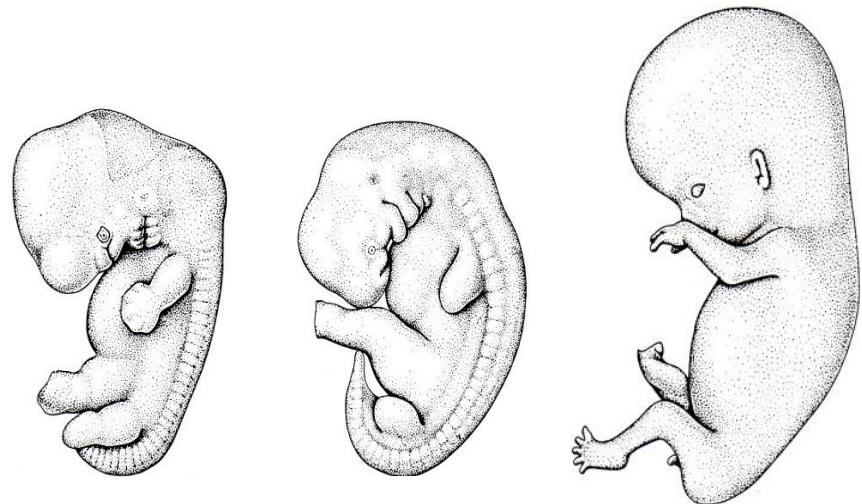
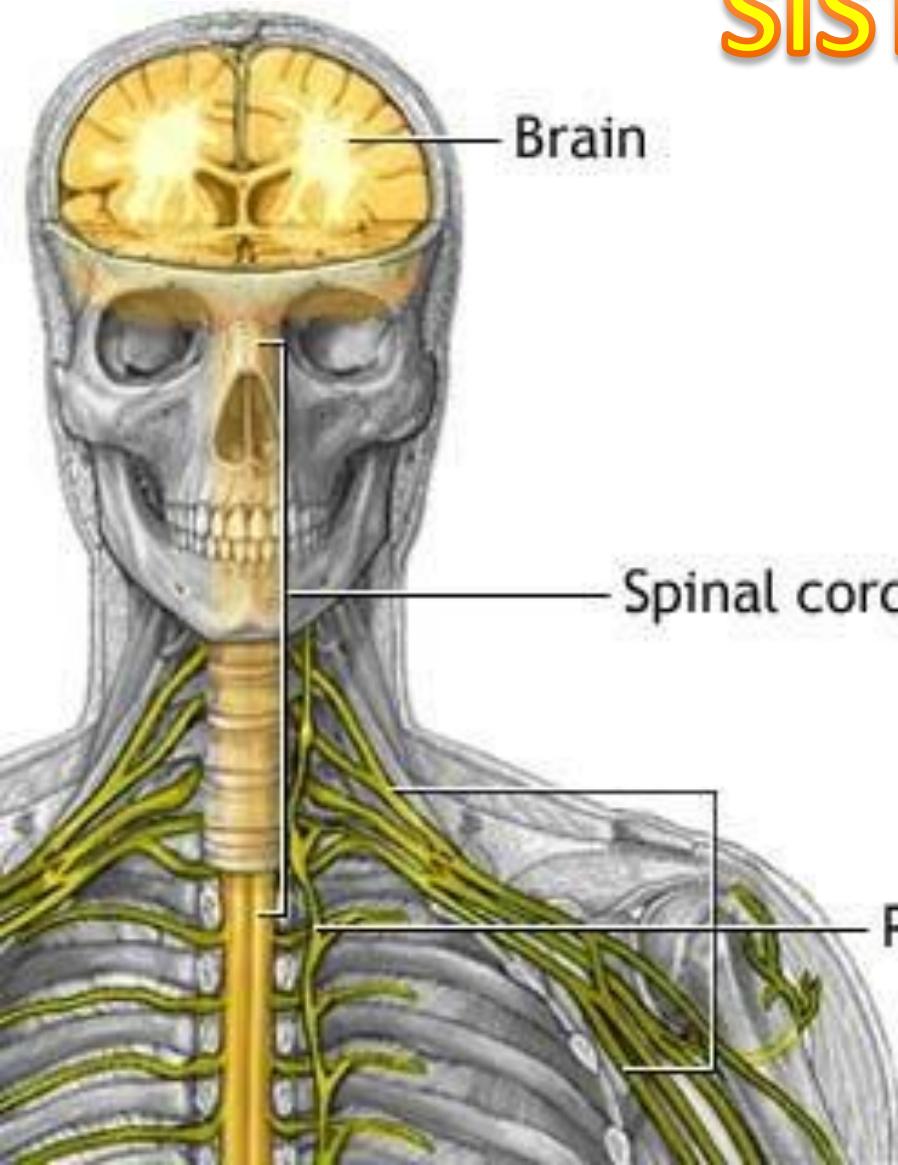


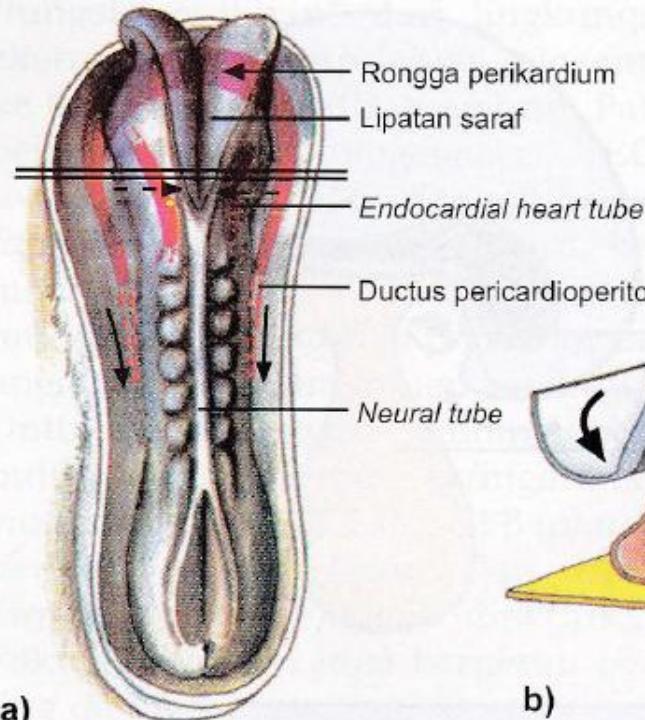
EMBRIOLOGI

SISTEM SARAF PUSAT

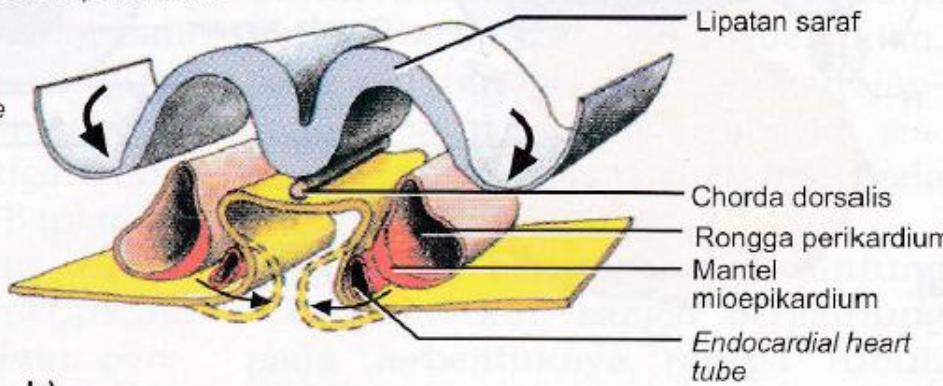


dr. AL-MUQSITH, M.Si

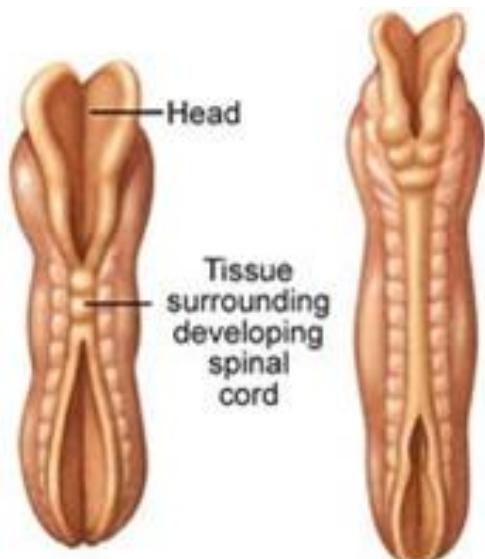
EMBRIOLOGI ENCEPHALON



a)

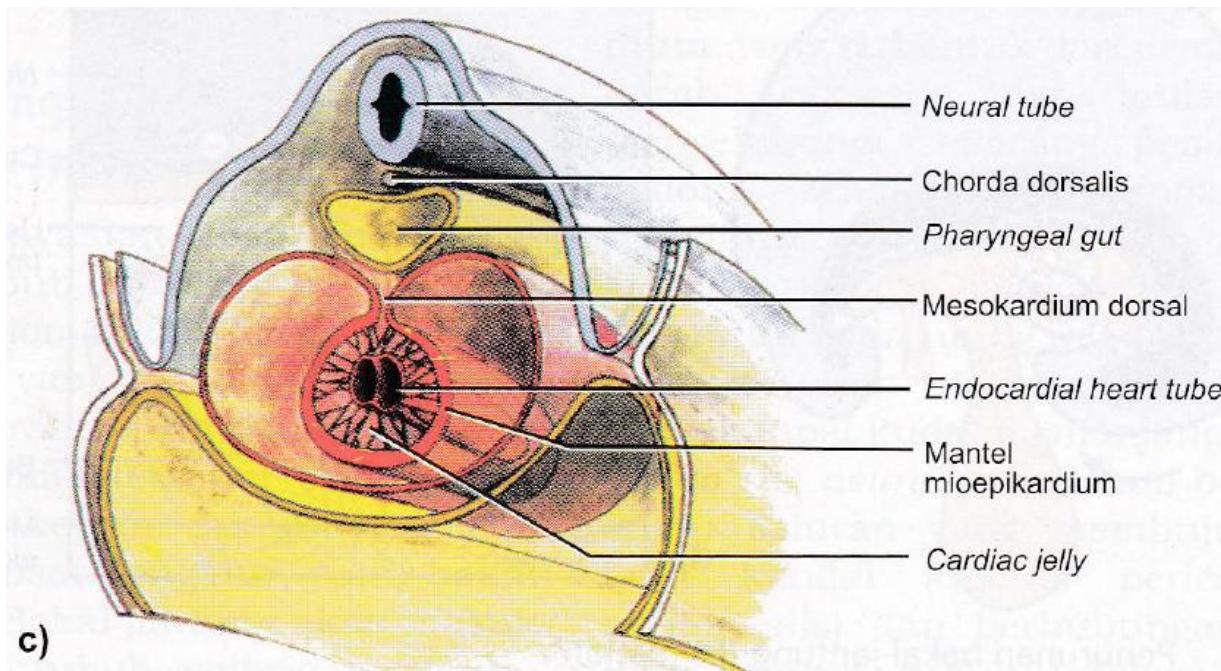


b)



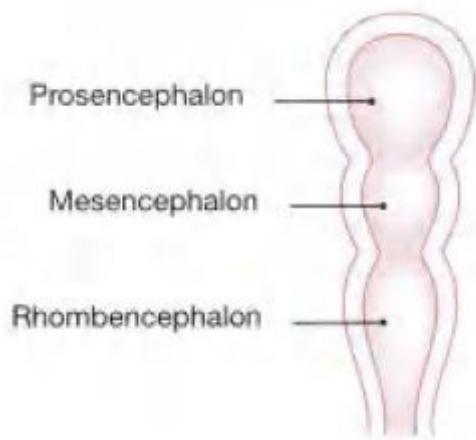
21 days

22 days



c)

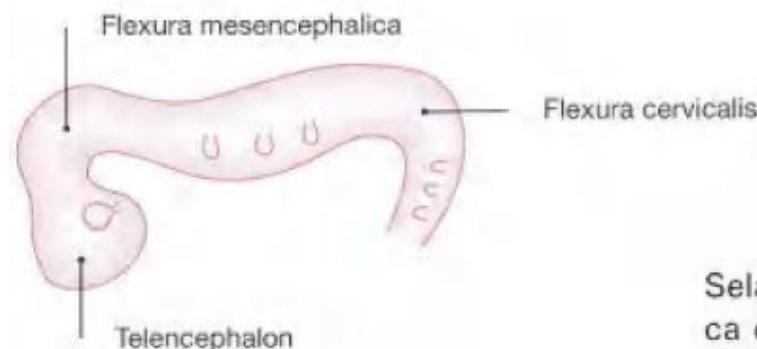
Minggu ke-4



Gelembung otak primer

Lubang-lubang Tuba neuralis tertutup di minggu ke-4. Ujung rostralnya mulai membesar dan membentuk tiga **vesikel Encephalon** primer secara berurutan; Encephalon depan (Prosencephalon), Encephalon tengah (Mesencephalon), dan Encephalon belakang (Rhombencephalon).

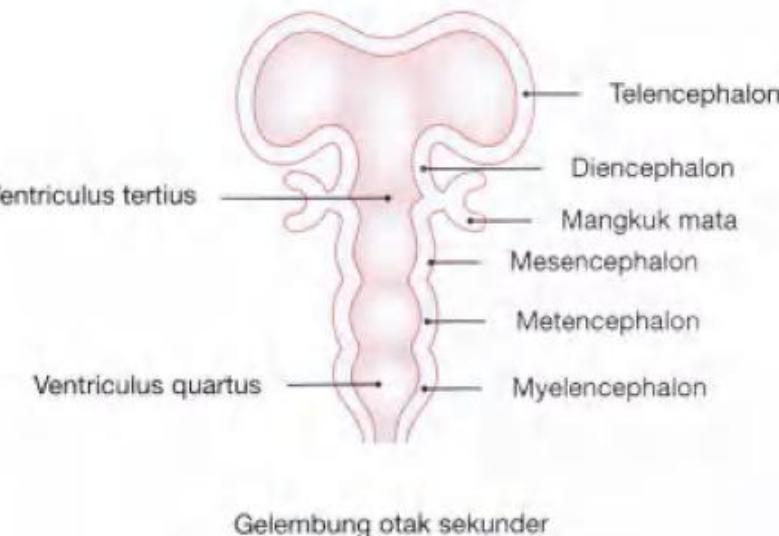
Minggu ke-4



Gelembung otak primer

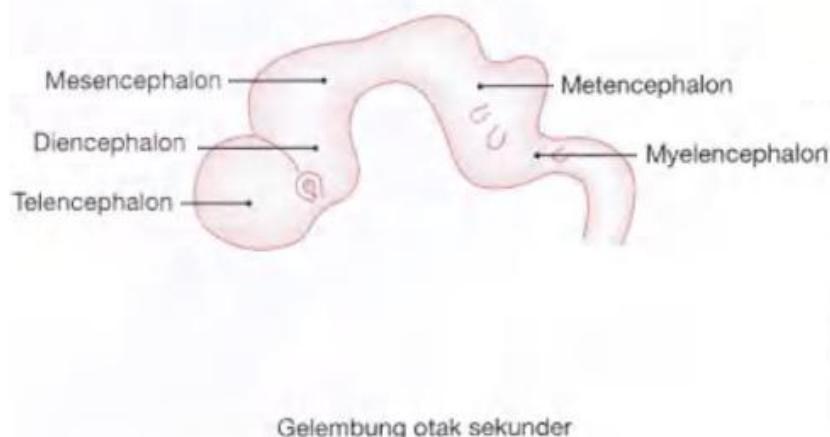
Selama minggu ke-4 berlangsung, terbentuk Flexura mesencephalica di antara Prosencephalon dan Mesencephalon. **Flexura cervicalis** terbentuk di antara Rhombencephalon dan Medulla spinalis.

Minggu ke-5



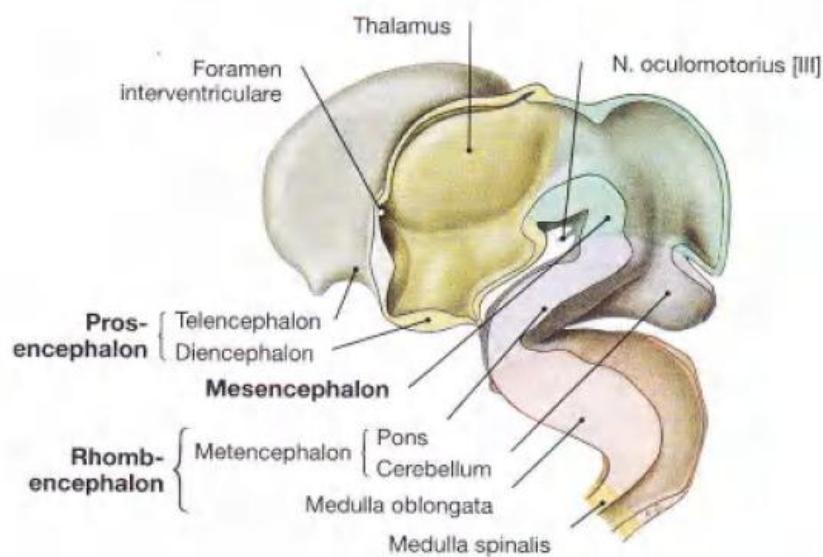
Dalam minggu ke-5, bagian-bagian Prosencephalon yang terletak di sisi kanan dan kiri garis tengah membesar dan membentuk **Telencephalon** yang akan membentuk Hemispherium cerebri. Selain itu, Diencephalon turut berasal dari Prosencephalon. Ventriculus tertius berevolusi di antara Diencephalon dan Mesencephalon. Di bawah **Mesencephalon**, terbentuklah Metencephalon beserta dua komponen utamanya, yakni Pons dan Cerebellum. **Myelencephalon** kemudian terbentuk di kaudal; di dalamnya, tercakup Ventriculus quartus dan Medulla oblongata serta transisi menuju Medulla spinalis. Ketiga vesikel Encephalon primer menimbulkan enam **vesikel Encephalon sekunder** (sepasang vesikel Telencephalon dan Di-, Mes-, Met-, dan Myelencephalon).

Minggu ke-6

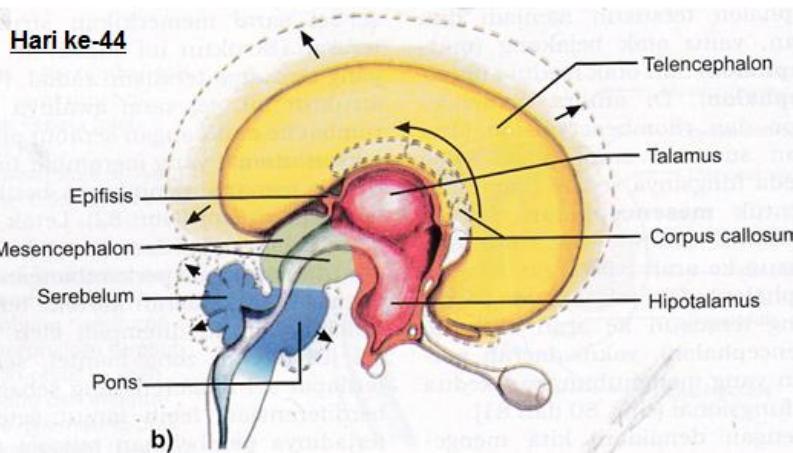


Dalam minggu ke-6, batas-batas Telencephalon, Diencephalon, Mesencephalon, Metencephalon, dan Myelencephalon sudah jelas terlihat. Mangkuk optik terlihat di antara Telencephalon dan Diencephalon. Perkembangan Cerebellum bermula sebagai perluasan Rhombencephalon ke arah lateral. Cerebellum yang sedang berkembang terlihat di aspek dorsal Metencephalon.

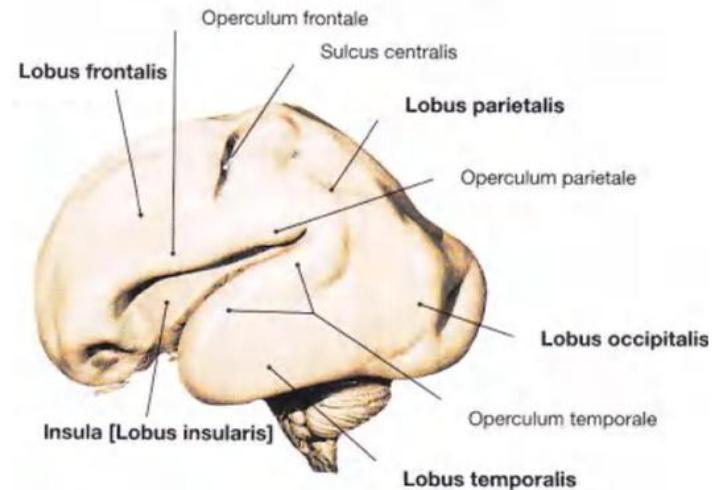
Minggu ke-8



Dalam minggu ke-8, masing-masing struktur Encephalon sudah bisa dibedakan satu sama lain. Telencephalon dan Diencephalon berasal dari Prosencephalon. Thalamus di dalam Diencephalon dan N.oculomotorius [III] yang keluar dari Mesencephalon menjadi jelas terlihat. Rhombencephalon telah terdiferensiasi menjadi Metencephalon dan Medulla oblongata (Myelencephalon). Pons dan Cerebellum berasal dari Metencephalon. Medulla oblongata diikuti oleh Medulla spinalis.

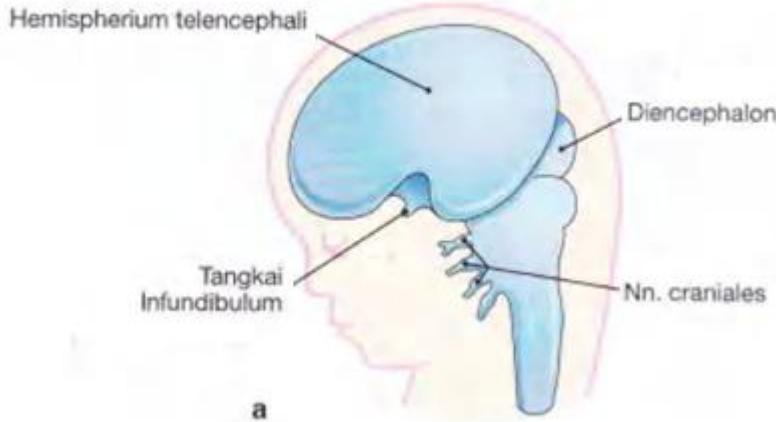


Minggu ke-20

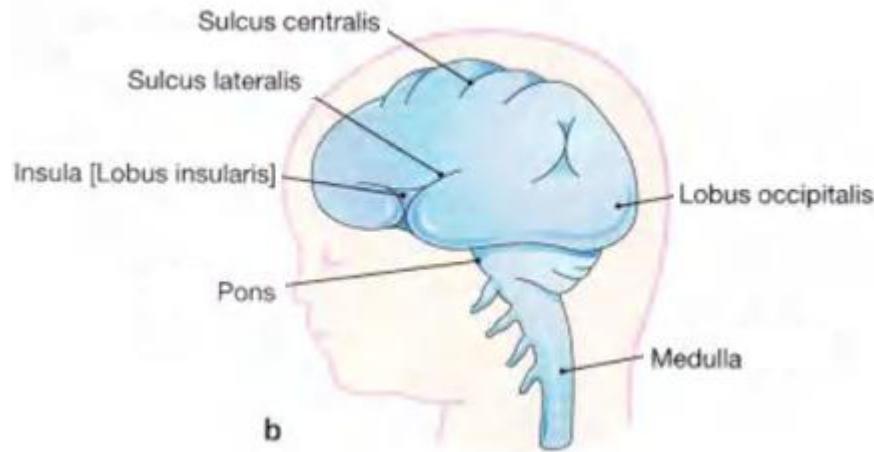


Dalam minggu ke-20 (panjang ubun-ubun—bokong sekitar 20 cm), pertumbuhan Telencephalon telah berkembang sedemikian pesat. Telencephalon sudah tersusun atas Lobi frontalis, parietalis, occipitalis et temporalis. Akan tetapi, Lobus insularis belum sepenuhnya diselubungi oleh Lobi frontalis, parietalis et temporalis. Dari semua struktur Truncus encephali, hanya bagian-bagian Pons, Cerebellum dan Medulla oblongata yang masih terlihat.

Minggu ke-14

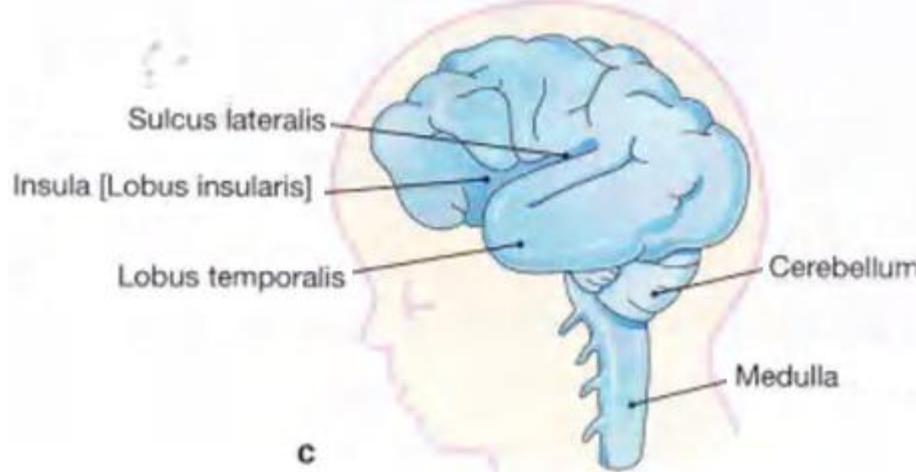


Minggu ke-26

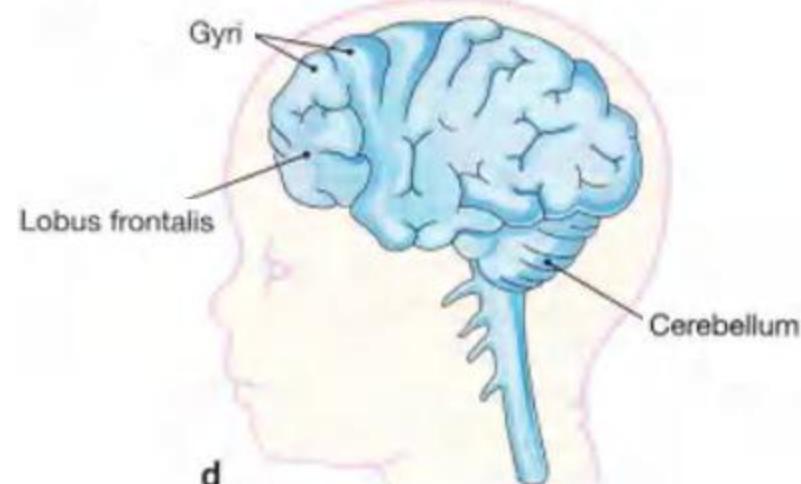


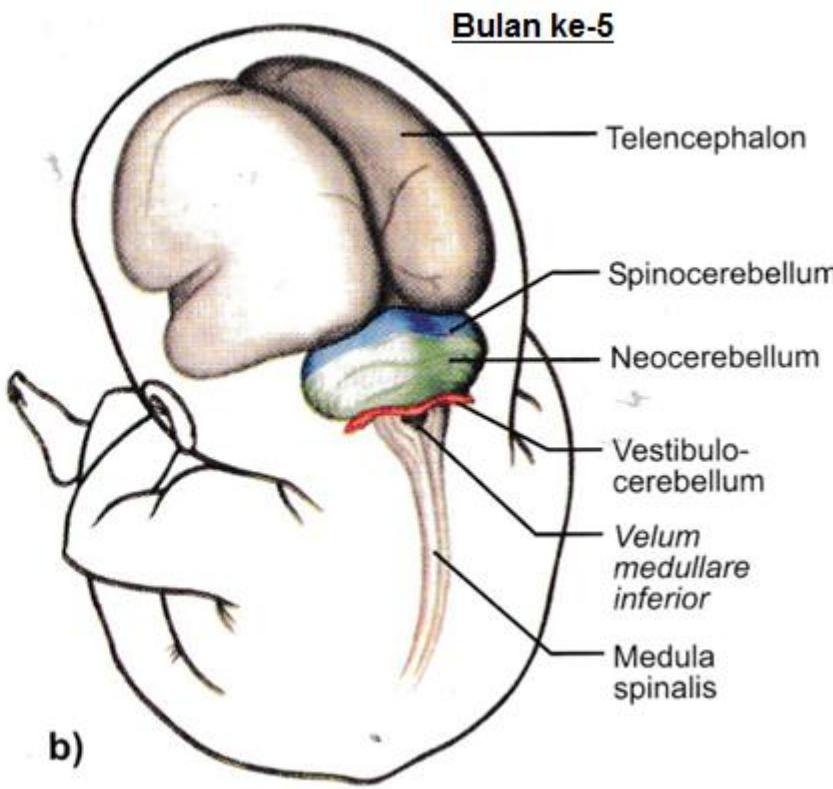
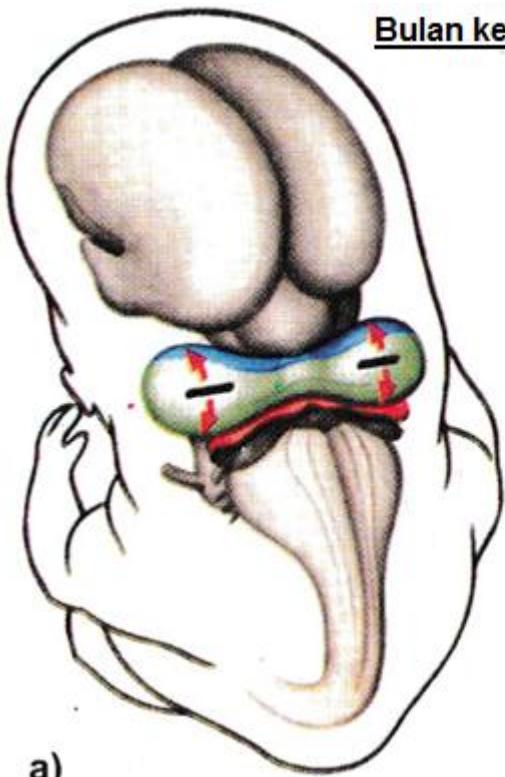
Di minggu ke-14, permukaan Telencephalon masih begitu mulus. Kemudian, Cortex cerebri mengalami tahap-tahap **perkembangan sulci dan gyri secara berurutan**. Selain itu, pembentukan Insula ditutupi oleh Lobi frontalis, parietalis et temporalis.

Minggu ke-30

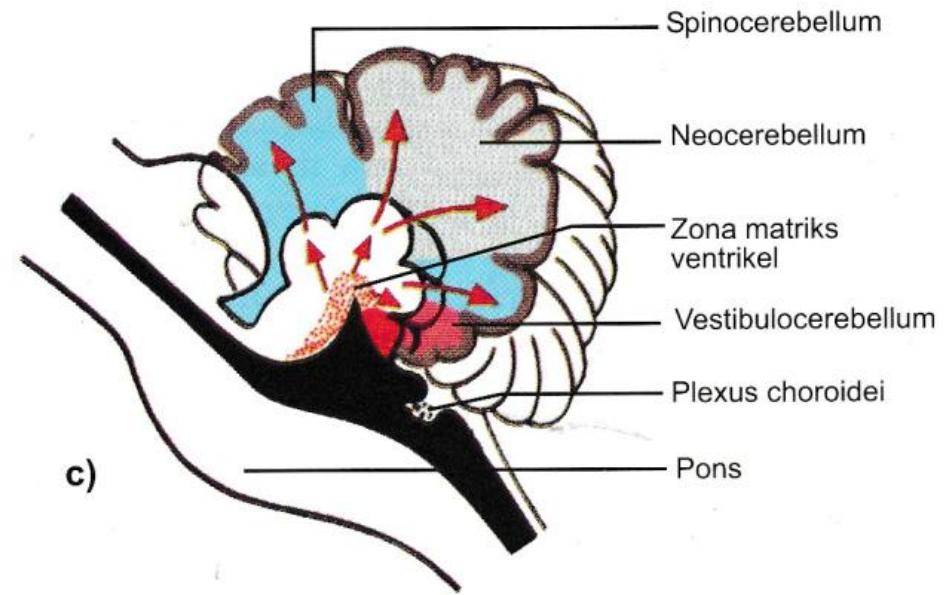


Minggu ke-38



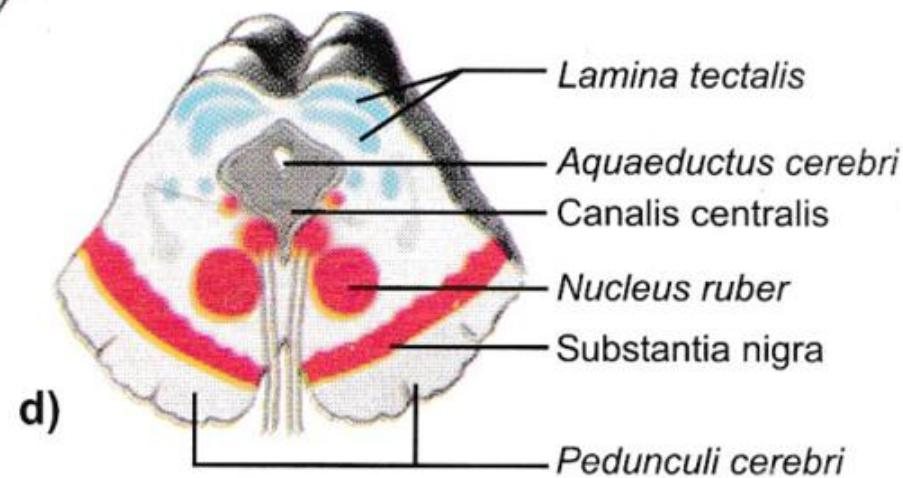
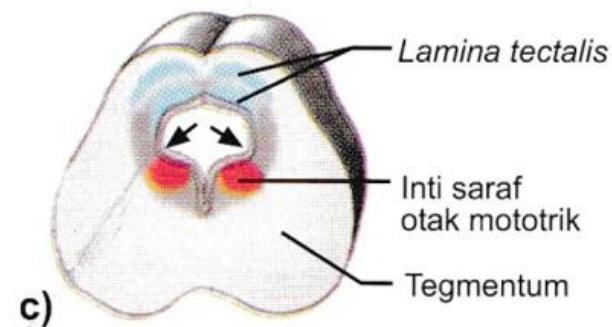
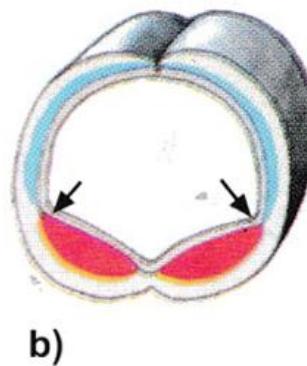
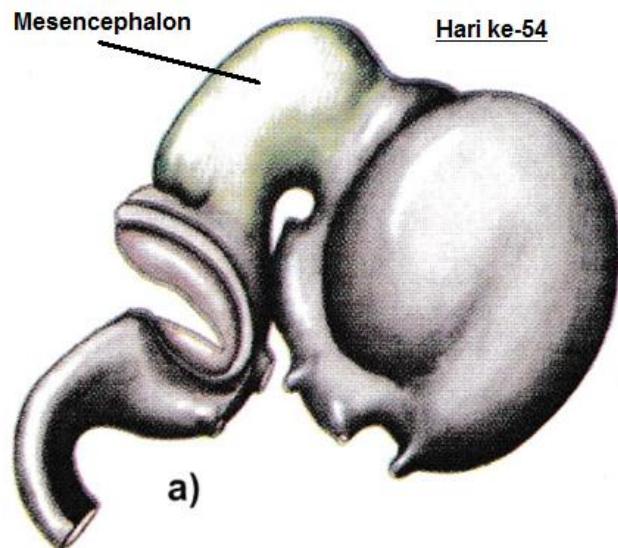


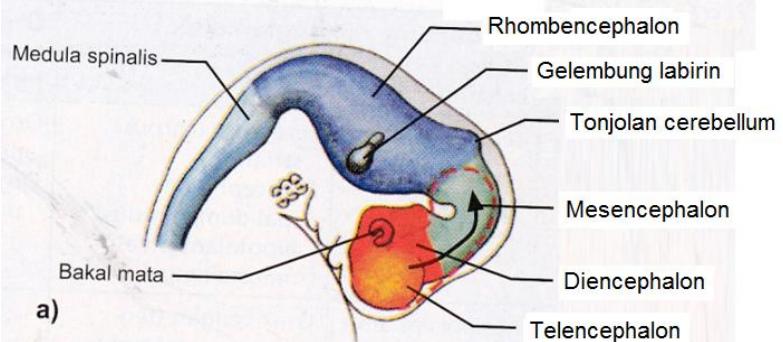
EMBRIOLOGI CEREBELLUM



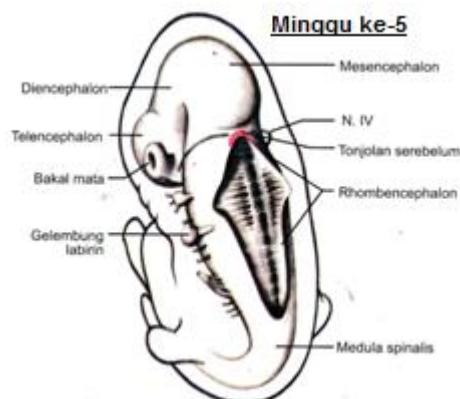
Mesencephalon (midbrain)

- Dibagi atas bagian dorsal dan ventral pada tingkat aquaductus cerebri

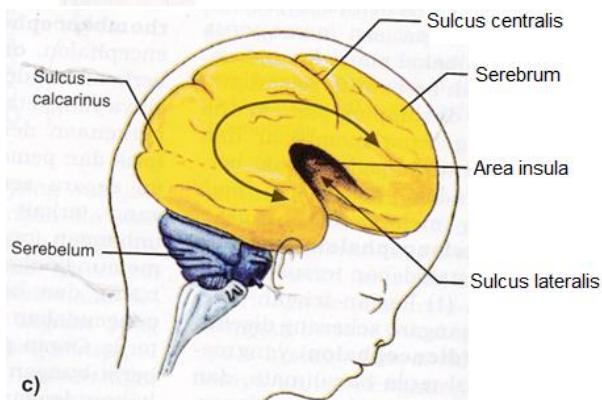




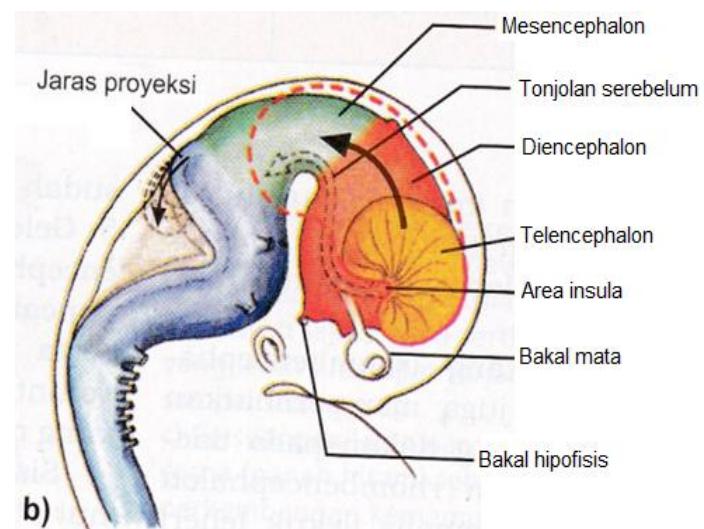
a)



Minggu ke-5



c)

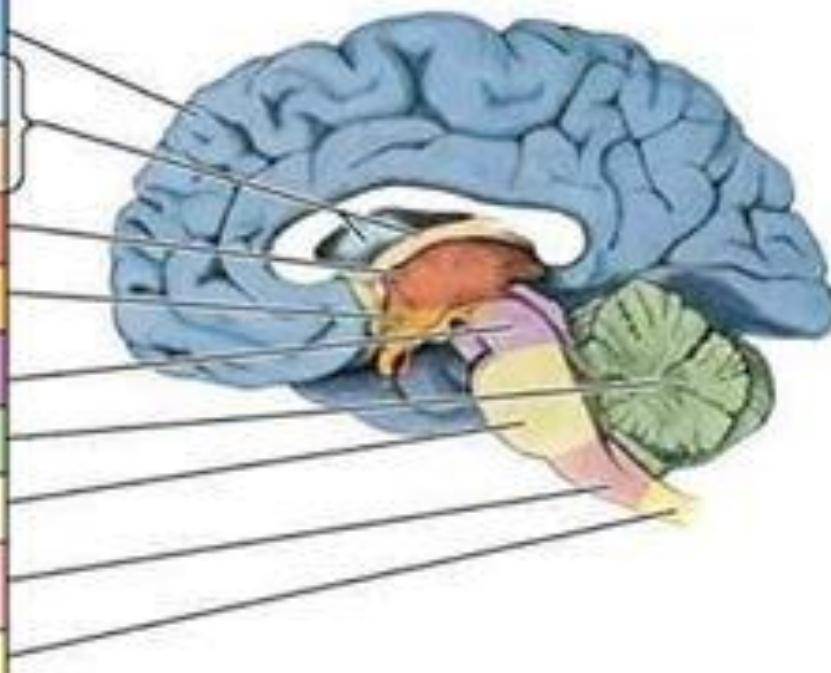
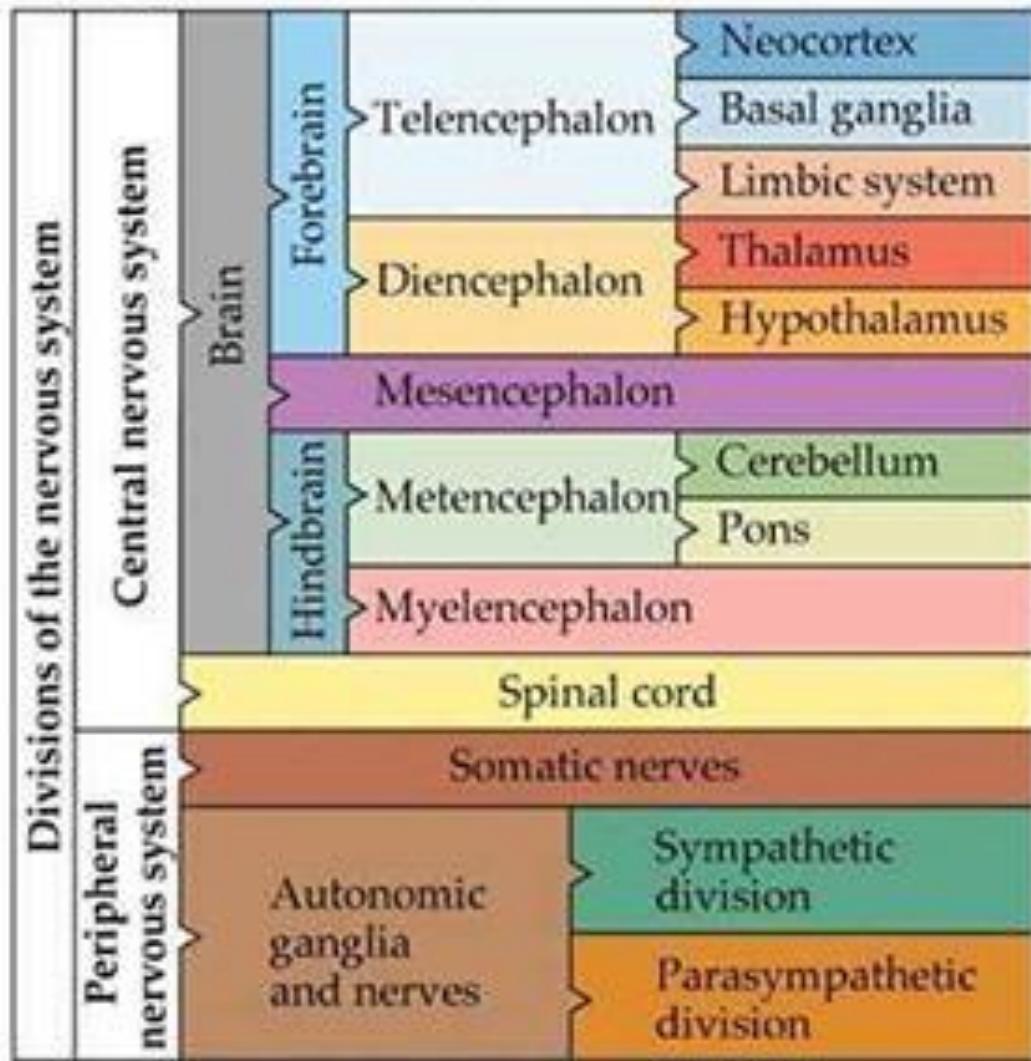


b)

Gelembung Otak Primer	Gelembung Otak Sekunder	Bagian Otak	Organ Panca Indra Terkait	Saraf Terkait
Proencephalon	Telencephalon	Cerebrum (corpus striatum)	Organ penciuman	N. I
	Diencephalon	Diencephalon (Pallidum, thalamus, hipothalamus, metathalamus)	Organ penglihatan	N. II
Mesencephalon	Mesencephalon	Otak tengah (tectum, tegmentum)		N. III N. IV
Rhombencephalon	Metencephalon	Cerebellum, pons	Organ labirin	N. V - XII
	Myelencephalon	Medulla oblongata	Organ pendengaran	

Organization of the adult human brain

Adult brain



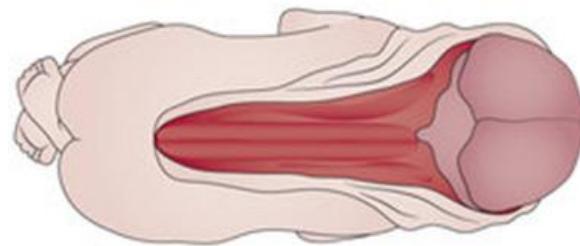
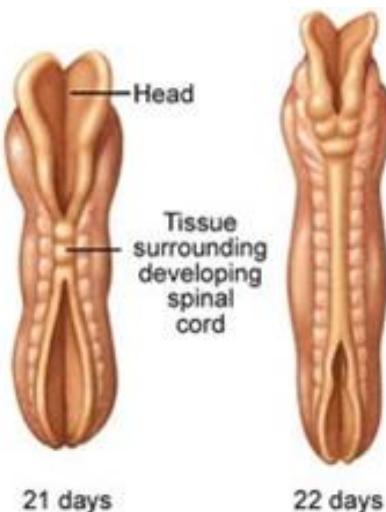
Cacat kraniofasial

- **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*

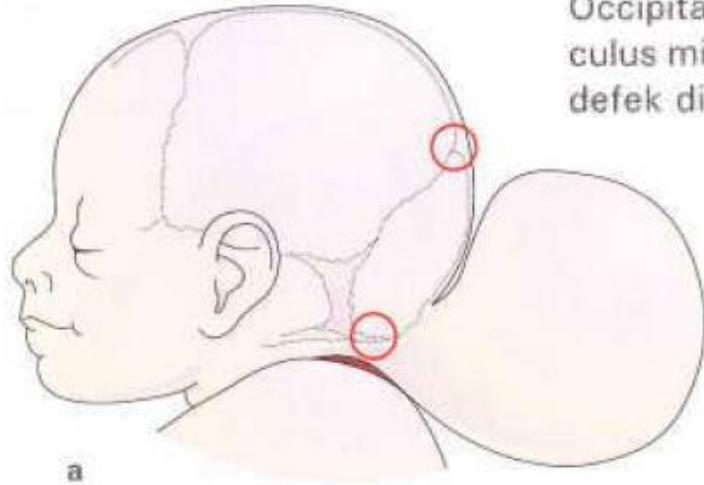


Craniorachischisis
Completely open brain
and spinal cord

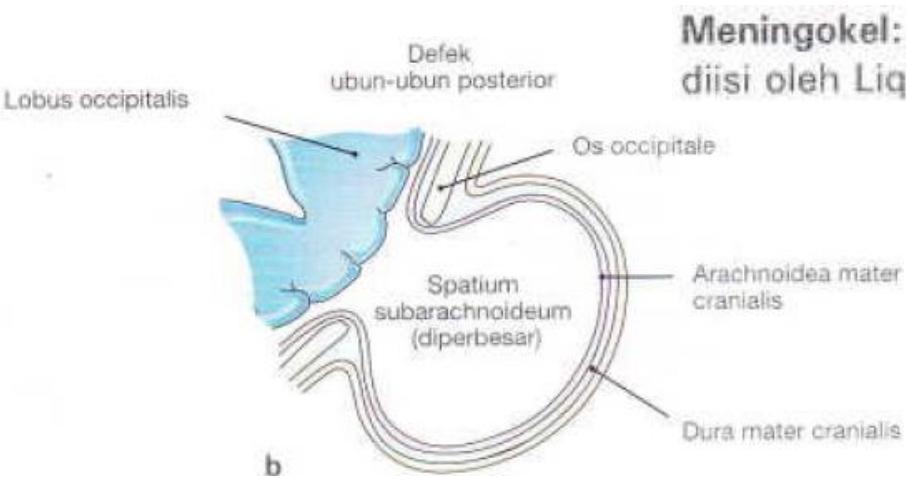


Anencephaly
Open brain and lack
of skull vault

Kepala neonatus dengan herniasi yang begitu besar di area Occipital. Lingkaran merah yang atas menandakan defek di Fonticulus minor, sementara lingkaran merah yang bawah menandakan defek di area Foramen magnum.



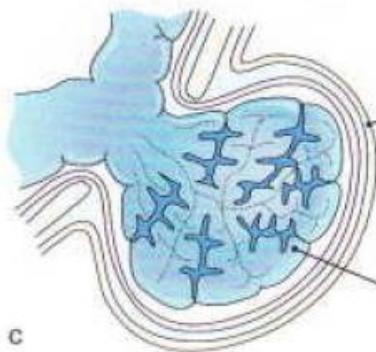
a



b

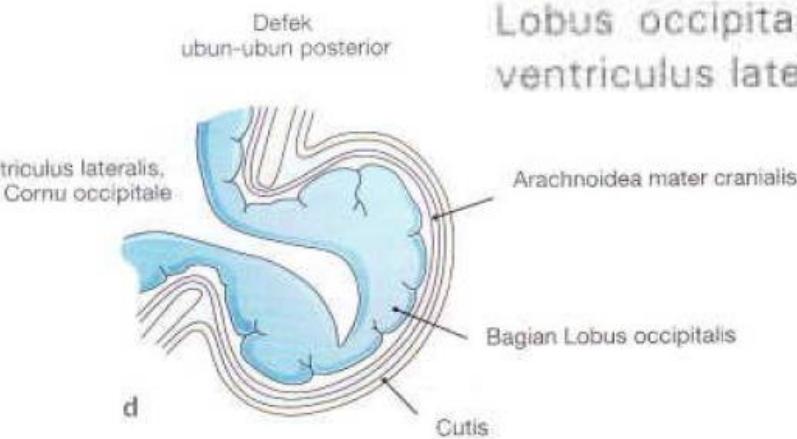
Meningokel: kantong hernia dibentuk oleh kulit dan Meninges dan diisi oleh Liquor cerebrospinalis.

Defek kranium di daerah
Foramen magnum



Meningoensefalokel: kantong hernia terdiri atas bagian Cerebellum yang mengalami prolaps dan ditutupi oleh Meninges dan kulit.

Defek
ubun-ubun posterior



Meningohidroensefalokel: kantong hernia terdiri atas bagian Lobus occipitalis yang mengalami prolaps dan Cornu posterior ventriculus lateralis.



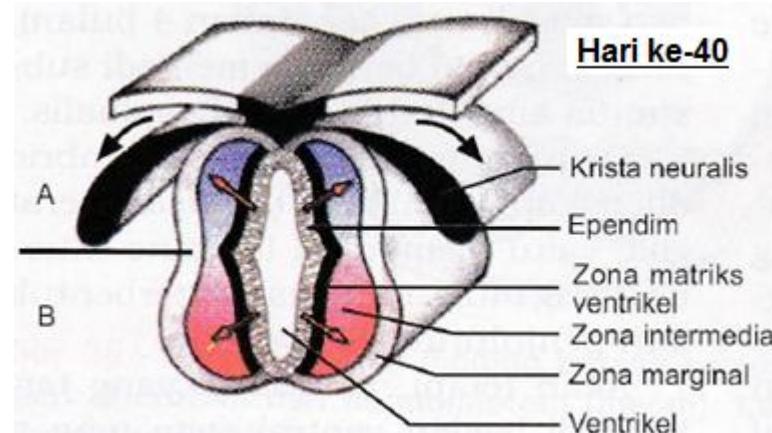
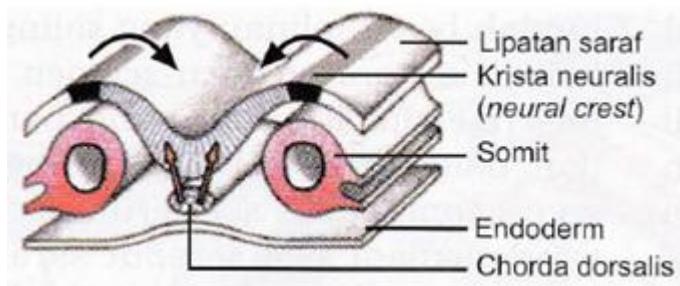
Embriologi

MEDULLA SPINALIS

Lapisan Neuroepitel, Mantel, dan Marginal

Dinding tabung saraf yang baru tertutup terdiri dari sel **neuroepitel**. Sel-sel ini terdapat di seluruh ketebalan dinding dan membentuk suatu epitel bertingkat semu yang tebal.

Sel ini dihubungkan oleh kompleks taut di lumen. Selama stadium alur saraf (*neural groove*) dan segera setelah penutupan tabung saraf, sel-sel ini membelah dengan cepat, menghasilkan sel neuroepitel yang semakin banyak. Secara keseluruhan, sel-sel ini membentuk **lapisan neuroepitel** atau **neuroepitium**.



Setelah tabung saraf tertutup, sel neuroepitel mulai menghasilkan jenis sel lain yang ditandai oleh nukleus besar bulat dengan nukleoplasma pucat dan nukleolus berwarna gelap. Ini adalah sel saraf primitif, atau **neuroblas**.

Sel ini membentuk lapisan mantel (**mantle layer**), suatu zona di sekitar lapisan neuroepitel.

Lapisan mantel kemudian membentuk **substansia grisea korda spinalis**.

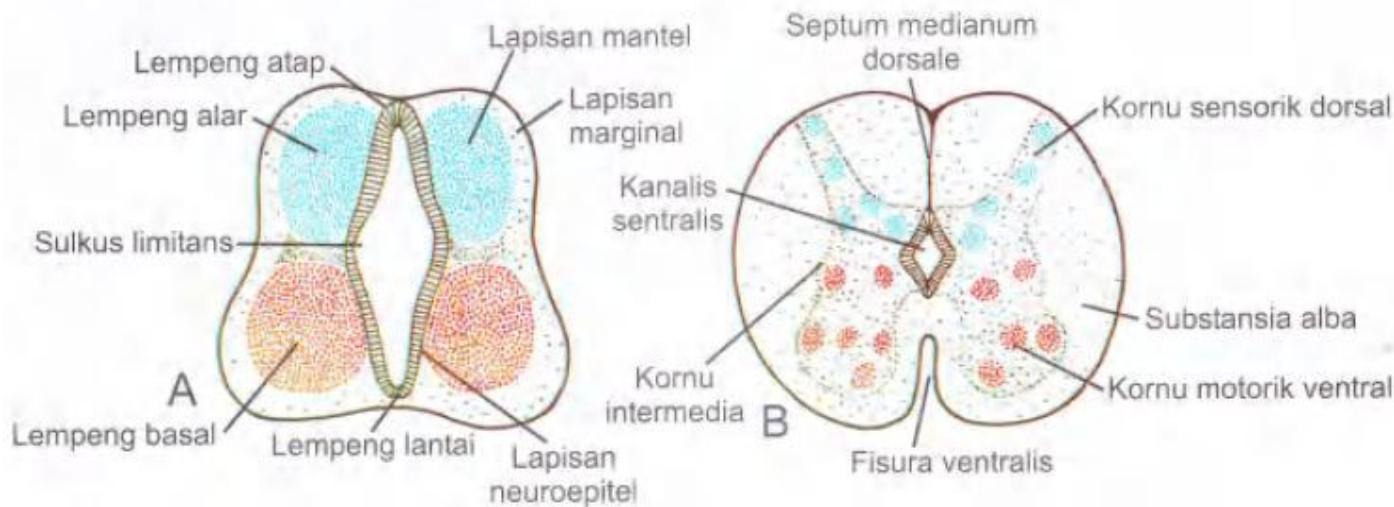
Lapisan paling luar korda spinalis, **lapisan marginal**, mengandung serabut-serabut saraf yang keluar dari neuroblas di lapisan mantel. Akibat mielinasi serabut saraf, lapisan ini tampak putih sehingga disebut **substansia alba korda spinalis**.

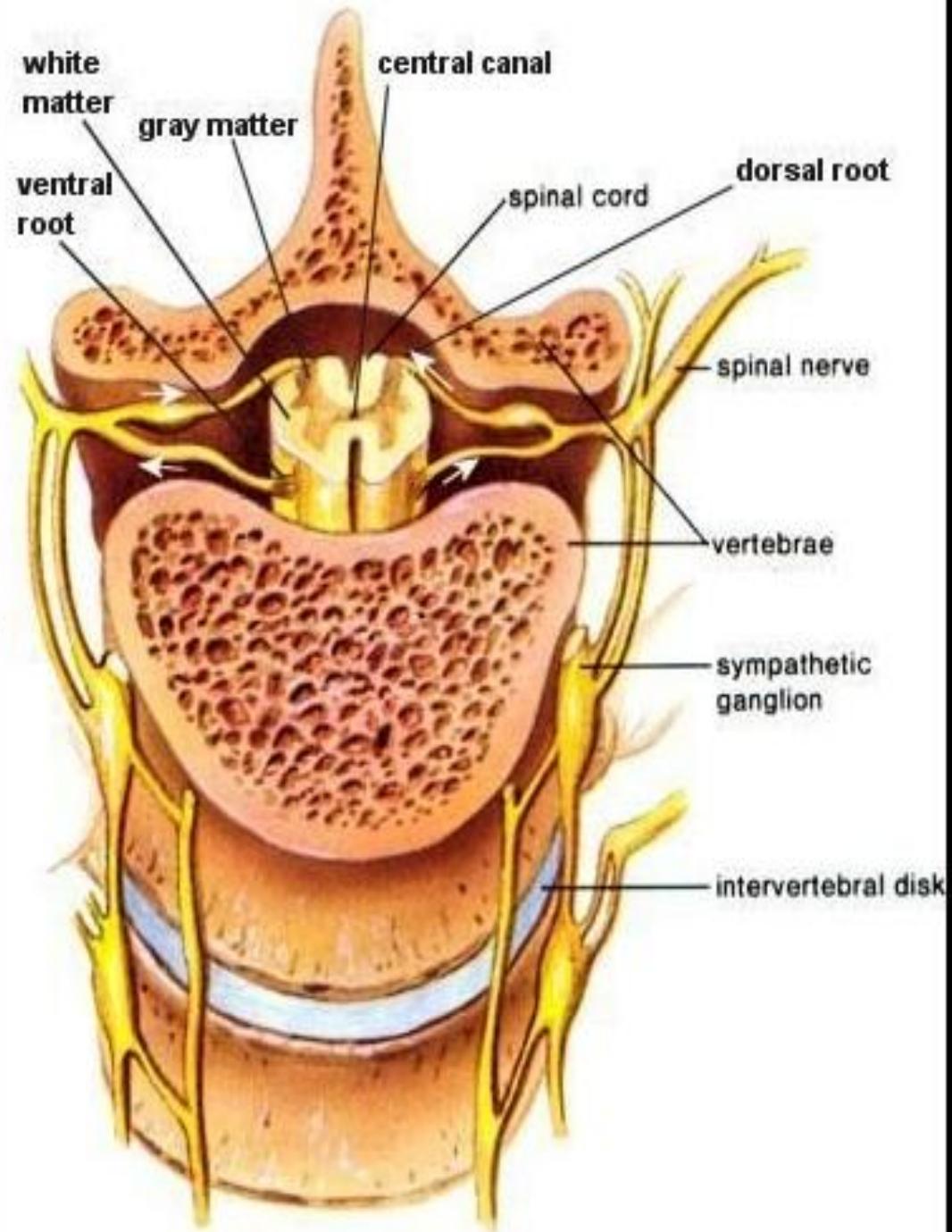
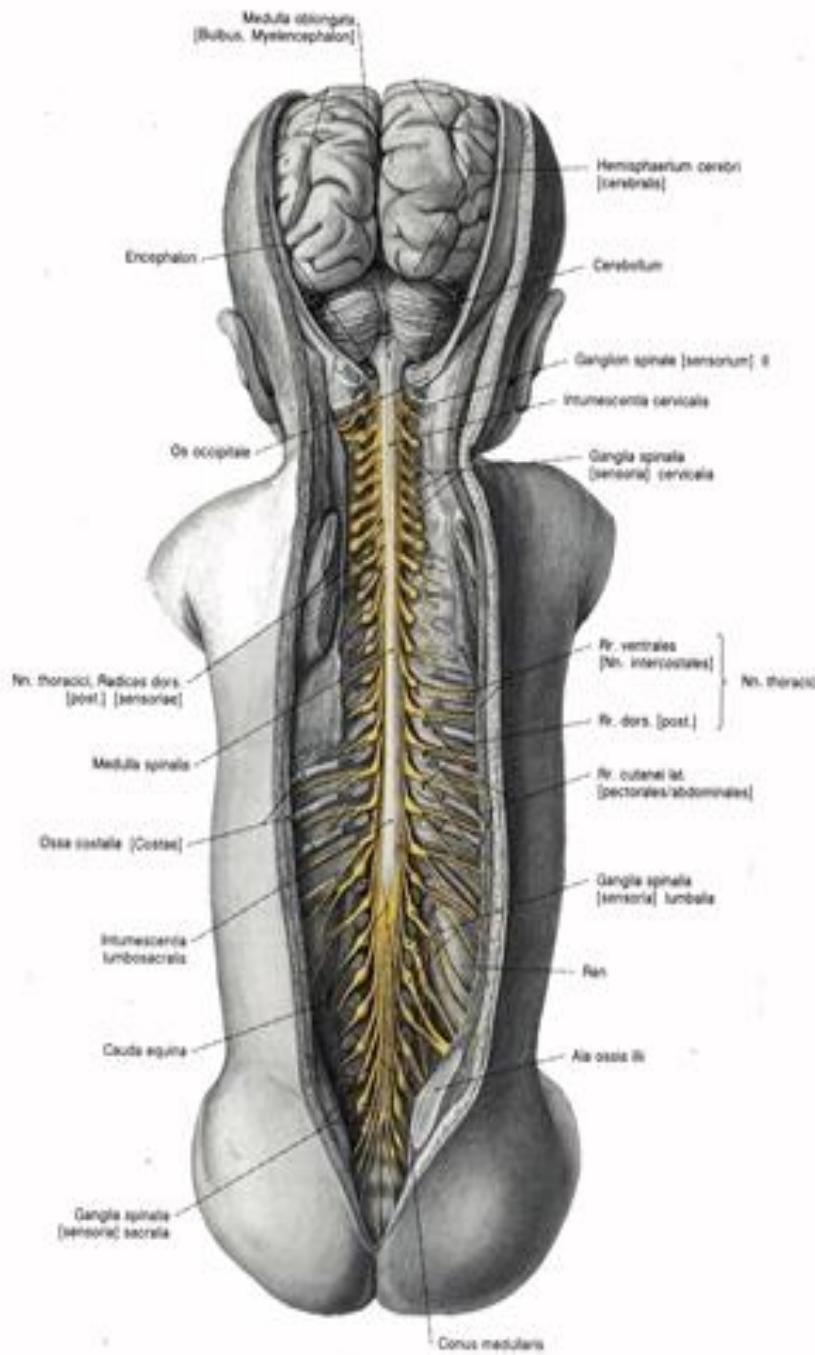
Lempeng Basal, Alar, Atap, dan Lantai

Akibat penambahan neuroblas terus menerus ke lapisan mantel, masing-masing sisi tabung saraf memperlihatkan penebalan ventral dan dorsal. Penebalan ventral, **lempeng basal** yang mengandung sel-sel kornu motorik ventral, membentuk area motorik korda spinalis; penebalan dorsal, **lempeng alar**, membentuk **area sensorik**.

Sebuah alur longitudinal, **sulkus limitans**, menandai batas antara keduanya. Bagian garis tengah dorsal dan ventral dari tabung saraf yang masing-masing dikenal sebagai **lempeng atap** dan **lantai**, tidak mengandung neuroblas; keduanya terutama berfungsi sebagai jalur untuk serabut saraf yang melintas dari satu sisi ke sisi lain.

Selain kornu motorik ventral dan kornu sensorik dorsal, sekelompok neuron berkumpul di antara dua area tersebut dan membentuk **kornu intermediat** kecil (mengandung neuron simpatis saraf otonom, hanya terdapat di level torakal (T1-T12) dan lumbal atas (L2 atau L3) korda spinalis.)





Cacat Vertebra

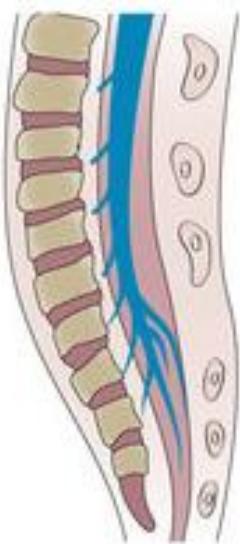
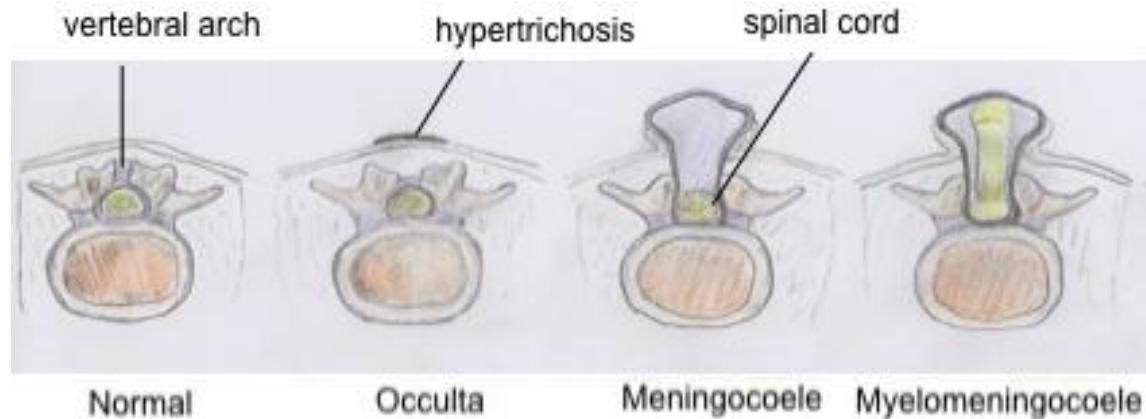
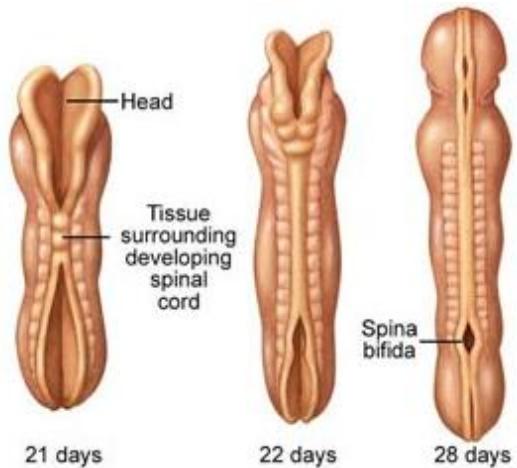
- **Spina bifida (*cleft vertebra*)**

1. **Spina bifida okulta**

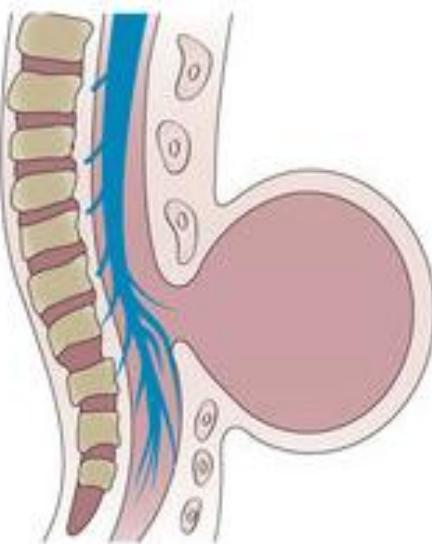
cacat tulang tertutup kulit, defisit neurologis (-)

2. **Spina bifida sistika (*myelomeningocele*)**

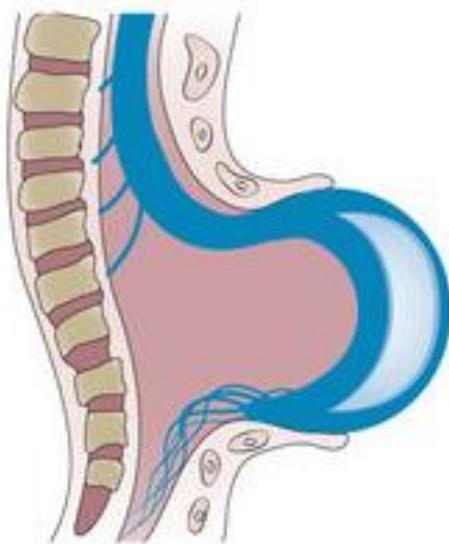
neuroporus posterior gagal tertutup, arkus vertebra (-), jaringan saraf terpajan lingkungan, defisit neurologis (+)



Spina bifida occulta



Meningocele



Myelomeningocele

