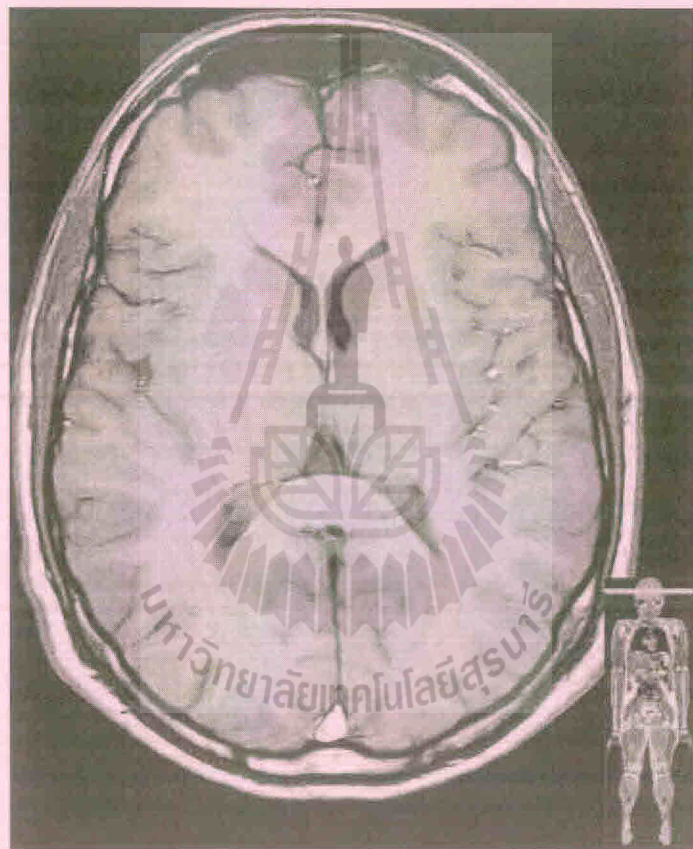




คู่มือปฏิบัติการ

110205 ประสาทกายวิภาคศาสตร์ (Neuroanatomy)



สำหรับนักศึกษาแพทยศาสตร์ ภาควิชาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2553

สาขาวิชาชีววิทยา สำนักวิทยาศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญ

1. บทปฏิบัติการที่ 1 External morphological structure of brain and spinal cord
2. บทปฏิบัติการที่ 2 Internal Morphology of the Spinal Cord
3. บทปฏิบัติการที่ 3 Tracts in spinal cord
4. บทปฏิบัติการที่ 4 External and Internal morphology of Medulla and Pons
5. บทปฏิบัติการที่ 5 Cerebellum and vestibulocochlear system
6. บทปฏิบัติการที่ 6 Midbrain and Visual System
7. บทปฏิบัติการที่ 7 External morphology of Cerebral cortex and fibers
8. บทปฏิบัติการที่ 8 Diencephalon I
9. บทปฏิบัติการที่ 9 Diencephalon II
10. บทปฏิบัติการที่ 10-11 Autonomic Nervous System and Somatosensory System
11. บทปฏิบัติการที่ 12 Limbic System and olfaction



ปฏิบัติการที่ 1: โครงสร้างภายนอกของสมองและไขสันหลัง

(External morphological structure of brain and spinal cord)

อ.ดร. นภวรรณ เสาวคนธ์

วัตถุประสงค์

1. เพื่อให้เรียนรู้หลักการในการศึกษาส่วนต่างๆของระบบประสาท
2. เพื่อศึกษาส่วนประกอบโดยทั่วไปของระบบประสาท รวมทั้งเยื่อหุ้มและโพรงสมอง ไว้เป็นแนวทางในการศึกษารายละเอียดของส่วนต่างๆต่อไป

วัสดุที่ใช้ศึกษา

1. สมอง (whole brain)
2. สมองผ่าซีก (half brain)
3. ไขสันหลัง (spinal cord)
4. เยื่อหุ้มสมองและไขสันหลัง (meninges)

ให้ศึกษาสิ่งต่างๆดังต่อไปนี้

1. Plane of section

แนวที่ผ่าสมองออกเป็น 2 ซีก ซ้ายขวาเท่าๆกัน ในแนว sagittal suture ของกะโหลก เรียกว่า **midsagittal section** และถ้าผ่าสมองในแนวขนานกับ midsagittal plane ออกไปทั้งสองข้าง เรียกว่า **sagittal section** ถ้าตัดจากบนลงไปในแนวขนานกับแนวระดับ เรียกว่า **horizontal plane** หรือ **transverse section** ถ้าตัดจากส่วนหน้าไปส่วนหลังในแนวขนานกับ coronal suture ของกะโหลก หรือตัดตั้งฉากกับ sagittal plane จะได้ **coronal section**

2. การแบ่งสมอง ให้ศึกษาสมองแต่ละส่วนโดยดูจากภายนอก สามารถแบ่งออกเป็นส่วนย่อยๆ ได้ 5 ส่วน โดยอาศัย **lateral fissure** และ **central sulcus** ทางด้าน lateral ส่วนทางด้าน medial surface อาศัย **parieto-occipital sulcus** และ **preoccipital notch** คือ

2.1 สมองใหญ่ (cerebrum)

- frontal lobe : anterior to central sulcus and superior to lateral fissure
- parietal lobe : posterior to central sulcus and anterior to parieto-occipital fissure
- temporal lobe : inferior to lateral fissure
- occipital lobe : posterior to parieto-occipital fissure
- insular lobe : deep to lateral fissure

ส่วนทางด้าน medial surface สมองถูกแบ่งครึ่งโดยใช้ longitudinal fissure แบ่งเป็น cerebral hemisphere ทำให้เห็น โครงสร้างภายในดังนี้

- a. telencephalon
 - i. telencephalic nuclei
 1. caudate nucleus
 2. lenticula nucleus
 3. amygdala
- b. diencephalon
 - i. epithalamus
 1. pineal body
 2. habenula
 3. posterior commissure
 - ii. dorsal thalamus (thalamus)
 - iii. ventral thalamus (subthalamus)
 - iv. hypothalamus

2. ก้านสมอง (brainstem)

- a. Midbrain: superior colliculi, inferior colliculi , crus cerebri, cerebral peduncle
- b. Pons: tectum, tementum, basis pontis
- c. medulla oblongata: olives and pyramids

3. สมองเล็ก (cerebellum) : vermis, cerebellar hemisphere and cerebellar peduncle

4. identify major sulci, gyri and lobe of cerebrum

- a. frontal lobe : anterior to central sulcus and superior to lateral fissure
- b. parietal lobe : posterior to central sulcus and anterior to paritto-occipital fissure
- c. temporal lobe : inferior to lateral fissure
- d. occipital lobe : posterior to parieto-occipital fissure
- e. insular lobe : deep to lateral fissure

5. identify major cortical areas of the cerebrum

- a. motor area : area 4 (precentral gyrus)
- b. sensory area: area 3,1,2 (postcentral gyrus)
- c. visual area : area around the calcarine fissure of occipital lobe
- d. auditory area : transverse temporal gyri

- e. gustatory area : inf. part of postcentral gyrus
- 3. meninges of brain : dura, arachoid, pia maters

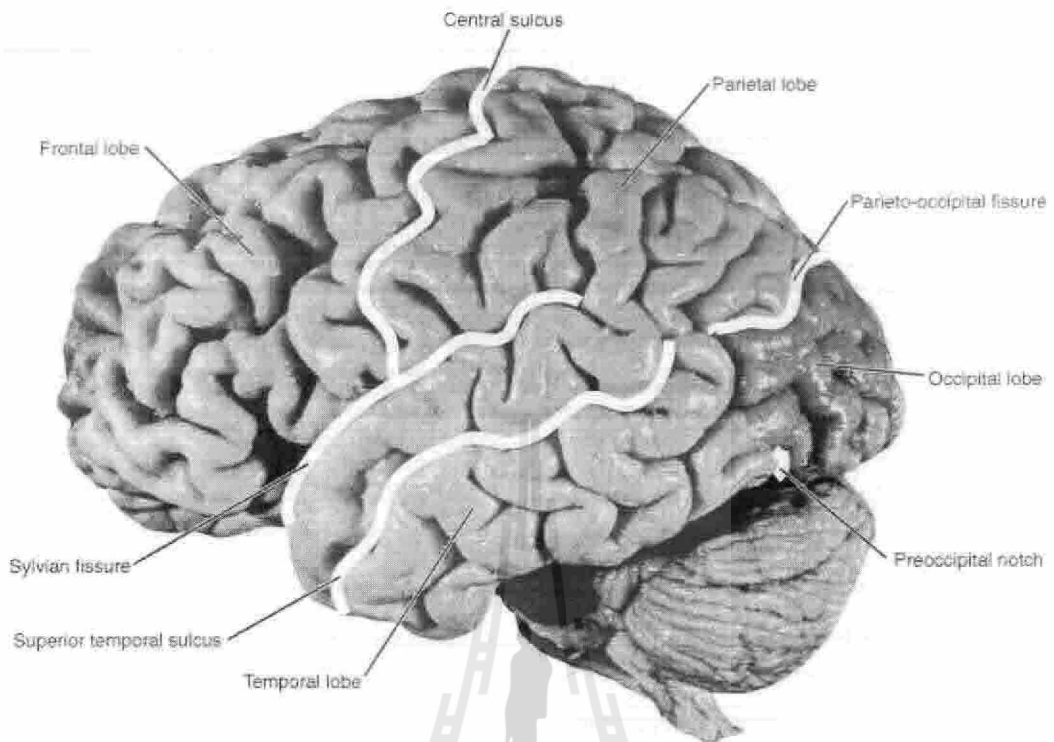
External morphology of the spinal cord

1. ไช้สันหลัง (spinal cord)

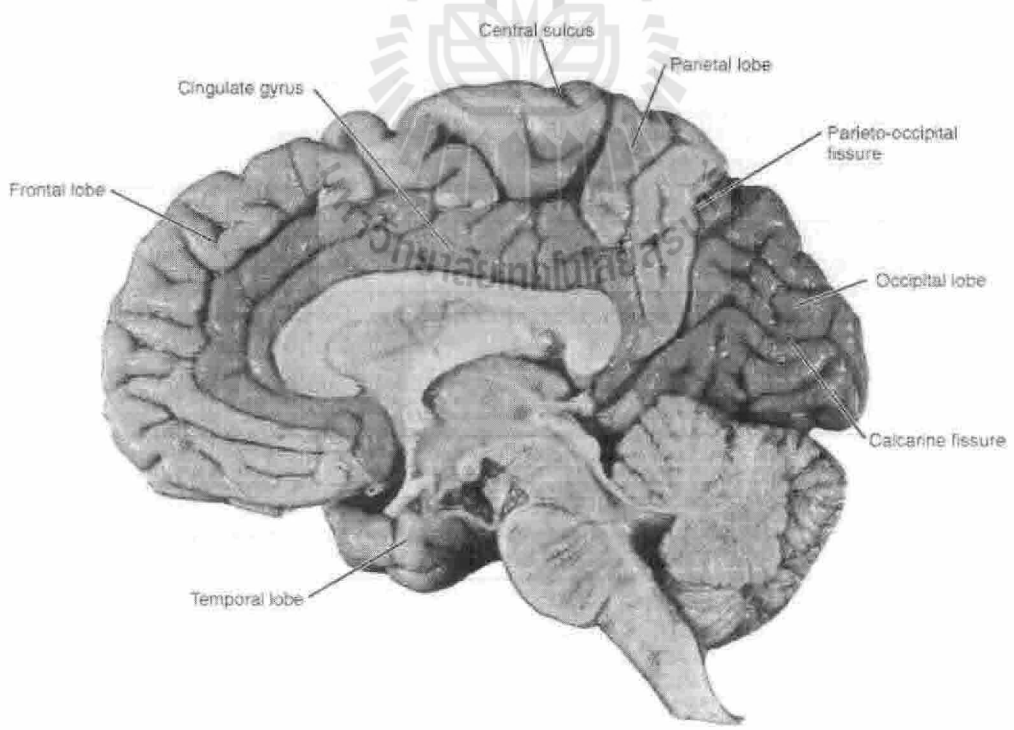
- 1.1 identify the position and extent of the spinal cord
- 1.2 identify the meninges of the spinal cord : dura, arachnoid and pia maters
- 1.3 identify the attachments of the spinal cord
 - cervical, thoracic, lumbar and sacral level
 - cervical and lumbosacral enlargements
 - dorsal and ventral nerve roots
 - dorsal root ganglia
 - conus medullaris
 - filum terminale
 - cauda equina
 - coccygeal ligament
 - denticulate (dentate) ligament

2. เยื่อหุ้มสมองและไช้สันหลัง (meninges)

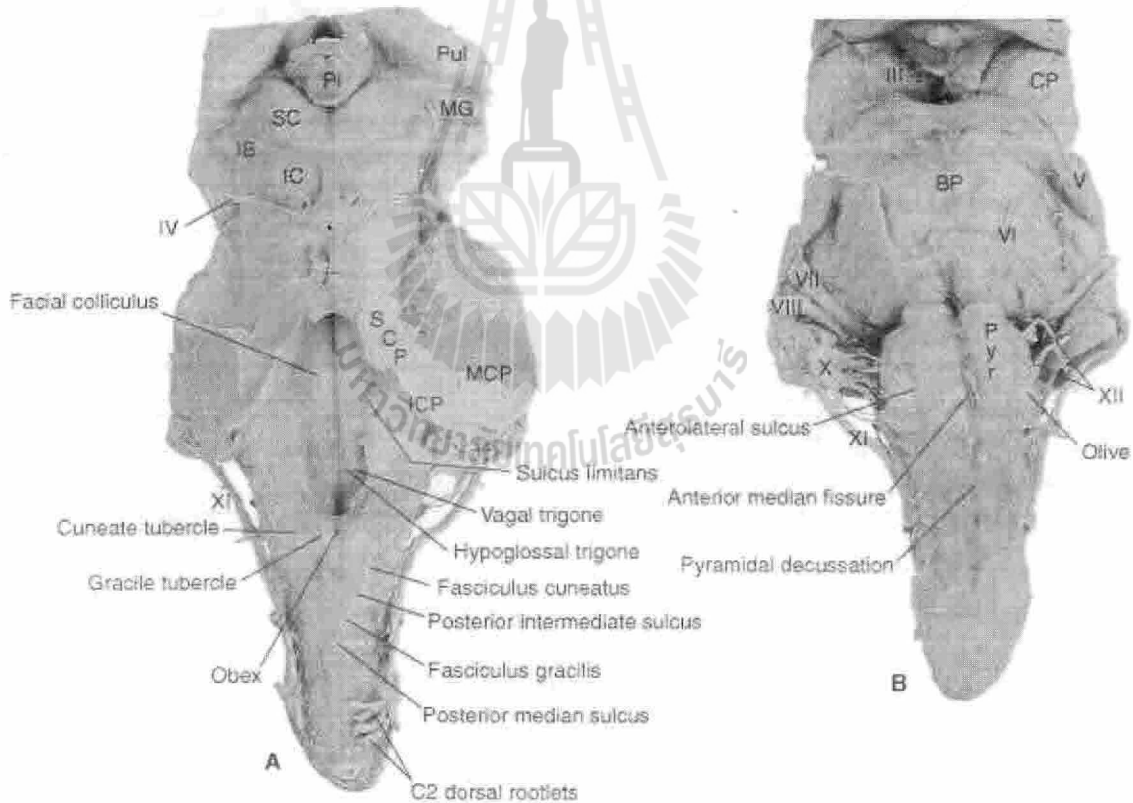
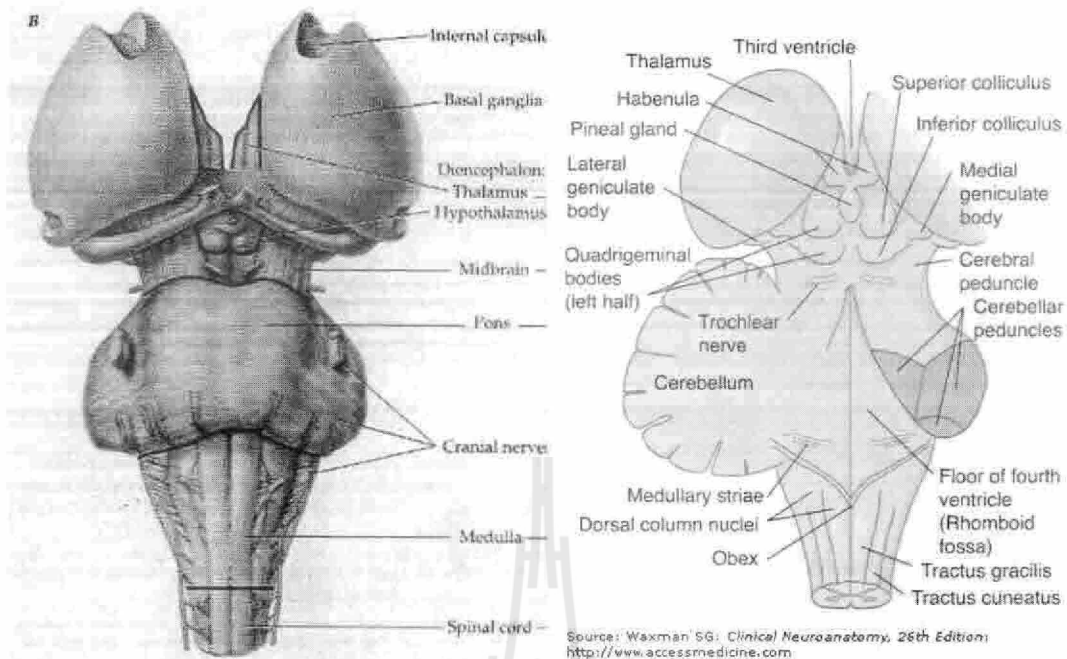
- Falx : falx cerebri, falx cerebelli, tentorium cerebelli
- Venous sinus in the brain
- Dura mater and arachnoid granulations
- Arachnoid mater
- Pia mater : denticulate (dentate) ligament
- identify spaces related to the brain and spinal cord
 - epidural (extradural) space
 - subdural space
 - subarachnoid space

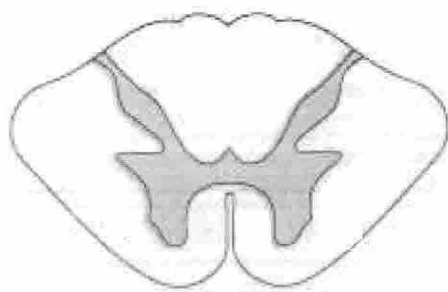


© Elsevier, Nadeau et al: Medical Neuroscience Updated Edition - www.studentconsult.com

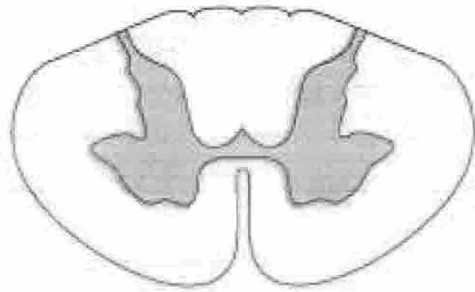


© Elsevier, Nadeau et al: Medical Neuroscience Updated Edition - www.studentconsult.com

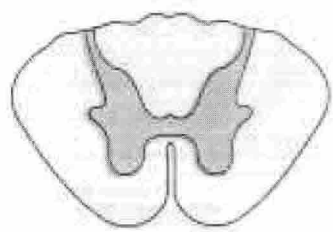




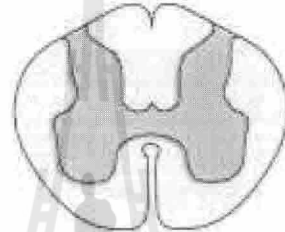
C1



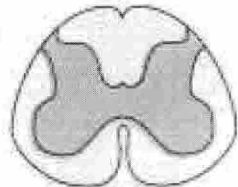
C5



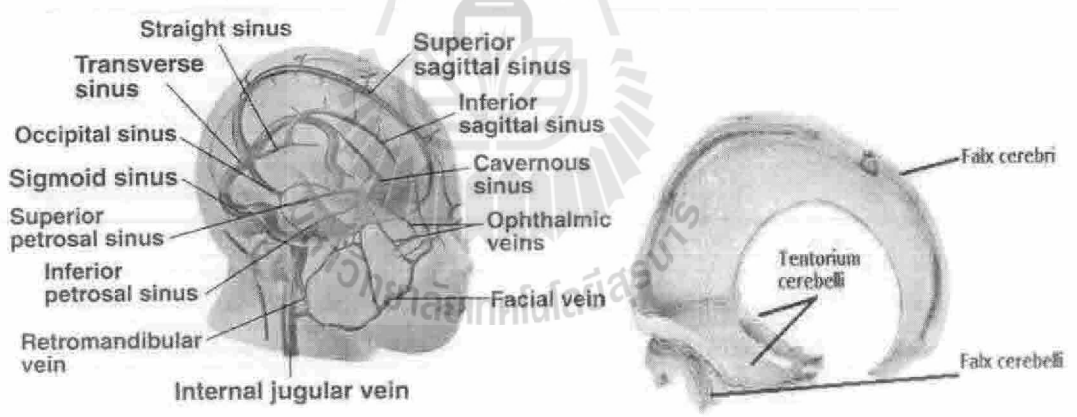
T2

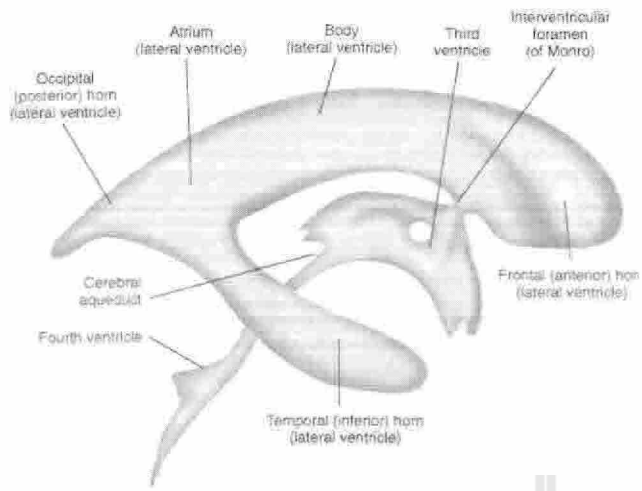


L4

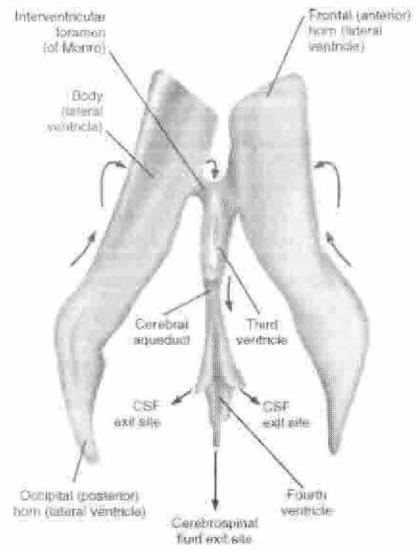


S4





© Elsevier, Nadeau et al: Medical Neuroscience Updated Edition - www.studentconsult.co

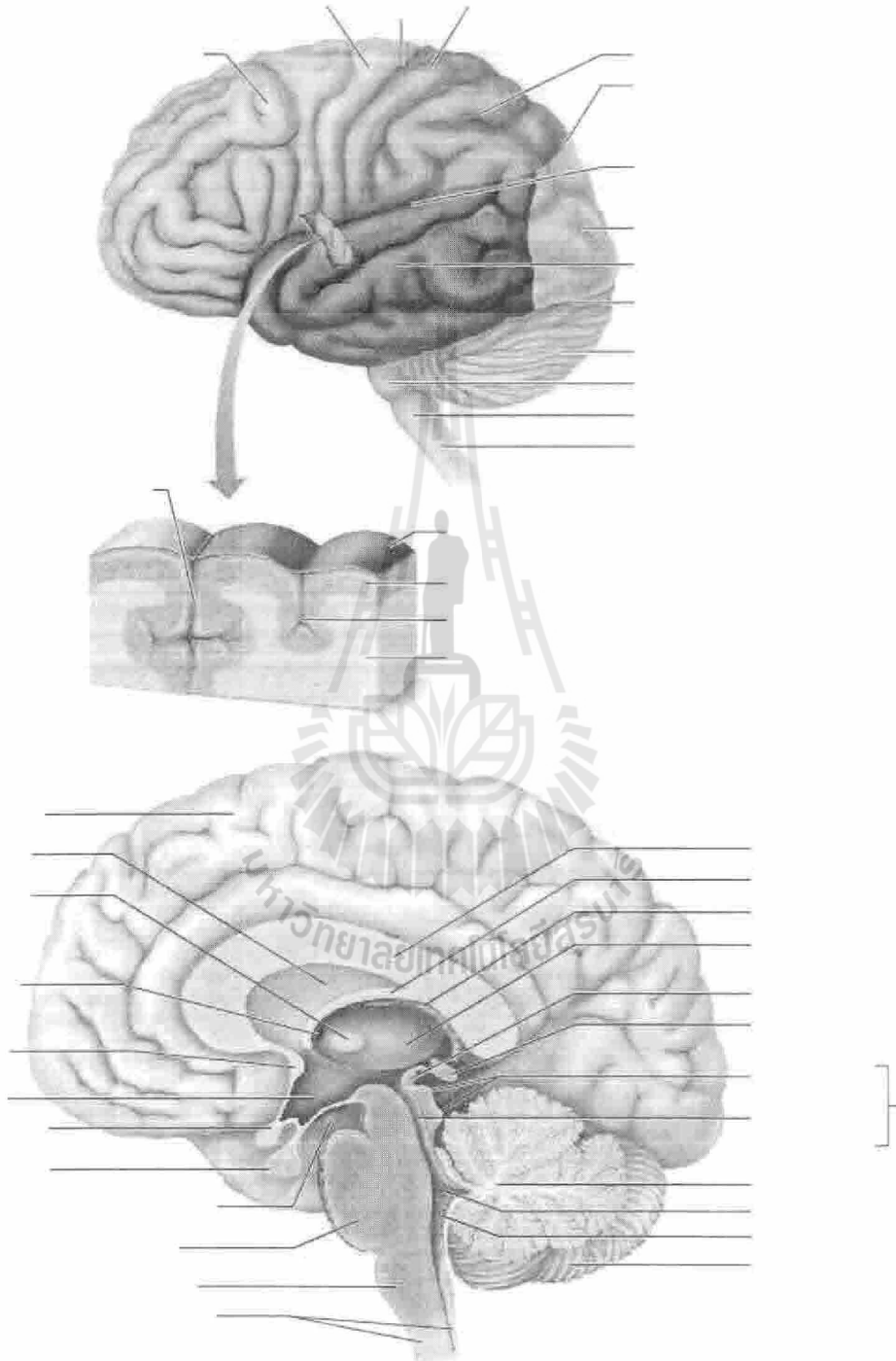


Nadeau et al: Medical Neuroscience Updated Edition - www.stud

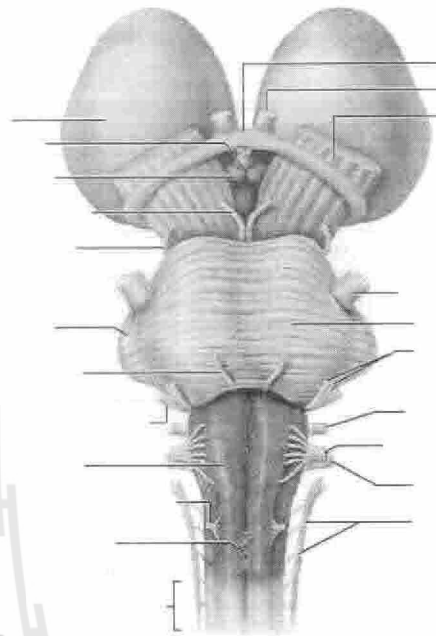
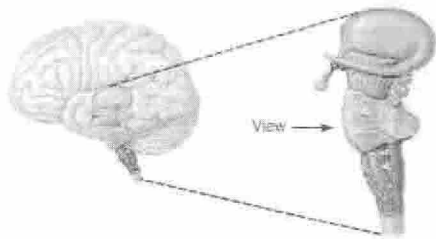


แบบฝึกหัด

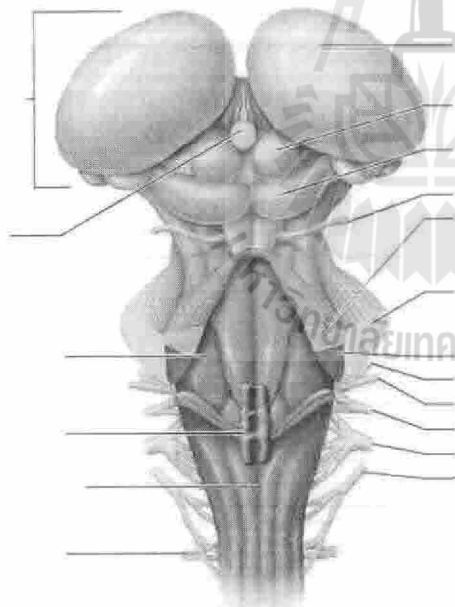
ชื่อ _____ นามสกุล _____ รหัสประจำตัว _____



- Thalamus
 - Hypothalamus
 - Midbrain
 - Pons
 - Medulla oblongata
- } Diencephalon
- } Brainstem

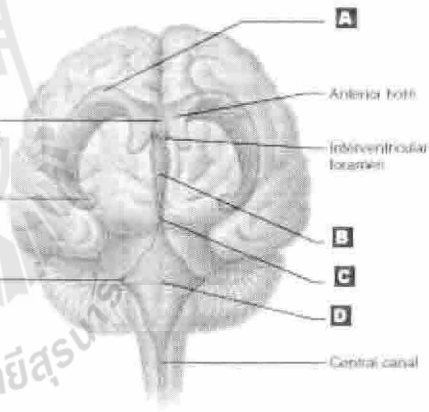
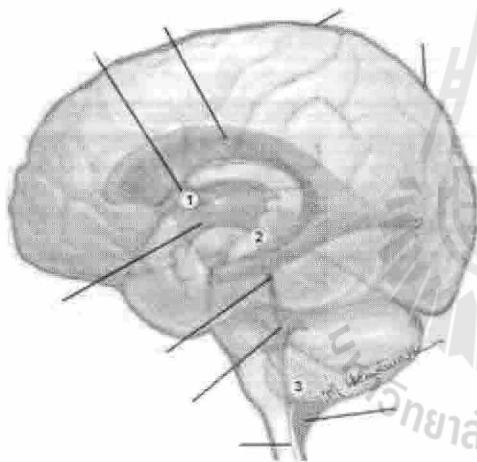
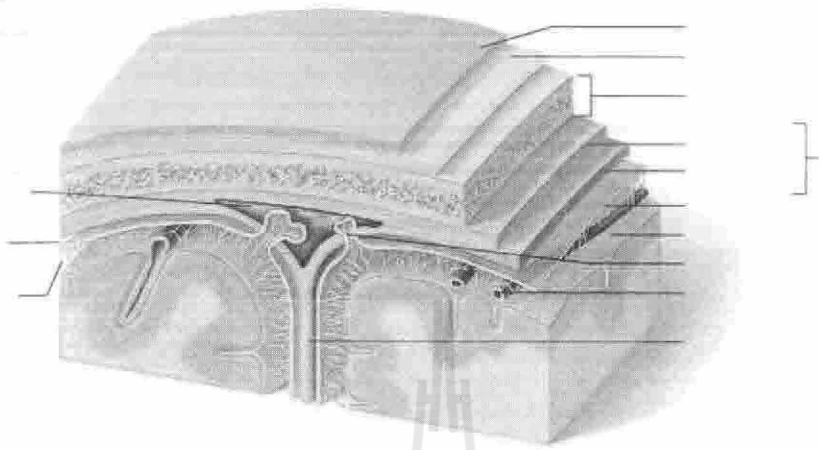
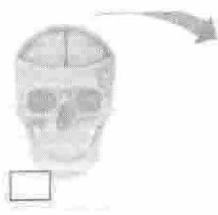


Ventral view

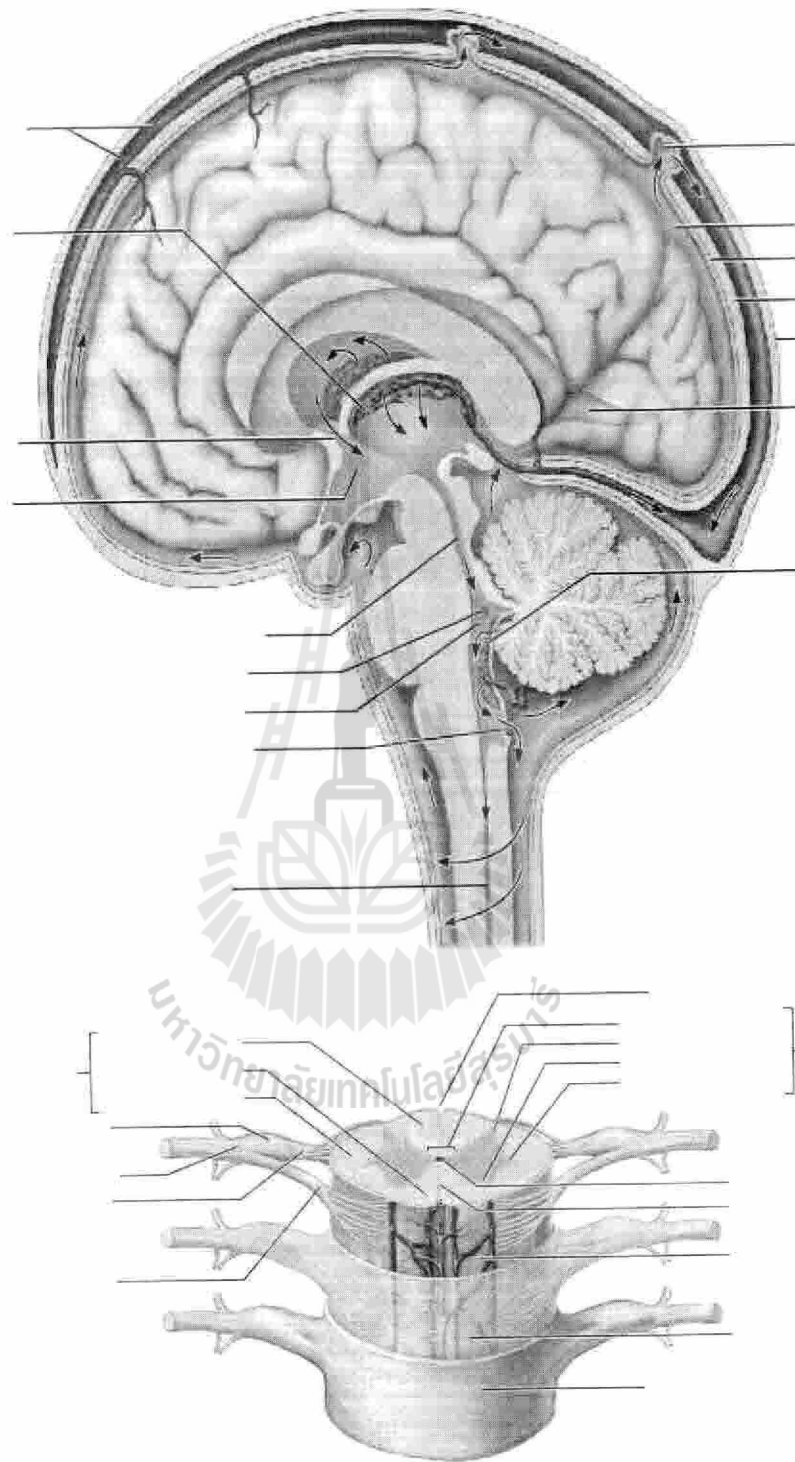


Dorsal view

- Thalamus
 - Hypothalamus
 - Midbrain
 - Pons
 - Medulla oblongata
- } Diencephalon
- } Brainstem



มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี



The spinal cord and its meningeal coverings

ปฏิบัติการที่ 1 : เรื่องเส้นเลือดเลี้ยงสมองและน้ำหล่อเลี้ยงไขสันหลัง

Cerebral and spinal circulations and cerebrospinal fluid

อ.ดร. นภวรรณ เสาวคนธ์

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาดำแหน่งและแขนงของเส้นเลือด ที่มาเลี้ยงสมองส่วนต่างๆ
2. เพื่อศึกษาการไหลเวียนของหลอดเลือดดำที่รับเลือดจากสมองและไขสันหลัง
3. ศึกษาดำแหน่งของ ventricle และการไหลเวียนของ cerebrospinal fluid และ รวมทั้งพยาธิสภาพที่มีความสัมพันธ์กับ CSF

วัสดุที่ใช้ศึกษา

Whole-brain specimen
Half –brain specimen
Brain section specimen

การศึกษา

I. เส้นเลือดที่มาเลี้ยงสมองมาจาก 2 ทาง คือ

1. Vertebral artery ทั้งซ้ายขวา วิ่งผ่านขึ้นมาจาก foramen transversarium ของ cervical vertebra แล้วมารวมกันที่ Pons เป็น basilar artery ขณะเดียวกัน vertebral artery ยังมีแขนงไปเลี้ยง spinal cord ได้แก่

- Anterior spinal artery เลี้ยง spinal cord 2/3 ทางด้านหน้า
- Posterior spinal artery เลี้ยง spinal cord 1/3 ทางด้านหลัง
- segmental spinal arteries or radicular arteries มี 2 เส้นคือ anterior และ posterior โดยมีหลอดเลือดดำวิ่งขนานกับหลอดเลือดแดง radicular vein รับเลือดจาก spinal vein แล้วเทเข้า epidural venous plexus
- ทางด้านบนบริเวณรอยต่อ medullospinal junction ให้แขนงอีกเส้นหนึ่งชื่อว่า posterior inferior cerebellar artery (PICA)

Basilar artery มีแขนงมากมาย ได้แก่

- Anterior inferior cerebellar artery (AICA)
- Labyrinthine artery (internal auditory artery)
- Pontine artery
- Superior cerebellar artery



- Posterior cerebral artery ซึ่งมีแขนงออกไปหลายเส้น ได้แก่
 - Anterior temporal branch
 - Posterior temporal branch
 - Calcarine branch
 - Parieto-occipital branch
 - Posterior choroidal artery
 - Posteromedial branch โดยร่วมกับ central branch ของ posterior communicating artery
 - Posterolateral branch

หมายเหตุ Posterior inferior cerebellar artery เป็นแขนงที่ออกมาจาก vertebral artery ทั้งซ้ายขวาโดยตรง

2. จาก Internal carotid artery มีแขนงดังนี้

2.1 Anterior cerebral artery ทั้งซ้ายขวา ติดต่อกันด้วย anterior communicating artery แขนงของ anterior cerebral artery มี

- Orbital branch
- Frontopolar branch
- Callosomarginal branch
- Pericallosal branch
- Medial striate artery

2.2 Middle cerebral artery เป็นแขนงใหญ่ และออกทางด้านข้างตาม lateral fissure มีแขนงดังนี้

- Orbitofrontal branch
- Prerolandic branch
- Rolandic branch
- Anterior parietal branch
- Posterior parietal branch
- Parieto-occipital branch
- Posterior temporal branch
- Middle temporal branch
- Anterior temporal branch
- Lateral striate artery

หมายเหตุ Posterior cerebral artery ได้กล่าวไปแล้วในเรื่องของ vertebral artery

Anterior choroidal artery ขนาดเล็กไปเลี้ยง choroids plexus ใน inferior horn ของ lateral ventricle

II. Circle of Willis เป็น artery ที่มาติดต่อรอบทางด้านล่างของ diencephalons บริเวณที่เป็น optic chiasm, tuber cinereum และ interpeduncular region circle of Willis เกิดจาก internal carotid artery กับ branch ของ basilar artery ได้แก่

- Anterior communicating artery
- Anterior cerebral artery
- Internal carotid artery
- Posterior communicating artery
- Posterior cerebral artery

III. Venous drainage of meninges นักศึกษาจะได้เรียนในวิชา gross anatomy มาแล้ว จึงให้ identify เฉพาะบางเส้น Superior sagittal sinus

- superior and inferior sagittal sinuses
- Straight sinus
- confluens of sinuses
- cavernous sinus
- Transverse sinus
- Sigmoid sinus
- occipital sinus
- Arachnoid granulation

ส่วน deep vein of the medial surface of brain ให้ดู

- great cerebral vein of Galen
- lenticulostriate vein
- choroidal vein

ส่วนใน spinal cord ให้ศึกษา

- Anterior spinal vein
- Posterior spinal vein
- Posterolateral spinal vein

IV. Ventricular system หรือโพรงประสาท (ช่องว่างภายในสมอง) ซึ่งเป็นที่อยู่ของ CSF.

ประกอบด้วย

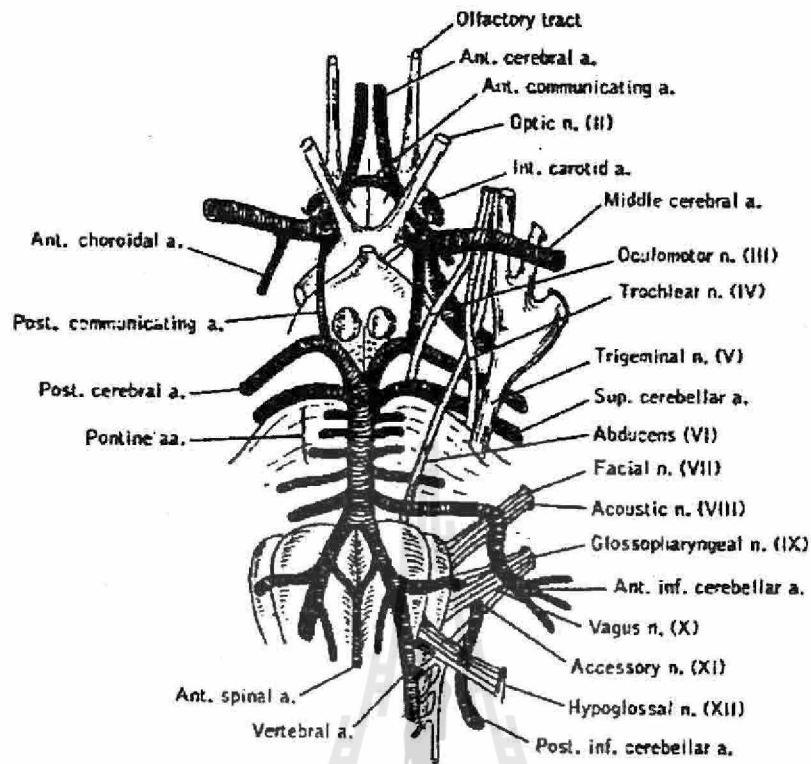
- lateral ventricle มี 2 ข้าง อยู่ในสมองส่วน cerebral hemisphere ทั้งสองข้าง ประกอบด้วย

- anterior horn อยู่ใน frontal lobe มีโครงสร้างที่เกี่ยวข้องคือ corpus callosum, head of caudate nucleus, septum pellucidum
- Body of lateral ventricle มี structure ที่เกี่ยวข้องด้วยคือ interventricular foramen (foramen of Monro), thalamus, hypothalamus, stria terminalis, tail of caudate nucleus, choroid plexus, fornix
- posterior horn อยู่ใน occipital lobe มี structure ที่เกี่ยวข้องด้วยคือ forceps major, calcar avis, visual radiation, collateral trigone
- Third ventricle อยู่ระหว่าง diencephalons structure ที่เกี่ยวข้องหรือมีความสัมพันธ์คือ thalamus, hypothalamus, interventricular foramen
- Fourth ventricle อยู่ตรงส่วนที่เป็น lower pons ต่อกับ upper medulla คลุมด้วย cerebellum และ ติดต่อกับ third ventricle ทาง cerebral aqueduct มีทางติดต่อกับ subarachnoid space 3 ทางคือ
 - foramen of Magendie ตัว CSF จะผ่านออกไปสู่ส่วนที่เรียกว่า Cisterna magna
 - foramen of Luschka ซึ่งมีอยู่ 2 ข้าง (2 รู) CSF จะผ่านออกไปสู่ส่วนที่เรียกว่า Cisterna points
 - ทางด้านล่างของ foramen of Magendie ต่อกับ central canal ของไขสันหลัง

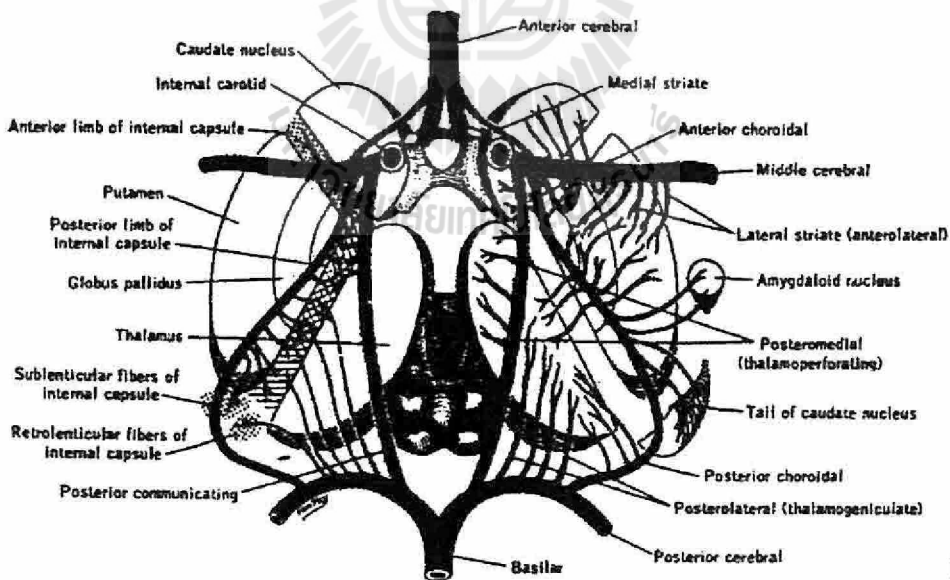
V. การศึกษาและการไหลเวียนของ CSF ให้ศึกษาตามภาพที่แสดงไว้

VI. ให้ศึกษาดำแหน่งของ cistern ต่าง ๆ ต่อไปนี้

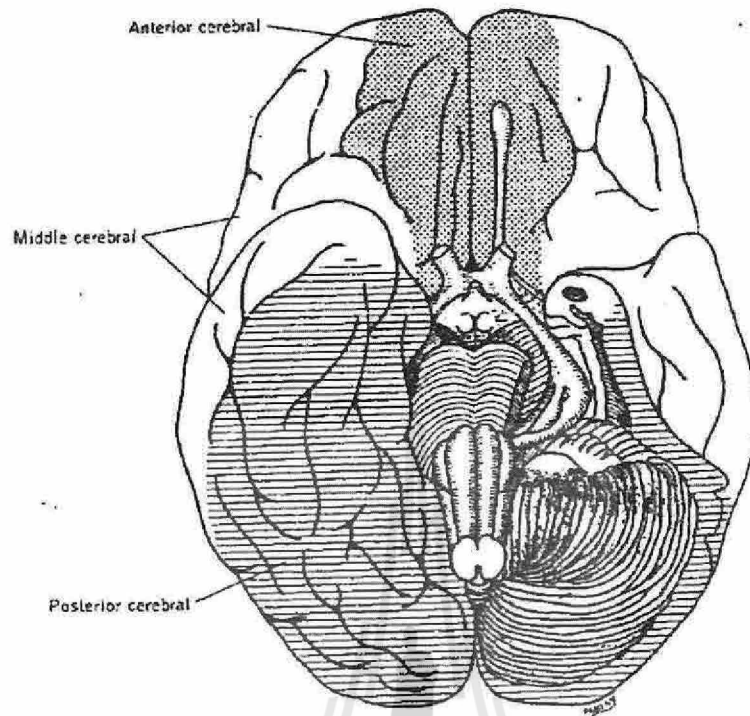
- Cisterna magna
- cerebellopontine cistern
- pontine cistern
- interpeduncular cistern
- cisterna ambiens
- superior cistern



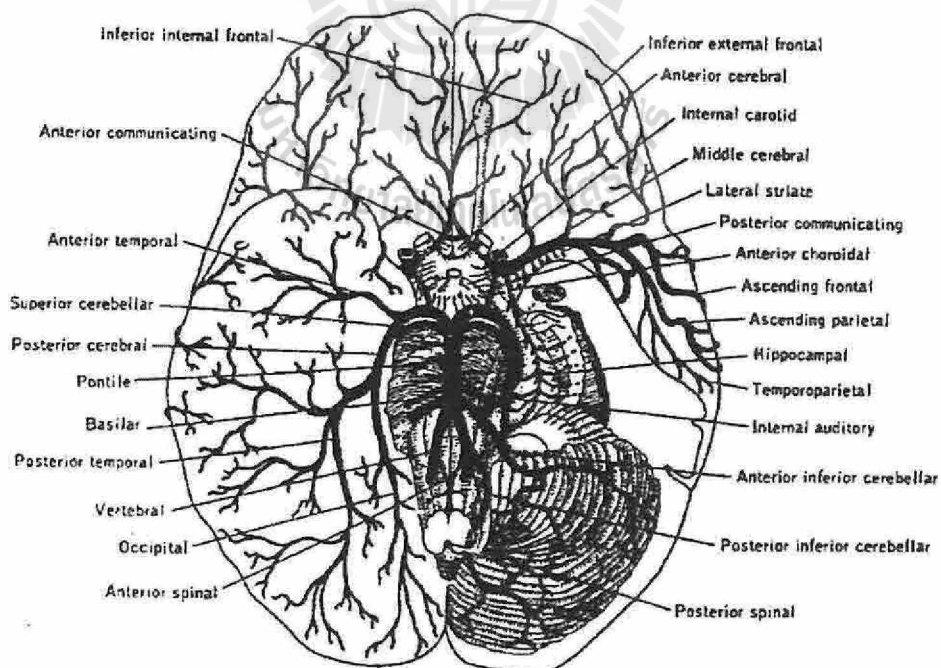
รูปที่ 1 แสดงเส้นเลือดแดงบริเวณฐานของสมอง สังเกตดูความสัมพันธ์ของเส้นเลือดกับเส้นประสาทสมอง



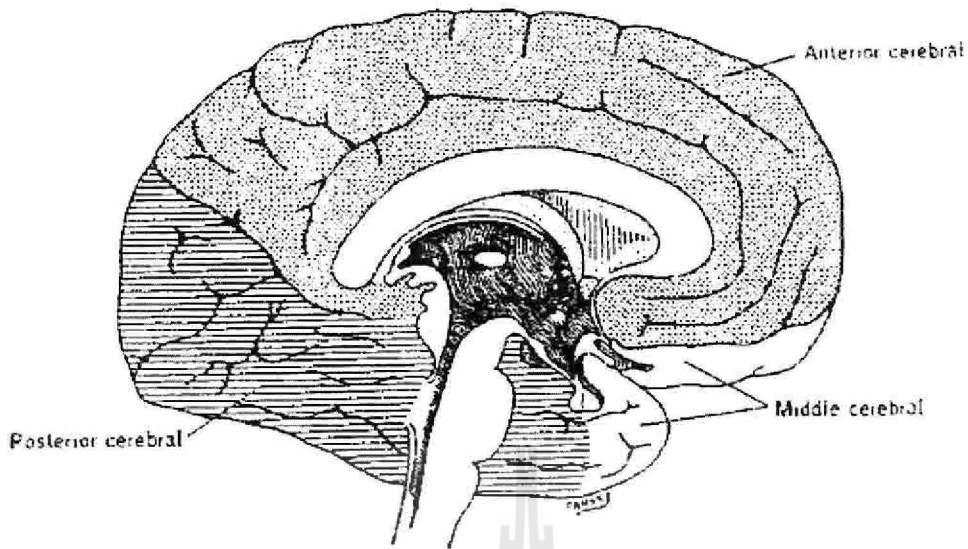
รูปที่ 2 แสดงเส้นเลือดแดงบริเวณที่เรียกว่า anterior circle of Willis ซึ่งแตกแขนงออกไปเลี้ยงส่วน thalamus, internal capsule และ basal ganglia



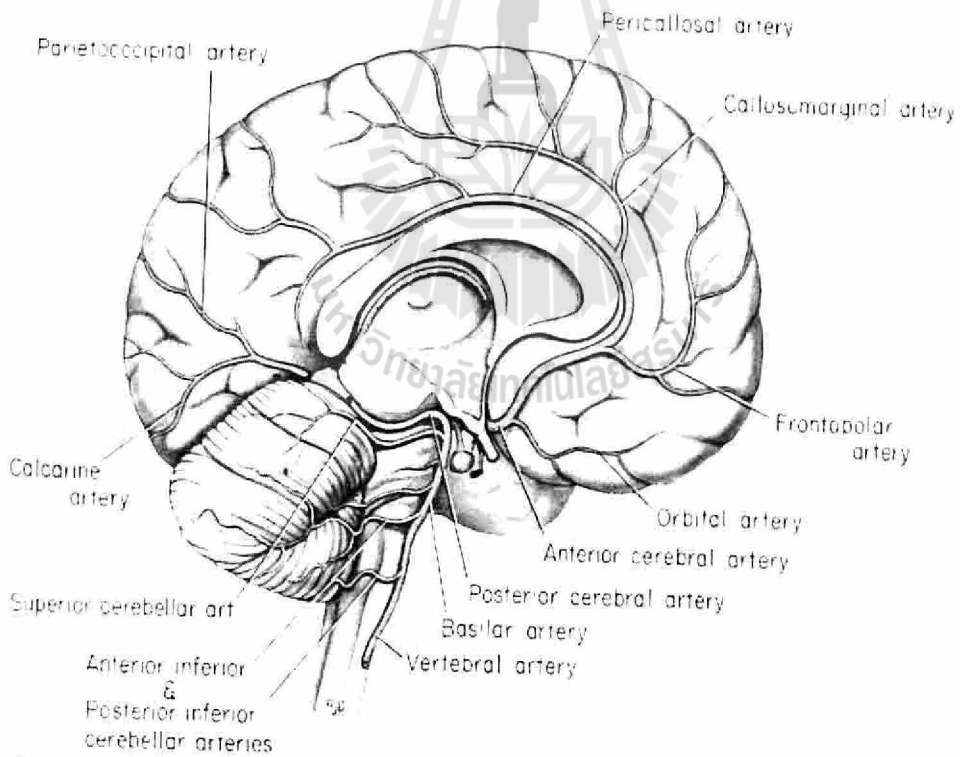
รูปที่ 3 แสดงบริเวณของสมองที่เลี้ยงด้วยเส้นเลือด anterior, middle และ posterior cerebral arteries ทางด้านล่าง



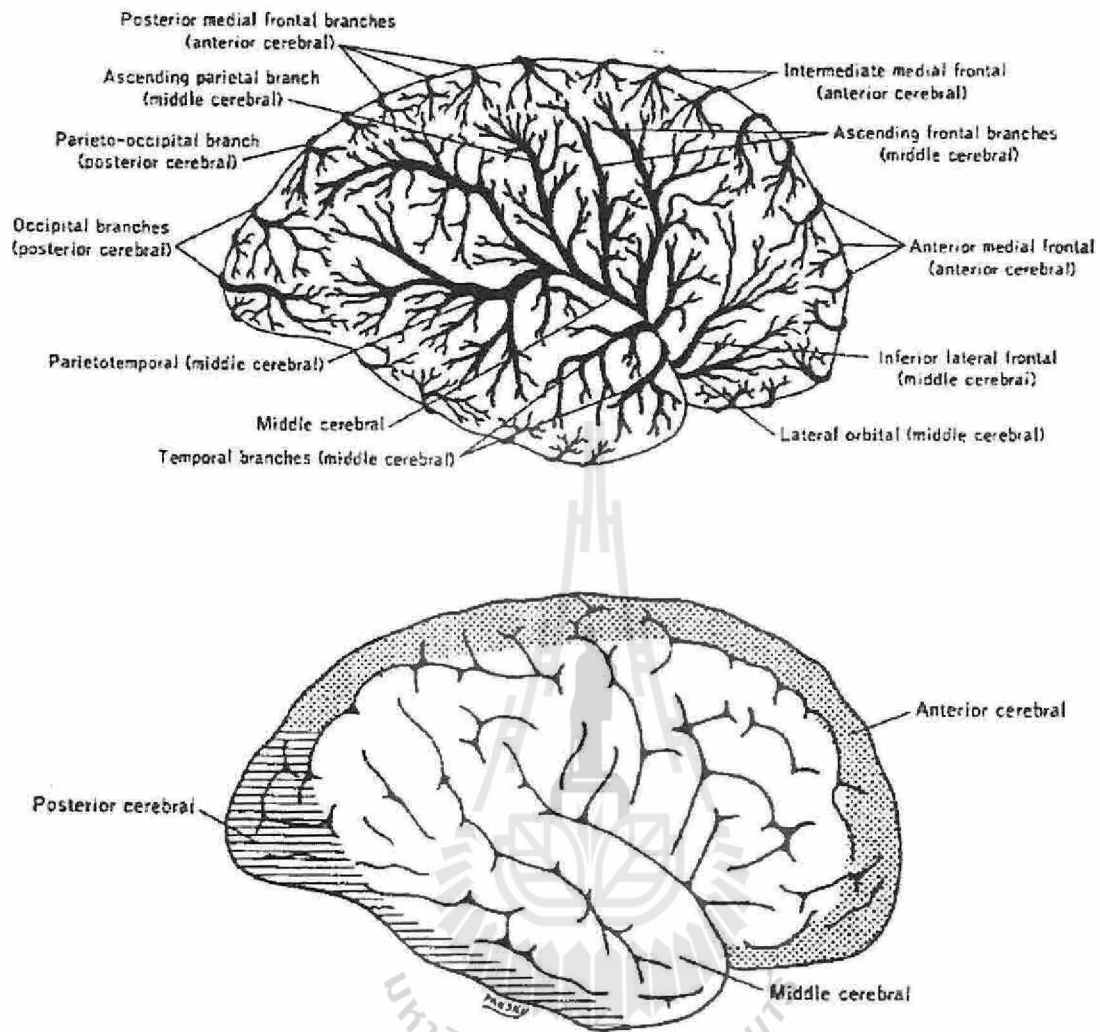
รูปที่ 4 แสดงแขนงของเส้นเลือดเลี้ยงสมอง มองจากทางด้านล่าง



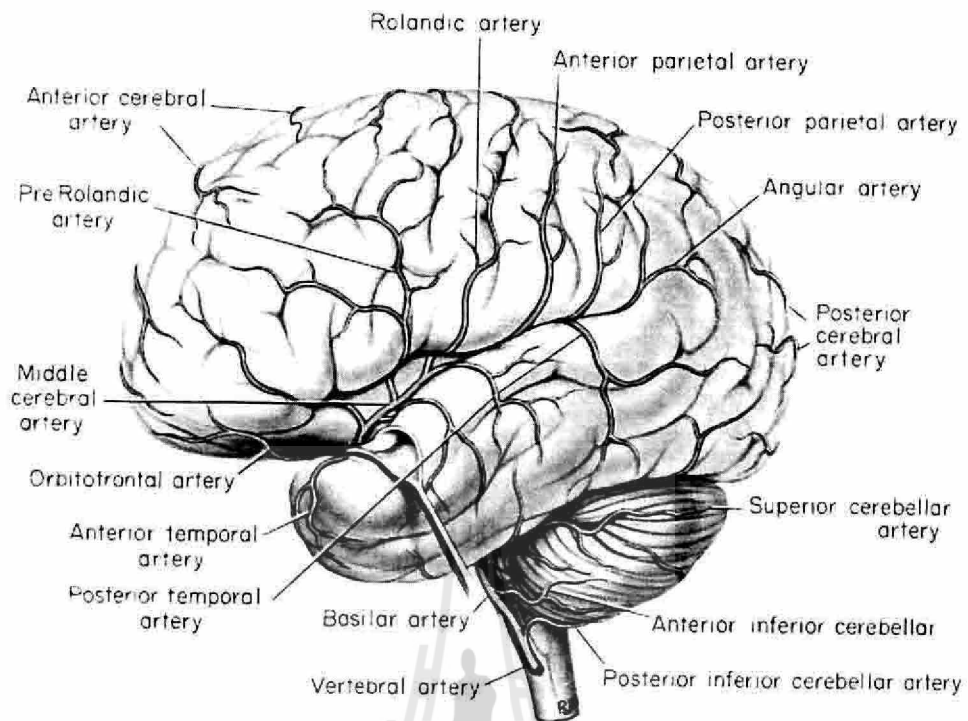
รูปที่ 5 แสดงบริเวณ anterior , middle และ posterior cerebral arteries เลี้ยวสมองทางด้านใน (medial)



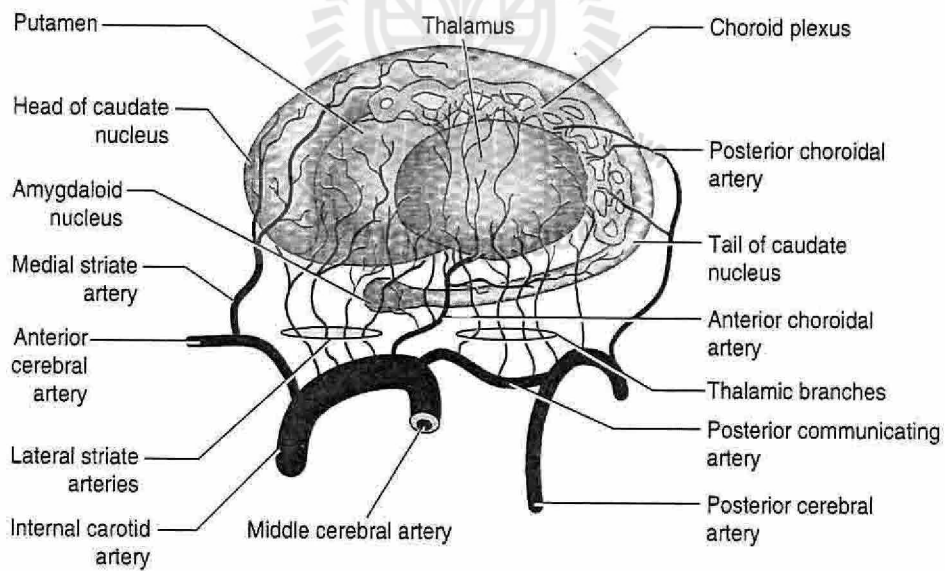
รูปที่ 6 แสดงแขนงของเส้นเลือด (anterior cerebral artery) ที่เลี้ยวสมองทางด้านในและแขนงของเส้นเลือดที่มาเลี้ยง brainstem และ cerebellum



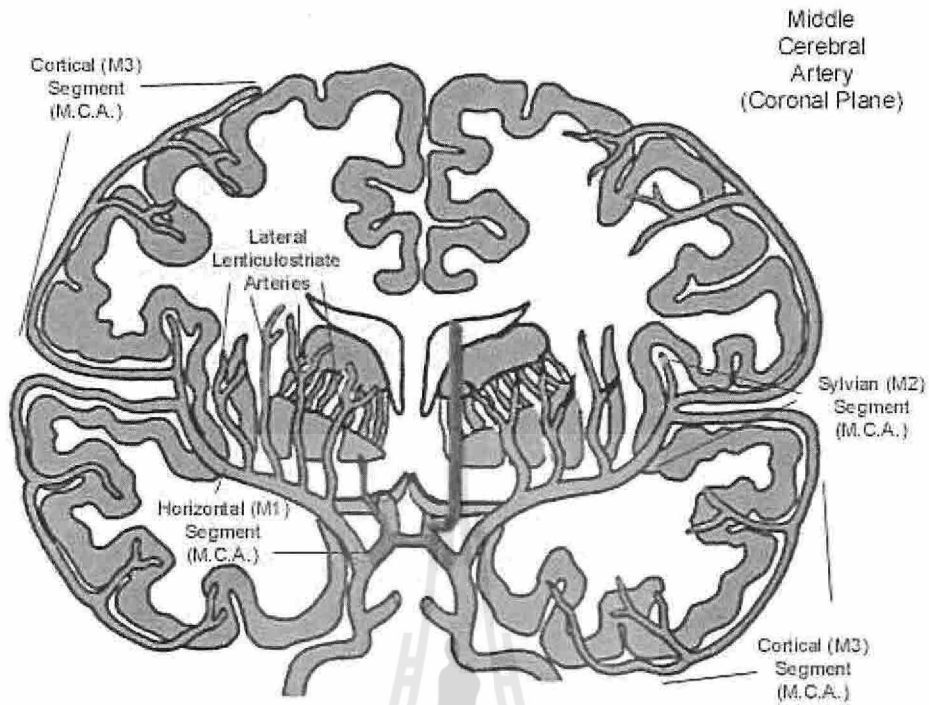
รูปที่ 7 แสดงแขนงของเส้นเลือดที่มาเลี้ยงสมองทางด้านข้าง (lateral) และบริเวณของสมอง ที่ถูกเลี้ยงด้วยเส้นเลือดเหล่านี้



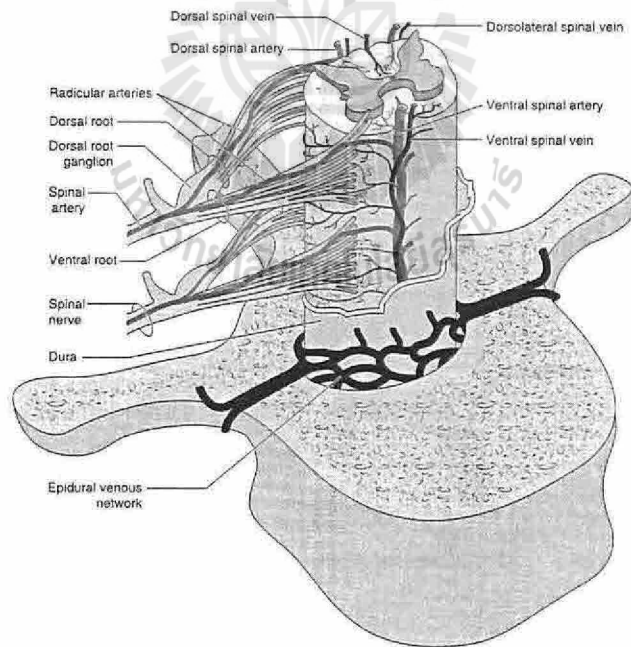
รูปที่ 8 แสดงแขนงของเส้นเลือด middle cerebral artery ซึ่งมาเลี้ยงสมองทางด้านข้าง



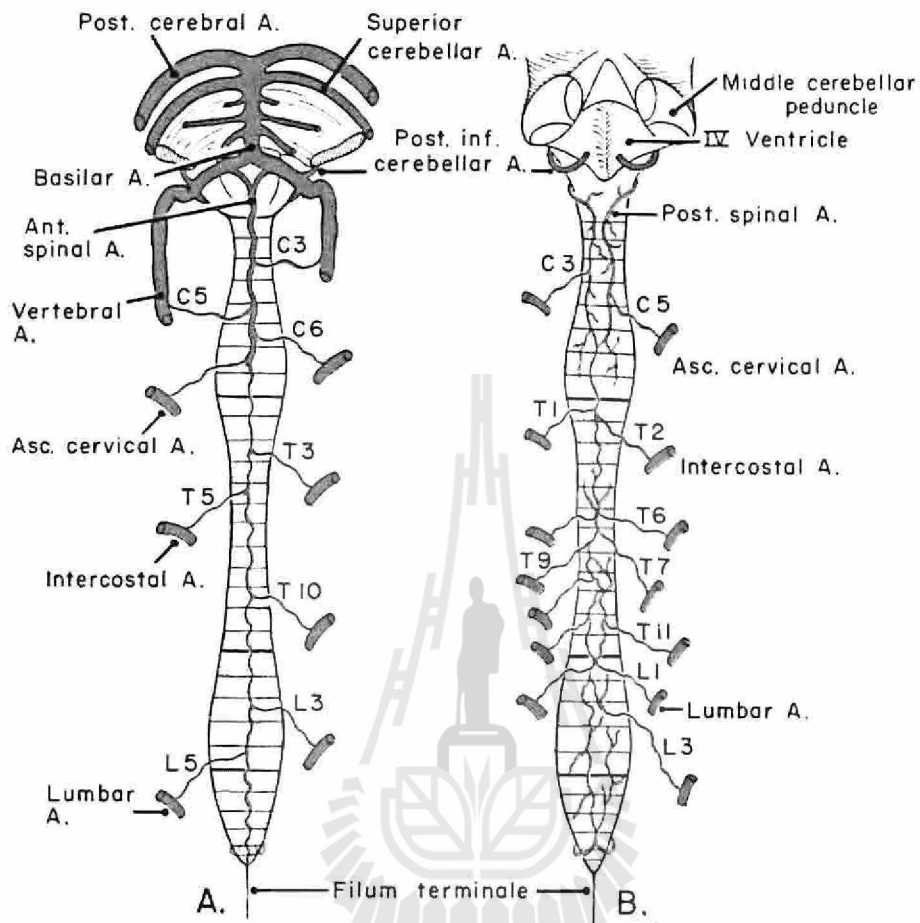
รูปที่ 9 แสดงแขนงของเส้นเลือดที่เลี้ยงบริเวณ corpus striatum และ thalamus



รูปที่ 10 แสดงแขนงของเส้นเลือด middle cerebral artery ที่ไปเลี้ยง basal ganglia, internal capsule และ thalamus



รูปที่ 11 แสดงเส้นเลือด spinal artery และ spinal vein ที่เลี้ยงไขสันหลัง



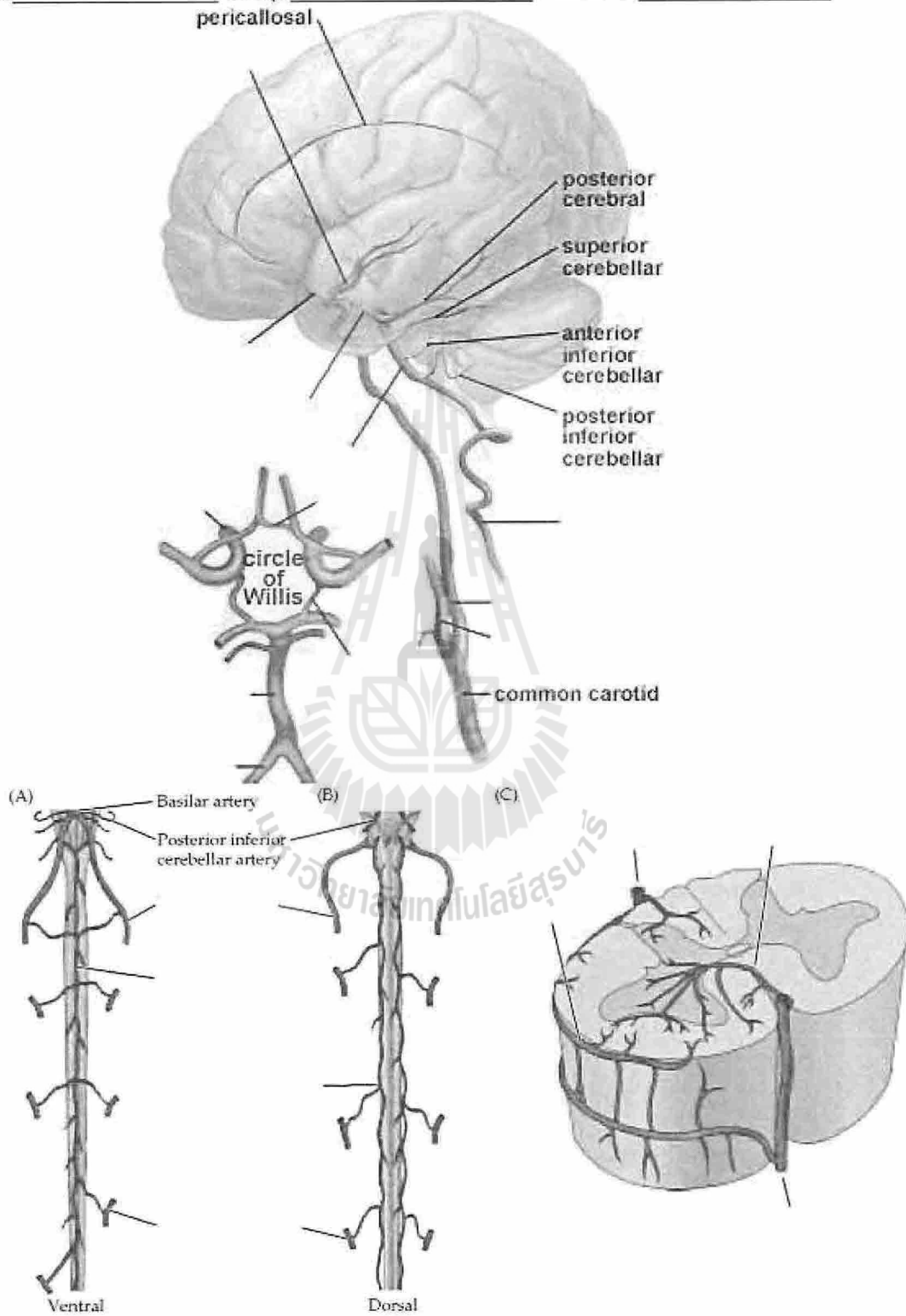
รูปที่ 12 แสดงเส้นเลือดแดงที่ไปเลี้ยงไขสันหลัง

- A. แสดงด้าน anterior ของไขสันหลัง
- B. แสดงด้าน posterior ของไขสันหลัง

ชื่อ

นามสกุล

รหัสประจำตัว



ปฏิบัติการที่ 2 : โครงสร้างภายในของไขสันหลัง (Internal Morphology of the Spinal Cord)

ผศ.ดร.กรณิกา ขนบดี

วัตถุประสงค์

1. สามารถระบุโครงสร้างที่เป็นจุดสังเกตที่ผิวนอกของไขสันหลัง เช่น ร่องต่างๆ
2. สามารถระบุถึงเส้นเลือดต่างๆ ที่เลี้ยงบริเวณไขสันหลังได้
3. สามารถระบุถึงโครงสร้างภายในของ spinal cord ที่สำคัญทั้งในส่วนของ white matter และ gray matter รวมทั้งแยก Rexed's laminae ต่างๆ ได้
4. สามารถระบุตำแหน่งของเส้นทางการเดินประสาทที่สำคัญในไขสันหลังได้ ทั้งที่เป็น descending และ ascending tracts
5. สามารถระบุระดับของไขสันหลังที่ศึกษาได้ โดยอาศัยจุดสังเกตจากรูปร่างรวมถึงโครงสร้างภายในและจุดสังเกตที่พื้นผิวภายนอกของไขสันหลัง

วัสดุที่ใช้ในการศึกษา

1. ไขสันหลัง
 2. slide spinal cord sections
 3. รูปภาพจากตำราเรียน
1. ให้ทบทวนส่วนต่างๆของไขสันหลังดังนี้
 - Cervical enlargement (C4-T1)
 - Lumbar enlargement (L1-S2)
 - Conus medularis
 - Cauda equina
 - Filum terminalae
 - Denticulate or dentate ligament
 - Dorsal nerve rootlets and dorsal nerve roots
 - Ventral nerve rootlets and ventral nerve roots
 - Dorsal root ganglion
 - Spinal nerves
 2. ให้หา superficial markings ของไขสันหลังดังต่อไปนี้
 - Dorsal (posterior) median fissure
 - Dorsolateral sulcus
 - Dorsal intermediate sulcus (above T6)

- Ventral (anterior) median fissure
 - Ventrolateral sulcus
3. ให้ศึกษาลักษณะโครงสร้างภายในของไขสันหลังดังนี้
- **White matter**
 1. Dorsal funiculus
 - 1.1 Fasciculus gracilis พบได้ในทุกระดับ
 - 1.2 Fasciculus cuneatus พบได้ในระดับสูงกว่า T6
 2. Lateral funiculus
 3. Ventral funiculus
 4. Dorsolateral fasciculus or Lissauer's tract or Zone of Lissauer
 - **Gray matter**
 1. Dorsal column or dorsal horn (Lamina I-VI)
 - Posterior (dorso) marginal nucleus (lamina I): all levels
 - Substantia gelatinosa (lamina II): all levels
 - Nucleus proprius (posterior or dorsal proper sensory nucleus) (lamina III-IV): all levels
 - Laminae V and VI: medial and lateral portions: all levels
 2. Intermediate zone (Lamina VII)
 - Intermediomedial nucleus: S 2-4; preganglionic parasympathetic neurons
 - Posterior thoracic nucleus (dorsal nucleus of Clarke; C8-L3) บางครั้งจัดอยู่ในกลุ่ม nucleus ใน dorsal horn
 3. Lateral column (Intermediolateral column) or Lateral horn
 - T1-L2: Intermediolateral nucleus : lamina VII : preganglionic sympathetic neuron บางครั้งจัดอยู่ใน intermediate zone
 4. Ventral horn (Lamina VIII-IX)
4. ให้ศึกษา **commissures**
- Gray commissure แบ่งออกเป็น anterior และ posterior gray commissures โดย central canal
 - White commissure แบ่งออกเป็น anterior และ posterior white commissures
5. ให้ศึกษาเส้นเลือดที่เลี้ยงภายในไขสันหลังดังต่อไปนี้
- Posterior spinal artery
 - Anterior spinal artery

- Anterior spinal medullary artery
- Posterior spinal medullary artery
- Central branches of anterior spinal artery
- Arterial vaso-corona

6. ให้ศึกษา regional characteristics ของไขสันหลังดังต่อไปนี้

- **High cervical segments** จะมีสัดส่วนของ gray matter; white matter ลดลง ส่วนมากเป็น white matter ที่สะสมขึ้นมาหรือจากสมองลงไปสู่ไขสันหลัง
- **Cervical enlargement (C4-T1)** จะมีส่วนของ gray matter มากขึ้นเพราะมี neurons ไปควบคุมการทำงานของกล้ามเนื้อแขนและมือ ขนาดของไขสันหลังกว้างขึ้น มี gray matter และ white matter ที่มากขึ้น
- **Thoracic segments** ส่วนของ ventral gray horn มีขนาดเล็กลงเนื่องจากมี neurons ที่ไปควบคุมส่วนของลำตัวซึ่งมีกล้ามเนื้อน้อยกว่าเมื่อเทียบกับส่วนของแขนและขา
 - ในระดับ T1-L2 พบ intermediolateral gray column
 - พบ dorsal nucleus of Clarke ในทุกระดับของ thoracic segments
 - ไขสันหลังในระดับสูงกว่า T6 จะพบ Dorsal intermediate sulcus
- **Lumbar segments** หา lumbar enlargement (L1-S2) มีส่วนของ gray matter มากกว่า white matter ลักษณะ ventral horn มีรูปร่างเหมือนหัวไม้ตีกอล์ฟ (club shape)
- **Sacral segments:** ขนาดเล็ก มีสัดส่วนของ gray matter มากเมื่อเทียบกับ white matter ที่น้อย

7. ให้ศึกษาดำแหน่งของเส้นทางเดินประสาททั้ง ascending และ descending tracts ในไขสันหลังระดับต่างๆ ดังต่อไปนี้

- **Posterior Funiculus**
Ascending tracts/fibers:
 - Cracile fasciculus
 - Cuneate fasciculus
- **Lateral Funiculus**
Ascending tracts/fibers:
 - Posterior (dorsal) spinocerebellar tract
 - Anterior (ventral) spinocerebellar tract
 - Antero lateral system (ALS)

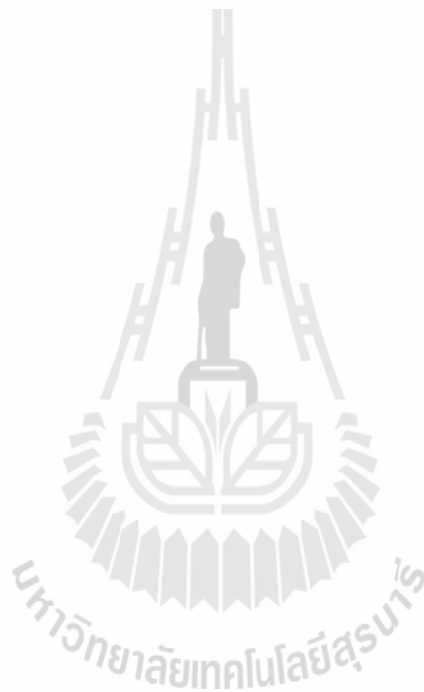
Descending tracts/fibers:

- Lateral corticospinal tract
- Rubrospinal tract
- Lateral vestibulospinal tract

- **Anterior Funiculus**

Descending tracts/fibers

- Medial longitudinal fasciculus: medial vestibulospinal, trectospinal and interstitiospinal fibers
- Anterior corticospinal tract
- Medial reticulospinal fibers



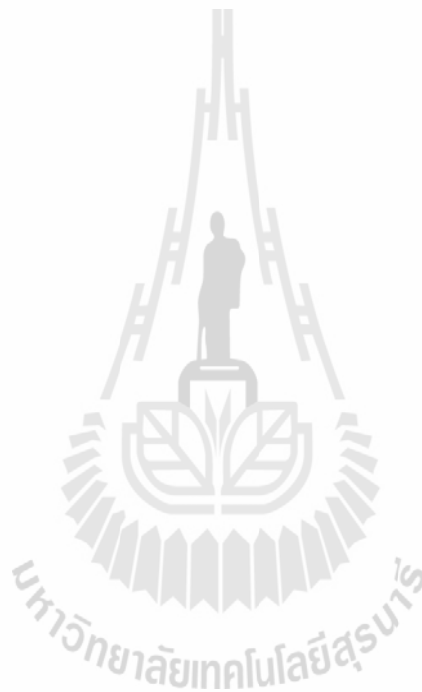
แบบฝึกหัด

ชื่อ-สกุล..... เลขที่.....

1. ให้อวดภาพใยสัณหลังในระดับต่าง ๆ ดังต่อไปนี้ โดยแสดงให้เห็นถึง regional characteristics และ tracts/fibers ที่สำคัญที่พบภายใน

○ C1

○ C8



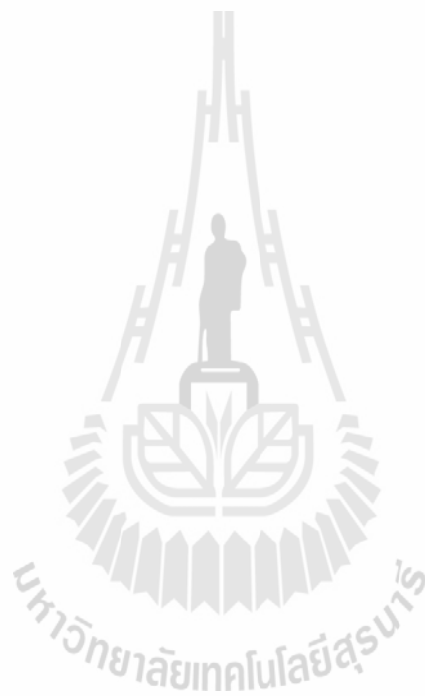
○ T3

○ T10



○ L4

○ S4



ปฏิบัติการที่ 3 : เรื่องทางเดินของระบบประสาทในไขสันหลัง

Tracts in spinal cord

อ.ดร.นภวรรณ เสาวคนธ์

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาถึงตำแหน่งของ cortical motor area ซึ่งพบ upper motor neurons
2. เพื่อศึกษาตำแหน่งของเส้นทางเดินของ fibers ของ pyramidal system
3. เพื่อศึกษาตำแหน่งของเส้นทางเดินของ fibers ของ ascending tracts in spinal cord
4. เพื่อศึกษาตำแหน่งของ nuclei ต่างๆที่มี lower motor neurons ใน spinal cord

วัสดุที่ใช้ศึกษา

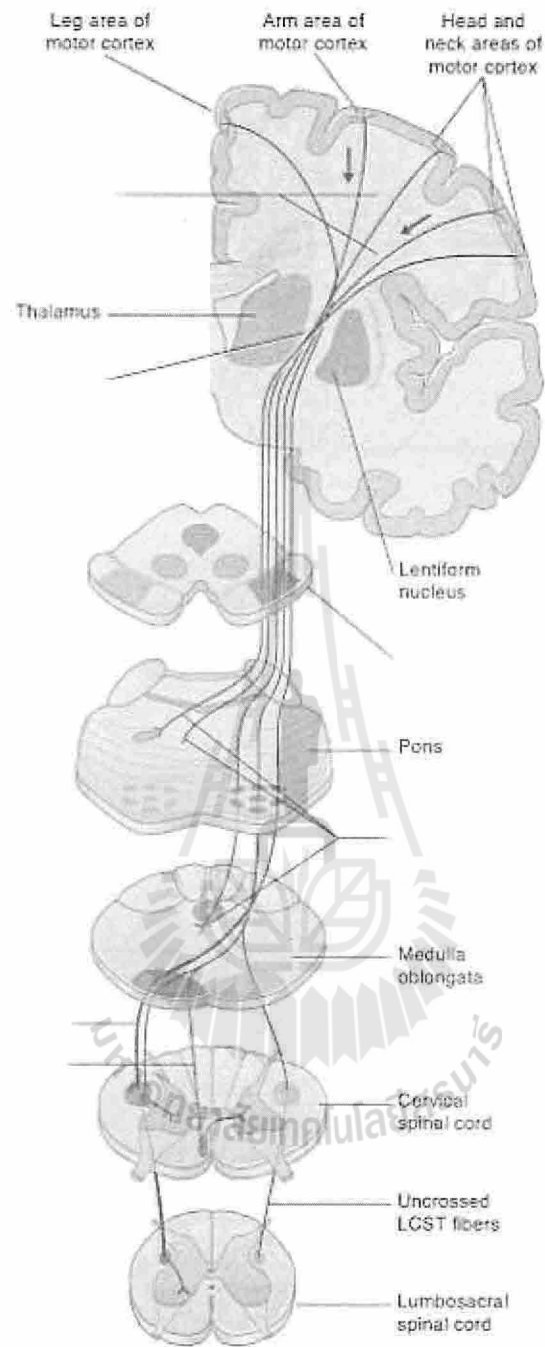
Whole-brain specimen
Half –brain specimen
Brainstem: medulla, pons, midbrain
Spinal cord

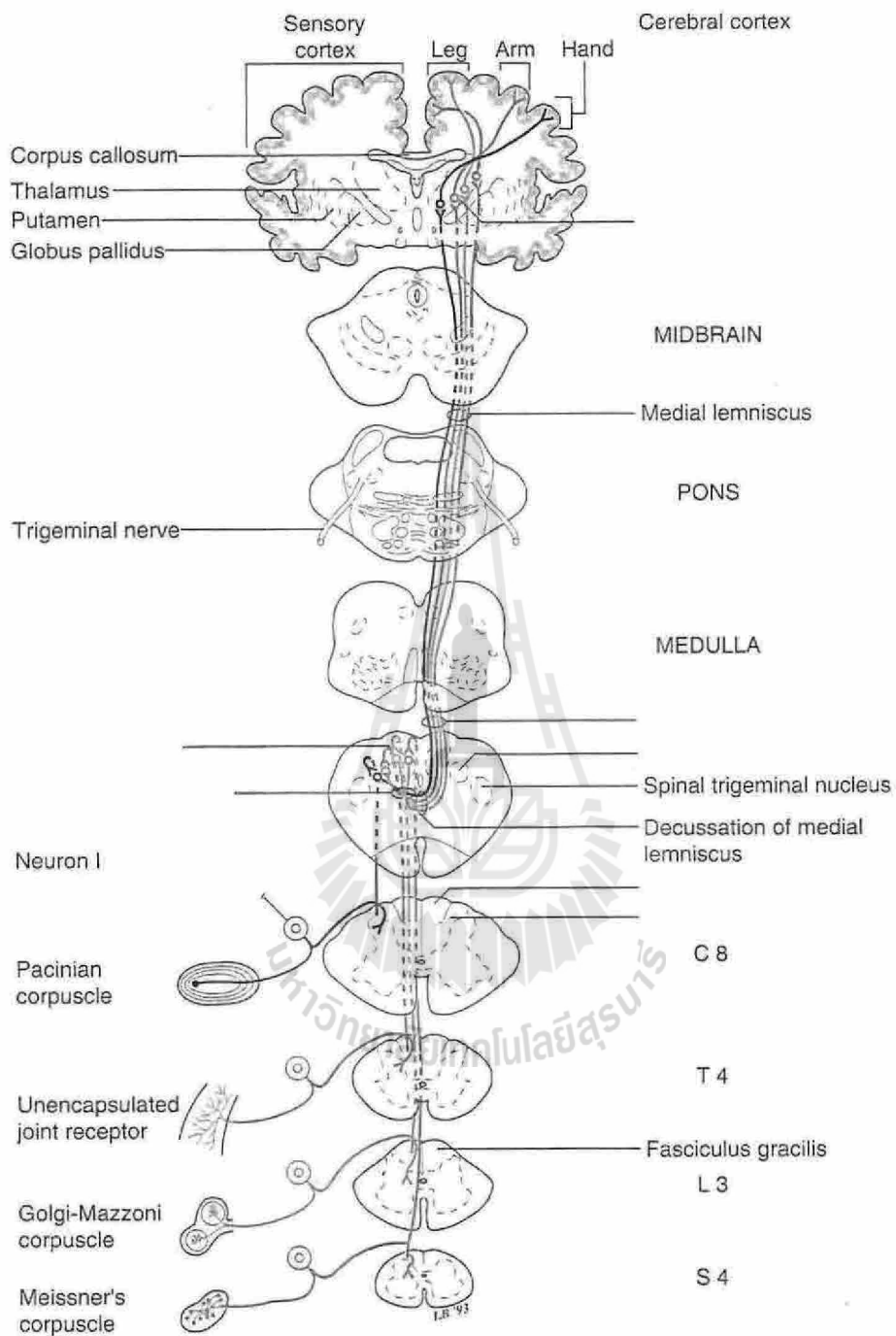
ศึกษา ในการศึกษาโครงสร้างภายนอกของสมองและไขสันหลังที่สามารถมองเห็นด้วยตาเปล่า ให้นักศึกษา Identified structures ต่างๆดังนี้

1. external morphology of brainstem and brain
 - identify parts of the brainstem
 - Mesencephalon (midbrain)
 - Pons
 - Medulla
2. Identify cranial nerves attached to various levels of the brainstem
 - midbrain : CN III, IV
 - midpons : CN V
 - caudal pons : CN VI, VII, VIII
 - Medulla : CN IX, X, XI, XII
3. On the dorsal surface of the brainstem, identify structure outside 4th ventricle
 - tectum of superior colliculus
 - tectum of inferior colliculus
 - superior cerebellar peduncle (Brachium conjunctivum)
 - middle cerebellar peduncle (brachium pontis)

- inferior cerebellar peduncle (restiform body)
 - obex
 - gracile tubercle
 - cuneate tubercle
4. Structure on the floor of the 4th ventricle
- dorsal median sulcus
 - striae medullares
 - sulcus limitans
 - median eminence
 - facial colliculus
 - vestibular area
 - hypoglossal trigone
 - vagal trigone
 - area postrema
5. identify structures on the ventral surface of the brainstem
- crus cerebri (cerebral peduncle)
 - interpeduncular fossa
 - pons
 - middle cerebellar peduncle
 - pyramid
 - motor decussation
6. Identify ascending tracts and descending tracts in the spinal cord
7. Ascending tract in spinal cord
- dorsal column- medial lemniscus tract
 - anterior and posterior spinocerebellar tract
 - anterolateral system (anterior and lateral spinothalamic tract)
8. Descending tract in spinal cord
- corticobulbar tract
 - corticospinal tract

กิจกรรม : .ให้นัก. ศึกษาเส้นทางเดินของ ascending – descending tracts แต่ละ pathways โดยใช้แผ่นใส และลงรายละเอียดแต่ละ tract ส่งเป็นการบ้าน





11.1. Formation and course of the posterior white columns in the spinal cord and the medial lemniscus in the

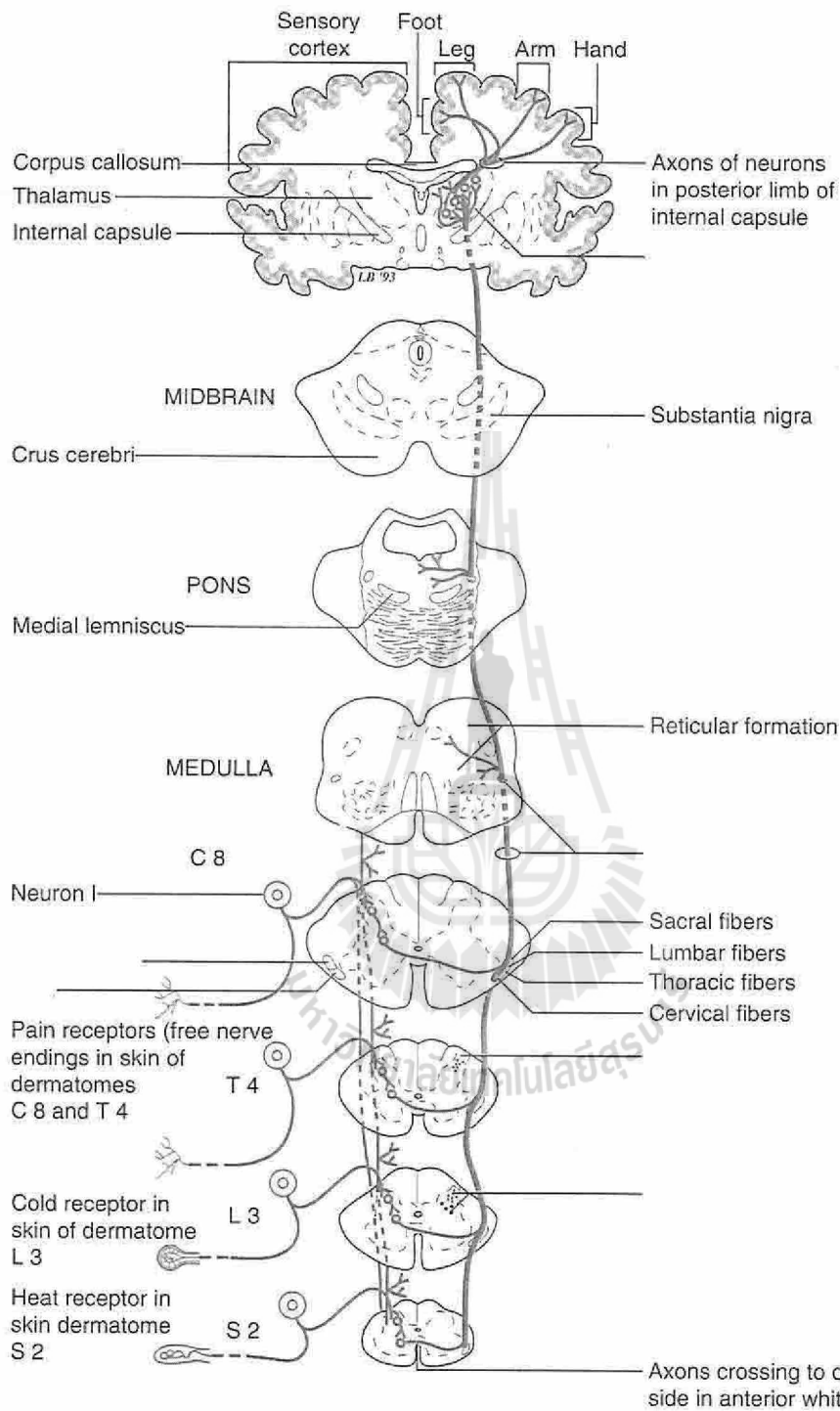
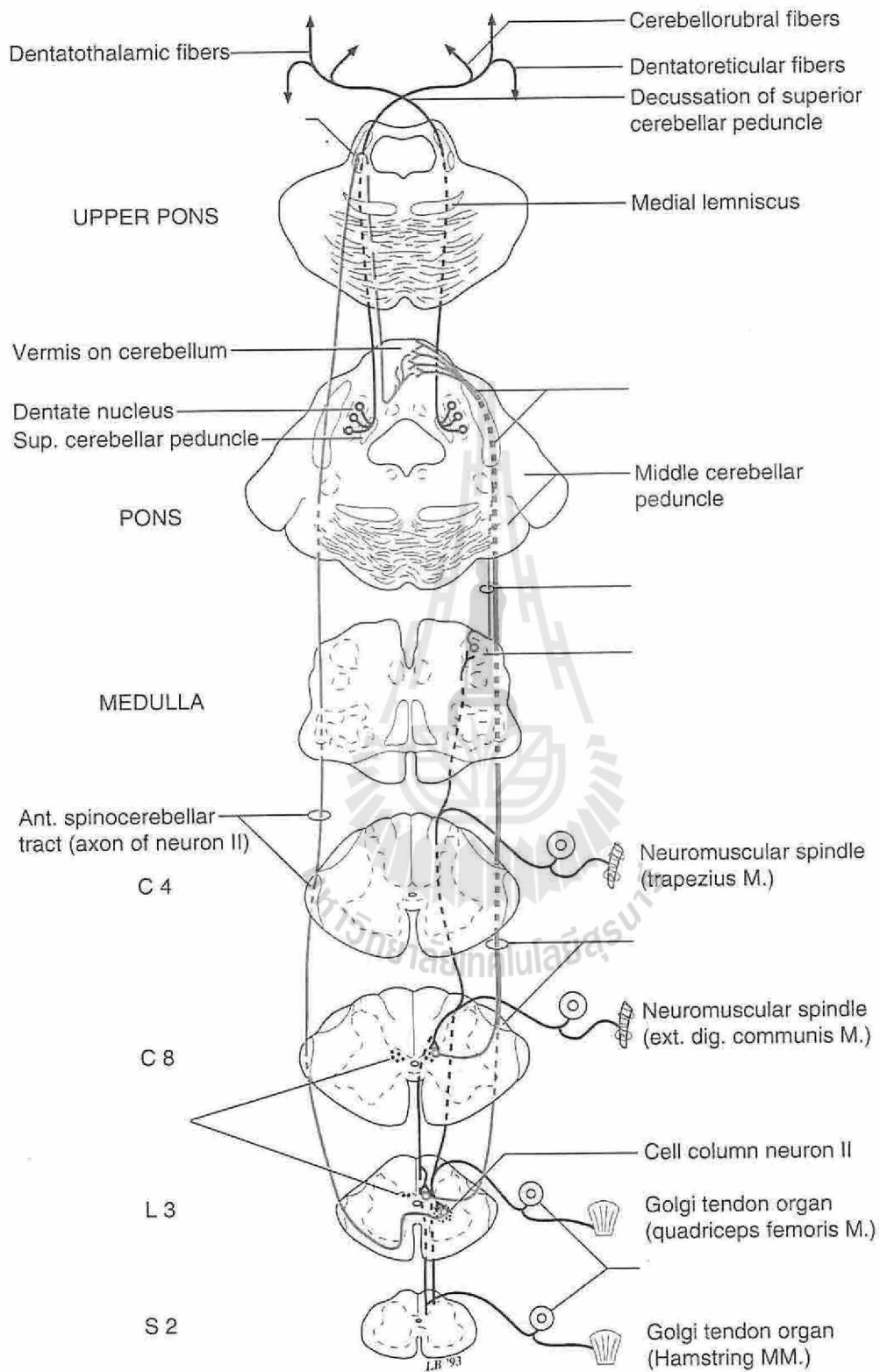


Figure 11.7. Lateral spinothalamic tract (red). The cells of origin of the lateral spinothalamic tract appear to be in laminae I, IV, and V of dorsal horns of the spinal cord.



7. Anterior (red) and posterior (blue) spinocerebellar tracts and the cuneocerebellar tract (b).

ปฏิบัติการที่ 4: เรื่องโครงสร้างเมดลล่าและพอนด์
External and Internal morphology of Medulla and Pons

อ.ดร.นภววรรณ เสาวคนธ์

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาถึงตำแหน่งของโครงสร้างภายในของระบบประสาทระดับ medulla และ pons
2. เพื่อศึกษาตำแหน่งของ nuclei ต่างๆที่พบในระดับ medulla และ pons
3. เพื่อศึกษาตำแหน่งของเส้นทางเดินของ fibers ของ ascending tract ที่ผ่านระดับ medulla และ pons
4. เพื่อศึกษาตำแหน่งของเส้นทางเดินของ fibers ของ pyramidal system

วัสดุที่ใช้ศึกษา

- Whole-brain specimen
- Half –brain specimen
- Brainstem: medulla, pons, midbrain
- Spinal cord
- Neuroanatomy atlas

ศึกษา ในการศึกษาโครงสร้างภายนอกของสมองและไขสันหลังที่สามารถมองเห็นด้วยตาเปล่าให้นักศึกษา identified structures ต่างๆดังนี้

- 1. external morphology of brainstem and brain**
 - identify parts of the brainstem
 - Mesencephalon (midbrain)
 - Pons
 - Medulla
- 2. Identify cranial nerves attached to various levels of the brainstem**
 - midbrain : CN III, IV
 - midpons : CN V
 - caudal pons : CN VI, VII, VIII
 - Medulla : CN IX, X, XI, XII
 - On the dorsal surface of the brainstem, identify
- 3. structure outside 4th ventricle**
 - tectum of superior colliculus

- tectum of inferior colliculus
- superior cerebellar peduncle (Brachium conjunctivum)
- middle cerebellar peduncle (brachium pontis)
- inferior cerebellar peduncle (restiform body)
- obex
- gracile tubercle
- cuneate tubercle

4. structure on the floor of the 4th ventricle

- dorsal median sulcus
- striae medullares
- sulcus limitans
- median eminence
- facial colliculus
- vestibular area
- hypoglossal trigone
- vagal trigone
- area postrema

5. identify structures on the ventral surface of the brainstem

- crus cerebri (cerebral peduncle)
- interpeduncular fossa
- pons
- middle cerebellar peduncle
- pyramid
- motor decussation
- internal morphology of brainstem

6. level of caudal medulla

- identify pyramid and motor decussation on the ventral surface of medulla
- identify hypoglossal nucleus under the floor of 4th ventricle
- Identify fasciculus gracilis terminating onto nucleus gracilis
- identify fasciculus cuneatus terminating onto nucleus cuneatus
- identify lateral cuneate nucleus on the dorsolateral part of the medulla
- identify internal arcuate fibers arising from nuclei gracilis and cuneatus

- note : the crossing of these fibers forms sensory ducussion and medial lemniscus
- identify spinal tract of CN V and nucleus of spnal tract of CN V on the lateral part of the medulla
- identify the position of lateral spinothalamic tract on the lateral part of medulla

7. level of midmedulla

- identify dorsal motor nucleus of CN X lateral to hypoglossal nucleus
- identify nucleus solitarius and tractus solitarius lateral to dorsal motor nucleus of CN X
- on the dorsolateral part of medulla, identify medial and inferior vestibular nuclei, restiform body
- identify nucleus ambiguous between nucleus of spinal tract of CN V and inferior olivary nucleus
- identify vagus nerve (CN X) exiting the lateral part of medulla
- identify medullary reticular formation in the central part of the medulla
- identify the inferior olivary nucleus dorsolateral to the pyramid
- along the midline of the medulla, identify medial longitudinal fasciculus (MLF), medial lemniscus, and pyramid
- identify the hypoglossal nerve emerging between the pyramid and inferior olivary nucleus
- on the lateral part of medulla, identify the position of lateral spinothalamic tract and descending symphathetic pathway

8. level of rostral medulla

- on the dorsal surface of the medulla, identify inferior salivary nucleus, tractus solitarius and nucleus solitarius
- on the dorsolateral part of medulla, identify medial and lateral vestibular nuclei, restiform body. note the glossopharygeal nerve (CN IX) exiting the medulla at this level
- identify spinal tract of CN V and position of lateral spinothalamic tract on the lateral part of medulla

- identify the medial lemniscus along the parasagittal plane and the medullary reticular formation
- on the ventral surface of the medulla, identify the pyramid and inferior olivary nucleus

9. Level of caudal pons

- in the pontine tegmentum, identify abducens nucleus and internal genu of facial nerve (CN VII) deep to the facial colliculus
- identify motor nucleus of CN VIII, spinal tract of CN V, and its nucleus
- on the dorsolateral part of pontine tegmentum, identify superior vestibular nucleus and juxtarestiform body
- along the ventral part of pontine tegmentum, identify medial lemniscus and lateral spinothalamic tract just lateral to it
- on the basal portion of pons, identify pyramidal tract (corticospinal tract or longitudinal pontine bundle) and pontocerebellar fibers (transverse pontine bundle) forming the brachium pontis. note the abducens nerve (CN VI) coursing through the basal pons and exiting at the pontomedullary level
- on the dorsolateral part of pons, identify the brachium conjunctivum, restiform body, ventral cochlear nucleus. note the exit of facial nerve (CN VII) and vestibulocochlear nerve (CN VIII) at the cerebellopontine angle

10. level of midpons

- identify the medial longitudinal fasciculus (MLF) beneath the floor of 4th ventricle
- identify central tegmental tract and pontine reticular formation in the central part of pontine tegmentum
- on the lateral part of pontine tegmentum, identify motor nucleus of trigeminal nerve (CN V) mesencephalic root of CN V and its nucleus
- along the ventral part of pontine tegmentum, identify medial lemniscus, lateral spinothalamic tract and lateral lemniscus
- on the dorsal part of pontine tegmentum (4th ventricle), identify brachium conjunctivum and anterior medullary velum

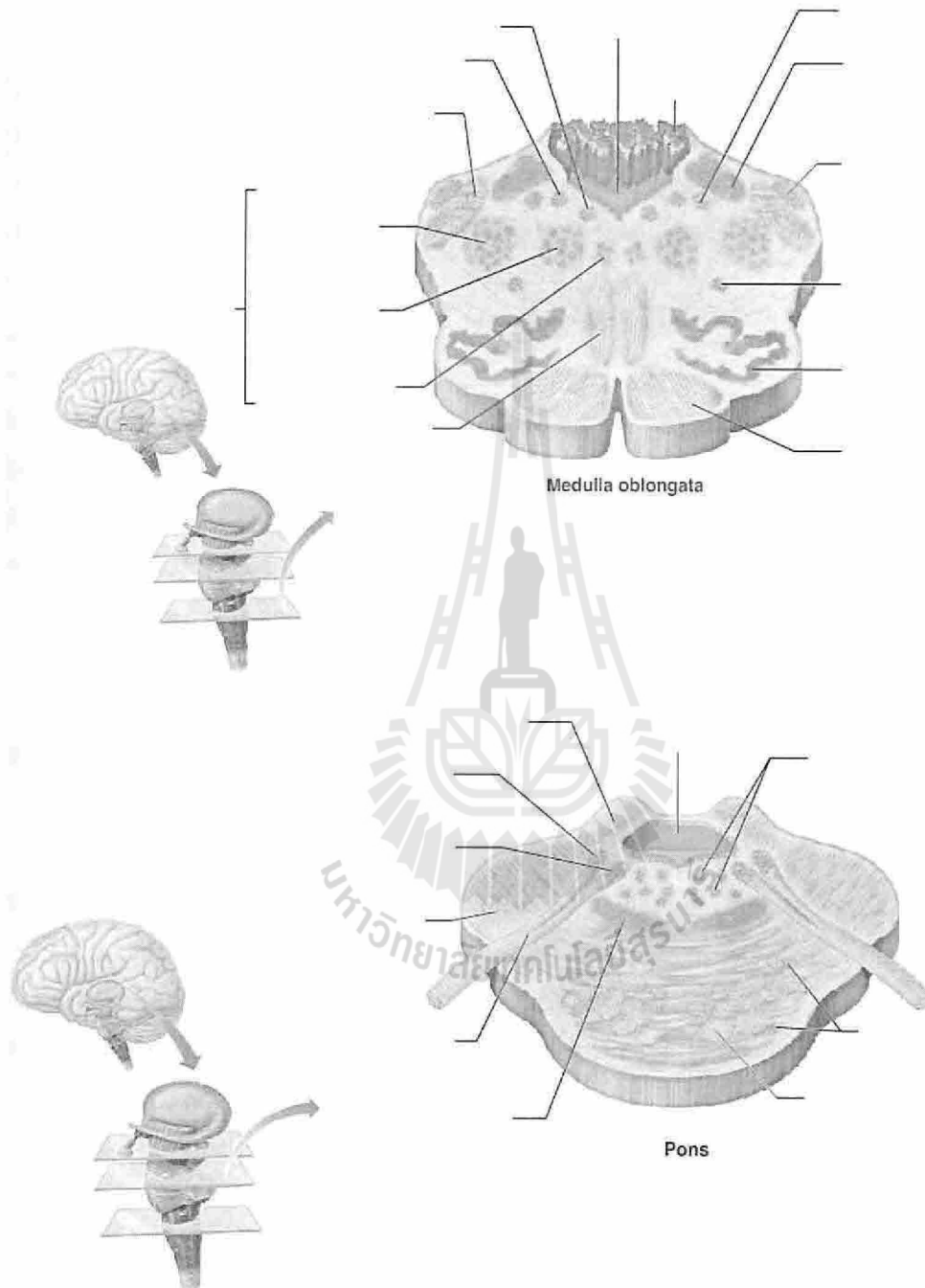
- in the basal pons, identify pyramidal tract, pontine nuclei, pontocerebellar fibers, (froming the brachium pontis) note the trigeminal nerve (CN V) emerging through the brachium pontis

11. levels of rostral pons

- identify anterior medullary velum forming the roof of 4th ventricle and the brahium conjunctivum forming its lateral wall
- deep to the floor of 4th ventricle, identify MLF and locus ceruleus
- on the ventral part of pontine tegmentum, identify medial lemniscus, lateal spinothalamic tract
- on the basal portion of pons, identify pyramidal tract, pontine nuclei and pontocerebellar fibers
- midbrain (level of inferior colliculus)
- identify the tectum of inferior colliculus and fibers of lateral lemniscus terminating on it.
- identify cerebral aqueduct and trochlear nerve (CN IV) , trochlear nucleus and MLF deep to it
- at the central part of the tegmentum, identigy mesencephalic reticular formation, central tegmental tract and decussation of brachia conjunctiva
- at the dorsolateral tegmentum, identify medial lemniscus, lateal spinothalamic tract and inferior quadrigeminal brachium
- identify cerebral peducle at the base of midbrain

ชื่อ _____ นามสกุล _____ รหัสประจำตัว _____

จงเติมคำระบุบริเวณโครงสร้างต่อไปนี้



ปฏิบัติการที่ 5.1: เรื่อง สมองเล็กและการทรงตัว – การได้ยิน

Cerebellum and vestibulocochlear system

อ.ดร. นภวรรณ เสาวคนธ์

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาถึงลักษณะของ cerebellum และตำแหน่งทางเดินประสาทที่มาสิ้นสุดที่ cerebellum
2. เพื่อศึกษาตำแหน่งของกลุ่มเซลล์ (nuclei) ต่างๆของ cerebellum
3. เพื่อศึกษาเส้นทางเดินประสาท (tracts) ที่ติดต่อระหว่างกลุ่มเซลล์ในข้อ 1

วัสดุที่ใช้ศึกษา

Whole-brain specimen

Half –brain specimen

Brain section specimen

Slide brain section

1. Identify major lobes of cerebellum

- anterior lobe : anterior to primary fissure
- posterior lobe : between primary and posterolateral fissures
- flocculonodular lobe : posterior to posterolateral fissure

2. On the median sagittal section of the cerebellum and brainstem, identify

- cerebellar vermis
- cerebellar hemisphere

3. identify certain parts of the cerebellum of particular importance

- vermis of anterior lobe : Note its relation to midbrain tectum
- cerebellar tonsil L Note its relation to medulla

4. From section of caudal pons, identify 4 pairs of deep cerebellar nuclei

- fastigial nuclei
- globose nuclei
- emboliform nuclei
- dentate nuclei

5. Identify 3 pair of cerebellar peducles

- interior cerebellar peducle (restiform body)
- middle cerebellar peduncle (brachium pontis)

- superior cerebellar peduncle (brachium conjunctivum)

6. Identify major pathways or tracts of the cerebellum

a. at the level of medulla, identify

- dorsal spinocerebellar tract
- olivocerebellary tract
- restiform body

b. at the level of caudal pons, identify

- juxta restiform in relation to restiform body
- pontocerebellar fibers in relation to brachium pontis

c. at the level of midpons, identify

- brachium conjunctivum
- brachium pontis

d. at the level of rostral pons, identify

- ventral spinocerebellar tract in relation to brachium conjunctivum and anterior medullary velum
- brachium pontis

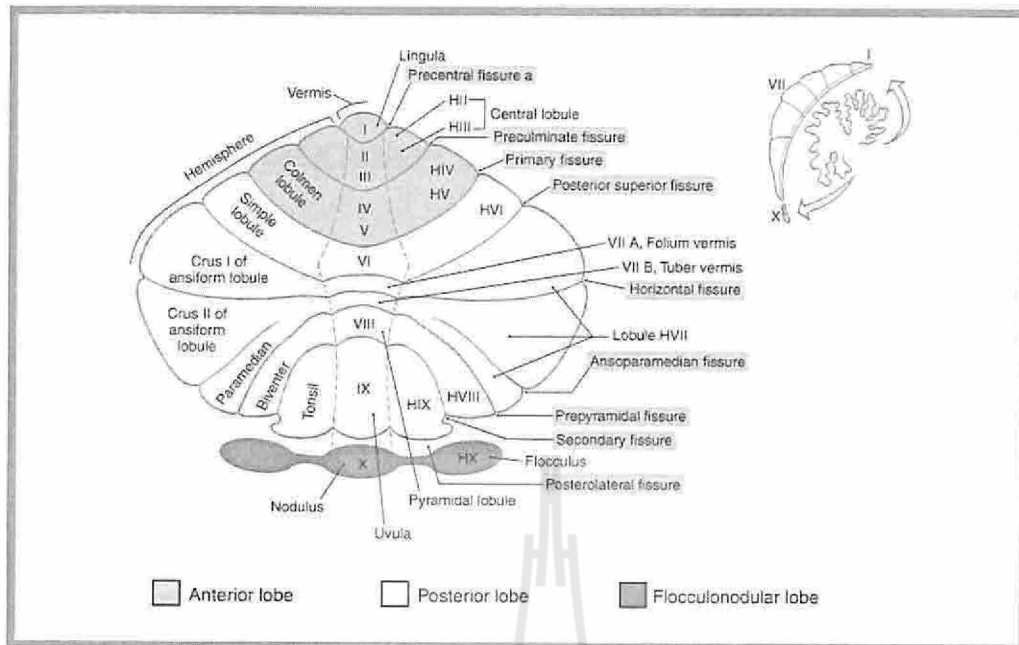
e. at the level of the midbrain, identify

- decussation of brachium conjunctiva

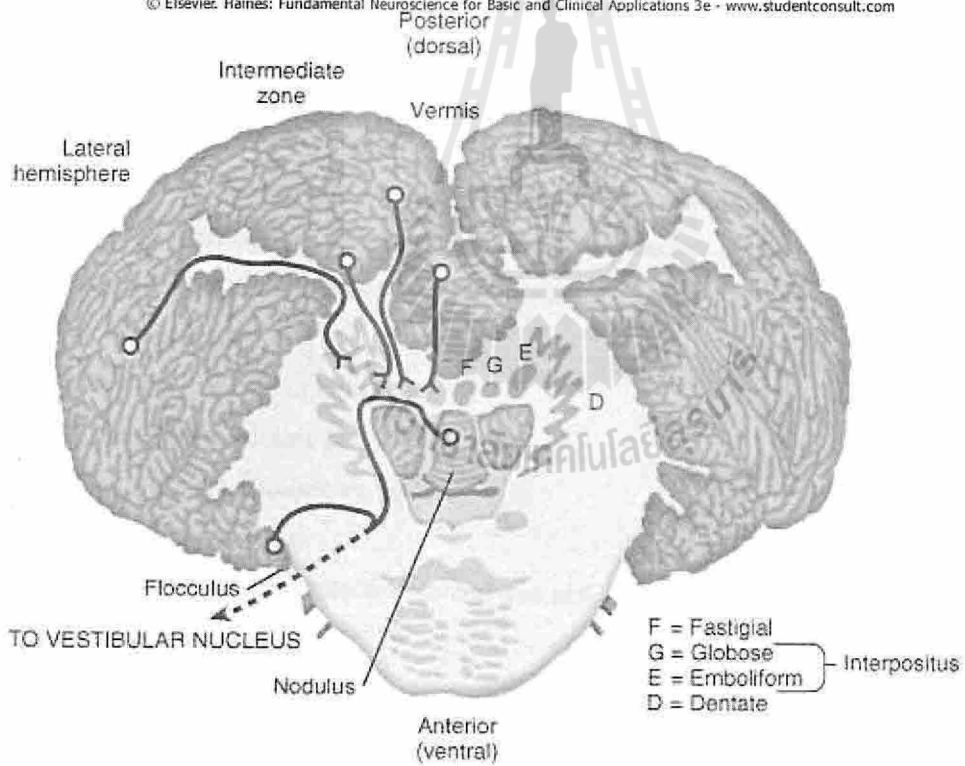
f. at the level of diencephalons, identify

- ventral lateral thalamic nucleus, (VL) where dentate-thalamic fibers terminate

g. at the cortical level, identify motor and premotor cortices where thalamocortical fibers from VL terminate



© Elsevier, Haines: Fundamental Neuroscience for Basic and Clinical Applications 3e - www.studentconsult.com



© Elsevier, Nadeau et al: Medical Neuroscience Updated Edition - www.studentconsult.com

ปฏิบัติการที่ 5.2 เรื่อง Ear and auditory & vestibular systems

อ.ดร. นภวรรณ เสาวคนธ์

Auditory and vestibular systems

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาถึงลักษณะของ CN III และตำแหน่งที่เส้นประสาทมาสิ้นสุดที่ก้านสมอง
2. เพื่อศึกษาตำแหน่งของกลุ่มเซลล์ (nuclei) ต่างๆของทั้งสองระบบในระดับต่างๆของก้านสมอง
3. เพื่อศึกษาเส้นทางเดินประสาท (tracts) ที่ติดต่อระหว่างกลุ่มเซลล์ในข้อ 1

วัสดุที่ใช้ศึกษา

Whole-brain specimen

Half –brain specimen

Brain section specimen

Slide brain section

การศึกษา auditory system ให้นักศึกษา identified structures ต่างๆดังนี้

1. Nuclei

- dorsal cochlear and ventral cochlear nuclei at lower portion of the pons
- trapezoid body วางตัวตั้งฉากกับ medial lemniscus ในระดับ pons
- superior olivary nuclei อยู่ทาง lateral ต่อ trapezoid body ซึ่งมักจะเรียกว่า lateral lemniscus
- nuclue of inferior colliculus
- medial geniculate body

2. tract ที่เชื่อมโยงเป็น auditory pathway

- Vestibular nerve
- Dorsal , intermediate and ventral acoustic stria
- Tapexoid fiver
- Lateral lemniscus
- Commissure of lateral lemniscus
- Brahium of inferior colliculus
- Posterior limb of internal capsule
- Genuculotemporal tract
- Primary auditory area

Tract ที่เกี่ยวข้องกับ auditory reflex pathway

- Tectobulbar tract, tectospinal tract
- Medial longitudinal fasciculus (MLF)
- Tectocerebellar tract

การทรงตัวผ่านหูชั้นใน

1. กลุ่มเซลล์ (nuclei) จาก slide แสดงภาคตัดขวางของก้านสมอง

Vestibular nuclei

- Superior (dorsal) vestibular nucleus
- Lateral vestibular nucleus ตรงตำแหน่งที่ CN VIII เข้าสู่ก้านสมอง
- Medial vestibular nucleus
- Inferior vestibular nucleus อยู่ด้านในต่อ inferior cerebellar peduncle ลักษณะทอดยาวลงมา

กลุ่มเซลล์อื่นๆ

- Oculomotor nucleus
- Trochlear nucleus
- Abducens nucleus

เกี่ยวข้องกับ Vestibular system ในการเคลื่อนไหวลูกตา

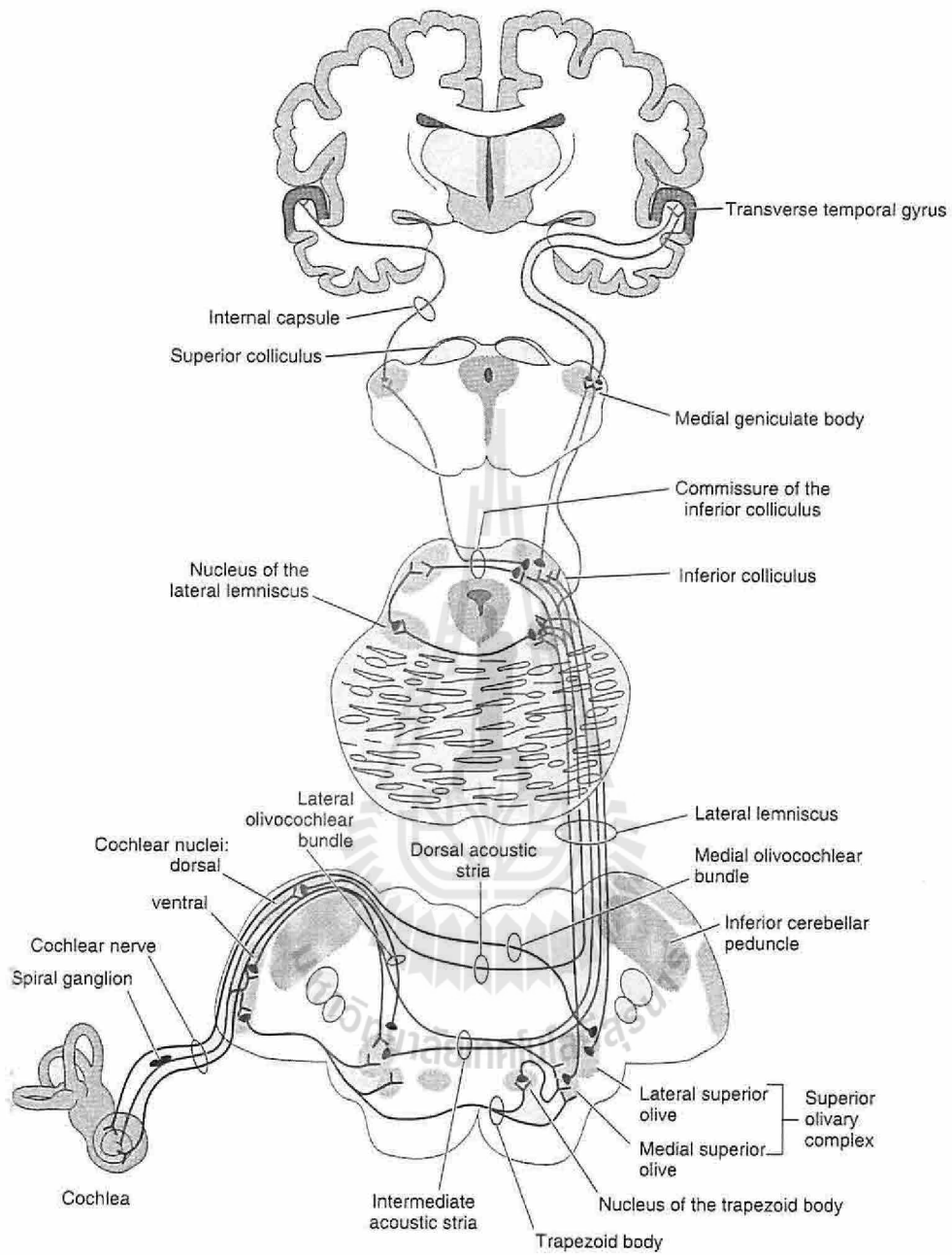
2. เส้นใยที่ติดต่อกับใน vestibular pathway

- Vestibular nerve
- Vestibulocerebellar tract
- Cerebellovestibular tract
- Juxta restiform bodu

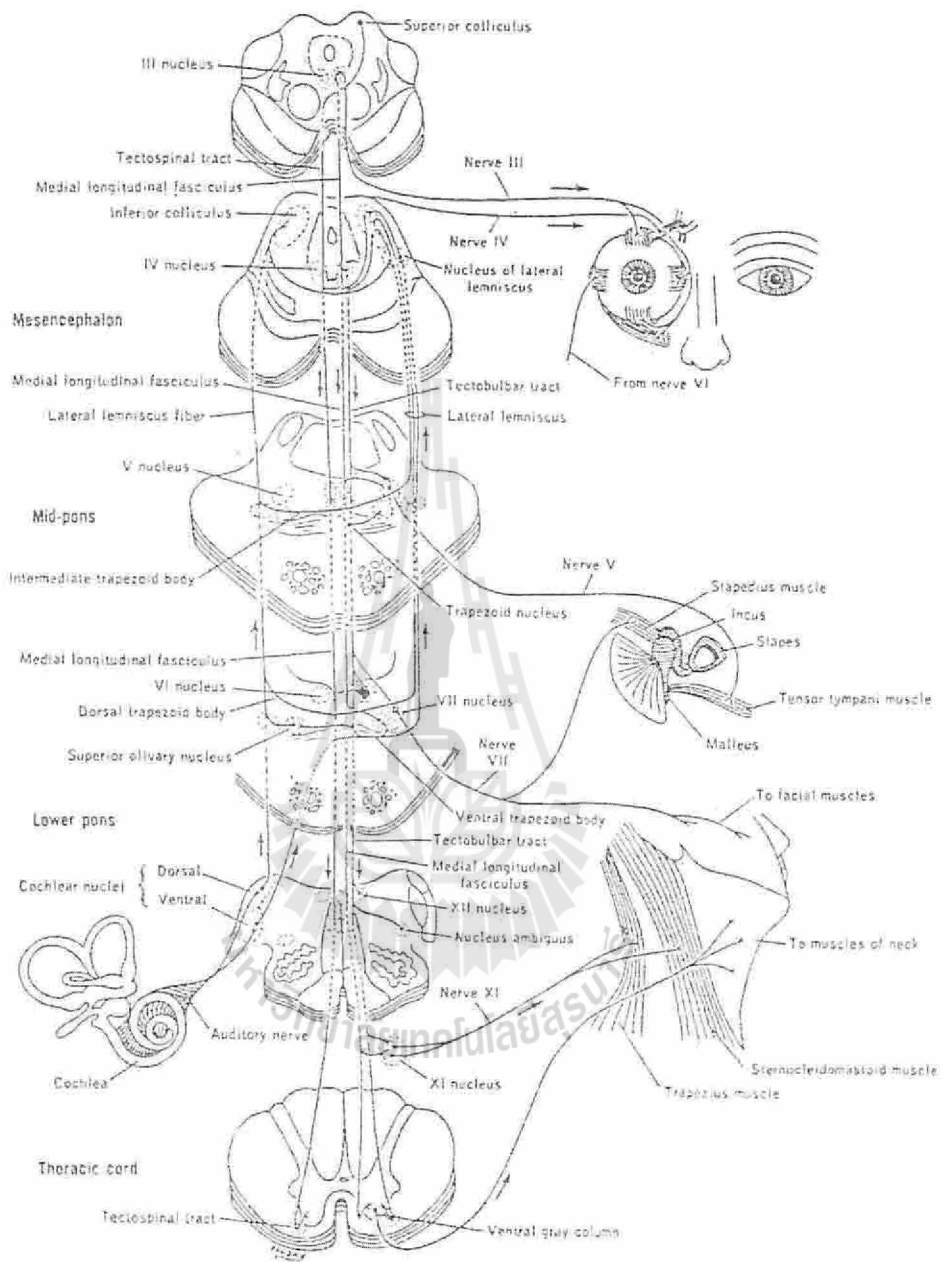
3. tracts ที่ติดต่อกับ spinal cord

- Medial vestibulospinal tract run into MLF
- Latera vestibulospinal tract

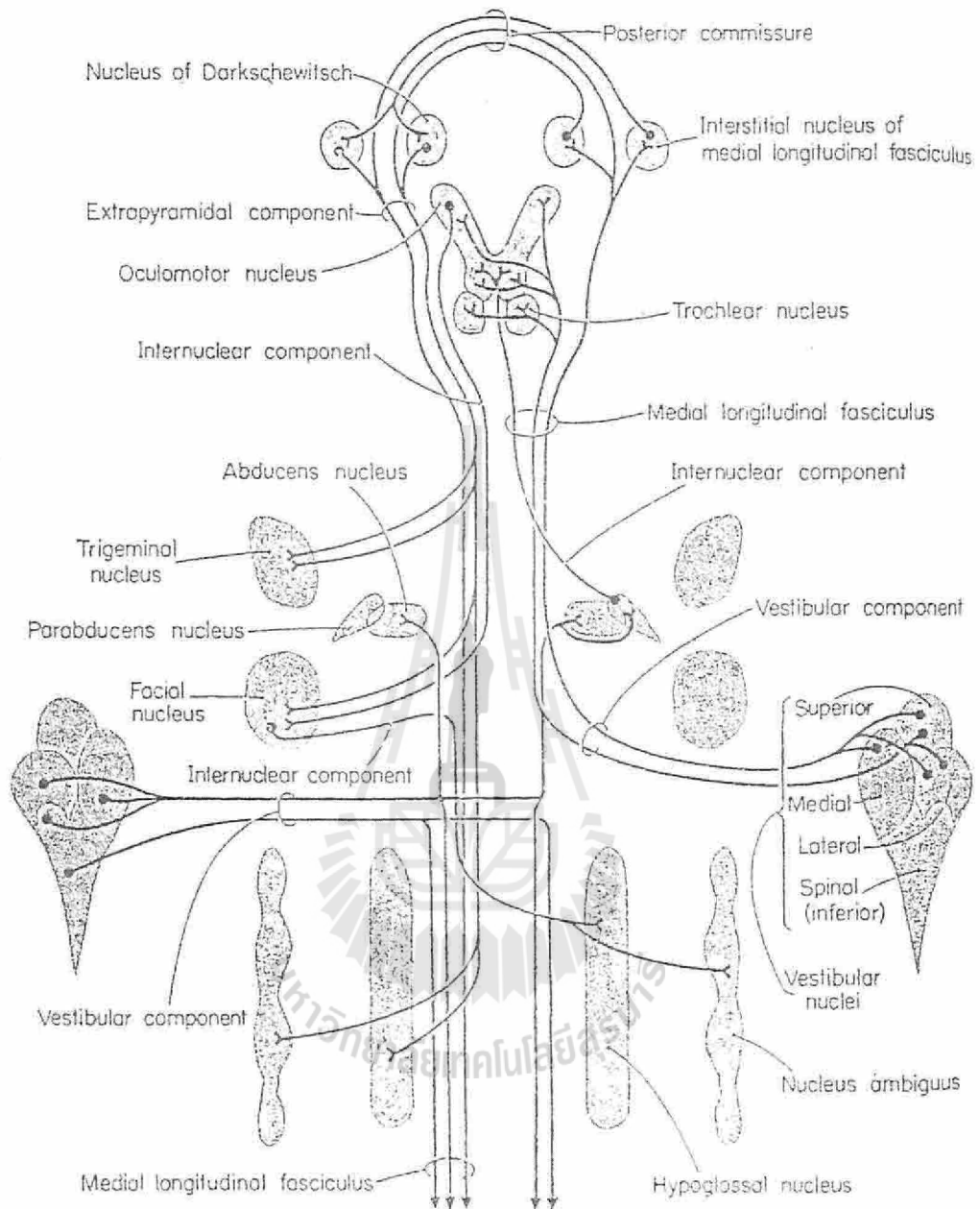
Tract ที่ติดต่อกับ ก้านสมอง คือ medial longitudinal fasciculus (MLF)



รูปที่ 1 แสดงเส้นทางเดินประสาทการได้ยิน (auditory pathway)



รูปที่ 2 แสดงรีเฟล็กซ์การได้ยิน (auditory reflex pathway)



รูปที่ 3 แสดงการติดต่อของ vestibular nuclei กับ internuclei และส่วนประกอบของ MLF

ปฏิบัติการที่ 6

Midbrain and Visual System

ผศ.ดร.กรณิกา ขนบดี

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาลักษณะภายนอกและโครงสร้างที่สำคัญของ midbrain
2. เพื่อศึกษาลักษณะภายในและโครงสร้างรวมถึงทางเดินประสาทและกลุ่มเซลล์ประสาท (nucleus) ที่สำคัญ
3. เพื่อศึกษาโครงสร้างและทางเดินประสาทที่เกี่ยวข้องกับ visual pathway
4. เพื่อศึกษาถึงโครงสร้างและเส้นทางเดินประสาทที่เกี่ยวข้องกับ visual reflexes
5. เพื่อศึกษาถึงโครงสร้างและเส้นทางเดินประสาทที่เกี่ยวข้องกับ eye movements ชนิดต่างๆ

ในปฏิบัติการครั้งนี้ให้ศึกษาจาก

1. Brainstem specimen
2. Whole brain
3. Brain slide boxes
4. แฟ้มรูปภาพ
5. Neuroanatomy atlas

ให้ศึกษาลักษณะภายนอกของ midbrain ดังต่อไปนี้

1. ทางด้าน dorsal side
 - Brachium of inferior colliculus
 - Brachium of superior colliculus
 - Superior colliculus (ภายในมี nucleus ของ CN III (GSE))
 - Inferior colliculus (ภายในมี nucleus ของ CN IV)
 - CN IV (trochlear nerve) (GSE)

2. ทางด้าน ventral side
 - Cerebral peduncle
 - Interpeduncular fossa
 - Interpeduncular cistern
 - Posterior perforated substance
 - CN III (oculomotor nerve)

ให้ศึกษาลักษณะภายในของ midbrain และโครงสร้างต่างๆ ดังต่อไปนี้

1. ให้ศึกษาภาคตัดขวางของระดับ midbrain ให้แยก tectum, tegmentum และ basis perunculi
2. ให้ศึกษา midbrain ที่ตัดผ่าน caudal midbrain (ตัดผ่าน inferior colliculus)
 - ให้ศึกษา tracts เส้นทางเดินประสาท หรือเส้นประสาท ต่างๆ ดังนี้
 - Trichlear nerve
 - Medial longitudinal fasciculus (MLF)
 - Medial lemniscus
 - Lateral lemniscus
 - Central tegmental tract
 - ALS system
 - Posterior and anterior trigeminothalamic tracts
 - Mesencephalic tract
 - Decussation of superior cerebellar peduncle
 - Basis pedunculi: substantia nigra และ crus cerebri
 - ที่ crus cerebri ให้ศึกษาตำแหน่งของ tracts กลุ่มต่างๆ ซึ่งได้แก่
 - corticospinal fibers,
 - corticonuclear (corticobulbar) fibers (face)
 - corticopontine fibers ซึ่งจะให้ pontocerebellar fibers
 - ให้สังเกตว่า corticopontine fibers ประกอบด้วย fronto-, parieto-, occipito-, และ temporo-pontine fibers วางตัวอยู่ทางด้าน medial และ lateral ของ crus cerebri
 - Tectobulbospinal tract

- ให้ศึกษา nuclei ดังนี้
 - Nucleus of inferior colliculus
 - Trochlear nucleus
 - Periaqueductal gray
 - Mesencephalic nucleus
 - Interpeduncular nucleus

3. ให้ศึกษา midbrain จากภาพตัดขวางระดับ rostral midbrain (ระดับ superior colliculus)

- ให้ติดตาม nuclei ต่างๆ ในระดับนี้ดังต่อไปนี้
 - Superior colliculus
 - Red nucleus
 - Oculomotor nuclei (GSE)
 - Edinger Westphal nu. (GVE)
 - Substantia nigra
 - Mesencephalic nucleus
- ให้ติดตามเส้นทางเดินประสาทที่สำคัญดังต่อไปนี้
 - Oculomotor fibers
 - Mesencephalic tract
 - Decussation of superior colliculus
 - Lateral spinothalamic tract
 - Brachium of inferior colliculus
 - Medial longitudinal fasciculus
 - Anterior and posterior trigeminothalamic tracts
 - Posterior tegmental decussation: tectobulbospinal system
 - Medial lemniscus
 - Crus cerebri
 - Central tegmental tract
 - Spinotectal fibers
 - Anterior tegmental decussations บรรจุ rubrospinal fibers

- Posterior tegmental decussation บรรจุ tectobulbospinal fibers
- cerebellothalamic fibers crossed ascending fibers จาก decussation ของ superior cerebellar peduncle

4. ให้ศึกษา brainstem section ส่วนต่อระหว่าง midbrain และ diencephalon โดยให้ศึกษา

- ให้ติดตาม tracts จากข้อ 3 ใน midbrain
- Pretectal nuclei: center สำหรับ pupillary light reflex (project to Edinger-Westphal nu.)
- Nucleus of the posterior commissure เป็นหนึ่งใน pretectal nuclei
- Posterior commissure
- Pulvenar
- medial and lateral geniculate nuclei
- Brachium of inferior colliculus
- Brachium of superior colliculus ไป superior colliculus และ pretectal area

5. ในเรื่อง visual pathway ให้ศึกษาคุณลักษณะและตำแหน่งของ

- Optic nerve (SSE)
- Optic chiasm
- Optic tract
- Lateral geniculate bodies
- Optic tract (geniculocalcarine tract)
- Primary visual cortex (area 17)
- Visual association area (area 18, 19)
- Lingual gyrus
- Cuneate gyrus
- Calcarine fissure

6. ให้ศึกษากลุ่มเซลล์และโครงสร้างที่เกี่ยวข้องกับ visual reflexes และการควบคุมการเคลื่อนไหวของลูกตาดังต่อไปนี้

- Oculomotor nucleus and nerve
- Edinger-westphal nucleus
- Trochlear nucleus and nerve
- Abducens nucleus and nerve
- Tectospinal tract
- Pretectal area and nucleus
- Superior colliculus
- Frontal eye field
- Nucleus of Cajal and Nucleus of Darkschewitsch
- Interstitial nucleus of MLF

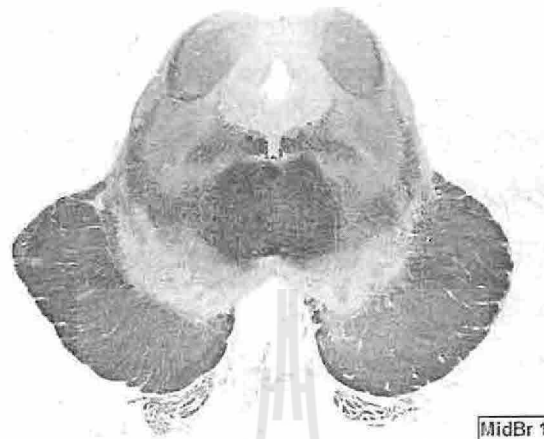
แบบฝึกหัด

ให้ทบทวนเส้นทางเดินประสาทดังต่อไปนี้และวาดภาพเส้นทางเดินประสาทเหล่านี้

- Visual pathway และ lesion ชนิดต่างๆ
- Visual reflexes
 - Light or pupillary constriction reflex
 - Pupil dilation reflex
 - Accommodation visual reflex
 - Corneal Blink Reflex
- Conjugate horizontal eye movement

ให้ศึกษาและหาตำแหน่งของโครงสร้างที่ระบุไว้ในแต่ละระดับของ midbrain

Midbrain at Inferior Colliculus - IV Nucleus



Sensory nuclei

- Inferior colliculus
- Mesencephalic (nucleus & tract)

Motor nuclei

- Trochlear
- Substantia nigra

Reticular formation

- Locus ceruleus
- Dorsal raphe nucleus

Tracts

- Crus cerebri
- Corticospinal tract
- Corticobulbar tract
- Corticopontine fibers
- Medial lemniscus
- Lateral lemniscus
- Anterolateral system (ALS)

- MLF (secondary vestibular and internuclear fibers)

- Decussation of superior cerebellar peduncle (cerebello-rubro thalamics)

- Central tegmental tract

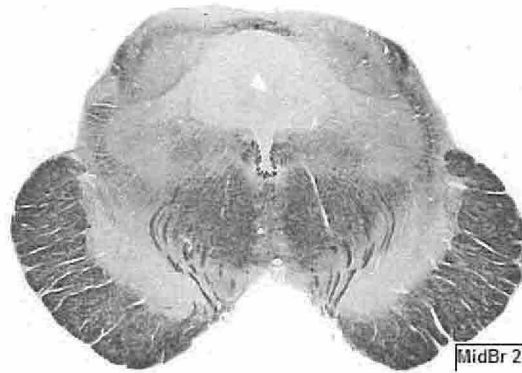
Trigeminothalamics

- Dorsal tract
- Ventral tract

Others

- Periaqueductal gray
- Inferior colliculus
- Tectum
- Cerebral peduncle
- Crus cerebri
- Interpeduncular fossa
- CN III fibers
- CN IV fascicle
- Cerebral aqueduct

Midbrain at Inferior Colliculus - IV Nucleus



Sensory nuclei

- Inferior colliculus
- Mesencephalic (nucleus & tract)

Motor nuclei

- Trochlear
- Substantia nigra

Reticular formation

- Locus ceruleus
- Dorsal raphe nucleus

Tracts

- Crus cerebri
- Corticospinal, corticobulbar, corticopontine fibers
- Medial lemniscus
- Lateral lemniscus
- Brachium of inferior colliculus
- ALS

- Central tegmental tract

- MLF

- Cerebello-rubro-thalamic (superior cerebellar peduncle after decussation)

Trigeminothalamics

- Dorsal tract
- Ventral tract

Others

- Inferior colliculi
- Tectum
- Cerebral peduncle
- Tegmentum
- Crus cerebri
- Cerebral aqueduct
- Periaqueductal gray

Midbrain at Superior Colliculus - III Nucleus



Sensory nuclei

- Superior colliculus
- Mesencephalic (nucleus & tract)

Motor nuclei

- Oculomotor nucleus
- Edinger-Wesphal
- Substantia nigra
- Red nucleus

Reticular formation

- Dorsal raphe nucleus
- Interpeduncular nucleus

Tracts

- Crus cerebri
- Medial lemniscus

- Brachium of inferior colliculus

- ALS

Trigeminothalamics

- Dorsal tract
- Ventral tract

Others

- Central tegmental tract
- MLF
- Cerebello (dentate)-thalamics
- Superior colliculus
- Interpeduncular fossa
- CN III fibers
- Periaqueductal gray

Rostral Superior Colliculus - Caudal Diencephalon



Sensory nucleus

- Superior colliculus

Motor nucleus

- Oculomotor complex

Diencephalic nuclei

- Lateral geniculate (thalamus)
- Medial geniculate (thalamus)
- Mammillary body (hypothalamus)

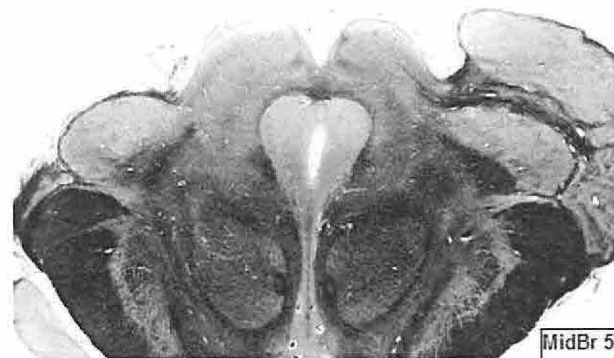
Tracts:

- Brachium of inferior colliculus
- Brachium of superior colliculus
- Optic tract

Other

- Superior colliculi
- III ventricle
- Cerebral aqueduct
- Interpeduncular fossa

Rostral Superior Colliculus - Caudal Diencephalon



Sensory nucleus

- Superior colliculus

Motor nucleus

- Oculomotor
- Red nucleus

Thalamic

- Lateral geniculate
- Medial geniculate
- Pulvinar

Reticular formation

- Vertical conjugate gaze center (Nucleus of Cajal and Nucleus of Darkschewitsch)

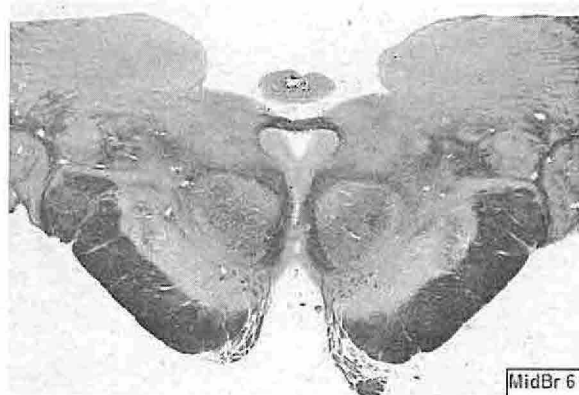
Tracts

- Brachium of inferior colliculus
- Brachium of superior colliculus
- Ascending sensory system (medial lemniscus-spinothalamic-trigeminothalamic)
- Habenulointerpeduncular
- MLF

Other

- Superior colliculus

Pretectal Area - Posterior Commissure



Motor nuclei

- Oculomotor
- Pretectal
- Substantia nigra
- Red

- CN III fibers
- Pineal gland
- Cerebral aqueduct
- Posterior commissure

Thalamus

- Medial geniculate
- Lateral geniculate
- Pulvinar

Reticular formation

- Interstitial nucleus of MLF (one of the vertical gaze center) and MLF

Tracts

- Crus cerebri
- Ascending sensory systems (spinothalamics, trigeminothalamics, medial lemniscus)
- Cerebello (dentate) thalamics
- Habenulointerpeduncular

Other

- Periaqueductal gray

ปฏิบัติการที่ 7 : เรื่องสมองใหญ่

External morphology of Cerebral cortex and fibers

อ.ดร. นภวรรณ เสาวคนธ์

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษา lobe, fissure, sulci และ gyri ต่าง ๆ ของ cerebral hemisphere
2. เพื่อศึกษา ตำแหน่งของ cortical area ต่าง ๆ
3. เพื่อศึกษาดำแหน่งของ fibers ชนิดต่างๆใน medullary substance ของ cerebral hemisphere

วัสดุที่ใช้ศึกษา

Whole-brain specimen

Half –brain specimen

การศึกษา Identify

Lobes

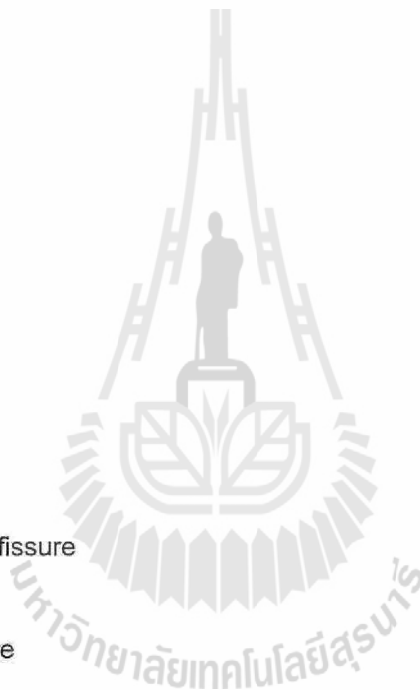
- Frontal lobe
- Parietal lobe
- Temporal lobe
- Occipital lobe
- Insular lobe

Fissures

- Sagittal (longitudinal) fissure
- Lateral fissure
- Parieto-occipital fissure
- Calcarine fissure
- Hippocampal fissure

Sulcus

- Central (Rolando) sulcus
- Precentral sulcus
- Postcentral sulcus
- Superior frontal sulcus
- Inferior frontal sulcus
- Infraparietal sulcus
- Superior temporal sulcus
- Middle temporal sulcus



- Inferior temporal sulcus
- Collateral sulcus
- Callosal sulcus
- Anterior parolfactory sulcus
- Posterior parolfactory sulcus

Gyri

- Superior frontal gyrus
- Middle frontal gyrus
- Inferior frontal gyrus
 - Par opercularis
 - Par triangularis
 - Par orbitalis
- Precentral gyrus
- Postcentral gyrus
- Superior parietal lobule: above the interparietal fissure
- Inferior parietal lobule : below the interparietal fissure incling supramarginal and angular gyri
 - Supramarginal gyrus (area 40)
 - Angular gyrus (area 39)
- posterior paracentral lobule posterior to the central sulcus on the medial aspect of the cerebral hemisphere
- precuneus between cingulate sulcus and parieto-occipital fissure on the medial aspect of the cerebral hemisphere
- Superior temporal gyrus lying between lateral fissure and superior temporal sulcus
- Middle temporal gyrus lying inferior to the superior temporal sulcus
- Inferior temporal gyrus
- Fusiform gyrus lying between inferior temporal sulcus and collateral sulcus
- Parahippocampal gyrus
- Cuneus gyrus superior to calcarine fissure and posterior to parieto-occipital fissure
- Lingual gyrus inferior to calcarine fissure
- Uncus
- Preoccipital notch
- insular lobe

Cortical area

Primary sensory area

- Somesthetic area (area 3,1,2) between central and postcentral sulci
- Primary visual area (area 17) on the superior lip and inferior lip of calcarine fissure and around the tip of occipital lobe
- Primary auditory area (area 41,42) transvers temporal gyri
- Primary gustatory area (area 43)
- Primary olfactory area (area 34)

Associated sensory area

- Somesthetic association area (area 5,7)
- Visual association area (area 18,19) next to the visual cortex
- Auditory association area (area 22) anterior part of superior temporal gyrus

Motor area

- Primary motor area (area 4) between precentral and central sulci
- Premotor area (area 6) anterior to the precentral gyrus and anterior paracentral lobe
- Frontal eye field (area 8) in the middle frontal gyrus

Fiber

Projection fiber

- Internal capsule
 - Anterior limb
 - Genu
 - Posterior limb

Lenticulothalamic fiber

Retrolenticular fiber

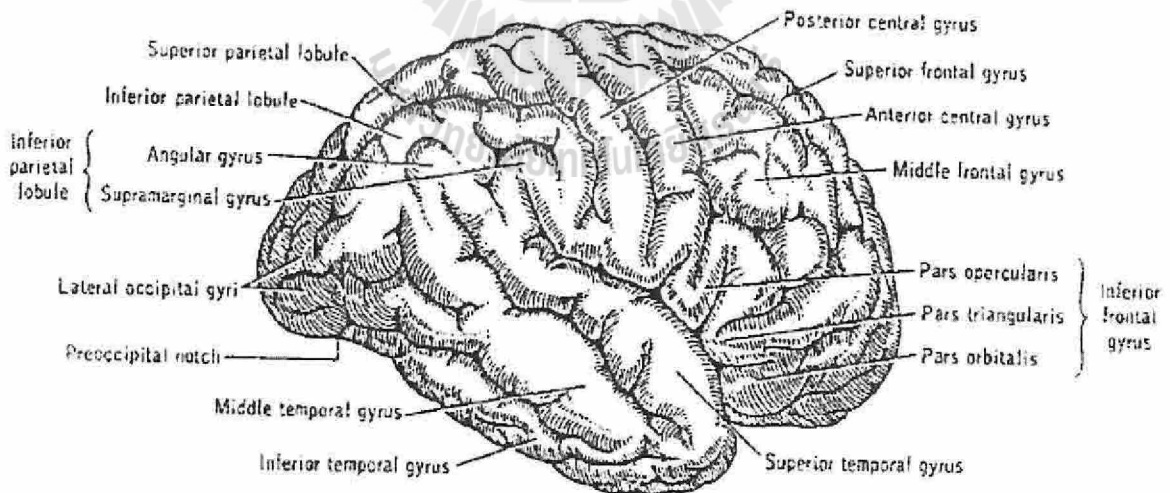
Sublenticular fiber

- Corona radiata
- Fornix
 - Crus
 - Body
 - Column (anterior)
 - Precommissural
 - Postcommissural

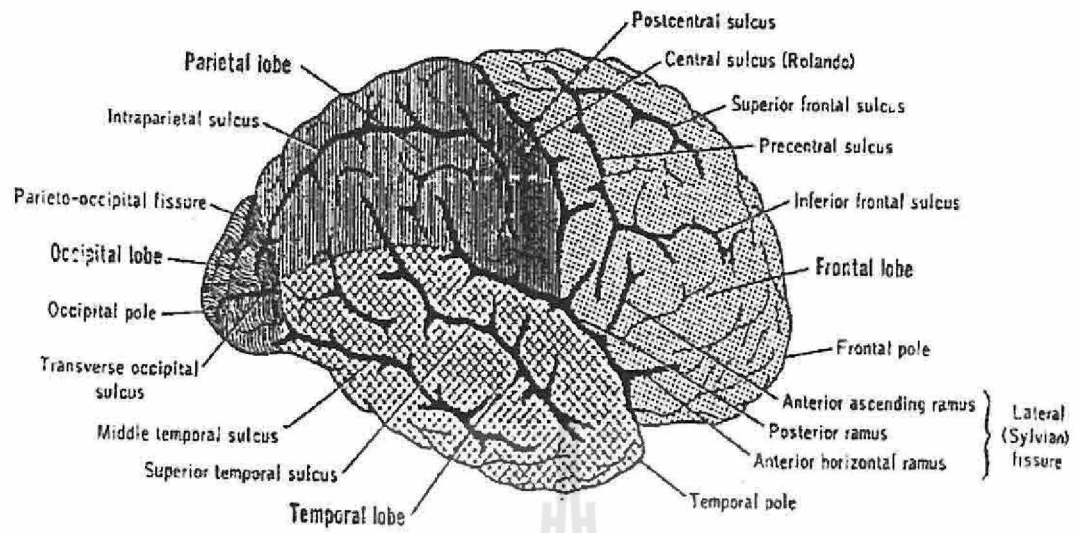
Association fiber

- Cingulum

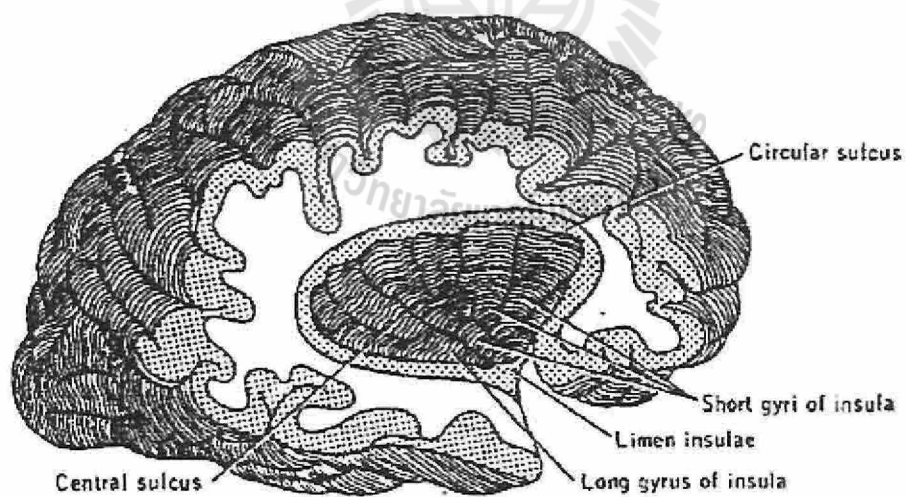
- Superior longitudinal fasciculus
- Inferior longitudinal fasciculus
- Superior occipitofrontal fasciculus
- Inferior occipitofrontal fasciculus
- Uncinate
- Commissural fibers
- Corpus callosum
 - Rostrum
 - Genu
 - Body
 - Splenium
- Anterior commissure
- Hippocampal commissure



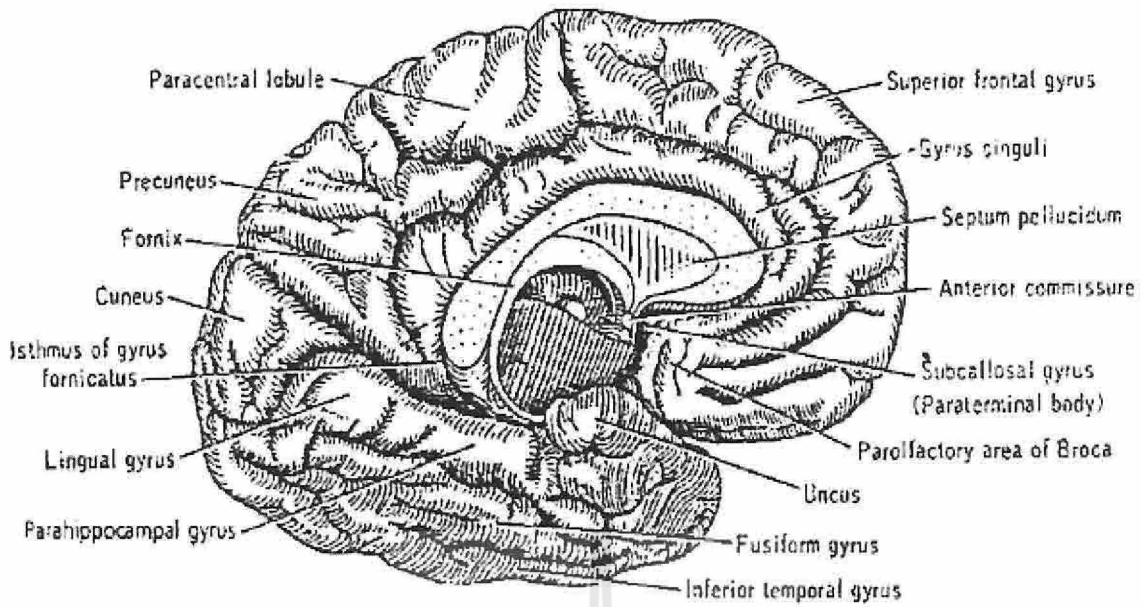
รูปที่ 1 ด้านข้างของ cerebrum



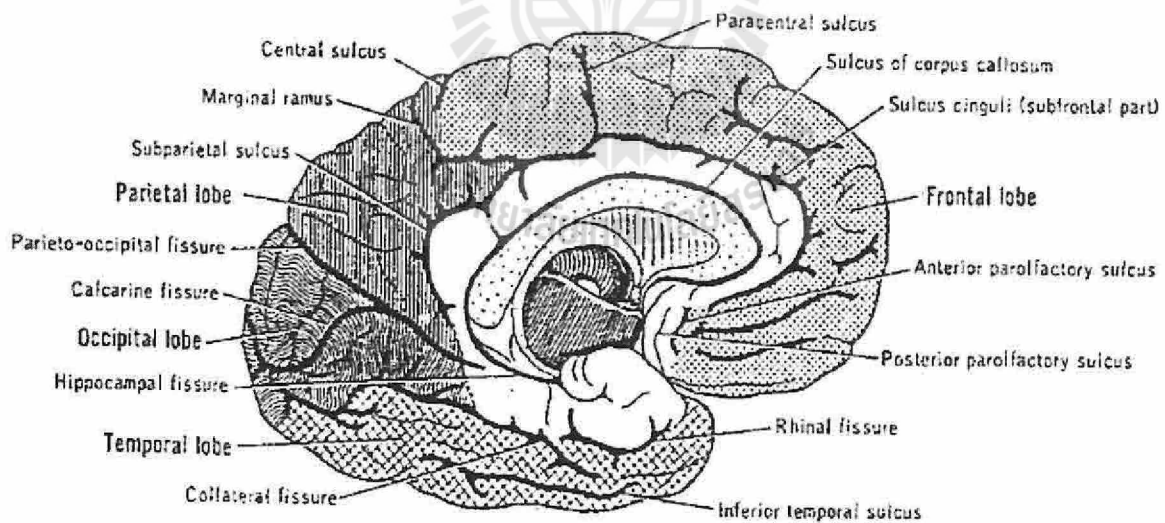
รูปที่ 2 ด้านข้างของ cerebrum แสดงร่อง (sulcus) และ lobes ต่างๆ



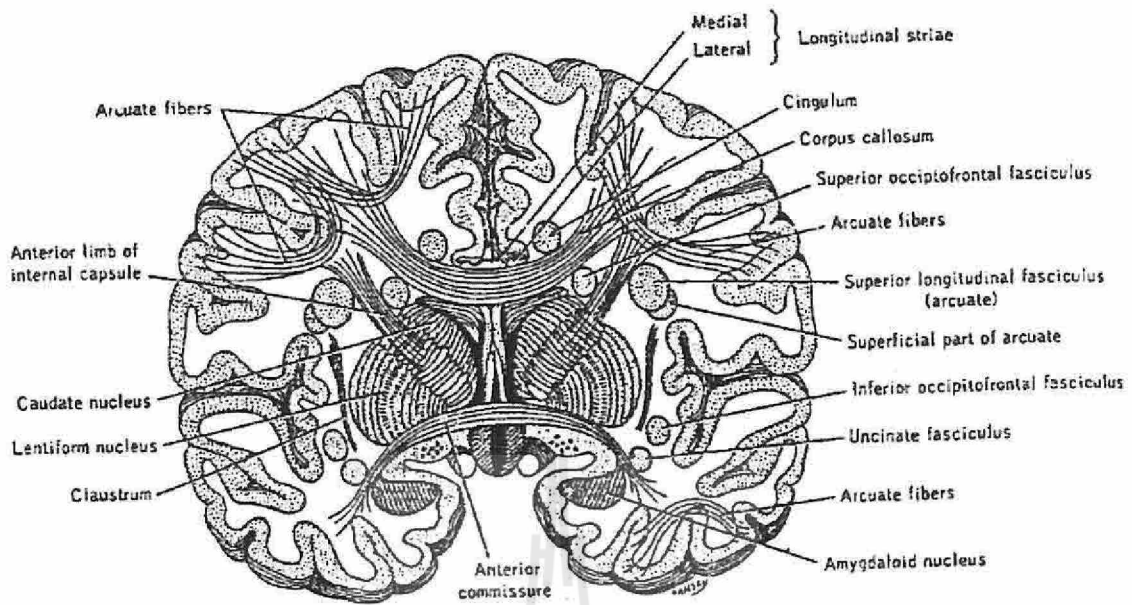
รูปที่ 3 ด้านข้างของ cerebrum ตัดเอาส่วนของ temporal, frontal และ parietal ออกแสดง insular lobe ซึ่งอยู่ภายใน



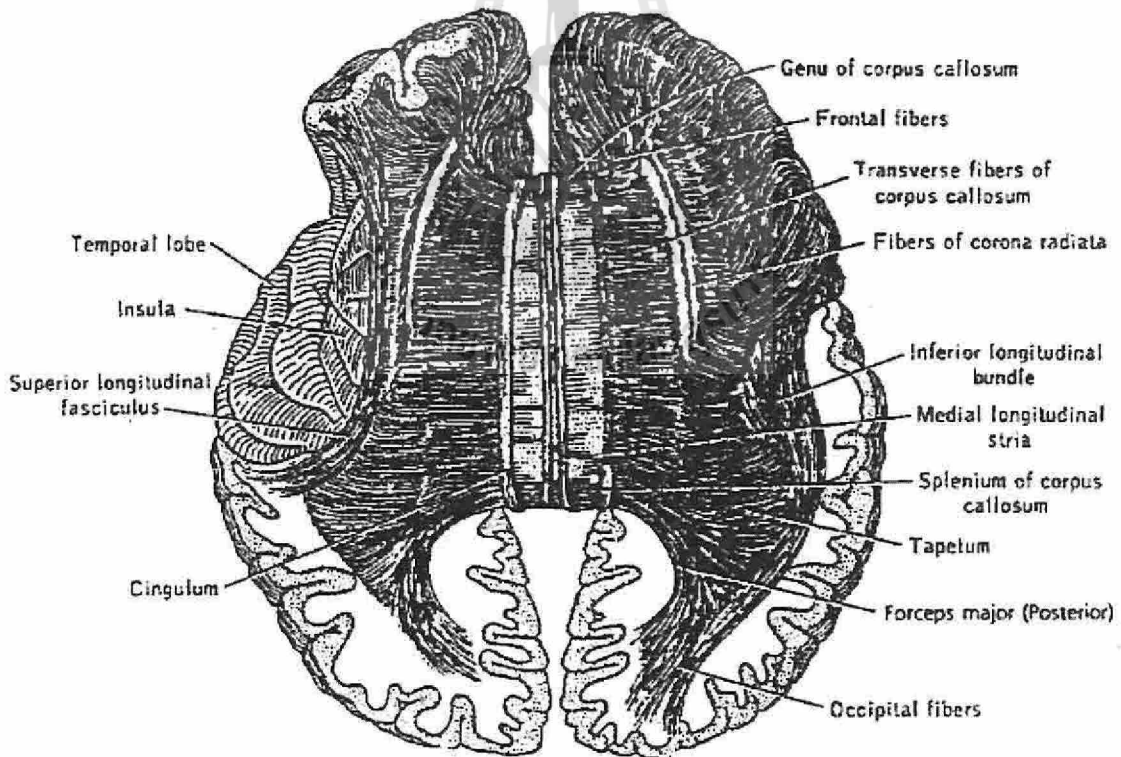
รูปที่ 4 ด้านในของ cerebrum แสดงรอยยูน (gyrus) ต่างๆ



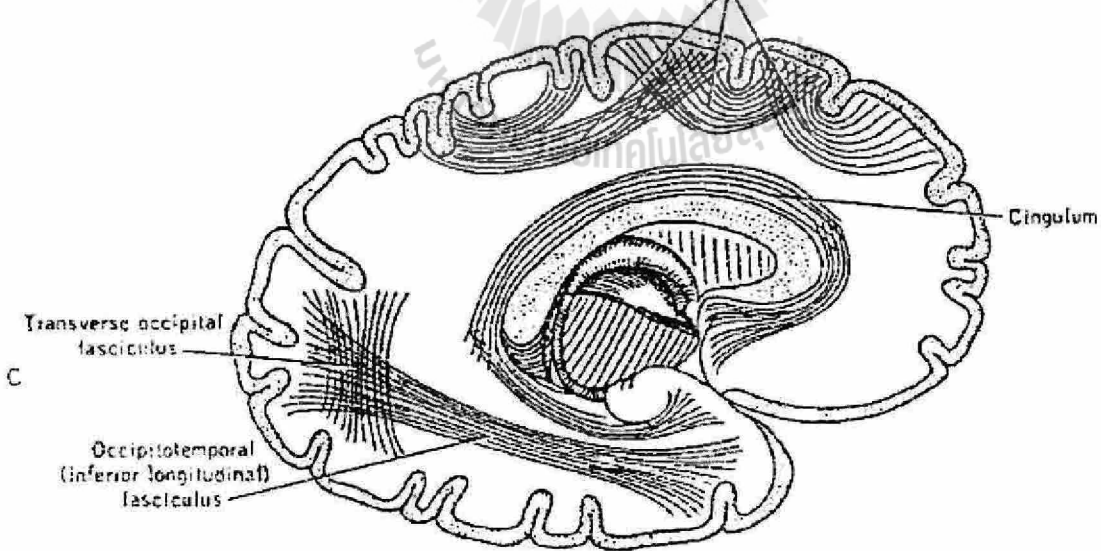
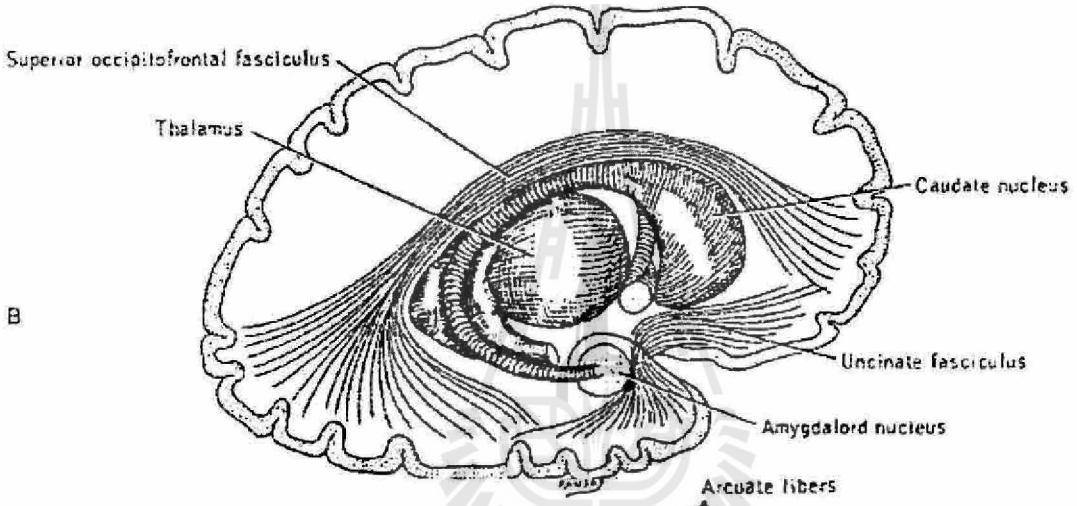
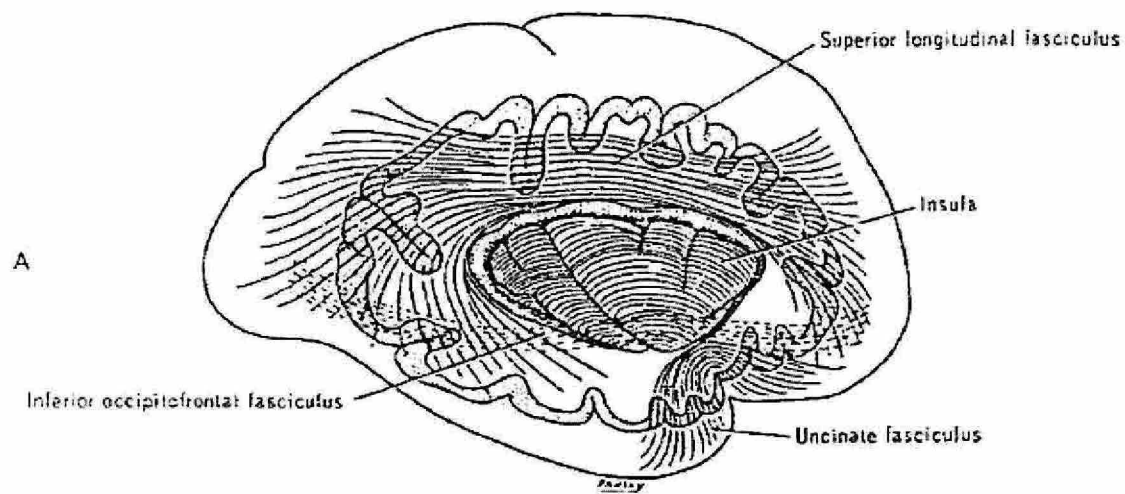
รูปที่ 5 ด้านในของ cerebrum แสดงรอย (sulcus) และ lobes ต่างๆ



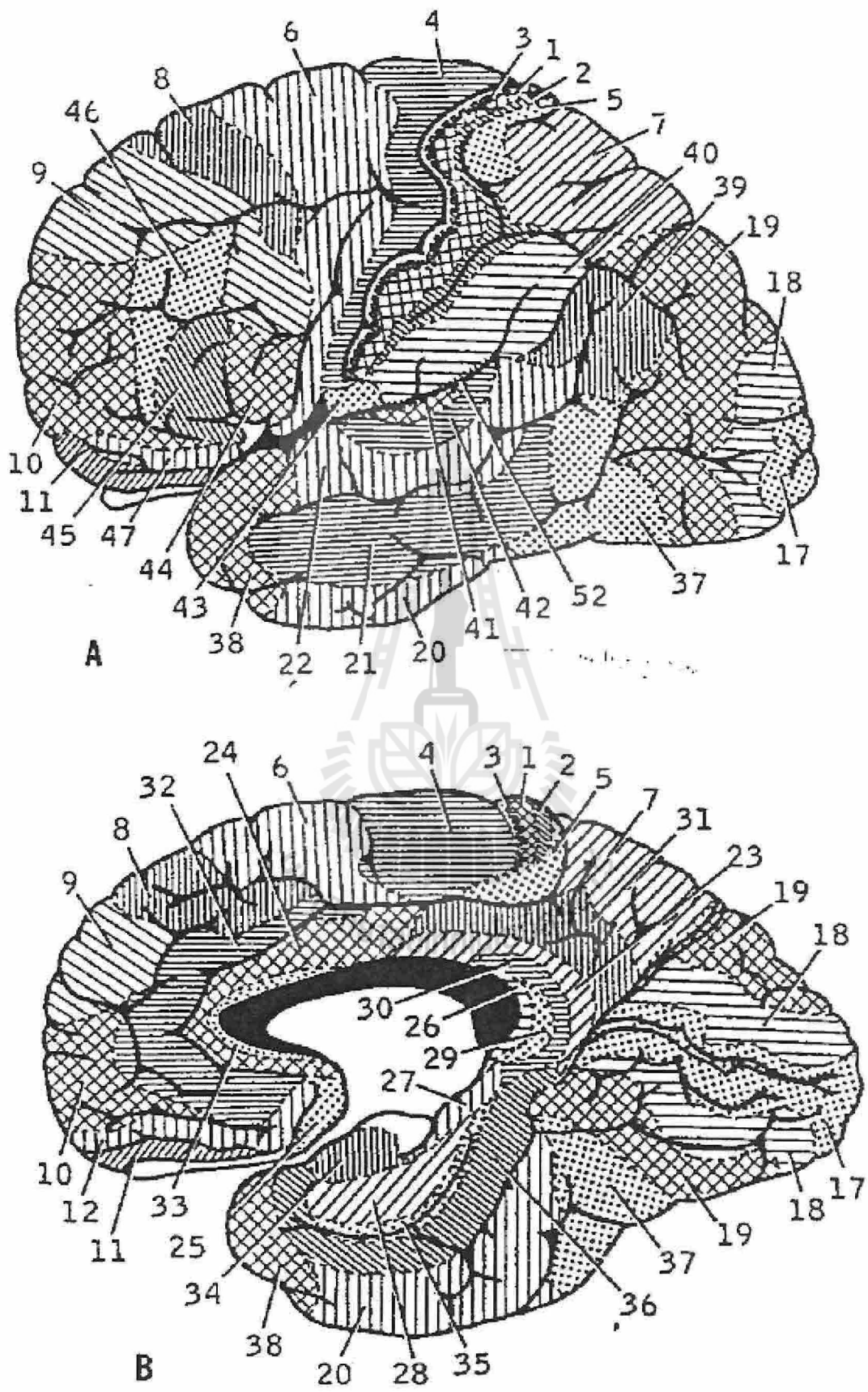
รูปที่ 6 Coronal section of the cerebrum at anterior commissure level แสดง fiber



รูปที่ 7 cerebrum at top view โดยตัดเอา cortex ด้านนอกแสดงให้เห็น radiation ของ corpus callosum



รูปที่ 7 Sagittal section of the cerebrum แสดง association fibers ต่างๆ ตั้งแต่ด้านข้าง (A) และ ต่อมาทางด้านใน (B) และ (C) ตามลำดับ



รูปที่ 8 Cerebral cortex แสดง Brodmann's area ทั้งด้านข้าง (A) และ ด้านใน (B)

ปฏิบัติการที่ 8

Diencephalon

Thalamus, Hypothalamus, Epithalamus and Subthalamus

ผศ.ดร.กรรณิกา ขนหมดี

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาดำแหน่งและหน้าที่ของ nuclei ต่าง ๆ ของ thalamus และ hypothalamus
2. เพื่อศึกษาดำแหน่งของ subthalamus และ epithalamus
3. เพื่อศึกษา connection ของ diencephalon กับ structures อื่นๆ

วัสดุที่ใช้ศึกษา

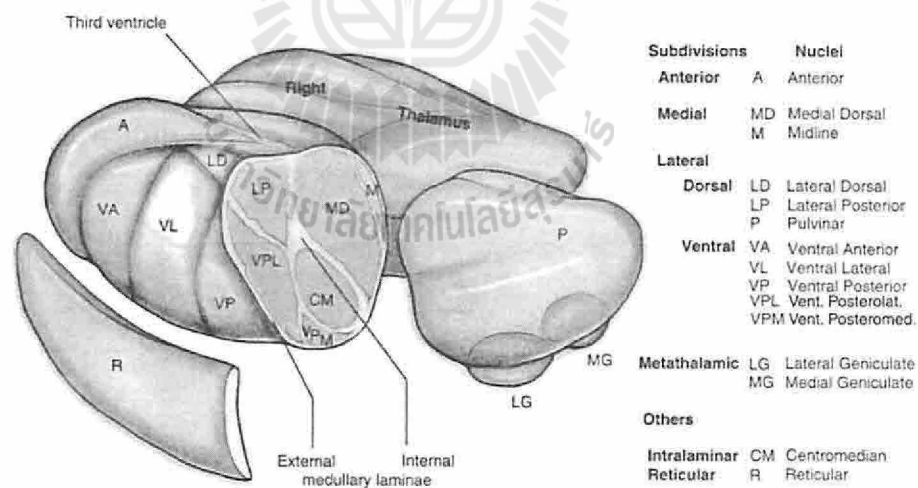
Whole-brain specimen

Half-brain specimen

Brain sections

การศึกษา Identify

Thalamus



- Anterior nucleus
- Dorsomedial nucleus
- Centromedian nucleus
- Lateral dorsal nucleus
- Lateral posterior nucleus
- Pulvenar

- Ventral lateral nucleus
- Ventral anterior nucleus
- Ventral posterior: ventral posterolateral nucleus และ ventral posteromedial nucleus
- Lateral geniculate nucleus
- Medial geniculate nucleus
- Reticular nucleus
- External medullary lamina
- Internal medullary lamina
- Stria medullaris thalami
- Stria terminalis
- Mammillothalamic tract
- Habenulopeduncular tract

Hypothalamus

1. Whole brain specimen ทางด้าน ventral ให้สังเกตดู structure ดังต่อไปนี้
 - Mammillary body
 - Optic chiasm
 - Infundibulum
 - Tuber cinereum
2. เมื่อดู half brain specimen ให้ศึกษา
 - Hypothalamus และ hypothalamic sulcus
 - Optic chiasm
 - Mammillary body
 - Infundibulum
 - Tuber cinereum
3. การศึกษา nuclei ของ hypothalamus ให้ดูจาก brain section specimens และ ภาพถ่ายของ brain section ที่ย้อมสีจากตำราและเพิ่มภาพ
 - Chiasmatic region
 - Medial zone: preoptic, suprachiasmatic, supraoptic, paraventricular, anterior nuclei
 - Lateral zone: lateral hypothalamic area
 - Tuberal region
 - Medial zone: arcuate, dorsomedial, และ ventromedial nuclei

- Lateral zone: lateral hypothalamic area
- Mammillary region
 - Medial zone: mammillary body, posterior hypothalamic
 - Lateral zone: lateral hypothalamic area

4. ให้ศึกษาดำแหน่งของ fornix และ mamillothalamic tract

Subthalamus

ให้ศึกษาดำแหน่งของ

- Subthalamic nu
- Zona incerta
- Nucleus of the field of Forel
- Red nucleus
- Substantia nigra

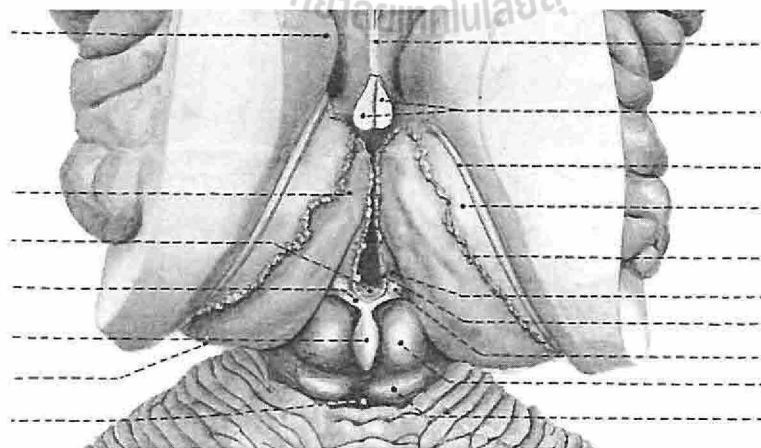
Epithalamus

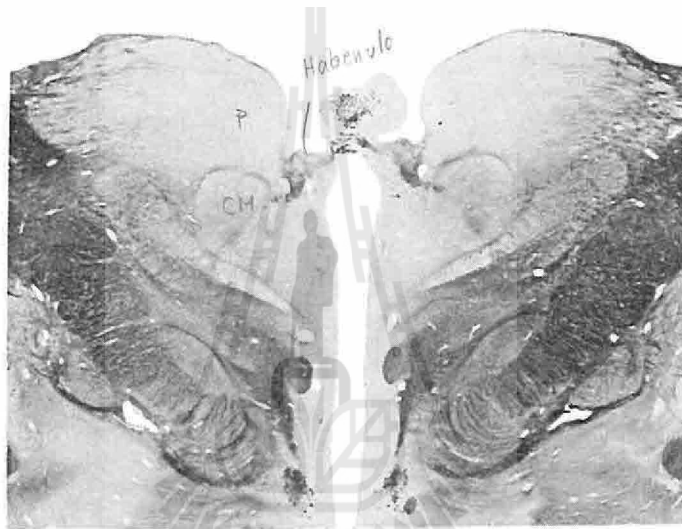
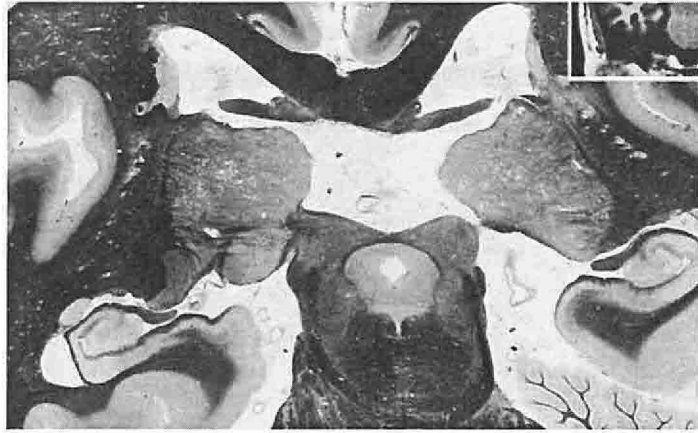
ให้ศึกษาดำแหน่งของ

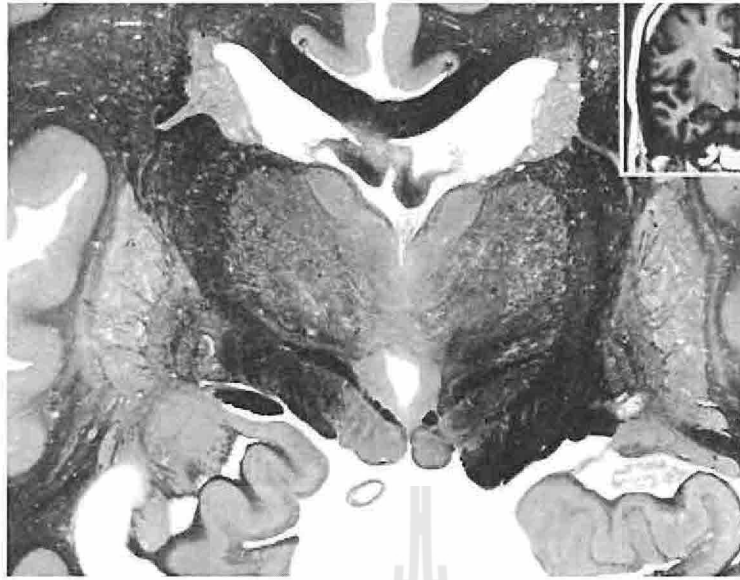
- Pineal gland
- Habenular nuclei
- Stria medullaris thalami
- Posterior commissure

แบบฝึกหัด

ให้ศึกษาและระบุตำแหน่งโครงสร้างที่เกี่ยวข้องกับ diencephalon ที่ระบุไว้ใน checklist







Mammillothalamic tract.



Int. medullary
laminae.



ปฏิบัติการที่ 9: เรื่อง Diencephalons 2

อ.ดร.นภวรรณ เสาวคนธ์

Basal ganglia

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาลักษณะโครงสร้าง และตำแหน่ง ของ nuclei ของ basal ganglia ร่วมกับ nuclei อื่น ที่เกี่ยวข้องใกล้เคียงกับ basal ganglia
2. เพื่อศึกษาถึงตำแหน่งของ neuronal tract ที่มี connections มาถึง basal ganglia และ ออกจาก basal ganglia กับ structure อื่นๆ
3. ศึกษาความสัมพันธ์ของ basal ganglia กับ structures อื่นๆในแง่ของหน้าที่และวงจรของ neuronal connections เพื่อที่จะได้ นำเอาความสัมพันธ์ดังกล่าวมาใช้ในการวิจัยว่า เมื่อมีส่วนใดส่วนหนึ่งเสียไป จะทำให้เกิดโรคหรืออาการเช่นไรขึ้น

วัสดุที่ใช้ศึกษา

Whole-brain specimen

Half –brain specimen

Brain section specimen

Slide brain section

1. การศึกษา Basal ganglia ให้นักศึกษา identified structures ดังดังนี้

1.1. Caudate nucleus

- head
- body
- tail

1.2. Lenticular nucleus

- lateral พบ external capsule, claustrum, extreme capsule และ insular cortex
- medial แยกจาก caudate ด้วย anterior limb of internal capsule แยกจาก thalamus ด้วย posterior limb of internal capsule

Nucleus

- putamen แยกจาก globus pallidus โดย putamen เป็นส่วนนอกสุดแยกออกจาก globus pallidus ด้วย external medullary lamina เป็น inner (medial) segment และ outer (lateral) segment

2. Associated nuclei

2.1 thalamus มี nuclei ที่เกี่ยวข้องดังนี้คือ

- Ventral lateral thalamic nucleus (VL)
- Ventral anterior thalamic nucleus (VA)
- Centro-median thalamic nucleus (CM)

2.2 subthalamic nucleus

2.3 substantia nigra

2.4 Zona incerta

3. Neuronal connection

Efferent pathway

- Ansa lenticularis
- Thalamic fascicularis (H_1 -bundle of Forel)
- Fasciculus lenticularis (H_2 field of Forel)

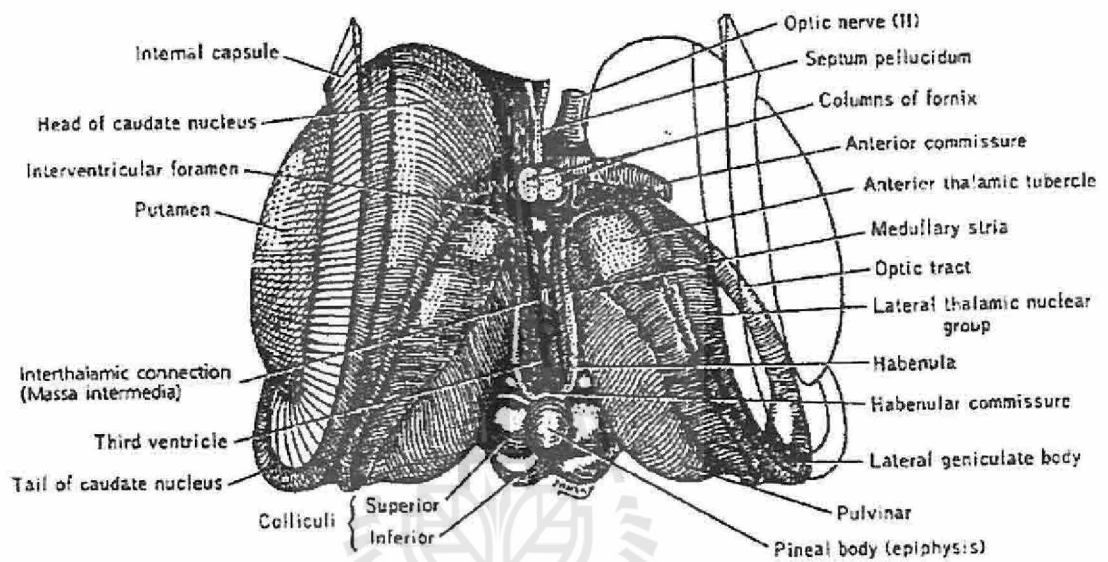
Afferent pathway

- Corticostraiate pathway

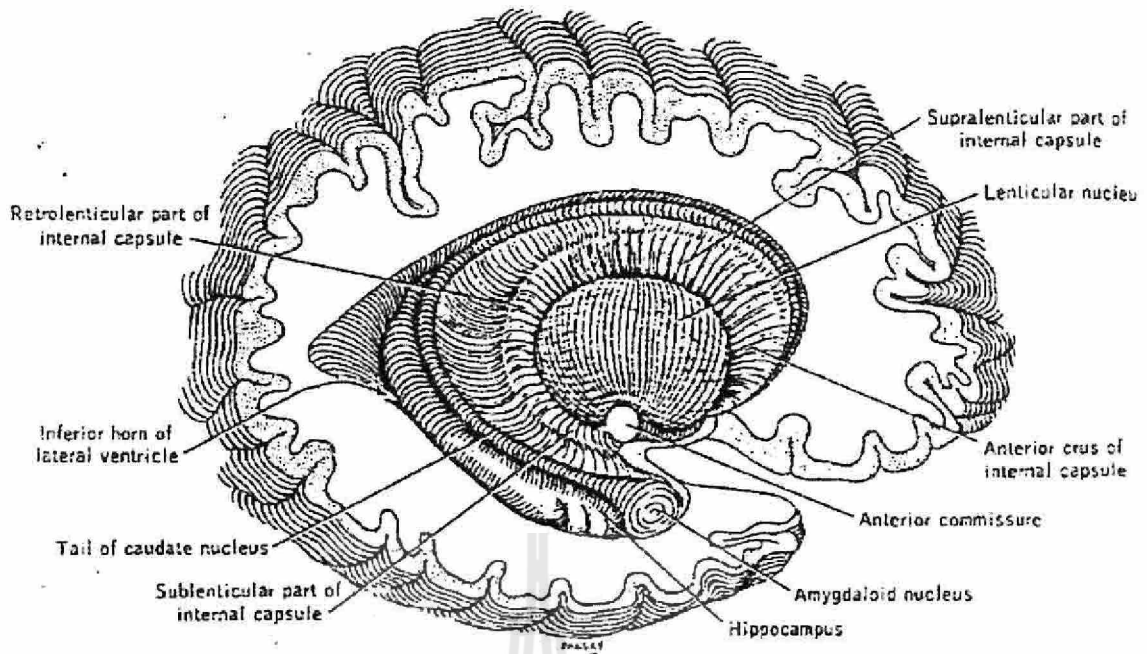
○ Thalamostriate pathway

○ Nigrostriatal pathway

Connections ทั้ง 3 เส้น ทางที่กล่าวมานี้ ไม่ปรากฏให้เห็นชัดเจนใน brain sections

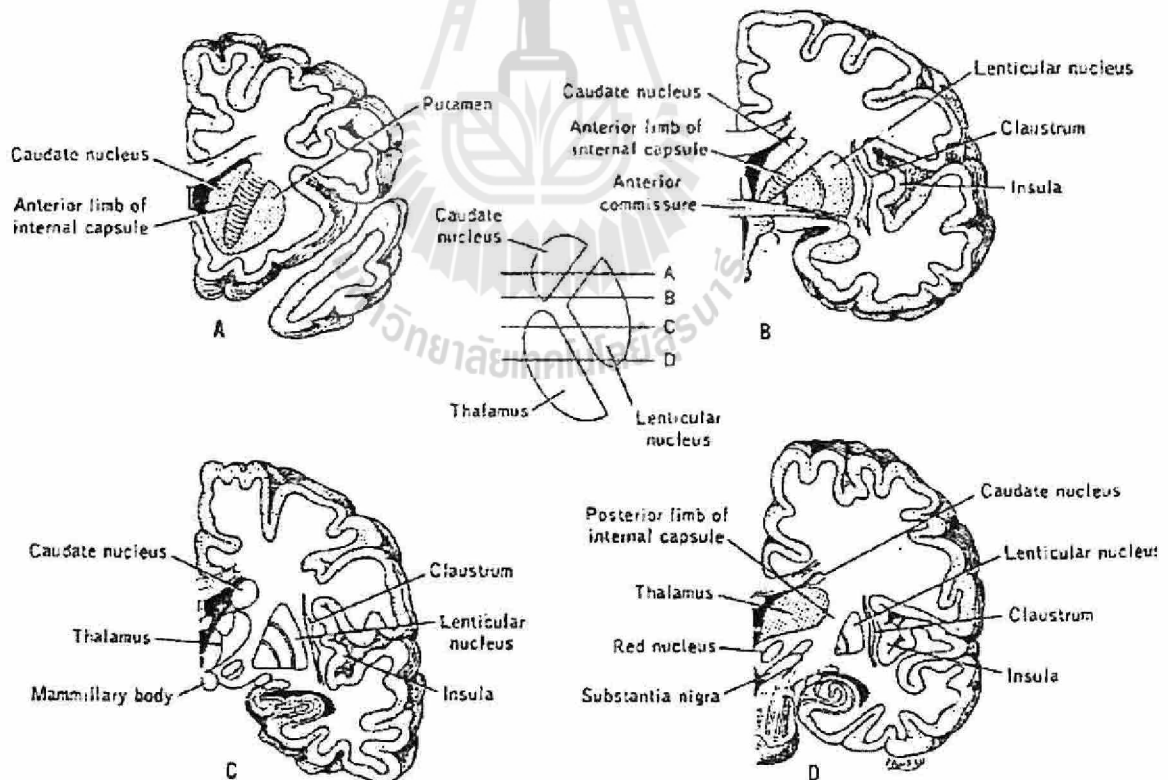


รูปที่ 1 ภาพแสดง basal ganglia, diencephalon และบางส่วนของ mesencephalon โดยมองจากทางด้าน dorsal



รูปที่ 2 ภาพแสดงของ lenticuform nucleus เมื่อตัดส่วนของ temporal lobe

ออกไป



รูปที่ 3 ภาพแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง basal ganglia และ internal capsule ของ serial

coronal sections

ปฏิบัติการที่ 11

Autonomic Nervous System and Somatosensory System

ผศ.ดร.กรณิกา ขนบดี

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาตำแหน่ง และหน้าที่ของโครงสร้างต่างๆ ใน somatosensory pathway
 - Anterolateral system (ALS)
 - Dorsal (Posterior) Column-Medial Leminiscal System (DCML or PCML)
 - Trigeminal system (trigemiothalamic tracts)
2. เพื่อศึกษาตำแหน่ง และหน้าที่ของโครงสร้างต่างๆ ใน cerebellar (subconscious) proprioceptive pathway ซึ่งเป็น reflex pathways โดยมี cerebellum ทำงานร่วมด้วย
3. เพื่อศึกษา autonomic centers, pathways ที่ควบคุมการบีบสวาระและการทำงานของหัวใจและโครงสร้างที่เกี่ยวข้องในระดับต่างๆ

วัสดุที่ใช้ในการศึกษา

- Whole brain
- Half brain
- Brain section
- Diagrams และรูปภาพ

General Senses ของร่างกาย

1. ให้ศึกษา pathways และโครงสร้างที่เกี่ยวข้องในแต่ละ pathways

Conscious Pathways

- **Spinothalamic tract**
- **Dorsal column-medial leminiscal system**

Unconscious Pathways

- Spinoreticular tract
- Spinomesencephalic tract
- Spinotectal tract
- Spinohypothalamic tract
- **Anterior spinocerebellar tract**

- **Posterior spinocerebellar tract**
- Rostral spinocerebellar tract
- Cuneocerebellar tract

Anatomical System	Anatomical Tracts	Functional Component(s)
Anterolateral (ALS)*	Spinothalamic* Spinoreticular Spinomesencephalic Spinotectal Spinohypothalamic	Pain, temperature, nondiscriminative (crude) touch, pressure, and some proprioceptive sensation
Dorsal Column-medial Lemniscal (DCML)*	Fasciculus gracilis	Discriminative (fine) touch, vibratory sense, position sense
Somatosensory to the cerebellum	Anterior spinocerebellar Posterior spinocerebellar Rostral spinocerebellar Cuneocerebellar	Primary proprioceptive information (also some pain and pressure information)

* indicate conscious level

General sensation จาก craniofacial structures
The Trigeminal System

ให้ศึกษา cranial nuclei and nerves ที่เกี่ยวข้องกับการรับความรู้สึกทั่วไปจากบริเวณศีรษะและใบหน้า ซึ่งรวมถึง oral และ nasal cavities และส่วนน้อยบริเวณ cutaneous area บริเวณหู

- Trigeminal ganglion of CN V (semilunar ganglion) (first order neurons)
- Geniculate ganglion of CN VII (first order neurons)
- Superior (petrosal) ganglion of CN IX (first order neurons)
- Superior (jugular) ganglion of CN X (first order neurons)

ให้ศึกษา Trigeminal sensory nuclei

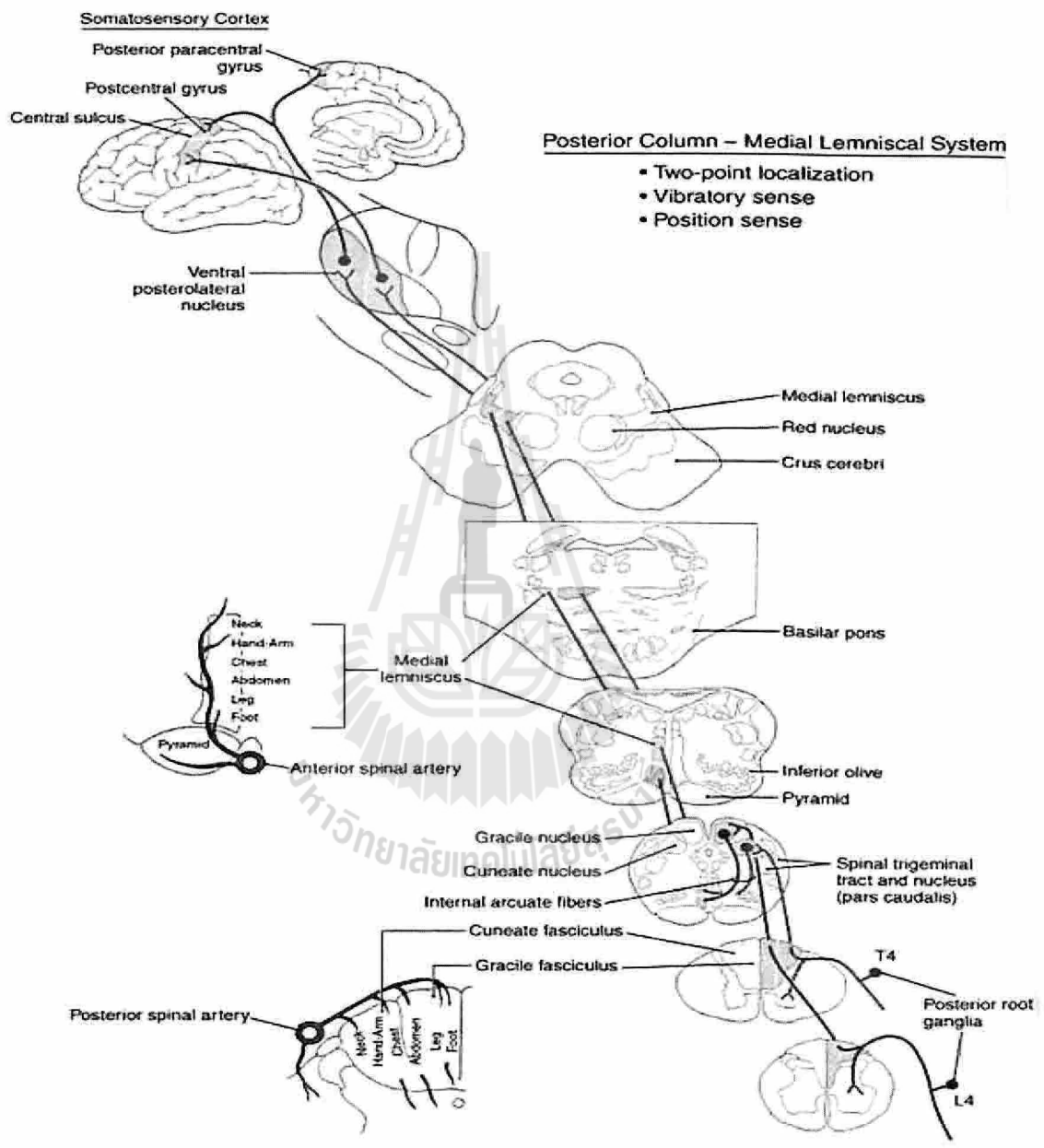
- Main (chief, principal) nucleus of trigeminal nerve
- Mesencephalic nucleus of trigeminal nerve
- Spinal nucleus of trigeminal nerve
 - Subnucleus oralis
 - Subnucleus interpolaris
 - Subnucleus caudalis

ให้ศึกษาเส้นทางเดินประสาทที่รับ craniofacial two-point discrimination, vibratory sense และ position sense

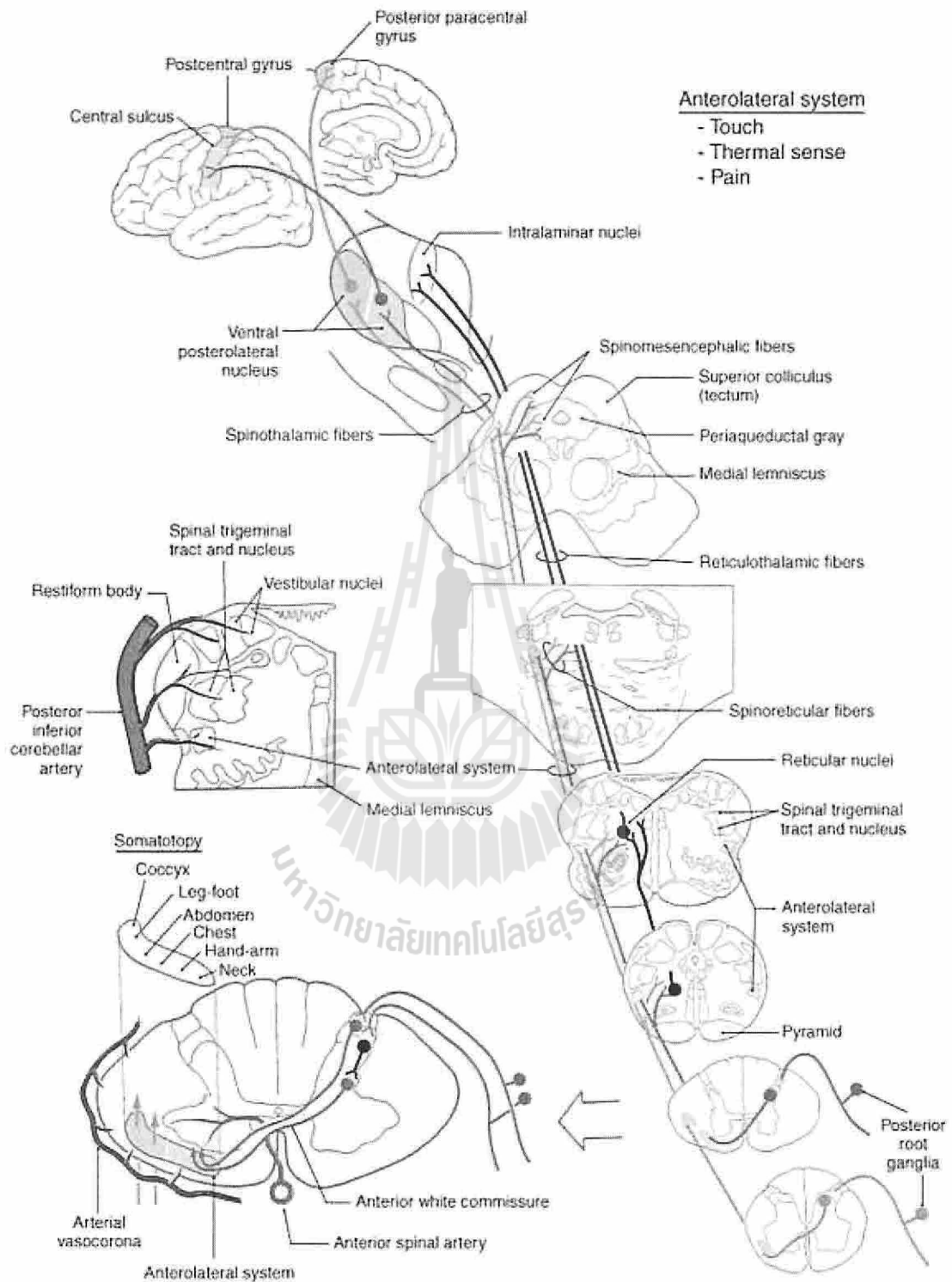
- Receptor: mechanoreceptors in the head region
- First order neuron: Trigeminal (Semilunar) Ganglia
- Second order neuron: Principal trigeminal nucleus (mainly)
 - Most: cross at midpontine levels
- Trigeminothalamic Tract
- Anterior (cross) and Posterior (uncross) trigeminal tract
- 3rd Neuron: Thalamus (VPM)
- Internal Capsule ----- Corona Radiata
- Termination: Primary Somesthetic Area (S I)

ให้ศึกษาเส้นทางเดินประสาทที่รับ craniofacial pain และ temperature pathways

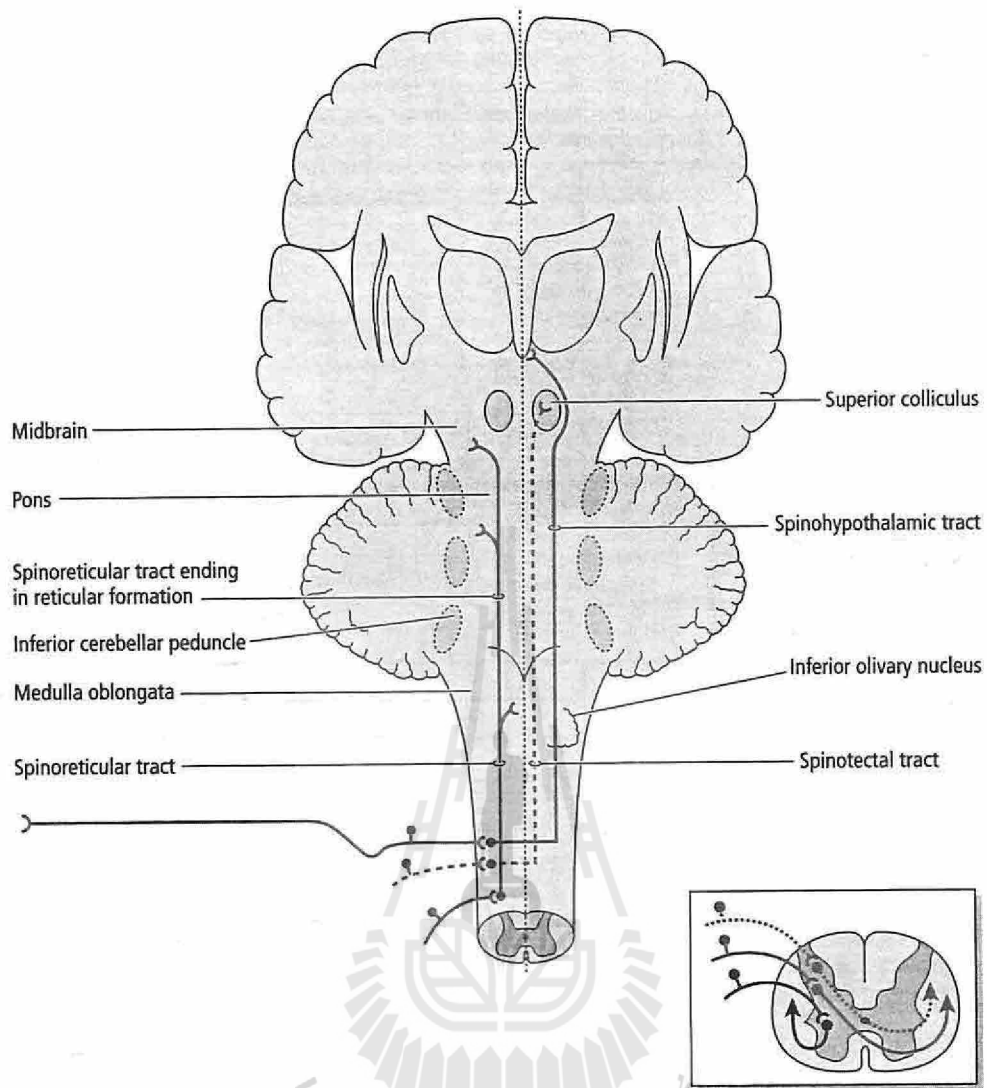
- Receptor: Nociceptors and thermoreceptors
- 1st Neuron: Trigeminal (Semilunar) Ganglia
- Spinal trigeminal tract (descend)
- 2nd Neuron: Trigeminal Sensory Nucleus
 - pars caudalis of spinal tract nucleus of V
- Contralateral Ventral (most) Trigeminothalamic Tract
- 3rd Neuron: Thalamus (VPM)
- Internal Capsule ----- Corona Radiata
- Termination: Primary Somesthetic Area (S I)



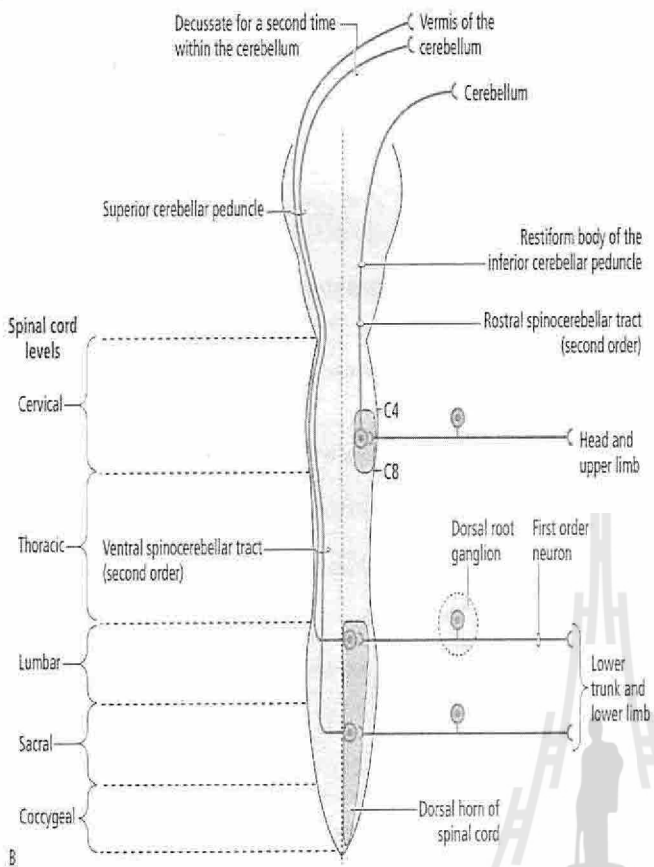
รูปที่ 1 แสดง posterior column-medial lemniscal system รับความรู้สึก 2 point discrimination, vibration และ position sense ของร่างกาย (body)



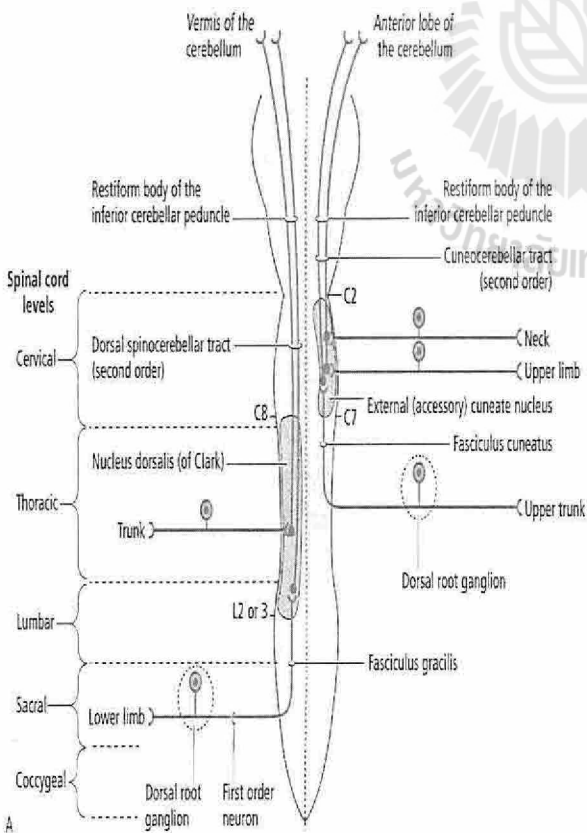
รูปที่ 2 แสดง anterolateral system ซึ่งรับ light (crude) touch, thermal และ pain



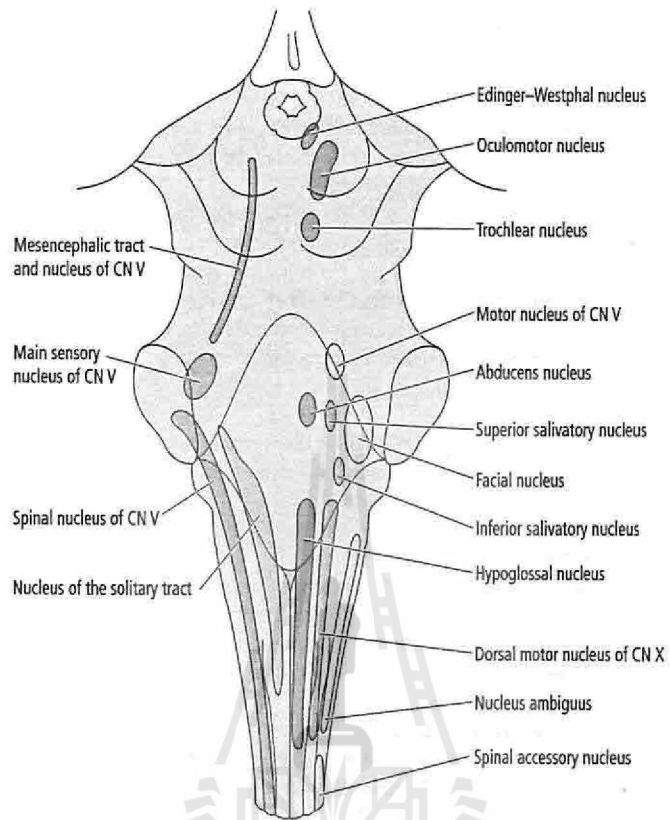
รูปที่ 3 แสดง spinotectal, spinoreticular, spinohypothalamic tracts of the indirect pathway of the anterolateral system (ไม่ได้แสดง spinomesencephalic ในรูปนี้)



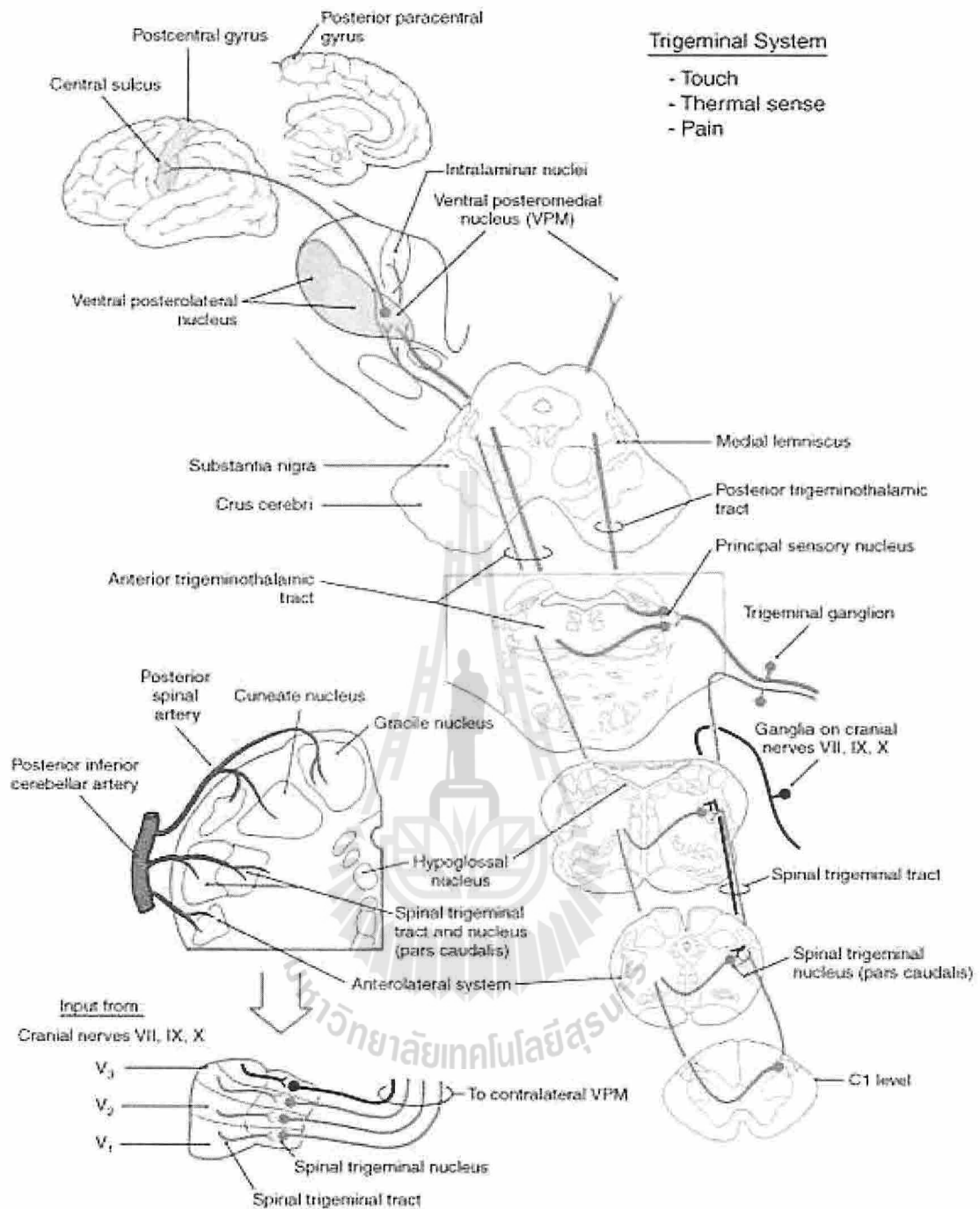
รูปที่ 4 แสดงเส้นทางเดินประสาท
ของ ventral
spinocerebellar tract
และ rostral
spinocerebellar tract



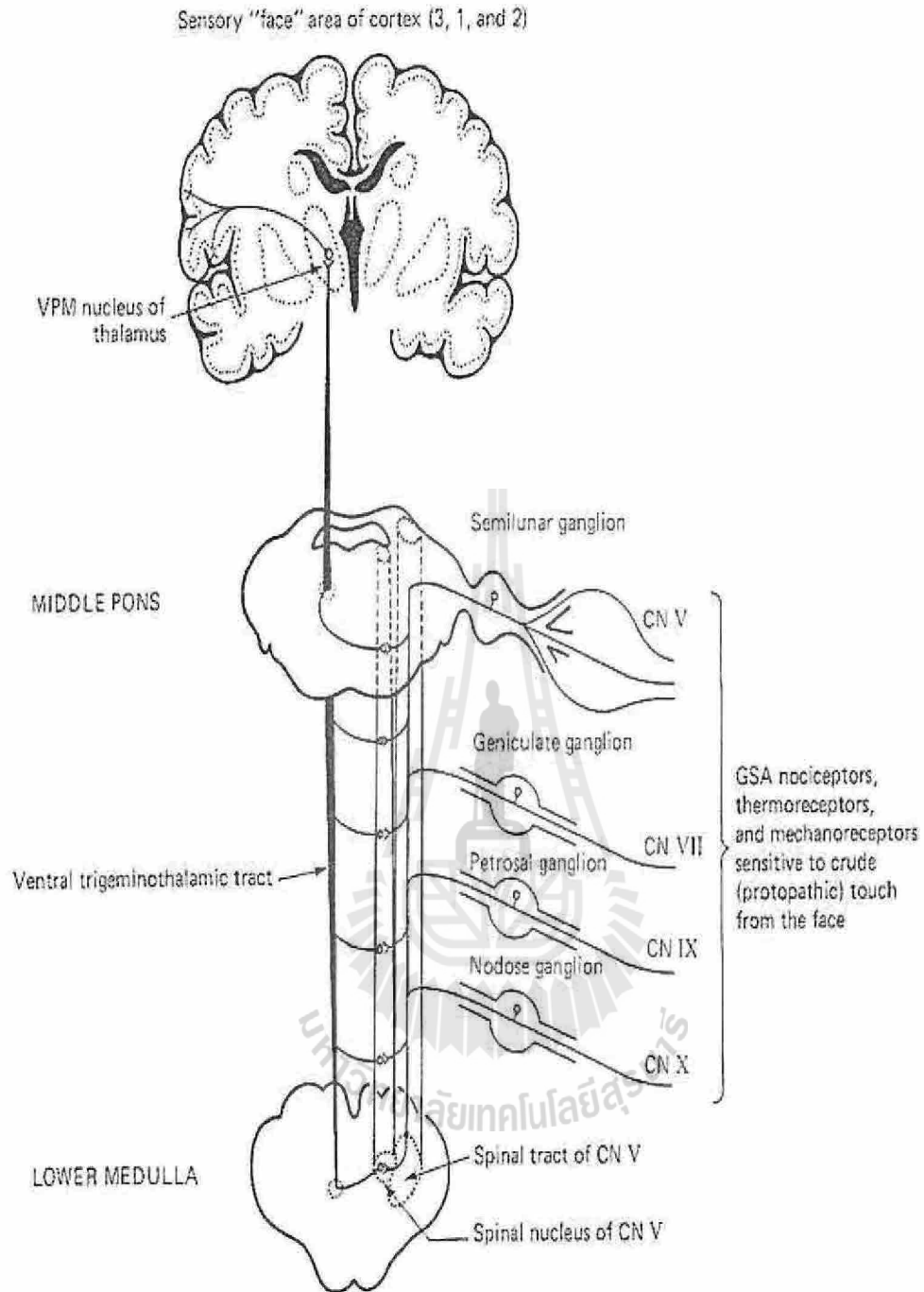
รูปที่ 5 แสดงเส้นทางเดินประสาท
ของ dorsal spinocerebellar
tract และ cuneocerebellar
tract



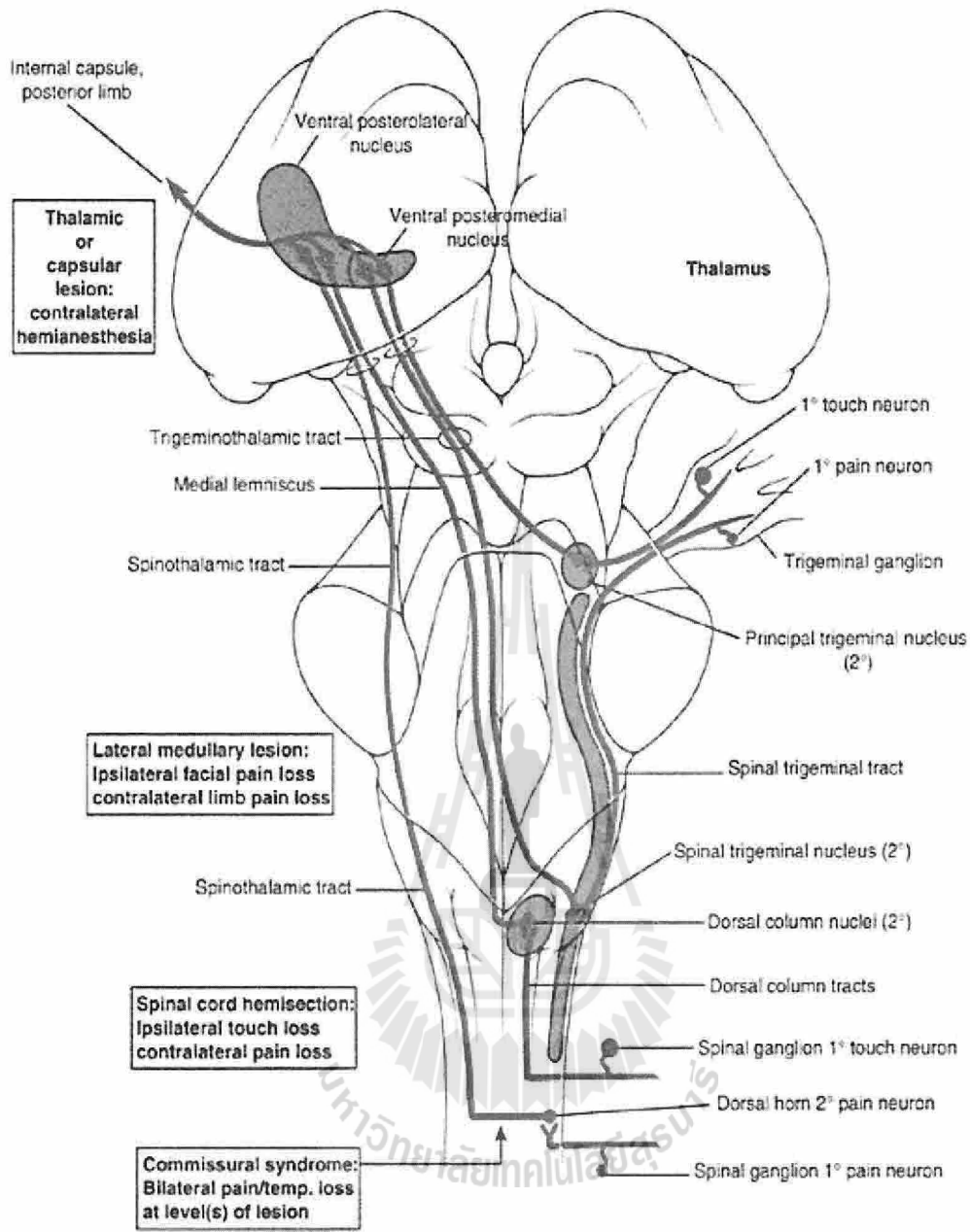
รูปที่ 6 แสดงตำแหน่งของ cranial nuclei



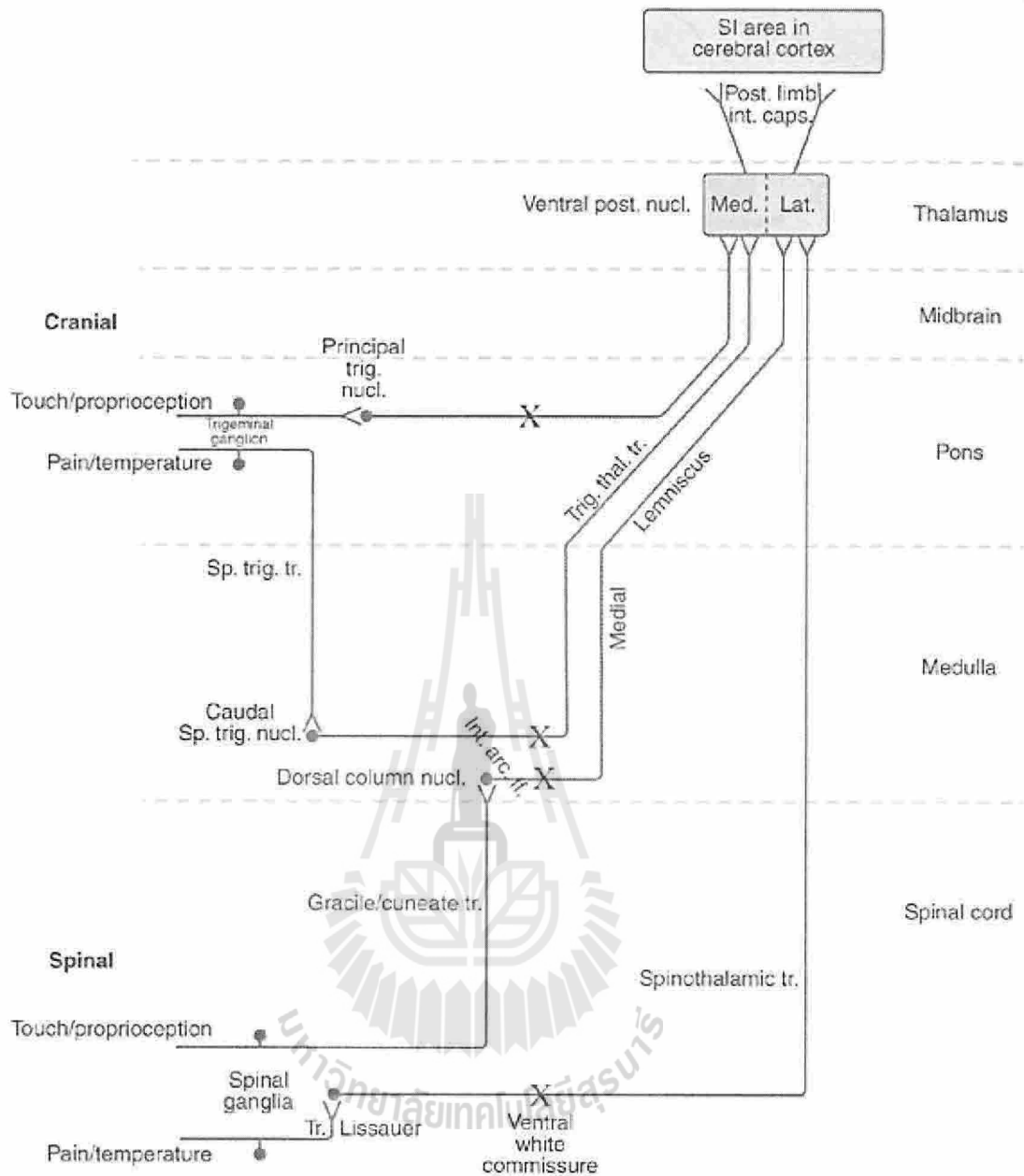
รูปที่ 7 แสดงเส้นทางเดินประสาท trigeminal system ที่รับ two point localization, vibration และ position sense (thick lines) ส่วนเส้นทางเดินประสาทที่รับ pain และ temperature sense แทนด้วย thin lines



รูปที่ 8 แสดงเส้นทางเดินประสาทที่รับ pain และ temperature sensation จาก craniofacial area โดยผ่านทาง CN V, VII, IX และ X



รูปที่ 9 แสดง somatosensory pathways และ clinical syndromes ที่เกี่ยวข้อง



รูปที่ 10 แสดง somatosensory paths ที่รับความรู้สึกจากบริเวณศีรษะและลำตัว

Autonomic Nervous System

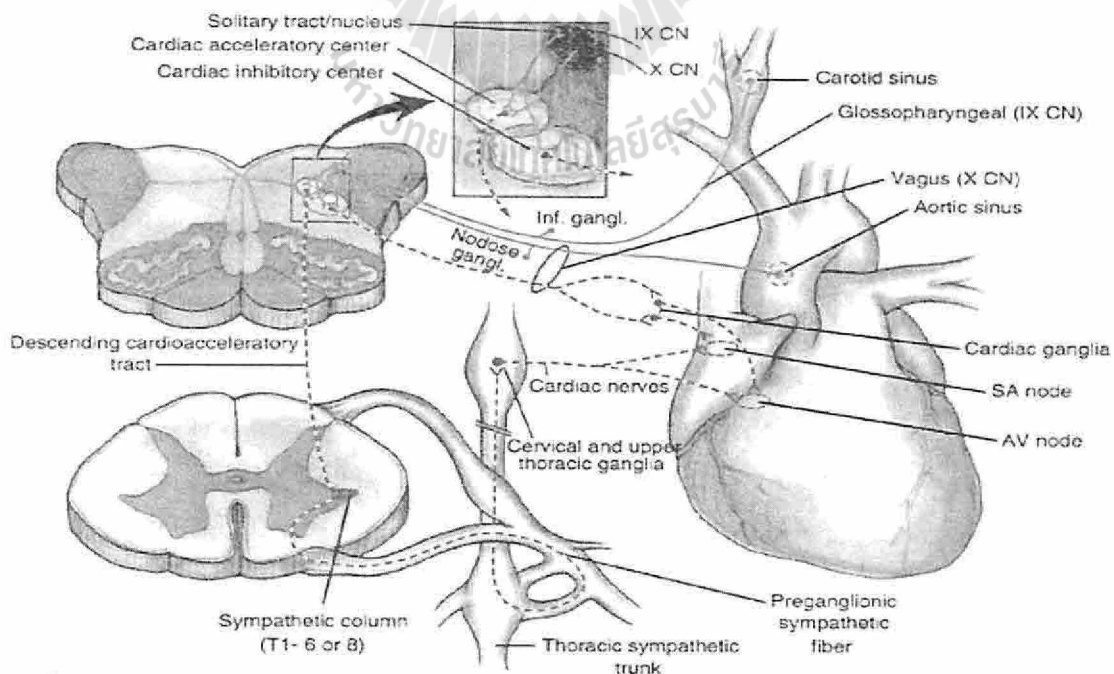
ในระดับ brainstem ให้ศึกษา

- autonomic centers ใน medulla, pons และ cerebral cortex จากตาราง
- Solitary tract
- Solitary nucleus

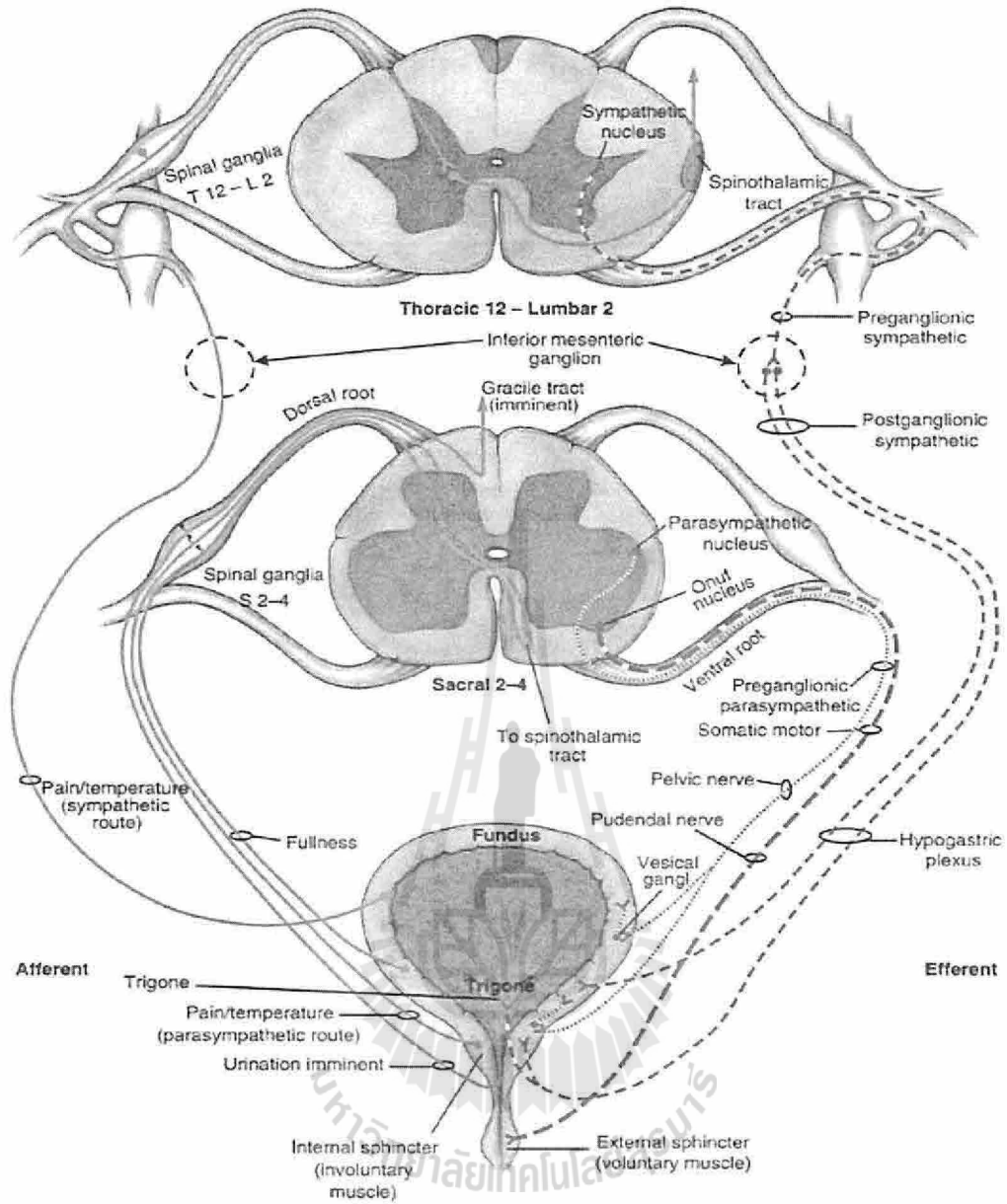
- ให้ศึกษาวงจรประสาทและโครงสร้างที่เกี่ยวข้องในการควบคุมการทำงานของหัวใจ
- ให้ศึกษาวงจรประสาทและโครงสร้างที่เกี่ยวข้องในการควบคุมการทำงานของกระเพาะปัสสาวะ

ตารางที่ 1 แสดงหน้าที่และตำแหน่งของ autonomic centers ที่สำคัญ

Function	Location	Output
Vasomotor cardioaccelerator and pressor	Medullary reticular formation	Sympathetic nucleus in spinal cord
Depressor and cardiodecelerator	Medullary reticular formation	Neurons in dorsal vagal nucleus and reticular formation
Respiratory ^a : inspiration and expiration	Medullary reticular formation	Phrenic, intercostal, and abdominal motor neurons
Apneusis and pneumotaxis	Pontine reticular formation	Medullary respiratory centers
Vomiting	Medullary centers	Emetic center, vagal and parasympathetic preganglionic neurons
Micturition: initiation	Pontine reticular formation	Sacral parasympathetic neurons for detrusor contraction and inhibition of Onuf neurons supplying sphincter
Micturition: cessation ^a or prevention ^a	Frontal lobe	Onuf nucleus for contraction of sphincter



รูปที่ 11 แสดงเส้นทางเดินประสาทที่ควบคุมการทำงานของหัวใจ



รูปที่ 12 แสดงเส้นทางเดินประสาทที่ควบคุมการขับปัสสาวะและการรับความรู้สึกจากกระเพาะปัสสาวะ

ปฏิบัติการที่ 12
Limbic System and olfaction

ผศ.ดร.กรรณิกา ขนบดี

วัตถุประสงค์

1. ศึกษาโครงสร้างต่างๆ และเส้นทางเดินประสาทที่เกี่ยวข้องกับ limbic system และ olfactory pathway

วัสดุที่ใช้ในการศึกษา

- Whole brain
- Half brain
- Coronal section of the brain
- Horizontal section of the brain
- Sagittal section of the brain
- Slide brain section

ให้ศึกษา

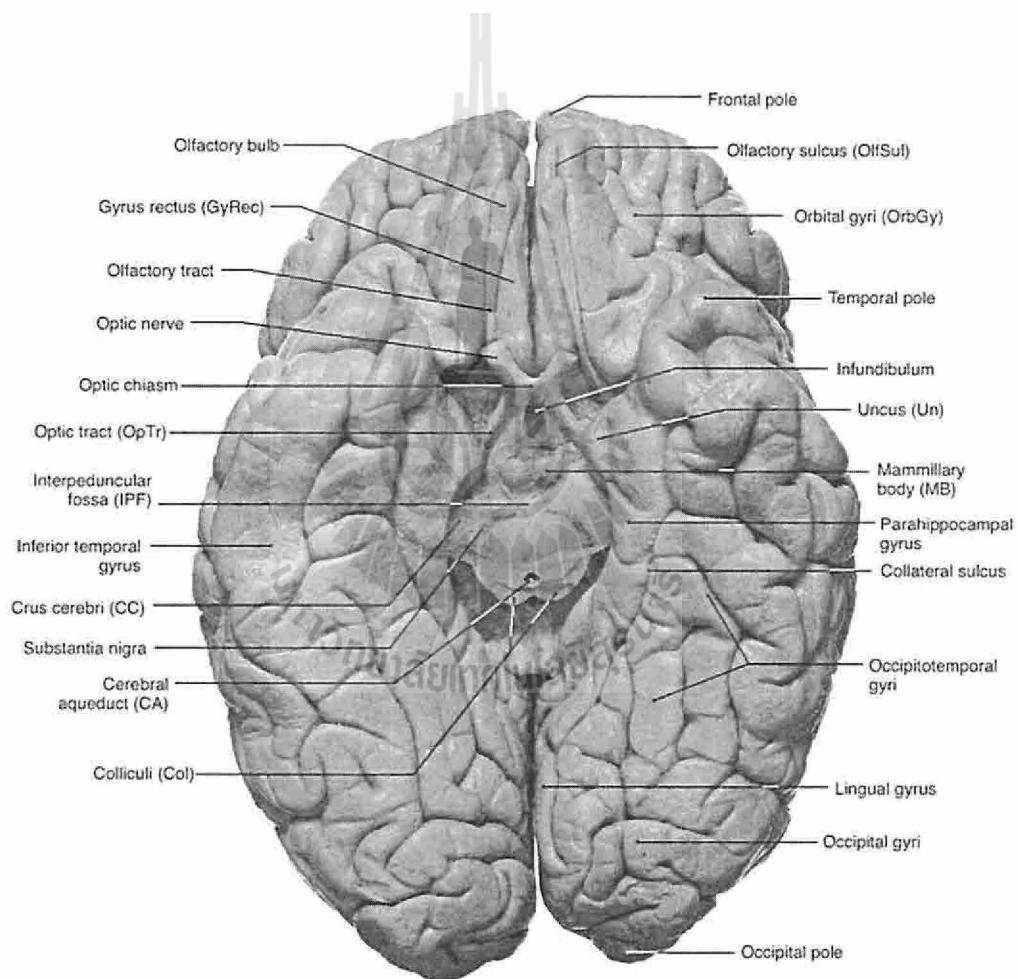
1. โครงสร้างของระบบประสาท limbic system จาก whole brain specimen โดยศึกษาจากทาง ventral surface และ half brain specimen ดังนี้
 - Olfactory bulb
 - Olfactory tract
 - Olfactory trigone เป็นส่วนปลายของ olfactory tract ซึ่งกว้างมีลักษณะคล้ายสามเหลี่ยมก่อนจะแยกเป็น medial และ lateral olfactory stria
 - Medial olfactory stria แยกตัวไปสิ้นสุดที่ septal area
 - Lateral olfactory stria แยกตัวไปด้านข้าง โดยเป็นขอบทางด้านข้างให้กับ anterior perforated substance โดยไปสิ้นสุดที่ limen insulae, periamygdaloid cortex, uncus และ corticomedial nucleus ของ amygdale
 - Intermediate olfactory stria บั๊กที่ anterior perforated substance
 - Anterior perforated substance เป็นส่วนของเนื้อสมองที่มีรอยพูน โดยอยู่ใกล้ชิดกับ optic chiasma และขอบทางด้านในของ parahippocampal gyrus
 - Diagonal band of Broca เป็นแถบเนื้อสมองที่ทอดจากด้านในของ parahippocampal gyrus ไปยัง septal area ใต้ corpus callosum

- Prepyriform cortex ได้แก่ cortex ของ lateral olfactory gyrus ซึ่งเป็น gyrus ที่เป็นขอบให้ lateral olfactory stria ต่อไปจนกระทั่งถึง limen insula
- Periamygdaloid cortex ได้แก่ cortex ที่อยู่หน้าและบนต่อ amygdaloid nuclear complex คืออยู่ที่ uncus ซึ่งอยู่ชิดกับ prepyriform cortex
- Entorhinal area (area 28) ได้แก่ส่วนหน้าของ parahippocampal gyrus
- Hippocampus เป็น cortex ที่อยู่ด้านในของ parahippocampal gyrus โดยวางตัวอยู่ใน inferior horn ของ lateral ventricle
- Indusium griseum ประกอบด้วย medial longitudinal stria และ lateral longitudinal stria ซึ่งเป็นเส้นหมู่นบาง ๆ ทางด้านบนของ corpus callosum
- Fasciolar gyrus เป็น gyrus ที่เป็นเนื้อเรียบอยู่ต่อลงมาจาก indusium griseum และอ้อม corpus callosum ลงมาอยู่ที่ splenium
- Subcallosal gyrus (paraterminal gyrus) เป็น gyrus เล็กที่อยู่ใต้ corpus callosum
- Parolfactory area (subcallosal area) เป็นบริเวณที่อยู่หน้าต่อ lamina terminalis โดยวางตัวอยู่ระหว่าง anterior และ posterior parolfactory sulcus
- Septal area ประกอบด้วย subcallosal gyrus กับ parolfactory area โดยภายในมี septal nuclei วางตัวอยู่
- Cingulate gyrus, isthmus, subcallosal gyrus และ parahippocampal gyrus ซึ่งเรียกรวมกันว่า gyrus fornicatus

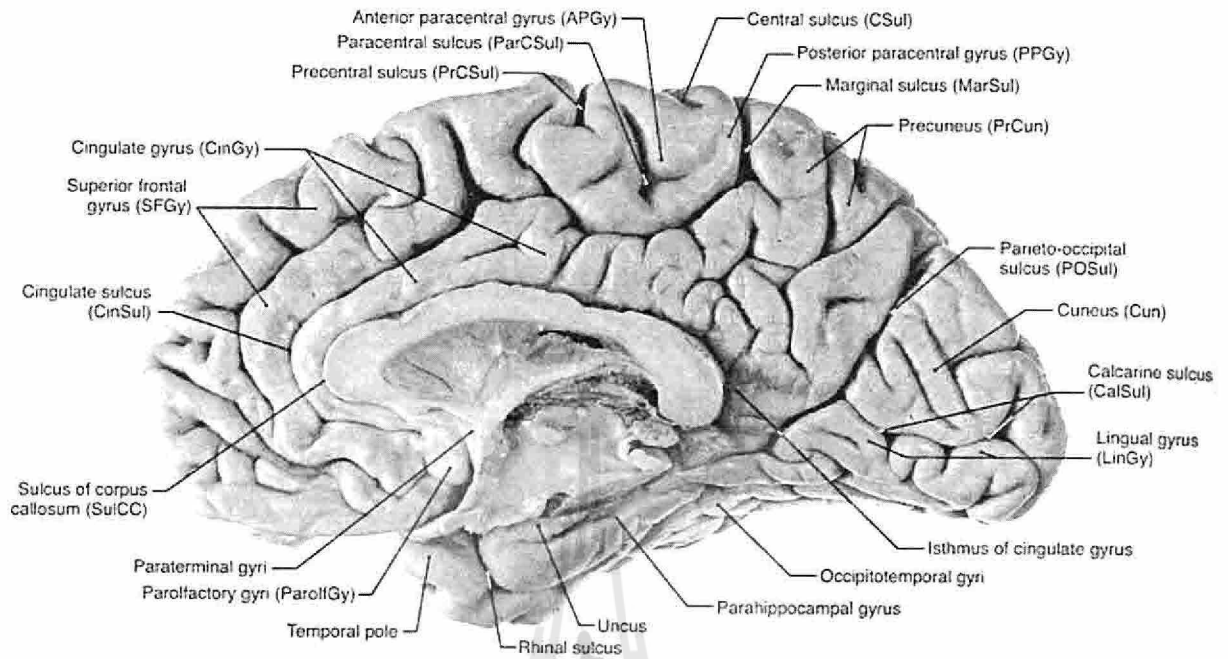
2. โครงสร้างของ limbic system โดยใช้ brain section ที่ตัดใน plane ต่างๆ ดังนี้

- Hippocampus (hippocampal proper), dentate gyrus และ subiculum ซึ่งรวมเรียกว่า hippocampal formation
- Parahippocampal gyrus
- Collateral sulcus
- Hippocampal sulcus
- Rhinal sulcus
- Amygdala
- Uncus
- Fornix: alveus, fimbria, crus, body และ column
- Precommissural fornix
- Postcommissural fornix
- Mammillothalamic tract เป็นเส้นทางเดินที่ออกจาก mammillary body ไปยัง anterior thalamic nucleus

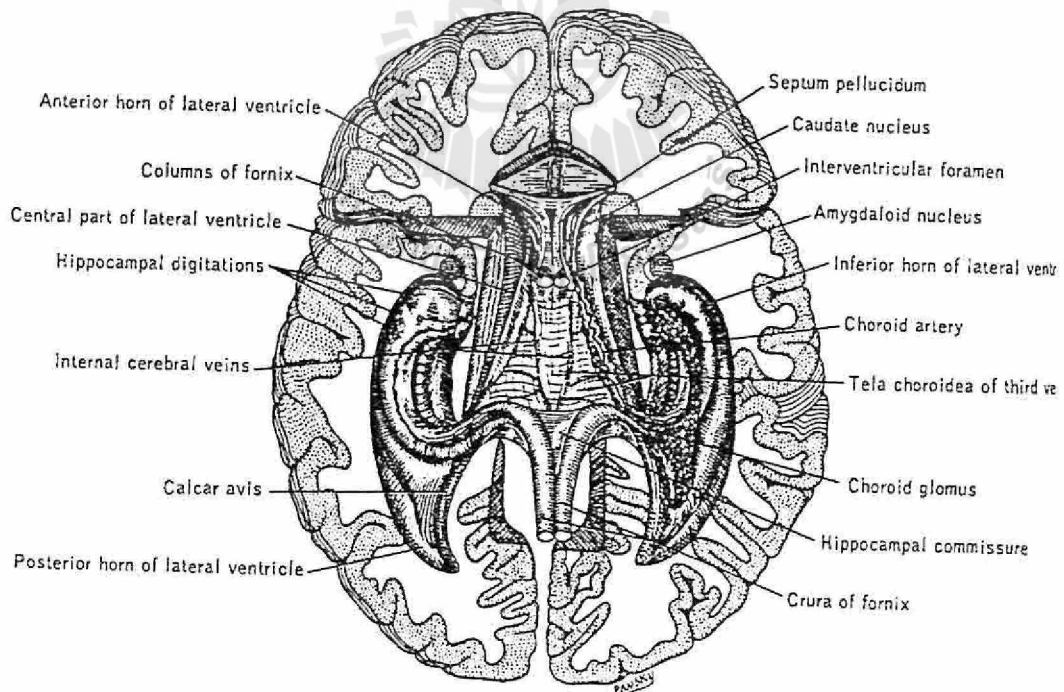
- Anterior thalamic nucleus
- Dorsomedial thalamic nucleus
- Stria medullaris thalami เป็นเส้นทางเดินประสาทที่ออกจาก septal area ทอดไปตามขอบด้านในของ thalamus ไปยัง habenular nucleus
- Habenular nucleus
- Habenular commissure
- Habenulointerpeduncular tract (fasciculus retroflexus) เป็นเส้นทางเดินประสาทที่ออกจาก habenular nucleus ไปสิ้นสุดที่ interpeduncular nucleus
- Nucleus accumbens



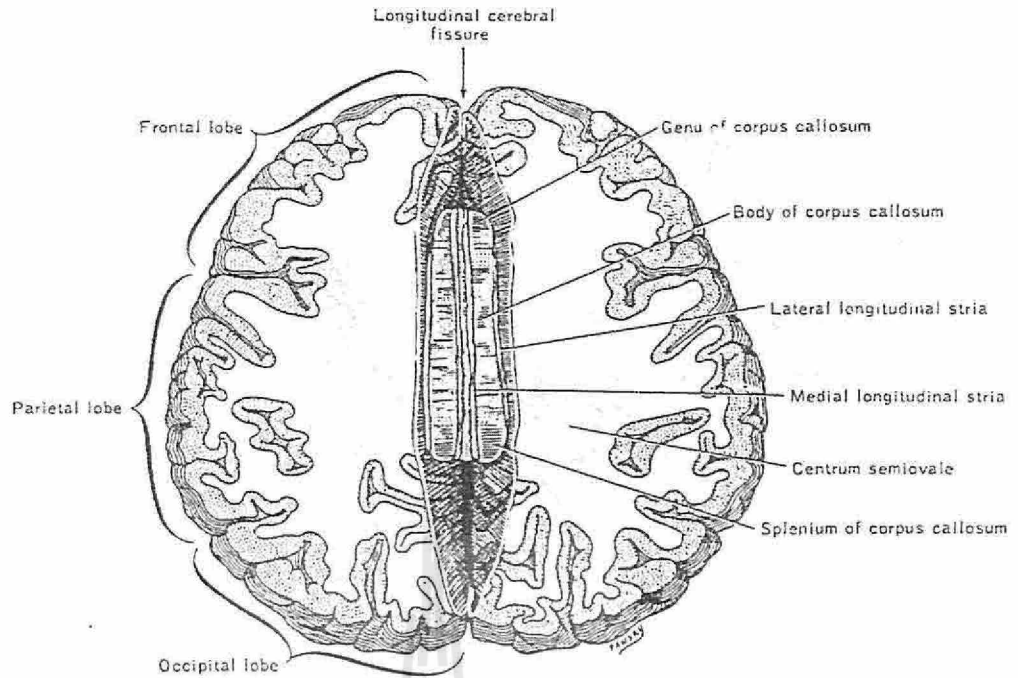
รูปที่ 1 แสดงโครงสร้างทางด้าน ventral surface ของสมอง



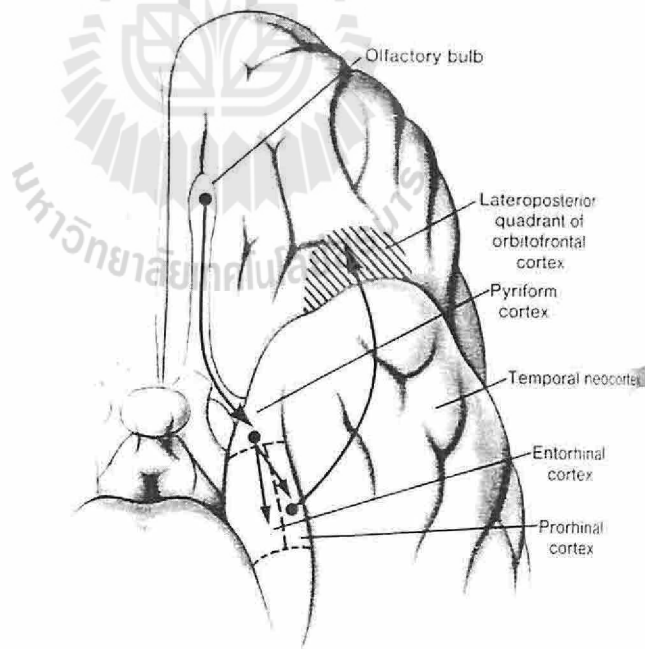
รูปที่ 2 แสดงโครงสร้างทางด้าน medial surface ของสมอง



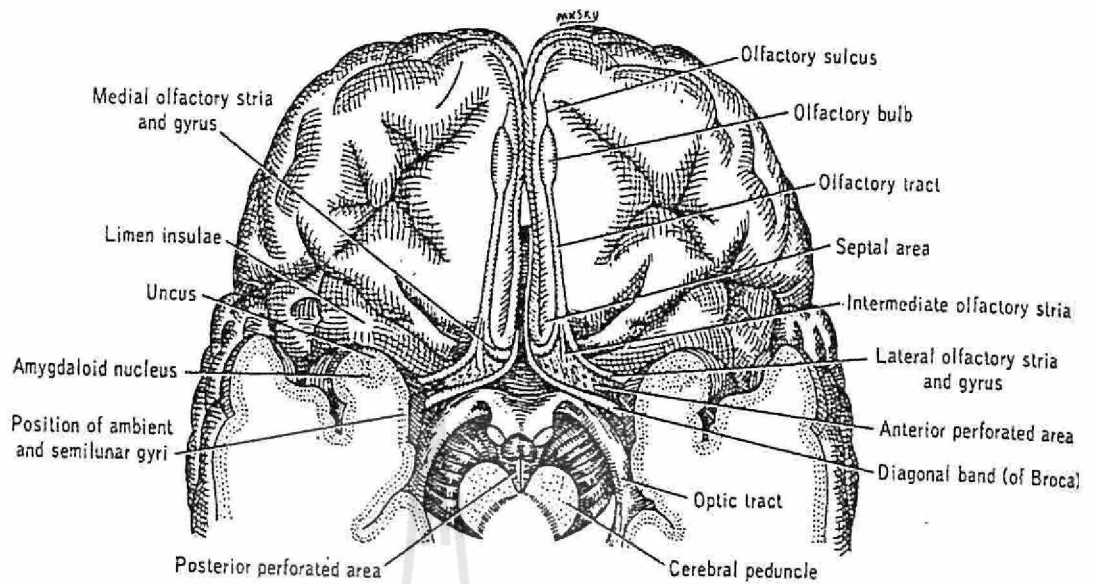
รูปที่ 3 แสดงโครงสร้างที่เกี่ยวข้องกับ limbic system



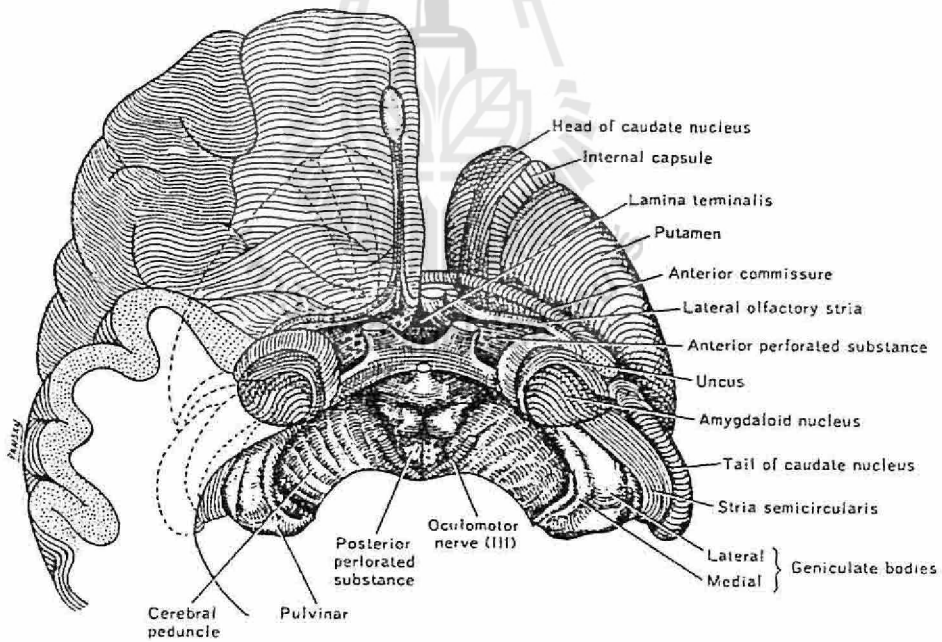
รูปที่ 4 แสดง corpus callosum จาก top view



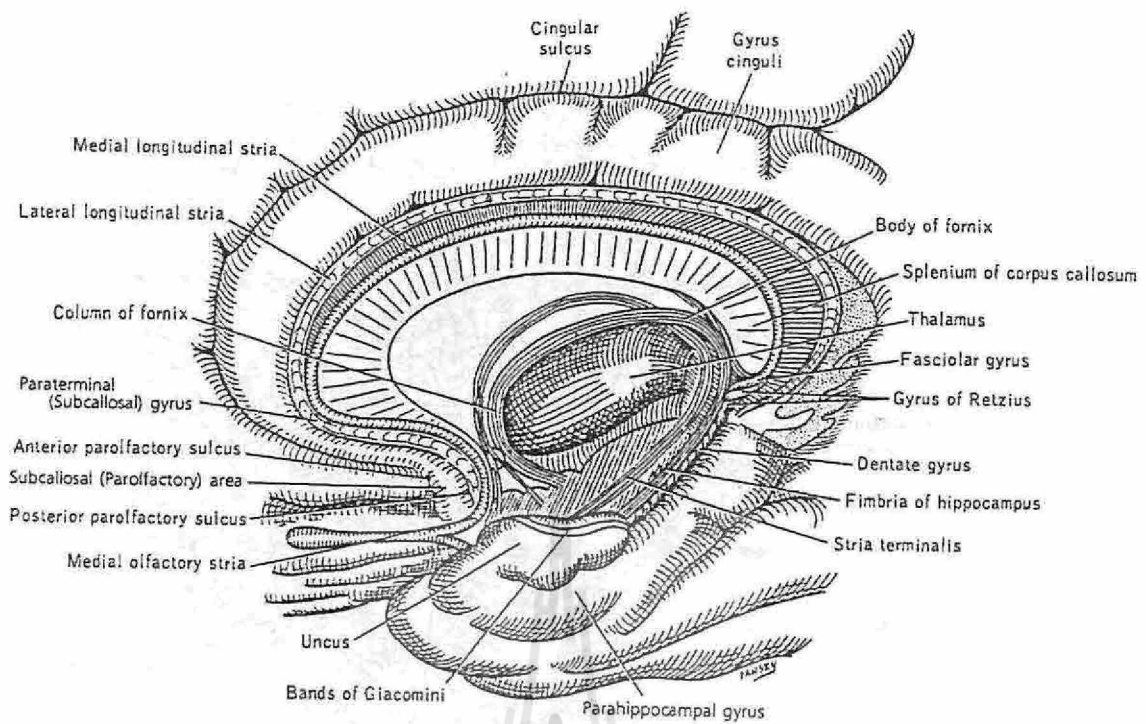
รูปที่ 5 สมองทางด้าน ventral surface แสดงให้เห็นถึงโครงสร้างที่เกี่ยวข้องกับ olfactory และ limbic pathways



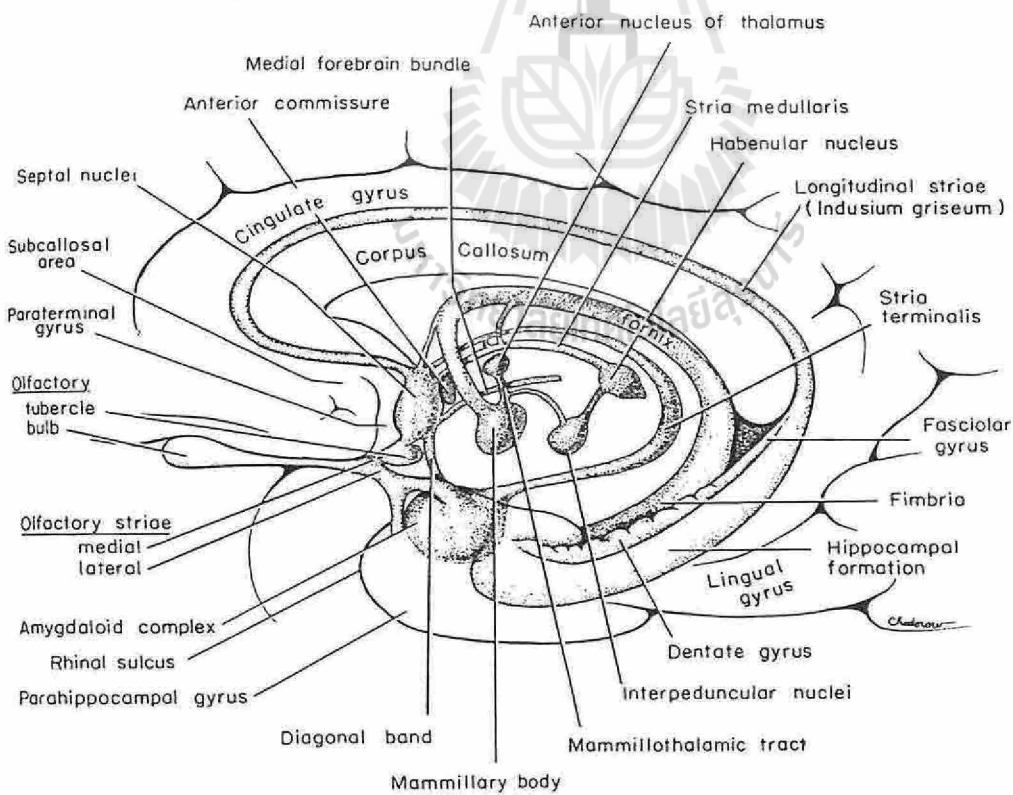
รูปที่ 6 แสดงโครงสร้างของ olfactory pathway ที่มองเห็นทางด้าน ventral surface ของสมอง



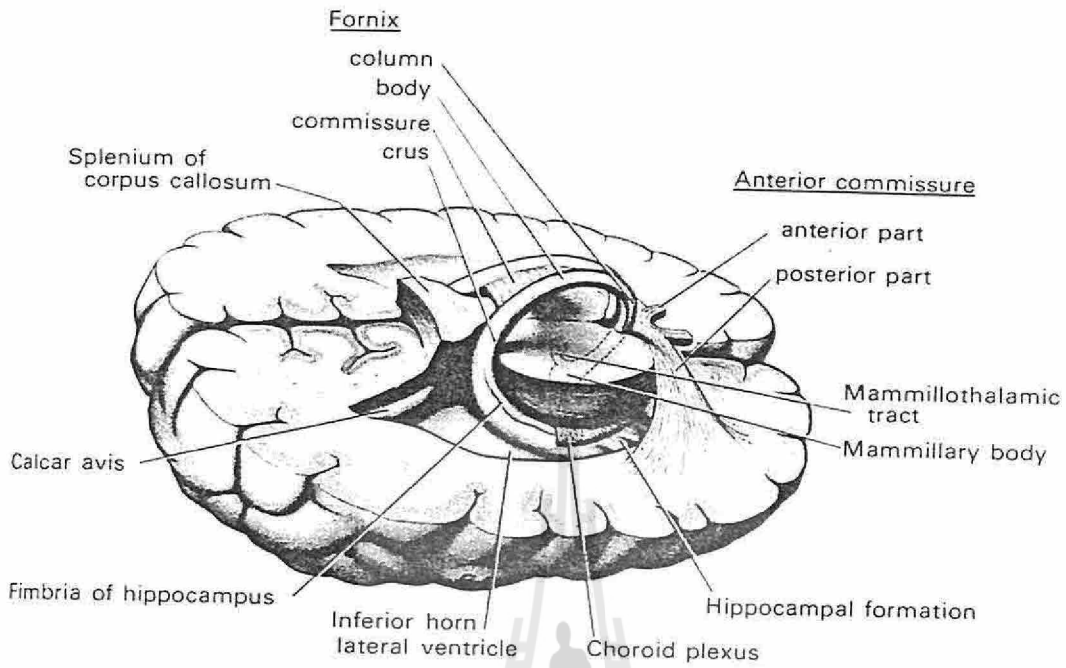
รูปที่ 7 แสดงโครงสร้างของ limbic และ olfactory system



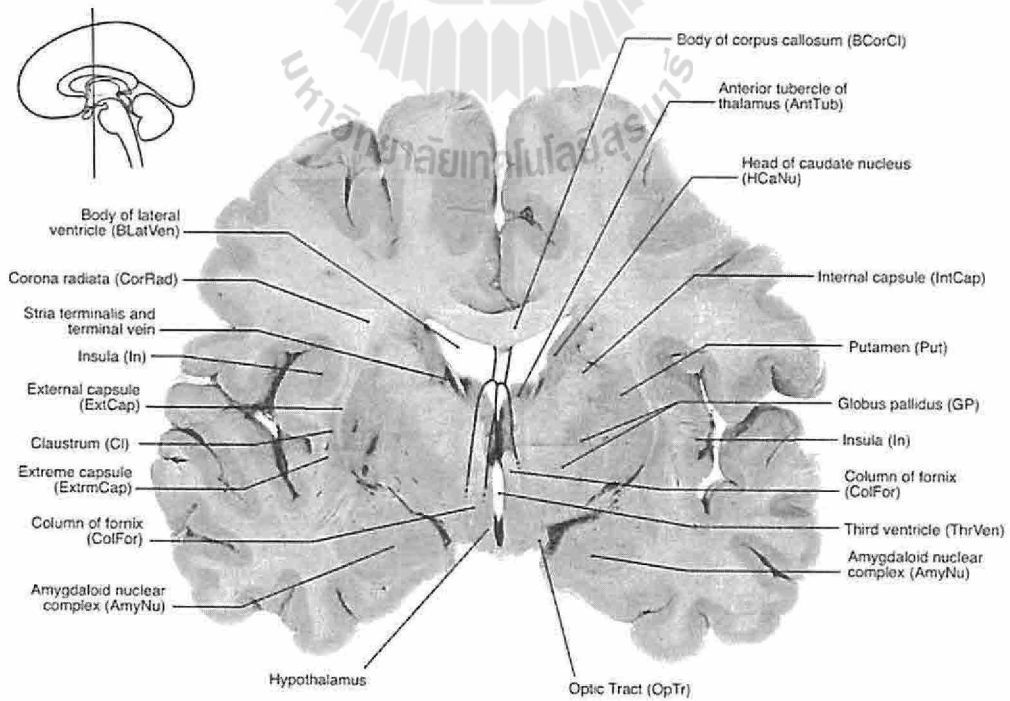
รูปที่ 8 สมอทางด้าน medial surface แสดงให้เห็นถึงโครงสร้างที่เกี่ยวข้องกับ olfactory และ limbic pathways



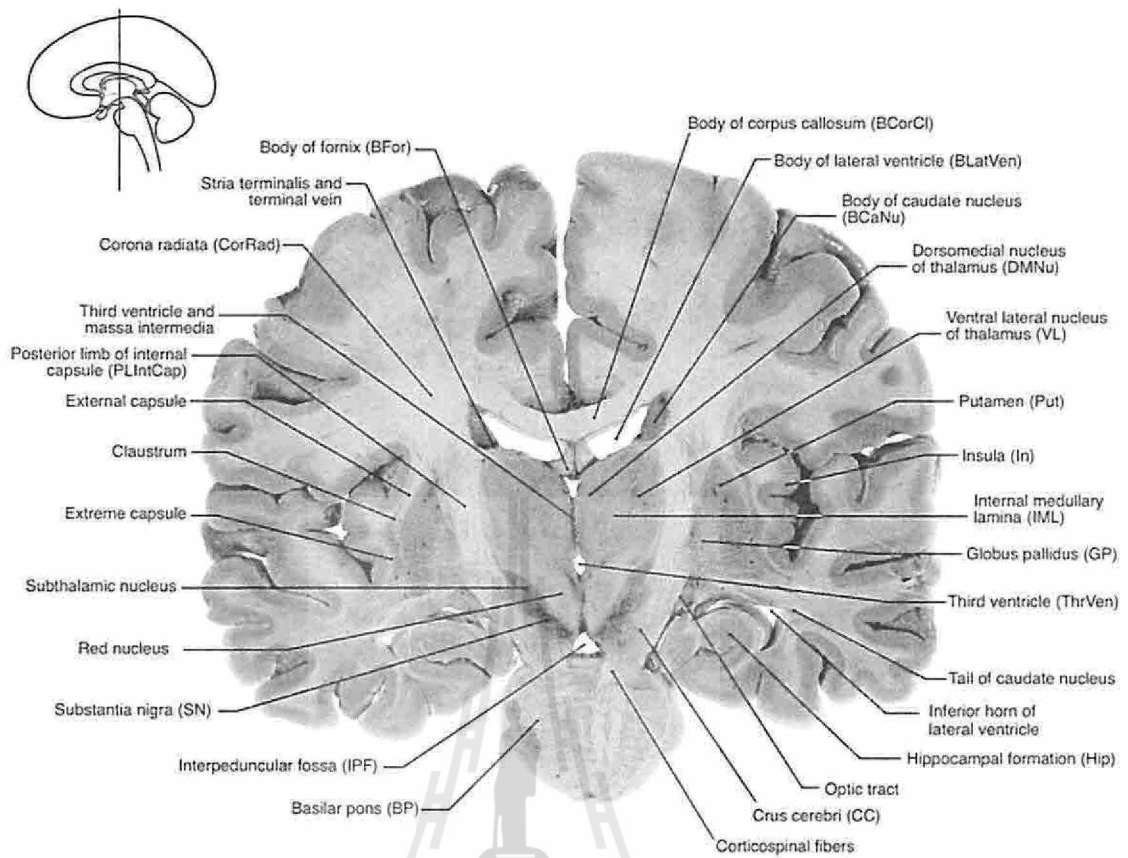
รูปที่ 9 แสดง limbic และ olfactory pathways



รูปที่ 10 แสดง horizontal section ซึ่งแสดงส่วนต่างๆ ของ fornix



รูปที่ 11 แสดง coronal section ซึ่งตัดผ่าน amygdale และ temporal lobe



รูปที่ 12 แสดง coronal section ซึ่งตัดผ่าน hippocampal formation และ temporal lobe

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

