

บทที่ 7

เนื้อเยื่อประสาทและระบบประสาท

(Nervous Tissue and Nervous System)

เนื้อเยื่อประสาท (nervous tissue) มีหน้าที่เกี่ยวกับการรับความรู้สึก และระบบประสาท (nervous system) คือ ระบบที่มีหน้าที่ควบคุมการทำงานของร่างกายในการที่จะตอบสนองต่อสิ่งเร้าที่มาจากภายนอกร่างกาย ซึ่งจะต้องเกี่ยวข้องกับการรับความรู้สึกจากบริเวณต่าง ๆ ของร่างกาย และส่งคำสั่งตอบสนองไปให้กล้ามเนื้อทำงาน ระบบประสาทนอกจากทำงานเกี่ยวข้องับระบบกล้ามเนื้อแล้ว ยังทำงานร่วมกับต่อมไร้ท่อ (endocrine gland) อีกด้วย

เนื้อเยื่อประสาท (nervous tissue)

ก. เซลประสาท (neuron)

เซลล์ประสาทเป็นหน่วยที่เล็กที่สุดของระบบประสาทที่สามารถทำงานได้ เซลล์ประสาทประกอบด้วยตัวเซลล์ (cell body or perikaryon) กับเส้นใยประสาท (nerve fiber) ซึ่งมีทั้งแขนงที่รับความรู้สึก (dendrite) และแขนงใหญ่ที่ส่งความรู้สึกออกไปจากเซลล์ (axon)

ตัวเซลล์ประสาทมีรูปร่างได้หลายแบบ อาจเป็นรูปหลายเหลี่ยม กลม รี มีนิวเคลียสเห็นได้ชัด และล้อมติดสีจางต่างกับนิวเคลียสของเซลล์อย่างอื่นที่นิวเคลียสล้อมติดสีทึบ ภายใน cytoplasm มี neurofibril กระจายอยู่ทั่วไป นอกจากนี้มีเม็ดสีซึ่งเป็น granule ขนาดเล็ก เรียกว่า chromophil ซึ่งเมื่อมารวมเป็นกลุ่มที่โตขึ้นเรียกว่า Nissl's granule หรือ Nissl's body ภายใน cytoplasm พบมี mitochondria กระจายอยู่ทั่วไป นอกจากนี้ยังมีเม็ดรงควัตถุชนิด melanin และ lipochrome (yellow pigment) ด้วย

แขนงที่เรียก dendrite มีส่วนประกอบภายในคล้ายกับตัวเซลล์ ต่างกันตรงที่ dendrite ไม่มี golgi substance และนิวเคลียส axon มีส่วนประกอบคล้ายกับ dendrite หากแต่ว่าส่วนประกอบส่วนใหญ่เป็น neurofibril กับ mitochondria ที่ axon บางบริเวณจะไม่ปรากฏมี Nissl's body ส่วนที่ไม่มีนี้เรียกว่า axon hillock

axon มีหน้าที่นำกระแสประสาทที่เซลล์ส่งออกไปผ่านไปยังอวัยวะปลายทาง

ซึ่งได้แก่กล้ามเนื้อต่าง ๆ และต่อมต่าง ๆ เป็นต้น axon นี้มีความยาว และเพื่อความรวดเร็วในการส่งกระแสประสาท axon จึงมีไขมันหุ้มที่เรียกว่า myelinated sheath เรียกเซลล์ประสาทที่มี sheath นี้ว่า myelinated nerve cell myelin sheath นี้เกิดจาก Schwann's cell และมีประโยชน์ คือกันไม่ให้ axon ได้รับความเสียหาย ขณะเดียวกันเป็นฉนวนกันไม่ให้มีการถ่ายประจุไฟฟ้าระหว่างภายในและภายนอก axon เกิดขึ้น ทำให้มีความรวดเร็วในการส่งกระแสประสาทยิ่งขึ้น เซลล์ประสาทบางชนิด (ganglion cell ของระบบ ANS) axon ไม่มี myelin sheath หุ้ม (มีบางมากไม่จัดว่ามี) เรียกเซลล์ประสาทที่ไม่มี sheath หุ้มนี้ว่า non-myelinated nerve cell

เส้นประสาทเส้นหนึ่ง ๆ มีลักษณะคล้ายมัดของกล้ามเนื้อ กล่าวคือเส้นประสาทเส้นหนึ่งมีเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน epineurium หุ้ม และเส้นประสาทเส้นหนึ่ง ๆ ประกอบด้วยมัดของประสาทฝอยรวมกัน แต่ละเส้นประสาทฝอยมีเยื่อเกี่ยวพันที่เรียกว่า perineurium หุ้ม และภายในแต่ละเส้นประสาทฝอยก็มีเส้นใยประสาทเล็กลงไปอีก ซึ่งแต่ละเส้นมี endoneurium หุ้ม เส้นประสาทฝอย ๆ ที่อยู่ภายใน epineurium เรียกว่าเส้นประสาท (nerve) ซึ่งอาจจะประกอบด้วยเส้นของ axon ชนิดเดียว หรือ dendrite อย่างเดียว หรือมีทั้ง axon และ dendrite ปนกันก็ได้

เซลล์ประสาทอย่างเดียวกันมาอยู่รวมเป็นกลุ่มในสมองและไขสันหลังเรียกว่า nucleus แต่ถ้ามาจับเป็นกลุ่มนอกสมองและไขสันหลังเราเรียกว่าปมประสาท (ganglion)

ชนิดของเซลล์ประสาทแบ่งตามลักษณะรูปร่างของ dendrite และ axon ได้ดังนี้

1. multipolar nerve cell มี dendrite แดกแขนงมากกว่า 2 อันขึ้นไป แต่มี

axon เพียงอันเดียว

2. bipolar nerve cell มี axon และ dendrite ออกข้างละ 1 อัน

3. unipolar nerve cell มี axon และ dendrite คล้ายรวมเป็นก้านเดียวตอนที่จะถึงตัว

เซลล์

ถ้าจะแบ่งเซลล์ประสาทตามหน้าที่จะได้ดังนี้ คือ

1. motor neuron เซลล์ประสาทที่ทำหน้าที่ส่งคำสั่งออกไปควบคุมการทำงานของกล้ามเนื้อลายและต่อมต่าง ๆ

2. sensory neuron เป็นเซลล์ที่รับความรู้สึก แล้วส่งความรู้สึกไปที่สมองหรือไขสันหลัง

3. **association neuron** เป็นเซลล์ที่อยู่ระหว่างเซลล์ประสาท sensory และ motor ทำหน้าที่ส่งต่อกระแสความรู้สึกเชื่อมโยงให้เซลล์ประสาททำงานติดต่อกัน

ข. neuroglia หรือ interstitial tissue

neuroglia เป็นเซลล์ประสาทที่ไม่ได้มีหน้าที่นำกระแสประสาท แต่เป็นเซลล์เกี่ยวพันและค้ำจุน (supporting cell) แบ่งออกเป็น

1. **astrocyte หรือ astroglia** ลักษณะคล้ายคลึงกับเซลล์ประสาท neuron แต่มีขนาดเล็กกว่าและมีแขนง (process) จำนวนมาก นิวเคลียสรูปกลมใหญ่ติดสีซัด จานอกออกเป็นชนิดย่อย 2 ชนิด คือ fibroplasmic astrocyte ที่ส่วน white matter กับ protoplasmic astrocyte ที่ส่วน gray matter เซลล์พวกนี้ทำหน้าที่นำอาหารให้แก่ neuron

2. **oligodendroglia** เซลล์มีขนาดเล็กกว่า astrocyte มีแขนงยาวกว่าด้วย และมีการแตกแขนงมากมาย นิวเคลียสมีขนาดเล็กกว่า รูปร่างกลมหรือรี มี chromatin granule มากกว่า astrocyte oligodendroglia ทำหน้าที่สร้าง myelin sheath ของ nerve fiber ที่อยู่ในสมองหรือ

ไขสันหลัง (ในระบบ CNS)

3. **microglia หรือ mesoglia**

เซลล์และนิวเคลียสมีลักษณะรูปร่างเป็นแบบเดียวกันคือยาวรี chromatin granule ติดสีที่เป็นด่าง เซลล์มีแขนงสั้นแต่แตกแขนงมากมาย เซลล์ชนิดนี้ทำหน้าที่กำจัดสิ่งแปลกปลอมคล้าย macrophage ในเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน

4. **ependymal cell**

เซลล์มีรูปร่างเป็น columnar cell บางเซลล์อาจมี cilia อยู่ด้วย พบเซลล์เหล่านี้มีอยู่ที่ส่วน ventricle ของสมองและในส่วนไขสันหลัง

ระบบประสาท (nervous system)

1. **ระบบประสาทประกอบด้วย**

1.1 **ระบบประสาทส่วนกลาง** (central nervous system : C.N.S.) ซึ่งได้แก่ สมองและไขสันหลัง (brain and spinal cord)

1.2 **ระบบเส้นประสาท** (peripheral nervous system : P.N.S.) ได้แก่ เส้นประสาทสมอง (cranial nerve) เส้นประสาทไขสันหลัง (spinal nerve) และปมประสาท (nerve ganglion)

1.3 **ระบบประสาทอัตโนมัติ** (autonomic nervous system : A.N.S.) ซึ่งก็คือระบบ

ประสาทที่ทำงานได้เองโดยอยู่นอกอำนาจจิตใจ (involuntary) ซึ่งแบ่งย่อยได้อีก คือ

1.3.1 sympathetic nerve

1.3.2 parasympathetic nerve

1.4 synapse

1.5 reflex arc

1.6 ส่วนประกอบของระบบประสาท (components of nervous system) ระบบประสาทประกอบด้วยสิ่งต่อไปนี้ คือ

1.6.1 เซลประสาท (neuron)

1.6.2 เนื้อเยื่อเซลล์ประสาทค้ำจุน (interstitial tissue)

1.6.2.1 neuroglia of CNS

1.6.2.2 neurolemma ของเส้นใยของเส้นประสาท

1.6.2.3 satellite cell ของ cranial nerve และ spinal nerve (ที่เรียกรวม

กันว่า cerebrospinal nerve) กับปมประสาทพวก sympathetic ganglia

1.6.3 เนื้อเยื่อเกี่ยวพัน (connective tissue)

1.6.3.1 เยื่อหุ้มสมองและไขสันหลัง (meninges of CNS)

1.6.3.2 เยื่อหุ้มใยประสาท (sheath of peripheral nerve)

2. เยื่อหุ้มสมองและไขสันหลัง (meninges)

เยื่อหุ้มสมองและไขสันหลัง มี 3 ชั้น คือ

2.1 pia matter เป็นเนื้อเยื่อชั้นในสุดคลุมส่วนของสมองและไขสันหลัง ประกอบด้วย FECT มี squamous cell บูดอยู่ และมีเซลล์ fibroblast, macrophage และเส้นเลือดที่ไปเลี้ยงสมองจำนวนมากมาย

2.2 arachnoid เนื้อเยื่อชั้นกลาง เป็นเยื่อบาง ๆ แต่มีเส้นเลือดฝอยอยู่มากและมี FECT เชื่อมโยงกับ pia matter โดยมีเส้นใย trabeculae ที่เรียก pia-arachnoid หรือ leptomenix เชื่อม ระหว่างช่องนี้มีน้ำหล่อเลี้ยง (cerebrospinal fluid) หล่อเลี้ยงอยู่

2.3 dura matter ชั้นนอกสุด เป็นเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน FECT ชนิดแน่นทึบ ระหว่างชั้นนี้กับ arachnoid มีช่องที่เรียก subdural space ในส่วนสมองพบว่าเยื่อหุ้มสมองชั้นนอกจะอยู่ชิดกับกะโหลกศีรษะ ในไขสันหลังไม่ติดกับกระดูกแต่มีช่องว่างที่เรียก epidural space คั่นอยู่

และมีน้ำไขสันหลัง (คล้ายน้ำเหลือง) มาหล่ออยู่เต็ม

3. น้ำไขสันหลัง (cerebrospinal fluid)

น้ำไขสันหลังมีประมาณ 150 มิลลิลิตร หล่ออยู่ที่สมองส่วน ventricles และที่เส้นประสาทไขสันหลัง ส่วนประกอบมีดังนี้ คือ โปรตีน กลูโคส เกลือต่าง ๆ คาร์บอนไดออกไซด์ ฮอร์โมนจากต่อม pituitary และ lymphocyte

น้ำไขสันหลังถูกขับออกมาจาก choroid plexus ในส่วน ventricles ของสมอง choroid plexus คือกลุ่มของเลือดฝอยของสมองมีเยื่อบาง ๆ หุ้มที่เรียกว่า tela choroidea ซึ่งเยื่อนี้มี 2 ชั้น คือ ชั้นในเป็นชั้นของเซลล์รูปร่างลูกบาศก์ (ependymal layer) และชั้นนอกเป็นเนื้อเยื่อของ pia mater (โดยมีเส้นเลือดแทรกอยู่ในชั้นดังกล่าวเกิดเป็นกลุ่มขึ้นมา) การสร้าง cerebrospinal fluid เกิดจากเซลล์รูปร่างลูกบาศก์ที่ ependymal layer และโดยวิธีการกรองจากกระแสเลือดของ choroid plexus

cerebrospinal fluid จะผ่านจาก ventricle สู่ subarachnoid space ทางรูเล็ก ๆ ที่ roof ของ 4th ventricle คือ magendie's foramen 1 รู และทาง 2 รู ของ Luschka และสู่อarachnoid villi เพื่อสู่อ cerebral venous sinus ต่อไป

cerebrospinal fluid มีประโยชน์ คือ ป้องกันการกระทบกระเทือนส่วนสมองและเส้นประสาทไขสันหลังจากการกระแทก ช่วยถ่าย waste product ของสมองให้กับโลหิต

4. spinal cord cerebellar cortex และ cerebral cortex

4.1 ไขสันหลัง (spinal cord) เป็นส่วนหนึ่งของ CNS แต่มีการเจริญมาน้อยกว่าสมอง ไขสันหลังอยู่ในช่องของกระดูกสันหลัง (neural canal) ไปได้ตลอดความยาวของลำตัว ส่วนของไขสันหลังตอนที่ติดกับสมองกว้างกว่าตอนกลาง ส่วนปลายจะค่อย ๆ เรียวลง ที่ปลายสุดเป็นเพียงเส้นเล็ก ๆ ที่ไม่มีเยื่อประสาทอยู่ ไขสันหลังประกอบด้วยส่วนที่เป็นสีเทา (gray matter) และส่วนที่เป็นสีขาว (white matter)

4.1.1 gray matter ส่วนที่อยู่ภายในมีรูปร่างคล้ายตัว H เกิดเป็น anterior และ posterior horns ภายในส่วนนี้จะพบ multipolar neuron cell bodies แขนงของ dendrite และแขนง axon ทั้งชนิดที่มีเยื่อหุ้ม (myelinated) และไม่มีเยื่อหุ้ม (non-myelinated) และเซลล์พวก neuroglia

4.1.2 white matter ส่วนภายนอก ประกอบด้วย myelinated และ non-myelinated fibers neuroglia และเส้นเลือด

ตรงกลางของ spinal cord จะมีท่อกลม ๆ เรียกว่า central canal ซึ่งเป็นท่อของน้ำไขสันหลัง

4.2 cerebellar cortex

4.2.1 cerebellum ประกอบด้วย cerebellum hemisphere (lateral lobe) 2 อัน และยึดติดกันด้วยส่วนกลาง (medium lobe) ที่เรียกว่า vermis แต่ละ lobe จะมีร่องเป็นเครื่องหมายและที่ผิวจะมีรอยหยักเรียก folia หรือ laminae เป็นรอยขนานไปกับร่อง แต่ละรอยหยักยังมีรอยหยักเล็ก ๆ อีกทั่วไปจึงเรียกว่า arbor vitae (ต้นไม้แห่งชีวิต)

cerebellum cortex ประกอบด้วย 3 ชั้น คือ

4.2.1.1 ชั้นนอกสุด (molecular หรือ plexiform layer) ประกอบด้วยเซลล์รูปร่างดาว (stellate cell)

4.2.1.2 ชั้นใน (granular หรือ nuclear layer)

4.2.1.3 ระหว่างชั้นนอกและชั้นใน มีชั้นของ purkinje cell อยู่หนึ่งแถวชั้น

4.3 cerebral cortex

4.3.1 cerebrum ประกอบด้วย 2 ส่วนใหญ่ ๆ (2 hemispheres) ซึ่งเป็นรอยหยัก (convolution) และเป็นร่องลึก (fissure)

cerebral cortex ประกอบด้วยเส้นใย ตัวเซลล์ประสาทประมาณ 14×10^9 เซลล์ neuroglia และเส้นเลือด ประกอบด้วย 6 ชั้น คือ

4.3.1.1 molecular layer มีเซลล์อยู่เป็นจำนวนน้อยมาก ส่วนใหญ่เป็นที่อยู่ของเส้นใยของเซลล์ชั้นข้างใต้

4.3.1.2 outer granular layer ชั้นของเซลล์ประสาทเล็ก ๆ ชนิดที่มีเม็ด granule

4.3.1.3 pyramidal cell layer ชั้นของเซลล์รูปปิรามิด

4.3.1.4 inner granular layer ชั้นของเซลล์ประสาทเล็ก ๆ ชนิดที่มี granule

4.3.1.5 inner pyramidal cell layer ชั้นของเซลล์รูปปิรามิด เซลล์มีขนาดใหญ่เรียก Betz cell

4.3.1.6 multiform layer ชั้นของเซลล์ที่มีหลายลักษณะรูปร่าง

5. ระบบเส้นประสาท (peripheral nervous system : P.N.S.)

5.1 เส้นประสาทสันหลัง (spinal nerve) เส้นประสาทที่ออกจากไขสันหลัง ในคนมี

31 คู่ คือ เส้นประสาทบริเวณคอ (cervical nerve) 8 คู่ เส้นประสาทบริเวณอก (thoracic nerve) 12 คู่ เส้นประสาทบริเวณเอว (lumbar nerve) 5 คู่ เส้นประสาทบริเวณกระเบนเหน็บ (sacral nerve) 5 คู่ และบริเวณก้นกบ (coccygeal nerve) 1 คู่ โดยแบ่งเป็น

somatic efferent fiber เป็น motor nerve ไปยังกล้ามเนื้อลาย (skeletal muscle)

visceral efferent fiber เป็น motor nerve ไปยังกล้ามเนื้อเรียบ

somatic afferent fiber เป็น sensory nerve จากผิวหนัง

visceral afferent fiber เป็น sensory nerve จากอวัยวะภายใน

5.2 เส้นประสาทสมอง (cranial nerve) เป็นเส้นประสาทที่ออกมาจากสมอง ในคนมีอยู่ 12 คู่ แต่ละคู่มีชื่อตามส่วนต่าง ๆ ที่เส้นประสาทเหล่านี้ไปเลี้ยง เส้นประสาทสมองอาจเป็นชนิดที่นำความรู้สึกเข้าสู่สมอง (afferent) หรือนำคำสั่งจากสมอง (efferent) หรือมีทั้ง 2 อย่างปนกัน

5.3 ปมประสาท (ganglia) เป็นการรวมกลุ่มของ nerve cell bodies นอกในระบบ CNS ขนาดของปมประสาทอาจมีตั้งแต่เซลล์ตัวประสาท 2-3 เซลล์ จนถึง 5×10^3 เซลล์ ซึ่งห่อหุ้มด้วยเนื้อเยื่อเกี่ยวพันซึ่งติดต่อกับเนื้อเยื่อเกี่ยวพันที่ล้อมรอบมัดเส้นประสาท (epineurium และ perineurium) อีกทีหนึ่ง ที่นี้จะมีเส้นเลือดมาเลี้ยงเป็นจำนวนมาก

ปมประสาทแบ่งออกเป็นชนิดต่าง ๆ ดังนี้

spinal ganglia ปรากฏอยู่ในส่วน posterior root ของ spinal nerve

cranial ganglia ปรากฏในส่วนของ cranial nerve (บางเส้น)

autonomic ganglia ปรากฏในส่วน sympathetic chain ผงังของอวัยวะที่มี parasympathetic nerve ไปเลี้ยง และปมประสาท 4 อัน ต่อไปนี้คือ ที่ ciliary sphero-palatine otic และ submandibular

5.4 ปลายประสาท (nerve ending)

nerve ending คือ ปลายของ nerve ที่ใช้สำหรับรับหรือส่งกระแสความรู้สึกจากอวัยวะต่าง ๆ หรือให้กับอวัยวะต่าง ๆ มี 2 ชนิด คือ

5.4.1 efferent ending คือปลายของ nerve ที่ถ่ายเอา impulse จากสมองและไขสันหลัง ให้กับกล้ามเนื้อหรืออวัยวะต่าง ๆ

somatic efferent ลิ้นสุดที่ motor end plate

visceral efferent เส้นสุดที่ มัดกล้ามเนื้อในลักษณะเป็น plexus (รวมแขนงต่าง ๆ ของ nerve) ถ้าเส้นสุดที่ต่อมเกิดเป็นลักษณะ free ending (จาก myelin sheath แตกแขนงจนสุดท้ายไม่มี neurilemmae เหลือเป็น naked axon)

5.4.2 afferent ending คือปลายของ nerve ที่รับ impulse หรือ stimulus เข้าสู่สมองและไขสันหลัง ปลาย nerve จะสิ้นสุดในลักษณะเป็น

5.4.2.1 free หรือ non-encapsulated ending เช่นที่ผิวหนัง mucous membrane serous membrane และที่ cornea เป็นต้น

5.4.2.2 encapsulated ending ปลาย nerve มี capsule หุ้ม เช่นที่ Krause's corpuscle ซึ่งรับความรู้สึกเย็น พบที่ผิวหนังเปลือกตาด้านใน เป็นต้น

Meissner's corpuscle ซึ่งรับความรู้สึกการสัมผัส พบที่หนังแท้ (dermis)

Pacinian's corpuscle ซึ่งรับความรู้สึกของการกด พบที่ชั้นของ dermis ในเนื้อเยื่อเกี่ยวพันของมือ เท้า ที่ตบอ่อน อวัยวะสืบพันธุ์ เป็นต้น

และที่ neuromuscular bundle ของกล้ามเนื้อลายชนิด skeletal muscle เป็นต้น

6. synapse เป็นบริเวณที่จะมีการถ่ายกระแส (impulse) จาก neuron ตัวหนึ่งไปยังอีก

neuron หนึ่ง ส่วนนี้จะไม่ติดกัน (ห่างประมาณ 200Å) ที่บริเวณปลายของ axon (telodendron) จะปล่อยสารเคมีที่เรียก neurotransmitter substance ออกมา ซึ่งจะทำให้ nerve impulse ถูกส่งต่อไปได้

7. reflex arc

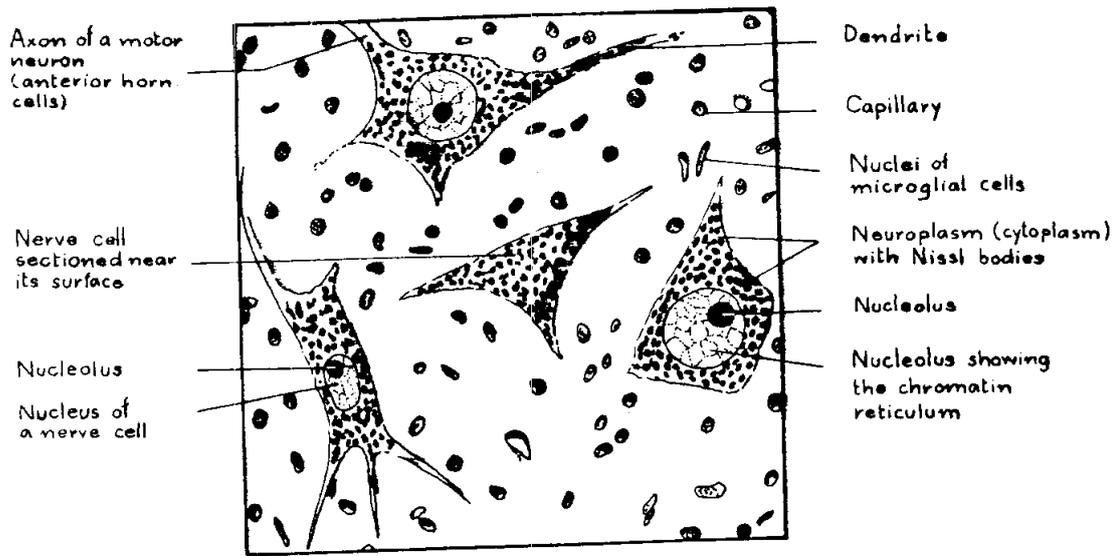
คือ การรวมหน่วยของระบบประสาทเพื่อให้เกิดการทำงาน บางทีอาจเรียก nerve circuit หรือ reflex circuit ซึ่งตัวอย่างของการทำงานนี้คือ

7.1 ส่วนรับความรู้สึก (receptor site) แขนง dendrite ของ afferent neuron (ซึ่ง cell body อยู่ที่ส่วน posterior root ganglion) รับสัมผัสผ่าน ganglion ทาง axon ไปที่ไขสันหลัง ที่ซึ่งจะไป synapse กับ

7.2 associated neuron ในส่วน gray matter (ที่นี้มีการติดต่อได้หลายลักษณะกับระบบ CNS) synapse จะเกิดต่อไปกับ

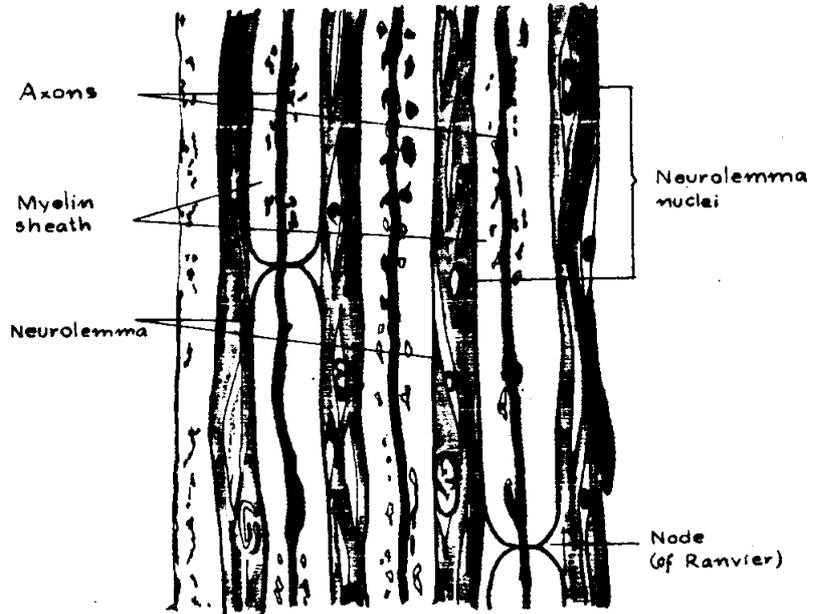
7.3 motor (efferent neuron) ในส่วน anterior horn ของ gray matter ซึ่งจะนำกระแส (impulse) ไปทาง axon เข้าสู่ส่วนที่ตอบสนองความรู้สึก (effector site)

NERVOUS TISSUE



Nerve (transverse section)

NERVOUS TISSUE



Nerve (sciatic), longitudinal section.

NEUROGLIA

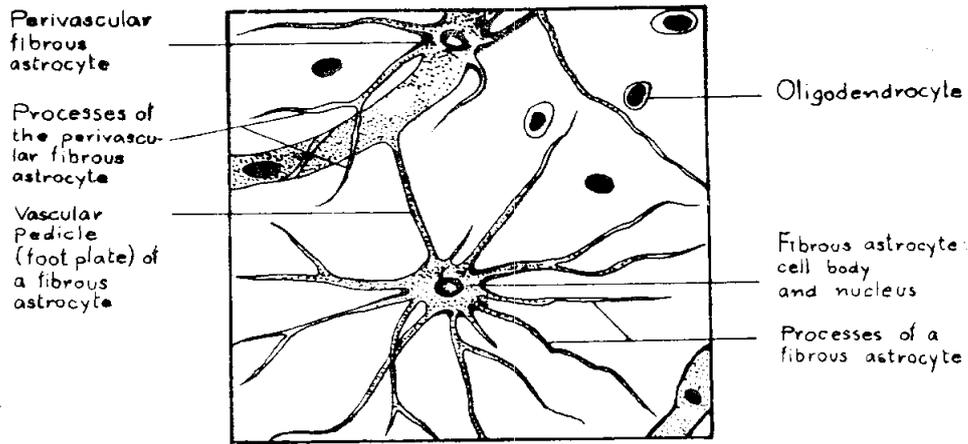


Fig. 1. Fibrous astrocytes of the brain.

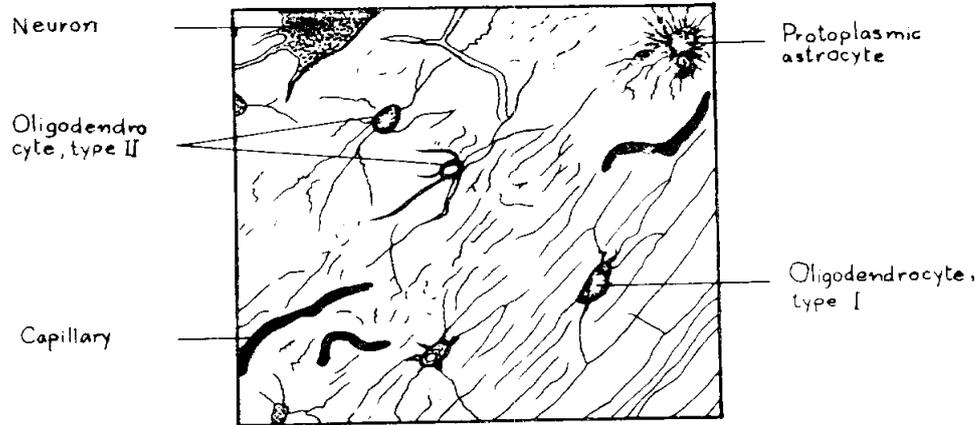
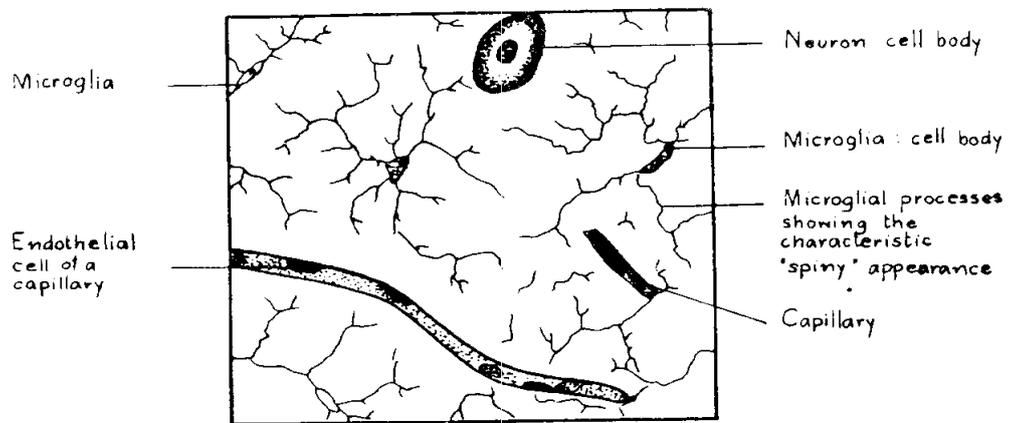
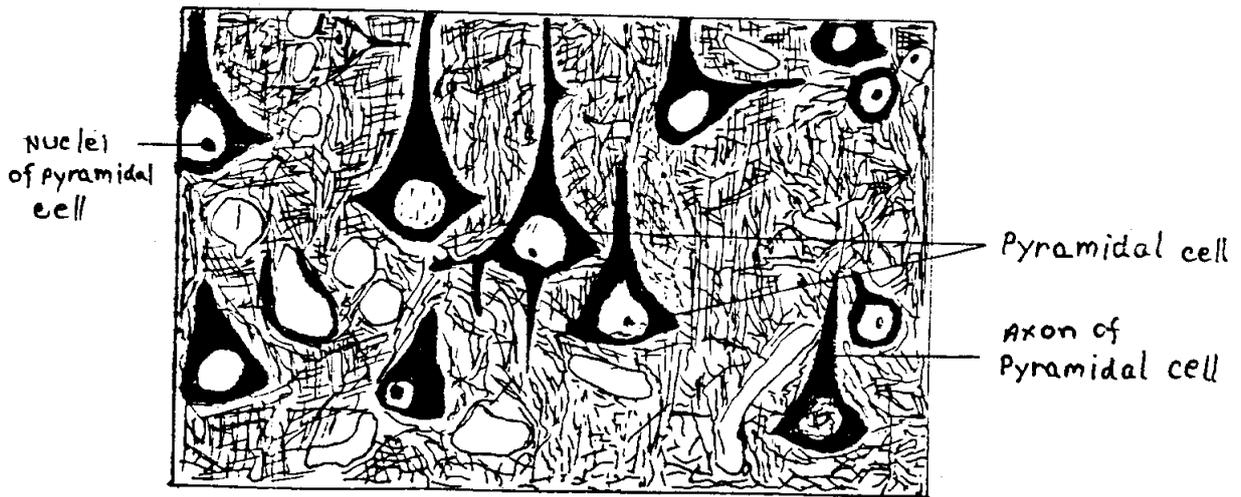
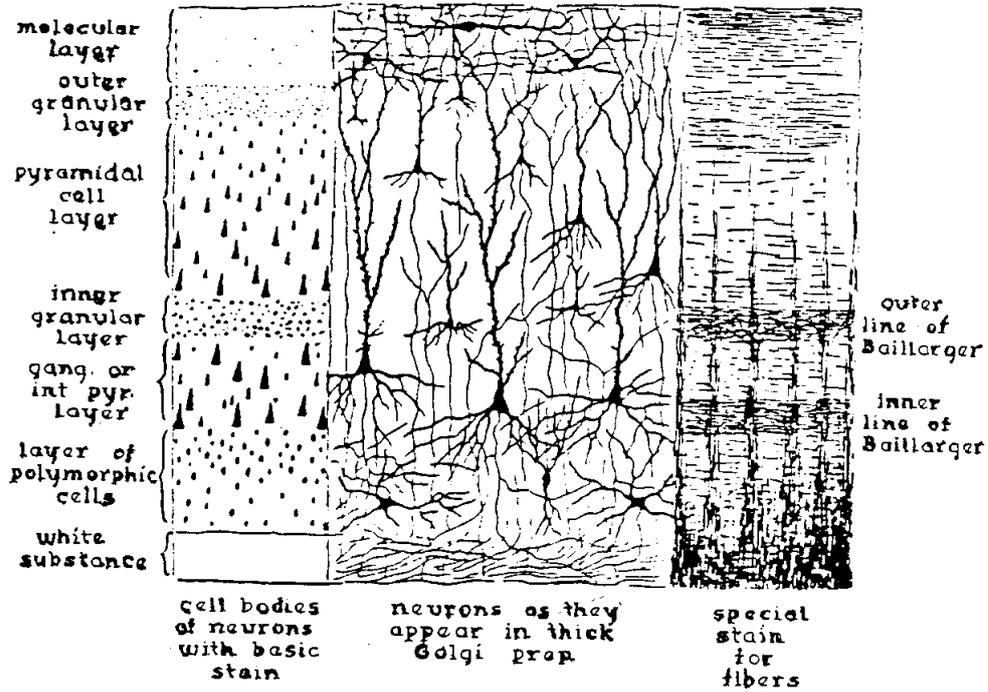


Fig. 2. Oligodendrocytes of the brain.



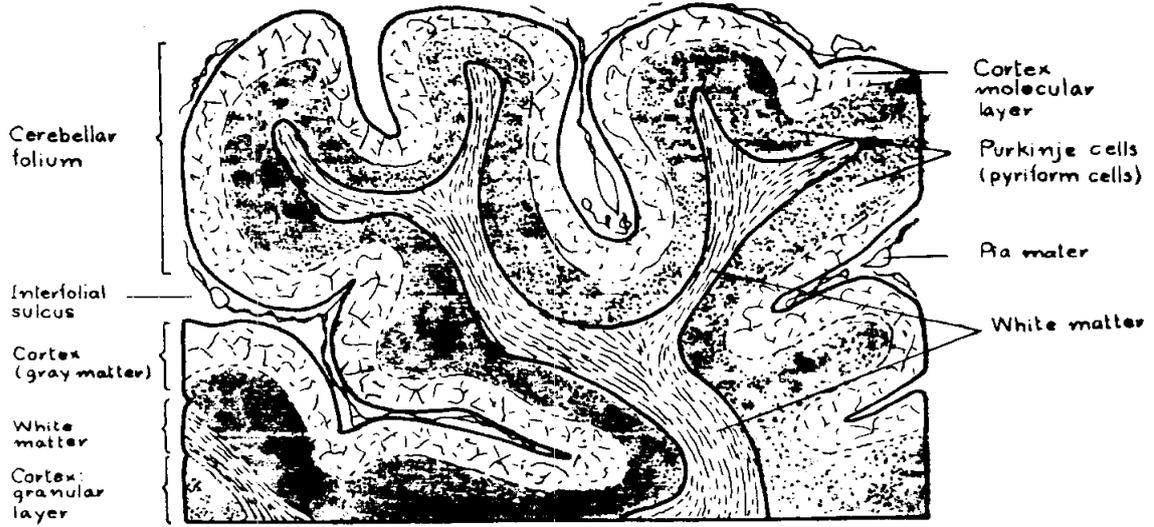
Microglia of the brain

CEREBRAL CORTEX

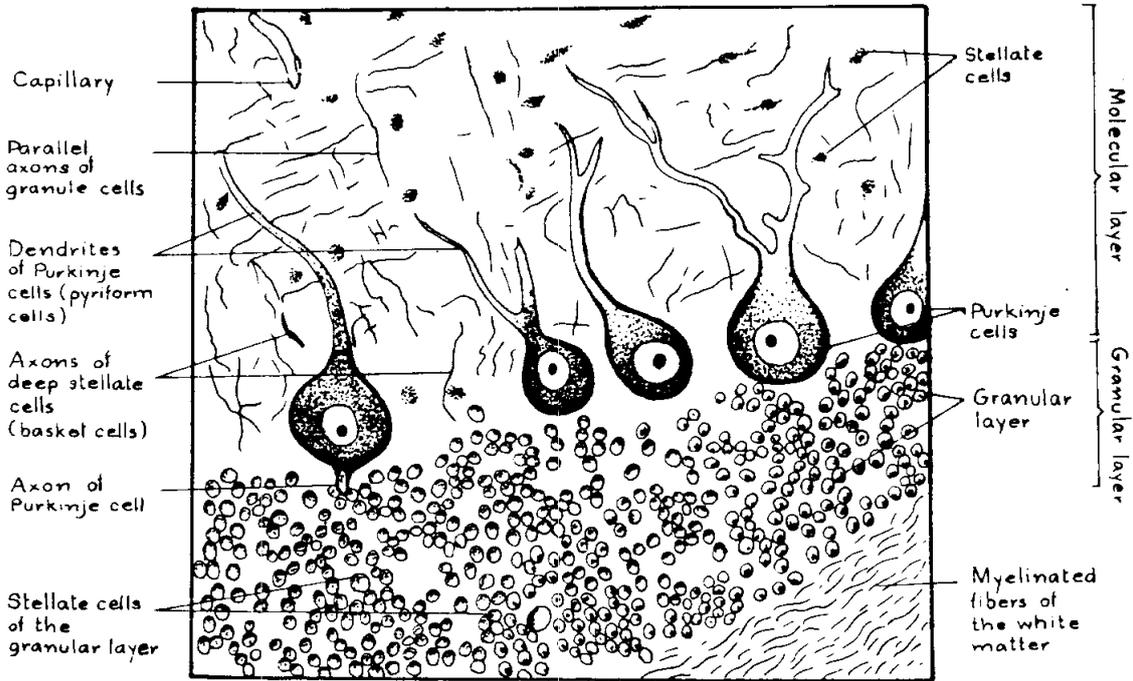


central area of the cortex

CEREBELLUM



Sectional view (transverse section)



Cortex.

SPINAL CORD : MID-THORACIC REGION (TRANSVERSE SECTION)

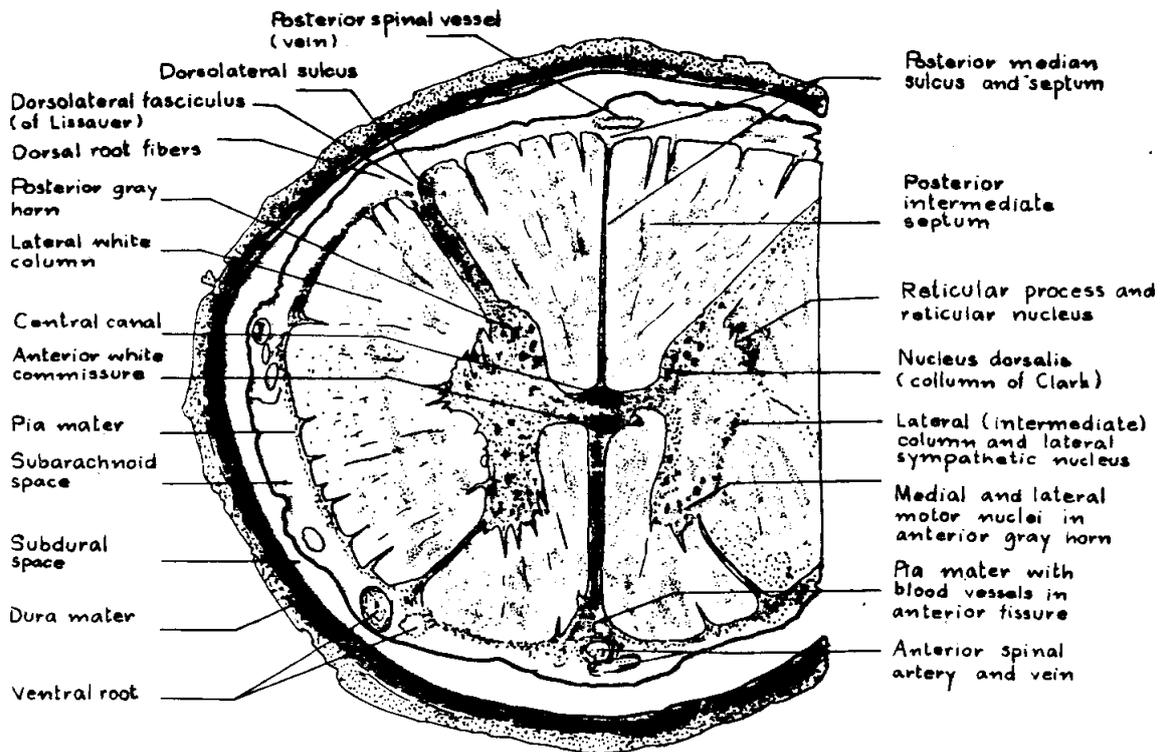
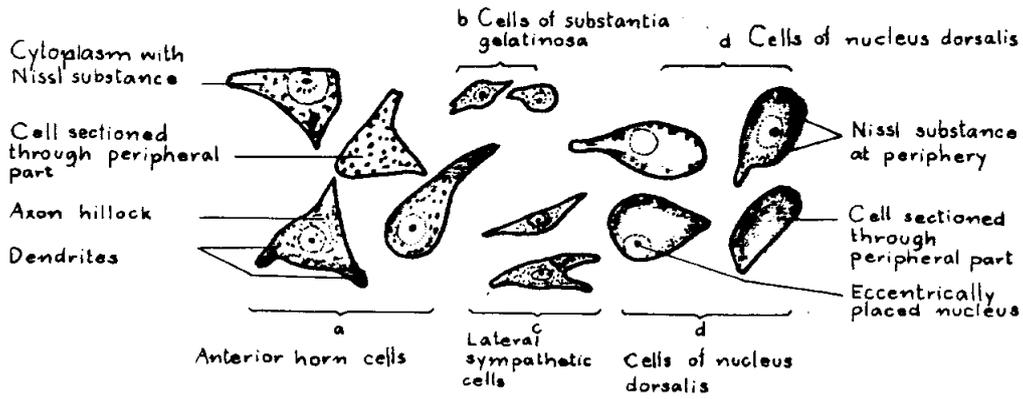


FIG. 1. [Panoramic view N.



† Nerve cells of some typical regions of the spinal cord.