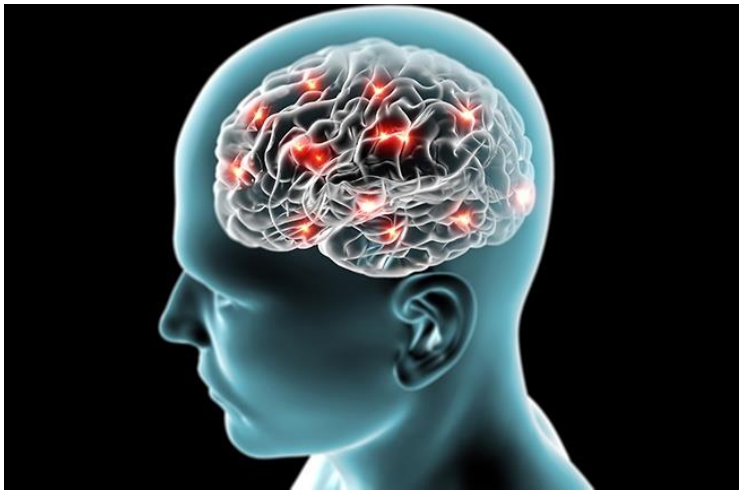
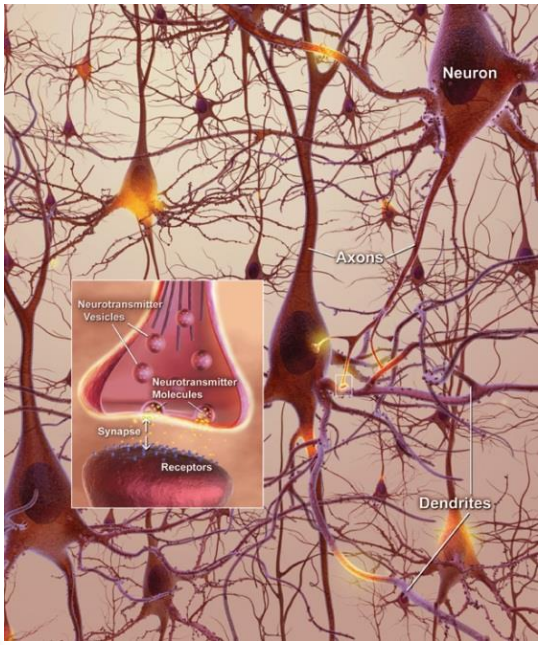
บทที่ 6 ระบบประสาท

Nervous System

ตอนที่ 1 จุลกายวิภาคศาสตร์





Reusi Aut Ton

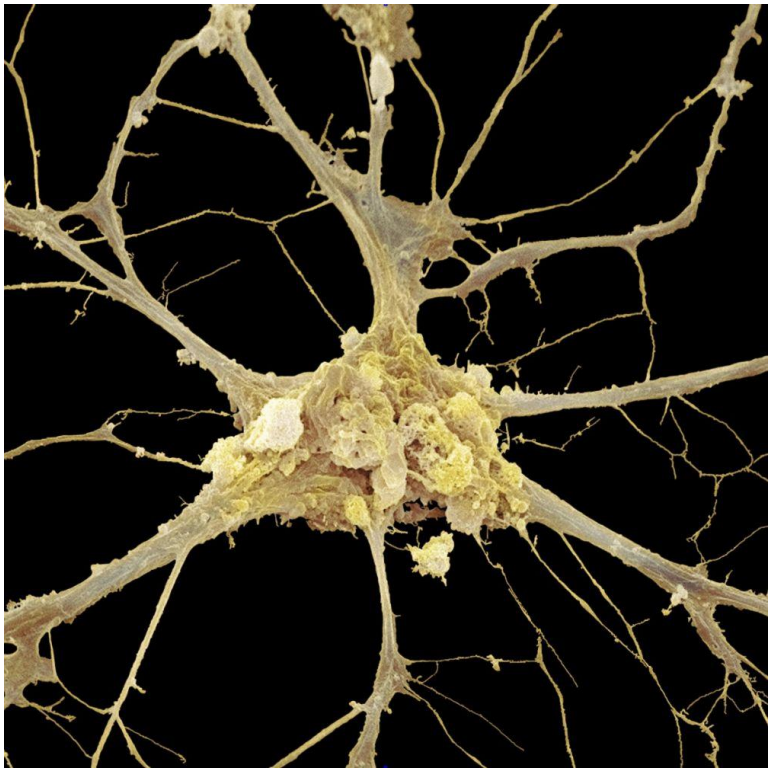
บ้านเรียนรู้หัตถบำบัด และการดูแลสุขภาพ

บทที่ 6

ระบบประสาท (Nervous system)

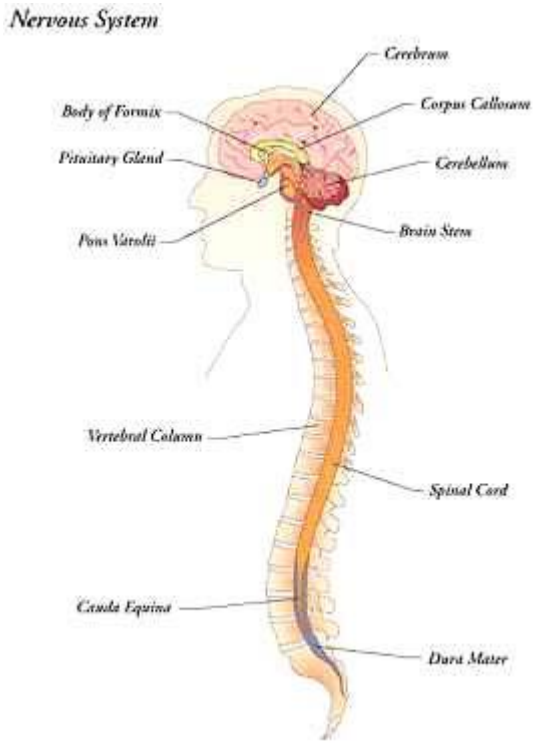
ตอนที่ 1 จุลกายวิภาคศาสตร์ระบบประสาท

1. เซลล์ประสาท (neuron)
2. ชนิดของเซลล์ประสาท
3. เซลล์ค้ำจุน
4. เส้นประสาท
5. จุดประสานประสาท
6. ปลายประสาท



จุลกายวิภาคศาสตร์ระบบประสาท

ระบบประสาท (nervous system)



ระบบประสาท เกี่ยวข้องกับการควบคุม และประสานงานการทำงานส่วนต่าง ๆ ของร่างกายเพื่อจัดเตรียมร่างกายให้มีปฏิกิริยาตอบสนองต่อสิ่งแวดล้อมภายนอก ในขณะเดียวกันก็ควบคุมอวัยวะภายในต่าง ๆ ให้สามารถปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อม ซึ่งจำเป็นสำหรับการดำรงชีวิต

ระบบประสาท แบ่งได้เป็น

1. **ระบบประสาทกลาง**

(central nervous system, CNS) ได้แก่

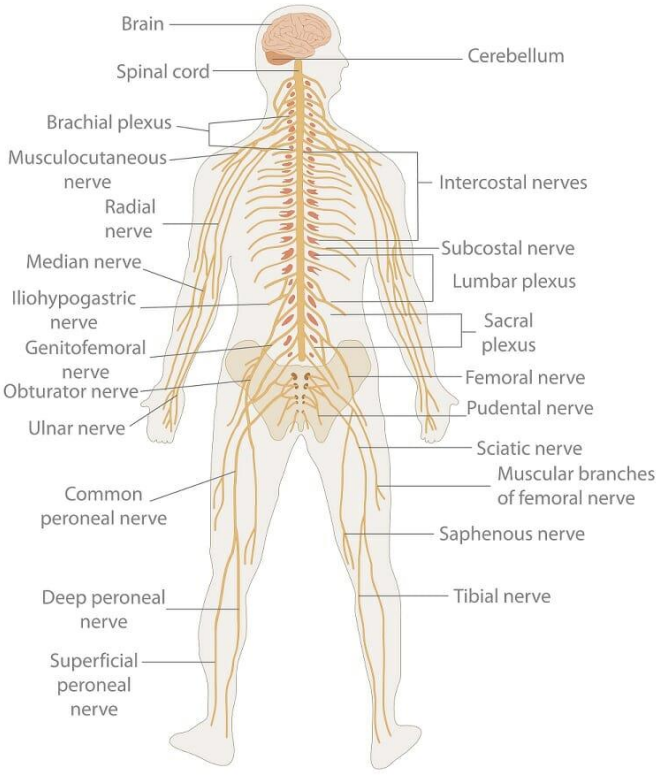
- สมอง (brain)
- ไขสันหลัง (spinal cord)

ซึ่งเป็นศูนย์กลางควบคุม การรับรู้ และประสานการทำงานของร่างกายทั้งหมด

2. **ระบบประสาทส่วนปลาย**

(peripheral nervous system, PNS) ได้แก่

- เส้นประสาทสมอง 12 คู่
- เส้นประสาทไขสันหลัง 31 คู่
- ระบบประสาทอัตโนมัติ (autonomic nervous system, ANS) ประกอบไปด้วย parasympathetic และ sympathetic division



การแบ่งระบบประสาทตามหน้าที่การทำงาน สามารถแบ่งออกเป็น

- ระบบประสาทกาย (somatic) ที่ทำงานภายใต้อำนาจจิตใจ เรียกว่า voluntary system
- ระบบประสาทอัตโนมัติ ที่ทำงานได้โดยอิสระ (autonomic) ไม่อยู่ใต้อำจาจของจิตใจ จึงเรียกอีกอย่างว่า involuntary system

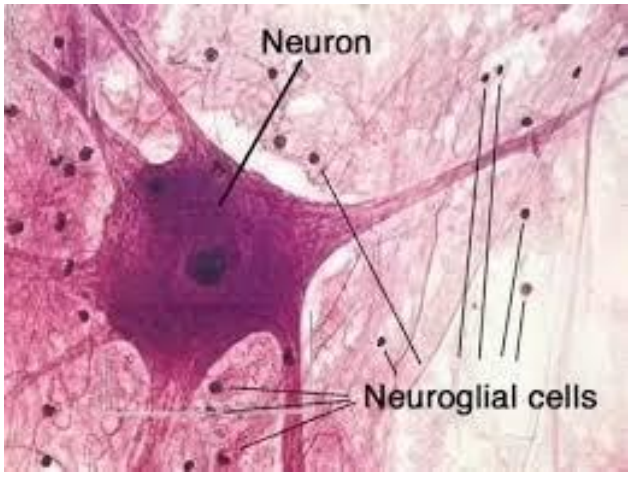
หน้าที่ของระบบประสาท

1. รับความรู้สึก (sensory function) หน้าที่นี้ทำให้มนุษย์รับรู้เกี่ยวกับสิ่งกระตุ้นหรือสิ่งเร้า (stimulus) ต่าง ๆ ทั้งภายใน และภายนอกร่างกายที่มากระทบ
2. การตอบสนอง (response) เป็นบทบาทของร่างกายในการตอบสนองต่อสิ่งเร้า หรือไม่ตอบสนองต่อสิ่งเร้าชนิดต่าง ๆ ที่มากระตุ้น
3. เกี่ยวข้องกับการแสดงบุคลิกภาพของแต่ละบุคคล สติปัญญา การเรียนรู้ การจดจำ ตลอดจนพฤติกรรมที่ซับซ้อนต่าง ๆ

เนื้อเยื่อประสาท

เนื้อเยื่อประสาท (nervous tissue) ทั้งที่อยู่ในสมอง ไขสันหลัง หรือ ระบบประสาทส่วนปลายจะประกอบด้วยเซลล์ 2 ชนิด คือ

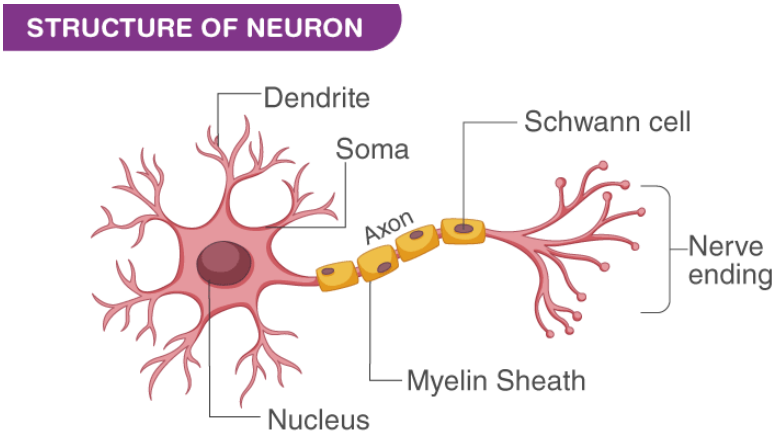
- เซลล์ประสาท (nerve cells หรือ neurons)
- เซลล์ค้ำจุน (supporting หรือ glia cells)



<u>เซลล์ประสาท</u> (nerve cells หรือ neurons)

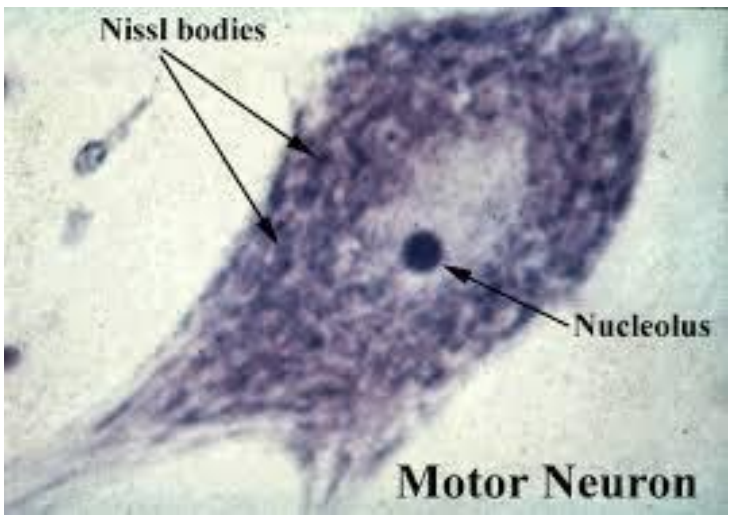
เซลล์ประสาท เป็นเซลล์ที่มีลักษณะพิเศษแตกต่างจากเซลล์อื่นๆ ในร่างกาย คือ มีรูปร่างคล้ายดาว (stellate shape) ที่ประกอบด้วย

- Cell body
- Cellular process (แขนง)



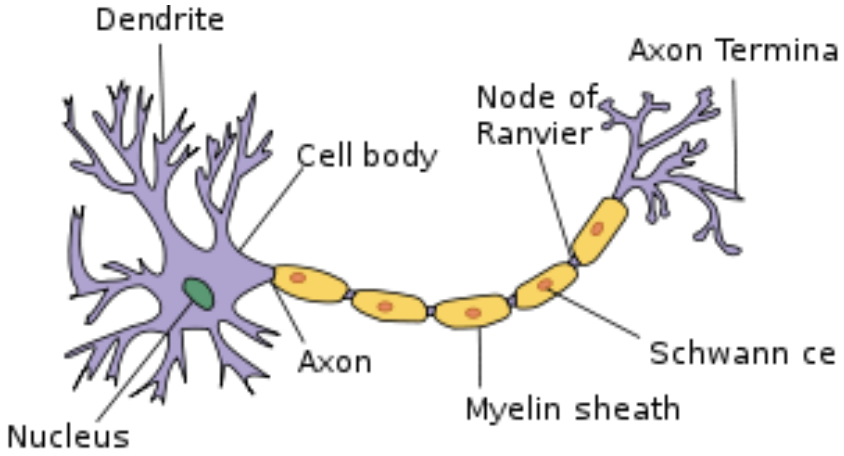
1. **Cell body** (soma หรือ perikaryon)

เป็นส่วนของเซลล์ที่มี nucleus และ cytoplasm ซึ่งเรียกว่า neuroplasm ประกอบด้วย cell organells เช่นเดียวกับที่พบในเซลล์อื่น ๆ ของร่างกาย แต่ในเซลล์ประสาทจะพบโครงสร้างที่เรียกว่า Nissl bodies อยู่เป็นจำนวนมาก ซึ่งจากการศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเลคตรอน พบว่า Nissl bodies คือ กลุ่มของ rough endoplasmic reticulum (rER) ที่ย้อมติดสี basophilic กระจายอยู่ทั่วไปใน cell body ยกเวนบริเวณที่ต่อเนื่องกับ axon ซึ่งเรียกชื่อเฉพาะว่า axon hillock จะไม่พบ Nissl bodies สำหรับ Nissl bodies นี้ทำหน้าที่สังเคราะห์โปรตีนที่จำเพาะของเซลล์ประสาทเพื่อใช้ในการสร้างสารสื่อประสาท (neurotransmitter) และการทงานนของเซลล์ประสาท



2. **Cellular process** (neurite)

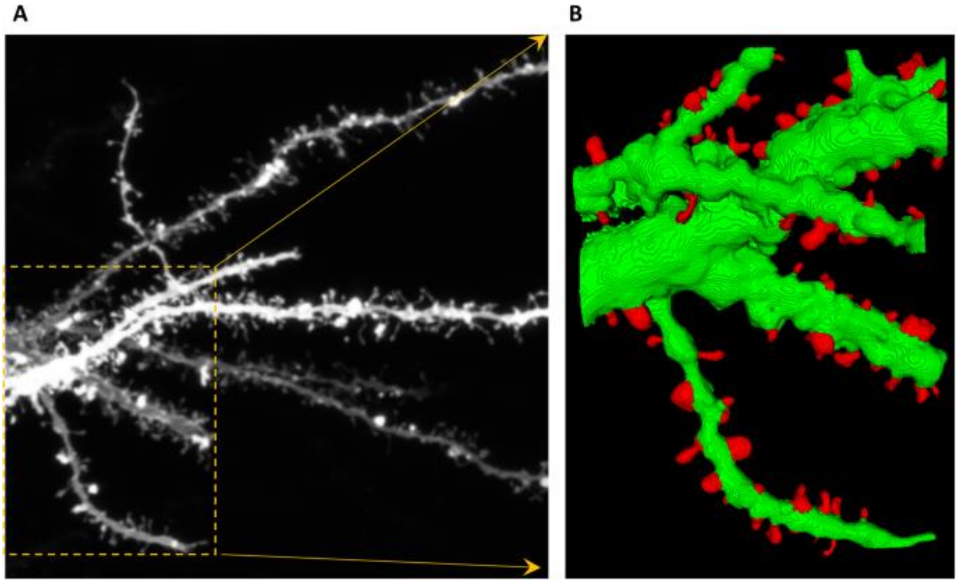
เป็นส่วนของเซลล์ประสาทที่ยื่นออกไปจาก cell body เพื่อติดต่อกับเซลล์ประสาทตัวอื่น หรือเซลล์ชนิดอื่น ๆ เช่น เซลล์กล้ามเนื้อที่เซลล์ประสาทนั้นควบคุม



Cellular process ของเซลล์ประสาท ประกอบด้วย

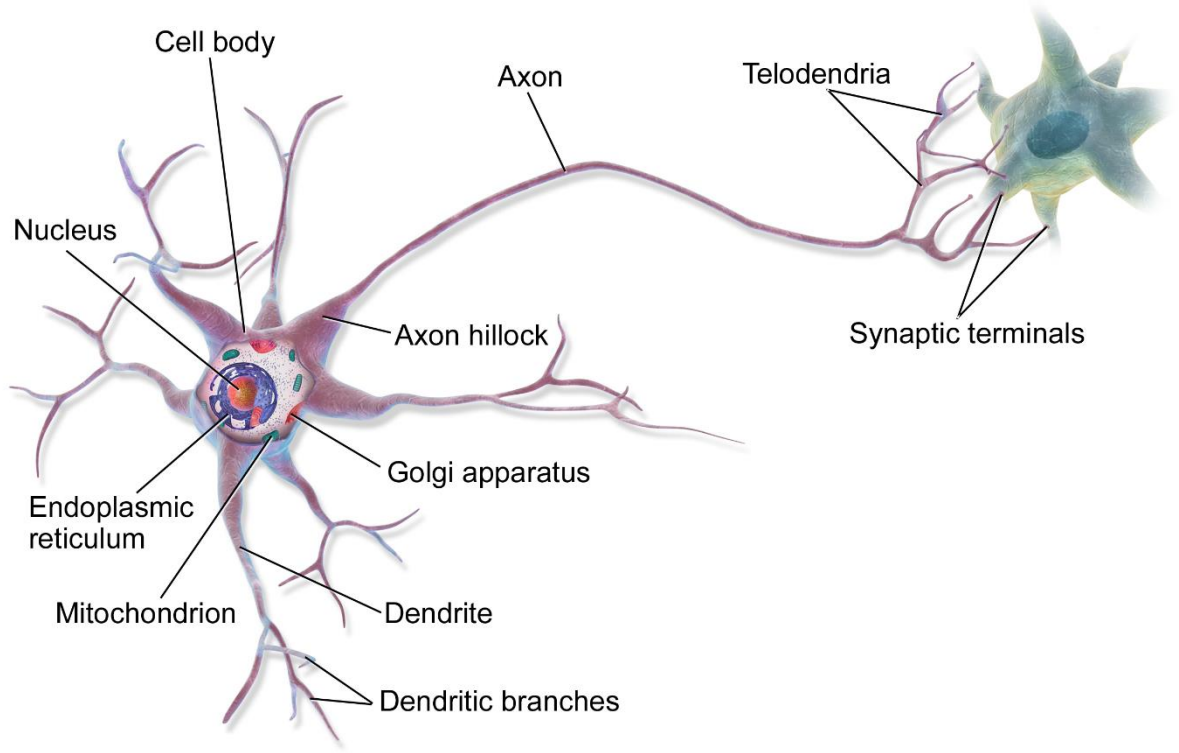
Dendrites

เป็นแขนงที่ยื่นออกจาก cell body ทำหน้าที่รับสัญญาณประสาทจากเซลล์อื่น ๆ เข้าสู่ตัวเซลล์ประสาท ส่วนปลายของ dendrites อาจจะมีปุ่มเล็ก ๆ ยื่นออกมา เรียกว่า spine หรือ dendrites spine ซึ่ง dendrites spine นี้พบได้มากที่ pyramidal cells ซึ่งเป็นเซลล์ประสาทที่พบมากในเปลือกสมอง (cerebral cortex) จากการศึกษาพบว่า ในเด็กที่ปัญหาเรื่องพัฒนาการของสมอง เช่น Down's syndrome จะมีการเจริญของ dendritic spine น้อยกว่าเด็กปกติ



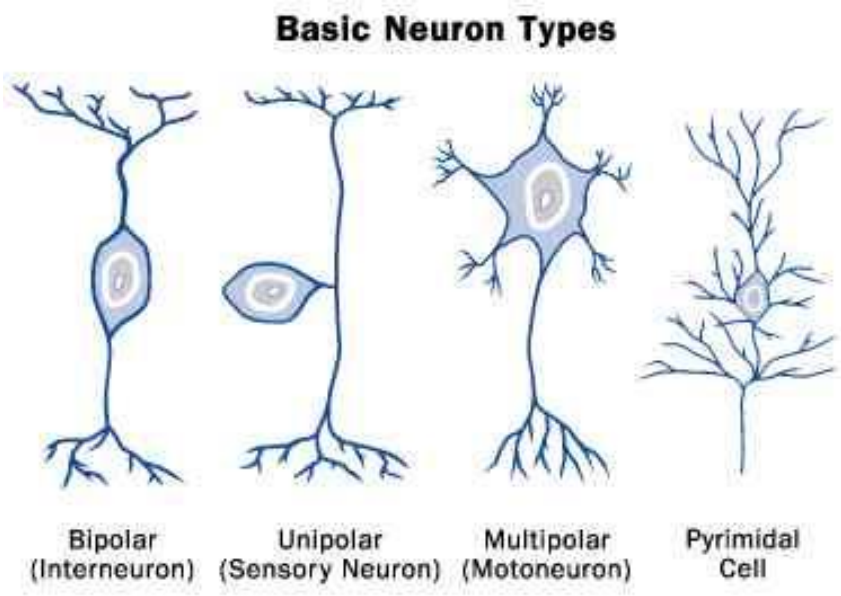
Axon

ส่วนต้นของ axon ที่ยื่นออกจาก cell body เรียกว่า axon hillock เป็นบริเวณที่ไม่มี Nissl bodies อยู่เลย และ axon hillock นี้เป็นจุดเริ่มต้นของการเกิด action potential แล้วแผ่ไปตาม axon เซลล์ประสาทหนึ่งเซลล์ จะมีเพียง 1 axon เท่านั้น แต่ axon หลังจากทอดออกจาก cell body แล้วอาจจะมีแขนงแตกออกด้านข้าง เรียกว่า collateral branch โดยทั่วไป axon ของเซลล์ประสาทมักมี myelin sheath หุ้มเป็นปล้อง ๆ เรียกว่า myelinated axon ระหว่างปล้องที่ myelin sheath หุ้ม เรียกว่า node of Ranvier ซึ่งเป็นบริเวณที่ให้สัญญาณประสาทข้าม และช่วยให้สามารถนำสัญญาณประสาทได้เร็วขึ้น ส่วน axon ที่ไม่มี myelin sheath หุ้ม จะเรียกว่า non-myelinated axon ซึ่งจะมีเยื่อ neurolemma และ Schwan cell หุ้มอยู่ ส่วนปลายของ axon จะแตกออกเป็นแขนงเรียกว่า telodendria และปลายสุดของแต่ละ telodendria จะมีลักษณะเป็นกระเปาะ เรียกว่า axon terminal ซึ่งจะมีถุง บรรจุสารสื่อประสาทที่เซลล์ประสาทปล่อยออกมา เพื่อกระตุ้นเซลล์ประสาทตัวอื่น หรือ กระตุ้นเซลล์อื่น ๆ ต่อไป



การจำแนกชนิดของเซลล์ประสาท (classification of neurons)

1. **จำแนกตามจำนวน process** ที่ยื่นออกจากตัวเซลล์ แบ่งได้เป็น 3 ชนิด คือ



1.1 Unipolar neuron

คือ เซลล์ประสาทที่มีเพียงแขนงเดียวยื่นออกจากตัวเซลล์ แต่โดยทั่วไปแล้วในมนุษย์จะไม่พบ unipolar neuron แต่จะพบชนิดที่เป็น pseudounipolar neuron ซึ่งเป็นเซลล์ประสาทที่มีเพียง process เดียวยื่นออกจากตัวเซลล์ที่มีลักษณะสั้นๆ แล้วจึงแยกแขนงออกเป็น 2 ทาง คือ peripheral process ไปสู่ผิวหนังหรืออวัยวะรับความรู้สึกเพื่อรับความรู้สึก ส่วนอีกแขนงหนึ่งเป็น central process ที่ยื่นเข้าหาระบบประสาทส่วนกลาง ทำหน้าที่ส่งต่อสัญญาณประสาทให้กับเซลล์ประสาทตัวอื่น เราพบเซลล์ประสาทชนิดนี้ใน dorsal root ganglion ของเส้นประสาทไขสันหลัง (spinal nerve) และปมประสาทรับความรู้สึก (sensory ganglion) ของเส้นประสาทสมอง เป็นต้น

1.2 Bipolar neuron

เป็นเซลล์ประสาทที่มี process ออกมาจาก cell body 2 แขนง ในทิศทางตรงกันข้าม แขนงหนึ่งเป็น dendrite ทำหน้าที่นำสัญญาณประสาทเข้าสู่ตัวเซลล์ประสาท อีกแขนงหนึ่งเป็น axon ทำหน้าที่นำสัญญาณประสาทออกจากตัวเซลล์ประสาทเพื่อส่งต่อไปยังเซลล์อื่นๆ พบ bipolar neuron ได้ที่อวัยวะรับความมรู้สึกพิเศษ เช่น retina ของตา olfactory mucosa ของจมูก spiral ganglion ของหูชั้นใน และตุ่มรับรสของลิ้น เป็นต้น

1.3 Multipolar neuron

เป็นเซลล์ประสาทที่มี process ออกมาจาก cell body มากกว่า 2 แขนง แต่มีเพียงแขนงเดียวเท่านั้นที่ทำหน้าที่เป็น axon ที่เหลือเป็น dendrite พบเซลล์ประสาทเหล่านี้เป็นส่วนใหญ่ในระบบประสาทส่วนกลาง multipolar neurons ที่พบในบริเวณต่าง ๆ ยังมีรูปร่างและชื่อเรียกที่แตกต่างกัน เช่น pyramidal cell ที่พบในเปลือกสมองใหญ่ (cerebral cortex) และ purkinje neuron ในเปลือกสมองน้อย (cerebellar cortex) เป็นต้น

2. **จำแนกตามหน้าที่การทำงานของเซลล์ประสาท** แบ่งได้เป็น 3 ชนิด คือ

2.1 Sensory neuron **หรือ** afferent neuron

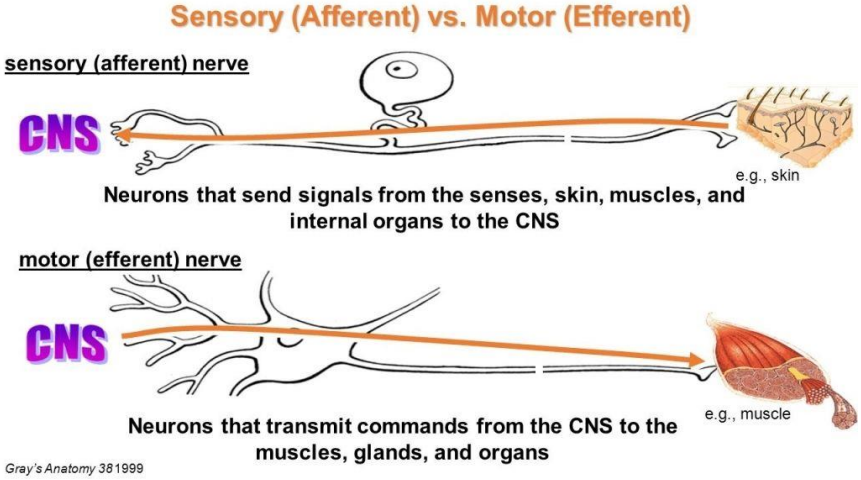
เป็นเซลล์ประสาทรับความรู้สึกที่ทำหน้าที่นำข้อมูลจากภายนอกเข้าสู่ตัวเซลล์และส่งต่อให้กับเซลล์ประสาทที่อยู่ในระบบประสาทส่วนกลางต่อไป

2.2 Motor neuron **หรือ** efferent neuron

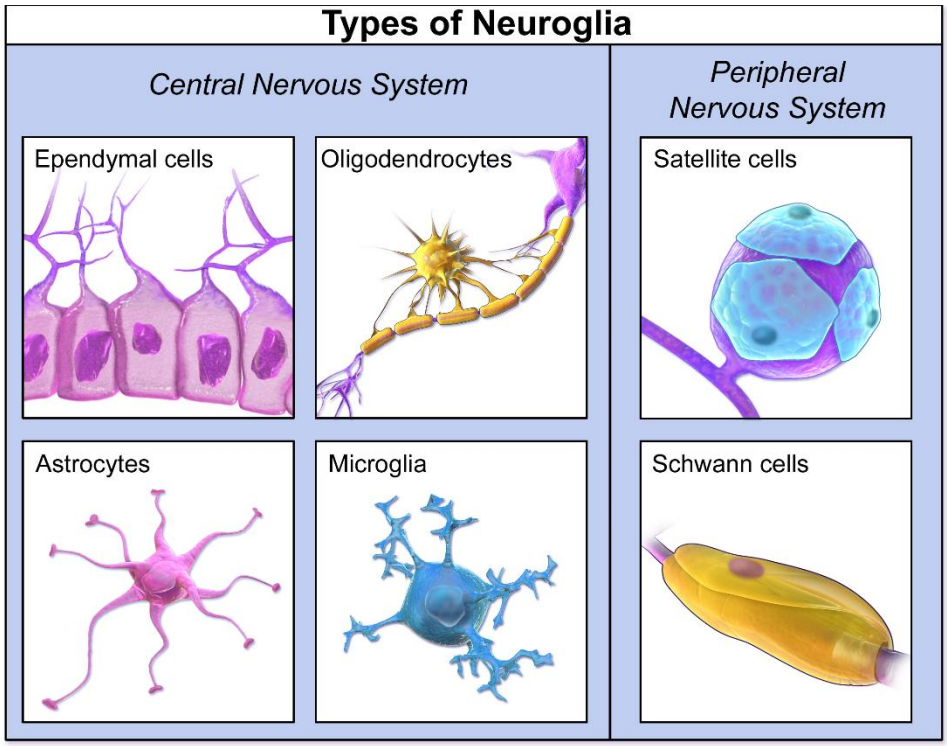
เป็นเซลล์ประสาทสั่งการที่ทำหน้าที่นำสัญญาณประสาทจากระบบประสาทส่วนกลางไปควบคุมอวัยวะเป้าหมาย เช่น กล้ามเนื้อ ต่อมต่าง ๆ และอวัยวะภายใน

2.3 Interneuron **หรือ** association neuron

เป็นเซลล์ประสาทประสานงานที่ทำหน้าที่รับหรือส่งต่อสัญญาณประสาทระหว่างเซลล์ประสาทในระบบประสาทส่วนกาง โดยรับสัญญาณประสาทจาก sensory neuron แล้วส่งต่อไปยง sensory neuron ตัวอื่น หรือ motor neuron ก็ได้

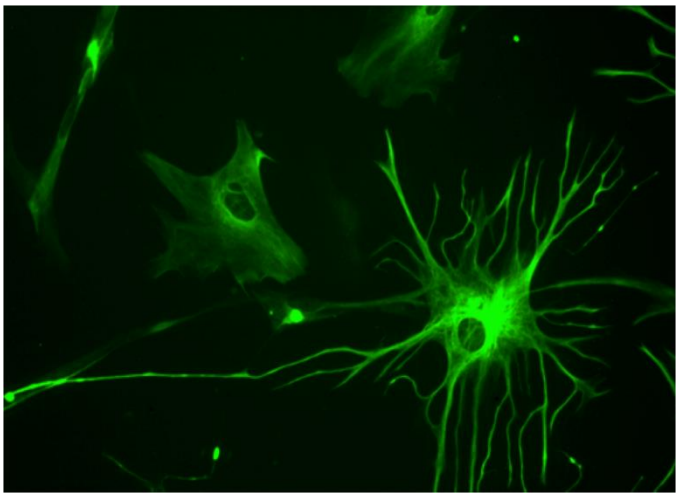


<u>เซลล์ค้ำจุน</u> (supporting cells **หรือ** accessory cells)



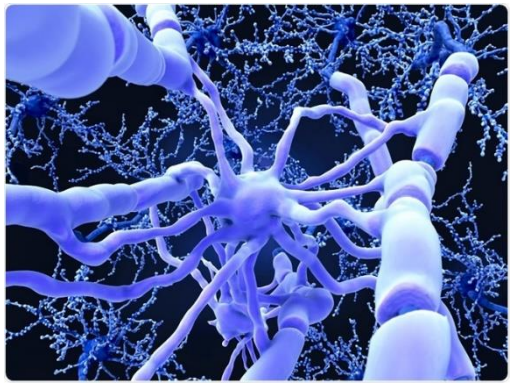
เซลล์ค้ำจุน เป็นเซลล์ที่ขนาดเล็กกว่าเซลล์ประสาท ทำหน้าที่ค้ำจุน และป้องกันอันตรายต่อเซลล์ประสาท <u>ในระบบประสาทส่วนกลาง เรียกว่า glia cell หรือ neuroglia</u> เซลล์ค้ำจุนเหล่านี้ ได้แก่

1. Astrocyte

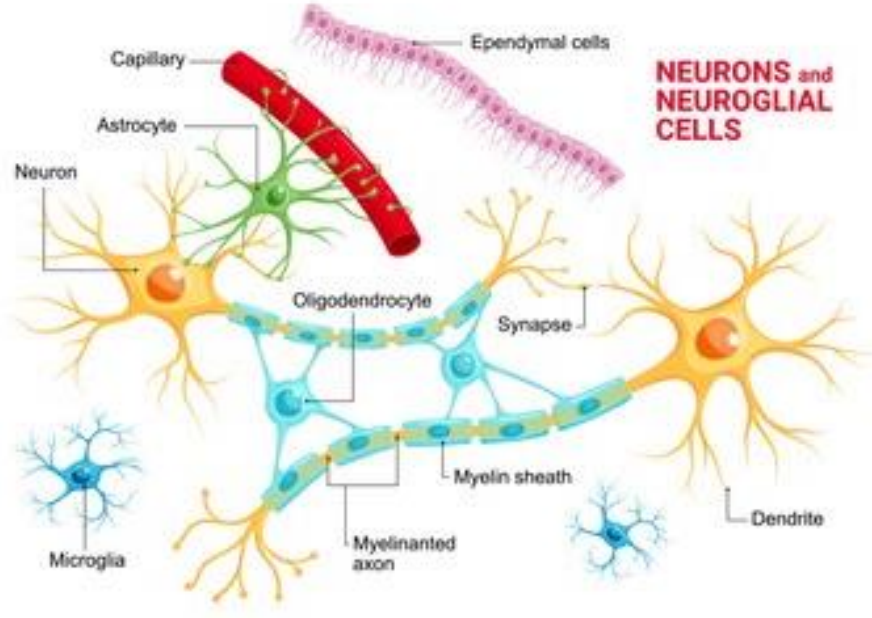


เป็น supporting cells ที่พบในระบบประสาทส่วนกลางที่มีรูปร่างคล้ายดาว มีแขนงหลายอัน astrocyte จะมี foot process เกาะเกี่ยวกับหลอดเลือดฝอยของสมองเพื่อเป็นส่วนหนึ่งของตัวกั้นเนื้อเยื่อสมองกับเลือด (blood brain barrier) ซึ่งมีหน้าที่ป้องกันสารบางอย่างไม่ให้เข้าสู่เนื้อเยื่อสมอง และยังเกี่ยวข้องกับการบาดเจ็บของระบบประสาท โดยเป็นเซลล์ที่ช่วยในการปิดช่องว่าง และซ่อมแซมบาดแผลที่เกิดจากการบาดเจ็บของเนื้อเยื่อสมอง

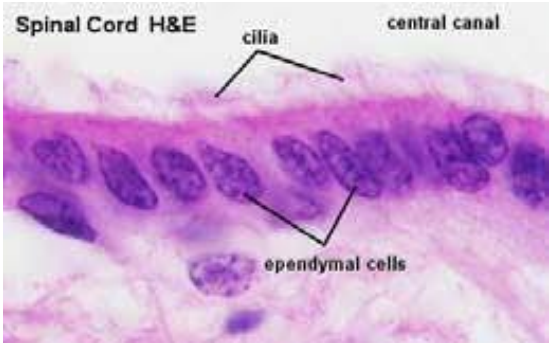
2. Oligodendrocyte



เป็น supporting cells ที่พบในระบบประสาทส่วนกลาง เป็นเซลล์ที่มีขนาดเล็ก มีแขนงน้อย ทำหน้าที่สร้าง myelin sheath หุ้ม axon ของเซลล์ประสาทที่อยู่ในระบบประสาทส่วนกลาง โดยที่ oligodendrocyte 1 ตัว สามารถสร้าง myelin sheath ห่อหุ้ม axon ได้มากกว่า 1 axon แต่ 1 แขนง จะสร้าง myelin sheath ได้เพียง 1 segment เท่านั้น



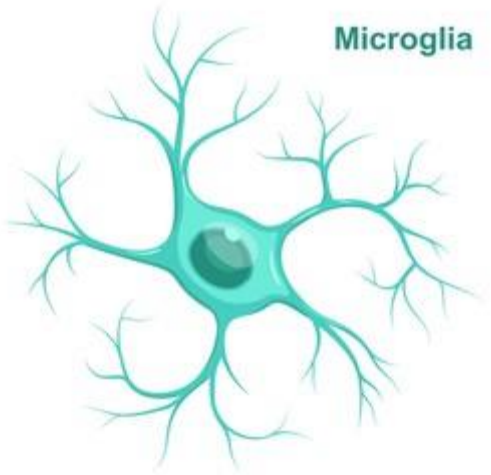
3. Ependymal cell

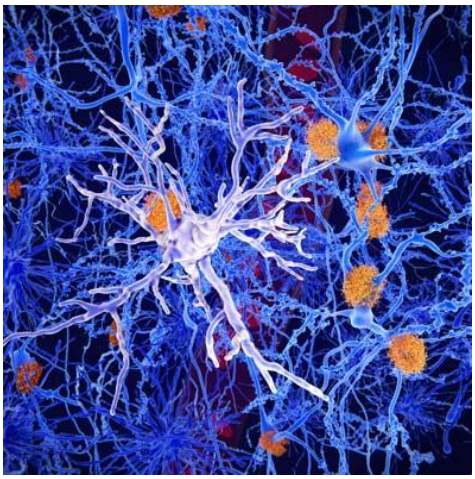


เป็น supporting cells ที่พบในระบบประสาทส่วนกลาง ที่มีรูปร่างเป็น cuboidal epithelial cell โดยพบบุอยู่รอบ ๆ ช่องในสมอง (ventricle) และ central canal ของไขสันหลัง และมีหน้าที่เกี่ยวข้องกับการสร้างน้ำหล่อเลี้ยงสมอง และไขสันหลัง (cerebrospinal fluid : CSF)

4. Microglia

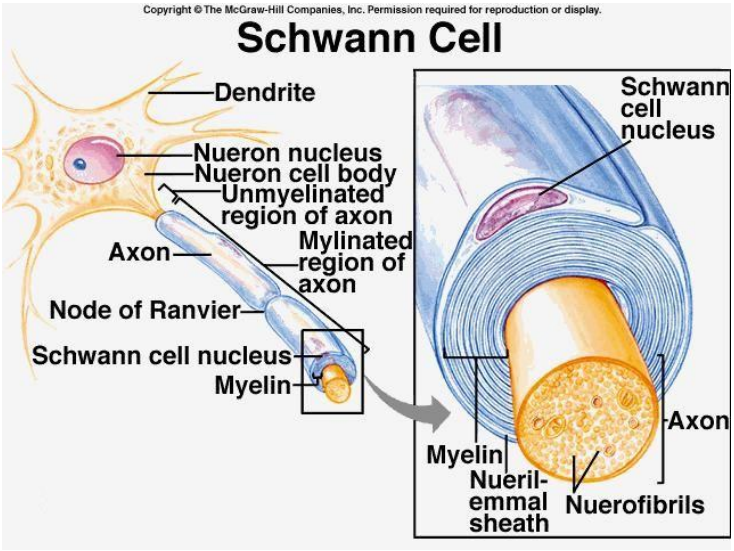
เป็น supporting cells ที่พบในระบบประสาทส่วนกลางที่มีขนาดเล็กที่สุด พบทั่วไปในเนื้อสมอง เป็นเซลล์ที่เจริญมาจาก macrophage ทำหน้าที่ดักจับกินสิ่งแปลกปลอม และเชื้อโรค หรือ เซลล์ประสาทที่ตายแล้ว



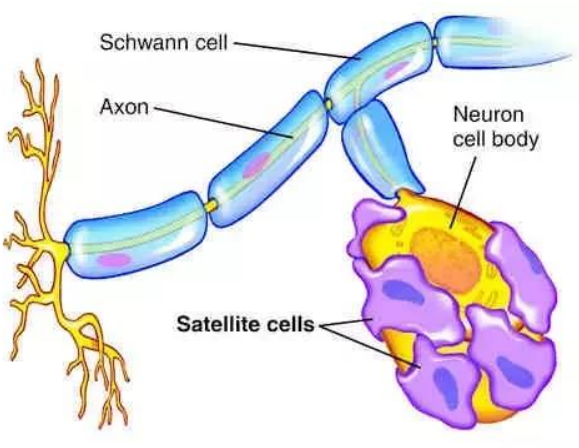


5. Schwann cell

เป็น supporting cells ที่พบในระบบประสาทส่วนปลาย ทำหน้าที่สร้าง myelin sheath (ปลอกประสาท)โดย Schwann cell แต่ละตัวจะพันรอบ axon เป็นช่วง ๆ จึงทำให้เกิดช่องว่างที่เรียกว่า node of Ranvier ที่พบในเส้นใยประสาทชนิด myelinated nerve fiber



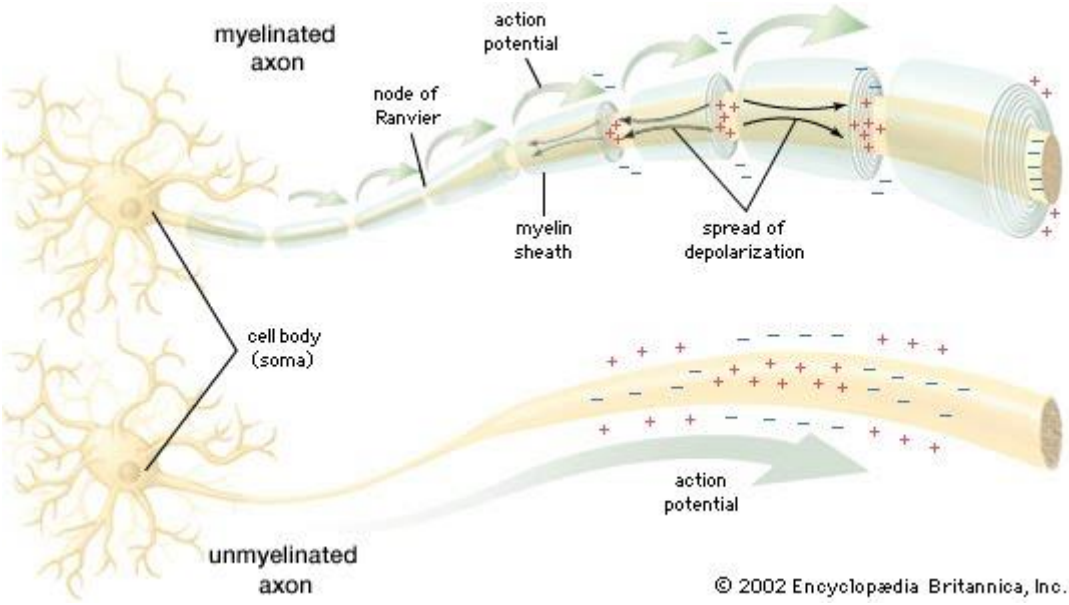
6. **Satellite cell** เป็นเซลล์ขนาดเล็กที่เกาะอยู่ที่ผิวของเซลล์ประสาทในระบบประสาทส่วนปลายซึ่งทำหน้าที่ช่วยปรับสภาพองค์ประกอบทางเคมีภายนอกเซลล์



จะเห็นได้ว่าเซลล์ค้ำจุนนั้นทำหน้าที่คลายเนื้อเยื่อเกี่ยวพันโดยแทรกอยู่ระหว่างเซลล์ประสาท ทำหน้าที่เป็นโครงสร้าง นำอาหารและออกซิเจนมาเลี้ยงเซลล์ประสาท ขจัดของเสียรวมทั้งเชื้อโรค เศษชิ้นส่วนเซลล์ต่าง ๆ สร้าง myelin sheath หุ้ม axon เซลล์ประสาทนั้นเมื่อแบ่งตัวเสร็จแล้วจะไม่มีการงอกใหม่อีก แต่เซลล์ค้ำจุนจะสามารถเจริญต่อไปได้อีก ดังนั้นจึงเป็นต้นเหตุของการเกิดเนื้องอกในสมอง (brain tumor)

เส้นใยประสาท (nerve fibers)

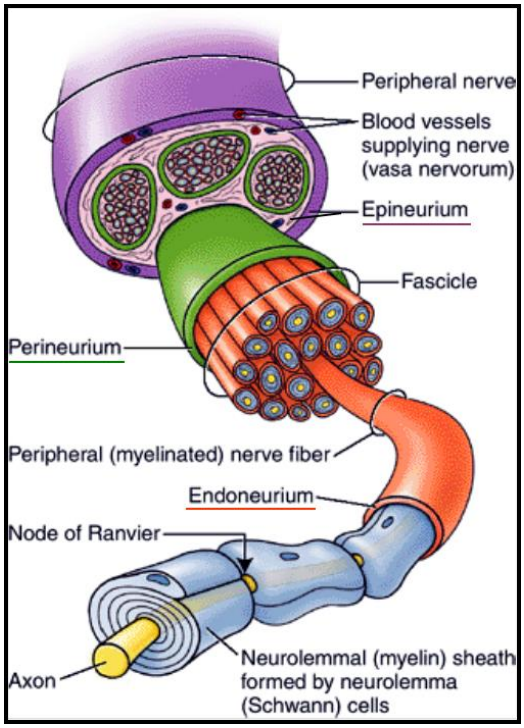
เส้นใยประสาท คือ axon ของเซลล์ประสาทนั่นเอง กลุ่มของ nerve fibers ที่พบในร่างกายมีอยู่ 2 ชนิด คือ ชนิดที่มี myelin sheath หุ้ม (myelinated nerve fibers) และชนิดที่ไม่มี myelin sheath หุ้ม (non-myelinated nerve fibers)



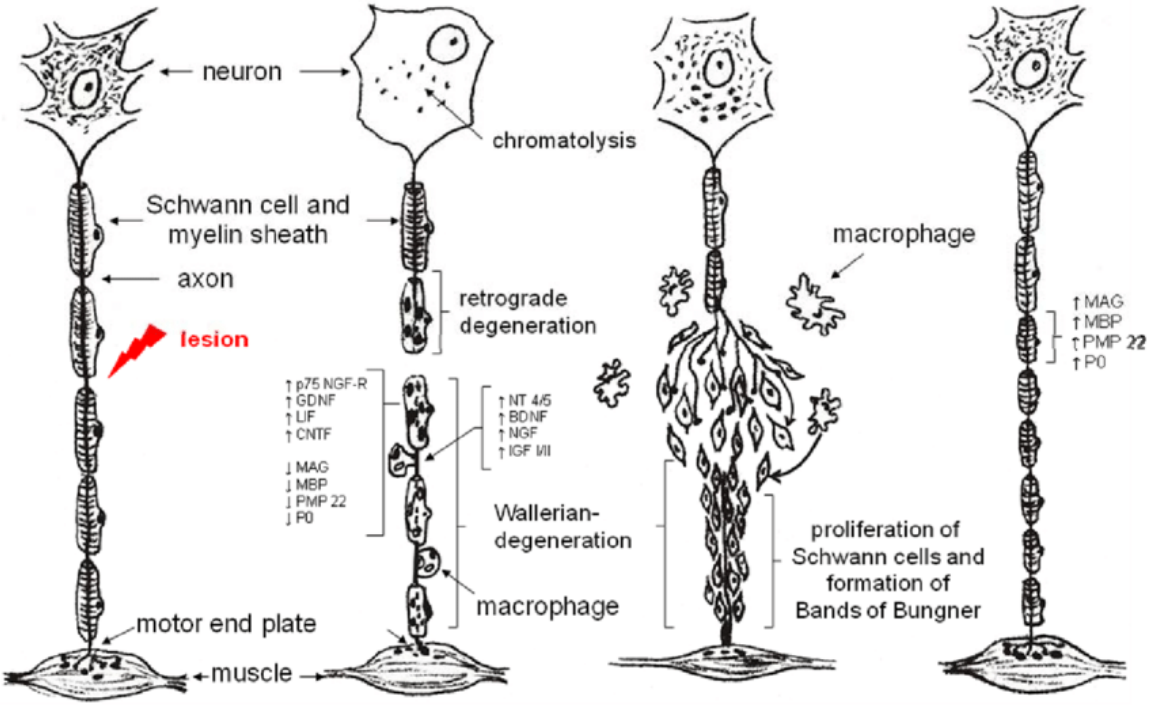
1. myelinated nerve fibers เป็น axon ของเซลล์ประสาทที่มี myelin sheath หุ้ม โดยในระบบประสาทส่วนกลาง myelin sheath จะสร้างมาจาก oligodendrocyte ส่วนในระบบประสาทส่วนปลาย myelin sheath จะสร้างโดย Schwann cell เมื่อย้อมและดูด้วยกล้องจุลทรรศน์จะเห็นรอบ ๆ axon ติดสีจาง ๆ และมีชั้นของ myelin sheath สีดำห่อหุ้มอยู่ การนำสัญญาณประสาทของ myelinated nerve fibers จะเร็วกว่า non – myelinated nerve fibers
2. non - myelinated nerve fibers เป็น nerve fibers ที่ Schwann cell เพียงแต่ยื่นมาหุ้ม axon เท่านั้น ไม่ได้พันรอบเป็นชั้น ๆ โดยส่วนใหญ่จะหุ้ม nerve fibers เส้นเล็ก ๆ และ Schwann cell 1 เซลล์ สามารถหุ้ม nerve fibers ได้หลายเส้น

เส้นประสาท (nerve)

เส้นประสาท คือ กลุ่มของ nerve fibers ในระบบประสาทส่วนปลาย (PNS) ที่ยึดรวมกันเป็นมัดด้วย connective tissue โดย connective tissue ที่หุ้มแต่ละ neve fiber เรียกว่า endoneurium และ nerve fibers หลาย ๆ อันที่รวมกันเป็น nerve bundle (fascicle) จะมี connective tissue ที่หุ้มเรียกว่า perineurium และหลาย ๆ nerve bundles รวมกันโดยมี connective tissue ที่เรียกว่า epineurium หุ้ม ซึ่งก็คือ เส้นประสาท

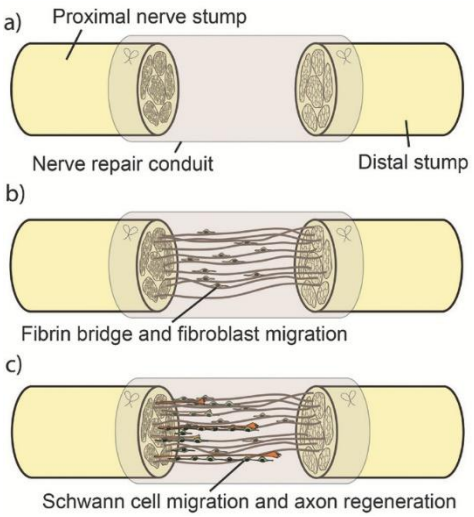


การสูญเสียหน้าที่ และการบาดเจ็บต่อเส้นประสาท อาจเกิดจากการถูกกด การฉีกขาดต่อเส้นประสาท ซึ่งก็คือการบาดเจ็บต่อ nerve fibers หรือ axon ของเซลล์ประสาทนั่นเอง เมื่อเกิดการบาดเจ็บต่อเส้นประสาท ในระดับที่มีการทำลาย axon ของเซลล์ประสาท จะเกิดกระบวนการที่เรียกว่า nerve degeneration เมื่อมีการบาดเจ็บต่อเส้นประสาทก็จะส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงต่อตัวเซลล์ประสาท (cell body) และการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับ axon เหนือต่อจุดที่บาดเจ็บ เรียกว่า retrograde degeneration จะทำให้ส่วนที่เป็น axon และ myelin sheath เกิดการเสื่อมสลายและแตกออกเป็นชิ้นๆ คงเหลือไว้แต่ส่วนที่เป็นปลอกหุ้ม axon ที่เรียกว่า neurolemma sheath ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของ Schwann cell



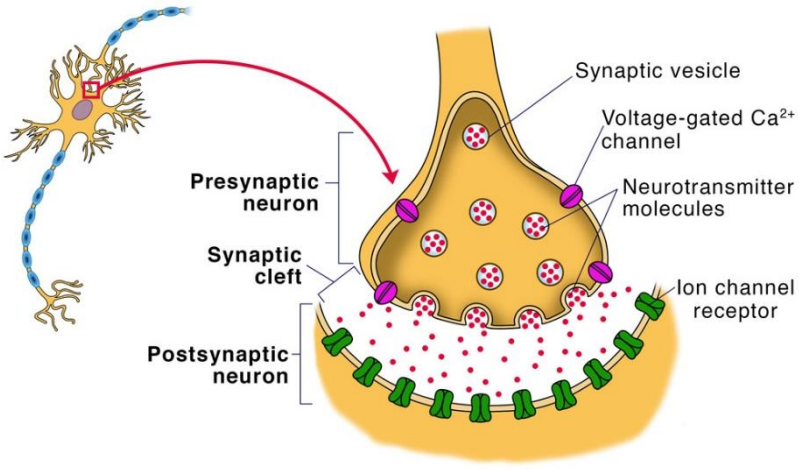
การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับตัวเซลล์ คือ ทำให้มีการบวม (edema) และเกิดการเคลื่อนของ nucleus ออกไปอยู่ที่ขอบของเซลล์ มีการสลายของ organelle บางชนิด ส่วนการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นต่อส่วนที่อยู่ล่างต่อจุดที่บาดเจ็บ เรียกว่า anterograde degeneration หรือ Wallerian degeneration ก็จะมีผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของ axon คล้ายกับ retrograde degeneration ร่วมกับมีอวัยวะ หรือ target organs ที่เส้นประสาทนั้นไปเลี้ยงก็จะสูญเสียหน้าที่ และเกิดการฝ่อลีบ (atrophy) ตามมา

Nerve regeneration คือ การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นเพื่อการซ่อมแซมเส้นประสาทที่ได้รับการบาดเจ็บ ในปัจจุบันทางการแพทย์สามารถช่วยให้เกิดการซ่อมแซมเส้นประสาทที่บาดเจ็บได้เฉพาะในส่วนที่เป็นระบบประสาทส่วนปลาย (PNS) เท่านั้น เช่น การซ่อมแซม หรือ ต่อเส้นประสาทไขสันหลัง หลังเกิดการบาดเจ็บ หรือฉีกขาด แต่การรักษานั้นต้องทำหลังการบาดเจ็บให้เร็วที่สุด เพราะถ้าเกิดการบาดเจ็บต่อเส้นประสาทแล้ว 3 สัปดาห์ จะเกิด muscle atrophy ถ้าหลัง 3 เดือน จะเกิด fibrosis กับเส้นประสาทซึ่งยากต่อการซ่อมแซม ถ้าหลัง 3 ปี มักจะเกิดการเสื่อมสลายที่สมบูรณ์ของเส้นประสาท แล้วทำให้ซ่อมแซมไม่ได้ ส่วนการเกิด nerve regeneration ในระบบประสาทส่วนกลาง (CNS) ในปัจจุบันนี้ยังมีข้อจำกัดมากมาย และกำลังอยู่ในระหว่างการศึกษาวิจัย



จุดประสาน (Synapse)

Synapse (ภาษากรีก แปลว่า จับ เกี่ยว ประสาน) หมายถึง บริเวณที่มีการถ่ายทอดสัญญาณประสาทระหว่างเซลล์ประสาทแบเซลล์ประสาท หรือ อวัยวะปฏิบัติการ (effector organs) อื่น ๆ เช่น เซลล์กล้ามเนื้อ เซลล์ต่อมต่าง ๆ เป็นต้น



ส่วนประกอบของจุดประสานประกอบด้วย 3 ส่วน ดังนี้

1. **Presynaptic membrane**

   เป็นผิวสัมผัสที่อยู่ส่วนปลายของ axon ที่มีลักษณะโป่งออกเป็นกระเปาะ เรียกว่า terminal bouton หรือ synaptic knob บริเวณนี้จะพบไมโตคอนเดรียอยู่เป็นจำนวนมาก และมีถุง (synaptic vesicle) ซึ่งบรรจุสารสื่อประสาท (neurotransmitter) อยู่ภายใน

2. **Postsynaptic membrane**

   เป็น membrane ของเซลล์ประสาทอีกตัวหนึ่ง หรือเซลล์กล้ามเนื้อ บริเวณนี้จะมีโปรตีนซึ่งทำหน้าที่เป็นตัวรับ (receptor) สารสื่อประสาทที่หลั่งออกจาก presynaptic membrane

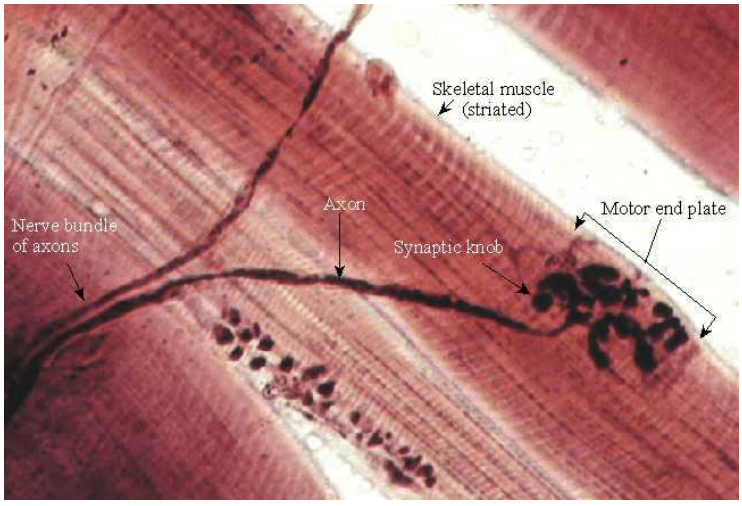
3. **Synaptic cleft**

   เป็นช่องว่างอยู่ระหว่าง presynaptic membrane กับ postsynaptic membrane

ปลายประสาท (nerve ending)

คือ ส่วนปลายของเส้นใยประสาทที่สัมพันธ์กับโครงสร้างหรืออวัยวะอื่น ๆ แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

1. **Motor nerve ending** เป็นปลายประสาทของ motor nerve fibers ที่ถ่ายทอดสัญญาณประสาทให้กับ effector organs เช่น เซลล์กล้ามเนื้อ เซลล์ต่อมต่าง ๆ สำหรับปลายประสาทที่ถ่ายทอดสัญญาณประสาทกับเซลล์กล้ามเนื้อ จะเรียกว่า motor end plate หรือ neuromuscular junction ซึ่งมีลักษณะโครงสร้างเช่นเดียวกับ synapse

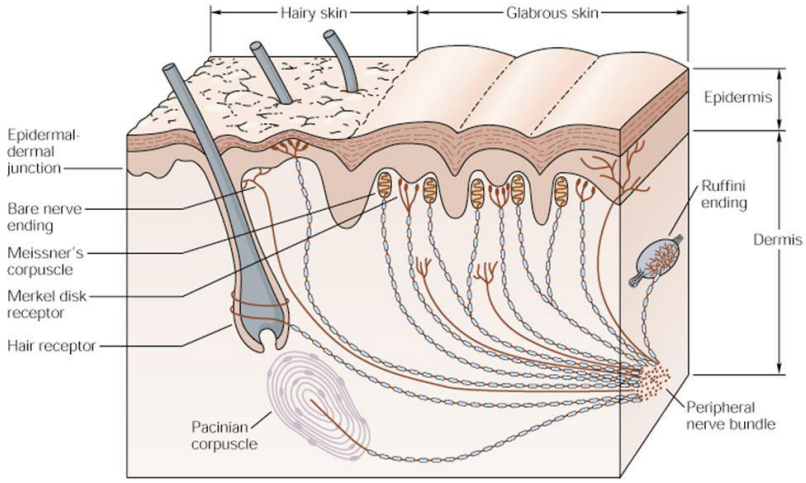


2. **Sensory nerve ending** เป็นปลายประสาทของ sensory nerve fibers ที่สามารถถ่ายทอดแปรเปลี่ยนพลังงานรูปแบบต่าง ๆ ที่มากระตุ้นปลายประสาทให้เป็นสัญญาณประสาทเพื่อนำเข้าสู่ระบบประสาทส่วนกลางเพื่อส่งไปแปลผลเป็นการรับรู้ที่สมองต่อไป ตัวอย่างของ sensory nerve ending ได้แก่

2.1. Free nerve ending

เป็นปลายประสาทที่ทำหน้าที่รับความรู้สึกเจ็บปวด พบได้ทั่วไปตามผิวหนังเนื้อเยื่อในร่างกายบริเวณต่าง ๆ ที่สามารถรับความรู้สึกเจ็บปวดได้

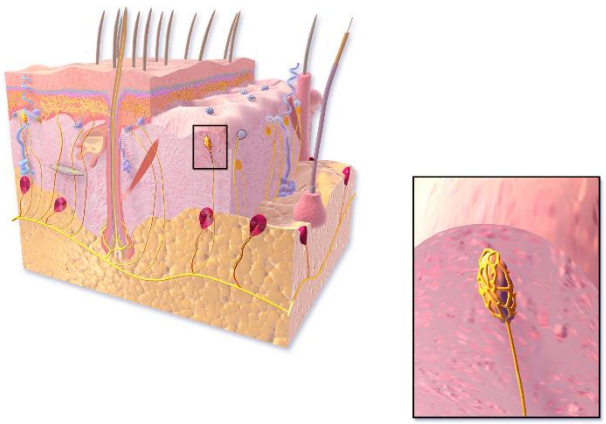
Pain and temperature sensed by free nerve endings



2.2. Meissner's corpuscle

ทำหน้าที่รับความรู้สึกสัมผัสละเอียด (fine touch) พบแทรกอยู่ในชั้น dermal papilla ของผิวหนัง

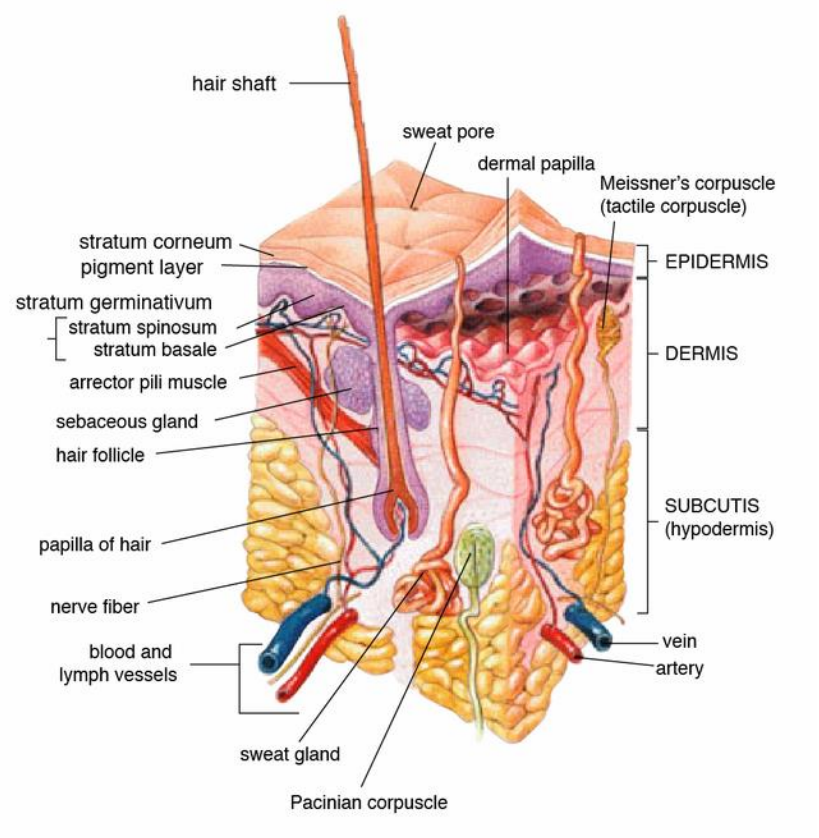
Meissner's corpuscle, Tactile corpuscle เป็นปลายประสาทรับแรงกลชนิดหนึ่งที่ผิวหนังซึ่งไวสัมผัสแบบเบา ๆ โดยเฉพาะก็คือ ไวสูงสุดเมื่อรับรู้แรงสั่นระหว่าง 2-50 เฮิรตซ์ เป็นตัวรับความรู้สึกที่ปรับตัวอย่างรวดเร็ว โดยหนาแน่นมากสุดที่ปลายนิ้วมือ



Tactile Corpuscle
(Meissner's Corpuscle)

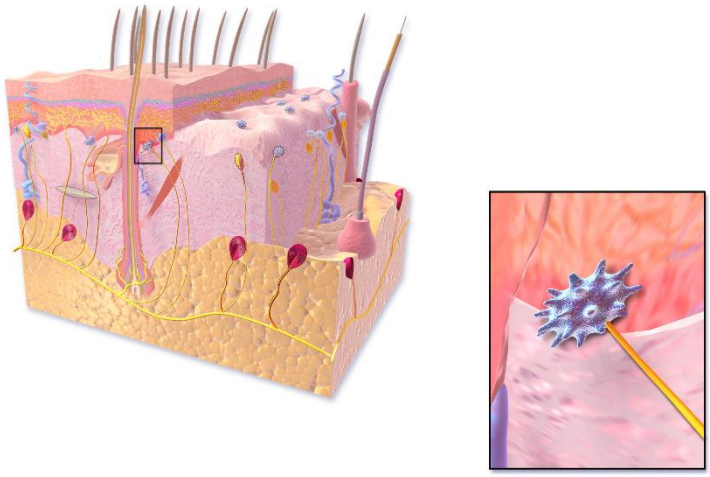
2.3. Pacinian corpuscle

ทำหน้าที่รับความรู้สึกกด สั่นสะเทือน และความรู้สึกสัมผัสอย่างหยาบ พบในชั้น dermis และ subcutaneous tissue ของผิวหนัง



2.4. Merkel's disk

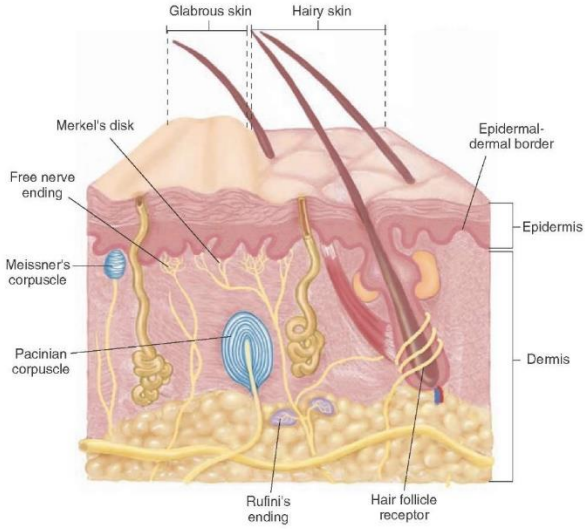
เป็น receptor พบที่ผิวหนังทำหน้าที่รับความรู้สึกสัมผัส



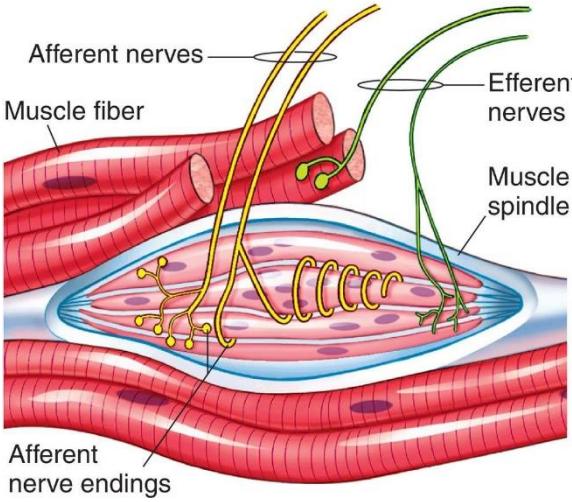
Merkel Cell
(Tactile Disc)

2.5. **Peritrichial ending** หรือ hair follicle receptor

เป็น receptor ที่พบพันอยู่รอบ ๆ hair follicle ทำหน้าที่รับความรู้สึกสัมผัส



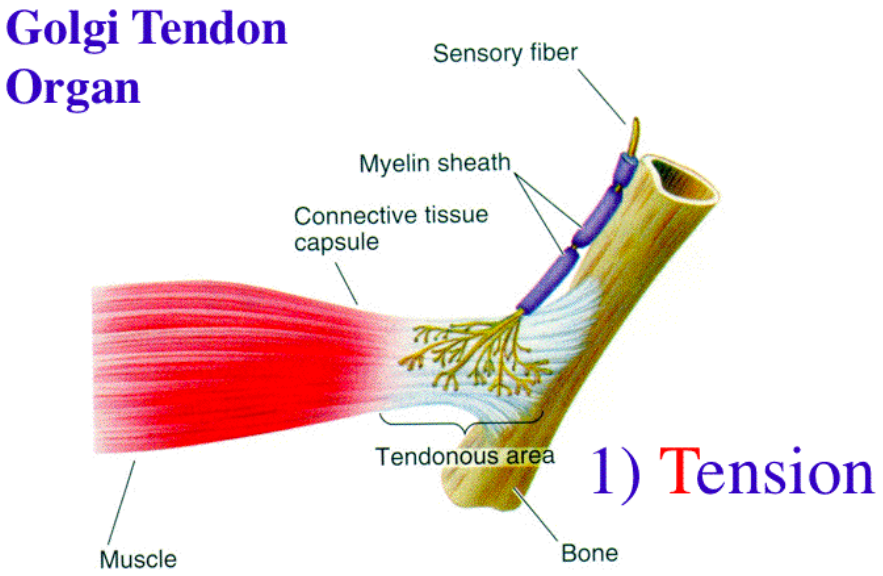
2.6. **Neuromuscular spindle** หรือ muscle spindle



เป็น receptor ที่พบในกล้ามเนื้อลาย มีรูปร่างคล้ายกระสวย เป็นปลายประสาทรับการยืด (stretch receptor) หุ้มแคปซูลรูปกระสวยตรงกลางของกล้ามเนื้อ มีหน้าที่ตรวจจับความยาวและความเปลี่ยนแปลงความยาวของกล้ามเนื้อ แล้วส่งข้อมูลไปยังระบบประสาทกลางผ่านเส้นใยประสาทนำเข้า (afferent nerve fiber) สมองจะแปลผลข้อมูลโดยเป็นส่วนของการรับรู้อากัปกิริยา (proprioception) เพื่อให้รู้ตำแหน่งต่าง ๆ ของร่างกายโดยเปรียบเทียบ การตอบสนองของกระสวยกล้ามเนื้อต่อความเปลี่ยนแปลงความยาวทำให้ระบบประสาทกลางสามารถควบคุมความตึงของกล้ามเนื้อ (tone) รักษาท่าทาง ประสานการเคลื่อนไหว และควบคุมรีเฟล็กซ์ต่าง ๆ เช่น ก่อรีเฟล็กซ์คือ stretch reflex เพื่อขัดขวางการยืดกล้ามเนื้อ หรือก่อรีเฟล็กซ์ที่ทำให้สามารถรักษาดุลของร่างกายไว้ได้ กระสวยกล้ามเนื้อมีองค์ประกอบของทั้งประสาทรับความรู้สึกและประสาทสั่งการ และพบในกล้ามเนื้อโครงร่างเกือบทั้งหมดโดยยกเว้นไม่กี่มัดเท่านั้น

2.7. **Neurotendinous spindle** (golgi tendon organ)

Golgi tendon organ (GTO) เป็นอวัยวะรับความรู้สึกที่ปรับตัวอย่างช้า ๆ ของระบบรับรู้อากัปกิริยาที่รับรู้ความตึง/แรงของกล้ามเนื้อ มันเป็นโครงสร้างหุ้มแคปซูลยาวประมาณ 1 มม. มีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 0.1 มม. อยู่ระหว่างเส้นใยกล้ามเนื้อโครงร่างกับเอ็นโดยต่อเป็นอนุกรมกับเส้นใยกล้ามเนื้อหลายเส้น (10-20 เส้น) แคปซูลแต่ละอันมีใยคอลลาเจนพันเป็นเกลียวหลายชุดโดยมีปลายประสาทรับความรู้สึกพันสานอยู่ในระหว่าง ๆ นอกจากจะเป็นตัวส่งข้อมูลเกี่ยวกับความตึงของกล้ามเนื้ออย่างแม่นยำแล้ว มันยังเป็นปลายประสาทรับความรู้สึกที่ก่อ Golgi tendon reflex ซึ่งคลายกล้ามเนื้อเมื่อออกแรงมากจนถึงอาจทำอันตรายแก่กล้ามเนื้อ วิถีประสาทของมันช่วยควบคุมกำลังกล้ามเนื้อเหมือนกับที่ stretch reflex ช่วยควบคุมความยาวกล้ามเนื้อ รวมทั้งช่วยให้ได้แรงกล้ามเนื้อที่สม่ำเสมอและได้มุมข้อต่อที่มีเสถียรภาพซึ่งแก้ปัญหาต่าง ๆ ที่มีผลลดกำลังกล้ามเนื้อ (เช่น ความล้า) เพราะวิถีประสาทของมันได้รับข้อมูลจากตัวรับความรู้สึกอื่น ๆ คือ muscle spindle และตัวรับความรู้สึกที่หนังเป็นต้น ข้อมูลเหล่านี้จึงอาจช่วยให้ร่างกายควบคุมการออกแรงได้อย่างละเอียดเช่นการจับของเบา ๆ อีกด้วย และเพราะมันส่งกระแสประสาทไปยังเซลล์ประสาทสั่งการของกล้ามเนื้อซึ่งออกแรงที่ข้อต่อต่าง ๆ ของอวัยวะ มันจึงเป็นส่วนของเครือข่ายประสาทที่ควบคุมการเคลื่อนไหวอวัยวะหนึ่ง ๆ ทั้งอวัยวะ



สรุป บทที่ 6 ระบบประสาท ตอนที่ 1 จุลกายวิภาคศาสตร์

ระบบประสาท แบ่งได้เป็น

1. **ระบบประสาทกลาง** (central nervous system, CNS) ได้แก่

- สมอง (brain)
- ไขสันหลัง (spinal cord)

2. **ระบบประสาทส่วนปลาย** (peripheral nervous system, PNS) ได้แก่

- เส้นประสาทสมอง 12 คู่
- เส้นประสาทไขสันหลัง 31 คู่
- ระบบประสาทอัตโนมัติ (autonomic nervous system, ANS)

การแบ่งระบบประสาทตามหน้าที่การทำงาน สามารถแบ่งออกเป็น

- voluntary system
- involuntary system

หน้าที่ของระบบประสาท

1. รับความรู้สึก (sensory function)
2. การตอบสนอง (response)
3. เกี่ยวข้องกับการแสดงบุคลิกภาพของแต่ละบุคคล สติปัญญา การเรียนรู้ การจดจำ ตลอดจนพฤติกรรมที่ซับซ้อนต่าง ๆ

เนื้อเยื่อประสาท (nervous tissue) ประกอบด้วย เซลล์ประสาท และเซลล์ค้ำจุน

1. **เซลล์ประสาท (nerve cells หรือ neurons)**
   - Cell body
   - Cellular process (แขนง)

     Dendrites

     Axon

การจำแนกชนิดของเซลล์ประสาท (classification of neurons)

1. **จำแนกตามจำนวน process**
   1.1 Unipolar neuron (sensory neuron)
   1.2 Bipolar neuron (interneuron)
   1.3 Multipolar neuron (motor neuron)

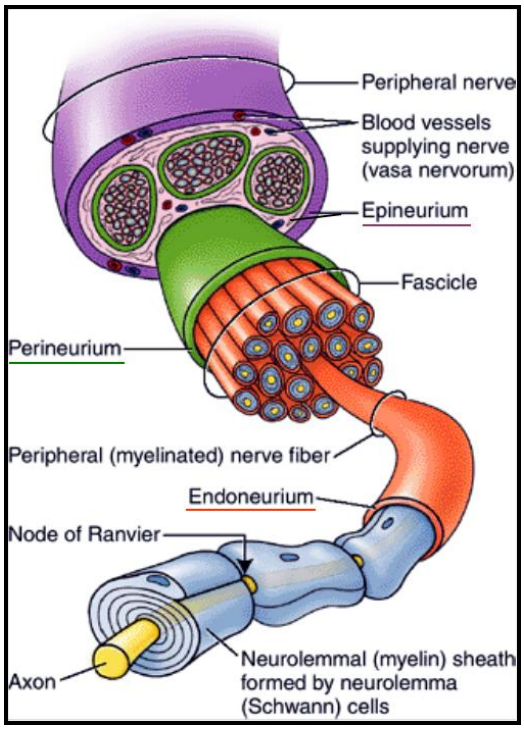
2. **จำแนกตามหน้าที่การทำงานของเซลล์ประสาท**
   2.1 Sensory neuron หรือ afferent neuron
   2.2 Motor neuron หรือ efferent neuron
   2.3 Interneuron หรือ association neuron

2. **เซลล์ค้ำจุน (supporting หรือ glia cells)**
   2.1 Astrocyte มีหน้าที่ป้องกันสารบางอย่างไม่ให้เข้าสู่เนื้อเยื่อสมอง และยังเกี่ยวข้องกับการบาดเจ็บของระบบประสาท
   2.2 Oligodendrocyte สร้าง myelin sheath หุ้ม axon ของเซลล์ประสาทที่อยู่ในระบบประสาทส่วนกลาง
   2.3 Ependymal cell มีหน้าที่เกี่ยวข้องกับการสร้างน้ำหล่อเลี้ยงสมอง และไขสันหลัง
   2.4 Microglia ทำหน้าที่ดักจับกินสิ่งแปลกปลอม และเชื้อโรค หรือ เซลล์ประสาทที่ตายแล้ว
   2.5 Schwann cell ทำหน้าที่สร้าง myelin sheath (ปลอกประสาท) ในระบบประสาทส่วนปลาย
   2.6 Satellite cell ทำหน้าที่ช่วยปรับสภาพองค์ประกอบทางเคมีภายนอกเซลล์

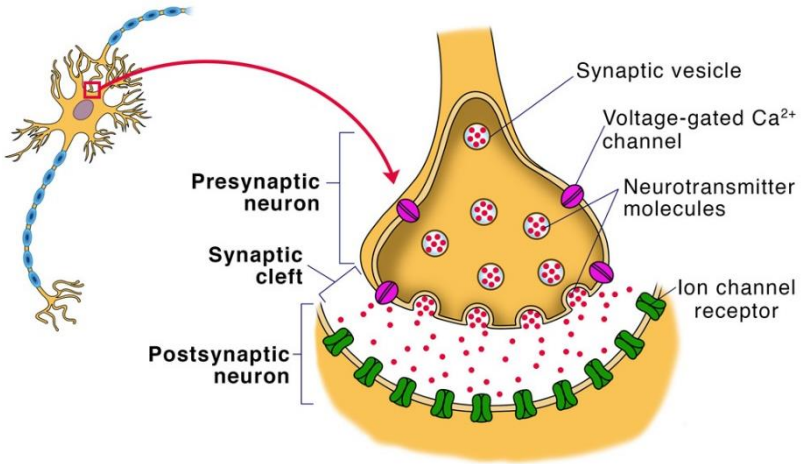
เส้นใยประสาท (nerve fibers)

1. myelinated nerve fibers
2. non - myelinated nerve fibers

เส้นประสาท (nerve)



จุดประสาน (Synapse)



ปลายประสาท (nerve ending)

1. Motor nerve ending
2. Sensory nerve ending
   - 2.1 Free nerve ending ทำหน้าที่รับความรู้สึกเจ็บปวด พบได้ทั่วไปตามผิวหนัง
   - 2.2 Meissner's corpuscle ทำหน้าที่รับความรู้สึกสัมผัสละเอียด (fine touch) พบแทรกอยู่ในชั้น dermal papilla ของผิวหนัง
   - 2.3 Pacinian corpuscle ทำหน้าที่รับความรู้สึกกด สั่นสะเทือน และความรู้สึกสัมผัสอย่างหยาบ พบในชั้น dermis และ subcutaneous tissue ของผิวหนัง
   - 2.4 Merkel's disk พบที่ผิวหนังทำหน้าที่รับความรู้สึกสัมผัส
   - 2.5 Peritrichial ending หรือ hair follicle receptor เป็น receptor ที่พบพันอยู่รอบ ๆ hair follicle ทำหน้าที่รับความรู้สึกสัมผัส
   - 2.6 Neuromuscular spindle หรือ muscle spindle เป็น receptor ที่พบในกล้ามเนื้อลาย มีรูปร่างคล้ายกระสวย เป็นปลายประสาทรับการยืด
   - 2.7 Neurotendinous spindle (golgi tendon organ) เป็น receptor ที่พบในเอ็นกล้ามเนื้อลาย เป็นปลายประสาทรับความตึง