3-4

บทที่ 2
ร่างกายและจิตใจ
(Body and Mind)

รองศาสตราจารย์ ร้อยโท ฐิรชัย หงษ์ยันตรชัย

โครงร่างเนื้อหา

1. ความสำคัญของระบบสรีระของร่างกายที่มีต่อพฤติกรรมของมนุษย์
2. ระบบประสาท
   - 2.1 วิธีการศึกษาระบบประสาทของนักวิทยาศาสตร์
   - 2.2 เซลล์ประสาท
     - 2.2.1 โครงสร้างของเซลล์ประสาท
     - 2.2.2 การทำงานของเซลล์ประสาท
     - 2.2.3 สารสื่อประสาท
   - 2.3 โครงสร้างระบบประสาท
     - 2.3.1 ระบบประสาทส่วนกลาง
       - 2.3.1.1 สมอง
       - 2.3.1.2 ไขสันหลัง
     - 2.3.2 ระบบประสาทส่วนปลาย
       - 2.3.2.1 ระบบประสาทโซมาติก
       - 2.3.2.2 ระบบประสาทออโตโนมิก
3. กล้ามเนื้อ
4. ฮอร์โมน
5. การประยุกต์ความรู้กับชีวิตประจำวัน

สาระสำคัญ

1. พฤติกรรมมีความเกี่ยวข้องกับระบบสรีระของร่างกายอย่างมาก ดังนั้น การที่จะเรียนรู้เรื่องจิตวิทยาผู้เรียนจึงต้องมีความรู้ความเข้าใจพื้นฐานในเรื่องของร่างกาย ระบบประสาท สมอง กล้ามเนื้อและฮอร์โมน

2. ระบบประสาท แบ่งได้ 2 ส่วน คือ ระบบประสาทส่วนกลาง ซึ่งประกอบด้วยสมองและไขสันหลัง กับระบบประสาทส่วนปลายซึ่งประกอบด้วยระบบประสาทโซมาติก และระบบประสาทออโตโนมิก

3. กล้ามเนื้อเป็นส่วนสำคัญที่ทำให้มนุษย์แสดงพฤติกรรมออกมาได้ กล้ามเนื้อที่สำคัญ 3 ชนิด คือ กล้ามเนื้อลาย กล้ามเนื้อเรียบ และกล้ามเนื้อหัวใจ

4. ฮอร์โมน คือ สารเคมีที่ทำหน้าที่ส่งข้อมูลข่าวสารที่สร้างขึ้นจากกลุ่มเซลล์ในต่อมไร้ท่อ ทำหน้าที่ควบคุมกระบวนการต่างๆในร่างกาย ตัวอย่างต่อมไร้ท่อและฮอร์โมนที่มีผลต่อพฤติกรรมมนุษย์ค่อนข้างมาก เช่น ต่อมใต้สมองผลิตโกรธฮอร์โมนและฮอร์โมนที่ควบคุมและกระตุ้นการผลิตฮอร์โมนของต่อมไร้ท่ออื่นๆ ต่อมไทรอยด์ผลิตฮอร์โมนไทรอกซิน ต่อมหมวกไตผลิตฮอร์โมนอะดรีนาลีนและนอร์อะดรีนาลีน ต่อมเพศผลิตฮอร์โมนแอนโดรเจนในเพศชายและเอสโตรเจนในเพศหญิง ต่อมไพเนียลผลิตฮอร์โมนเมลาโทนิน ต่อมสุดท้ายคือต่อมไทมัสผลิตฮอร์โมนไทโมซิน

จุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อศึกษาบทนี้จบแล้ว นักศึกษาสามารถ

1. อธิบายความสำคัญของระบบสรีระร่างกายที่มีต่อพฤติกรรมได้

2. อธิบายโครงสร้างของเซลล์ประสาท การทำงานของเซลล์ประสาทและบทบาทของสารสื่อประสาทได้

3. อธิบายโครงสร้างของระบบประสาท การทำงานของสมอง ไขสันหลัง ระบบประสาทโซมาติกและระบบประสาทออโตโนมิกได้

4. อธิบายเรื่องกล้ามเนื้อและฮอร์โมนได้

1. ความสำคัญของระบบสรีระของร่างกายที่มีต่อพฤติกรรมมนุษย์

พฤติกรรมของมนุษย์มีทั้งที่เป็นพฤติกรรมภายใน เช่น ความคิด ความรู้สึก อารมณ์ ความคิดเห็น ความเชื่อ เจตคติต่อเรื่องต่าง กับพฤติกรรมภายนอก เช่นการพูด การเดิน การวิ่ง การเขียนหนังสือ การวาดภาพ การเล่นกีฬา การร้องเพลง พฤติกรรมเหล่านี้จะเป็นอย่างไรขึ้นอยู่กับองค์ประกอบสำคัญ 2 อย่าง คือ ร่างกายกับสิ่งแวดล้อม การที่มนุษย์สามารถพูดได้ต้องขึ้นกับสมองส่วนที่ควบคุมเรื่องการฟังและการพูด ขึ้นอยู่กับสิ่งแวดล้อมที่มนุษย์เรียนรู้ภาษา มนุษย์ต้องใช้หูฟัง ตาดู สมองคิดและจดจำ เข้าใจภาษาที่ได้ยินและออกเสียงเป็นคำพูดออกมา ต้องเรียนรู้ ต้องฝึกฝนจากพ่อ แม่ ครูและคนรอบข้าง มนุษย์จึงจะสามารถพูดได้ ถ้าคนที่หูหนวก ไม่ได้ยินเสียง หรือกล่องเสียงมีปัญหา หรือสมองส่วนที่เกี่ยวของการพูด สมองส่วนที่เกี่ยวข้องกับการเข้าใจเรื่องภาษาถูกทำลาย เขาจะไม่สามารถพูดได้เลย หรือถ้ามนุษย์เดิบโดขึ้นมาในป่า ไม่มีผู้คน มีแต่สัตว์ป่ารอบตัว เขาจะไม่สามารถพูดภาษาของมนุษย์ได้เช่นกัน การที่คนบางคนมีพฤติกรรมเบี่ยงเบนทางเพศ เกิดมาเป็นเพศชายแต่จิตใจกลับอยากเป็นผู้หญิง อาจจะมีสาเหตุมาจากระบบฮอร์โมนที่ผิดปกติ หรืออาจจะเกิดจากการเลียนแบบคนที่มีพฤติกรรมเบี่ยงเบนทางเพศ บางคนที่มีอารมณ์ดีใจ ครื้นเครง หรือเสียใจ ซึมเศร้า อาจมีผลจากการสารสื่อประสาทในสมองบางตัวทำงานมากเกินไปหรือน้อยเกินไป หรือเกิดจากการที่เขาอยู่ในสิ่งแวดล้อมที่เป็นทุกข์ อยู่ในครอบครัวที่พ่อแม่ทะเลาะเบาะแว้ง ทำร้ายร่างกายกันเป็นประจำ ซึ่งจะทำให้เขามีอารมณ์เศร้าได้เช่นกัน จากตัวอย่างที่กล่าวมาแสดงให้เห็นว่าเรื่องของพฤติกรรมมีความเกี่ยวข้องกับระบบสรีระของร่างกาย ดังนั้นการที่จะเรียนรู้เรื่องจิตวิทยาผู้เรียนจึงต้องมีความรู้ความเข้าใจพื้นฐานในเรื่องของร่างกาย เรื่องของระบบประสาท สมอง กล้ามเนื้อและฮอร์โมนเป็นส่วนประกอบ เพื่อจะได้เข้าพฤติกรรมของคนมนุษย์ได้ดียิ่งขึ้น

2. ระบบประสาท (Nervous System)

2.1 วิธีการศึกษาระบบประสาทของนักวิทยาศาสตร์ ในอดีตนักวิจัยที่ทำการศึกษาทางจิตวิทยาพยายามหลีกเลี่ยงการวิเคราะห์พฤติกรรมคนโดยเชื่อมโยงกับ "สมอง" หรือ "ระบบประสาท" เนื่องจากไม่มีความรู้เกี่ยวกับสมองและระบบประสาทเลย ปัจจุบันแม้จะมีความรู้เรื่องสมองและระบบประสาทมากขึ้นแต่การศึกษาสมองยังคงมีความยากลำบากและดูจะเป็นไปไม่ได้เลยที่จะศึกษาสมองโดยไม่ทำให้เกิดความเสียหายแก่เนื้อสมอง วิธีการศึกษาเรื่องระบบประสาทและสมองของมนุษย์ในปัจจุบันมี 3 วิธี ดังนี้

1. ศึกษาสมองและระบบประสาทจากร่างของมนุษย์ที่เสียชีวิตแล้ว

นักประสาทวิทยาศาสตร์ (Neuroscientist) สามารถศึกษาได้ว่าสมองและระบบประสาทของคนเรามีเนื้อเยื่อแบบไหน มีรูปร่างอย่างไร มีโครงสร้างอย่างไร สรุปคือศึกษาด้าน กายวิภาค (Anatomy) ของสมองแต่ไม่สามารถศึกษาการทำงานของสมองได้ ไม่อาจบอกได้ว่าขณะที่คนเรายังมีชีวิตอยู่ สมองและระบบประสาทของคนเราทำงานอย่างไร

2. ศึกษาพฤติกรรมจากผู้ป่วยที่สมองบางส่วนถูกทำลาย

นักจิตวิทยาระบบประสาท (Neuropsychologists) ได้รับความรู้เรื่องสมองมากมายจากการศึกษาในผู้ป่วยที่สมองถูกทำลาย ผู้ป่วยที่สมองบริเวณหนึ่งถูกทำลายมักจะสูญเสียการทำงานบางอย่างที่เฉพาะเจาะจง เช่น ถ้าสมองส่วน "A" ของคนกลุ่มหนึ่งถูกทำลาย คนกลุ่มนี้มักจะเป็นอัมพาตที่แขนข้างขวา แสดงว่า สมองส่วน "A" ควบคุมการทำงานของแขนข้างขวา เป็นต้น การศึกษาลักษณะนี้เป็นการศึกษาการทำหน้าที่ปกติของสมองจากสมองที่ถูกทำลาย

3. การศึกษาคลื่นสมอง

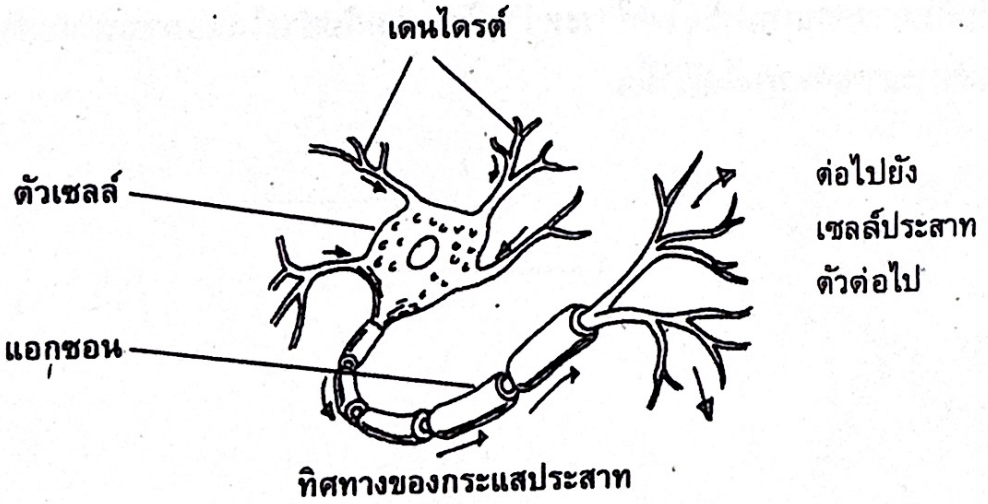
นักวิทยาศาสตร์ใช้เครื่องบันทึกคลื่นสมอง EEG (Electroencephalogram) ของคนเราเพื่อศึกษาเกี่ยวกับการทำงานของสมองในสภาพต่างๆ เช่น สภาพในเวลาตื่น สภาพในเวลาหลับ สภาพเวลาฝัน หรือศึกษาในขณะที่คนเราแสดงพฤติกรรมอย่างใดอย่างหนึ่ง

นอกจากการศึกษาด้วยวิธีการทั้ง 3 แบบในมนุษย์ดังที่กล่าวมาข้างต้น นักวิทยาศาสตร์ยังมีวิธีการศึกษาในสัตว์ทดลองด้วยการใช้กล้องไมโครสโคปส่องสมองและระบบประสาทในบริเวณที่สนใจ การใช้ไฟฟ้ากระตุ้นเนื้อเยื่อสมองบางส่วน หรือทำลายสมองหรือระบบประสาทบางส่วนเพื่อดูปฏิกิริยาในสัตว์ทดลอง จากผลการศึกษาทั้งในมนุษย์และในสัตว์ทดลองลักษณะนี้ทำให้นักวิทยาศาสตร์ได้ความรู้ ได้ข้อมูลที่สำคัญและมีประโยชน์อย่างมากในการทำความเข้าใจสมองและระบบประสาทของคนเรา อย่างไรก็ตาม การศึกษาปัจจุบันส่วนใหญ่ยังเป็นการศึกษาแบบย้อนกลับ คือ ศึกษาจากมนุษย์ที่เสียชีวิตไปแล้วหรือเป็นผู้ป่วยเพื่อย้อนกลับไปดูว่าก่อนที่มนุษย์จะเสียชีวิตหรือก่อนที่มนุษย์จะป่วยเขาเป็นอย่างไร เรายังไม่สามารถศึกษาสมองและระบบประสาทของมนุษย์ขณะที่ยังมีชีวิตอยู่ได้

X-ray และ CT scan (computed tomography) เป็นภาพถ่ายทางการแพทย์ที่เราใช้มานานแล้ว แต่ภาพถ่ายแบบนี้ไม่ละเอียดพอที่ศึกษาเรื่องสมอง ปัจจุบันมีเทคโนโลยีการถ่ายภาพระบบประสาท (Neuroimaging) ใหม่ๆ ที่พัฒนาขึ้นไม่กี่ปีมานี้ซึ่งช่วยทำให้นักวิทยาศาสตร์เข้าใจสมองและระบบประสาทมากขึ้น ตัวอย่างเช่น PET Scan (Positron Emission Tomography) และ fMRI (Functional Magnetic Resonance Imaging) ซึ่งถ่ายภาพได้ละเอียดขึ้นมาก PET Scan สามารถตรวจจับการดูดซับและนำเข้าโมเลกุลของ

สารเคมีสู่เนื้อเยื่อในสมอง ส่วน fMRI ทำให้นักวิทยาศาสตร์สามารถตรวจจับการเปลี่ยนแปลงของกระแสเลือดในสมองซึ่งแสดงถึงการทำงานของเซลล์ประสาท เทคโนโลยีภาพถ่ายทางการแพทย์สมัยใหม่ดังกล่าวทำให้งานวิจัยด้านประสาทวิทยาและจิตวิทยาเจริญก้าวหน้าไปมาก และทำให้สมมติฐานเดิม ๆ ที่ไม่อาจหาคำตอบได้ในอดีตได้รับการยืนยันจากงานวิจัยที่ใช้ภาพถ่ายเหล่านี้ เทคโนโลยีที่พัฒนาก้าวหน้าไปอย่างต่อเนื่องทำให้ภาพถ่ายทางการแพทย์มีความละเอียดและไวมากขึ้นเรื่อยๆ และจะทำให้นักวิทยาศาสตร์เข้าใจการทำงานของ "สมอง" ซึ่งเป็นอวัยวะที่กำหนดพฤติกรรมของมนุษย์มากขึ้น

2.2 เซลล์ประสาท (Neurons) เซลล์ประสาท เป็นหน่วยพื้นฐานของระบบประสาท ไม่ว่าจะเป็นสมอง ไขสันหลัง เส้นประสาทร่างกายหรือเส้นประสาทออโตโนมิก ล้วนประกอบด้วยเซลล์ประสาททั้งสิ้น สมองและไขสันหลังจะทำงานเป็นปกติได้จะต้องอาศัยการสื่อสารกันระหว่างเซลล์ประสาททั้งหลาย สมองมีเซลล์ประสาทอยู่ประมาณหนึ่งแสนล้านเซลล์ (Comer et al., 2011) โครงสร้างและการทำงานของเซลล์ประสาทไม่ว่าจะเป็นเซลล์เดี่ยวหรือเป็นกลุ่มของเซลล์ที่อยู่กันเป็นร่างแหยังคงเป็นเรื่องที่ไม่อาจสรุปได้อย่างชัดเจน นักวิทยาศาสตร์ทางระบบประสาทได้ค้นพบว่าเซลล์ประสาทมีโครงสร้างเซลล์ที่มีลักษณะเฉพาะตัวเป็นพิเศษ ซึ่งทำให้เซลล์ประสาทสามารถสื่อสารกับเซลล์ประสาทตัวอื่นด้วยสัญญาณประจุไฟฟ้าและสัญญาณเคมี อย่างไรก็ตามระบบประสาทไม่ได้มีเฉพาะเซลล์ประสาทแต่มีเซลล์อีกชนิดหนึ่งชื่อว่า เซลล์เกลีย (Glial Cells) ซึ่งเป็นเซลล์ค้ำจุนเซลล์ประสาทด้วย



รูปที่ 2-1 เซลล์ประสาทที่มีโครงสร้างของเซลล์ประกอบด้วย ตัวเซลล์ เดนไดรต์ แอกซอน กระแสประสาทเข้าเซลล์ประสาททางเดนไดรต์ และออกจากเซลล์ทางแอกซอน

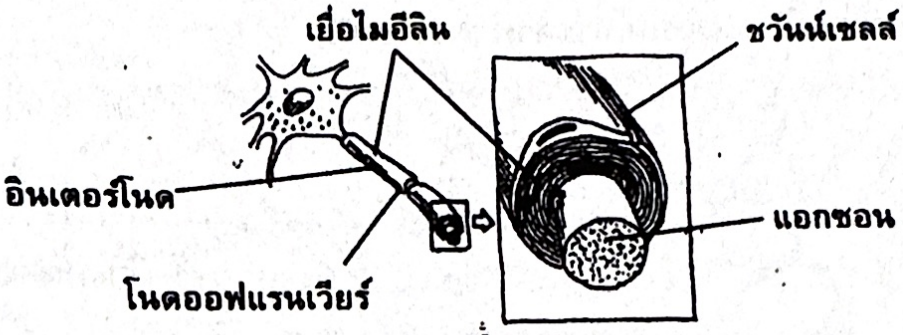
2.2.1 โครงสร้างของเซลล์ประสาท (Neurons)

เซลล์ประสาท (ดูรูปที่ 2-1) มีลักษณะรูปร่างและโครงสร้างเฉพาะแตกต่างจากเซลล์ทั่วไปดังนี้

1 ตัวเซลล์ (Cell Body) ตัวเซลล์หมายถึงส่วนที่เป็นแกนกลางของเซลล์ประสาท ภายในตัวเซลล์มี "ไซโทพลาสซึม" (Cytoplasm) ประกอบด้วย "นิวเคลียส" (Nucleus) ซึ่งเป็นที่อยู่ของ "โครโมโซม" (Chromosome) เป็นส่วนของพันธุกรรม นอกจากนั้นยังมี "ออร์แกเนลล์" (Organelles) ซึ่งมีหน้าที่สร้างโปรตีน สร้างพลังงาน ทำลายและกำจัดสารพิษออกจากเซลล์

2 เดนไดรต์ (Dendrite) เดนไดรต์ คือ แขนของเซลล์ประสาท ทำหน้าที่รับสัญญาณที่ส่งมาจากเซลล์ประสาทตัวอื่นเข้าเซลล์ตัวเอง เซลล์ประสาทจะมีแขนเดนไดรต์ได้หลายแขน และบางเซลล์จะมีแขนเดนไดรต์จำนวนมาก วางตัวเหมือนแขนงของต้นไม้ เซลล์ประสาทหนึ่งเซลล์จะมีแขนเดนไดรต์ที่สามารถรับสัญญาณจากเซลล์ประสาทตัวอื่น ๆ เข้าเซลล์ตัวเอง ได้มากกว่า 200,000 สัญญาณ (Comer et al., 2011)

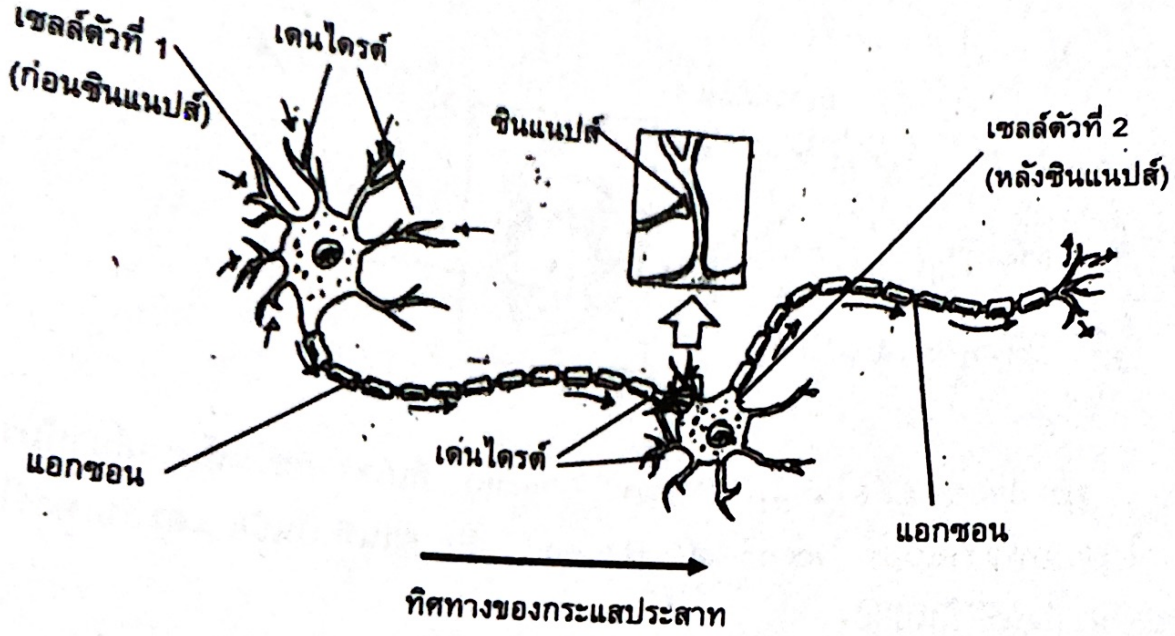
3 แอกซอน (Axon) แอกซอน คือ แขนของเซลล์ประสาทที่มีหน้าที่ส่งกระแสประสาทออกจากเซลล์ตัวเองไปสู่เซลล์อื่น เซลล์ประสาทหนึ่งเซลล์จะมีแขนแอกซอนเพียงแขนเดียวเท่านั้น แขนแอกซอนจะยาวมาก เซลล์ประสาทบางตัวจะมีแอกซอนยาวจากไขสันหลังไปถึงปลายนิ้วเท้าซึ่งมีความยาวประมาณ 100 เซนติเมตร ตรงปลายสุดของแอกซอนจะมีลักษณะพิเศษเป็นตุ่มเรียกว่า แอกซอนเทอร์มินอล (Axon Terminal) แขนแอกซอนที่มีขนาดยาวมากจะมีเยื่อหุ้มเรียกว่า "เยื่อไมอีลิน" (Myelin Sheath) ซึ่งทำหน้าที่ป้องกันอันตรายและเป็นฉนวนกั้นการถ่ายเทประจุไฟฟ้าระหว่างข้างนอกกับข้างในแอกซอน นอกจากนี้ยังช่วยให้กระแสประสาทเดินทางได้เร็วขึ้น



รูปที่ 2-2 รูปขยายของเยื่อไมอีลิน (Myelin Sheath) ที่เกิดจากชวันน์เซลล์มาหุ้มรอบแอกซอน โนดออฟแรนเวียร์ (Node of Ranvier) คือ ส่วนที่เป็นข้อ และอินเตอร์โนด (Internode) คือ ส่วนที่เป็นปล้อง

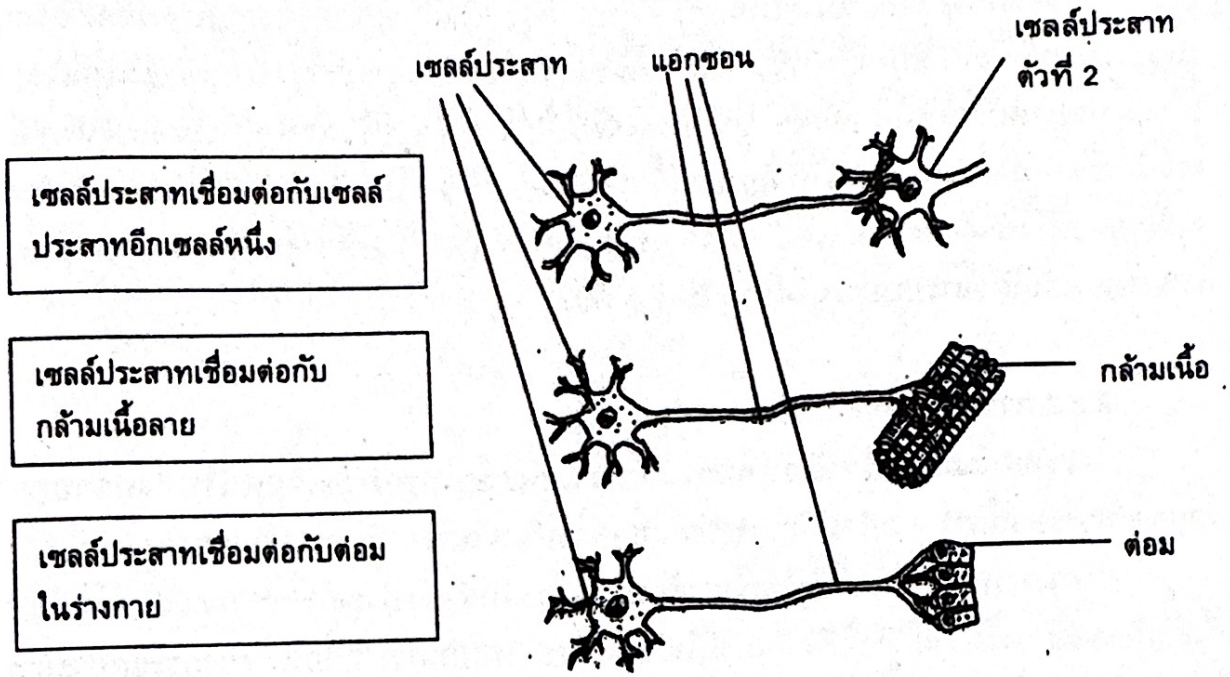
เยื่อไมอีลิน เกิดจาก เซลล์ชนิดหนึ่งที่มีชื่อว่า"ชวันน์เซลล์" (Schwann Cell) มาห้อมล้อมหุ้มเซลล์ในส่วนของแขนแอกซอนไว้ (ดูรูปที่ 2-2)

เซลล์ประสาทแต่ละตัวจะเชื่อมต่อกัน (ดูรูปที่ 2-3) เซลล์ประสาทตัวหนึ่งจะต่อกับเซลล์ประสาทอีกตัวหนึ่งและต่อกันไปเรื่อยๆ จนกว่าจะถึงเป้าหมายปลายทาง กระแสประสาทจะเข้าทางแขนเดนไดรต์ของเซลล์ประสาทตัวที่ 1 (เซลล์ประสาทก่อนซินแนปส์) ผ่านตัวเซลล์ส่งต่อไปแขนแอกซอนของเซลล์ตัวที่ 1 ในรูปแบบของสัญญาณประจุไฟฟ้า จากนั้นสัญญาณไฟฟ้าจากแขนแอกซอนของเซลล์ประสาทตัวที่หนึ่งจะส่งผ่านไปยังเดนไดรต์ของเซลล์ประสาทตัวที่ 2 (เซลล์ประสาทหลังซินแนปส์) โดยส่งเป็นสัญญาณเคมีผ่านช่องว่างที่เรียกว่า "ซินแนปส์" (Synapse)

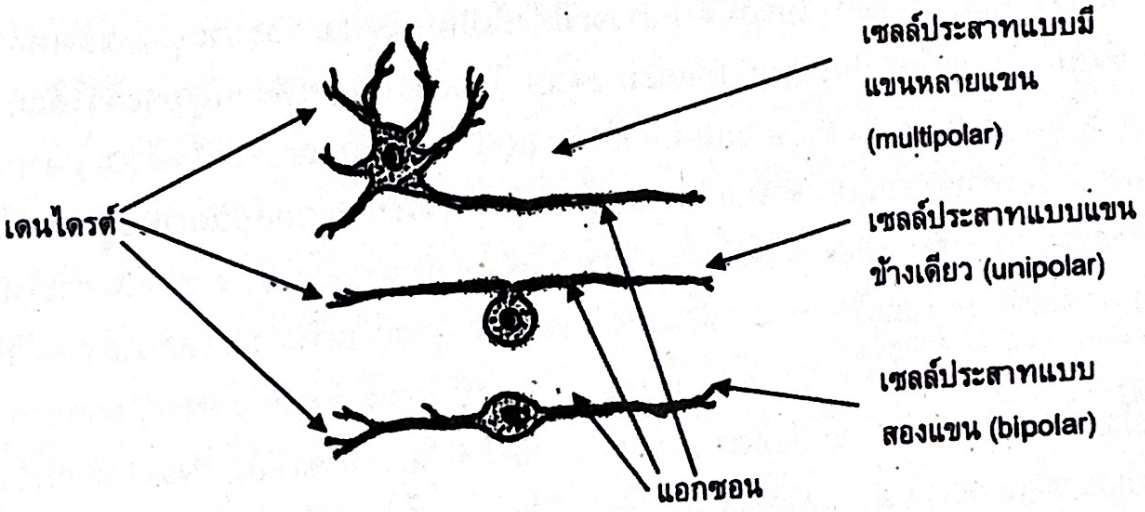


รูปที่ 2-3 การเชื่อมต่อกันของเซลล์ประสาทและการส่งกระแสประสาทต่อกันระหว่างเซลล์จากแอกซอนของเซลล์ตัวที่ 1 (ทางซ้าย) ผ่านซินแนปส์ ไปยังเดนไดรต์ของเซลล์ตัวที่ 2 (ทางขวา)

เป้าหมายปลายทางที่แอกซอนของเซลล์ประสาทแต่ละเซลล์จะไปเชื่อมต่อด้วยอาจจะเป็นเซลล์ประสาทอีกเซลล์หนึ่งหรืออาจจะเป็น กล้ามเนื้อ ซึ่งกล้ามเนื้อที่ว่านี้อาจจะเป็นกล้ามเนื้อลาย กล้ามเนื้อเรียบ หรือกล้ามเนื้อหัวใจ นอกจากนั้นเป้าหมายปลายทางอาจจะเป็นต่อม ซึ่งอาจจะเป็น ต่อมมีท่อหรือต่อมไร้ท่อ (ดูรูปที่ 2-4)



รูปที่ 2-4 การเชื่อมต่อของเซลล์ประสาทกับเป้าหมายต่างๆ เช่น เซลล์ประสาทตัวอื่น (รูปบนสุด) กล้ามเนื้อ (รูปกลาง) หรือ ต่อม (รูปล่างสุด)



รูปที่ 2-5 ประเภทของเซลล์ประสาท เซลล์บางประเภทมีแขนหลายแขน เซลล์บางประเภทมีแขนข้างเดียว และเซลล์บางประเภทมีสองแขน

เซลล์ประสาทมีหลายประเภท (ดูรูปที่ 2-5) เซลล์ประสาทบางประเภทมีขนาดใหญ่ บางประเภทมีขนาดเล็ก บางประเภทจะมีเดนไดรต์แขนเดียวแต่บางประเภทมีแขนเดนไดรต์เป็นแผงใหญ่เหมือนต้นไม้ แม้เซลล์ประสาทแต่ละประเภทจะมีรูปร่างแตกต่างกันอย่างมาก แต่เซลล์ประสาททุกเซลล์จะมีหน้าที่ลักษณะร่วมเหมือนกันใน 2 เรื่อง เรื่องที่ 1 คือ เซลล์ประสาทจะมีเยื่อห่อหุ้มเซลล์และมีแขนเดนไดรต์กับแขนแอกซอน เรื่องที่ 2 คือ ทุกเซลล์สามารถสื่อสารระหว่างเซลล์ได้ด้วยระบบประจุไฟฟ้าและระบบเคมี

2.2.2 การทำงานของเซลล์ประสาท

เซลล์ประสาทมีหน้าที่ในการนำกระแสประสาทจากจุดเริ่มต้นไปถึงปลายทาง โดยอาศัยกระบวนการ 2 อย่าง คือ กระบวนการทางประจุไฟฟ้า กับ กระบวนการทางเคมี

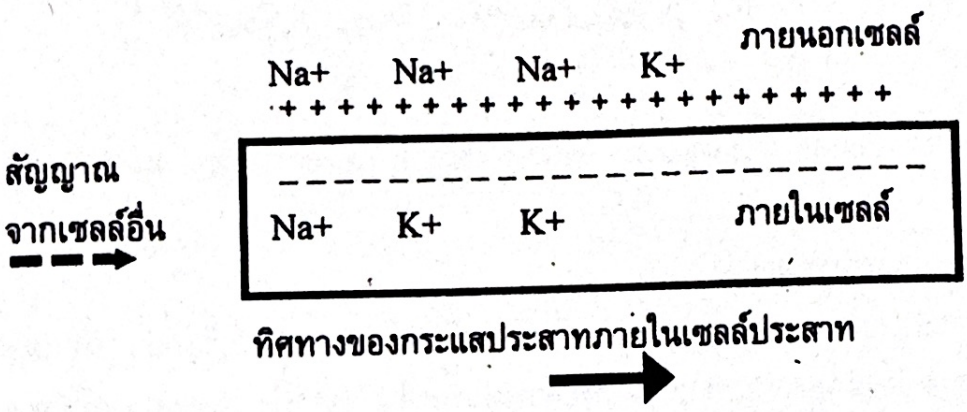
กระบวนการทางประจุไฟฟ้าอาศัยความต่างศักย์ของประจุไฟฟ้า (Action Potential) ที่เยื่อหุ้มเซลล์ กระบวนการนี้เกิดขึ้นภายในเซลล์ประสาทเป็นการเคลื่อนที่ของกระแสประสาทในเซลล์ประสาท ส่วนกระบวนการทางเคมีอาศัย "สารสื่อประสาท" (Neurotransmitter) กระบวนการนี้เกิดขึ้นบริเวณ "ซินแนปส์" เป็นการส่งกระแสประสาทจากเซลล์หนึ่งไปยังอีกเซลล์หนึ่ง

1) กระบวนการทางประจุไฟฟ้า

เซลล์ประสาทมีผนังเซลล์ (Cell Membrane) ห่อหุ้มอยู่โดยรอบ ทั้งสองด้านของผนังเซลล์คือด้านในกับด้านนอกของเซลล์มีของเหลวที่ประกอบด้วยอะตอมที่มีประจุไฟฟ้าเรียกว่า "ไอออน" (ion) ไอออนดังกล่าวจะมีทั้งที่เป็นประจุบวกและประจุลบ ของเหลวภายในเซลล์มีไอออนทั้งที่เป็นประจุบวกและประจุลบ ตัวอย่างไอออนที่สำคัญบางตัวได้แก่ ไอออนบวกโซเดียม (Na+) ไอออนบวกโปแตสเซี่ยม (K+) และไอออนลบคลอไรด์ (Cl-) จากลักษณะดังกล่าวจึงทำให้เซลล์ประสาท แม้ว่าจะอยู่ในขณะพัก (ระยะที่เซลล์ประสาทอยู่เฉยๆ ไม่มีการส่งกระแสประสาทแต่อย่างใดทั้งสิ้น)มีประจุไฟฟ้า ที่ผนังเซลล์มีช่องทางเฉพาะให้ไอออนบางชนิดเข้าออกเซลล์ได้ ช่องทางนี้จะเปิดปิดตามสัญญาณที่ได้รับจากเซลล์ประสาทตัวอื่น

ดูรูปที่ 2-6 ของเหลวภายนอกเซลล์จะมี ไอออนโซเดียม (Na+) มากกว่า ไอออนโปแตสเซี่ยม (K+) ในขณะที่ของเหลวภายในเซลล์จะมี ไอออนโซเดียม (Na+) น้อยกว่าไอออนโปแตสเซี่ยม (K+) แม้ไอออนทั้งสองจะมีประจุเป็นบวกทั้งคู่แต่เนื่องจากไอออนโซเดียม (Na+) มีความเป็นบวกมากกว่า ไอออนโปแตสเซี่ยม (K+) ดังนั้นข้างในเซลล์จึงมีประจุเป็น "ลบ" และข้างนอกเซลล์มีประจุเป็น "บวก" เมื่อเซลล์ประสาทได้รับการกระตุ้นจากสัญญาณของเซลล์ประสาทตัวอื่น ผนังเซลล์ของแอกซอนในช่วงต้นจะถูกกระตุ้นให้ช่องทางไอออนโซเดียม (Na+

channel) เปิดให้ไอออนโซเดียมภายนอกเซลล์วิ่งกรูกันเข้าสู่เซลล์อย่างรวดเร็ว ต่อมาช่องทางไอออนโปแตสเซี่ยม (K+ channel) จะเปิดให้โปแตสเซี่ยมภายในเซลล์ออกไปนอกเซลล์ ทำให้ประจุไฟฟ้าภายในและภายนอกเซลล์มีประจุไฟฟ้าสลับกันไปมา ขณะเดียวกันการเปลี่ยนแปลงในแอกซอนช่วงต้นนี้จะกระตุ้นให้แอกซอนในช่วงต่อไปที่ติดกัน เกิดกระบวนการในลักษณะเดียวกันต่อเนื่องกันไปเรื่อยๆ จนถึงปลายทางของแอกซอน โดยมีทิศทางของกระแสประสาทจากซ้ายไปขวา (ตามรูป) ดูราวกับว่ามี "ประจุบวก" ภายในเซลล์วิ่งจากทางซ้ายไปทางขวา



รูปที่ 2-6 ไอออน Na+ K+ ประจุไฟฟ้าที่เกิดขึ้นและการเกิดกระแสประสาท

ความเร็วของการนำกระแสประสาทของเซลล์ประสาทแต่ละประเภทจะไม่เท่ากัน ความเร็วดังกล่าวขึ้นกับปัจจัย 2 อย่าง ดังนี้ คือ

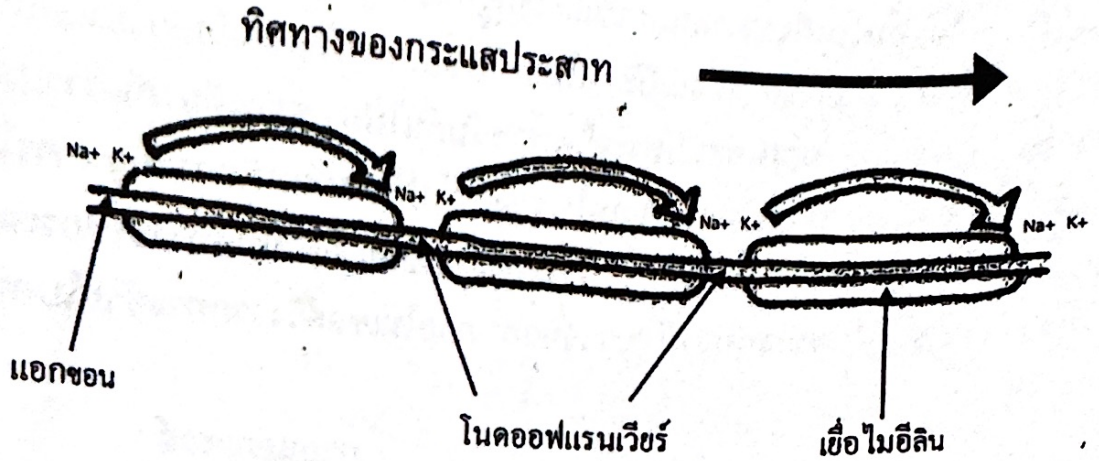
(1) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของแอกซอน

แอกซอนที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางมากกว่า มีพื้นที่หน้าตัดมากกว่า ความต้านทานในการส่งผ่านศักย์ไฟฟ้าจึงน้อย ทำให้เกิดการนำกระแสประสาทต่อเนื่องกันไปได้เร็วกว่าแอกซอนที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางน้อยกว่า

(2) การมีหรือไม่มีปลอกไมอีลินหุ้ม

ในแอกซอนที่มีปลอกไมอีลินหุ้มจะมีการนำกระแสประสาทได้เร็วกว่าแอกซอนที่ไม่มีไมอีลินหุ้ม เนื่องจากศักย์ทำงานในแอกซอนที่มีปลอกไมอีลินหุ้มจะกระโดดจาก node หนึ่ง ไปสู่อีก node หนึ่ง (ดูรูปที่ 27) ทำให้กระแสประสาทเดินทางได้เร็วกว่า

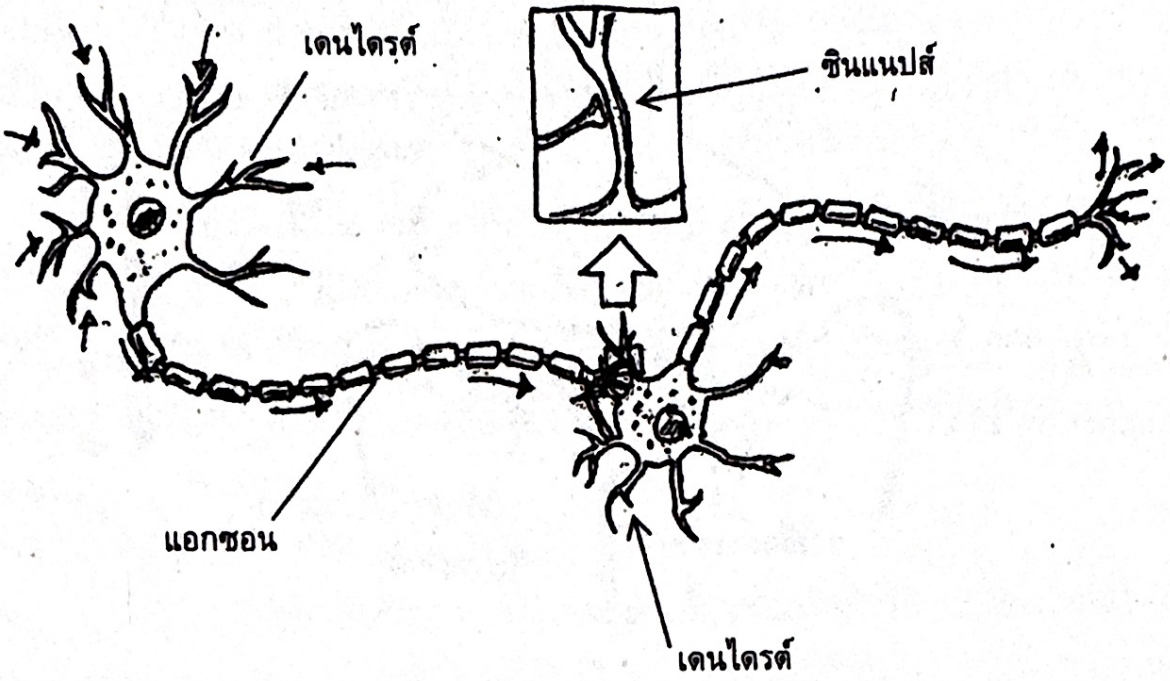
ความเร็วในการนำกระแสประสาทของแอกซอนที่มีไมอีลินหุ้มและมีขนาดใหญ่มีความเร็วประมาณ 100 เมตรต่อวินาที (หรือ 360 กม. ต่อชั่วโมง)ส่วนแอกซอนที่ไม่มีไมอีลินหุ้มและมีขนาดเล็ก มีความเร็วในการนำกระแสประมาณ 1 เมตรต่อวินาทีเท่านั้น



รูปที่ 2-7 แอกซอนที่มีปลอกไมอีลินหุ้ม จะนำกระแสประสาทได้เร็วกว่าชนิดที่ไม่มีไมอีลินหุ้ม

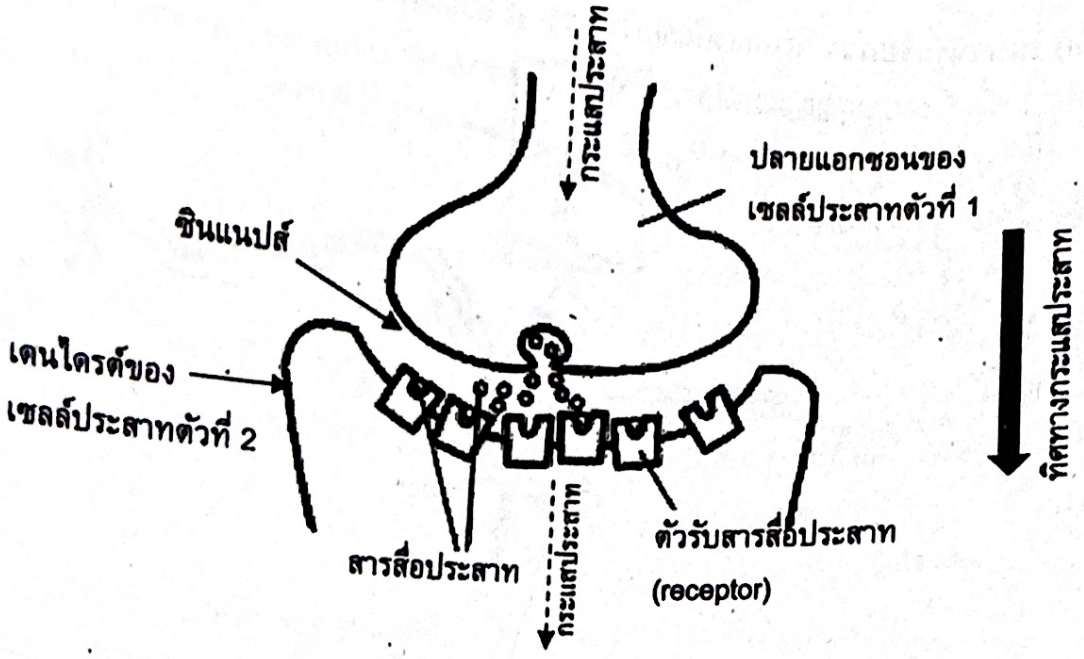
2) กระบวนการทางเคมี

เซลล์ประสาทแต่ละตัวไม่ได้ติดกันแต่จะมีช่องว่างแคบ ๆที่เรียกว่า "ซินแนปส์" ช่องว่างนี้จะอยู่ระหว่างแอกซอนของเซลล์ประสาทตัวที่หนึ่งกับเดนไดรท์ของเซลล์ประสาทตัวที่สอง (ดูรูปที่ 2-8) ในกระบวนทางประจุไฟฟ้า ประจุบวกของศักย์ไฟฟ้าขณะทำงาน จะเคลื่อนที่มาตามความยาวของแอกซอน และเมื่อประจุบวกดังกล่าวเคลื่อนมาถึงปลายแอกซอน ประจุไฟฟ้าดังกล่าวไม่สามารถวิ่งข้ามช่องว่างที่ชื่อ ซินแนปส์ ไปยังเซลล์ประสาทตัวต่อไปได้ แต่ประจุดังกล่าวจะกระตุ้นให้เกิดปรากฏการณ์พิเศษซึ่งเป็นกระบวนการทางเคมีที่สามารถนำกระแสประสาทข้ามไปเซลล์ต่อไปได้ การสื่อสารข้ามช่องว่างซินแนปส์นี้ต้องอาศัยสารเคมีพิเศษชนิดหนึ่งที่เรียกว่า "สารสื่อประสาท" (Neurotransmitter)



รูปที่ 2-8 เซลล์ประสาทตัวที่หนึ่งต่อกับเซลล์ประสาทตัวที่สองผ่านช่องว่างที่เรียกว่า ซินแนปส์

จากรูปที่ 2-9 แสดงให้เห็นบริเวณปลายแอกซอนของเซลล์ประสาทตัวที่ 1 (Presynaptic Neuron) ซึ่งอยู่ด้านบนและมีสารสื่อประสาทอยู่เป็นจำนวนมาก เมื่อกระแสประสาท (Nerve Impulse) เคลื่อนที่มาถึงบริเวณปลายแอกซอนนี้ กระแสประสาทดังกล่าวจะกระตุ้นให้สารสื่อประสาทออกไปที่ ซินแนปส์ เคลื่อนที่ผ่านซินแนปส์ไปจับกับ "ตัวรับสารสื่อประสาท" (Receptor) ที่อยู่บนผิวเซลล์ของเดนไดรต์ของเซลล์ประสาทตัวที่ 2 (Postsynaptic Neuron) ตัวรับสารสื่อประสาทและสารสื่อประสาทจะจับคู่กันแบบเฉพาะเจาะจง ตัวรับแบบหนึ่งจะจับคู่กับสารสื่อประสาทประเภทหนึ่งเท่านั้น เหมือนแม่กุญแจกับลูกกุญแจ ไม่ได้จับคู่ได้ทั่วไป เมื่อสารสื่อประสาทไปจับคู่กับตัวรับที่เฉพาะเจาะจงนี้ที่ผิวเซลล์ของเดนไดรต์ของเซลล์ประสาทตัวที่ 2 ที่อยู่ถัดไปแล้วจะกระตุ้นให้ผนังเซลล์ของเซลล์ประสาทตัวถัดไปเกิดการนำกระแสประสาทด้วย "กระบวนการทางประจุไฟฟ้า" ส่วนสารสื่อประสาทที่อยู่ในซินแนปส์เมื่อทำงานเสร็จแล้วจะถูกนำกลับเข้าสู่เซลล์ประสาททางช่องทางเข้า แล้ววนกลับมาทำหน้าที่ต่อไปเรื่อย ๆ



รูปที่ 2-9 ซินแนปส์ซึ่งเป็นช่องว่างระหว่างเซลล์ประสาทตัวที่ 1 (Presynaptic Neuron) ซึ่งอยู่ด้านบนกับเซลล์ประสาทตัวที่ 2 (Postsynaptic Neuron) ซึ่งอยู่ด้านล่างและการส่งสารสื่อประสาทข้ามช่องว่างดังกล่าว

2.2.3 สารสื่อประสาท

ตัวอย่างสารสื่อประสาทที่มีความสำคัญในการควบคุมพฤติกรรมมีดังนี้ คือ

(1) นอร์อิพิเนฟริน (norepinephrine)

นอร์อิพิเนฟรินเป็นสารสื่อประสาทที่เซลล์ประสาทในสมองส่วนที่เรียกว่า ไฮโปธาลามัส สร้างและหลั่งออกและพบว่าเกี่ยวข้องกับพฤติกรรมหลายอย่าง เช่น การกินอาหาร การดื่มน้ำ พฤติกรรมทางเพศ และภาวะการตื่นตัวของร่างกาย ในผู้ป่วยโรคอารมณ์สองขั้ว (Bipolar Disorder) ซึ่งเป็นโรคทางจิตเวชที่ผู้ป่วยจะมีอารมณ์ 2 แบบซึ่งตรงข้ามกัน คือ แบบคึกคัก และ แบบซึมเศร้า ช่วงที่มีอาการคึกคักพลุ่งพล่านหรือที่เรียกว่า แมเนีย (Mania) จะมีการทำงานของนอร์อิพิเนฟรินสูงกว่าปกติและในช่วงที่มีอาการซึมเศร้า (Depression) มีการทำงานของนอร์อิพิเนฟรินต่ำกว่าปกติ

(2) โดปามีน (Dopamine)

ผู้ป่วยโรคพาร์กินสันที่มีอาการเคลื่อนไหวช้า อาการเกร็ง และอาการสั่นของส่วนต่าง ๆ ของร่างกายในท่าพัก แต่ดีขึ้นเมื่อมีการเคลื่อนไหว ความผิดปกติดังกล่าวมีความสัมพันธ์กับเซลล์สมองที่ถูกทำลายไปแล้วอย่างน้อยร้อยละ 60 ในสมองส่วนกลาง

(Midbrain) ในส่วนที่เรียกว่า "สับสแตนเชียไนกรา" (Substantia Nigra) ซึ่งมีผลทำให้สารสื่อประสาทโดปามีนซึ่งควบคุมการเคลื่อนไหวที่ต่อเนื่องของร่างกายลดลง สำหรับยาที่ใช้รักษาโรคนี้คือ ยากลุ่มแอลโดปา (L-dopa) ซึ่งยาตัวนี้จะไปเพิ่มปริมาณโดปามีนในสมอง ทำให้คนไข้มีการเคลื่อนไหวที่ปกติมากขึ้น

ส่วนผู้ป่วยโรคจิตเภท ซึ่งเป็นโรคจิตชนิดหนึ่งโดยที่ผู้ป่วยจะมีอาการหลงผิด ประสาทหลอน หูแว่ว ซึ่งมีสาเหตุมาจากโดปามีนในสมองทำงานผิดปกติเช่นกัน โดยมีการทำงานมากเกินไป ยาที่จิตแพทย์ใช้ในการรักษาโรคนี้คือยาต้านโรคจิต ซึ่งออกฤทธิ์ยับยั้งตัวรับของโดปามีนบริเวณซินแนปส์ ทำให้คนไข้อาการดีขึ้น ไม่มีอาการหลงผิด ประสาทหลอน หูแว่วอีกต่อไป

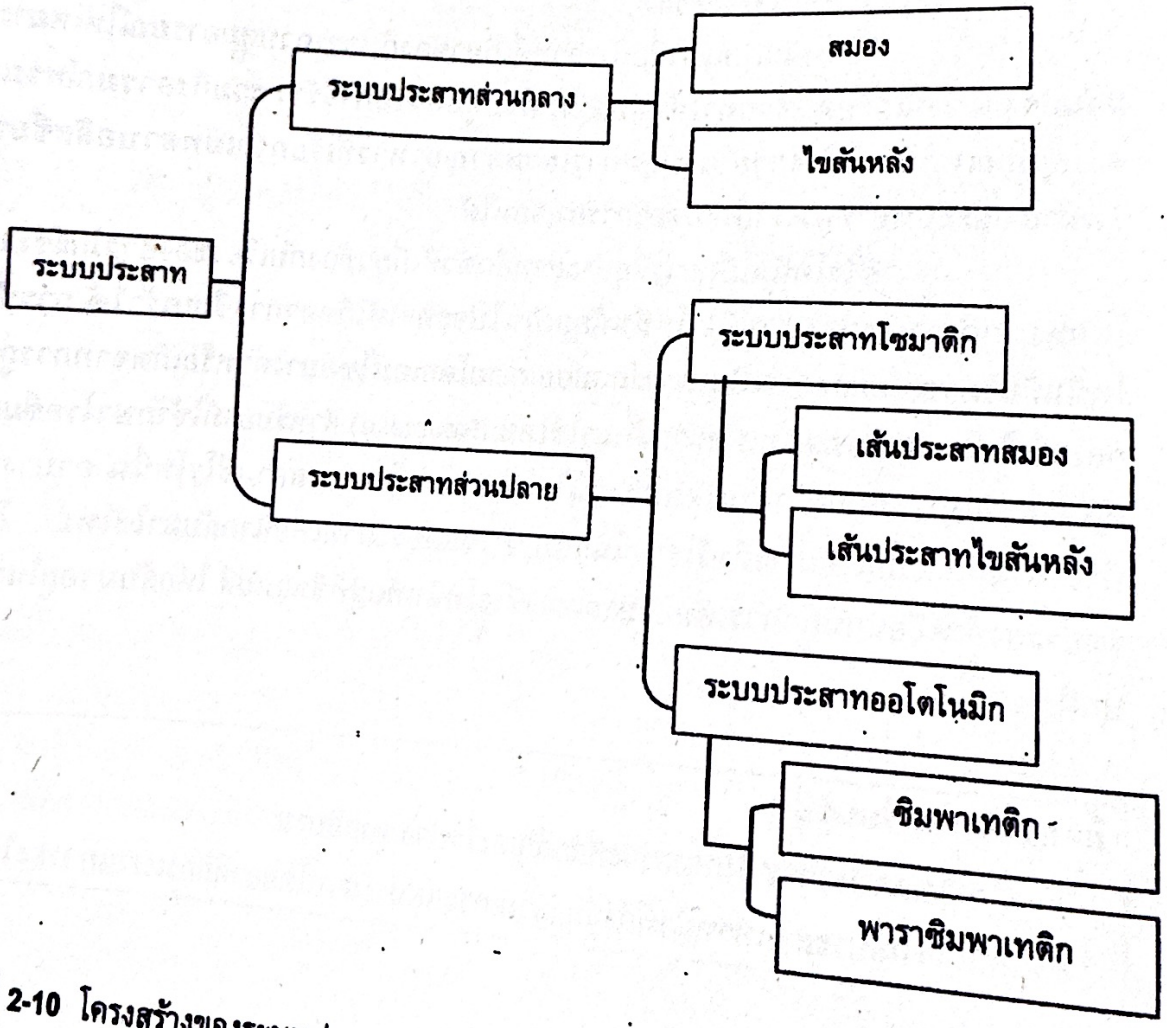
(3) ซีโรโทนิน (serotonin)

ซีโรโทนินเป็นสารสื่อประสาทที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมอารมณ์ให้เหมาะสม ผ่อนคลายความเครียด ช่วยทำให้หลับดีขึ้น ควบคุมความก้าวร้าว รวมถึงอารมณ์ทางเพศ ควบคุมอุณหภูมิของร่างกาย ควบคุมการเผาผลาญอาหารที่เรียกว่าเมทตาบอลิสซึ่มของร่างกาย และมีบทบาทกระตุ้นให้เกิดอาการอาเจียนได้

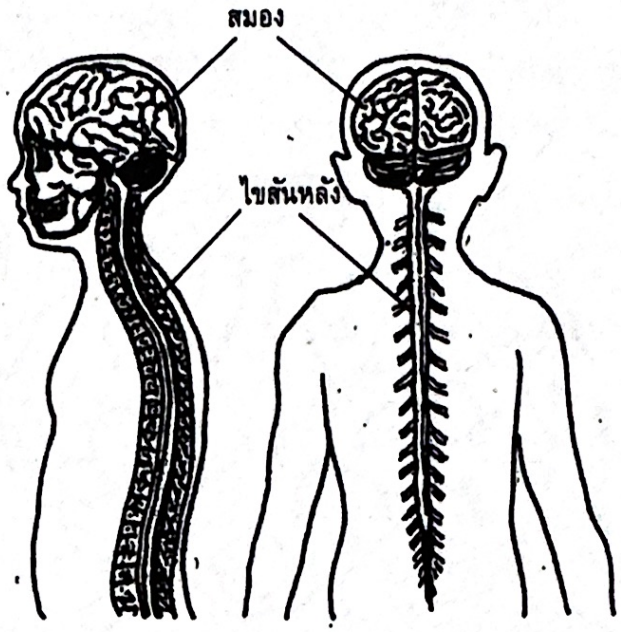
ซีโรโทนินเป็นสารสื่อประสาทอีกตัวที่เกี่ยวข้องกับเรื่องของอารมณ์ซึมเศร้า โดยพบว่าถ้าสมองของเรามีซีโรโทนินน้อยเกินไปจะทำให้เกิดอาการซึมเศร้าได้ การที่ซีโรโทนินมีปริมาณน้อยลงอาจเป็นเพราะถูกย่อยสลายโดยเอนไซม์บางตัวหรือเกิดจากการถูกดึงกลับเข้าไปในเซลล์ประสาทเพื่อนำกลับมาใช้ใหม่ (Reuptake) สำหรับยาที่ใช้รักษาโรคซึมเศร้ามีหลายชนิด บางชนิดทำงานโดยป้องกันไม่ให้เอนไซม์มาย่อยสลายซีโรโทนิน ยาบางชนิดทำงานโดยการป้องกันการดึงซีโรโทนินกลับเข้าเซลล์ประสาทเพื่อนำกลับมาใช้ใหม่ โดยมีจุดประสงค์เหมือนกันคือการเพิ่มปริมาณของซีโรโทนินที่อยู่ที่ซินแนปส์ ให้กลับมาอยู่ในระดับปกติ

2.3 โครงสร้างระบบประสาท

ระบบประสาทของมนุษย์แบ่งออกได้ 2 ส่วนใหญ่ๆ (ดูรูปที่ 2-10) ส่วนที่หนึ่ง คือ ระบบประสาทส่วนกลางและส่วนที่สอง คือ ระบบประสาทส่วนปลาย ระบบประสาทส่วนกลาง ประกอบด้วยสมองและไขสันหลัง ระบบประสาทส่วนปลายเป็นเส้นประสาทที่แตกแขนงออกไปจากสมองและไขสันหลัง มีหน้าที่รับส่งข้อมูลไปมาระหว่างอวัยวะต่าง เช่น มือ แขน ขา ฯลฯ กับสมองและไขสันหลัง ระบบประสาทส่วนปลายประกอบด้วย ระบบประสาทโซมาติก และระบบประสาทออโตโนมิก ในระบบประสาทโซมาติก ประกอบด้วยเส้นประสาทสมองและเส้นประสาทไขสันหลัง ในระบบประสาทออโตโนมิกประกอบด้วยระบบซิมพาเทติกและระบบพาราซิมพาเทติก



รูปที่ 2-10 โครงสร้างของระบบประสาท



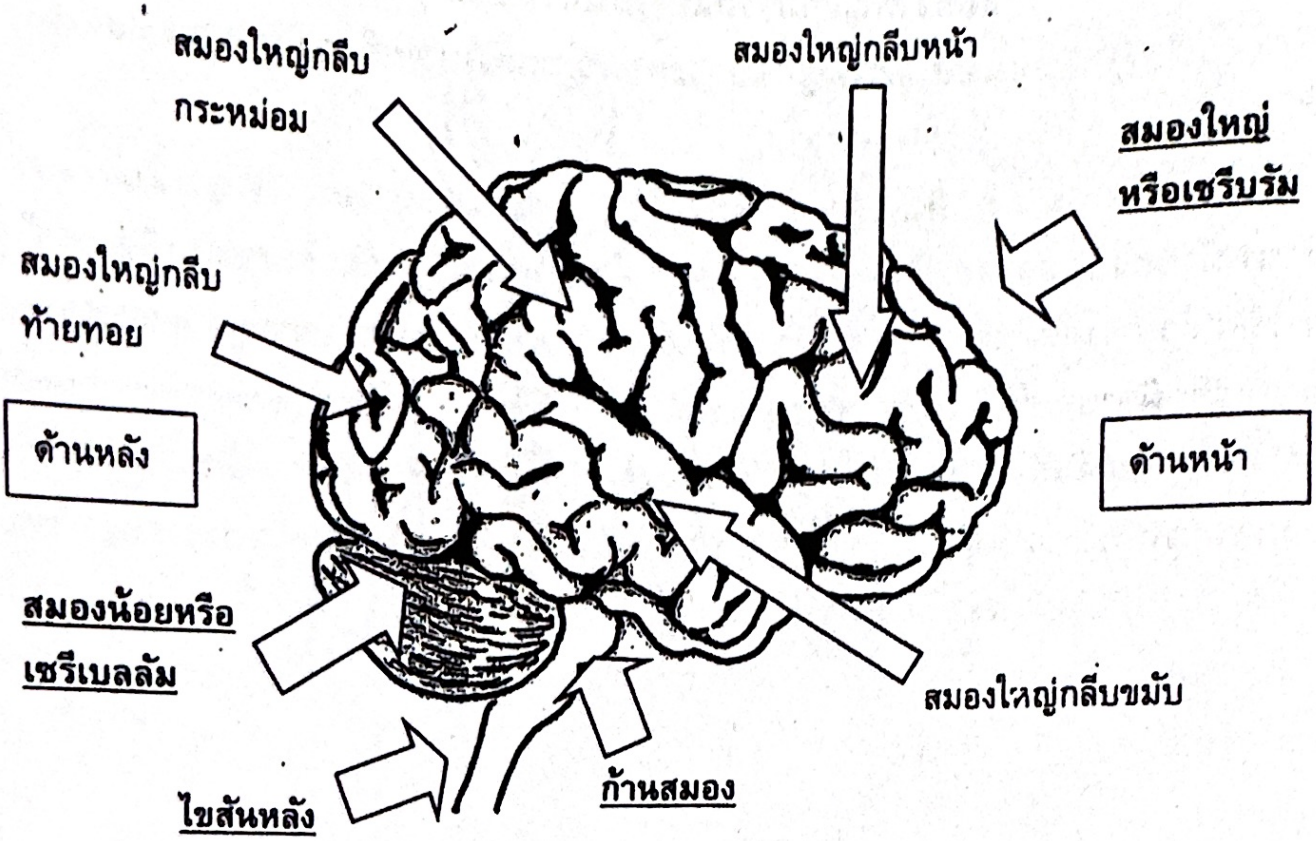
รูปที่ 2-11 ระบบประสาทส่วนกลางที่ประกอบด้วยสมองและไขสันหลังของมนุษย์

2.3.1 ระบบประสาทส่วนกลาง (Central Nervous System--CNS)

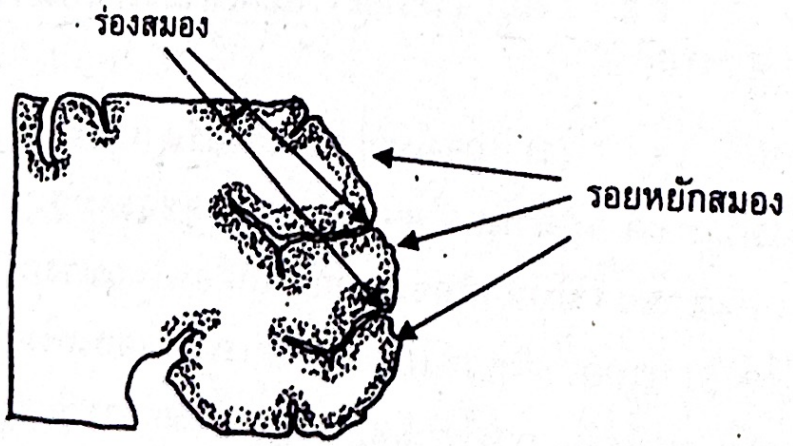
ระบบประสาทส่วนกลางประกอบด้วยสมองและไขสันหลัง (ดูรูปที่ 2-11)

2.3.1.1 สมอง (Brain) สมองสามารถแบ่งออกเป็นส่วนตามตำแหน่งและตามหน้าที่ดังนี้

(1) สมองใหญ่ หรือเซรีบรัม (Cerebrum) (ดูรูปที่ 2-12) เป็นสมองส่วนที่มีขนาดใหญ่ที่สุด อยู่ด้านหน้าและด้านบนสุดของสมอง สมองใหญ่จะแบ่งเป็น 2 ซีก คือ ซีกซ้ายและซีกขวา มีหน้าที่ควบคุมการเคลื่อนไหวของกล้ามเนื้อและอวัยวะทุกชนิดที่เราควบคุมได้ (การเคลื่อนไหวที่ไม่ใช่ระบบประสาทออโตโนมิก) การรับความรู้สึกต่างๆ เช่น การมองเห็น การได้ยิน การได้กลิ่น การพูด ภาษา การเรียนรู้ ความเข้าใจและความจำ ผิวหน้าเนื้อสมองของสมองใหญ่มีการพับ ม้วน งอ เกิดเป็นรอยหยักของสมอง (Convolution หรือ Gyrus) และเป็นร่องสมอง (Fissure หรือ Sulcus) เพื่อเพิ่มปริมาณเซลล์ประสาทสมอง (ดูรูปที่ 2-13).



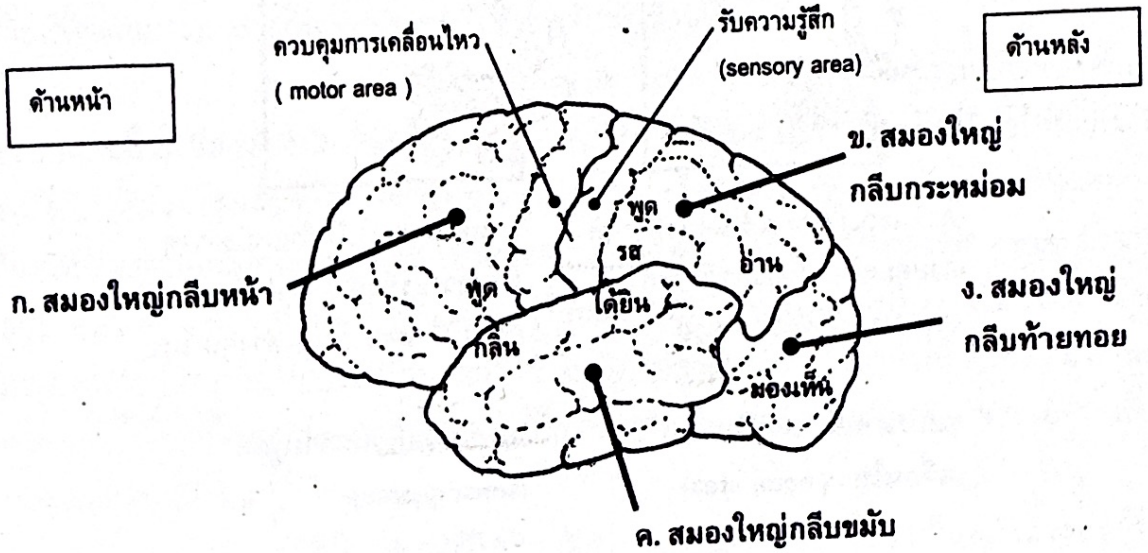
รูปที่ 2-12 สมองและส่วนต่าง ๆ ของสมอง



รูปที่ 2-13 รอยหยักของสมอง และร่องสมองในส่วนของสมองใหญ่หรือเซรีบรัม (ภาพตัดขวาง)

สมองใหญ่สามารถแบ่งเป็นส่วนย่อยๆได้ 4 ส่วน (ดูรูปที่ 2-14) ดังนี้ คือ สมองใหญ่กลีบหน้า สมองใหญ่กลีบกระหม่อม สมองใหญ่กลีบขมับ และสมองใหญ่กลีบท้ายทอย

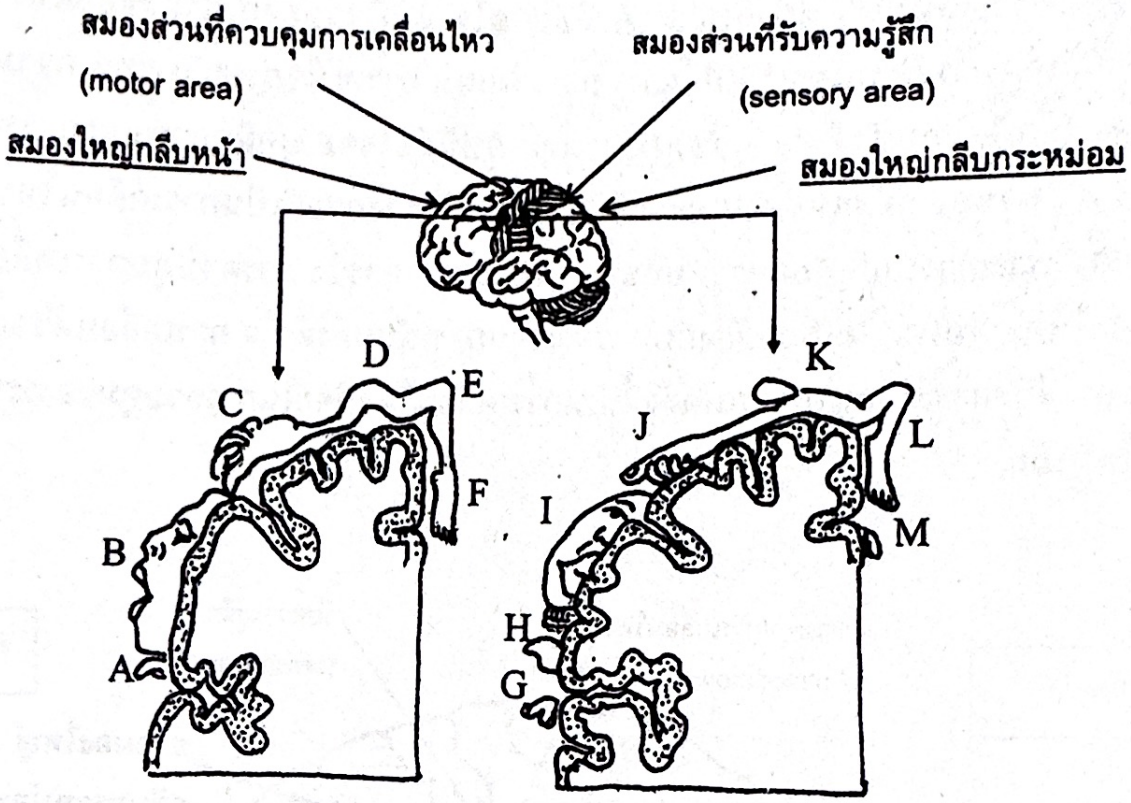
ก. สมองใหญ่กลีบหน้า (Frontal Lobe) สมองใหญ่กลีบหน้าตั้งอยู่ด้านหน้าของสมองใหญ่ติดหน้าผาก มีขนาดใหญ่ เกี่ยวข้องกับเรื่องของสติสัมปชัญญะ การรู้สึกตัว การตัดสินใจ การแก้ปัญหา การวางแผน การเข้าใจภาษา การพูด ความจำระยะสั้น ความรู้สึกผิดชอบชั่วดี การควบคุมอารมณ์ อุปนิสัยใจคอ บุคลิกภาพและการควบคุมการเคลื่อนไหวของกล้ามเนื้อลายและอวัยวะต่างๆ ทั่วร่างกายที่เป็นการเคลื่อนไหวที่เราตั้งใจสั่งการ เช่น การยกมือ ยกแขน ยกขา การกระโดด การวิ่ง การควบคุมการเคลื่อนไหวของสมองใหญ่กลีบหน้าไม่เกี่ยวข้องกับการควบคุมการเต้นของหัวใจ การเคลื่อนตัวของกระเพาะและลำไส้ซึ่งการเคลื่อนไหวแบบหลังนี้เป็นการเคลื่อนไหวที่อยู่ในการควบคุมของระบบประสาทออโตโนมิก



รูปที่ 2-14 สมองใหญ่หรือเซรีบรัมและกลีบสมองต่างๆ ของสมองใหญ่ (สมองใหญ่กลีบต่าง ๆ จะถูกแบ่งแยกจากกันด้วยเส้นทึบ)

นักประสาทวิทยาได้ศึกษาและค้นพบว่าการควบคุมสั่งการไปยังกล้ามเนื้อและอวัยวะต่าง ๆ เชื่อมโยงกับสมองในบริเวณที่เฉพาะเจาะจงดังแสดงในรูปที่ 2-15 ด้านซ้ายของรูปซึ่งแสดงสมองใหญ่กลีบหน้าในส่วนที่ควบคุมการเคลื่อนไหว (Motor Area)

ตัวอย่างพื้นที่ของสมองส่วนที่ควบคุมการเคลื่อนไหว เช่น บริเวณ A ควบคุมการเคลื่อนไหวของลิ้นและควบคุมการกลืน บริเวณ B ควบคุมการใบหน้า บริเวณ C ควบคุมมือและนิ้วมือ บริเวณ D ควบคุมลำตัว บริเวณ E ควบคุมขา และบริเวณ F ควบคุมเท้า เป็นต้น



ภาพแสดงสมองในตำแหน่งต่าง ๆที่ควบคุมกล้ามเนื้อและอวัยวะที่เฉพาะเจาะจงต่าง ๆตามรูป

สมองส่วนที่ควบคุมการเคลื่อนไหว (motor area)

ภาพแสดงสมองในตำแหน่งต่าง ๆ ที่รับความรู้สึกจากกล้ามเนื้อและอวัยวะที่เฉพาะเจาะจงต่าง ๆตามรูป

สมองส่วนที่รับความรู้สึก (sensory area)

รูปที่ 2-15 สมองส่วนที่ควบคุมการเคลื่อนไหว ซึ่งอยู่ในสมองใหญ่กลีบหน้ากับสมองส่วนที่รับความรู้สึก ซึ่งอยู่ในสมองใหญ่กลีบกระหม่อม

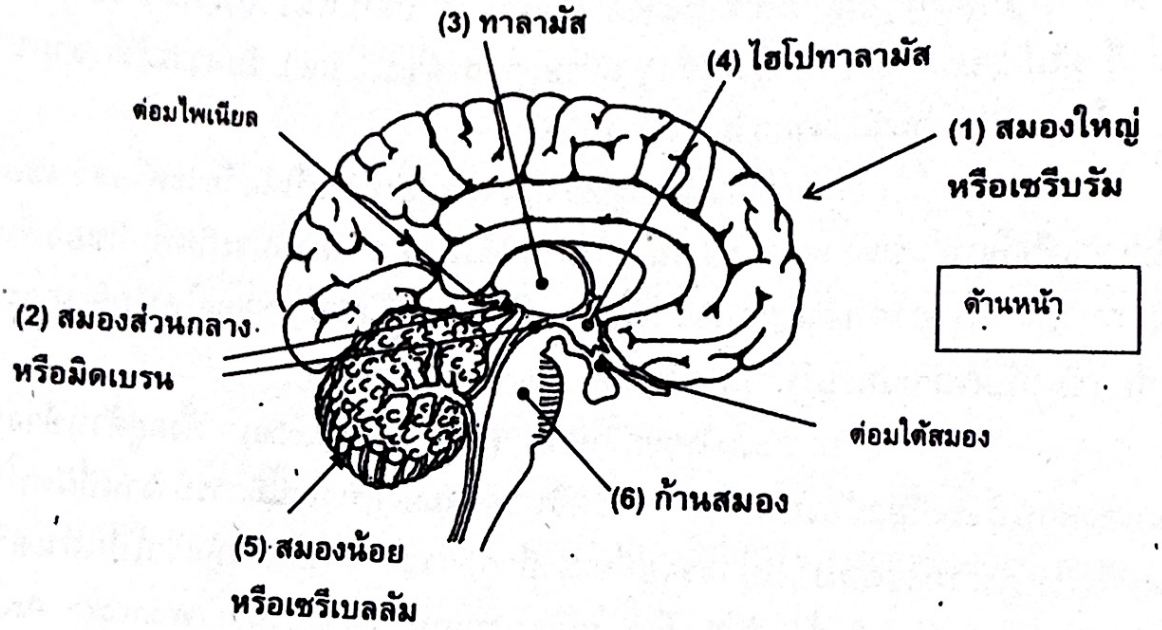
ข. สมองใหญ่กลีบกระหม่อม (Parietal Lobe) ตั้งอยู่บริเวณด้านบนตรงกลางสมอง เกี่ยวข้องกับการรับความรู้สึก (Sensory Area) ประกอบด้วย การสัมผัส แรงกด การสั่นสะเทือน และความเจ็บปวด โดยที่สมองส่วนที่เกี่ยวข้องเป็นแถบที่รับความรู้สึกจากส่วนต่าง ๆของร่างกายที่เฉพาะเจาะจงสามารถระบุตำแหน่งได้ว่าสมองตำแหน่งนี้รับความรู้สึกจากร่างกายส่วนไหนเหมือนแผนที่แสดงการระบุตำแหน่ง ในรูปที่ 2-15 ด้านขวาของรูปซึ่งแสดงสมองใหญ่กลีบกระหม่อมในส่วนที่รับความรู้สึก ตัวอย่างพื้นที่ของสมองส่วนที่รับความรู้สึก เช่น บริเวณ G รับความรู้สึกจากลำไส้ บริเวณ H รับความรู้สึกจากลิ้นและเหงือก บริเวณ I รับความรู้สึกจากใบหน้าและอวัยวะต่าง ๆ บนใบหน้า บริเวณ J รับความรู้สึกจากนิ้วมือกับมือ บริเวณ K รับความรู้สึกจากศีรษะกับลำตัว บริเวณ L รับความรู้สึกจากขาและเท้า บริเวณ M รับความรู้สึกจากอวัยวะเพศ เป็นต้น

นอกจากนั้นจากรูปจะเห็นว่า สมองมีพื้นที่ให้อวัยวะหรือส่วนของร่างกายไม่เท่าเทียมกัน เช่น ร่างกายบริเวณริมฝีปาก (ซึ่งมีความไวมาก) จะกินพื้นที่ของพื้นผิวสมองมากกว่าร่างกายส่วนอื่น นอกจากเรื่องการรับความรู้สึกแล้ว สมองใหญ่กลีบกระหม่อมยังเกี่ยวข้องกับกระบวนรับรู้ทางสายตาที่มีความสลับซับซ้อนด้วย

ค. สมองใหญ่กลีบขมับ (Temporal Lobe) ตั้งอยู่ด้านข้างของสมอง สมองส่วนนี้จะเกี่ยวข้องกับเรื่อง "การได้ยิน" ถ้าสมองบริเวณนี้มีการทำงานที่ผิดปกติอย่างที่พบได้ในผู้ป่วยโรคลมชักบางรายที่ขณะมีอาการจะได้ยินเสียงหูแว่วเป็นดนตรีที่ดังมาก ในสมองใหญ่กลีบขมับนี้จะมีบริเวณของสมองส่วนหนึ่ง ชื่อ เวอร์นิเก (Wernicke' Area) ซึ่งจะมีอยู่ในสมองข้างเดียวเท่านั้น คนส่วนใหญ่ (ร้อยละ 90 ของคนทั่วไป) จะอยู่สมองซีกซ้าย มีหน้าที่เกี่ยวข้องกับ "การเข้าใจภาษา" เข้าใจเรื่องของประโยค ไวยากรณ์ การสร้างคำพูดต่าง ๆ นอกจากนั้นสมองใหญ่กลีบขมับยังเกี่ยวข้องกับเรื่องของ "การเรียนรู้" "ความจำ" และ "การจดจำใบหน้าคน"

ง. สมองใหญ่กลีบท้ายทอย (Occipital Lobe) หรือกลีบหลังนี้จะอยู่ด้านหลังสุดของสมองใหญ่บริเวณท้ายทอย มีความสำคัญในการรับความรู้สึกโดยเฉพาะสิ่งเร้าในการมองเห็น คนเรามองเห็นได้ด้วยตาสองข้าง ภาพจากตาแต่ละข้างจะผ่านมาทางเส้นประสาทตา (Optic Nerve) มายังสมองใหญ่กลีบท้ายทอย สมองส่วนนี้ จะนำเอาข้อมูลเกี่ยวกับ สี รูปแบบภาพที่ซับซ้อน และการเคลื่อนไหวมาผสมผสานรวมเข้าด้วยกัน และยังมีการประสานกับสมองส่วนอื่น ๆที่เกี่ยวข้องกับการรับความรู้สึกแบบอื่น ๆและความจำด้วย ยกตัวอย่างเช่น เวลาที่เราเห็นภาพ ขนมขบเคี้ยวกรอบ ๆ สมองส่วนนี้จะเชื่อมโยงกับกลิ่น รสชาติ การเคี้ยวในปาก เสียงความกรอบขณะขบเคี้ยว ความรู้สึกเอร็ดอร่อย และความทรงจำ

บางอย่างเกี่ยวกับขนมชนิดนั้น ๆ ในอดีต จะเห็นว่าสมองแต่ละส่วนไม่ได้ทำงานตามลำพัง มันจะทำงานโดยมีการติดต่อเชื่อมโยงข้อมูลกับสมองในส่วนอื่นๆ เพื่อรวบรวมมาเป็นข้อมูลในการตัดสินใจตอบสนองที่เหมาะสมต่อไป ในสัตว์กลุ่มที่เรียกว่าไพรเมท (Primates) ซึ่งเป็นสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมที่มีวิวัฒนาการสูงสุด ประกอบด้วย ลิง และมนุษย์นั้นสมองใหญ่กลีบท้ายทอยมีการพัฒนาไปอย่างมากดังนั้นการมองเห็นจึงเป็นช่องทางที่สำคัญ และมีประโยชน์อย่างมากในการรับข้อมูล



รูปที่ 2-16 รูปสมองแสดงส่วนของสมองใหญ่หรือเซรีบรัม สมองส่วนกลางหรือมิดเบรน ทาลามัส ไฮโปทาลามัส สมองน้อยหรือเซรีเบลลัม ก้านสมอง ต่อมไพเนียล และต่อมใต้สมอง

(2) สมองส่วนกลาง หรือมิดเบรน (Midbrain) สมองส่วนกลาง คือ สมองในส่วนที่อยู่เหนือก้านสมองตรงที่เรียกว่า พอนส์ (Pons) (ดูรูปที่ 2-16) สมองส่วนกลางเกี่ยวข้องกับการเคลื่อนไหวเช่นกันแต่เป็นการเคลื่อนไหวคนละแบบกับที่เซรีเบลลัมควบคุม เซลล์ประสาทที่สมองส่วนกลางจะสร้างสารสื่อประสาทสำคัญที่ชื่อว่า โดปามีน แล้วส่งต่อไปยังสมองส่วนอื่นใน สมองส่วนหน้า ซึ่งได้แก่ เซรีบรัม ทาลามัส หรือไฮโปทาลามัส ถ้าสมองส่วนกลางถูกทำลายเสียหาย จะทำให้บุคคลนั้นเกิดโรคพาร์กินสัน (Cenci, 2007) ซึ่งผู้ป่วยจะมีอาการอาการสั่น เกร็ง และเคลื่อนไหวช้า

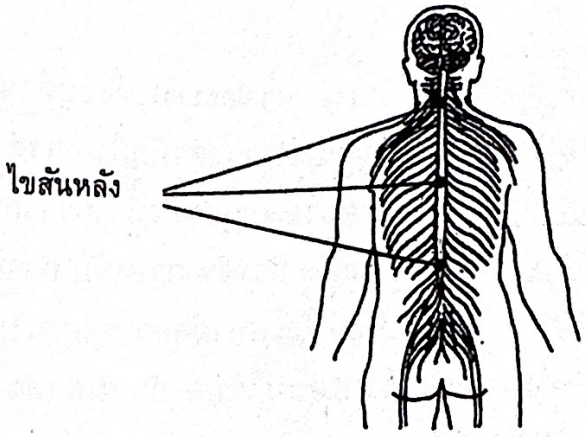
(3) ทาลามัส (Thalamus) ทาลามัสเป็นสมองที่อยู่บริเวณด้านหน้าของมิดเบรน (ดูรูปที่ 2-16) ทาลามัสมีลักษณะเป็นรูปทรงกลมรี 2 ลูก ทำหน้าที่เป็นสถานีถ่ายทอดกระแสประสาทรับความรู้สึกที่ส่งมาจากไขสันหลังแล้วแยกกระแสประสาทนี้ส่งออกไปยังสมองส่วนที่เกี่ยวข้องกระแสประสาทนั้น ๆ ตามความเป็นจริงแล้ว ระบบรับความรู้สึกของร่างกายของเราเกือบทั้งหมด (ยกเว้นการรับความรู้สึกด้านกลิ่นจะต้องเข้ามาผ่านที่ทาลามัสทั้งนั้น ในทาลามัสจะมีส่วนประกอบสำคัญบางส่วนที่ถ่ายทอดเฉพาะกระแสประสาทประเภทที่เป็นภาพและเสียงโดยเฉพาะ

(4) ไฮโปทาลามัส (Hypothalamus) ตั้งอยู่ด้านล่างของทาลามัส (ดูรูปที่ 2-16) สมองส่วนนี้จะทำหน้าที่ควบคุมกระบวนการสำคัญในการดำรงชีวิตของคนเรา เช่น การควบคุมอุณหภูมิของร่างกาย ควบคุมความสมดุลของน้ำในร่างกาย การหลั่งฮอร์โมนของต่อมใต้สมอง การเต้นของหัวใจ ความดันโลหิต การตื่น การหลับ ความต้องการในการกิน การดื่ม เรื่องเพศและพฤติกรรมของความเป็นแม่ ไฮโปทามัสควบคุมกระบวนการต่างๆ เหล่านี้ผ่านทางระบบประสาทออโตโนมิกและระบบต่อมไร้ท่อ ถ้าสมองส่วนนี้ได้รับความเสียหายจะส่งผลต่อพฤติกรรมพื้นฐานต่างๆที่กล่าวมาอย่างมาก

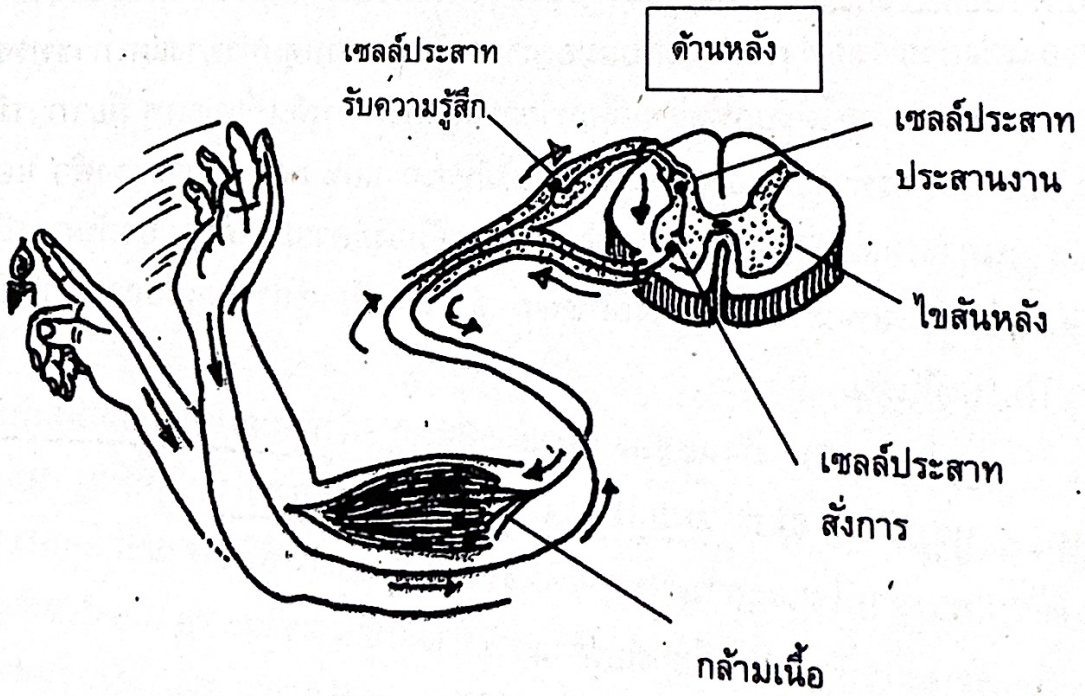
(5) สมองน้อย หรือเซรีเบลลัม (Cerebellum) สมองน้อยหรือเซรีเบลลัมตั้งอยู่ด้านหลังของสมองติดกับก้านสมอง (ดูรูปที่ 2-16) สมองน้อยเป็นสมองส่วนที่มีความสลับซับซ้อนอย่างมาก เกี่ยวข้องกับกจรประสานงานของการเคลื่อนไหวของกล้ามเนื้อส่วนต่างๆของร่างกาย โดยทำงานร่วมกับสมองส่วนเซรีบรัม ควบคุมท่าทางและการทรงตัว ผู้ป่วยที่สมองส่วนสมองน้อยได้รับอันตรายเสียหายจะมีท่าทางการเดินที่แปลกๆ มีอาการมือสั่นเวลาเอื้อมหยิบของ การทำงานของกล้ามเนื้อลายไม่ประสานกัน และเสียการทรงตัว นอกจากการประสานงานการเคลื่อนไหวต่างๆ แล้ว เซรีเบลลัมยังมีความสำคัญเกี่ยวกับการเรียนรู้เรื่องการเคลื่อนไหวที่เฉพาะเจาะจงบางลักษณะ เช่น การเรียนรู้การผูกเชือกรองเท้าหรือเรียนรู้การเล่นเปียโนเป็นต้น

(6) ก้านสมอง (Brain Stem) ก้านสมองเป็นส่วนที่ติดกับไขสันหลังมากที่สุด (ดูรูปที่ 2-16) ก้านสมองมีความสำคัญสำหรับการทำหน้าที่พื้นฐานของร่างกาย ประกอบด้วย การหายใจและการควบคุมเต้นของหัวใจ ในการใช้ชีวิตตามปกติคนเราจะไม่รู้เลยว่าก้านสมองทำอะไรบ้างหรือเกี่ยวข้องกับเราอย่างไรบ้าง แต่ในความเป็นจริงแล้วการทำงานของก้านสมองมีส่วนสำคัญอย่างมากต่อการมีชีวิตของเรา ถ้าก้านสมองได้รับอันตรายเช่นจากเส้นเลือดสมองแตกหรือได้รับการกระทบกระเทือนจนบาดเจ็บซอกช้ำ คนนั้นมักจะลงเอยด้วยการเสียชีวิต

ก้านสมองยังมีความสำคัญในการควบคุมการเคลื่อนไหวของลูกตา ลิ้น และกล้ามเนื้อใบหน้า เกี่ยวข้องกับการนอนหลับและการตื่น นอกจากนั้นยังเป็นแหล่งสร้างสารสื่อประสาทที่ชื่อ ซีโรโทนิน เพื่อส่งเข้าไปในสมองทำหน้าที่สำคัญหลายอย่าง เช่น การควบคุมเรื่องอารมณ์และระดับความมีชีวิตชีวา ยาหลายชนิดที่นิยมใช้รักษาอาการซึมเศร้าและความวิตกกังวลทำงานโดยไปเพิ่มระดับซีโรโทนินในสมอง



รูปที่ 2-17 ไขสันหลัง



รูปที่ 2-18 รีเฟล็กซ์เวลาที่นิ้วมือไปโดนความร้อนจากเปลวไฟของเทียนไข

2.3.1.2 ไขสันหลัง (Spinal Cord) ไขสันหลังเป็นส่วนที่ต่อจากสมองลงมาข้างล่างทางด้านหลังของลำตัว (ดูรูปที่ 2-17) ไขสันหลังจะอยู่ภายในกระดูกสันหลังตั้งแต่ช่วงคอ หน้าอก บั้นเอว กระเบนเหน็บและก้นกบ ไขสันหลังมีความสำคัญในการรับความรู้สึกจากร่างกายและส่งไปยังสมอง ขณะเดียวกันไขสันหลังรับคำสั่งจากสมองสั่งการไปที่กล้ามเนื้อเพื่อควบคุมการเคลื่อนไหวต่างๆ ของร่างกาย กระบวนการนี้ต้องทำงานร่วมกันระหว่างสมองไขสันหลังและระบบประสาทโซมาติก เป็นกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนไหวที่สมองได้รับข้อมูลและควบคุมได้ เช่น การที่สมองสั่งการให้กล้ามเนื้อแขนให้ยกแขนขึ้นข้างบน หรือสมองสั่งการให้ขาก้าวเดิน ฯลฯ

อย่างไรก็ตาม ไขสันหลังยังเกี่ยวข้องกับกระบวนการอีกกระบวนหนึ่งที่เป็นปฏิกิริยาที่ทำงานร่วมกันระหว่างประสาทโซมาติกกับไขสันหลังโดยไม่ได้เกี่ยวข้องกับสมอง กระบวนการที่ว่านี้ คือ "รีเฟล็กซ์" (Reflex) ตัวอย่างรีเฟล็กซ์ที่เห็นได้บ่อยๆ ในชีวิตประจำวัน (ดูรูปที่ 2-18) เช่น เวลาที่นิ้วมือไปโดนความร้อนจากเปลวไฟของเทียนไข มือจะกระตุกหนีจากเปลวไฟในทันทีพร้อมกับอุทานออกมาว่า "โอ๊ย" ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นอย่างรวดเร็วนี้เป็นการทำงานร่วมกันระหว่างระบบประสาทโซมาติกกับไขสันหลังเท่านั้น สมองไม่ได้สั่งการแต่อย่างใดทั้งสิ้น เริ่มต้นจากปลายประสาทรับความเจ็บปวดที่ปลายนิ้วมือได้รับความร้อนจากเปลวไฟ กระแสประสาทจะวิ่งจากปลายนิ้วไปตามแขนผ่านทางแขนเดนไดรต์ของเซลล์ประสาทรับความรู้สึก (Sensory Neuron หรือ Afferent Neuron) ออกทางแอกซ์อนเข้าไปที่ไขสันหลังโดยเข้าทางด้านหลัง ส่งต่อไปยังเซลล์ประสาทประสานงาน (Interneuron) ภายในไขสันหลัง จากนั้นจะส่งสัญญาณต่อไปให้เซลล์ประสาทสั่งการ (Motor Neuron หรือ Efferent Neuron) ออกมานอกไขสันหลัง เดินทางไปตามแอกซอนไปยังกล้ามเนื้อที่แขนและมือเพื่อควบคุมให้มือกระตุกถอยห่างจากเปลวไฟ ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นนี้สมองไม่ได้เป็นผู้สั่งการแต่อย่างใด เป็นการสั่งการของไขสันหลัง

ดังนั้น วงจรระบบประสาทของรีเฟล็กซ์ประกอบด้วย เซลล์ประสาทเพียง 3 เซลล์เท่านั้น คือ เซลล์ประสาทรับความรู้สึกซึ่งมีตัวเซลล์อยู่นอกไขสันหลังแต่มีแขนแอกซอนยื่นเข้าไปในไขสันหลัง เซลล์ประสาทประสานงานซึ่งอยู่ภายในไขสันหลัง และเซลล์ประสาทสั่งการ ซึ่งตัวเซลล์อยู่ในไขสันหลัง แต่แขนแอกซอนยื่นออกไปนอกไขสันหลัง ข้อมูลความเจ็บปวดที่ได้รับจากปลายนิ้วที่เข้ามาในไขสันหลัง นอกจากไขสันหลังจะส่งคำสั่งออกไปเป็นรีเฟล็กซ์แล้ว ไขสันหลังยังส่งข้อมูลขึ้นไปรายงานให้สมองทราบด้วยในเวลาเดียวกันกับที่เกิดรีเฟล็กซ์แต่ช้ากว่า แล้วจากนั้นสมองจึงสั่งการให้ปากเราออกเสียงอุทานหรือแสดงการ

เคลื่อนไหวของร่างกายอื่นๆตามมาแต่เป็นพฤติกรรมที่ควบคุมได้ เช่น เดินถอยห่างจากเทียนไขมาหาเก้าอี้นั่ง เป็นต้น

2.3.2 ระบบประสาทส่วนปลาย (Peripheral Nervous System--PNS)

ระบบประสาทส่วนปลายประกอบด้วยระบบประสาทโซมาติก(Somatic Nervous System) หรือระบบประสาทกาย และระบบประสาทออโตโนมิก (Autonomic Nervous System)

2.3.2.1 ระบบประสาทโซมาติก (Somatic Nervous System--SNS)

ระบบประสาทโซมาติก คือ ระบบประสาทส่วนปลายที่เส้นประสาทรับข้อมูลความรู้สึก การสัมผัส ความเจ็บปวดจากทั่วร่างกายไปที่ไขสันหลังและสมอง และเส้นประสาทที่ส่งข้อมูลการสั่งการจากสมองและไขสันหลังไปยังกล้ามเนื้อทั่วร่างกาย ระบบประสาทโซมาติกไม่สามารถทำงานได้ด้วยตนเอง แต่จะต้องทำงานร่วมกับสมองหรือไขสันหลัง แม้กระทั่งรีเฟล็กซ์ซึ่งเป็นปฏิกิริยาของร่างกายที่มีความซับซ้อนน้อยที่สุดยังต้องทำงานร่วมกับไขสันหลัง ระบบโซมาติกประกอบด้วยเส้นประสาทสองส่วนคือ เส้นประสาทสมอง (Cranial Nerve) 12 คู่ และเส้นประสาทไขสันหลัง (Spinal Nerve) 31 คู่

เส้นประสาทสมอง (Cranial Nerve) มีจำนวน 12 คู่ คู่ที่ 1 และ 2 จะยื่นออกจากสมอง ส่วนคู่ที่ 3-12 ยื่นจากก้านสมอง เส้นประสาทสมองเป็นเส้นประสาทรับความรู้สึก และ/หรือเส้นประสาทสั่งการ ที่เชื่อมต่อกล้ามเนื้อและอวัยวะต่างๆบริเวณศีรษะถึงคอ ยกเว้นคู่ที่ 10 เพียงคู่เดียวเท่านั้นที่ลงไปเชื่อมต่อกับกล้ามเนื้อ อวัยวะในช่องอกและช่องท้องด้วย ตัวอย่างการทำงานของเส้นประสาทสมองบางคู่ เช่น เส้นประสาทคู่ที่ 1 จะรับความรู้สึกจากจมูก (รับกลิ่น) เส้นประสาทคู่ที่ 2 รับความรู้สึกจากลูกตา (รับภาพ) เกี่ยวกับการมองเห็น เส้นประสาทคู่ที่ 3 และ 4 ไปที่ดวงตาเช่นกันแต่จะเป็นการสั่งการไปที่กลุ่มกล้ามเนื้อรอบลูกตาเกี่ยวกับการเคลื่อนไหวลูกตา เป็นต้น

เส้นประสาทไขสันหลัง (Spinal Nerve) มีจำนวน 31 คู่ แต่ละคู่ยื่นออกจากไขสันหลังที่อยู่ภายในกระดูกสันหลังตั้งแต่ช่วงคอ หน้าอก บั้นเอว กระเบนเหน็บและกันกบ เป็นเส้นประสาทรับความรู้สึกและเส้นประสาทสั่งการไปยังร่างกายส่วนต่างๆ ตั้งแต่ด้านหลังศีรษะ คอ ลำตัว แขน ขา ไปจนถึงเท้า

2.3.2.2 ระบบประสาทออโตโนมิก (Autonomic Nervous System--ANS)

ระบบประสาทออโตโนมิกเป็นระบบประสาทส่วนปลายที่ควบคุมการทำงานของอวัยวะที่อยู่นอกอำนาจจิตใจ เช่น กล้ามเนื้อเรียบ กล้ามเนื้อหัวใจและต่อมต่างๆ ระบบประสาทออโตโนมิก บางส่วนถูกควบคุมโดยสมองส่วนไฮโปทาลามัสส่วนกลาง แบ่งเป็น 2 ระบบย่อย คือ ระบบซิมพาเทติก และระบบพาราซิมเทติก

(1) ระบบซิมพาเทติก (Sympathetic Nervous System) เป็นระบบที่เกี่ยวข้องกับปฏิกิริยาตอบโต้กับสิ่งเร้าหรือสถานการณ์ที่เป็นอันตรายกับมนุษย์ เป็นการเตรียมพร้อมให้เราต่อสู้หรือหนี เช่น ไปกระตุ้นให้รูม่านตาขยาย หลอดลมปอดขยาย เพิ่มการเต้นของหัวใจ กระตุ้นการปล่อยกลูโคสจากตับ กระตุ้นให้ต่อมหมวกไตหลั่งฮอร์โมนอะดรีนาลิน ยับยั้งการหลั่งน้ำย่อยในกระเพาอาหาร ยับยั้งการบีบตัวของลำไส้เล็ก เป็นต้น ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นทั้งหมดนี้เพื่อจะให้ร่างกายมนุษย์พร้อมรับสถานการณ์ที่อันตราย ตามองเห็นชัดเจน หายใจได้เต็มปอด หัวใจสูบฉีดโลหิตไปเลี้ยงกล้ามเนื้อทั่วร่างกาย มีพลังงานจากกลูโคสที่หลั่งออกจากตับ

(2) ระบบพาราซิมพาเทติก (Parasympathetic Nervous System) เป็นระบบที่ทำหน้าที่ตรงข้ามกับระบบซิมพาเทติก โดยจะเกี่ยวข้องกับการควบคุมให้กล้ามเนื้ออวัยวะของร่างกายมนุษย์ทำงานภายใต้สภาพการณ์ปกติที่ไม่มีความเสี่ยงหรืออันตรายใดๆ ตัวอย่างเช่น ระบบพาราซิมพาเทติกจะควบคุมให้การย่อยอาหารทำงานเป็นปกติ ควบคุมให้รูม่านตาหรี่ลง ลดการเต้นของหัวใจ ลดการขยายหลอดลมปอดเป็นต้น ปฏิกิริยาเหล่านี้ทำให้มนุษย์ดำเนินชีวิตตามปกติ

กิจกรรมการเรียนรู้ที่ 2

1. ระบบประสาทส่วนกลางประกอบด้วยอะไรบ้าง
2. สมองใหญ่แบ่งเป็นส่วนย่อยๆได้ 4 ส่วน มีอะไรบ้าง
3. ก้านสมองมีความสำคัญอย่างไร
4. ระบบประสาทส่วนปลายประกอบด้วยระบบย่อย ๆ 2 ระบบ คืออะไรบ้าง