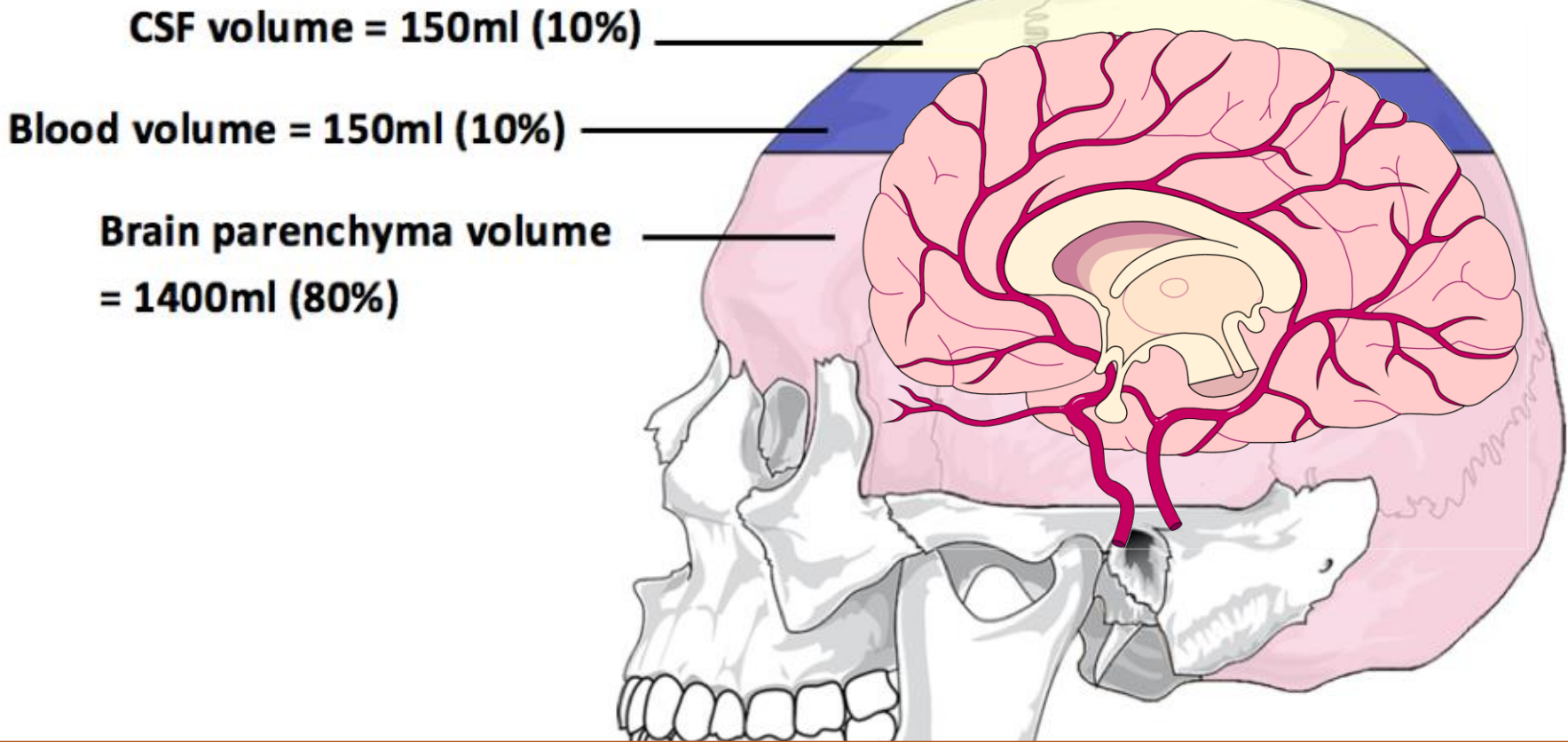




# Aplikasi Neuroanatomi dalam Penanganan Kasus NEUROMERGENCY

*Dr. dr. Rahadian Indarto Susilo, Sp.BS (K)*

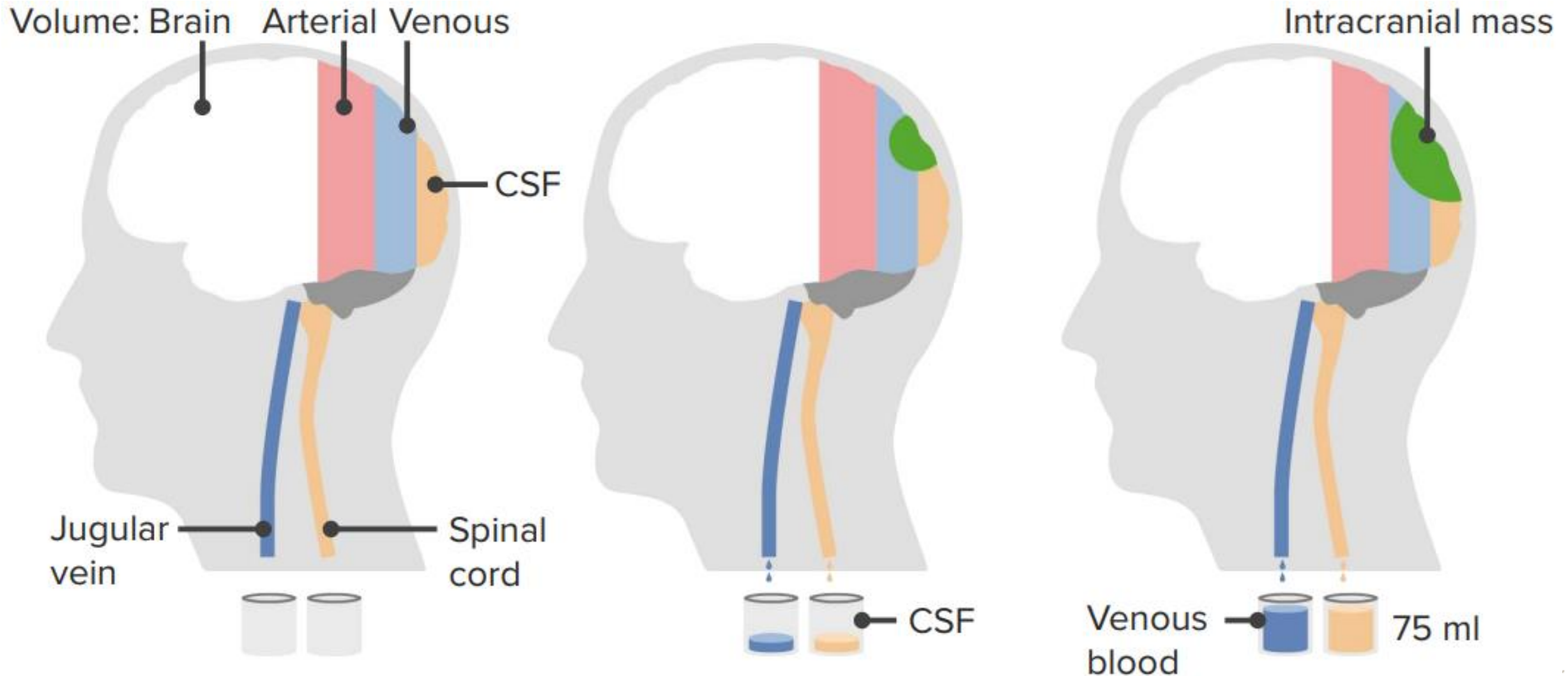


The MONROE KELLIE doctrine

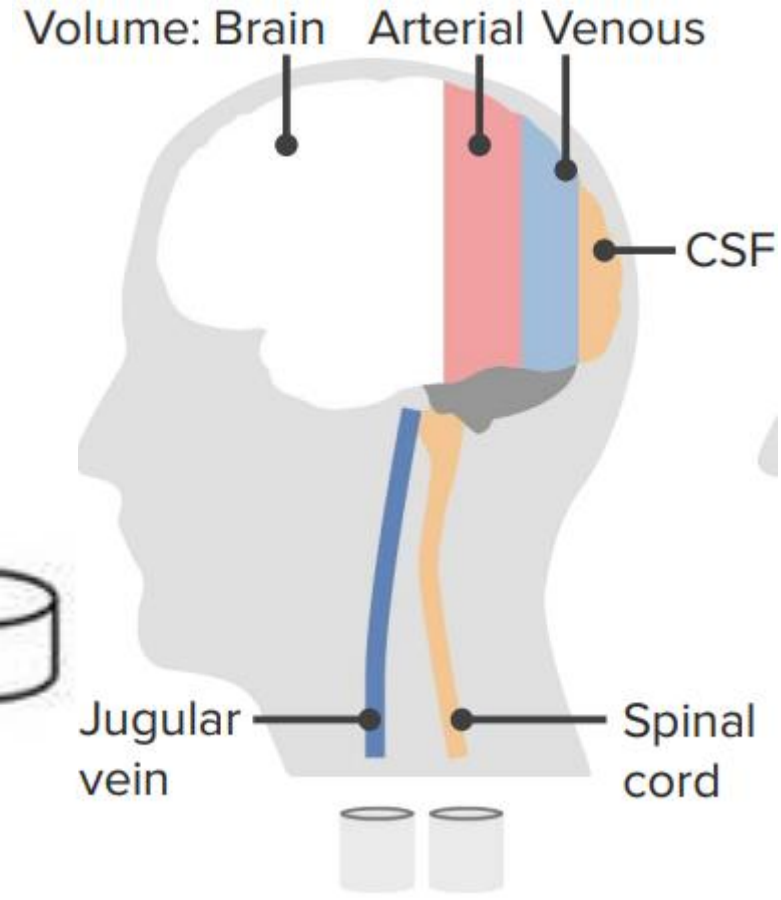
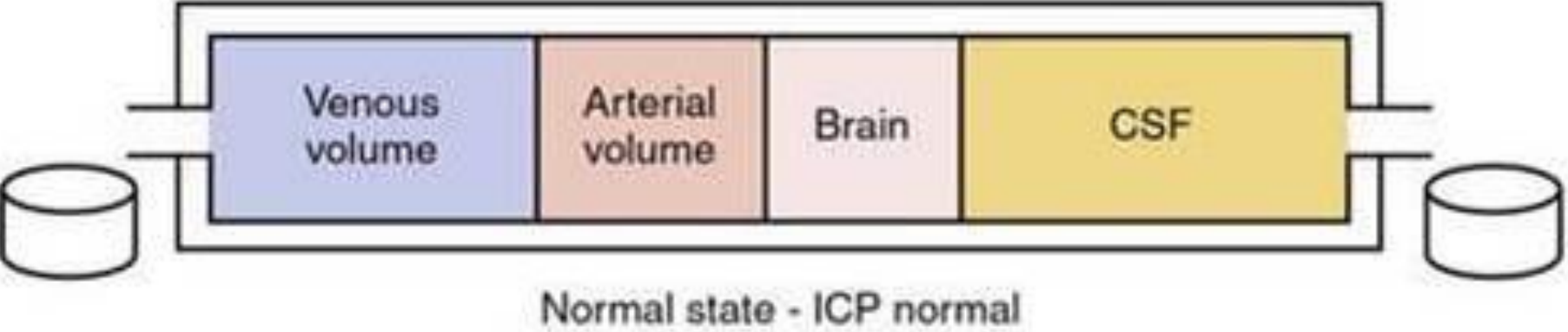
$$\text{Volume} = V_{\text{darah}} + V_{\text{cairan otak}} + V_{\text{jar. otak}} = \text{konstan}$$

“the TOTAL volume of the intracranial contents MUST remain constant”

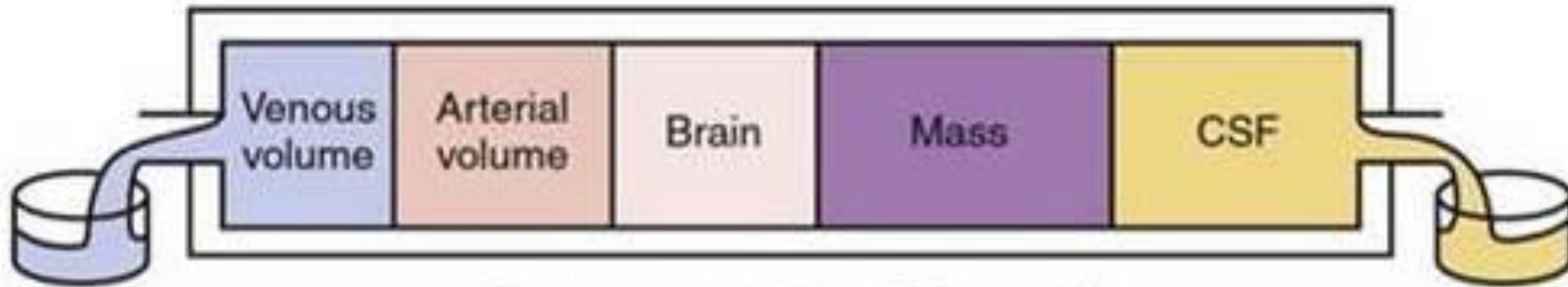
# Mekanisme kompensasi peningkatan TIK



Normal state → ICP normal

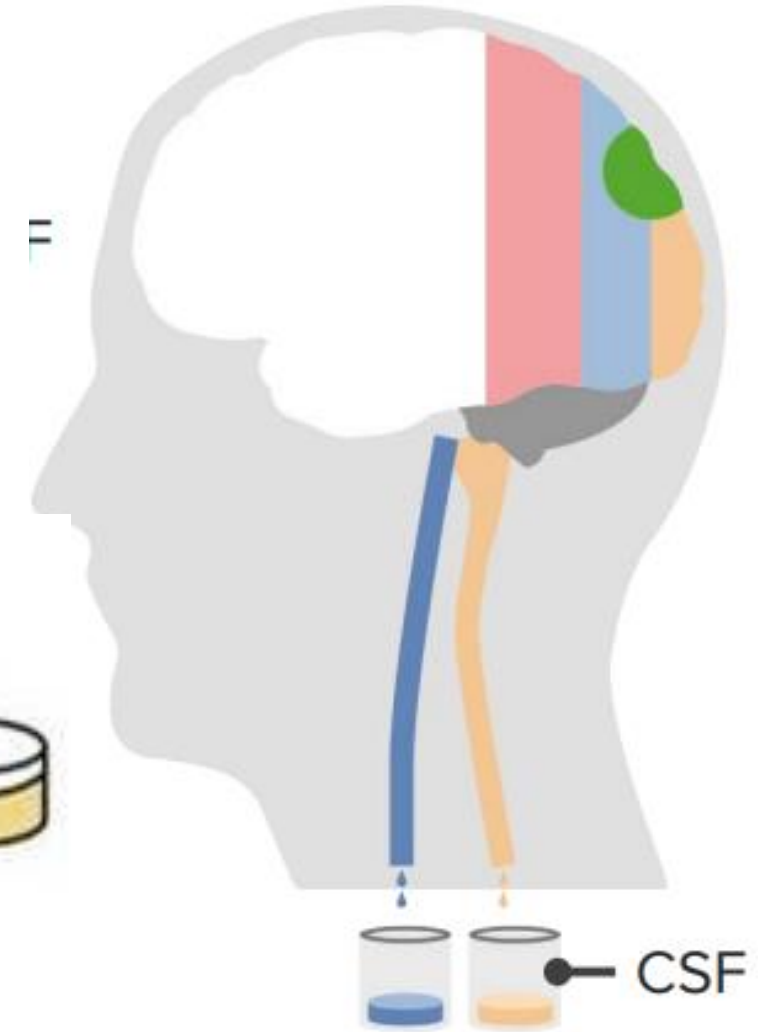


Compensated state →  
ICP normal

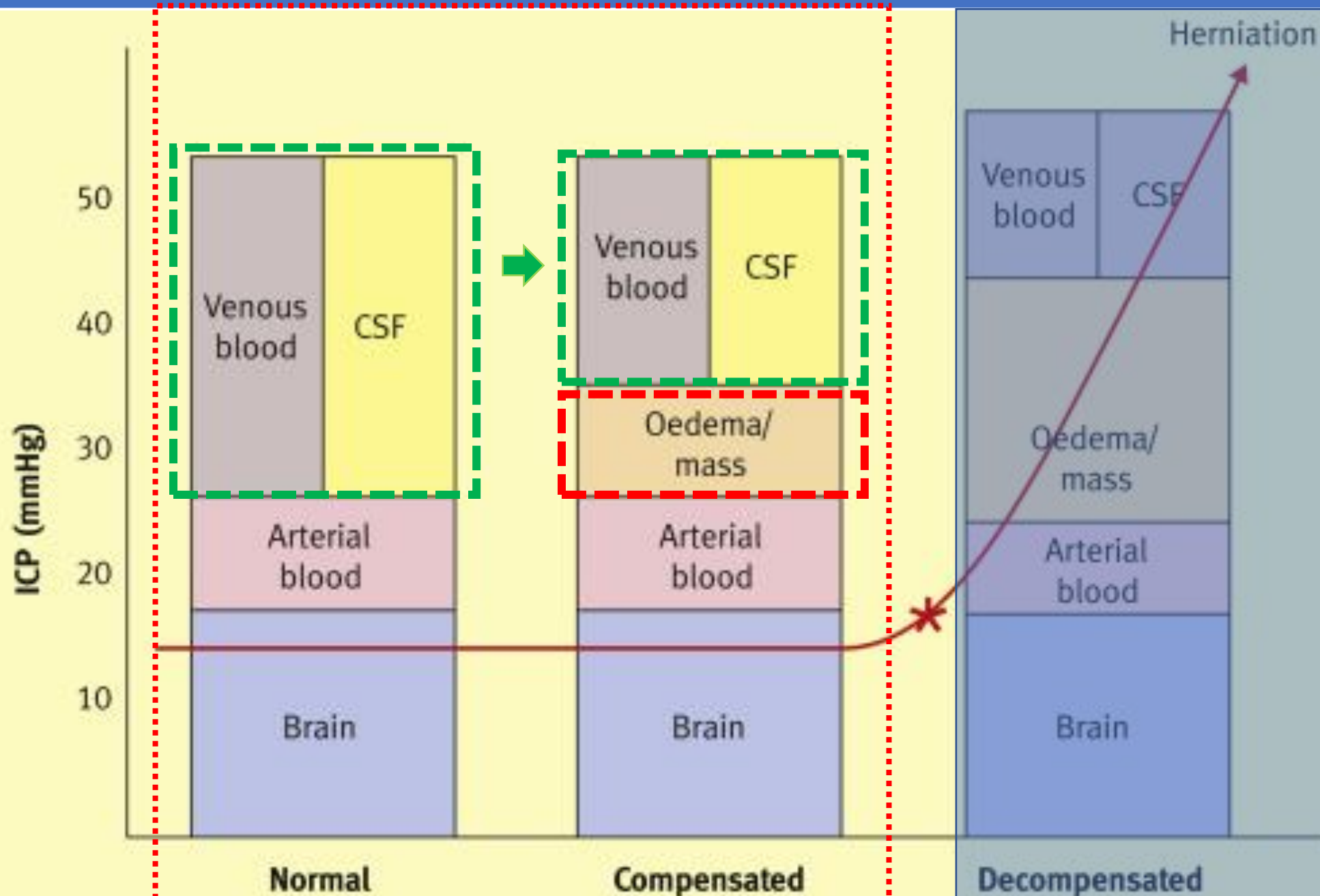


Compensated state - ICP normal

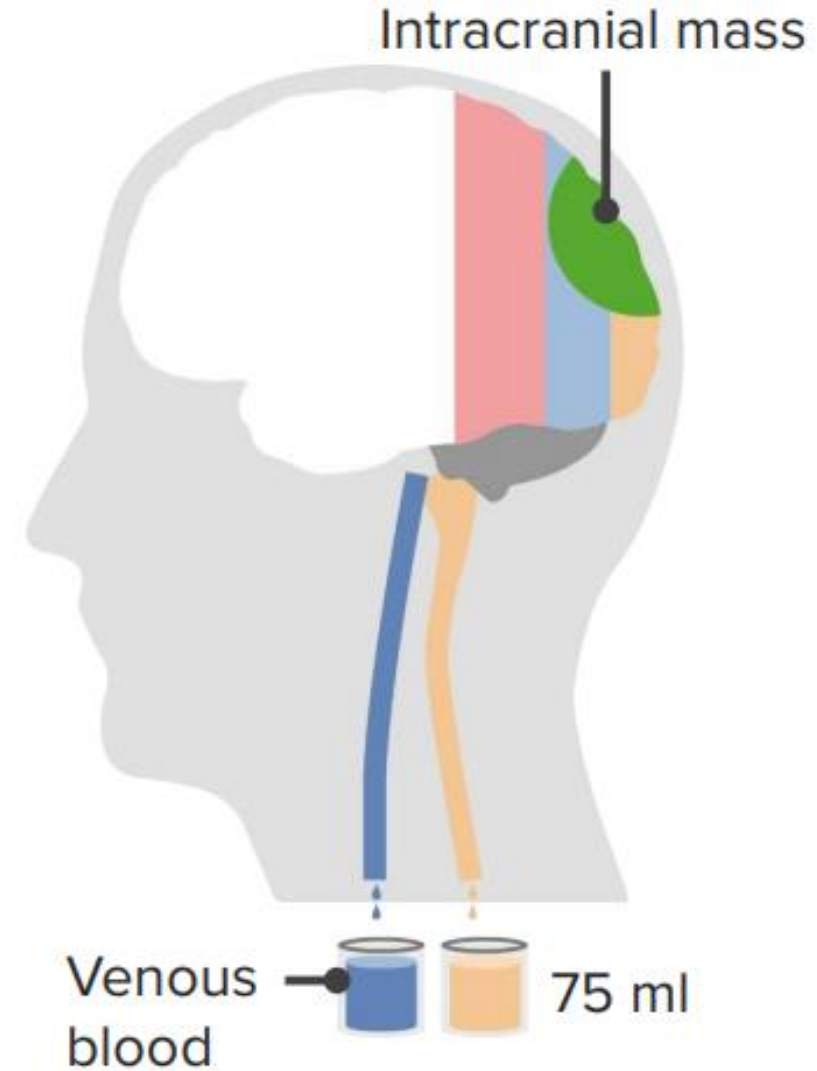
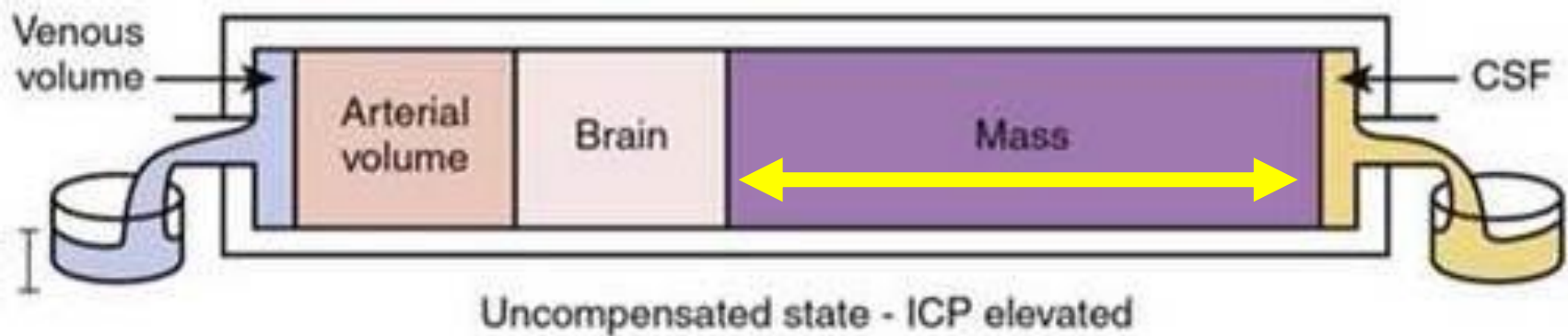
Head up 30°



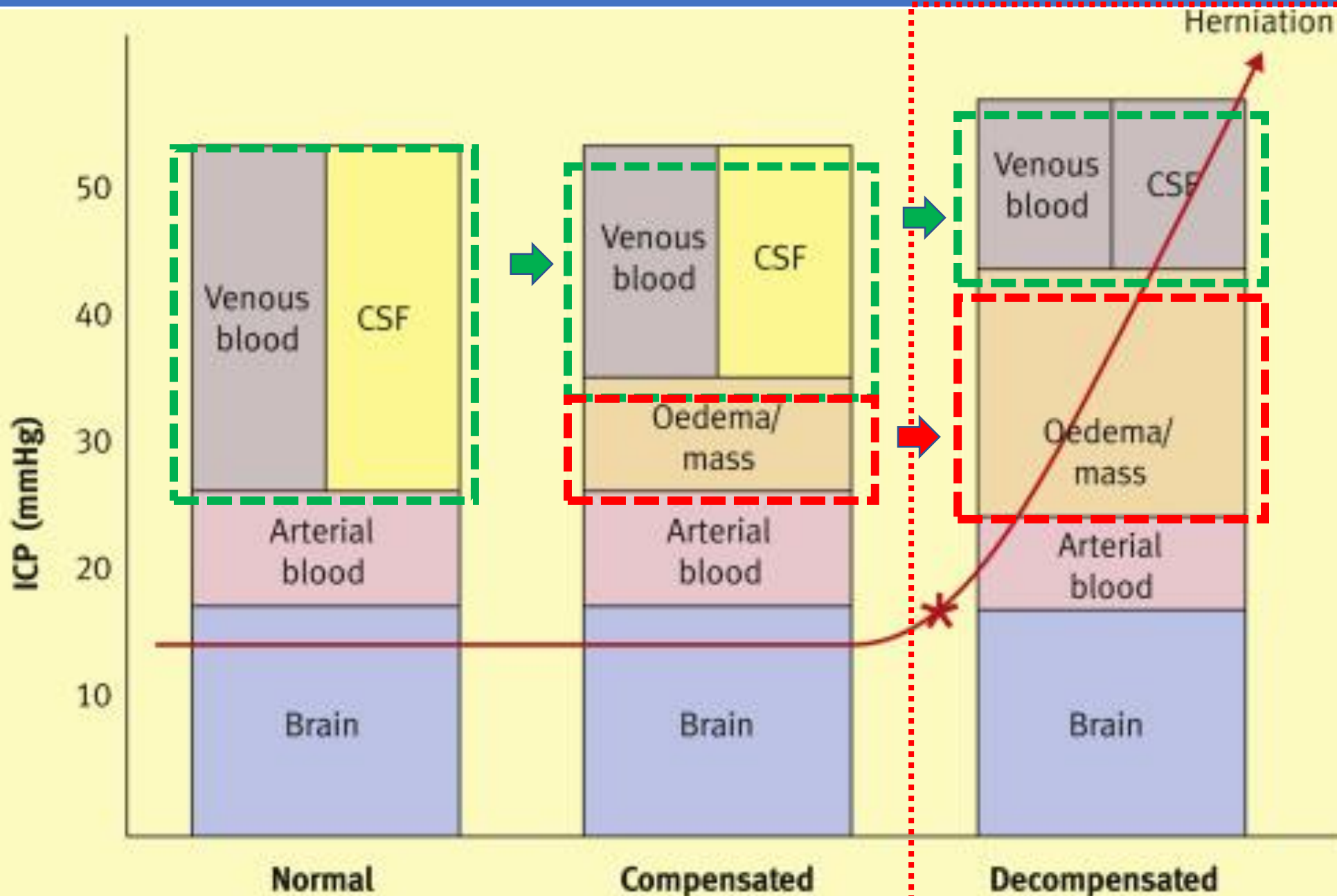
# Fase KOMPENSASI



# Uncompensated state → ICP Elevated



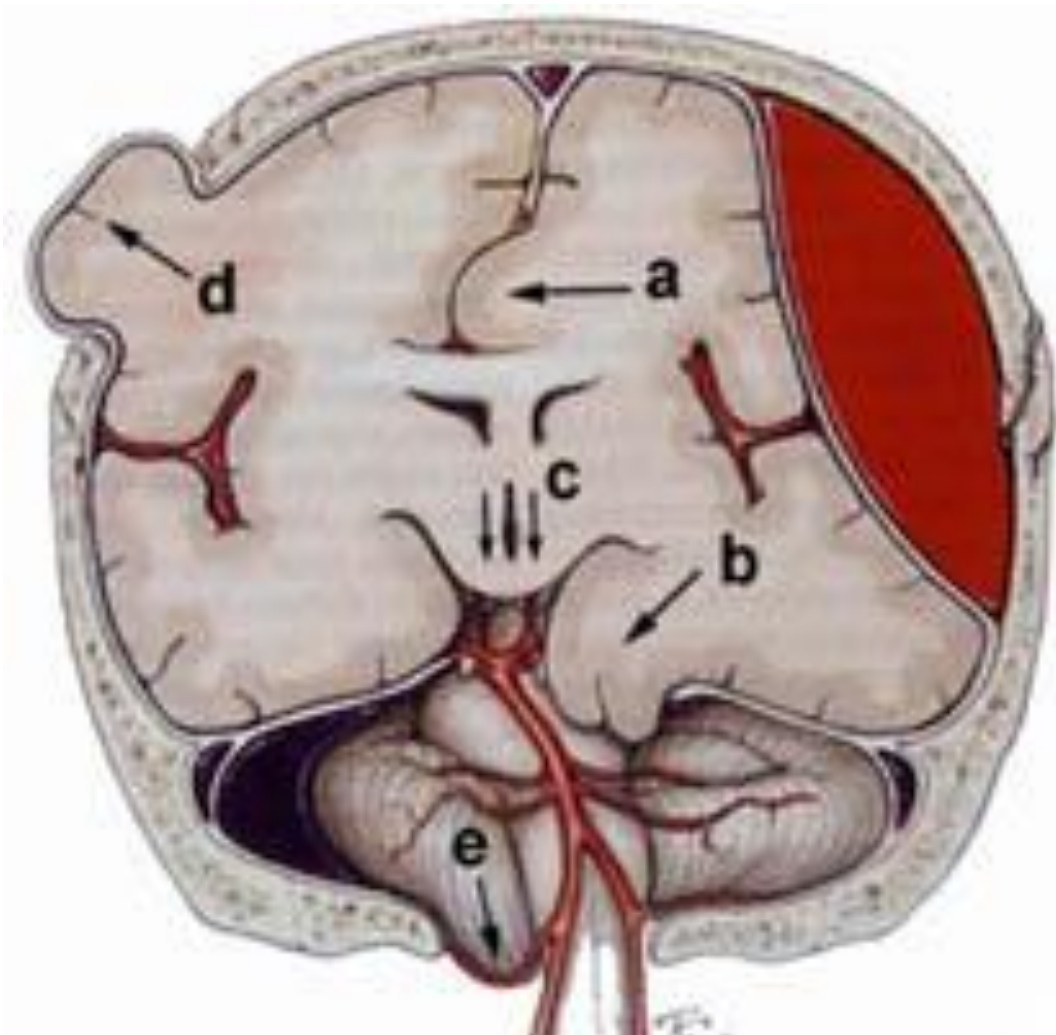
# Fase DEKOMPENSASI



# *ROLE OF INTRACRANIAL PRESSURE*

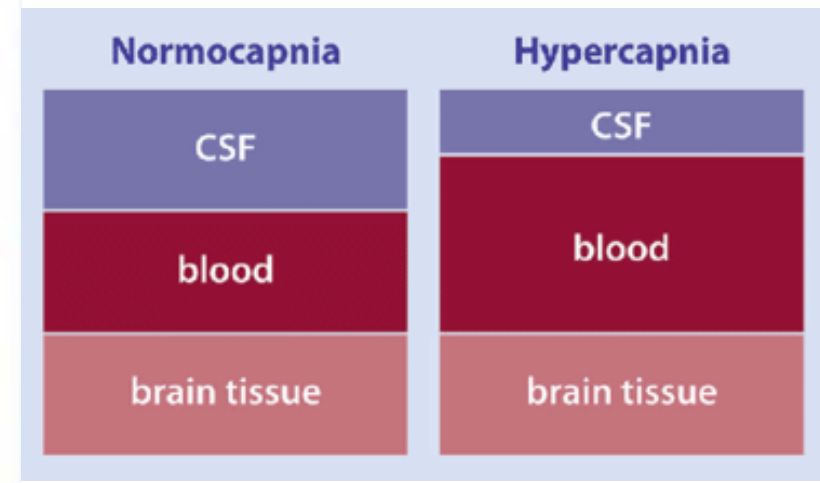
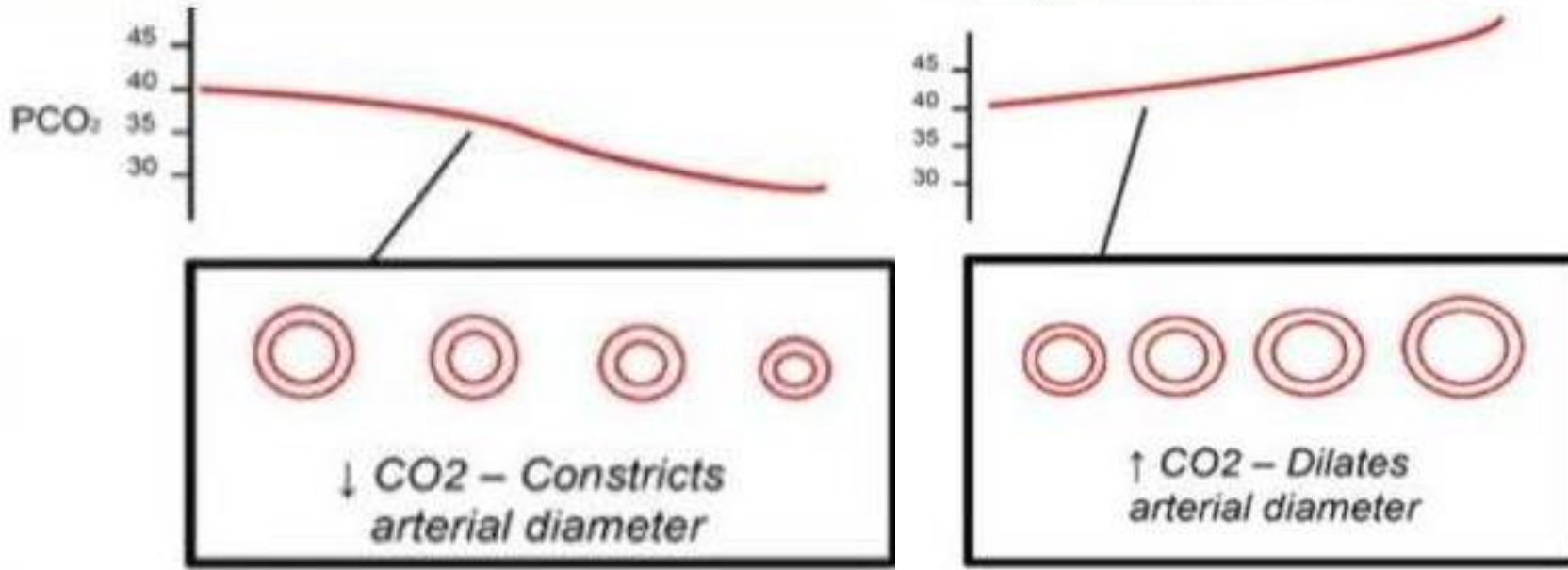
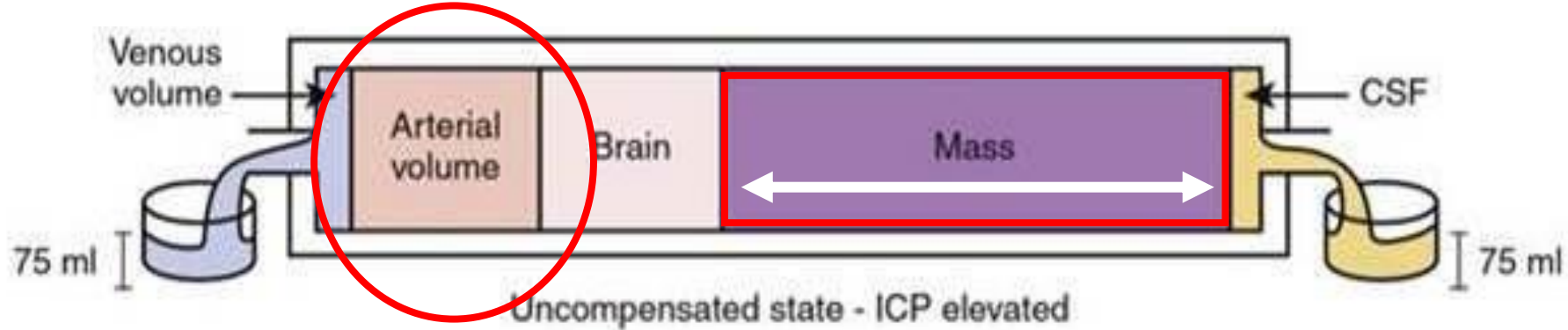
- 10 mmHg - Normal
- > 20mmHg - Abnormal
- > 40mmHg - Severe

**↑ ICP → deteriorates brain function → poor outcome**



Tekanan Intrakranial → Herniasi Otak

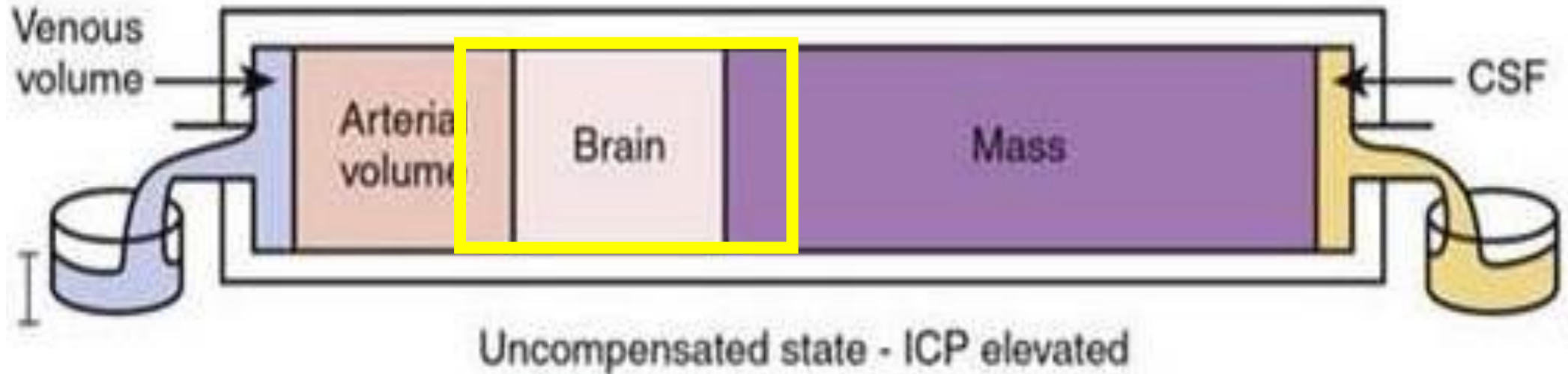
# Arterial Cerebral Blood Volume (CBV)



P CO<sub>2</sub> → **diameter ARTERI**

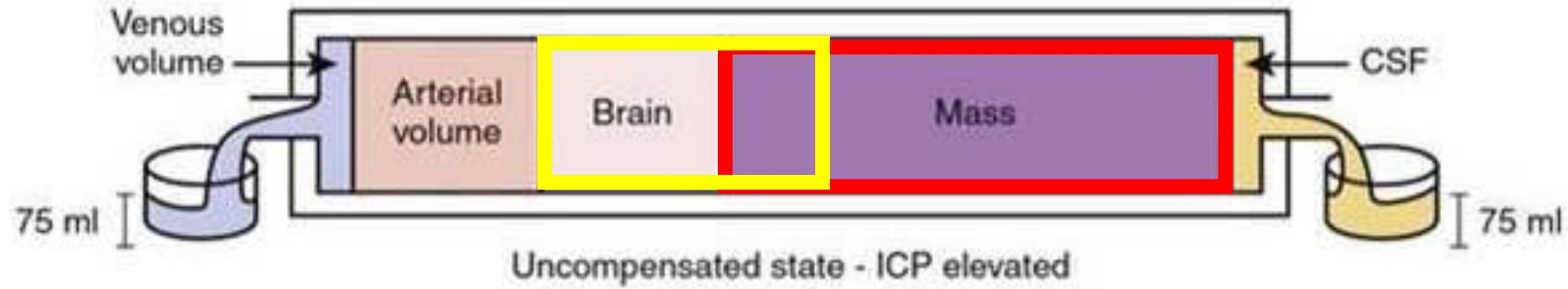
Jaga P CO<sub>2</sub> tetap normal → monitor AIRWAY & BREATHING

# MENGURANGI VOLUME OTAK ???

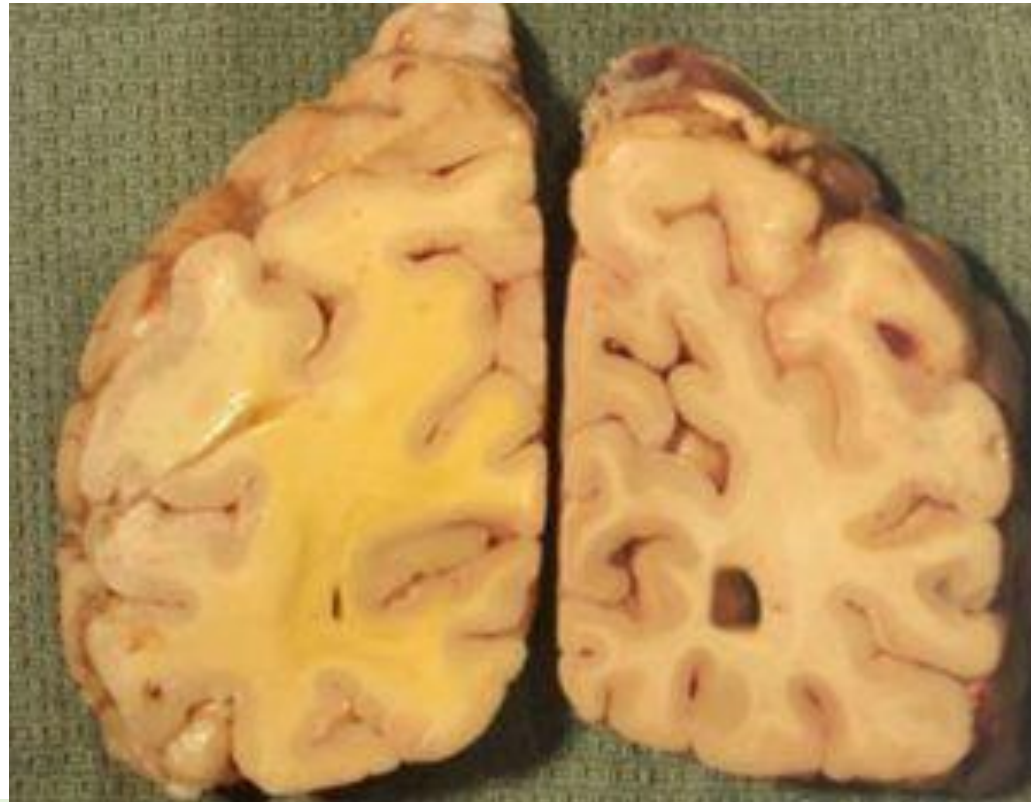


## EFEK MASSA + BRAIN EDEMA

# VOLUME otak



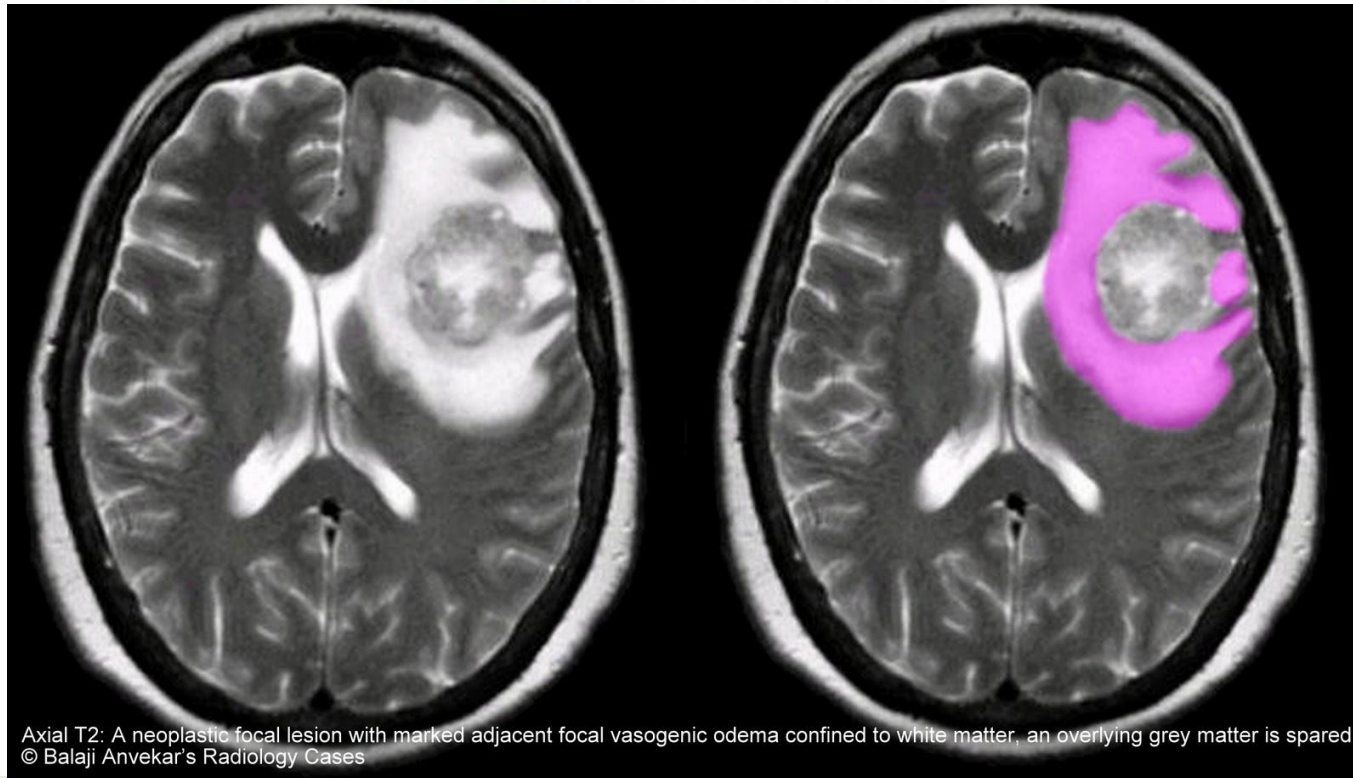
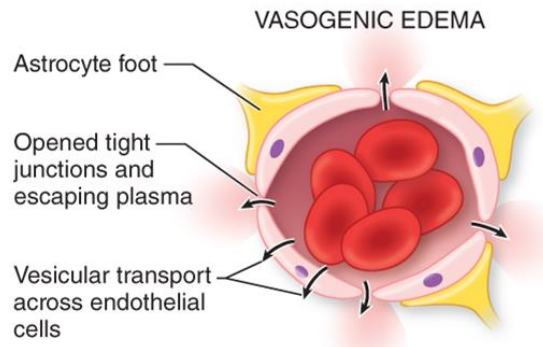
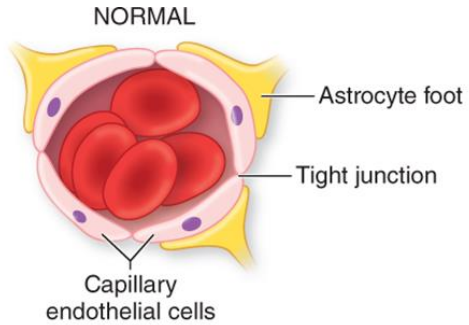
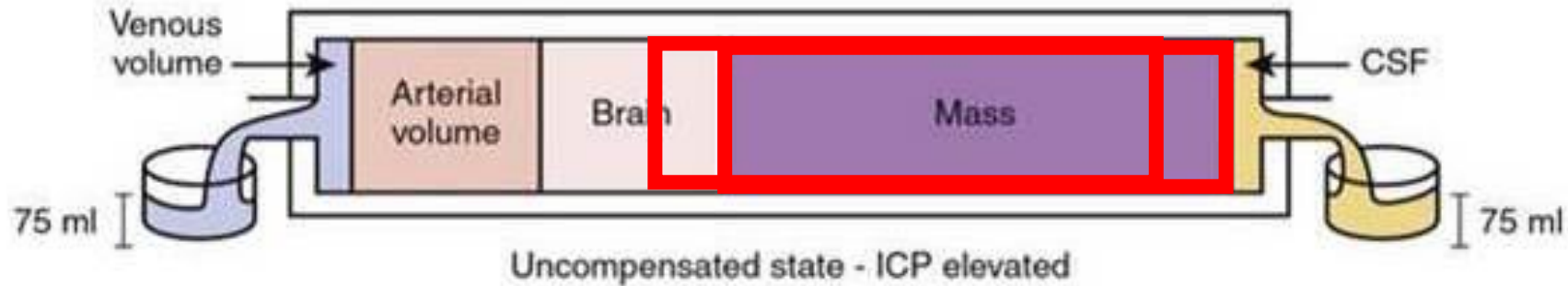
Edema otak



manitol

Hypertonic  
saline:  
NaCl 3%  
totilac

# Tumor dan edema otak



Axial T2: A neoplastic focal lesion with marked adjacent focal vasogenic odema confined to white matter, an overlying grey matter is spared.  
© Balaji Anvekar's Radiology Cases

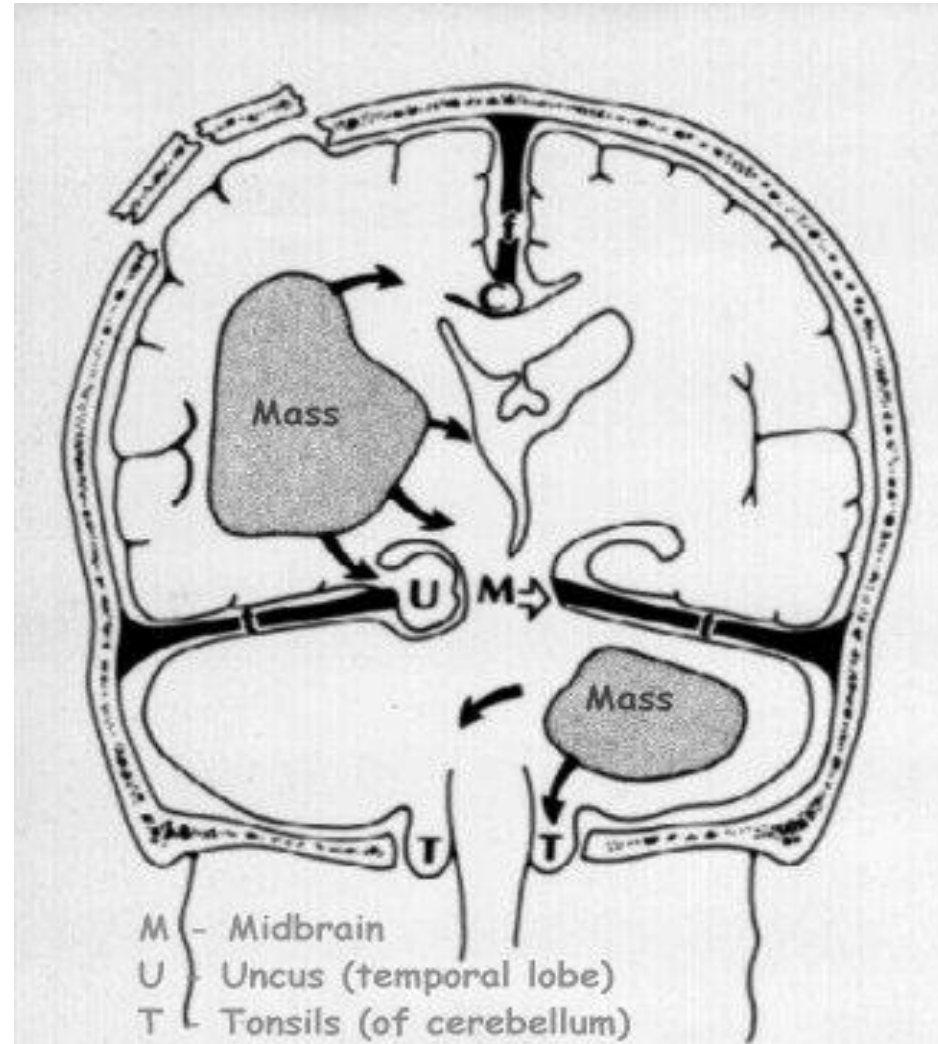
**Steroid :**  
**DEXAMETASON**

**manitol**

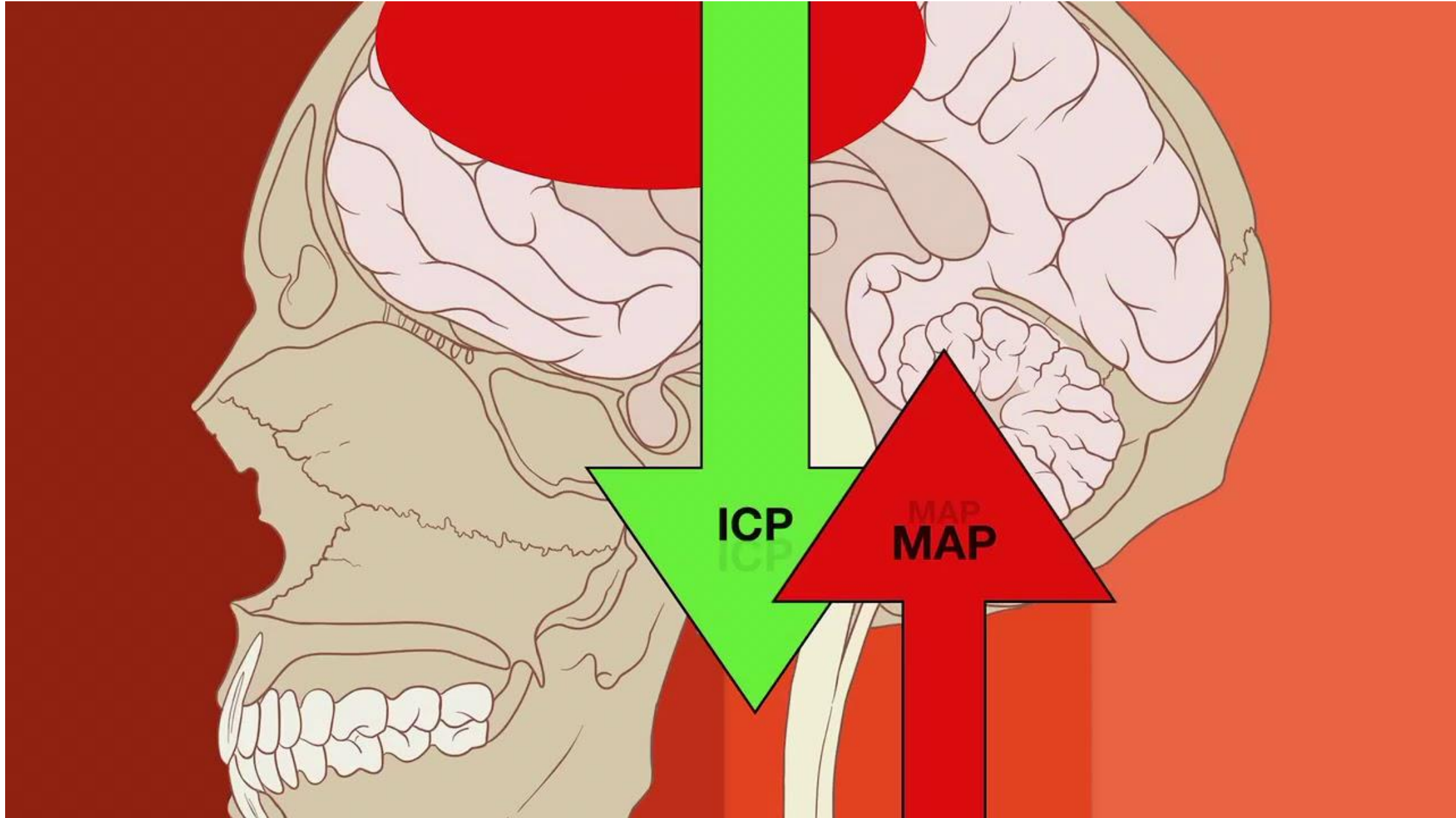
**Hypertonic saline:**  
**NaCl 3%**  
**totilac**

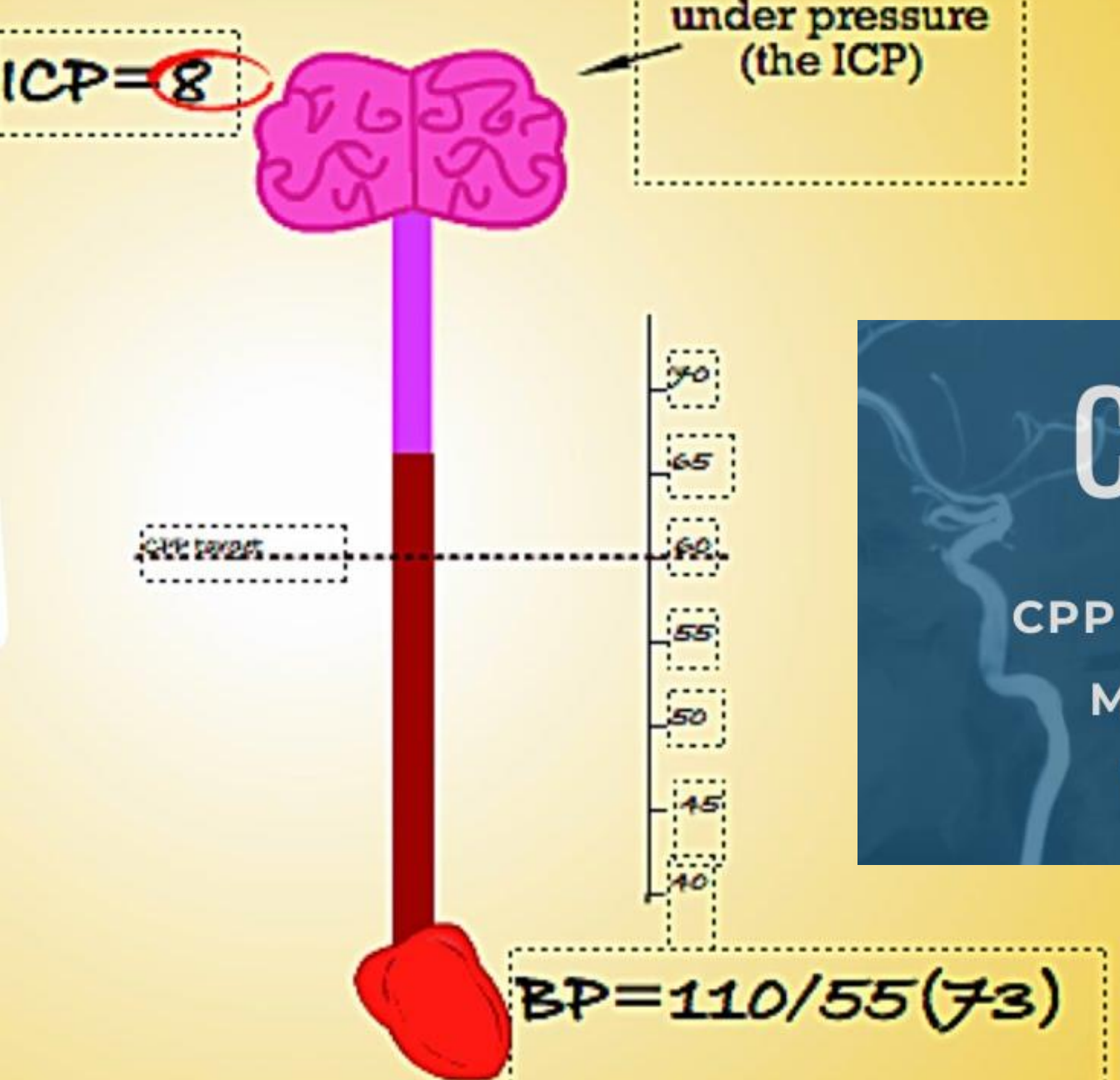
# ICP ↑ ► critical point ► Herniasi

Masuknya salah satu komponen intrakranial ke dalam rongga intrakranial yang lain melalui locus minoris.



# Cerebral Perfusion Pressure





**CPP = MAP - ICP**

CPP = CEREBRAL PERFUSION PRESSURE  
 MAP = MEAN ARTERIAL PRESSURE  
 ICP = INTRACRANIAL PRESSURE

# CEREBRAL PERFUSION PRESSURE

$$\text{CPP} = \text{MAP} - \text{ICP}$$

CEREBRAL PERFUSION PRESSURE = MEAN ARTERIAL PRESSURE - INTRACRANIAL PRESSURE

**Why do we care?**

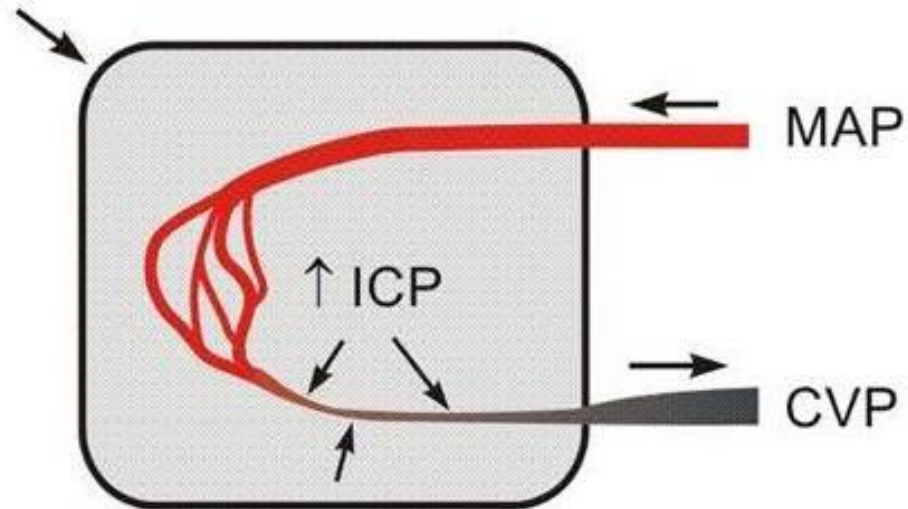
1. Brain survival depends on cerebral blood flow meeting cerebral metabolic requirements
2. Cerebral blood flow depends on Cerebral Perfusion Pressure
3. CPP depends upon ICP

**Normal CPP > 50 mmHg**

# Cerebral Perfusion pressure

$$CPP = MAP - ICP$$

Rigid Cranium



ICP increased by:

- Intracranial bleeding
- cerebral edema
- tumor

Increased ICP:

- collapses veins
- decreases effective CPP
- reduces blood flow

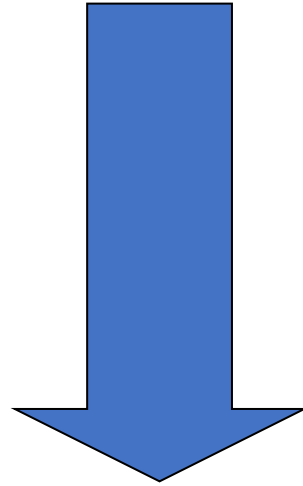
CPP = cerebral perfusion pressure

MAP = mean arterial pressure

ICP = intracranial pressure (normally 0-10 mmHg)

CVP = central venous pressure

$$\text{CPP} = \text{MAP} - \text{ICP}$$



Cedera otak membuat ICP naik

MAP tidak boleh turun  
agar CPP tidak makin turun

# Intracranial Pressure

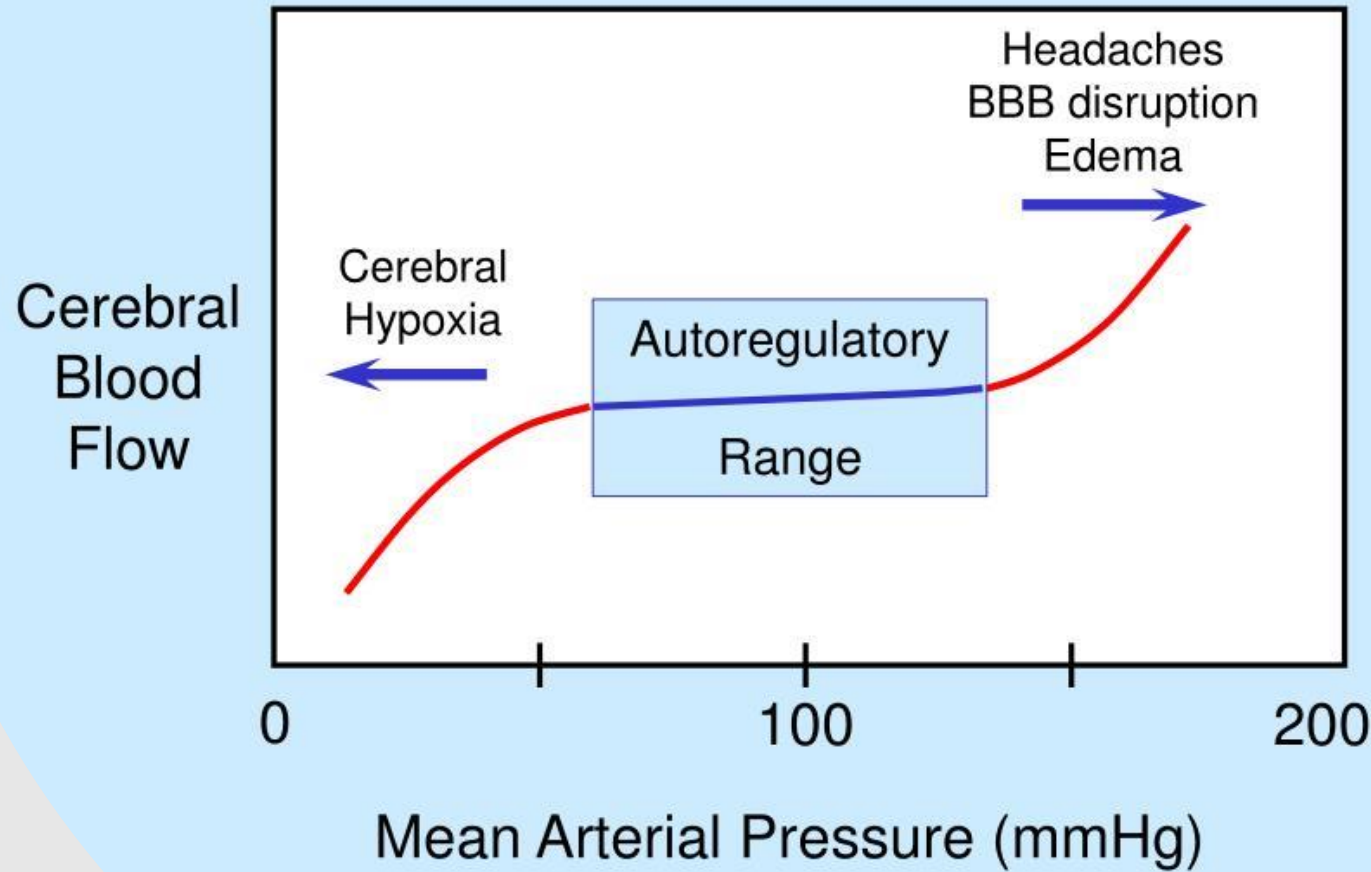
- Cerebral Perfusion Pressure (CPP) can be determined by the following formula:

$$\text{CPP} = \text{MAP} - \text{ICP}$$

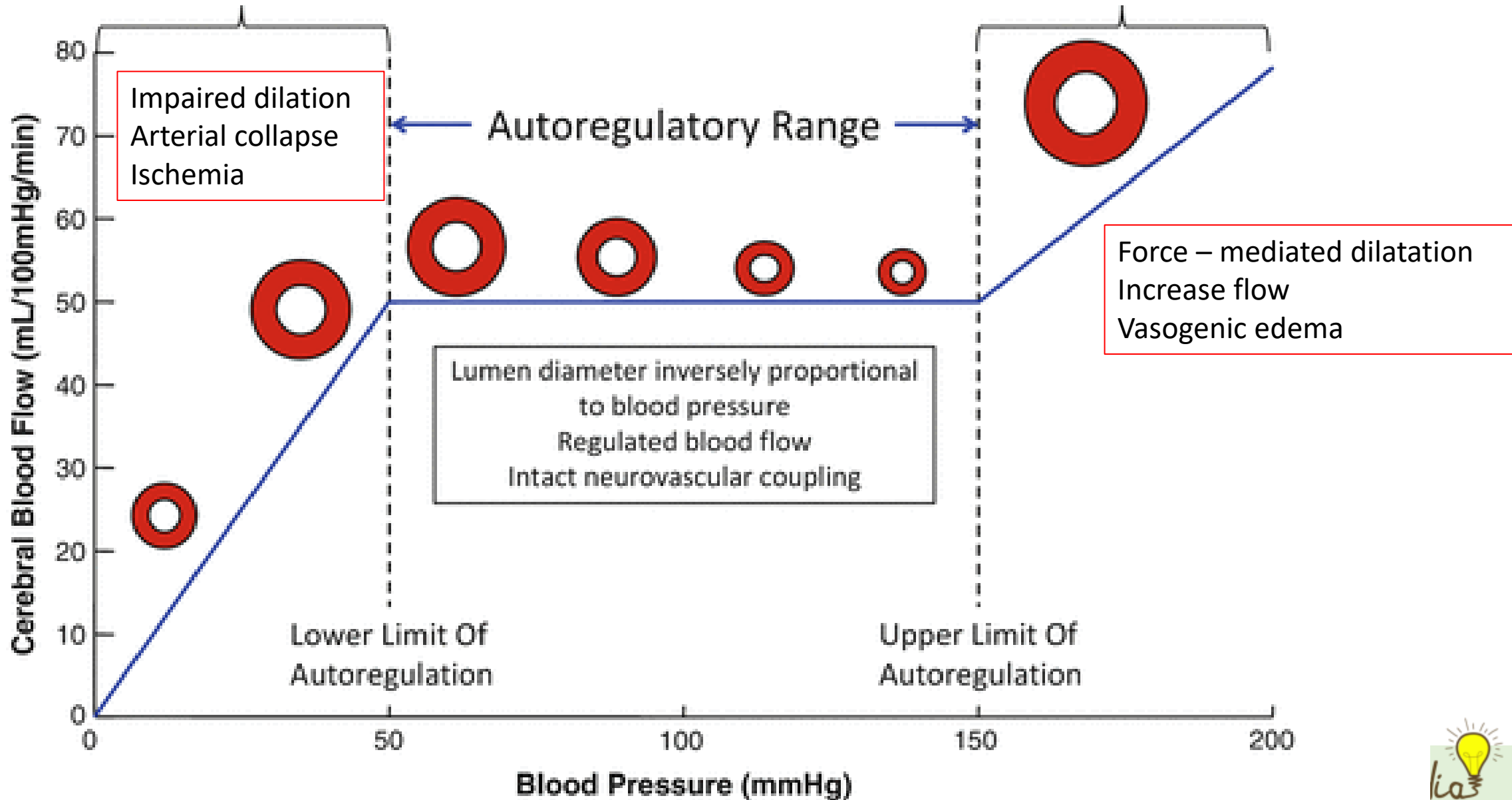
- Normal CPP range is **60 - 150** for **autoregulation** to work well!

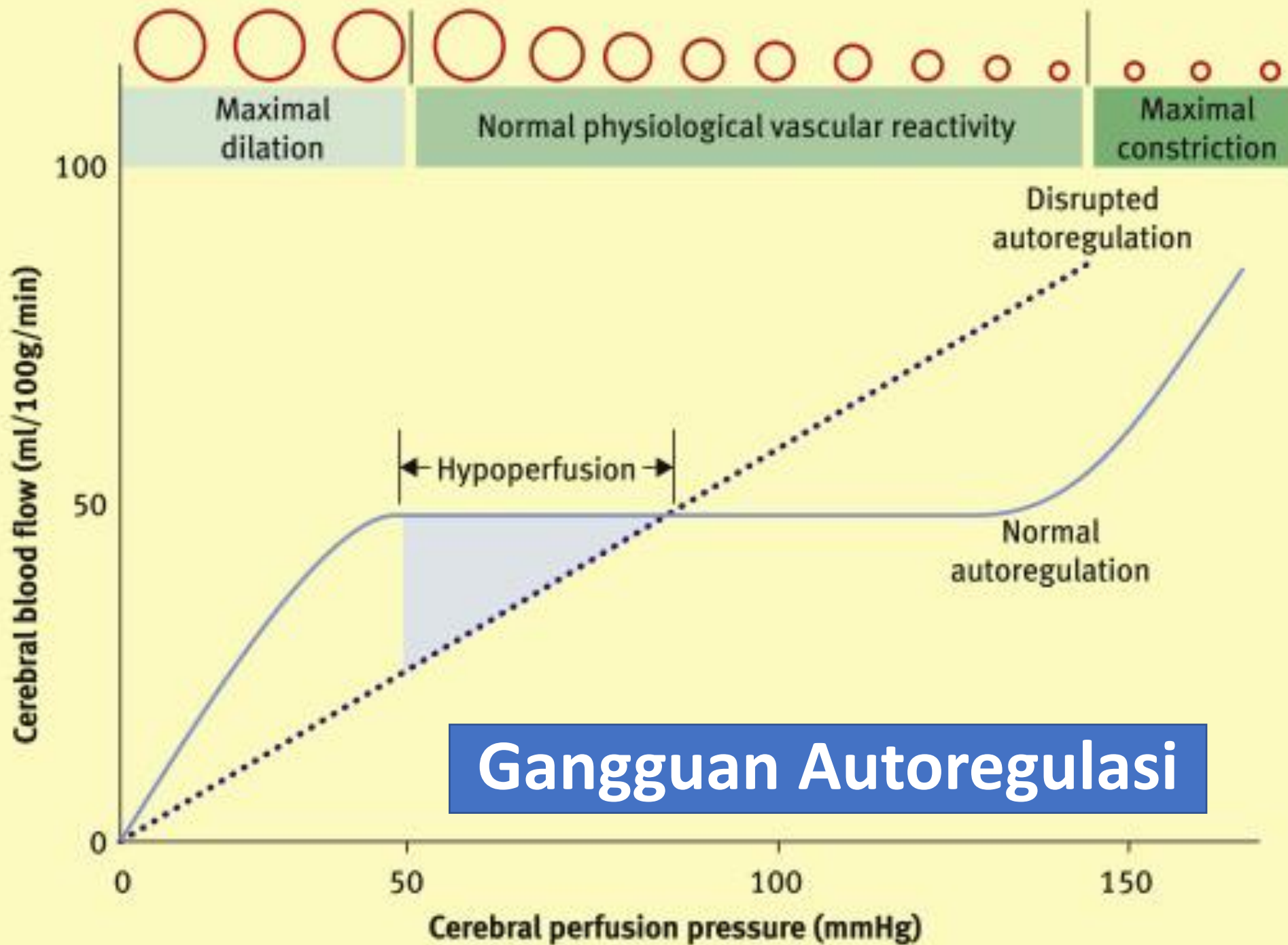
# AUTOREGULASI

# Cerebral Autoregulation (Description)



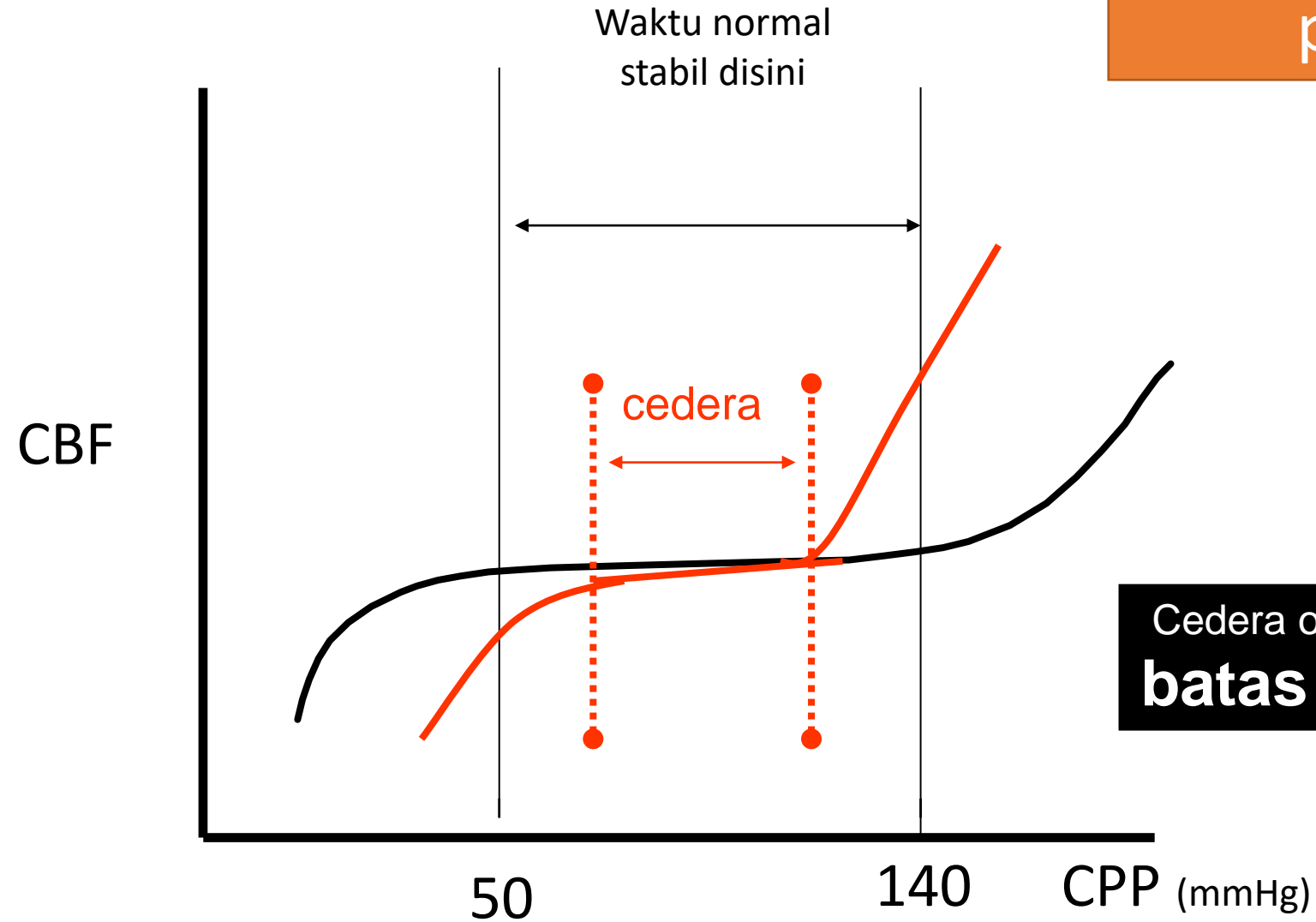
# Autoregulasi Aliran Darah Otak





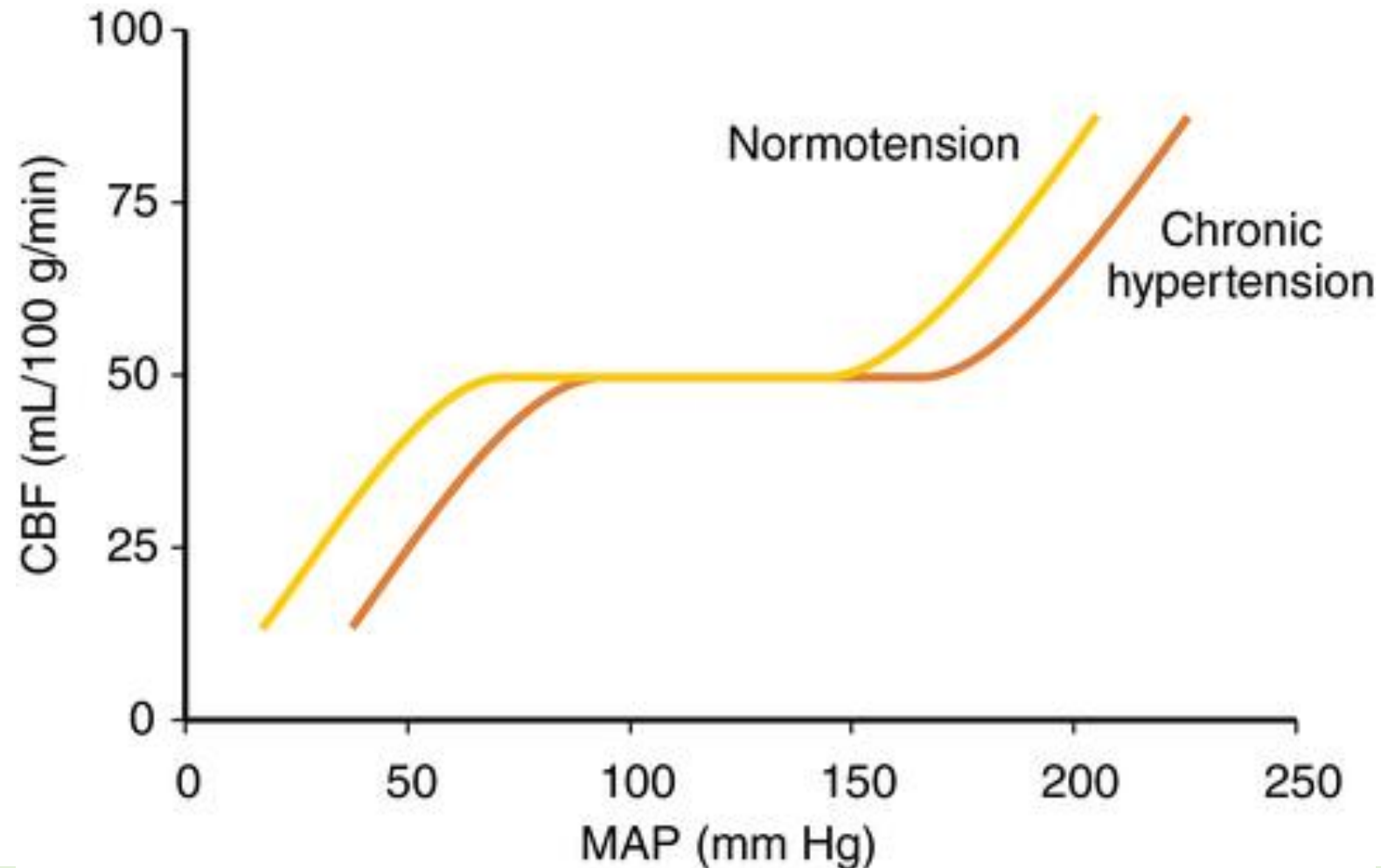
# Gangguan Autoregulasi

# Autoregulasi aliran darah otak pada Trauma kepala



Cedera otak merusak mekanisme autoregulasi  
**batas aman jadi lebih sempit**

# Perubahan Autoregulasi



# Tekanan Intra Kranial meningkat

- **Bahaya:**
  - herniasi otak:
    - medula oblongata ke foramen magnum
    - bagian otak lain ke trans-tentorial
  - merusak cortex cerebri
- **Tanda ( Cushing respon ) :**
  1. kesadaran menurun / muntah
  2. tekanan darah meningkat (bisa > 200 mmHg)
  3. nadi menurun (bradikardia < 60)

# Penyebab naiknya ICP / TIK

- Trauma kepala / CEDERA OTAK PRIMER → edema otak → ICP / TIK naik
- **CEDERA OTAK SEKUNDER:**
  - Batuk, mencejan, semua peningkatan tekanan intra thorax atau intra abdomen
  - Obat anestesia halothan, ketamin, morfin
  - Hipoksia, hiperkarbia
  - Baring kepala lebih rendah (Trendelenburg)
  - Muntah ⇔ ICP tinggi



Posisi miring menjepit  
vena jugularis  
dan meningkatkan ICP

Cervical collar / Collar brace yang tight-fit (pas benar) justru membendung  
aliran vena leher

# Penyebab Cedera sekunder

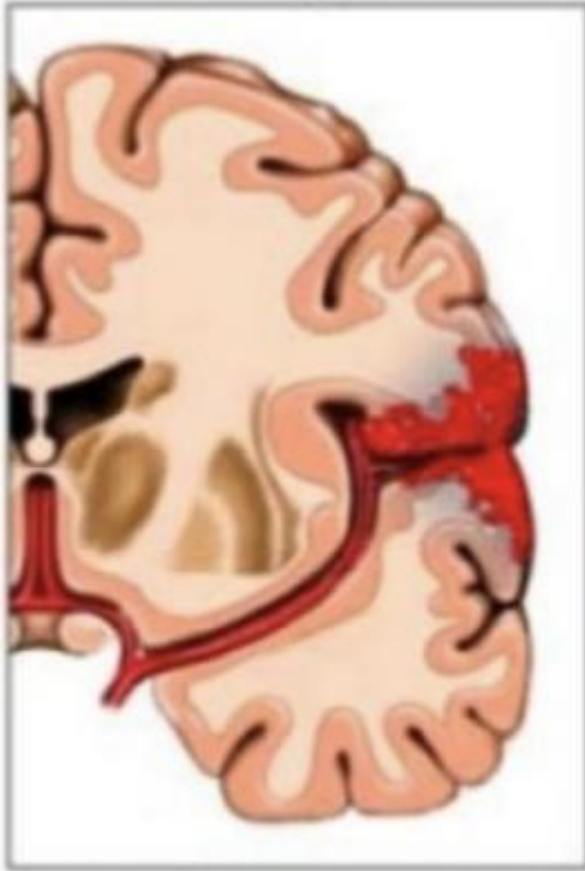
- Hipoksia
- Hipoperfusi (CPP ↓) akibat shock  
MAP ↓ dan TIK ↑
- Kejang
- Hipertermia (demam)
- Hipoglisemia

# Interaksi Kasus **STROKE** *Cerebro vascular attack (CVA)*

SESI 2

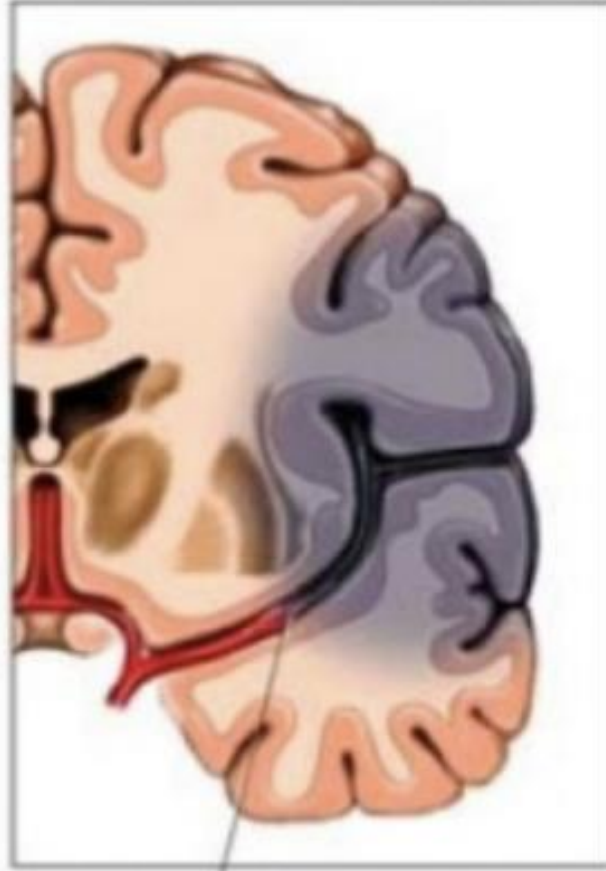
# Jenis Stroke?

Hemorrhagic Stroke



Hemorrhage/blood leaks into brain tissue

Ischemic Stroke



Clot stops blood supply to an area of the brain

**Rapid** developing clinical signs of focal/global **disturbance of cerebral function** (WHO, 1988)

# Stroke

## BRAIN ACCIDENT - CVA

- Headache
- Mental Changes
  - Confusion
  - Disorientation
  - Memory Impairment
- Aphasia (CVA Left Hemisphere)
- Resp Problems (↓ Neuromuscular Control)
- ↓ Cough / Swallow Reflex
- Agnosia (↓ Sensory Interpretation)
- Incontinence
- Seizures

**TIA:**

- Confusion
- Vertigo
- Dysarthria
- Transient Hemiparesis
- Temporary Vision Changes
- Lasts a Few Minutes → 24 hrs.



- Hemiparesis or Hemiplegia
- Emotional Lability
- Visual Changes (Homonymous Hemianopsia)
- Horner's Syndrome - Ptosis of Upper Lid
- Vomiting
- Perceptual Defects (CVA Right Hemisphere)
- Hypertension
- Apraxia (↓ Learned Movements)



**Focal Neurological S & S:**

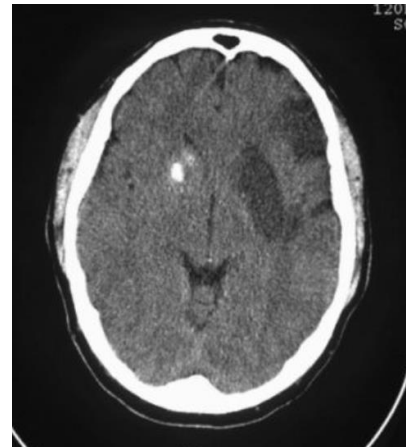
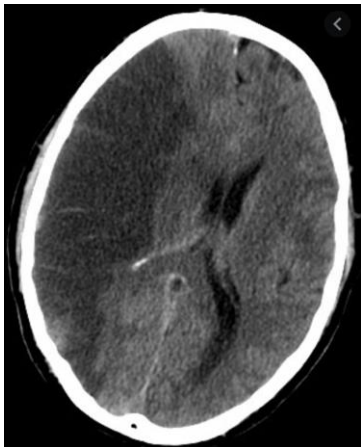
- Paralysis
- Sensory Loss
- Language Disorder
- Reflex Changes

# Standard Imaging (Gold Standard)



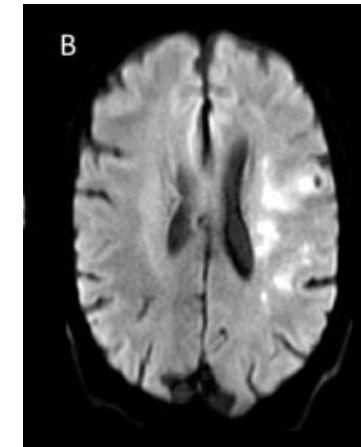
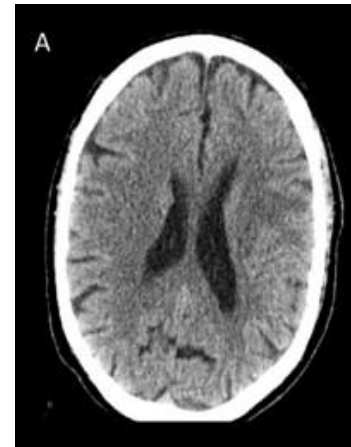
## CT Scan

- Cepat , ketersediaan alat luas, tidak restriktif untuk pasien
- Radiasi
- Lesi kecil dapat tidak tampak



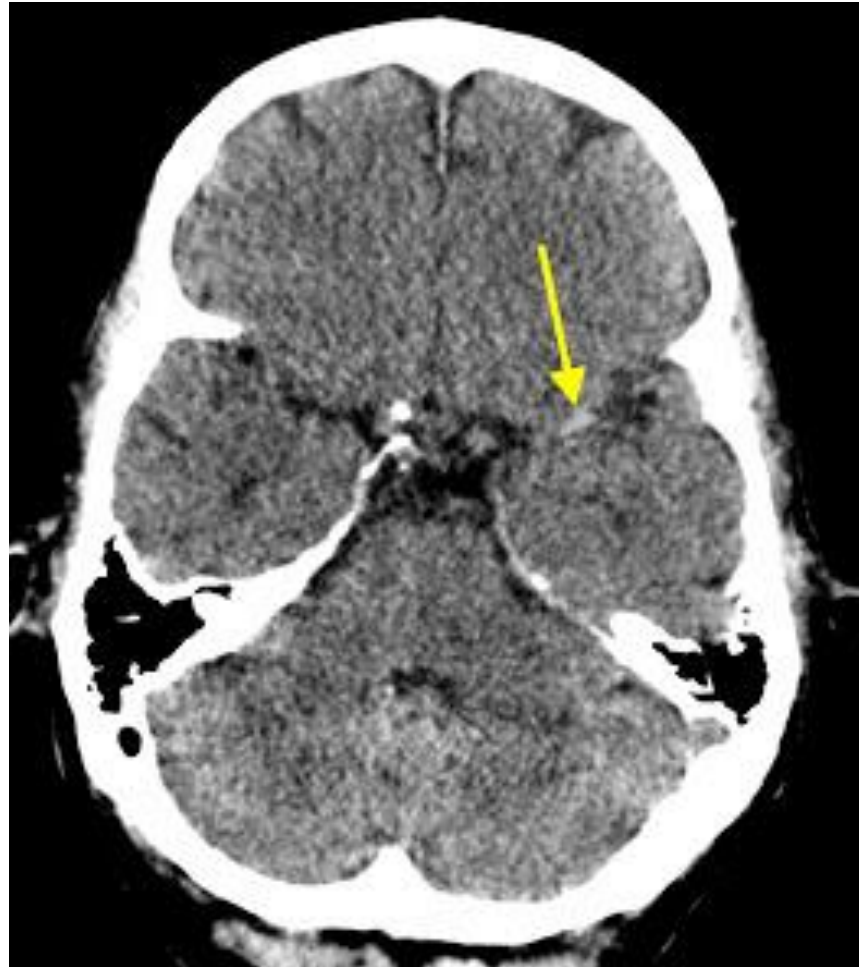
## MRI

- Lebih lama, alat terbatas, restriktif
- Tidak ada radiasi
- Lebih dapat melihat lesi kecil



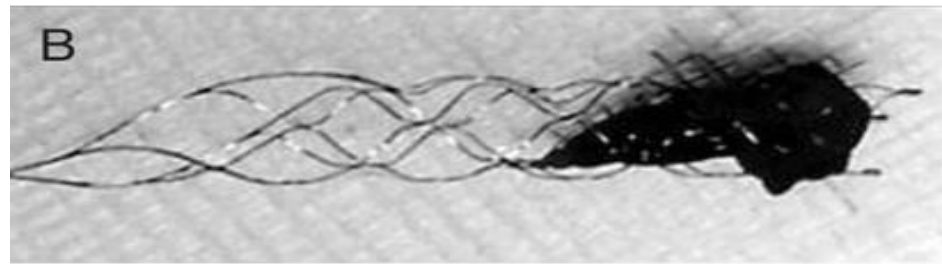
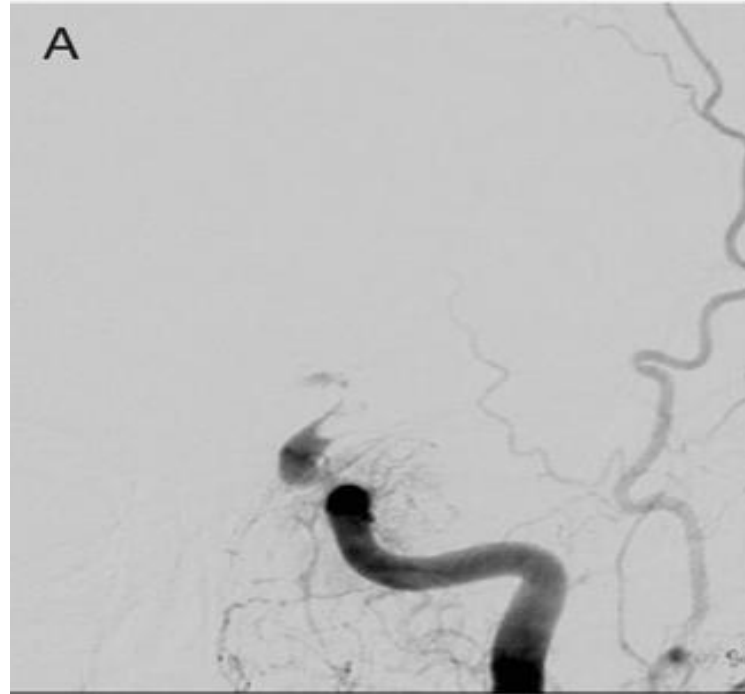
# Advance imaging → CT Angiography

- Cepat
- Sensitivity 98%
- Specificity 98%
- Negative predictive value 100%



# Advance imaging → Digital Subtraction Angiography

- Membutuhkan persiapan
- Gold standard untuk kelainan vascular
- Deteksi kelainan vascular dan vaskularisasi kolateral
- Bila memungkinkan dapat sekaligus dilakukan **trombektomy**



# Kasus 2.1

- Wanita 60 tahun
- Kelemahan tubuh sebelah kiri sejak 1 jam yang lalu
- Pasien mengeluhkan kelemahan tubuh saat bangun tidur, serta wajah sisi kiri merot
- Pasien memiliki riwayat darah tinggi sejak 5 tahun yang lalu dan kencing manis sejak 4 tahun yang lalu
- Pasien jarang berobat kecuali bila ada keluhan



# Pemeriksaan Fisik

- TD 180/100
- GCS 456
- Pupil isokor 3/3
- Refleks Cahaya +/+
- Meningeal sign (-)
- Motorik 5/3 (Hemiparesis Sinistra)
- Sensorik kesan dalam batas normal
- Facial Palsy Kiri tipe UMN



a



# CT Scan Kepala 1 jam saat di UGD

1. Diagnosis?
2. Management in emergency room?
3. Pemeriksaan imaging tambahan ?
4. Etiology?



## CT Scan Kepala 24 jam kemudian

1. Interpretasi CT Scan?
2. Tatalaksana?
3. Pemeriksaan imaging untuk mengetahui lebih dini?

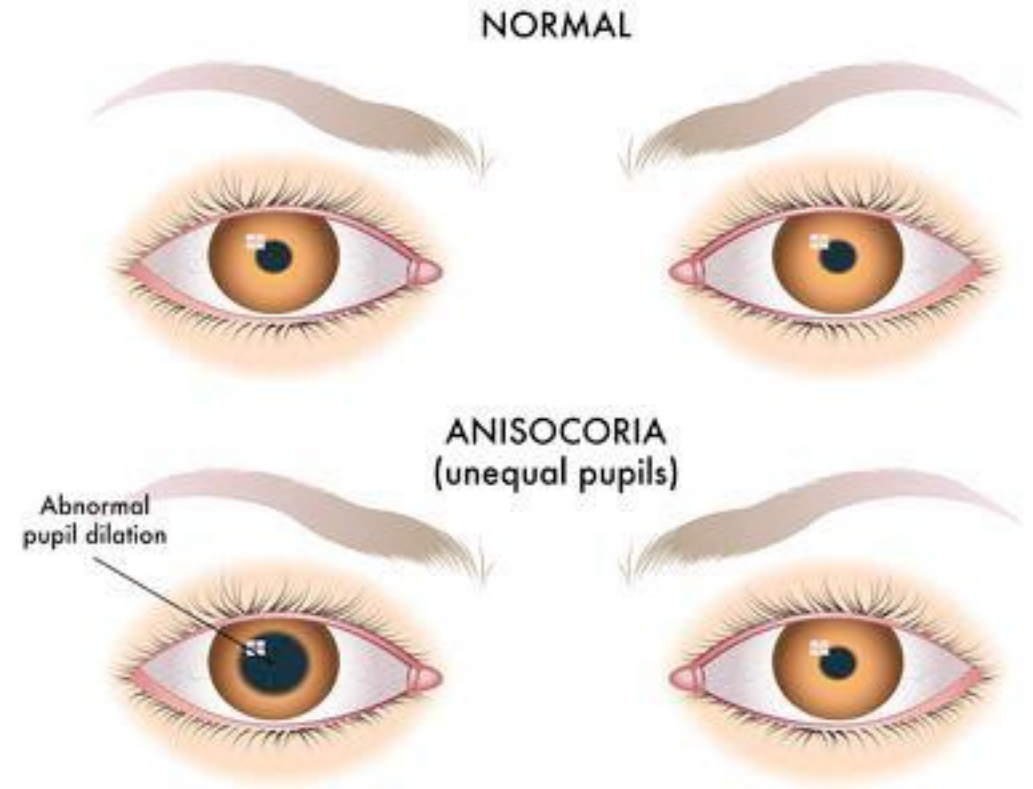
# Kasus 2.2

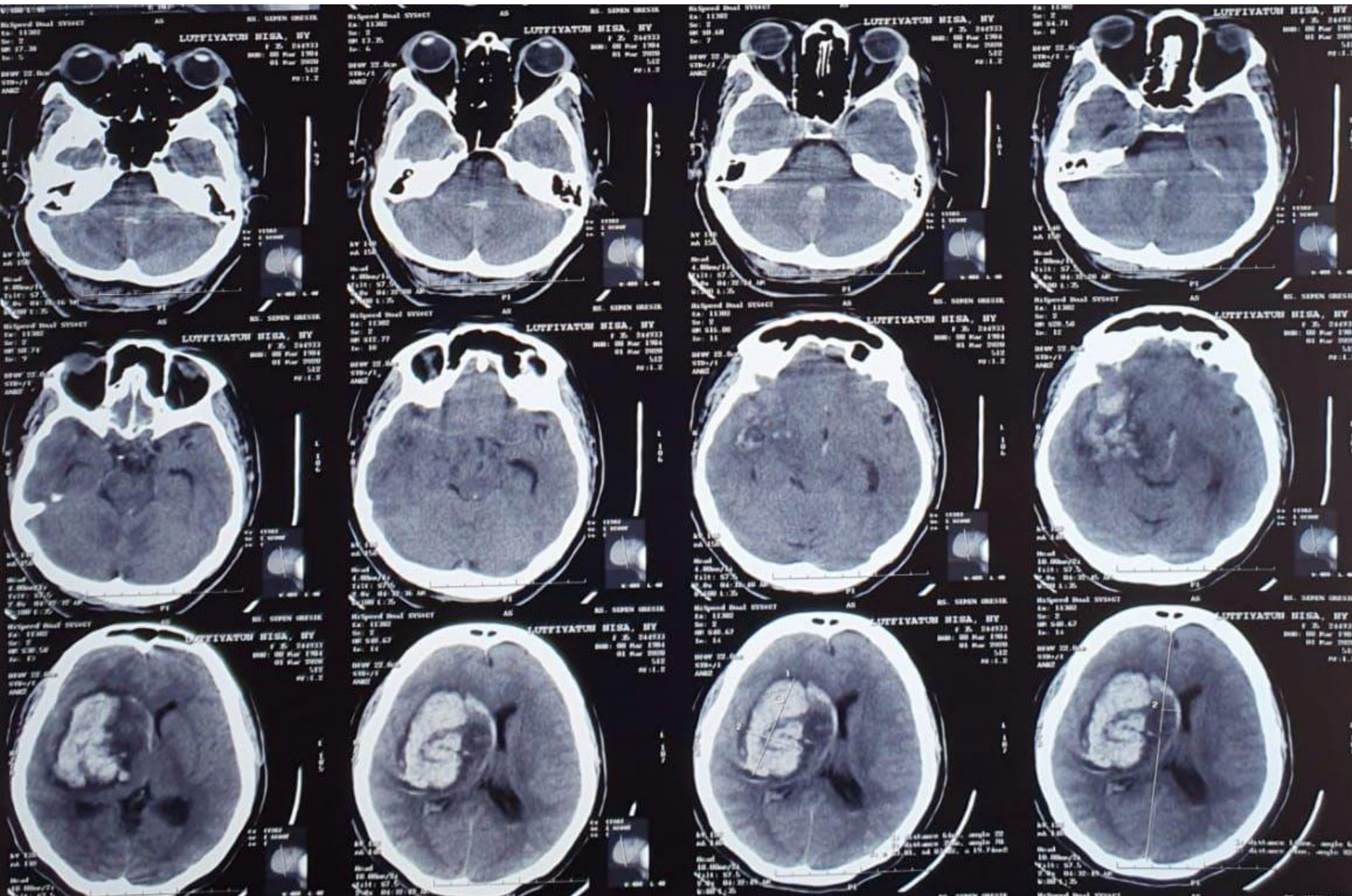
- Laki-laki 57 tahun
- Penurunan kesadaran mendadak saat beraktivitas 8 jam sebelumnya
- Nyeri kepala dan mual muntah
- Kelemahan anggota gerak kiri
- Riwayat hipertensi sejak 10 tahun yang lalu, tidak rutin kontrol
- Riwayat merokok sejak 30 tahun yang lalu
- Riwayat DM disangkal



# Pemeriksaan Fisik

- TD 210/120
- GCS 325
- Pupil Bulat Anisokor 5/3
- Reflek Cahaya Menurun/Positif
- Meningeal Sign (-)
- Hemiparese sisi Sinistra
- Sensorik sulit dievaluasi





## CT Scan kepala tanpa kontras

1. Interpretasi CT Scan?
2. Tatalaksana pada kasus tersebut?
3. Apa indikasi pembedahan pada kasus ini?

# Temporal fossa hematoma

Skull fracture crossing middle meningeal artery

Herniation of temporal lobe under tentorium cerebelli

NON S



Herniation of cerebellar tonsil

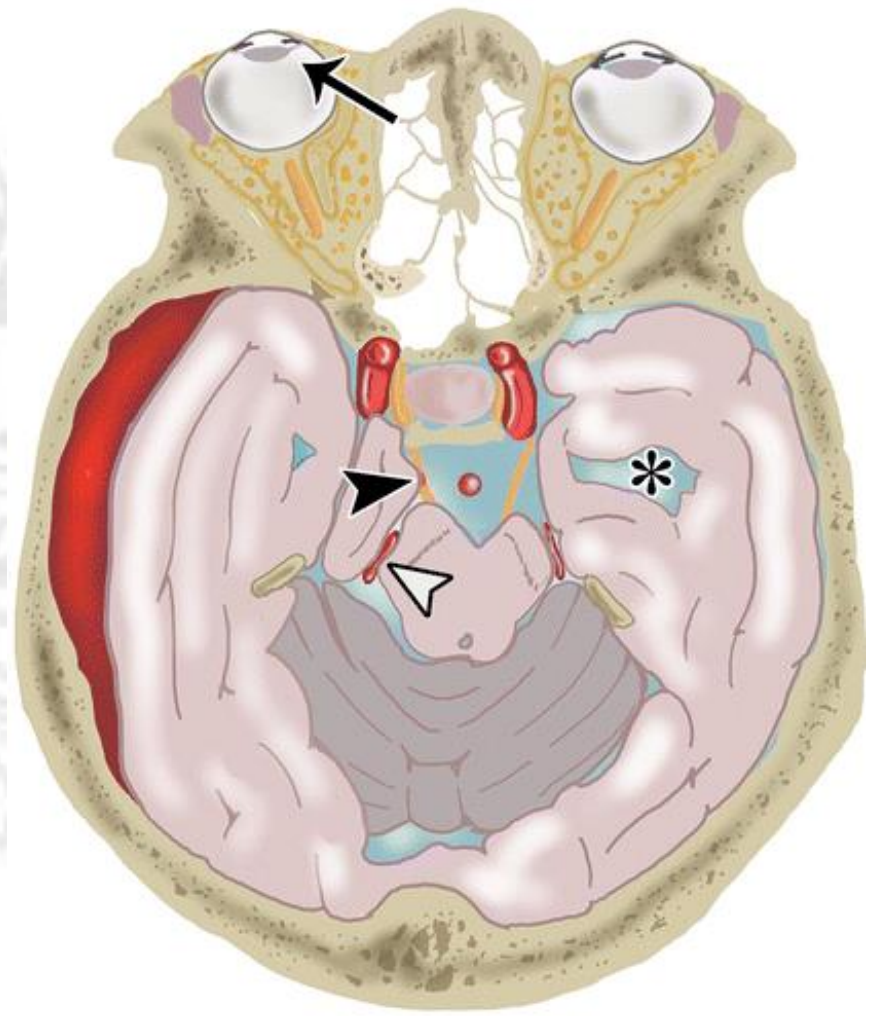
Compression of corticospinal and associated pathways, resulting in contralateral hemiparesis, absent tendon

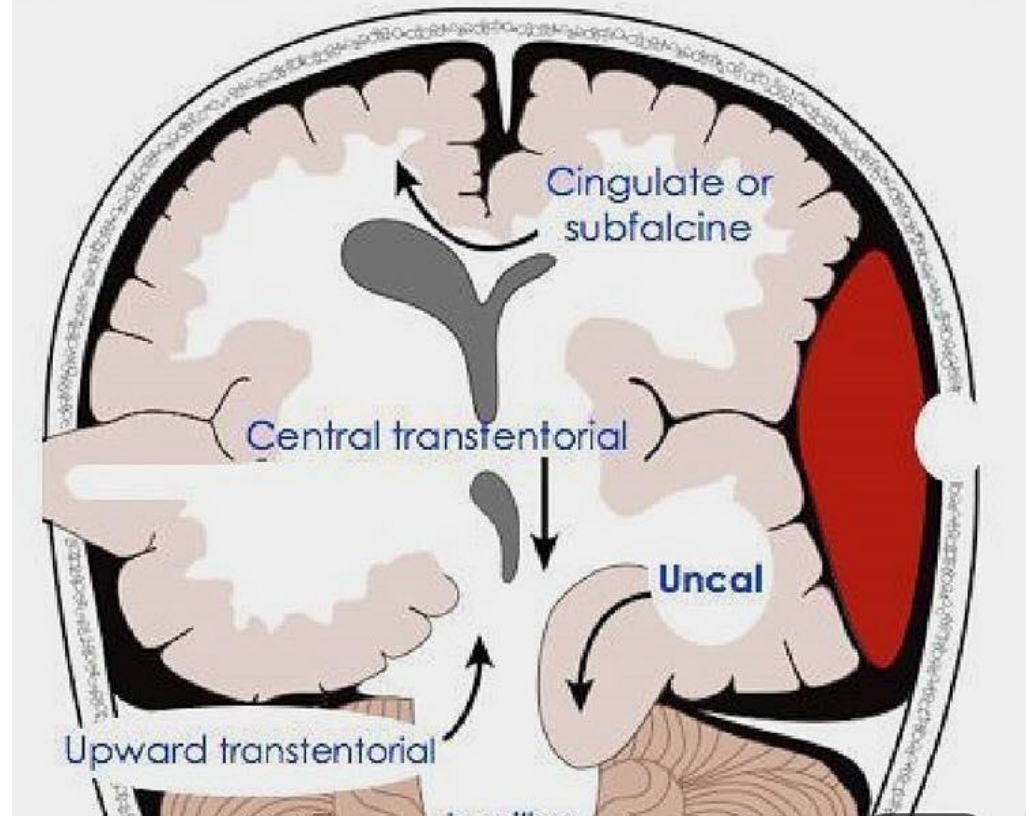
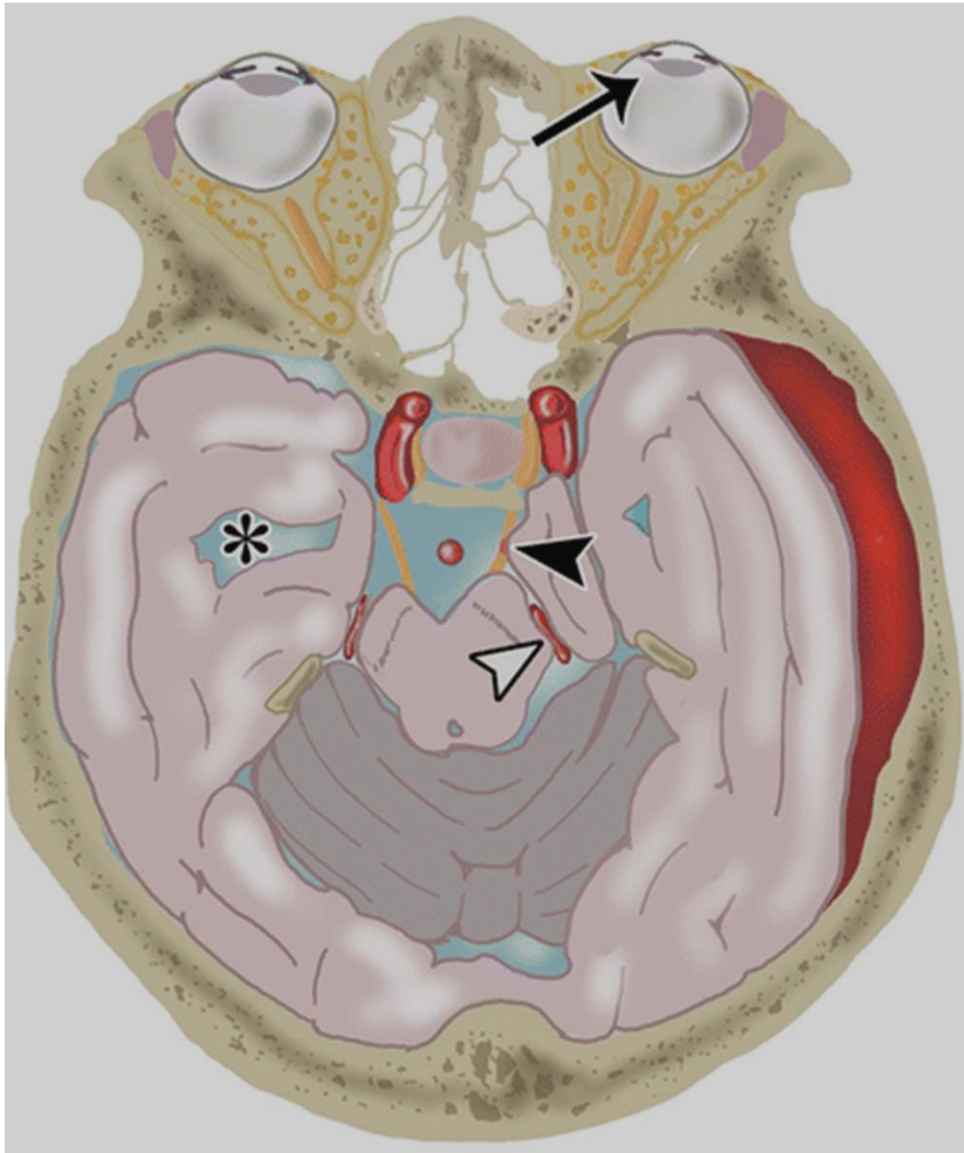


Shift of normal midline structures

Compression of posterior cerebral artery

Shift of trapezium to opposite side may reverse lateralization of signs by tentorial pressure on contralateral pathways





# Kasus 2.3

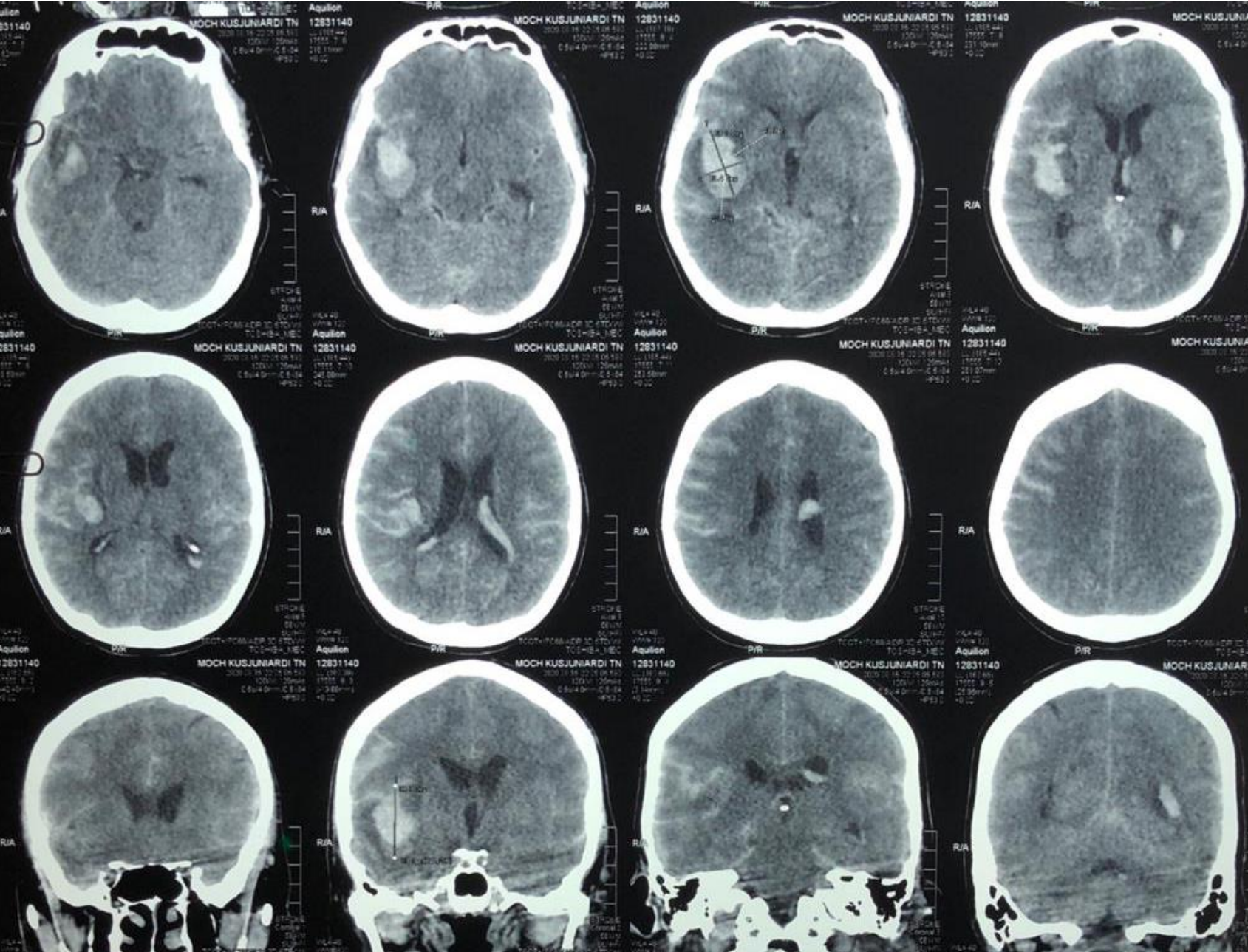
- Laki-laki 53 tahun
- Nyeri kepala hebat tiba-tiba
- Mual muntah
- Pasien merasa gelisah dan tidak bisa istirahat
- Leher terasa kaku
- Riwayat HT 10 tahun terkontrol



# Pemeriksaan Fisik

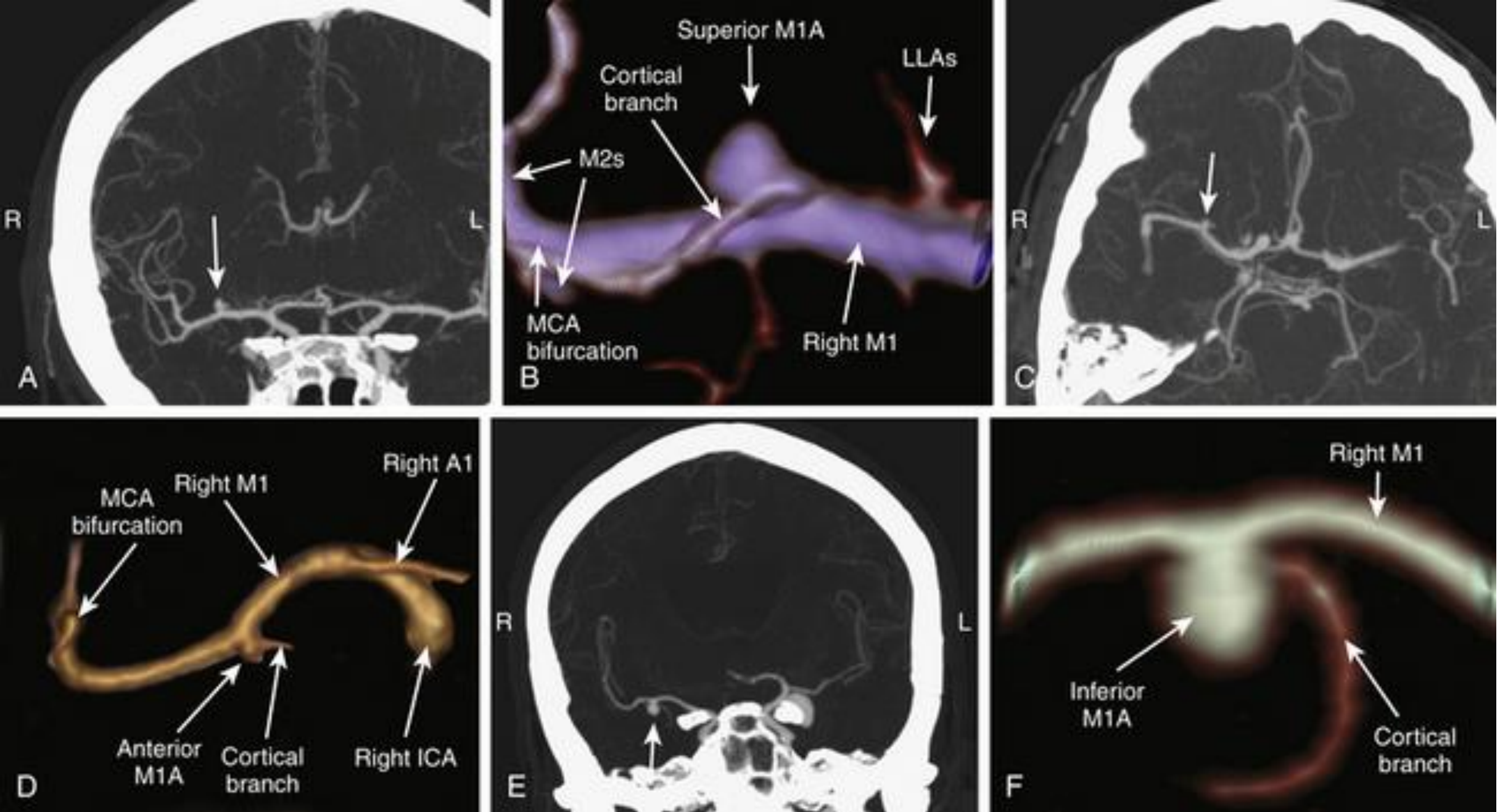
- TD 140/90 N 96
- GCS 356 - 456
- Pupil Bulat Isokor 3/3
- Reflex cahaya +/-
- Meningeal Sign (+)
- Motorik 5/5
- Sensorik dalam batas normal





## CT Scan Kepala tanpa kontras

1. Interpretasi CT Scan?
2. Tatalaksana pada kasus tersebut?
3. Usulan pemeriksaan penunjang tambahan?



CT Angiography

# SESI 3 : TUMOR OTAK

# SYMPTOMS OF BRAIN TUMOR

Vomiting



Mood  
Swings



Cognitive  
Decline



Hearing  
Problems



Headache



Speech  
Problems



Seizures





Severe,  
recurring  
headaches



Vision loss or  
seeing double



Nausea &  
vomiting



Trouble swallowing  
or controlling  
facial muscles



Difficulty  
remembering



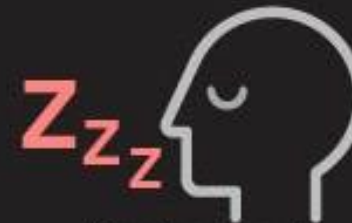
Difficulty hearing  
or speaking



Trouble swallowing  
or controlling  
facial muscles



Seizures



Prolonged,  
unexplained  
fatigue

Headache



Weakness, Lose weight



Difficulty walking, Clumsiness



Seizures



**BRAIN CANCER**  
SYMPTOMS AND SIGN



Nausea, Vomiting



Abnormalities in vision



Difficulty with speech



Emotional response,  
Memory, Attention, Alertness



# Faktor resiko Tumor otak

- **Faktor Usia**

- Resiko tumor otak akan semakin meningkat seiring dengan bertambahnya usia. Tumor otak paling sering pada orang usia lanjut, namun bagaimanapun juga tumor otak dapat muncul pada usia berapapun. Ada beberapa jenis tumor otak yang hanya muncul pada anak-anak.

- **Faktor Paparan Radiasi**

- Orang yang terkena paparan radiasi jenis *ionizing radiation* akan memiliki resiko lebih besar terjadi tumor otak. Contoh radiasi jenis ini antara lain pasien yang menjalani terapi radiasi atau tinggal di daerah yang terkena radiasi nuklir. Bentuk radiasi lain seperti medan elektromagnet dari saluran listrik tegangan tinggi atau oven *microwave* belum terbukti berhubungan langsung dengan resiko tumor otak

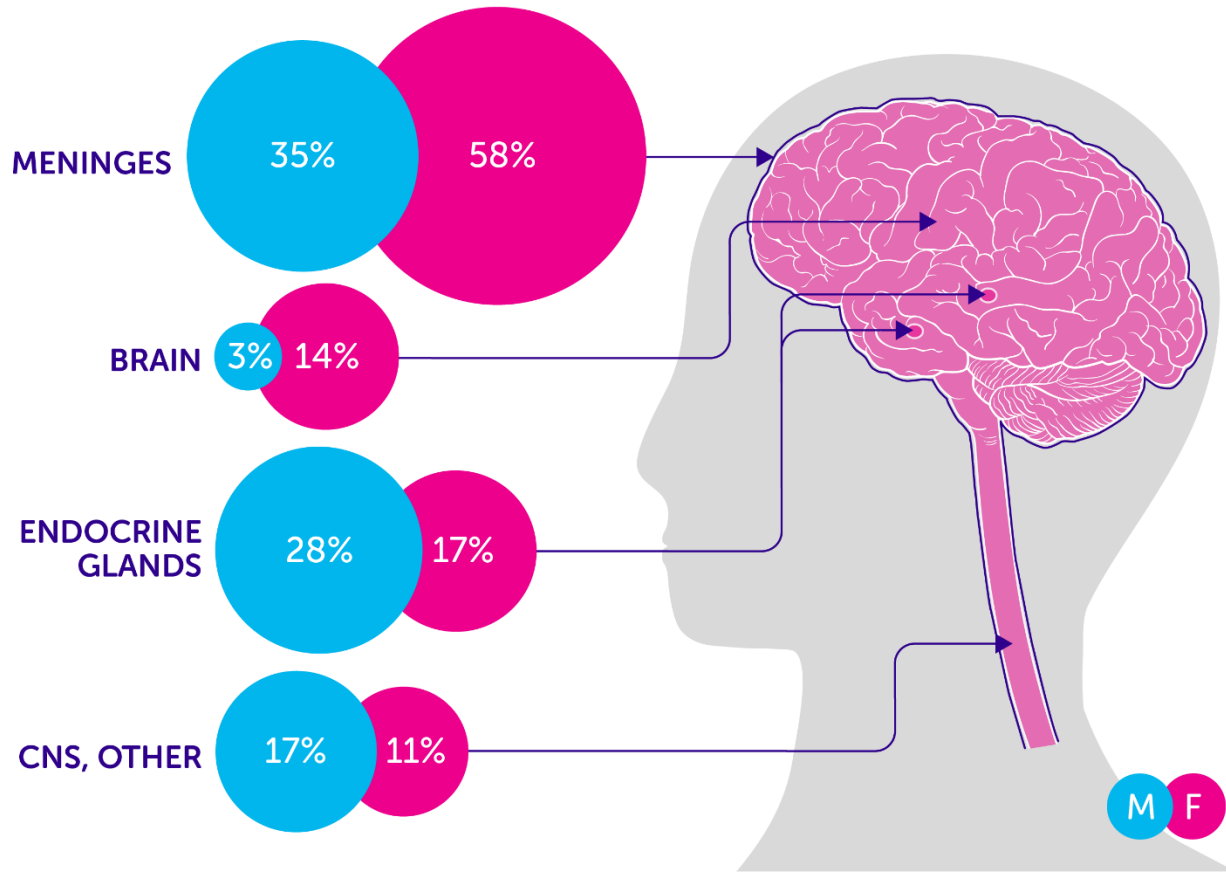
- **Faktor Riwayat Keluarga**

- Ada jenis tumor otak tertentu yang muncul pada orang dengan riwayat keluarga mengidap tumor otak atau mengalami kelainan sindroma genetik.

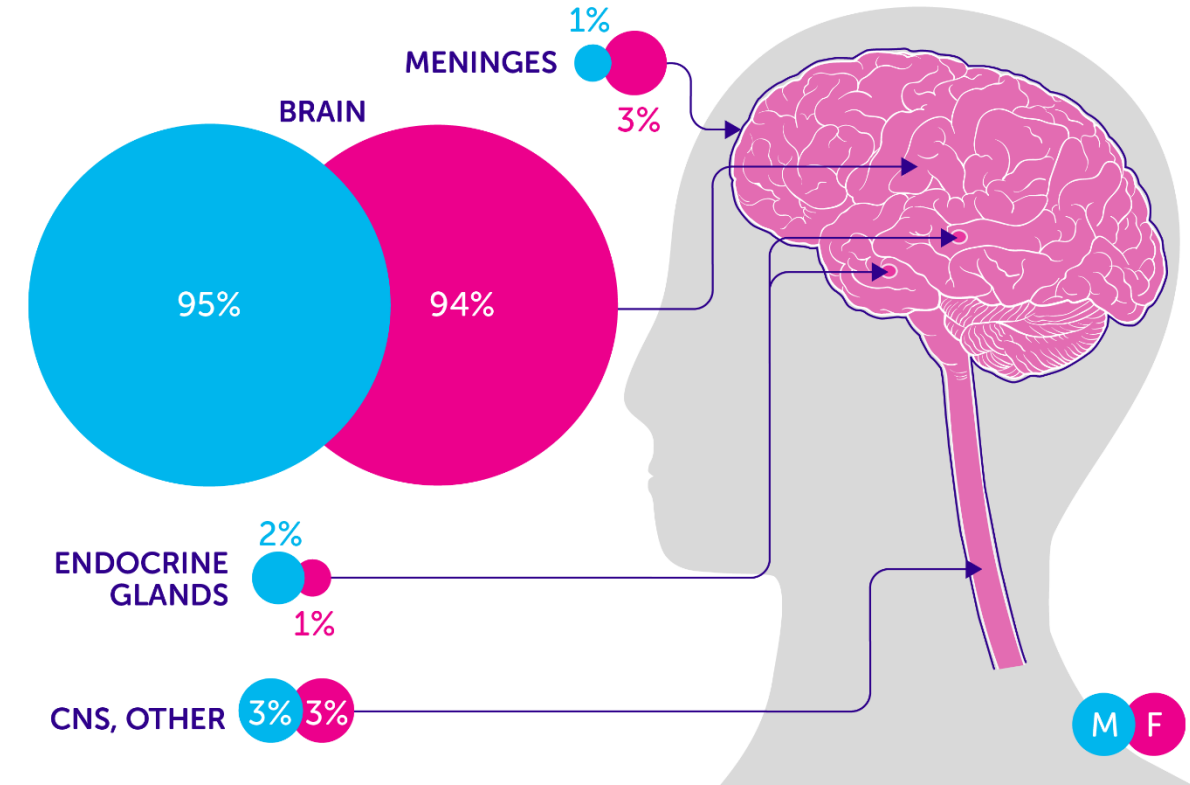
# CT VS MRI, When to Choose

No		MR	CT
1	Imaging for brain tumor	Superior	<
2.	Availability	+	++
3	Intracranial hemorrhage	++	++
4	Calcification	+	++
5	Osseous anatomy	+	++
6	Bone marrow	++	+
7	Cellular tumor	++ /restricted DWI, T1&T2	++ Hyperdens
8	Stereotactic biopsy	+	++
9	Tissue characterization	+++	+ HU

## BENIGN BRAIN, OTHER CNS AND INTRACRANIAL TUMOURS: PERCENTAGE DISTRIBUTION BY ANATOMICAL SITE

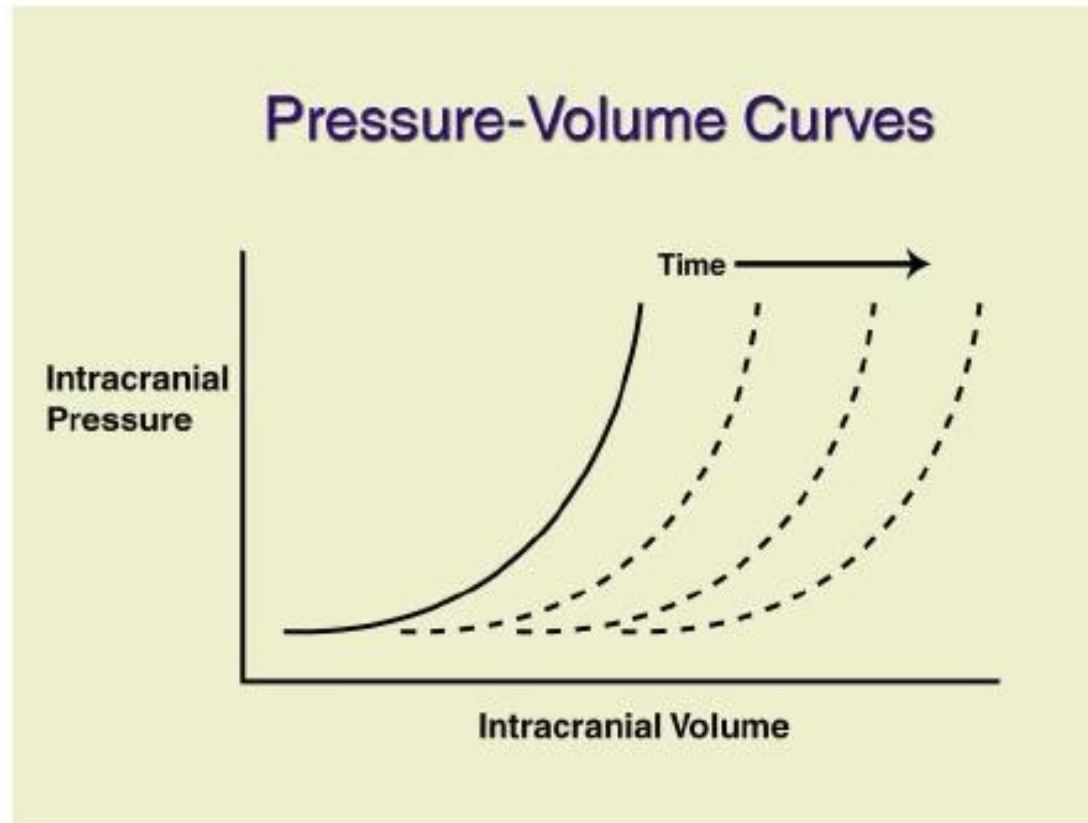


## MALIGNANT BRAIN, OTHER CNS AND INTRACRANIAL TUMOURS: PERCENTAGE DISTRIBUTION BY ANATOMICAL SITE



# Monro-Kellie Doctrine

$$V_{\text{intracranial vault}} = V_{\text{brain}} + V_{\text{blood}} + V_{\text{csf}}$$



# Kasus 3.1

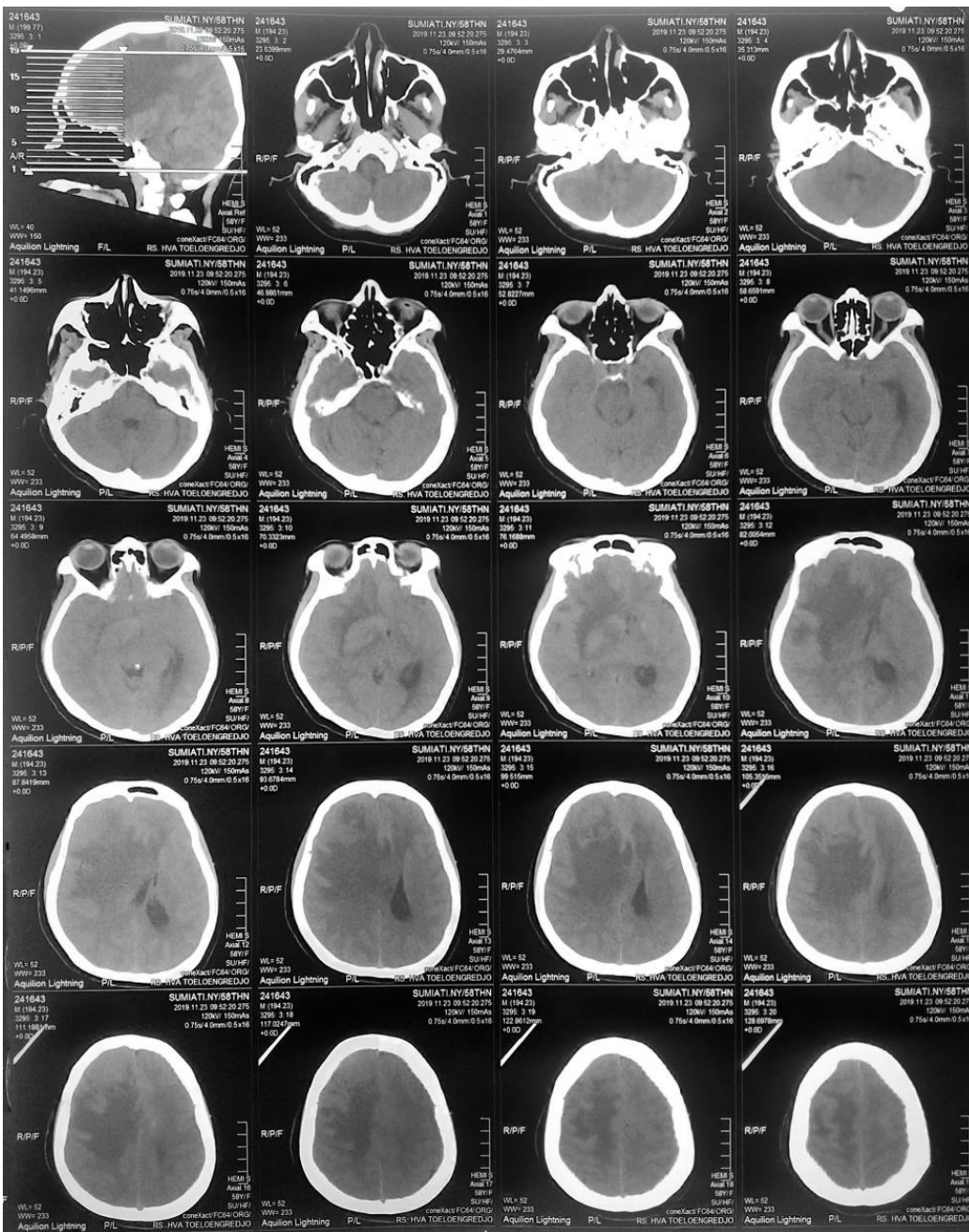
- Wanita, 42 tahun
- Sadar baik
- Nyeri Kepala sejak 1 bulan yang lalu hilang timbul, semakin memberat tidak berkurang dengan konsumsi obat anti nyeri yang dibeli sendiri
- Perubahan perilaku sejak 1 bulan terakhir, mudah marah



# Pemeriksaan Fisik

- TD 140/90 N 96
- GCS 456
- Pupil Bulat Isokor 3/3
- Reflex cahaya +/+
- Meningeal Sign (-)
- Motorik 5/5
- Sensorik dalam batas normal

# Kasus 3.1

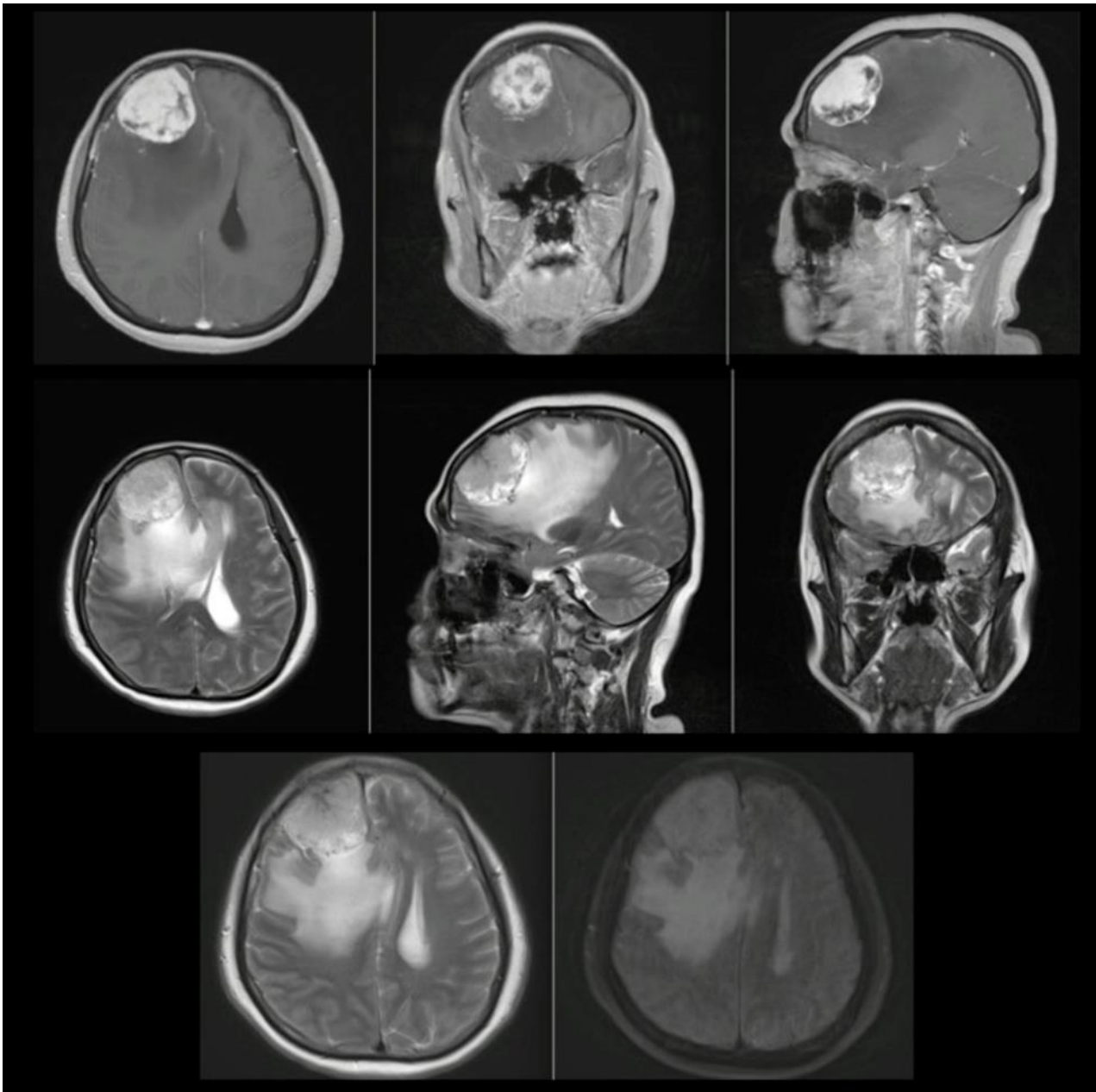


CT Scan Kepala Non Kontras

1. Interpretasi CT Scan?
2. Tatalaksana pada kasus tersebut? → usulan pemeriksaan tambahan
3. Apa indikasi pembedahan pada kasus ini?

# Kasus 3.1

MRI



# Kasus 3.2

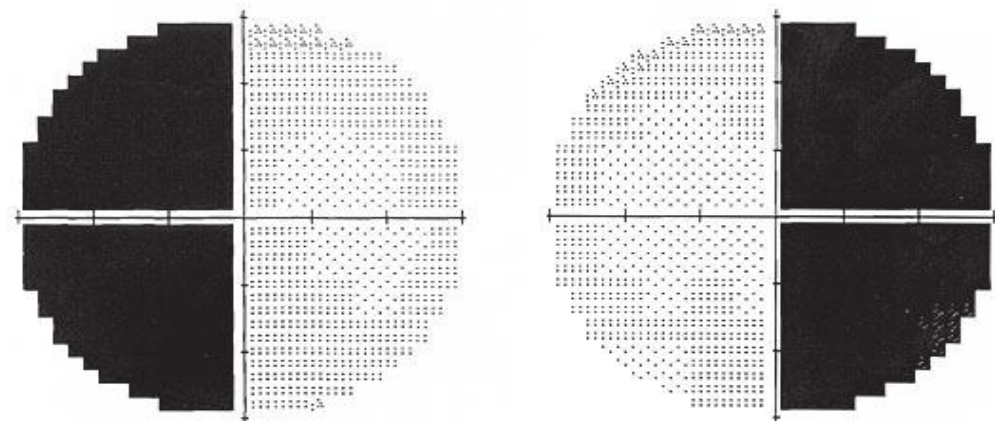
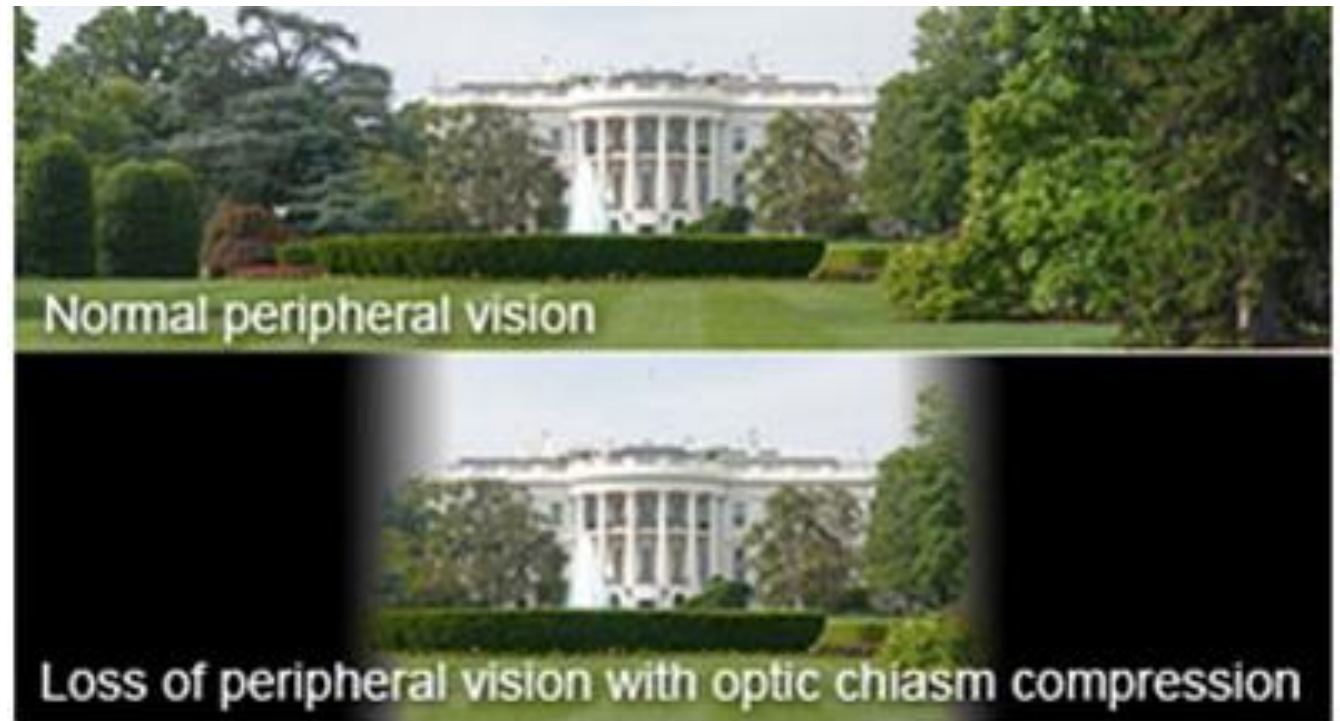
## Anamnesis

- Laki-laki, 40 tahun
- Sadar baik
- Penglihatan kabur, sudah berulang kali ke toko kaca mata
- Bila naik motor sering tertabrak kendaraan dari samping
- Libido turun

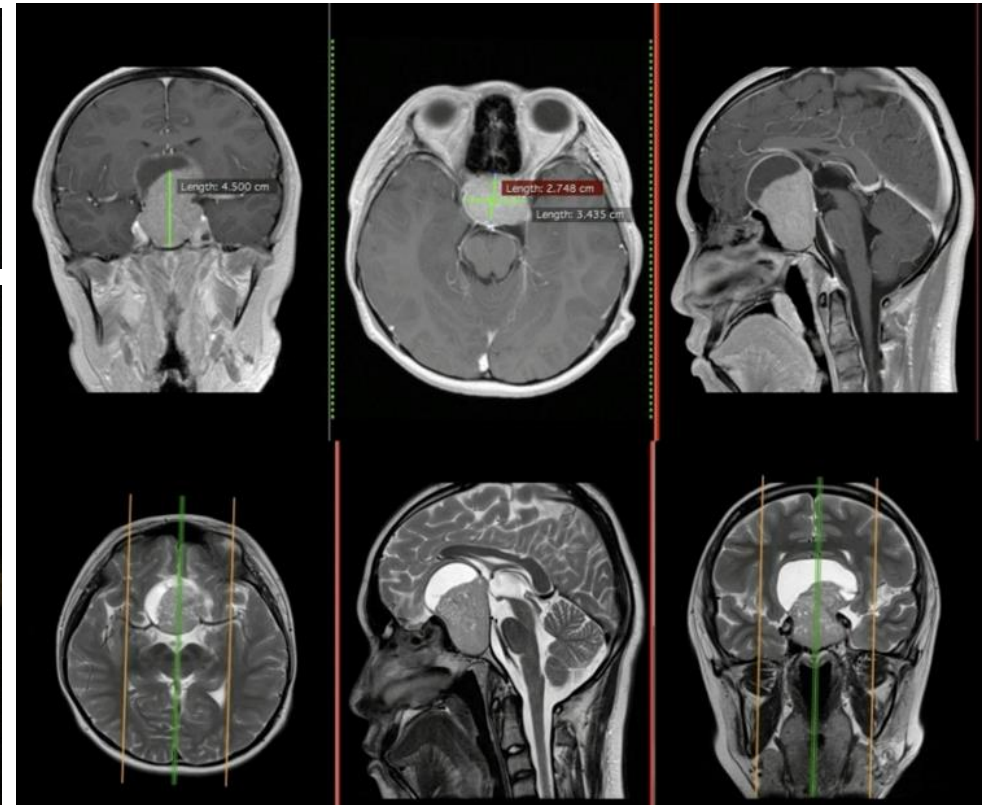
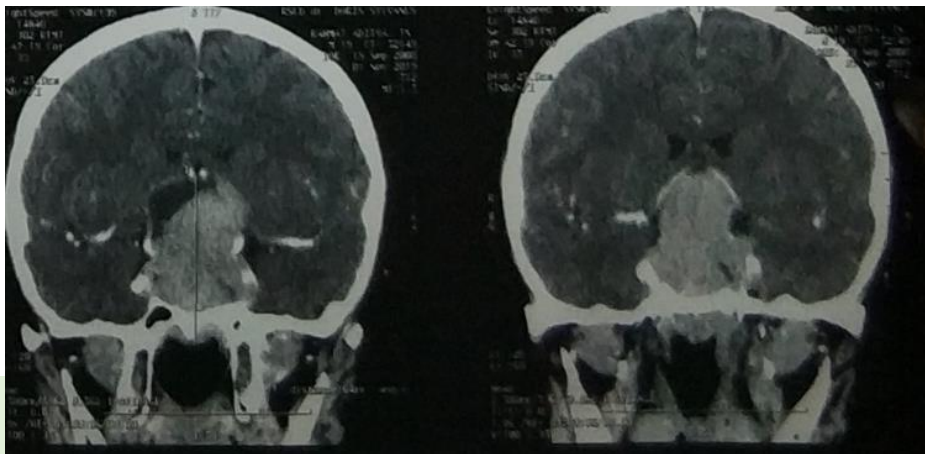
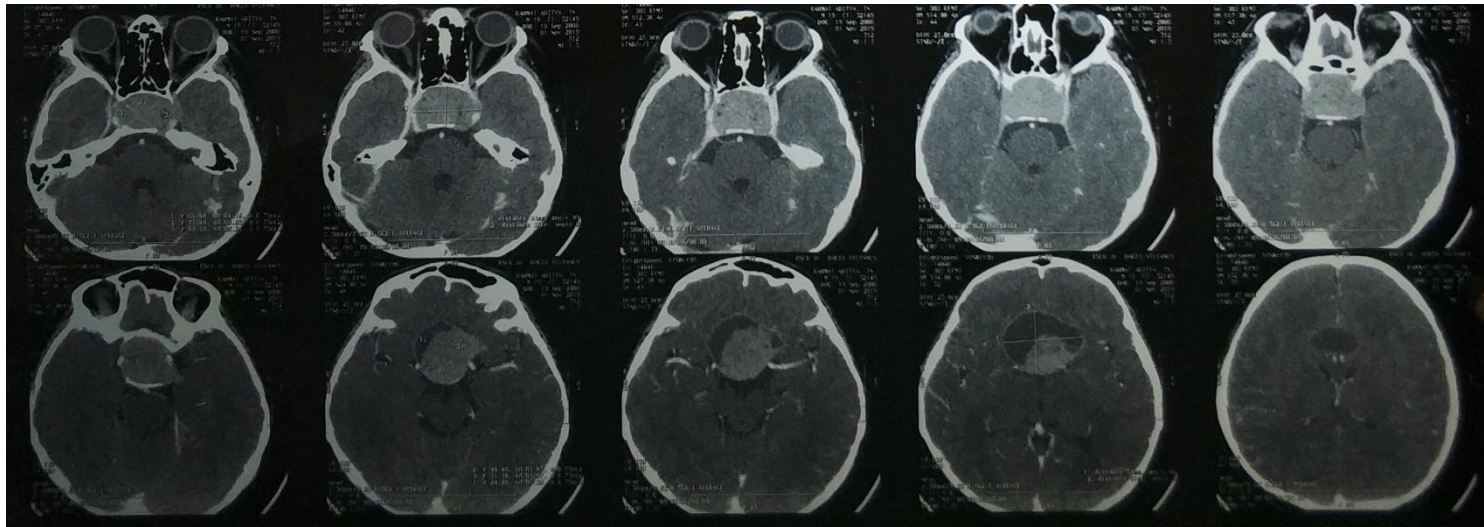


# Pemeriksaan Fisik

- TD 120/80 N 96
- GCS 456
- Pupil Bulat Isokor 3/3
- Reflex cahaya +/-
- VODS >2/60
- Meningeal Sign (-)
- Motorik 5/5
- Sensorik dalam batas normal



# Kasus 3.2



## CT Scan Kepala Kontras dan MRI

1. Interpretasi CT Scan dan MRI?
2. Tatalaksana pada kasus tersebut?
3. Apa indikasi pembedahan pada kasus ini?

# Kasus 3.3

## Anamensis

- Laki-laki, 45 tahun
- Kejang mendadak 1 kali selama 5 menit
- Nyeri kepala sejak 1 bulan semakin memberat dan tidak berkurang dengan obat anti nyeri.
- Kelemahan anggota badan sebelah kiri



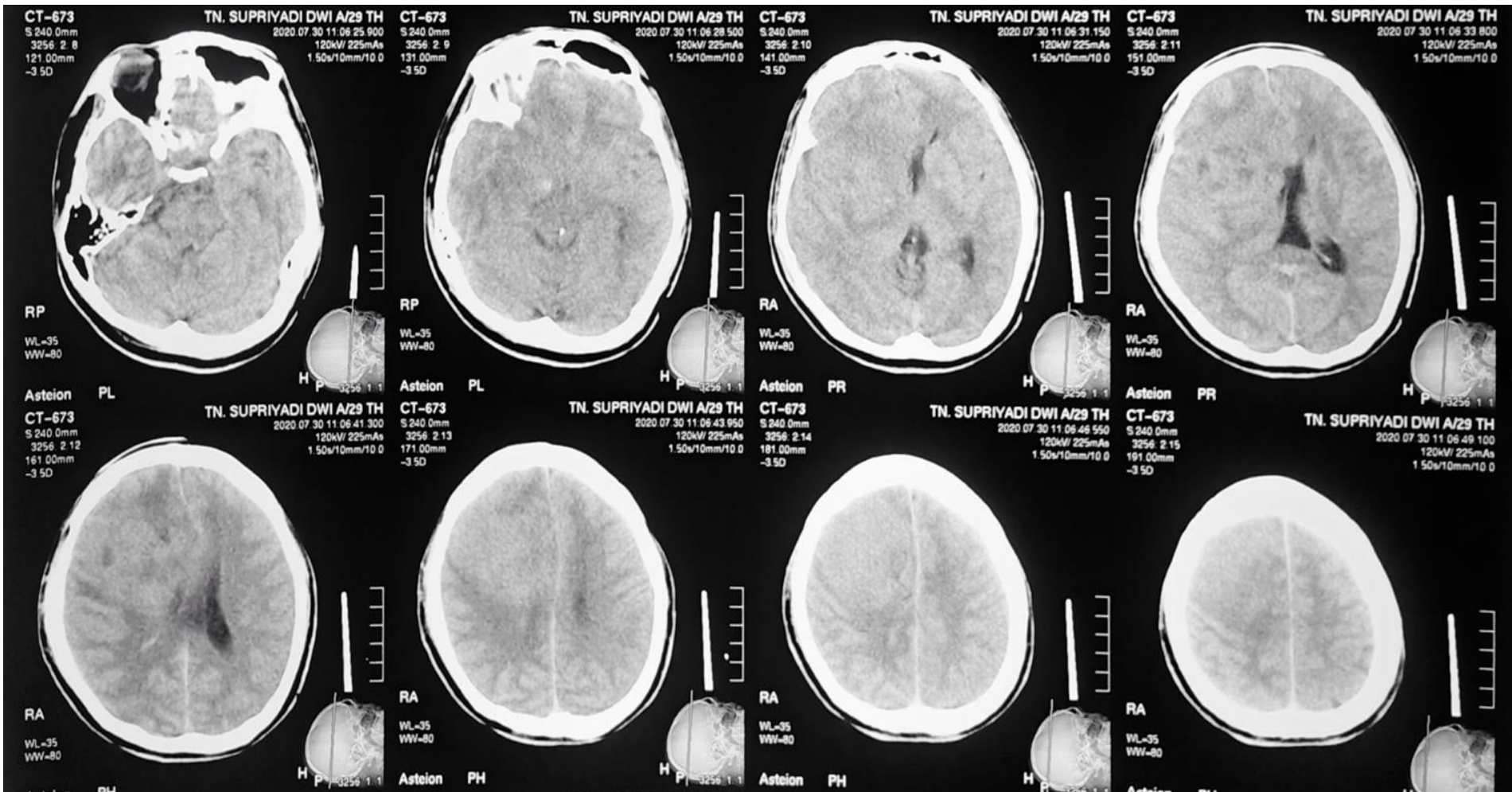
# Pemeriksaan Fisik

- TD 130/80 N 92

## Pemeriksaan Fisik

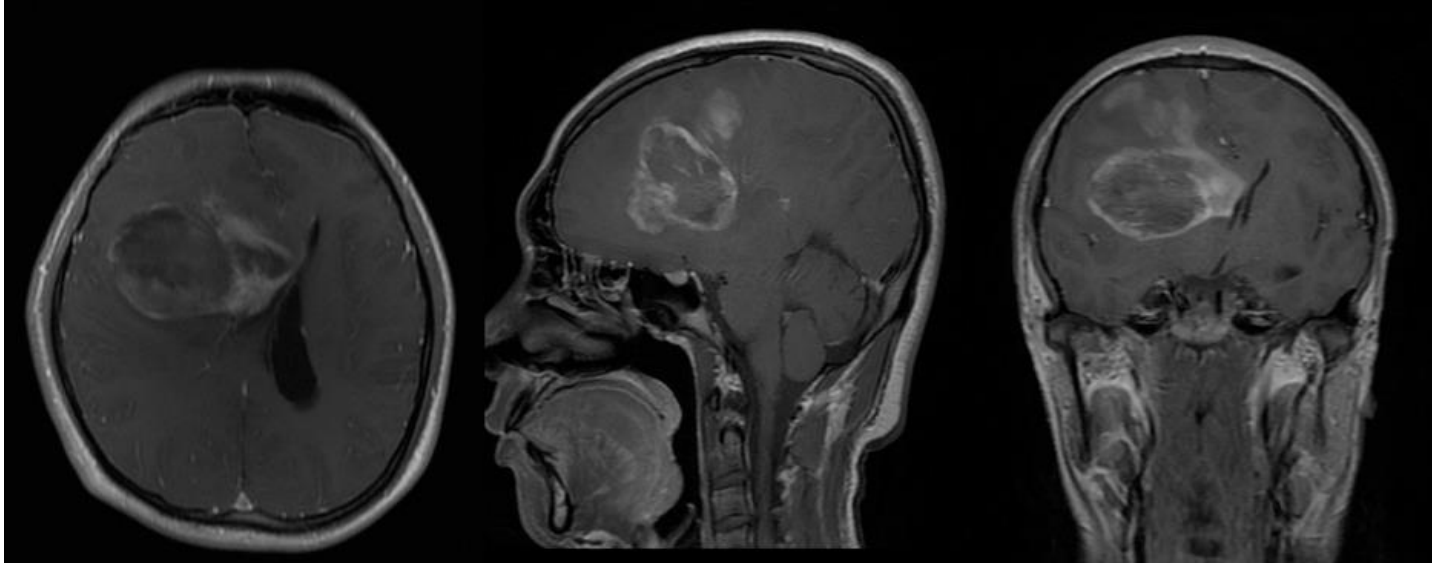
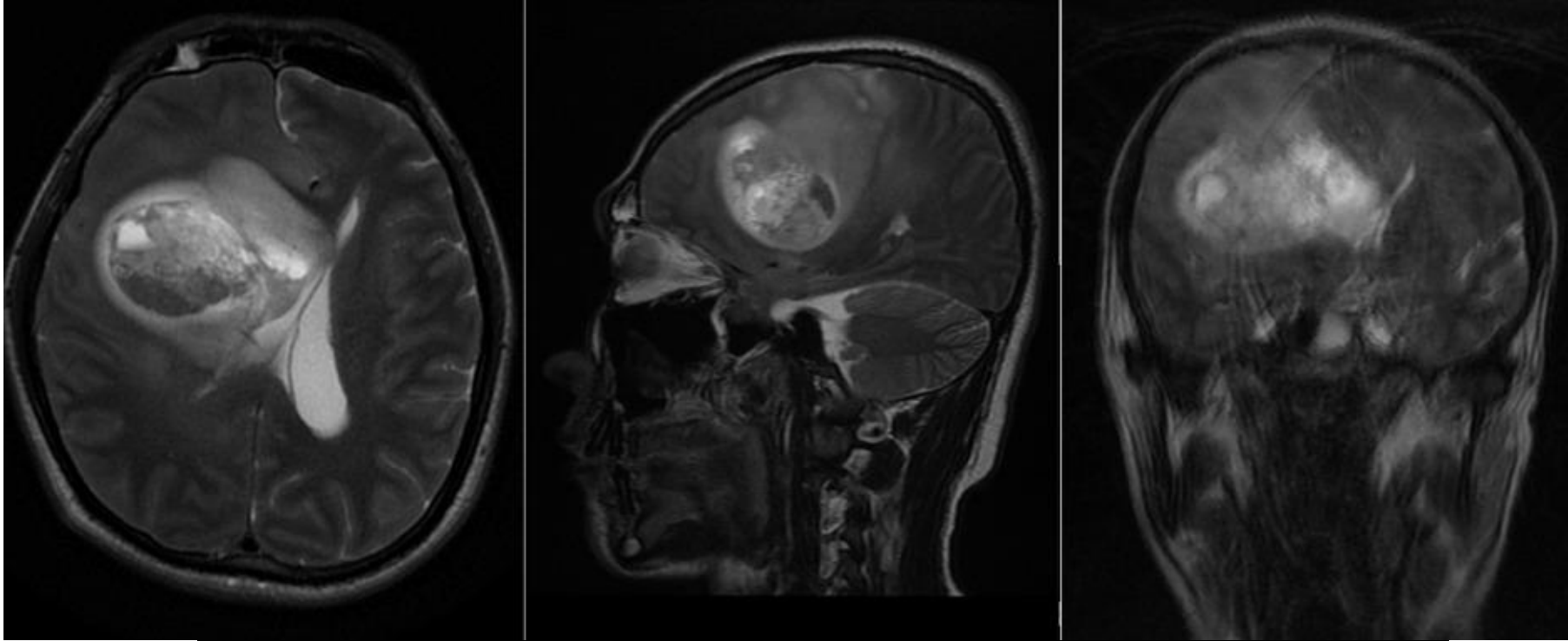
- GCS 15 Pupil bulat isokor 3/3 mm Reflek cahaya +/-
- Motorik hemiparese (S)
- Sensorik tidak ditemukan kelainan
- CN II: RC +/-, VODS > 2/60
- CN III, IV, VI: dbn
- CN VII: facial nerve palsy (S) tipe UMN
- CN XII: deviasi (-), tampak slight atrophy (S)

# Kasus 3.3



## CT Scan Kepala Non Kontras dan MRI

1. Interpretasi CT Scan dan MRI?
2. Tatalaksana pada kasus tersebut?
3. Apa indikasi pembedahan pada kasus ini?



# SESI 4: Trauma

# Indikasi Pemeriksaan CT Scan

1. GCS < 13 setelah resusitasi.
2. Deteriorasi neurologis : penurunan GCS 2 poin atau lebih, hemiparesis, kejang.
3. Nyeri kepala, muntah yang menetap
4. Terdapat tanda fokal neurologis
5. Terdapat tanda Fraktur, atau kecurigaan fraktur
6. Trauma tembus, atau kecurigaan trauma tembus
7. Evaluasi pasca operasi
8. Pasien multitrauma ( trauma signifikan lebih dari 1 organ )
9. Indikasi sosial

# Kasus 4.1

- Laki-laki 32 tahun
- Penurunan kesadaran 28 jam yang lalu
- Setelah tertabrak sepeda motor dari arah berlawanan
- Pasien memakai helm, saat kejadian helm terlepas
- Kejang (-), mual muntah (-).



# Pemeriksaan Fisik

TD 120/90 N 90

GCS 356

Pupil Bulat Isokor 3/3

Reflex cahaya +/+ Hem (-)

Meningeal Sign (-)

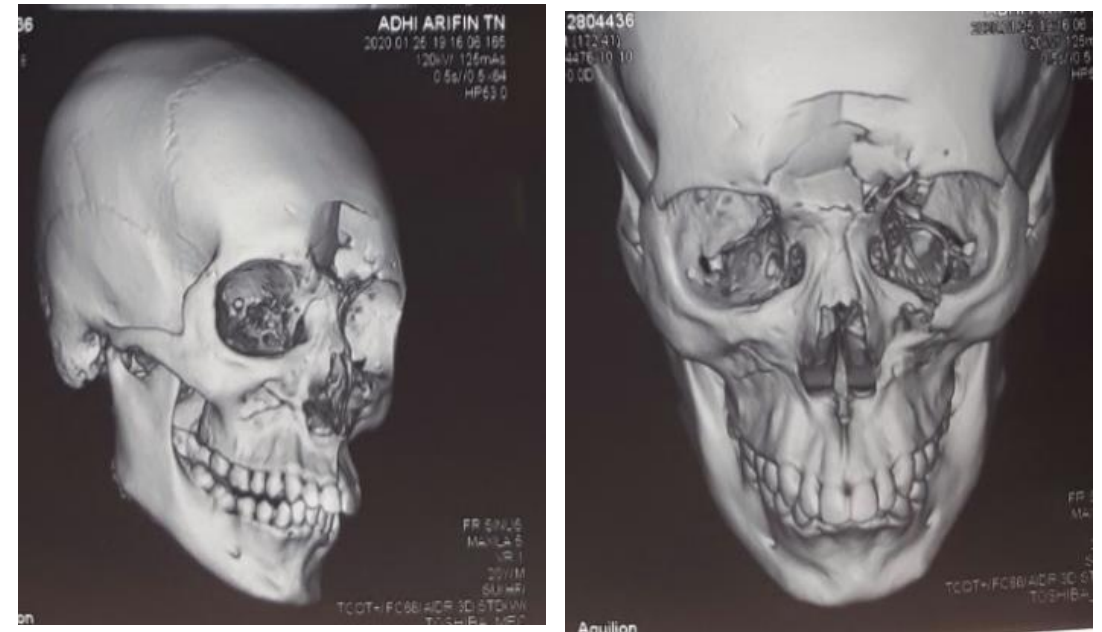
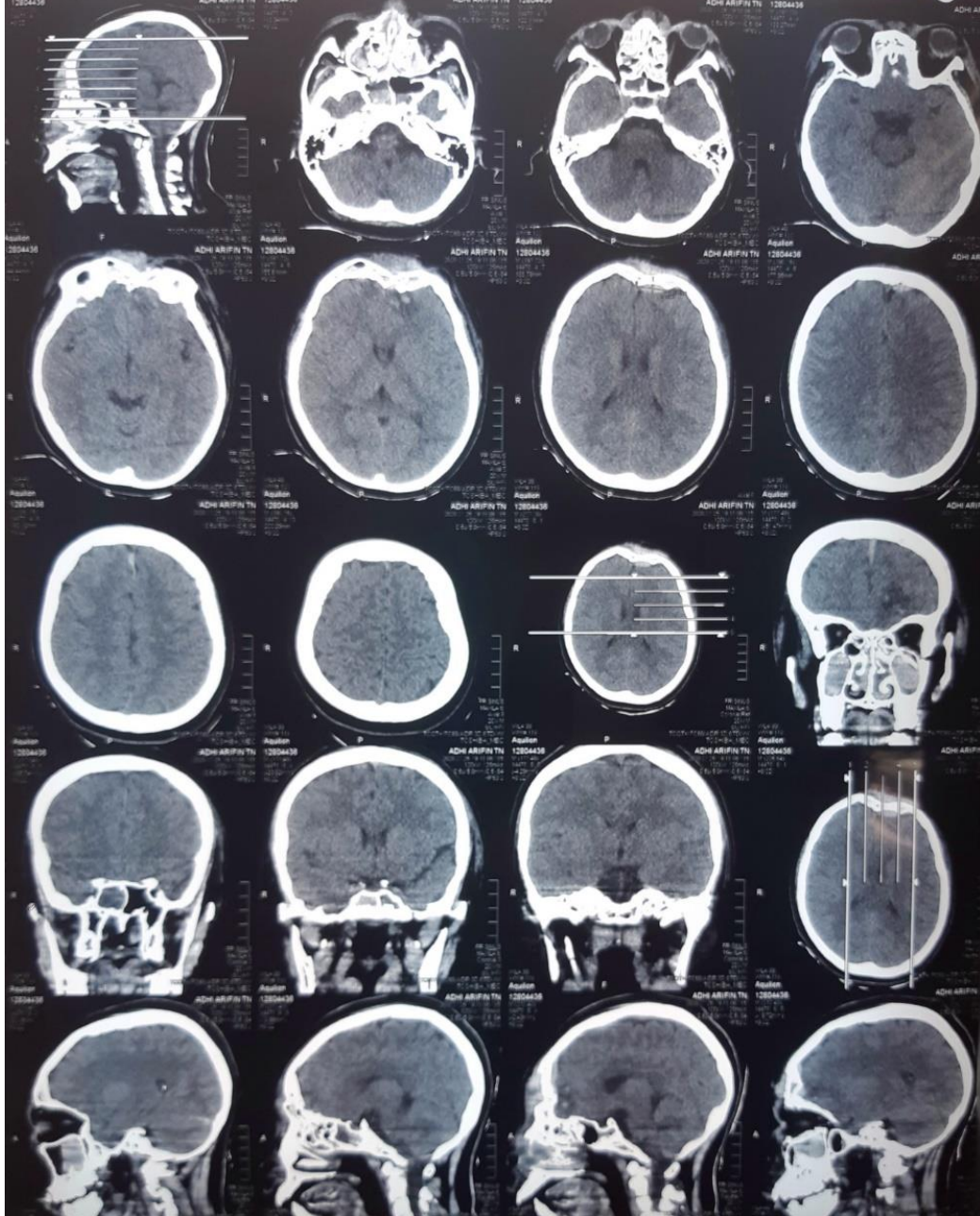
Motorik 5/5

Sensorik dalam batas normal

Status Lokalis: Luka terbuka,  
ukuran 6x3 cm dasar otot



# Kasus 4.1, pemeriksaan palpasi di fraktur site

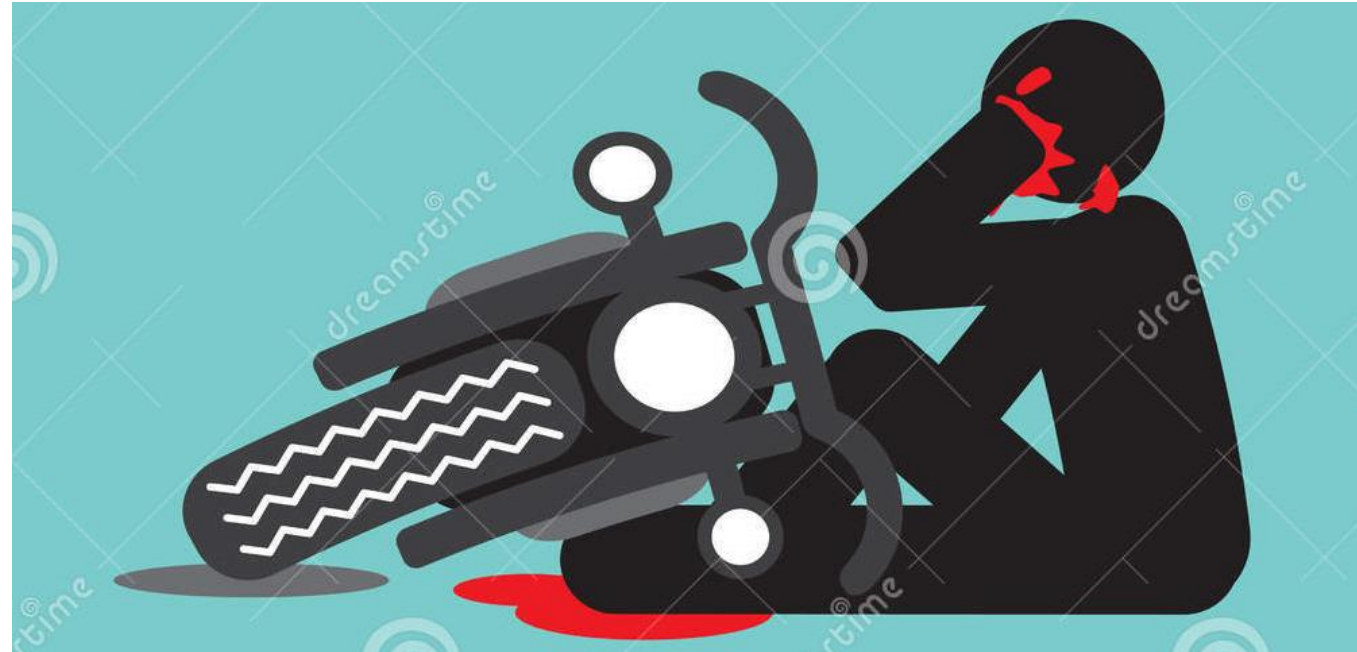


## CT Scan Kepala Non Kontras

- Interpretasi CT Scan pada pasien tersebut?
- Penanganan apa sebaiknya dilakukan?

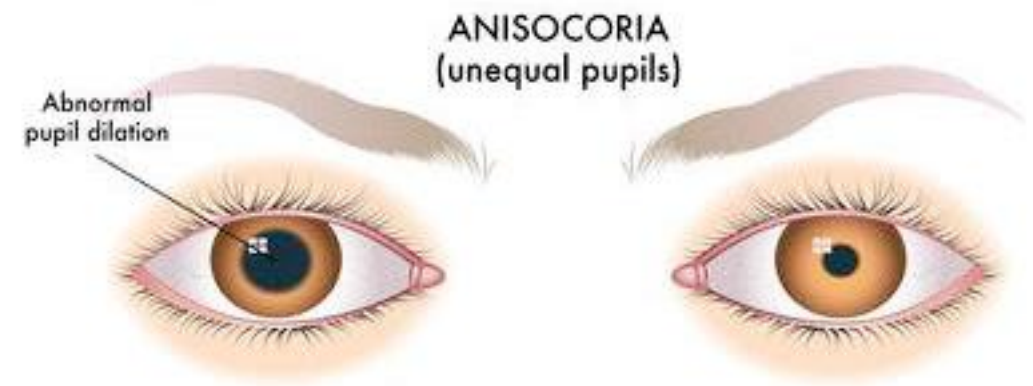
# Kasus 4.2

- Penurunan kesadaran sejak 27 jam yang lalu.
- Terjatuh mengendarai motor saat menghindari jalan berlubang.
- Sempat sadar setelah kejadian → penurunan kesadaran kembali
- Kepala membentur aspal.
- Muntah (+)



# Pemeriksaan fisik

- TD 120/90 N 90
- GCS 245
- Pupil Bulat Anisokor 5/3
- Reflex cahaya menurun/+
- Hemiparesis kiri
- Sensorik sulit dievaluasi

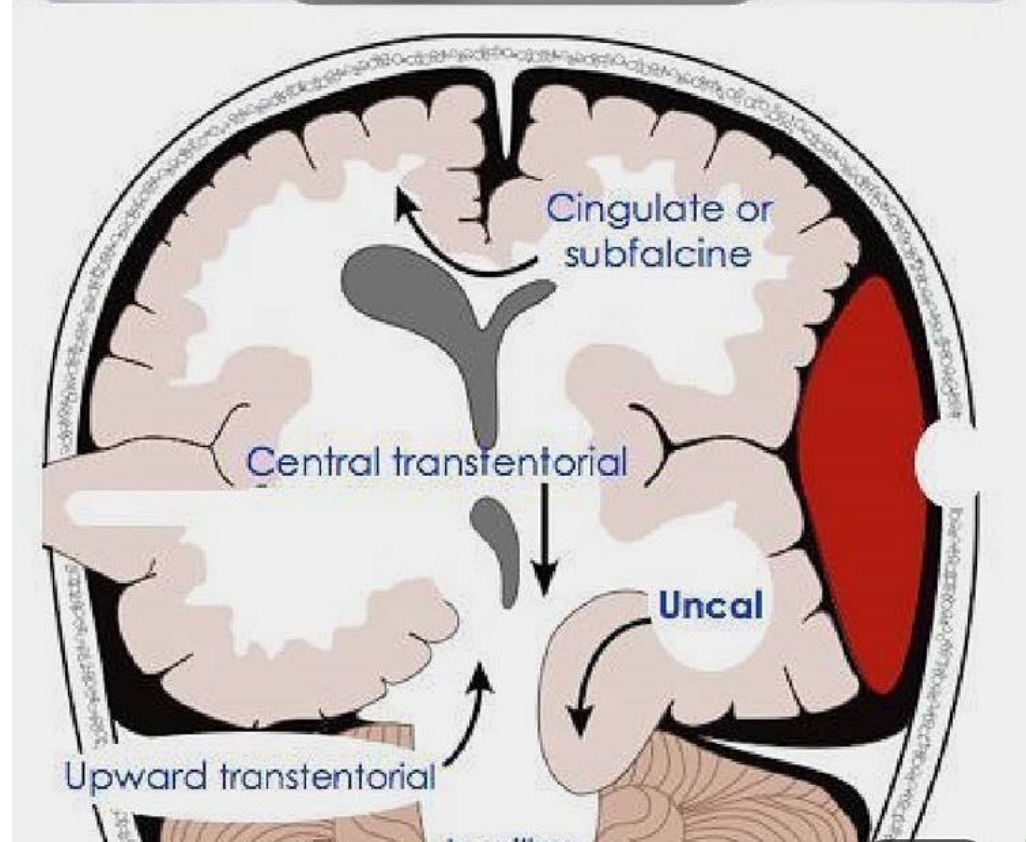
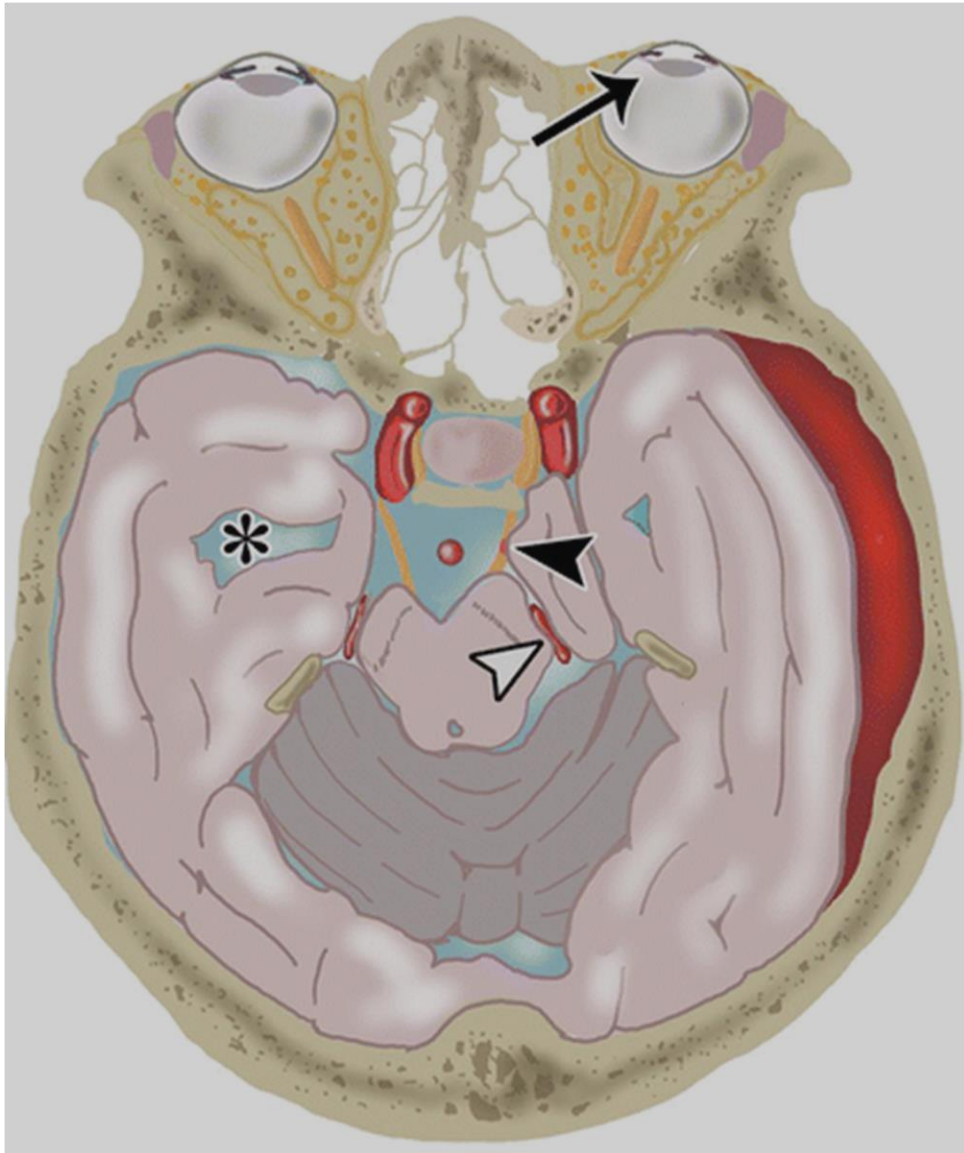


# Kasus 4.2

## CT Scan Tanpa Kontras

- Interpretasi CT Scan pada pasien tersebut?
- Penanganan apa sebaiknya dilakukan?





# Kasus 4.3

- Laki-laki 50 tahun
- Nyeri kepala semakin memberat
- Berjalan menyeret
- Riwayat terjatuh kepala membentur lantai 1 bulan yang lalu



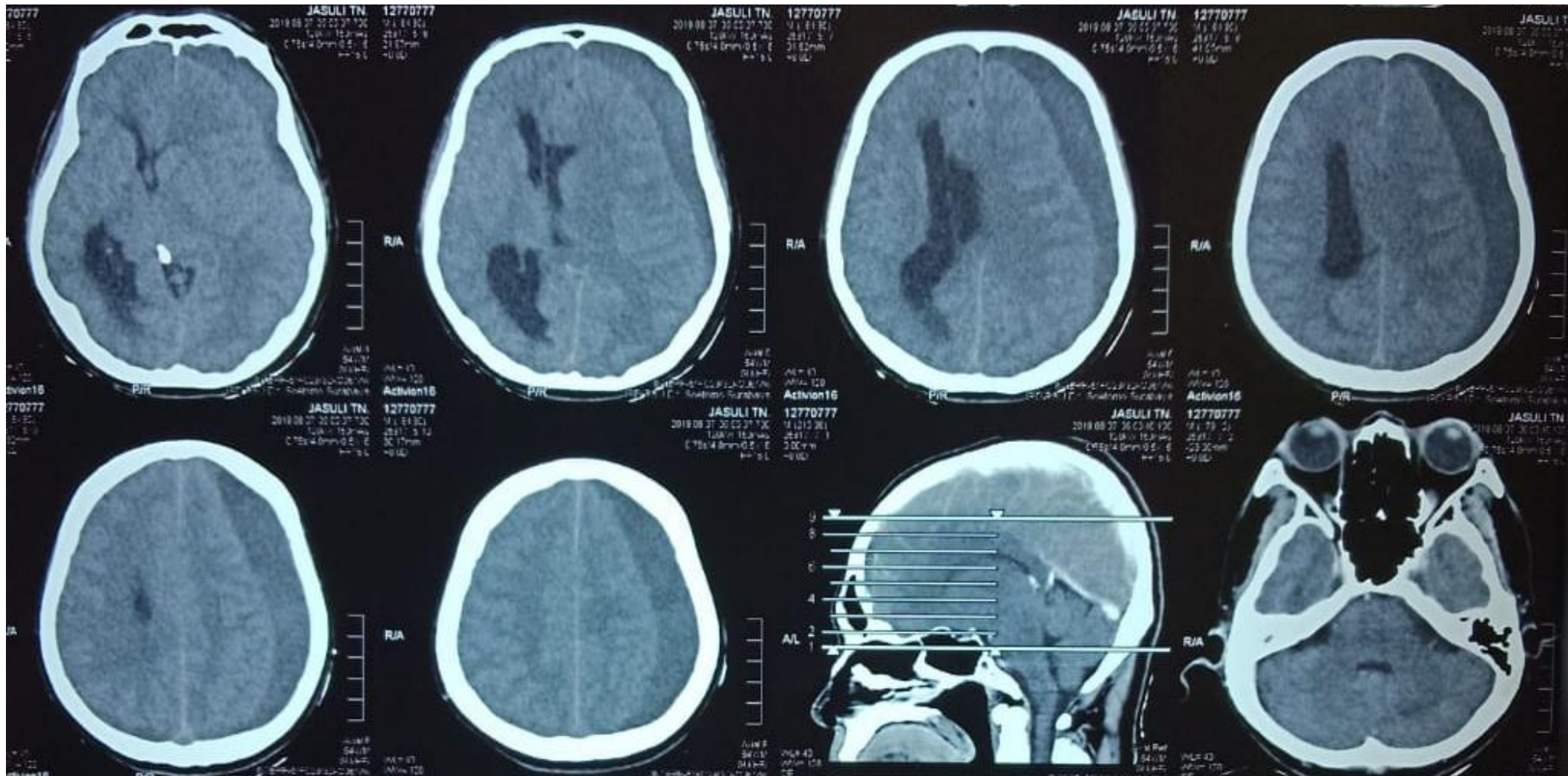
# Pem fisik

- TD 120/90 N 90
- GCS 356
- Pupil Bulat Isokor 3/3
- Reflex cahaya +/+ Hem (kanan)
- Meningeal Sign (-)
- Motorik 4/5
- Sensorik dalam batas normal



# Kasus 4.3

- Bagaimana interpretasi CT Scan dan Diagnosis pada pasien ini?
- Tatalaksana AWAL sebagai GP?



Terima kasih