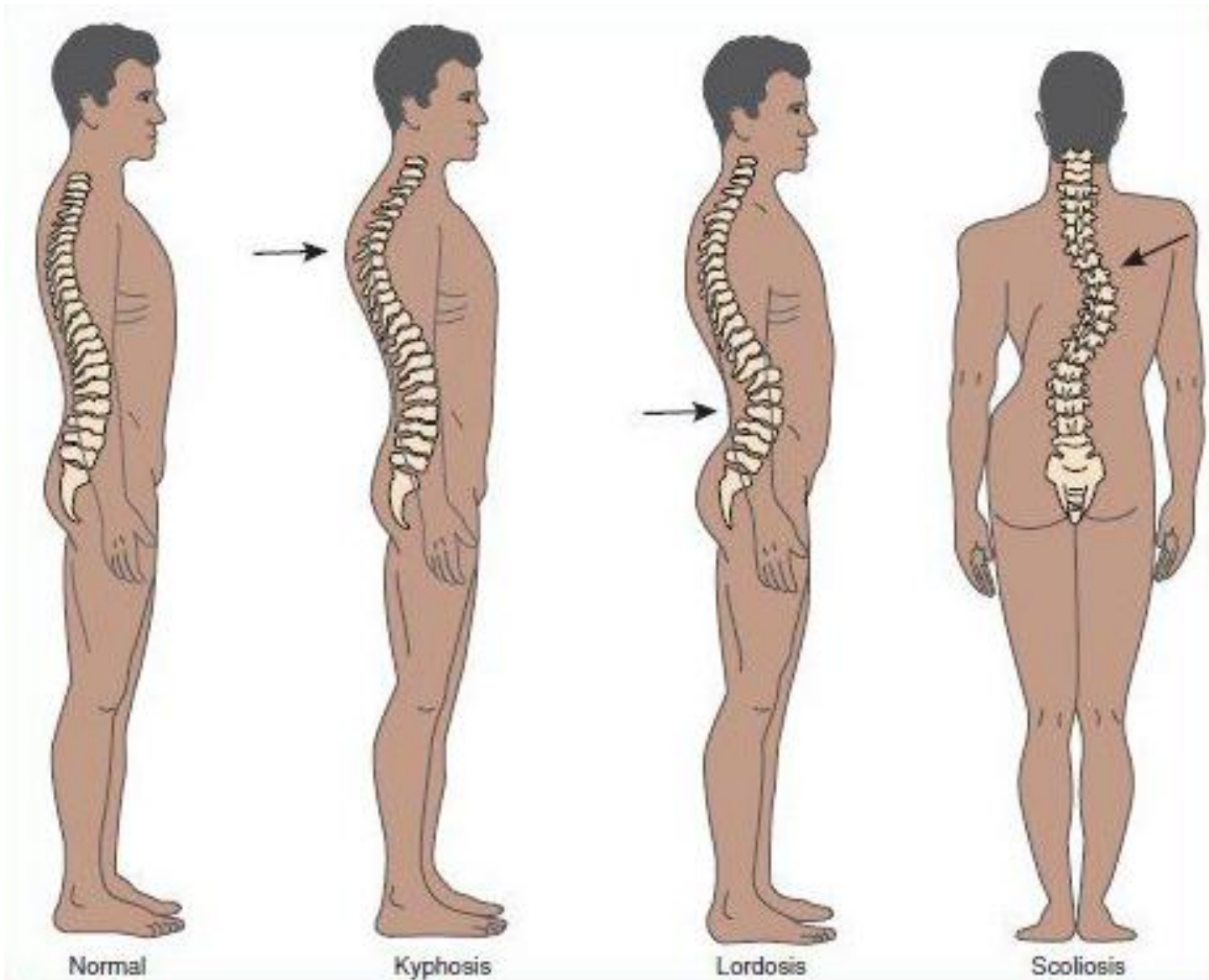
DUPLICATION OF HAND
(DICHIRUS)

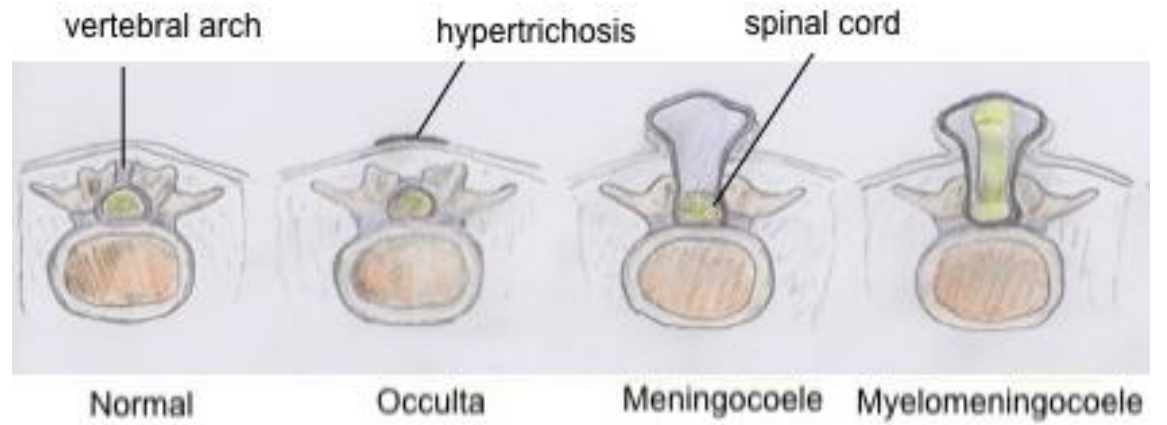
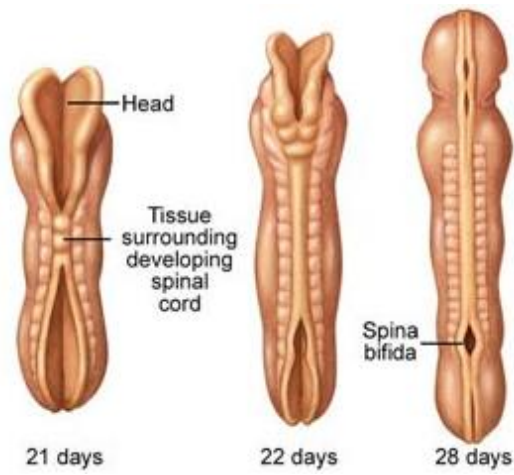
Cacat Vertebra

- Vertebra bengkok
 - **Skoliosis** (bengkok ke lateral)
 - **Lordosis** (bengkok ke anterior)
 - **Kifosis** (bengkok ke posterior)
- **Spina bifida (*cleft vertebra*)**
 1. **Spina bifida okulta**

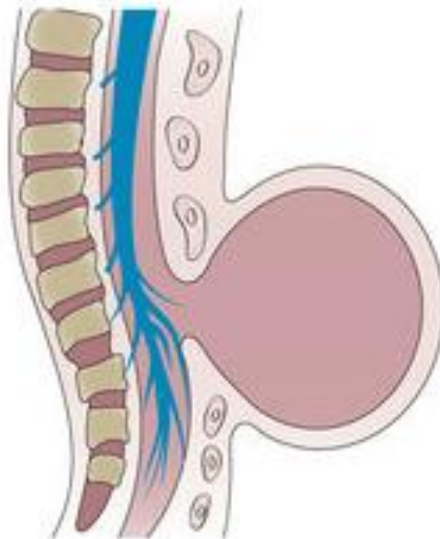
cacat tulang tertutup kulit, defisit neurologis (-)
 2. **Spina bifida sistika (*myelomeningocele*)**

neuroporus posterior gagal tertutup, arkus vertebra (-), jaringan saraf terpajan lingkungan, defisit neurologis (+)

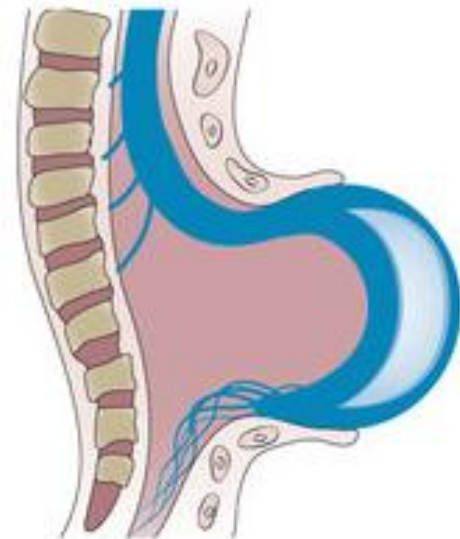




Spina bifida occulta



Meningocele



Myelomeningocele

TERIMA KASIH

