

PERKEMBANGAN  
SUSUNAN SYARAF  
Oleh: Agus Supriyanto

Email: [Agus\\_Supriyanto@uny.ac.id](mailto:Agus_Supriyanto@uny.ac.id)



- Otak manusia dewasa kira-kira 1.300-1.400 g (2% BB), terdiri lebih dari 100 milyar sel saraf dan 1 trilyun sel penyokong saraf (neuroglia).
- dari 1.700 ml volume tengkorak:
  - 1.400 ml otak (80%)
  - 150 ml darah (10%)
  - 150 ml cerebrospinal fluid (10%)
- Rasio *graymatter* : *whitematter* di cerebral hemisphere:
  - Usia 20 th: 1,3
  - Usia 50 th: 1,1
- Total permukaan korteks cerebri 2.500 cm<sup>2</sup>

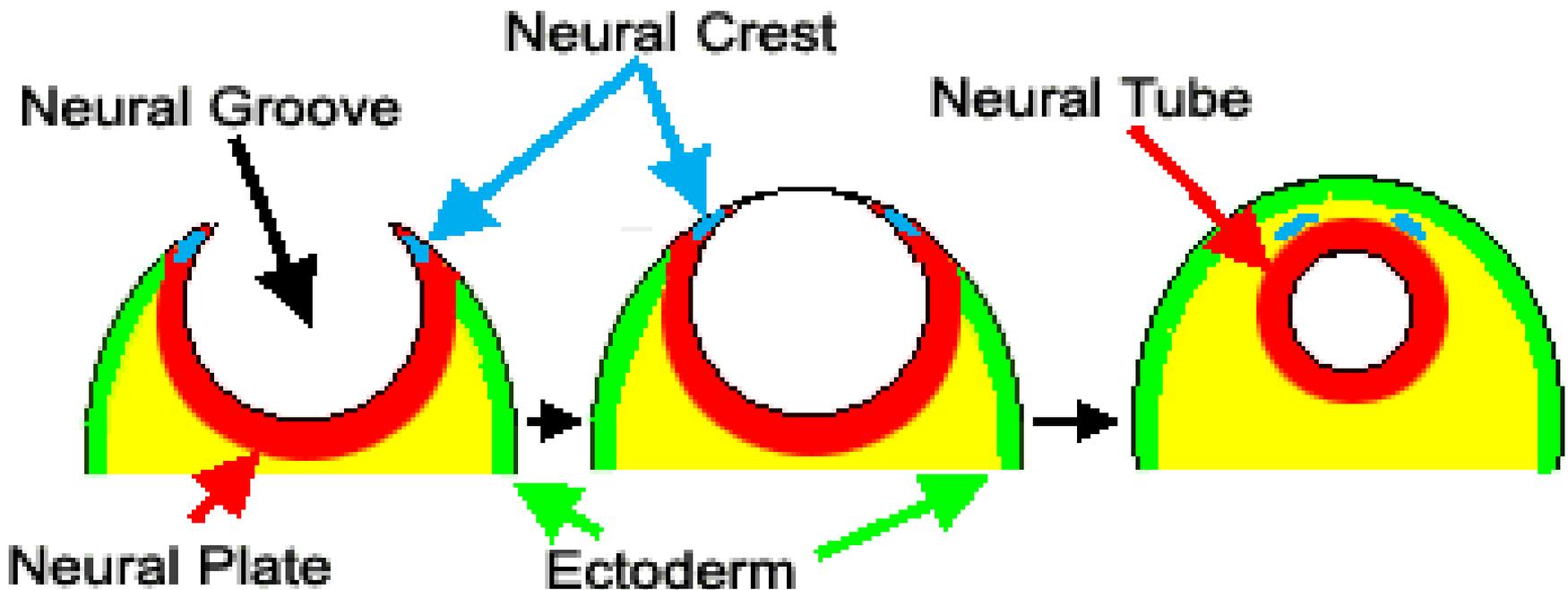
# KOMPONEN-KOMPONEN YANG BEKERJASAMA PADA KEGIATAN MOTORIK

- Gerakan dan energi: kontraksi dan relaksasi otot, dalam keadaan fisiologi otot berelaksasi dan berkontraksi apabila mendapat rangsangan dari susunan syaraf baik motorik maupun sensorik.
- Koordinasi: gerak diatur mulai dari alur otot ke serebelum dan dikembalikan ke otot setelah diolah di dalam serebelum
- Refleks: Jawaban adanya rangsang diluar kehendak, rangsang melalui saraf perifer eferen (motorik) dan rangsang responnya melalui saraf perifer aferen (sensorik)
- Tonus: berkaitan dengan memanjang dan memendeknya otot.

# Unsur penyusun sistem syaraf:

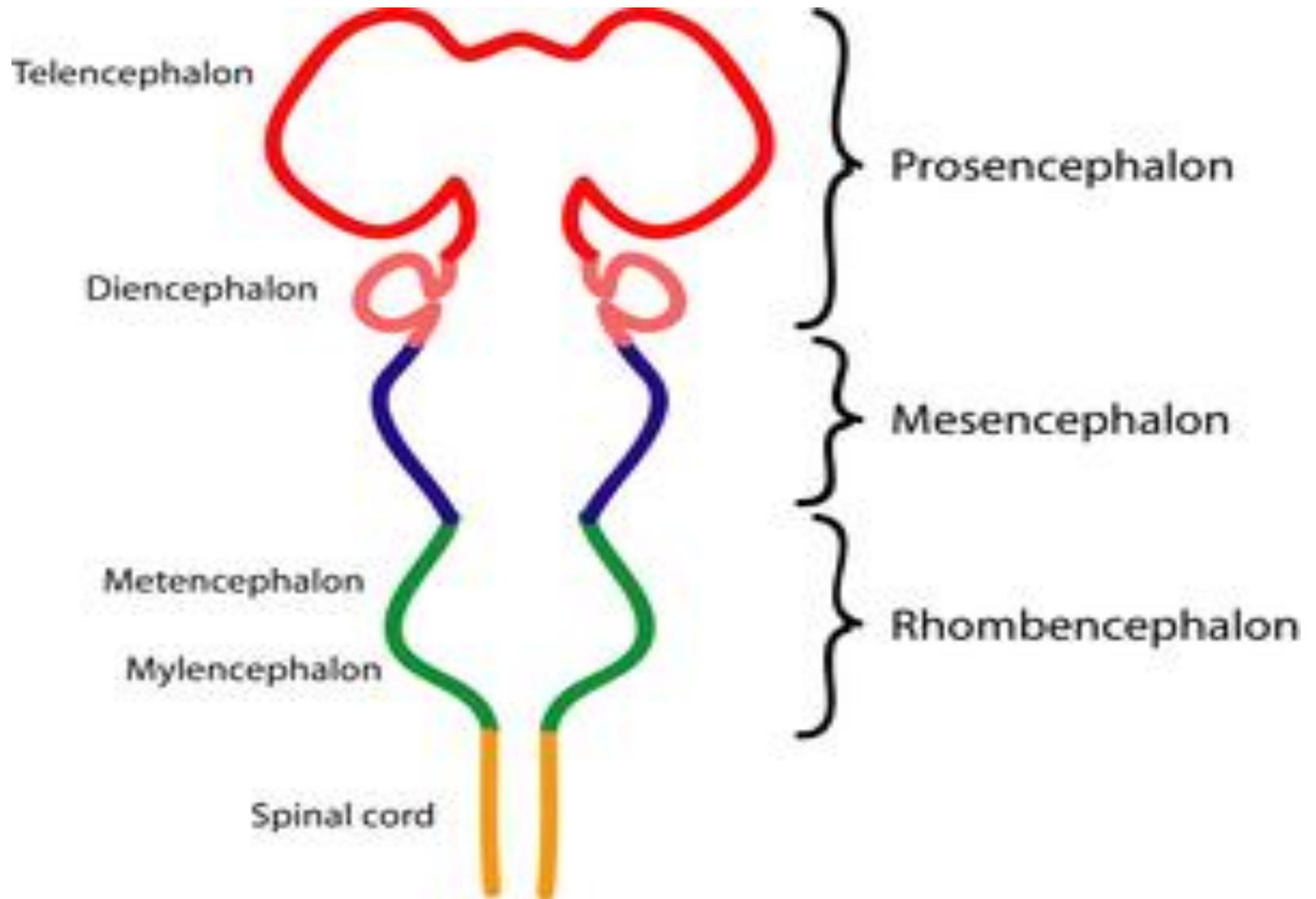
- Neuron atau sel syaraf adalah unit struktur dan fungsional sistem syaraf
- Cell Body atau soma: pusat metabolisme
- Dendrit: merupakan bagian syaraf yang berfungsi sebagai penerima informasi/rangsang dan menghantarkannya ke sel body.
- Azon: serabut syaraf

- Sistem syaraf: terbagi menjadi 2 yaitu sistem syaraf pusat (sentral nervous system) dan sistem tepi (peripheral nervous system)
- Sistem syaraf pusat terdiri atas otak (brain) dan sumsum tulang belakang (spinal cord) yang berfungsi: 1). Mengirimkan informasi tentang keadaan lingkungan dan tubuh ke otak; 2). Mengirimkan informasi dari otak ke otot atau kelenjar.
- Menurut fungsinya: 1). Aferent/sensorik: serabut saraf yang membawa pesan syaraf dari reseptor ke pusat; 2). Eferent/motorik: serabut saraf yang membawa pesan syaraf dari pusat ke target organ
- Menurut strukturnya: 1). Sel syaraf unipolar: sel syaraf dengan serabut proses; 2). Sel syaraf bipolar: mempunyai dua serabut proses; 3). Sel syaraf multipolar: tiap axon disertai dengan banyak dendrit



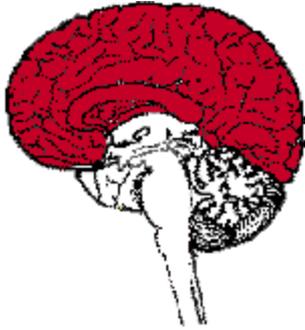
- System saraf berkembang dari jaringan embriyonik yang disebut *ectoderm*. Tanda pertama dari terjadinya perkembangan system saraf adalah terbentuknya *neural plate* yang mulai dapat dilihat pada usia **16 hari** perkembangan. Beberapa hari selanjutnya terbentuklah parit/cekungan pada neural plate sehingga terbentuklah *neural groove*.
- Pada usia **21 hari** perkembangan, *neural groove* berkembang menjadi *neural tube*. Bagian *rostral* (depan) dari *neural tube* akan berkembang menjadi otak, sedangkan bagian belakang akan berkembang menjadi medulla spinalis. Sedangkan sel-sel *neural crest* akan berkembang menjadi system saraf tepi.
- Pada ujung depan *neural tube* akan terbentuk 3 area otak mayor, yaitu: *prosencephalon* (*forebrain*), *mesencephalon* (*midbrain*), dan *rhombencephalon* (*hindbrain*). Pada usia 7 minggu perkembangan, ketiga area tersebut akan terpecah lagi, disebut proses encephalization.

# EMBRIOLOGI OTAK



# OTAK

Telencephalon



Diencephalon



Mesencephalon



Metencephalon



Myelencephalon



# SISTEM FUNGSIONAL

## AFFERENS

### Somatik

-GSA  
(kulit, otot, j ikat)

-SSA  
(retina, pdngarn)

### Viseral

-GVA  
(di visera)

-SVA  
(gustasi, olfaksi)

### Propiosepsi

-GPA (reseptor di otot skelet, tendo, sendi)

-SPA (reseptor khusus: alat keseimbangan)

## EFFERENS

### Somatik

-GSE  
(otot skelet)

-SSE (tidak ada)

### Viseral

-GVE  
(otot polos,  
jtg, kelenjar)

-SVE  
(otot larynx,  
pharynx dll)

# SISTEM SARAF PUSAT

## OTAK

- cerebrum
- cerebellum

## MEDULA SPINALIS

+ thruncus cerebri

MANUSIA -----> homo sapiens  
homo erectus

OTAK

Pusat Komputasi Integratif  
dan Pembuat Keputusan

MS+SST

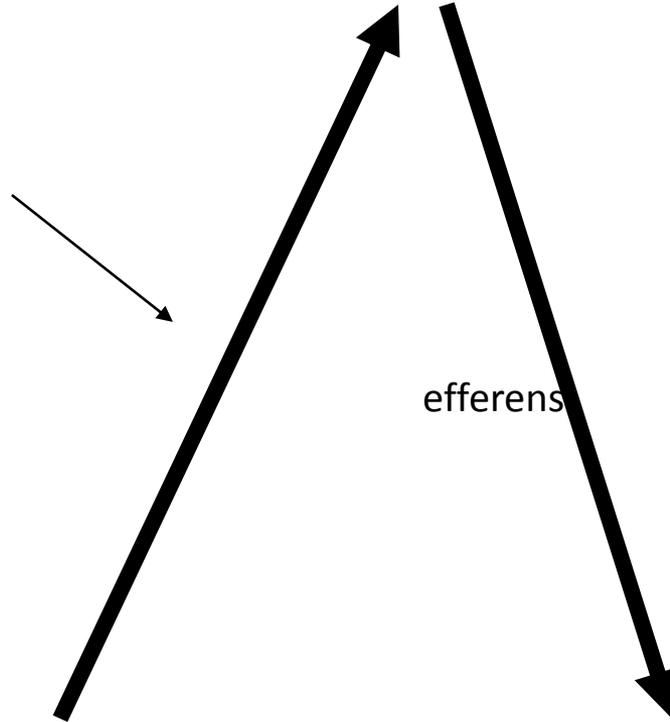
kesadaran

afferens

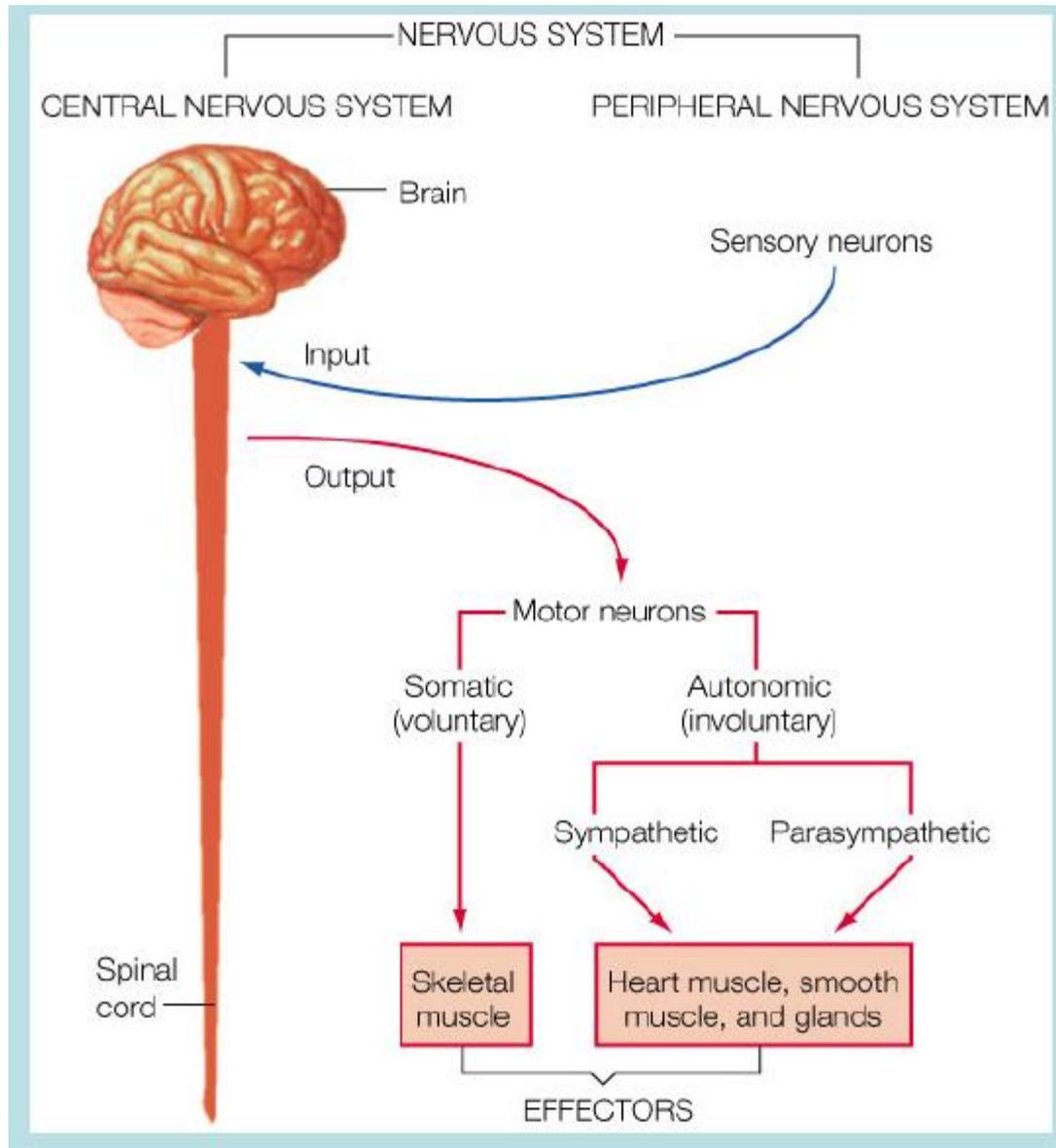
efferens

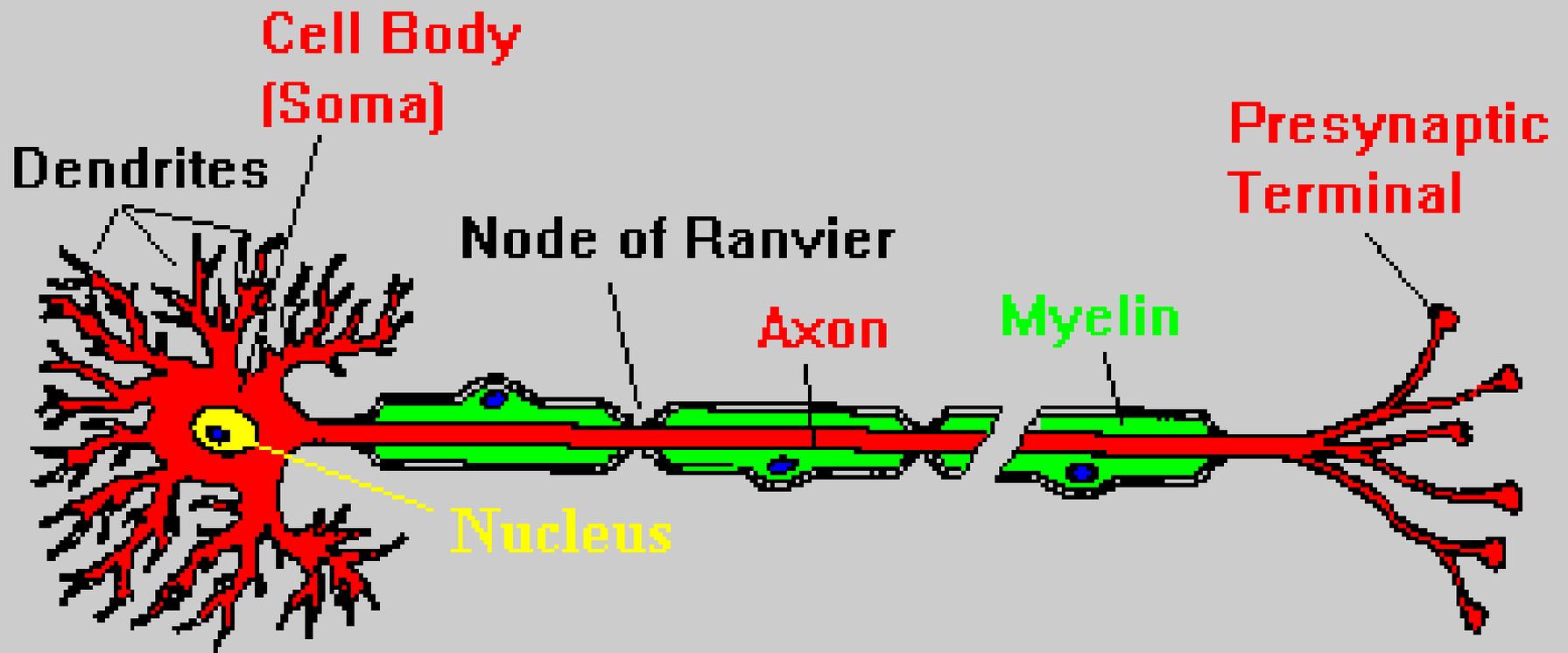
Sensor (reseptor)

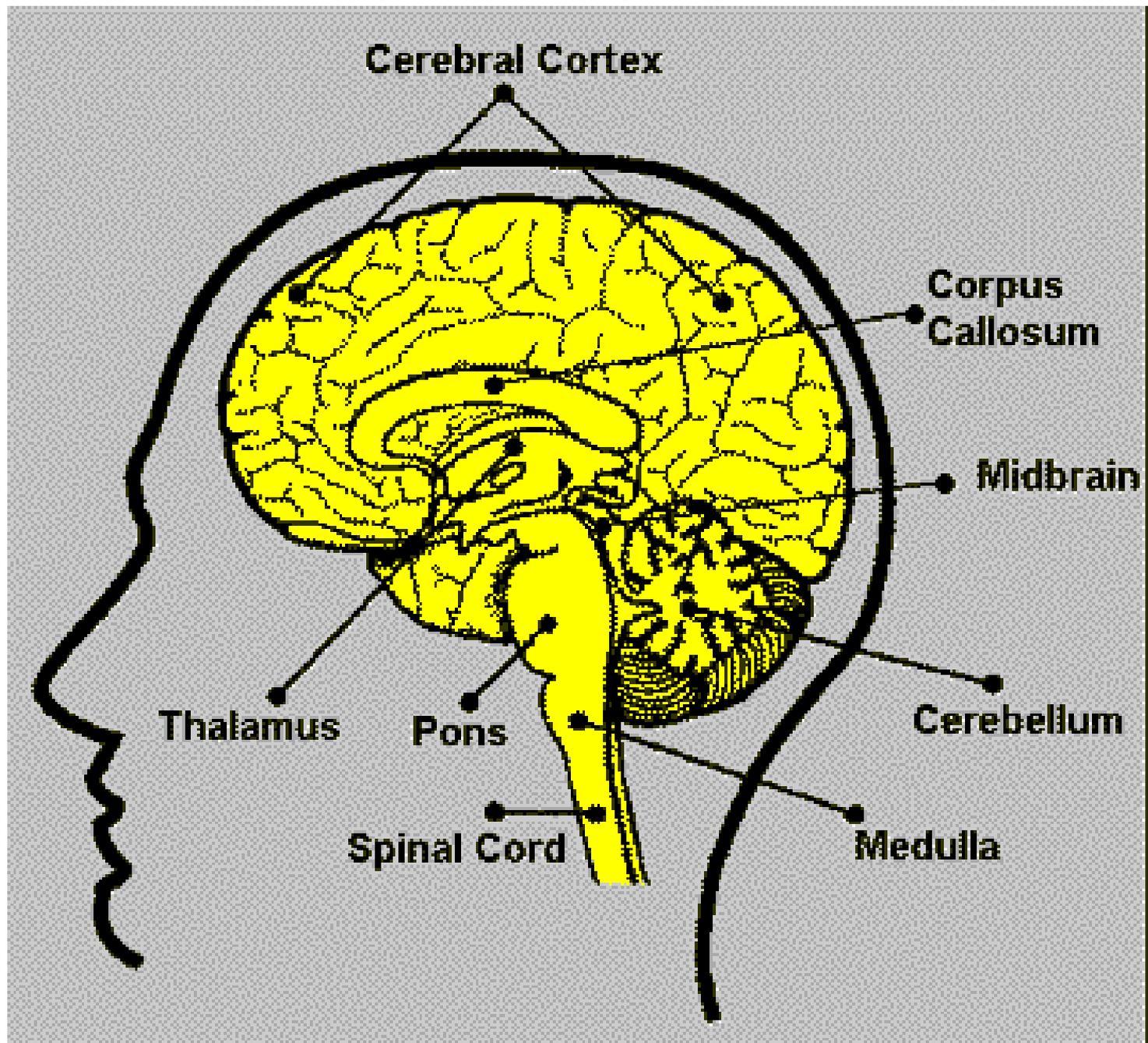
Efektor (otot)



# Organization of the human nervous system



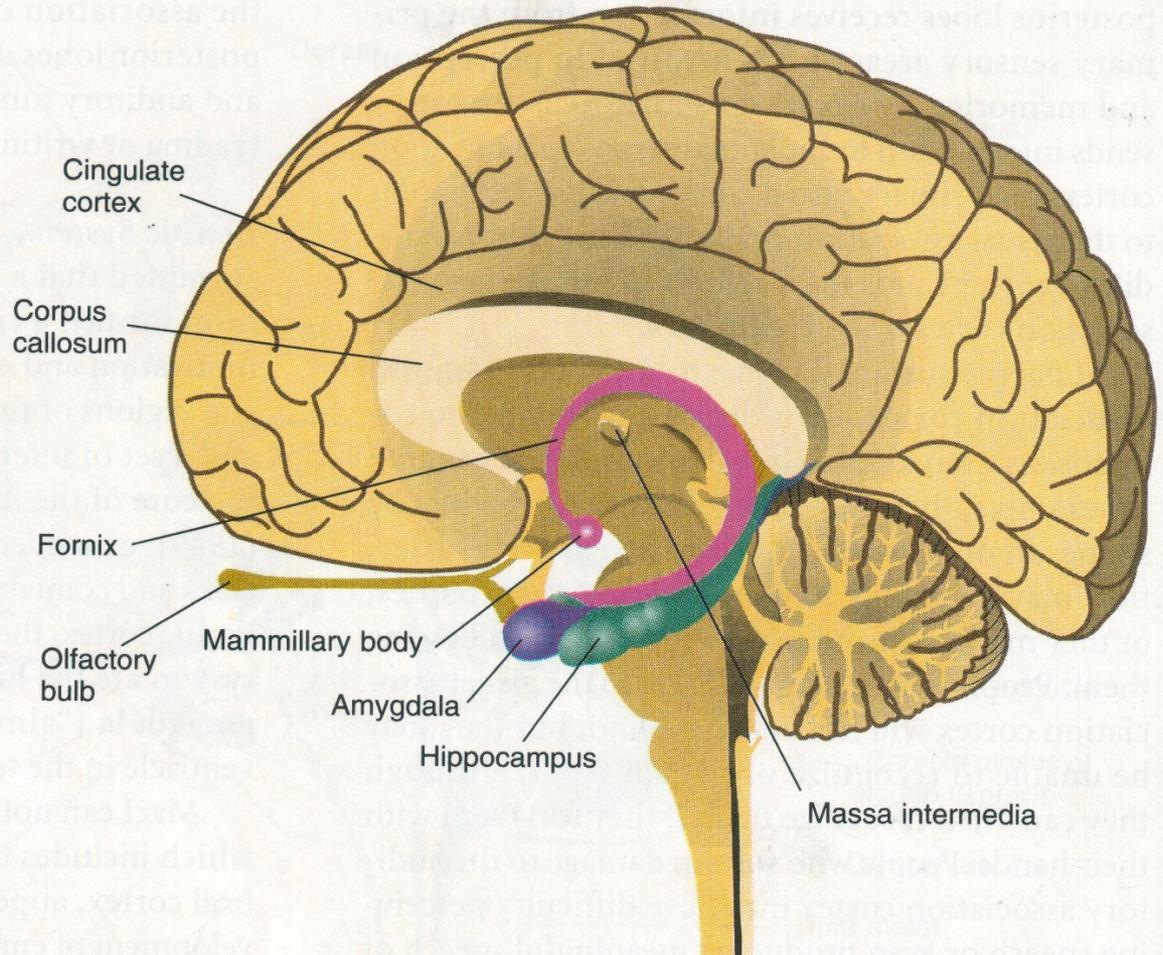




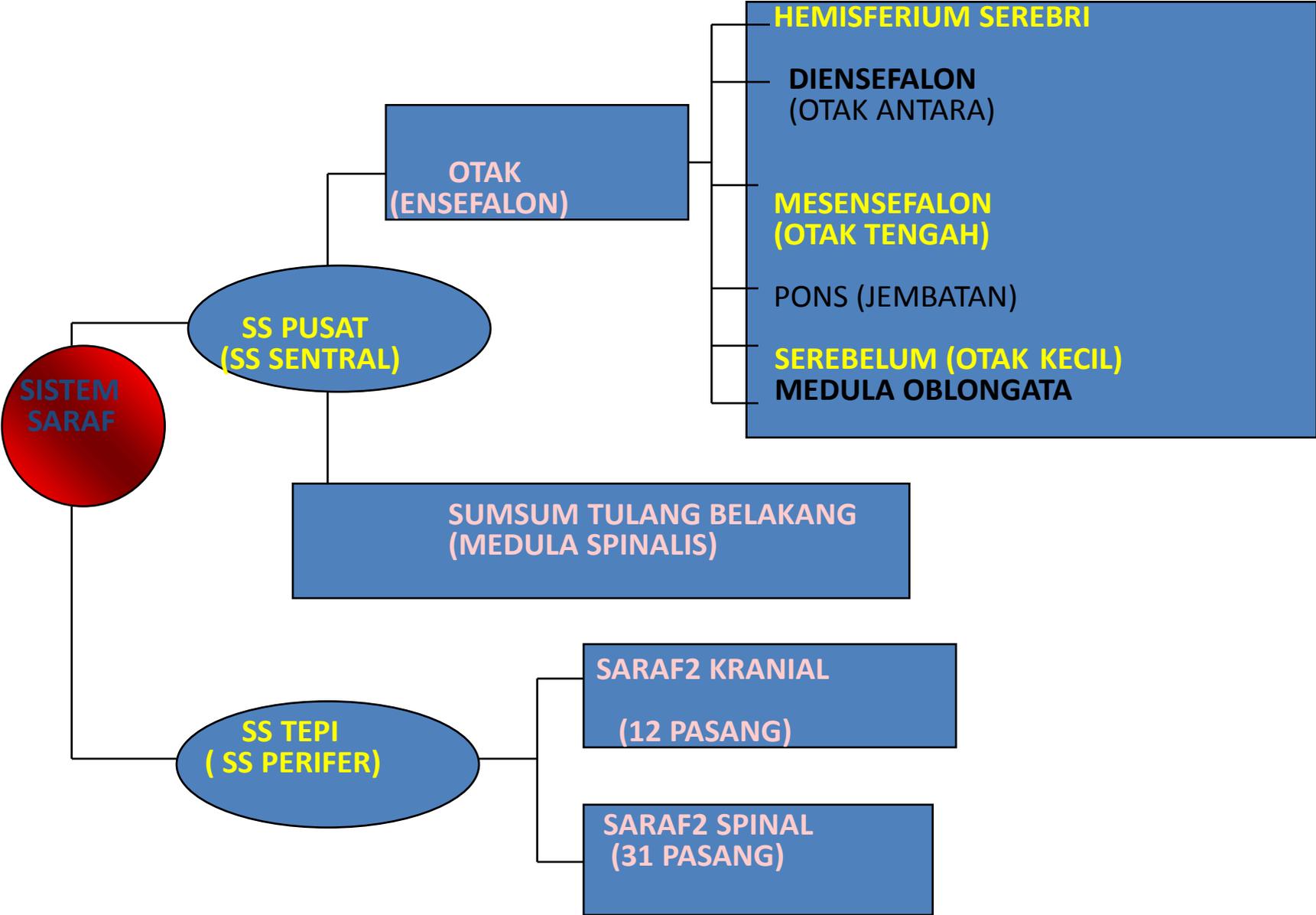
# PERKEMBANGAN SUSUNAN SYARAF

**FIGURE 4.15**

*The major components of the limbic system.*



# STRUKTUR OTAK



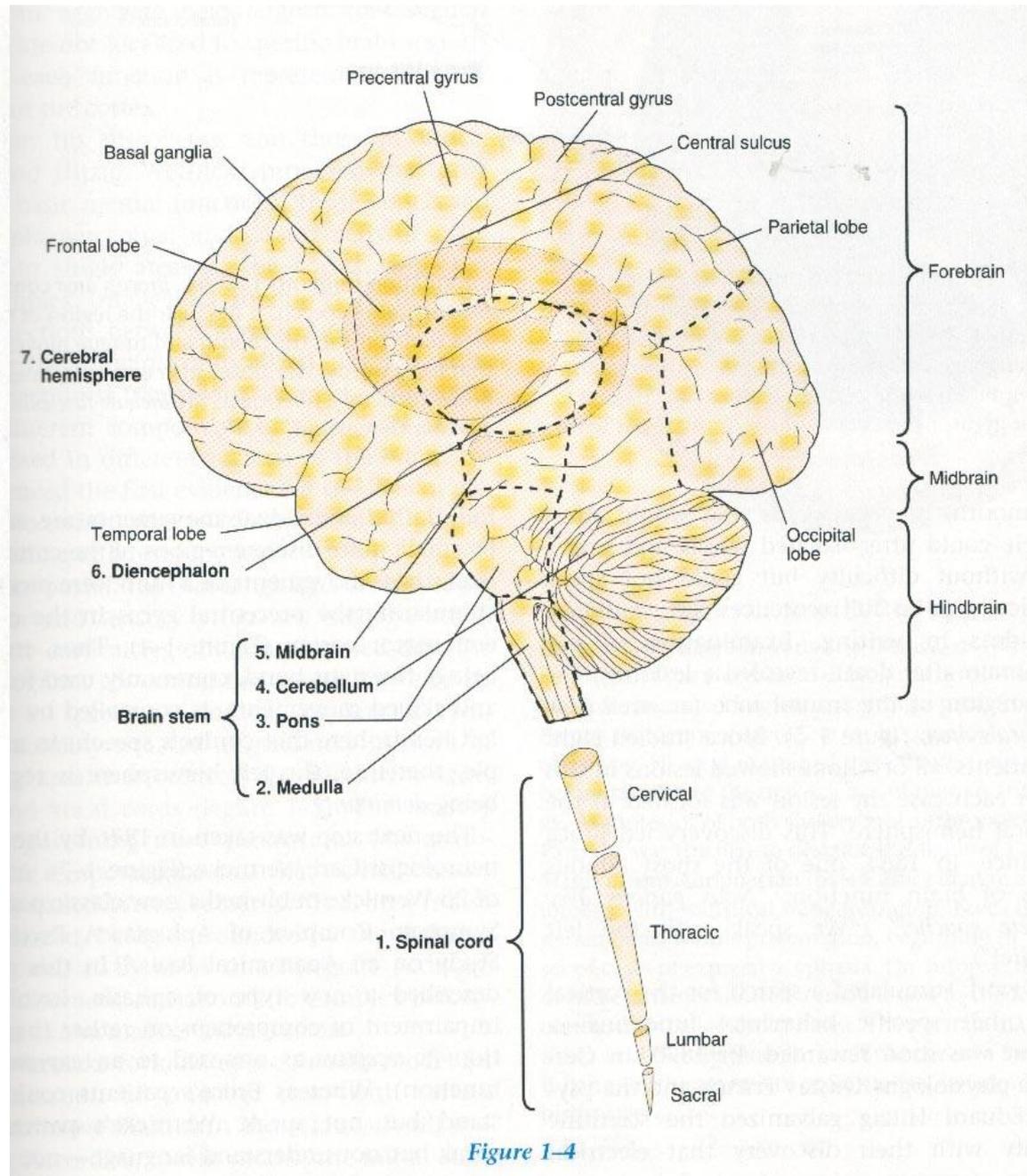
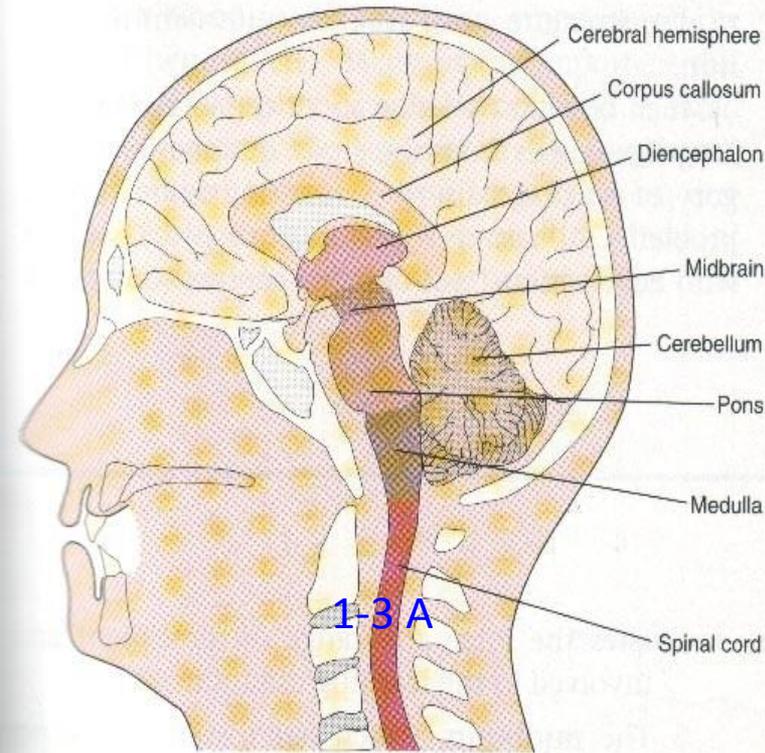
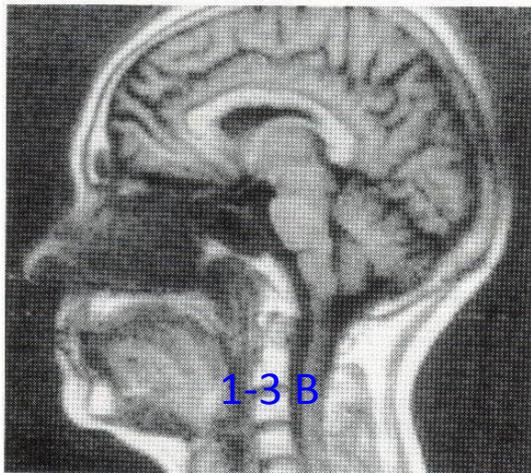
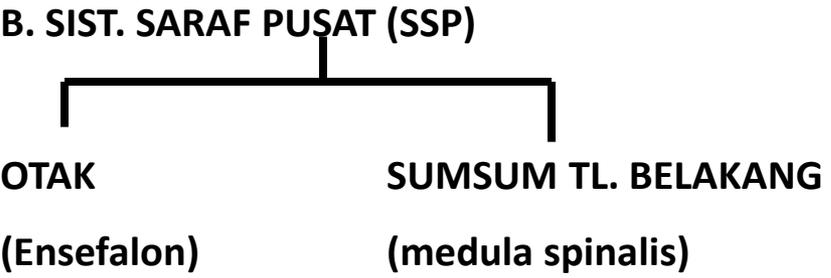
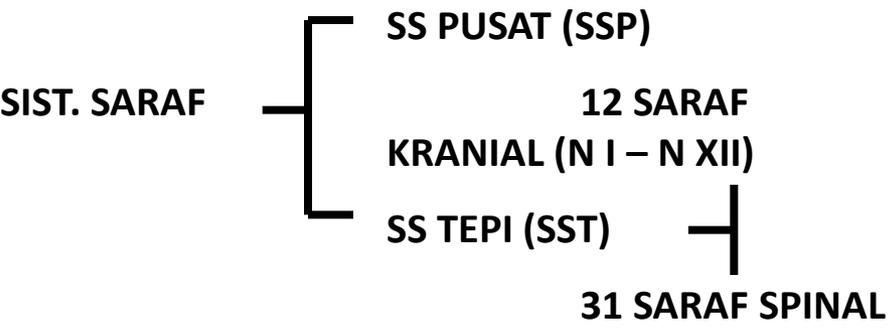
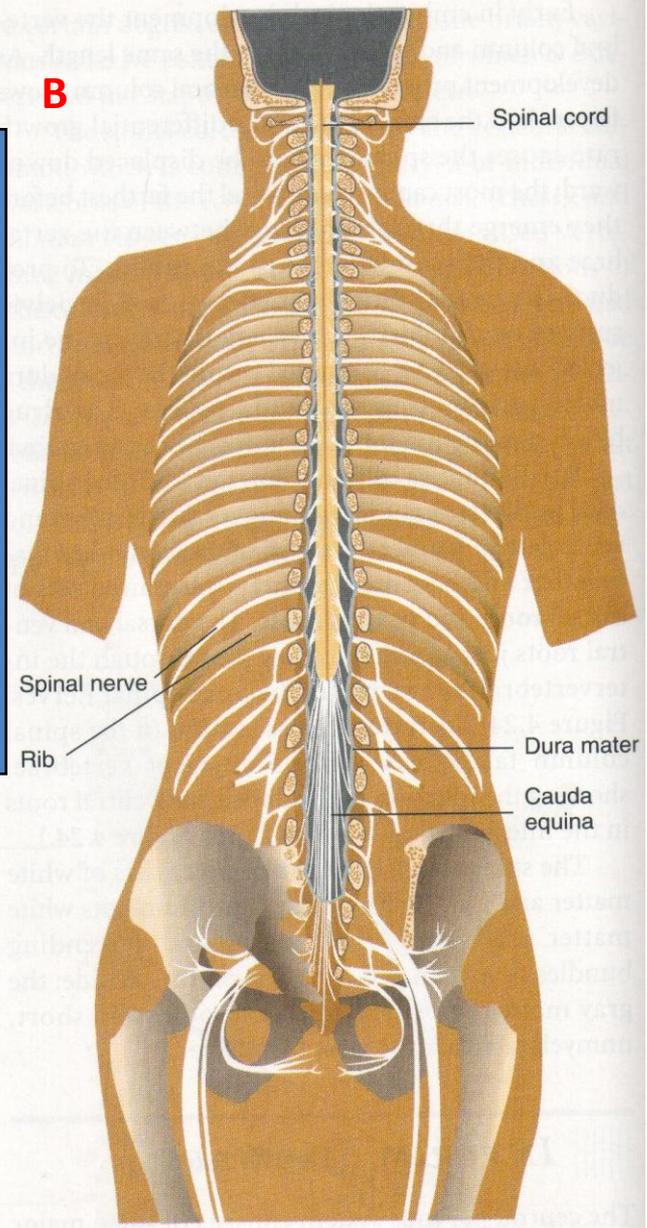
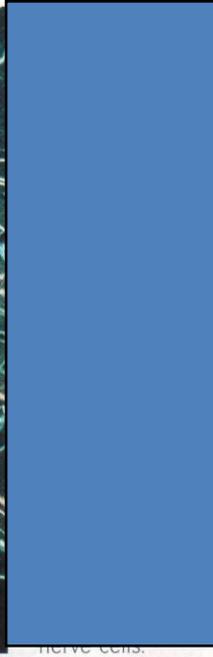
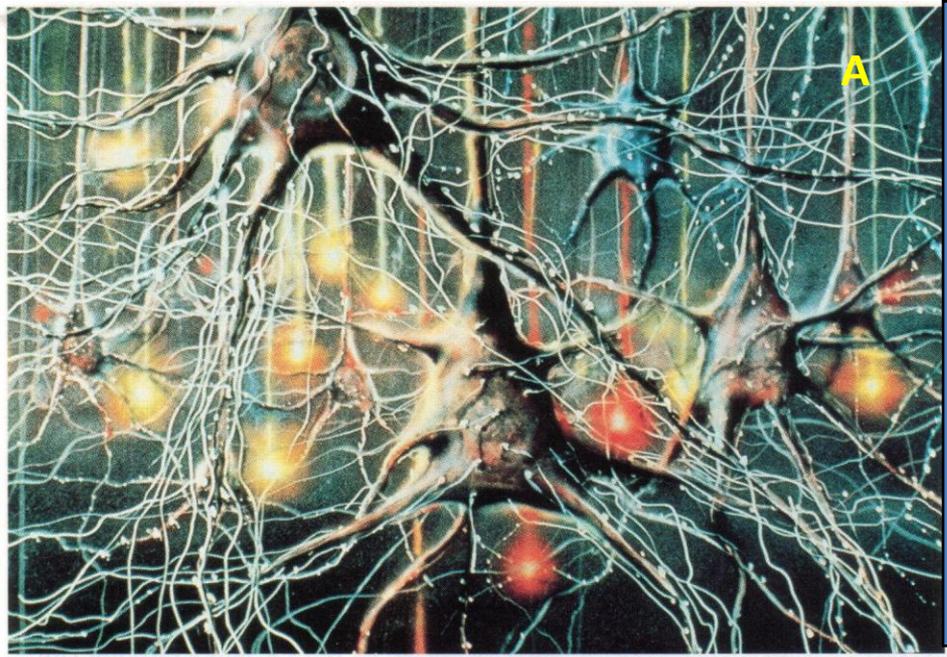


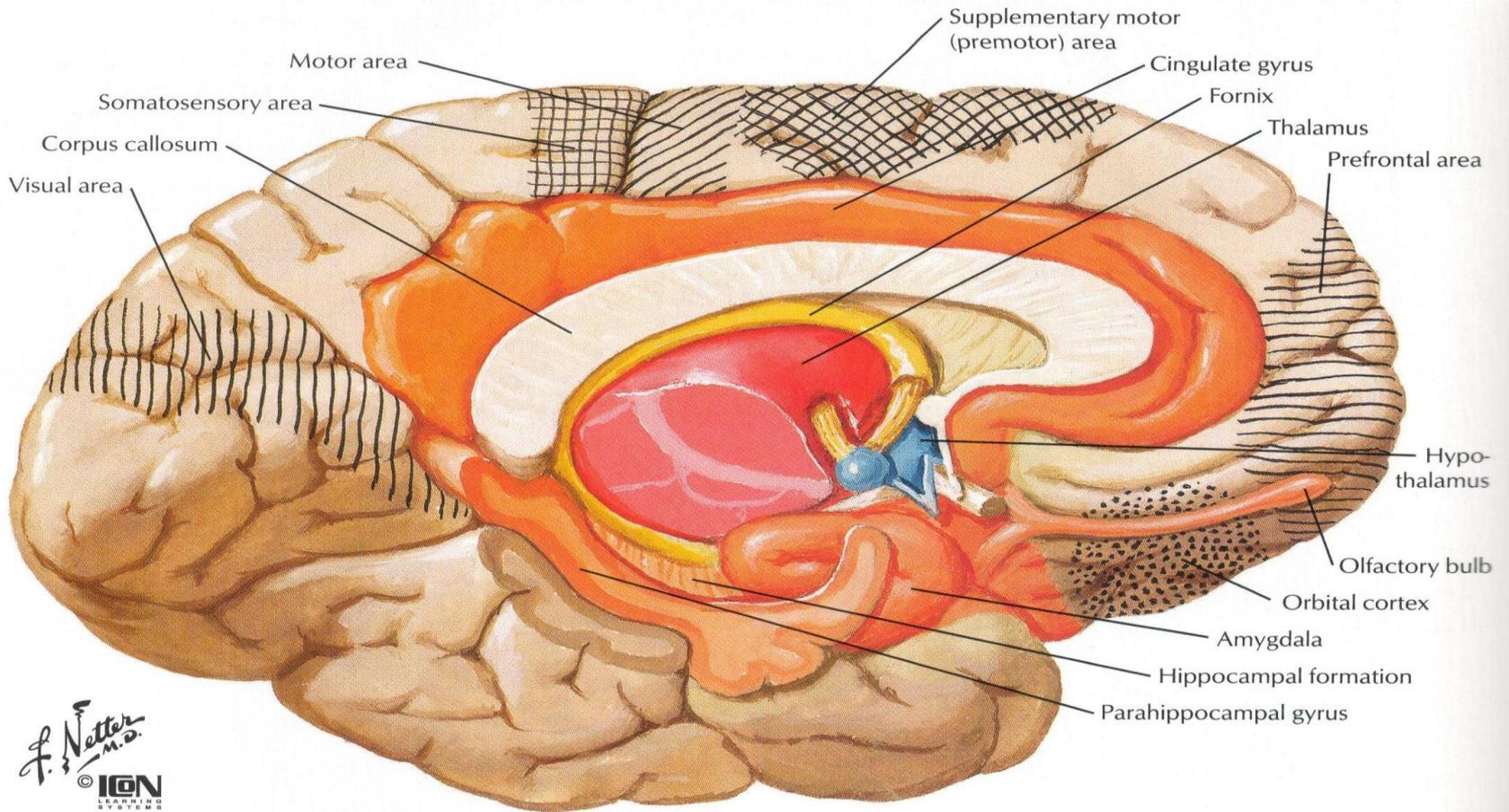
Figure 1-4



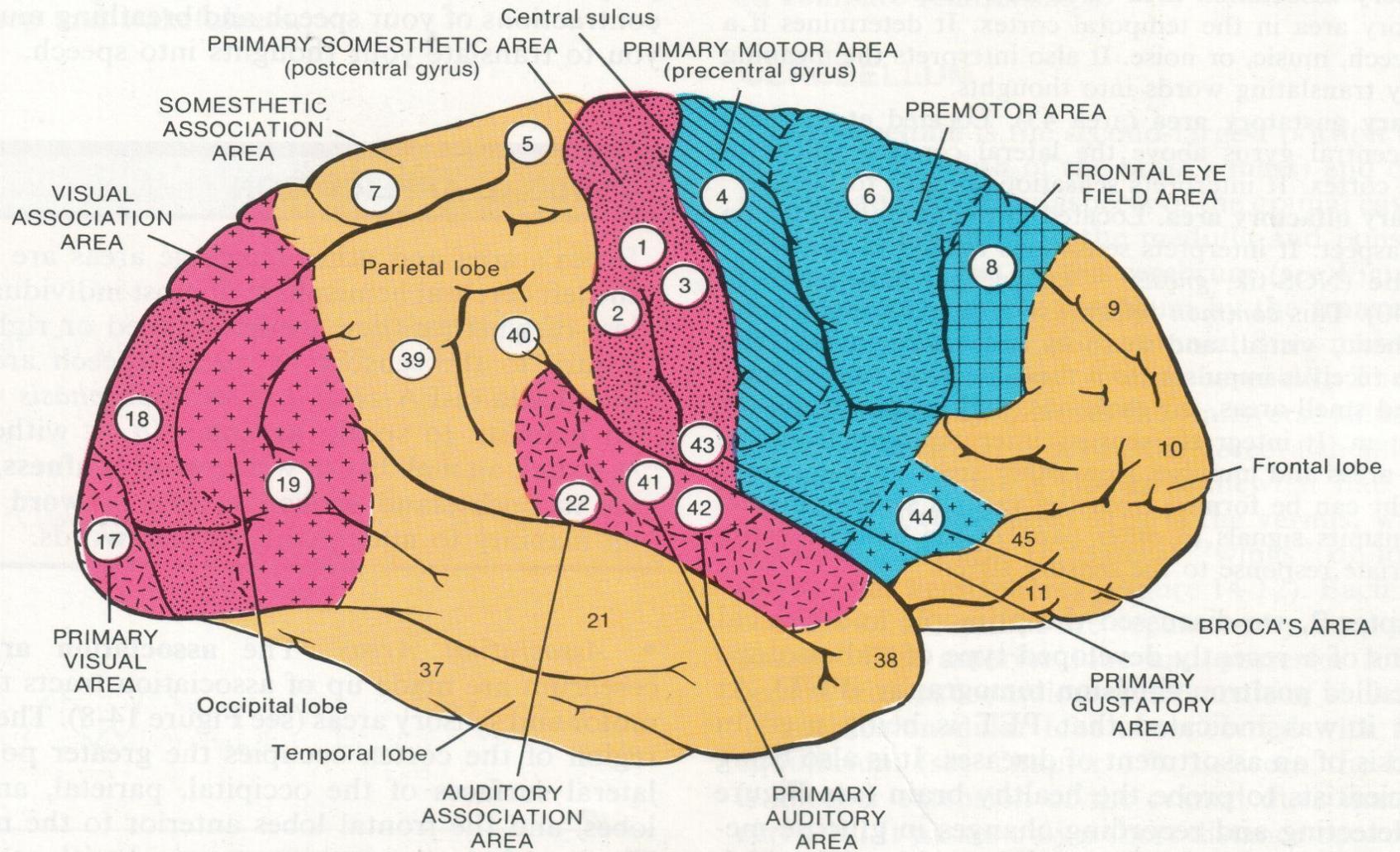
# A. Kompleksitas interkoneksi antarneuron



**FIGURE 4.25**  
A dorsal view of the human spinal cord and some of the principal spinal nerves.



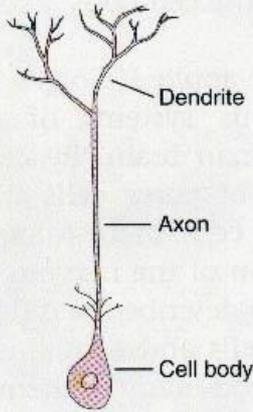
**FIGURE III.57: FOREBRAIN REGIONS ASSOCIATED WITH THE HYPOTHALAMUS**



**FIGURE 14-10** Functional areas of the cerebrum. This lateral view indicates the sensory and motor areas of the right hemisphere. Although Broca's area is in the left hemisphere of most people, it is shown here to indicate its location.

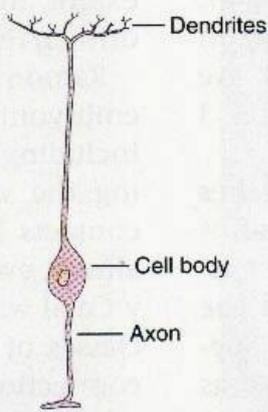
**Macam neuron (struktural)**

**A Unipolar cell**



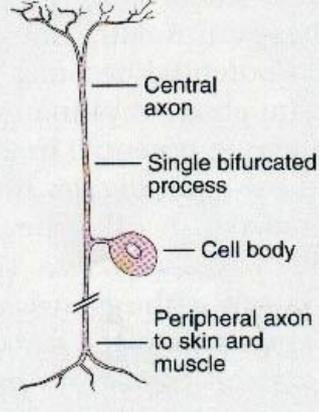
Invertebrate neuron

**B Bipolar cell**



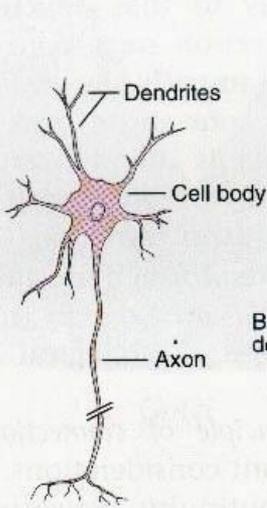
Bipolar cell of retina

**C Pseudo-unipolar cell**

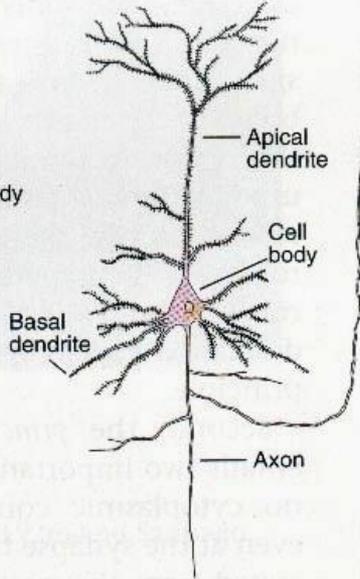


Ganglion cell of dorsal root

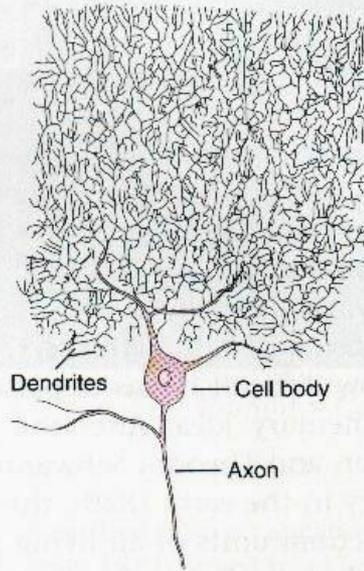
**D Three types of multipolar cells**



Motor neuron of spinal cord



Pyramidal cell of hippocampus

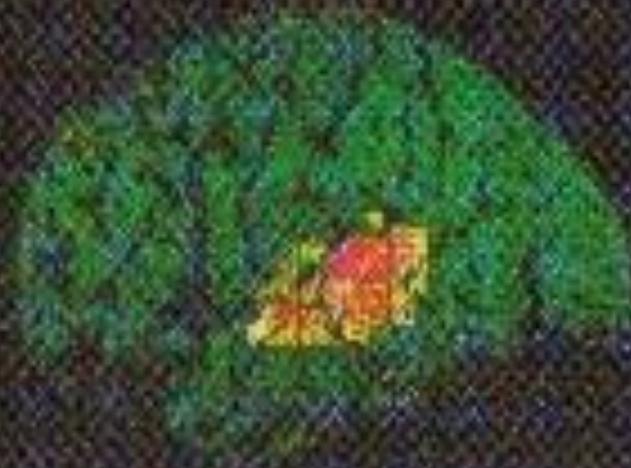


Purkinje cell of cerebellum

A Looking at words



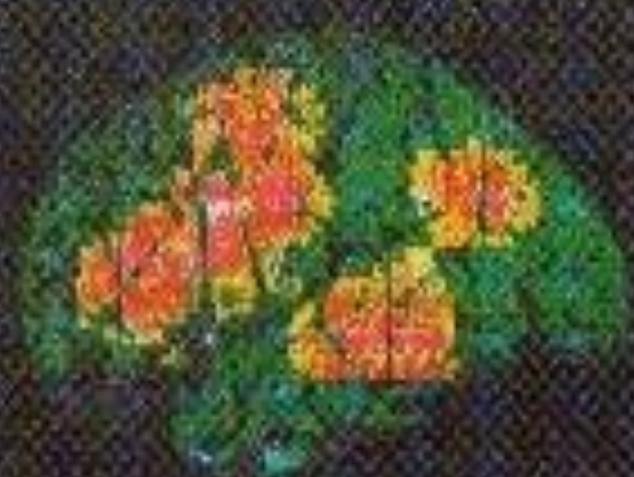
B Listening to words



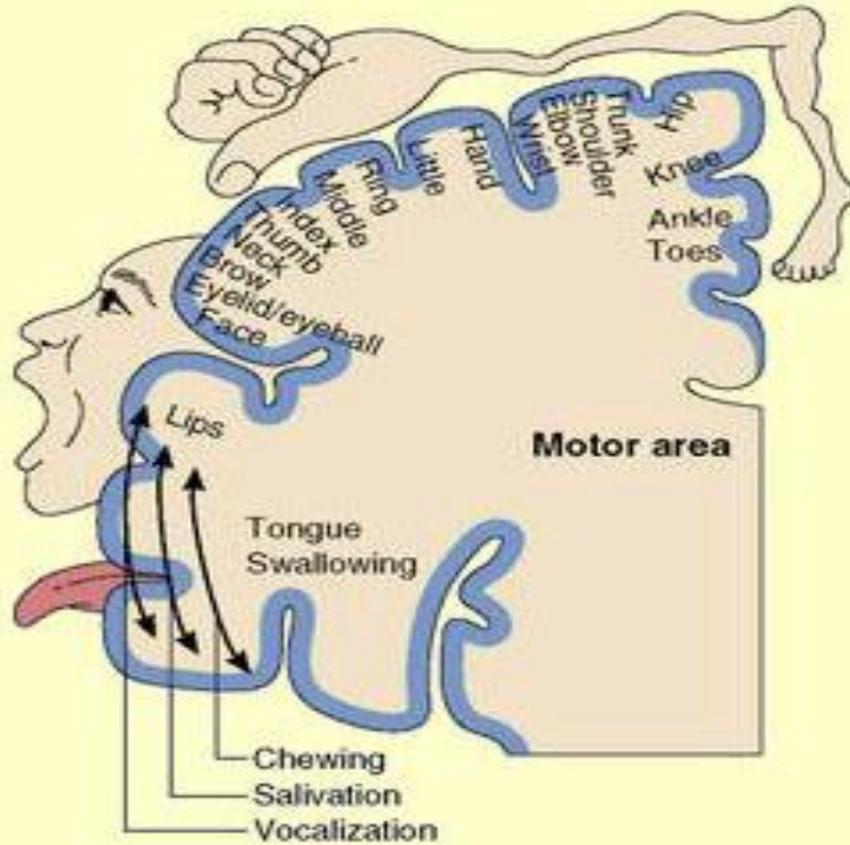
C Speaking words



D Thinking of words

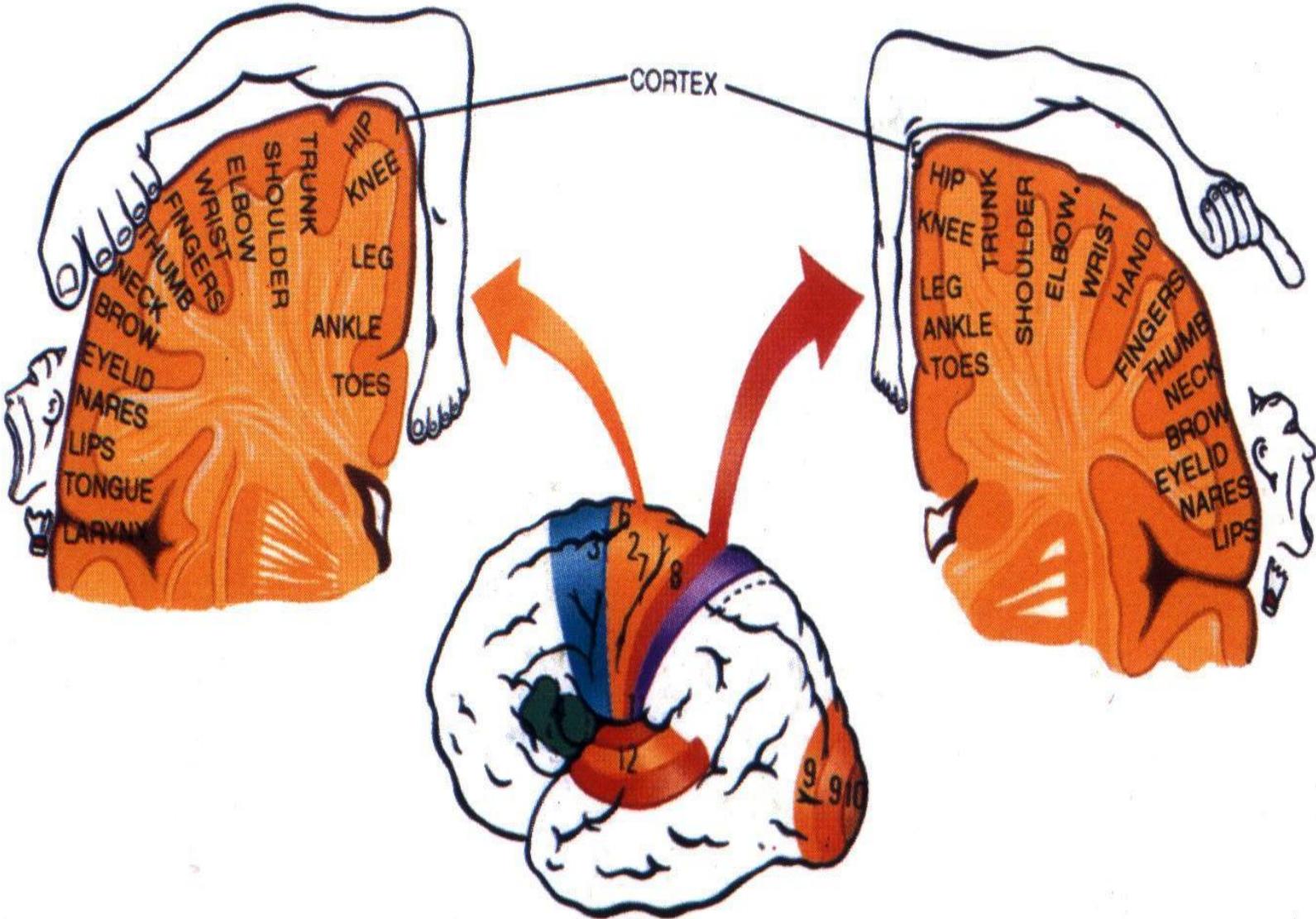


# HOMUNCULUS CEREBRI



# MOTOR ACTIVITY

# SENSORY ACTIVITY



# GERAKAN / LOKOMOSI

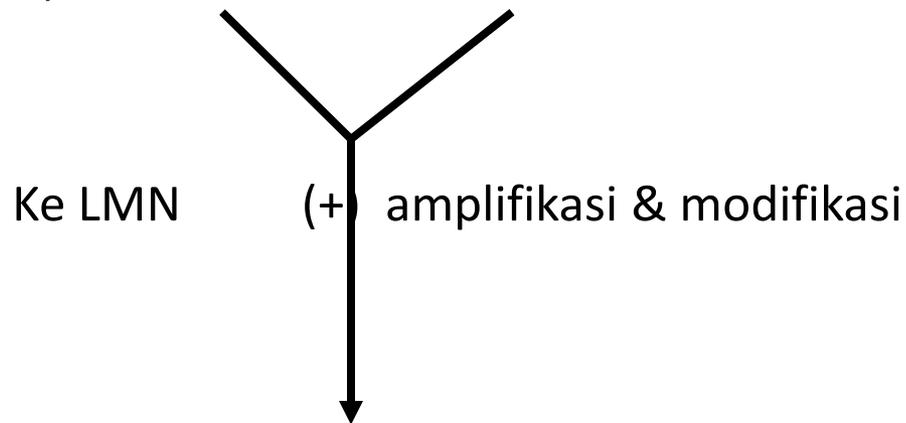


## Systema Pyramidale

- Inisiasi gerakan volunter non stereotipik (spesifik, halus, trampil, & perlu ketepatan)

## Systema Extrapyramidale

- penyesuaian posisi scr kasar
- pengendalian tonus otot
- sbg. Inhibitor & Aktivator



Gerakan volunter

Gerakan terkoordinasi

STIMULASI MOTORIK dapat berasal dari :

1. Area Motoris *Primer* (area 4):

-----> menimbulkan gerakan bagian tubuh kontralateral:

- kontraksi otot agonis

- *relaksasi otot antagonis*

2. Area Motoris *Sekunder*

-----> stimulasi perlu intensitas lebih tinggi

-----> Gerakan seperti no 1

3. Area Motoris *Suplementer*:

-----> gerakan bilateral kompleks (sederhana), seperti berjalan yang terkoordinasi

# Macam-macam Usia

- Usia Kronologis: Usia yang dihitung dari sejak individu lahir sampai tanggal saat ini
- Usia Mental: dilihat sejauhmana kematangan mental.
- Usia Biologis: dilihat dari sejauh mana kematangan biologis dari individu
- Usia Sosial : dilihat dari kematangan dan status sosial individu misalnya status pernikahan, telah bekerja.

# Tahapan Masa Perkembangan

- Masa Bayi dan kanak-kanak (0-5 tahun)
- Masa kanak-kanak Akhir (6-12 tahun)
- Masa Remaja awal (12/13 – 17/18 Tahun)
- Masa Remaja akhir (17/18 – 21/24 Tahun)
- Masa Dewasa Awal (22 – 30 Tahun)
- Masa Dewasa Akhir (30 – 40 Tahun)
- Masa Setengah Baya (40 – 60 Tahun)
- Masa Lanjut Usia (60 tahun ke atas)

# PIRAMIDA PEMBINAAN PRESTASI



**usia**

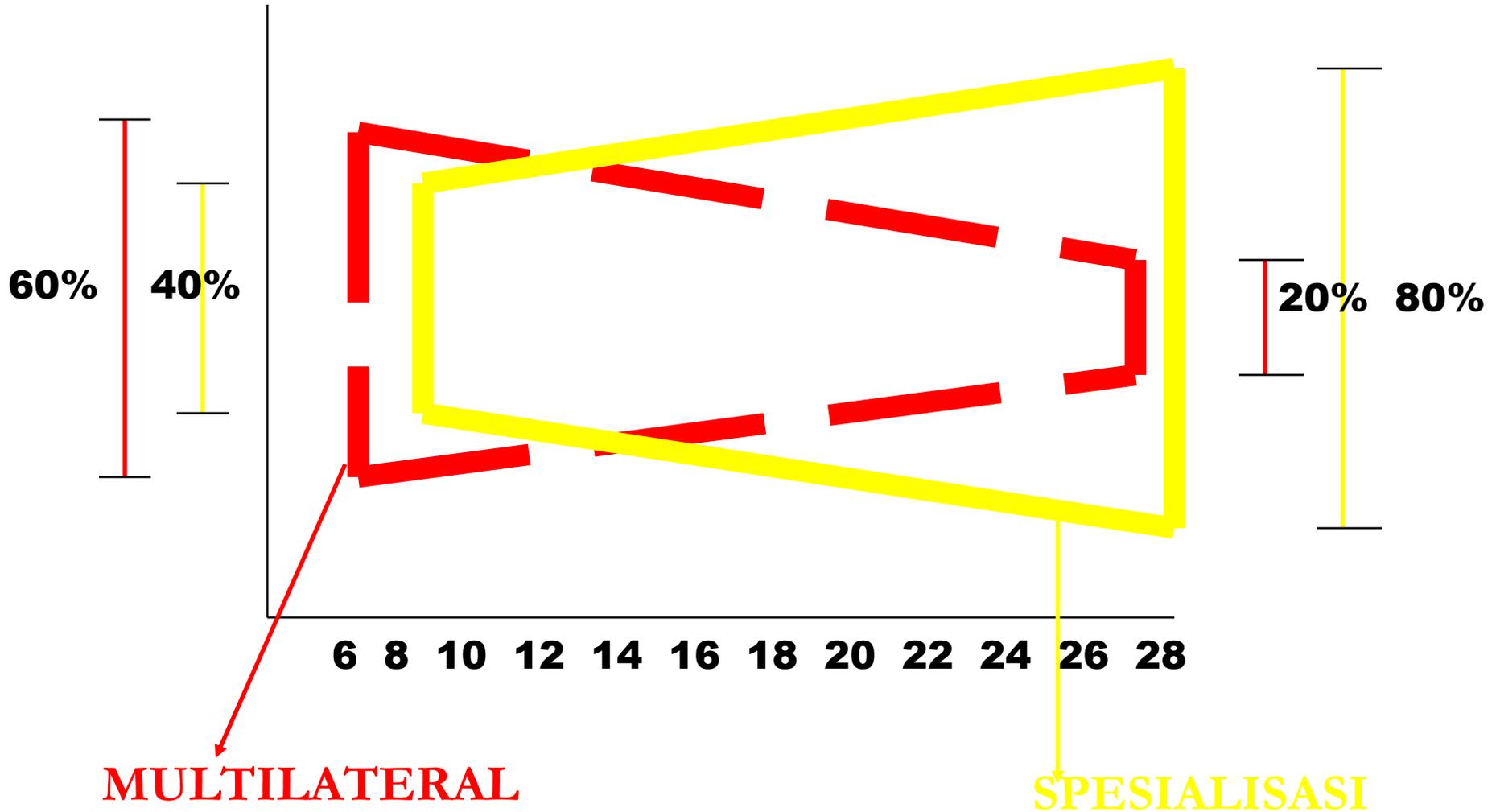




Piramida Latihan Berdasarkan Usia

Sumber: Sharkey (1986)

# Rasio pengembangan Multilateral dan Latihan Spesialisasi berdasarkan usia



# PANDUAN UMUM PENTAHAPAN PRESTASI

NO	CABANG OR	MULAI OR	MULAI SPESIALISASI	PUNCAK PRESTASI
1.	Atletik	10-12 th	13-17 th	18-26 th
2.	Badminton	10-12 th	14-16 th	20-25 th
3.	Basket	10-12 th	15-16 th	22-28 th
4.	Bola voli	10-12 th	15-16 th	22-26 th
5.	Judo	8 -10 th	15-16 th	22-26 th
6.	Pencak silat	8 -10 th	15-16 th	22-26 th
7.	Karate	8-10 th	15-16 th	22-26 th
8.	Renang	3-7 th	10-12 th	16-23 th
9.	Senam Pi	6-7 th	10 – 11 th	14-18 th
	Senam Pa	6-7 th	12-14 th	18-24 th
10.	Sepak bola	10-12 th	14-16 th	22-26 th
11.	Taekwondo	8 -10 th	13-15 th	22-26 th
12.	Tenis	7 - 8 th	11-13 th	17-25 th
13.	Tenis Meja	8 - 9 th	11-14 th	22-25 th

## UMUR OPTIMAL MULAI OLAHRAGA

<b>Olahraga</b>	<b>Usia (dlm Thn)</b>	<b>Olahraga</b>	<b>Usia (dlm Thn)</b>
Atletik	11	Rugby	10
Hockey	11	Dayung	10
Basket	13	Sky	11
Tinju	17	Renang	10
Kano	11	Tenis Meja	8
Balap Sepeda	14	Tennis	10
Sepak Bola	10	Volly	10
Senam	9	Polo air	12
Bola tangan	11	Angkat Besi	14

1.	<b>Kelompok olahraga yang memerlukan koordinasi/kemampuan gabungan seperti senam, loncat indah:</b>
a.	Tahap Latihan Persiapan      umur 8-12 tahun
b.	Tahap latihan Pembentukan umur 13-16 tahun
c.	Tahap spesialisasi mulai      umur 18 tahun ke atas
2.	<b>Kelompok olahraga yang bergaya pegas, seperti atletik (lompat), angkat besi:</b>
a.	Tahap Latihan Persiapan      umur 10-12 tahun
b.	Tahap latihan Pembentukan umur 13-17 tahun
c.	Tahap spesialisasi mulai      umur 18 tahun ke atas

<b>3.</b>	<b>Kelompok olahraga yang bersifat endurance, seperti dayung, balap sepeda, lari jarak jauh:</b>
a.	Tahap Latihan Persiapan umur 12-15 tahun
b.	Tahap latihan Pembentukan umur 16-18 tahun
c.	Tahap spesialisasi mulai umur 19 tahun ke atas
<b>4.</b>	<b>Kelompok Olahraga yang bergaya pegas, kekuatan, daya tahan, kemampuan umum olahraga permainan, olahraga yang dilombakan:</b>
a.	Tahap Latihan Persiapan umur 10-13 tahun
b.	Tahap latihan Pembentukan umur 14-17 tahun
c.	Tahap spesialisasi mulai umur 18 tahun ke atas
<b>5.</b>	<b>Renang:</b>
a.	Tahap Latihan Persiapan umur 5-8 tahun
b.	Tahap latihan Pembentukan umur 9-14 tahun
c.	Tahap spesialisasi mulai umur 15 tahun ke atas

# Sampai Jumpa Lagi.....

