



Drugs Acting on Peripheral Nervous System

ตำรายาที่ออกฤทธิ์ต่อระบบประสาทรอบนอก

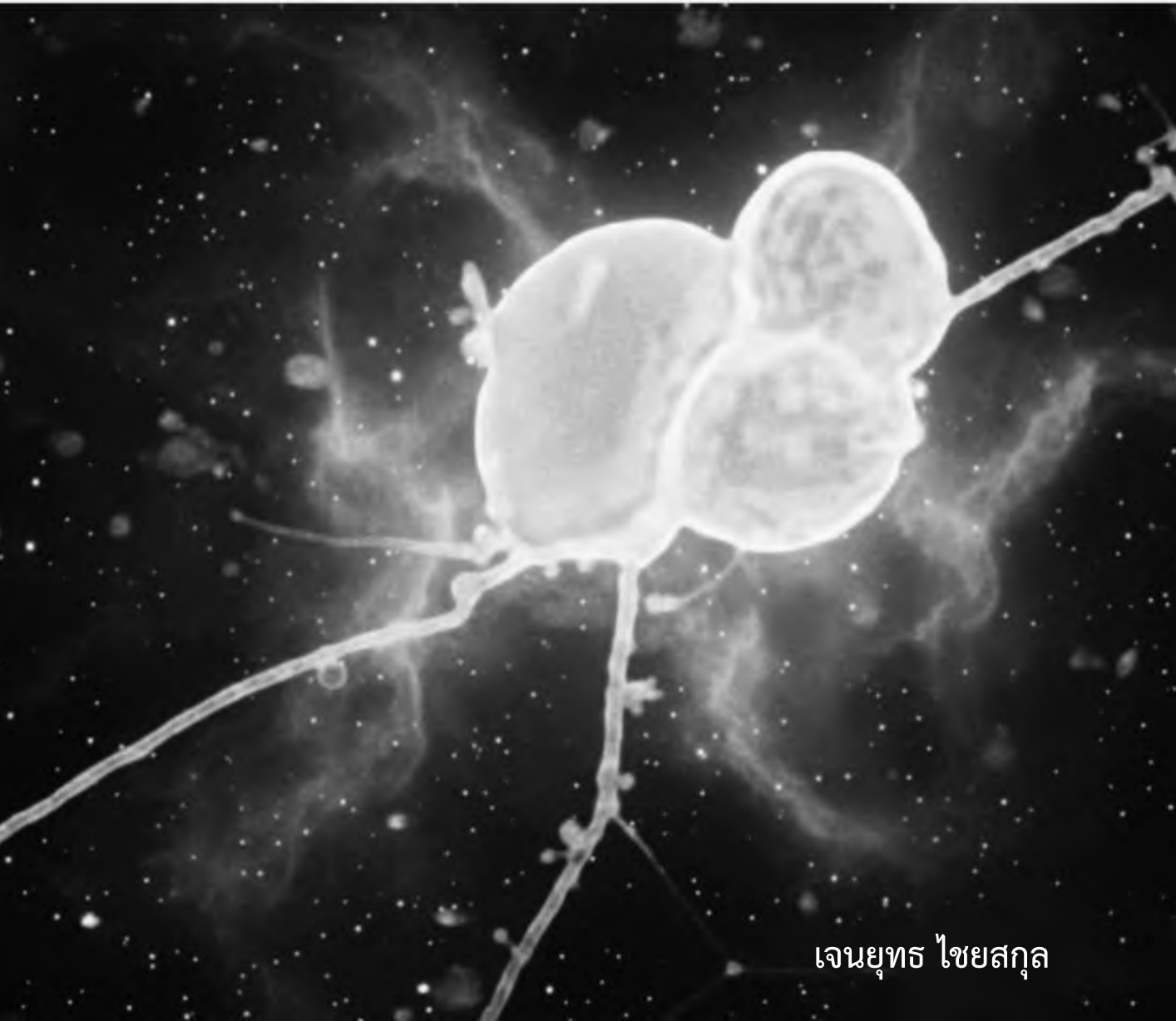


เจนยุทธ์ ไชยสกุล



Drugs Acting on Peripheral Nervous System

ตำรายาที่ออกฤทธิ์ต่อระบบประสาทรอบนอก



เจนยุทธ ไชยสกุล

ชื่อหนังสือ: ตำรายาที่ออกฤทธิ์ต่อระบบประสาทรอบนอก :
Drugs Acting on Peripheral Nervous System

ISBN: 978-616-422-123-9

บรรณาธิการ: เจนยุทธ ไชยสกุล

จัดทำโดย: โครงการตำรา วิทยาลัยแพทยศาสตร์พระมงกุฎเกล้า
กรมแพทยทหารบก กระทรวงกลาโหม
ตำราอิเล็กทรอนิกส์

พิมพ์ครั้งที่ 1: ธันวาคม 2568

ราคาเล่มละ: 550 บาท

ตำรายาที่ออกฤทธิ์ต่อระบบประสาทรอบนอก : Drugs Acting on Peripheral Nervous System
/บรรณาธิการ: เจนยุทธ ไชยสกุล พิมพ์ครั้งที่ 1
360 หน้า: ภาพประกอบ
(1) ชื่อเรื่อง: ตำรายาที่ออกฤทธิ์ต่อระบบประสาทรอบนอก: Drugs acting on Peripheral Nervous System. (2) เจนยุทธ ไชยสกุล (3) โครงการตำราวิทยาลัยแพทยศาสตร์พระมงกุฎเกล้า กรมแพทยทหารบก กระทรวงกลาโหม
ISBN: 978-616-422-123-9

ออกแบบปก/รูปเล่ม: ปานศิริ รื่นแจ่ม

จากปก:

Mouse dorsal root ganglion neurons ถ่ายด้วยเทคนิค Fluorescent dye โดย เจนยุทธ ไชยสกุล

คำนำ

ความรู้ในระบบประสาทรอบนอก หรือระบบประสาทส่วนปลาย (Peripheral Nervous System) ถือเป็นเนื้อหาที่ถูกนำมาสอนเป็นลำดับต้น ๆ ของวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพพื้นฐาน ซึ่งมักมีการเชื่อมโยงเนื้อหาทางสรีรวิทยา กายวิภาคศาสตร์ และเภสัชวิทยาเพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจหลักการเบื้องต้น และสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการศึกษาระดับที่สูงขึ้น หรือใช้ประกอบวิชาชีพหลังจบการศึกษา

นิสิต/นักศึกษาในสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพสามารถนำ “ตำรายาที่ออกฤทธิ์ต่อระบบประสาทรอบนอก : Drugs acting on Peripheral Nervous System” เล่มนี้ มาอ่านทบทวนความรู้เพิ่มเติม เพื่อให้เกิดความเข้าใจในหลักการทางเภสัชวิทยาของยาในระบบประสาทรอบนอกได้อย่างลึกซึ้ง โดยเนื้อหาในตำราเล่มนี้ได้แบ่งเป็น 4 ส่วน คือ ความรู้พื้นฐานของระบบประสาทรอบนอก ประกอบด้วยหลักกายวิภาคศาสตร์ของระบบประสาทอโตโนมิก สรีรวิทยาของระบบประสาทรอบนอก รวมถึงบทบาทของสารสื่อประสาทในระบบประสาทรอบนอก ซึ่งมีความสัมพันธ์กับเนื้อหาในส่วนที่ 2 ได้แก่ความรู้เรื่องยาที่มีผลต่อระบบประสาทรอบนอก โดยเฉพาะยาในระบบประสาทอโตโนมิก อีกทั้งยังเชื่อมโยงความรู้เบื้องต้นทางวิทยาศาสตร์การแพทย์ขั้นพื้นฐานกับการประยุกต์ใช้ทางคลินิก ซึ่งอยู่ในเนื้อหาส่วนที่ 3 โดยได้รับความกรุณาจากอาจารย์แพทย์ผู้เชี่ยวชาญในศาสตร์แขนงต่าง ๆ ร่วมนิพนธ์ และส่วนสุดท้ายได้กล่าวถึงหน้าที่ของระบบประสาทรับความรู้สึก รวมทั้งยาที่ออกฤทธิ์ระงับความรู้สึกเจ็บปวด เช่น ยาชา และยารักษาอาการปวดปลายประสาท เป็นต้น

อนึ่งเพื่อให้เกิดความเข้าใจเป็นวงกว้างแก่ผู้อ่าน การใช้คำศัพท์เฉพาะทางวิทยาศาสตร์ที่ปรากฏในตำรานี้บางส่วนไม่ได้มีการอ้างอิงจากพจนานุกรม ฉบับราชบัณฑิตยสถาน ผู้นิพนธ์ได้ดัดแปลงรูปภาพประกอบบางส่วน และอ้างอิงแหล่งที่มาอย่างครบถ้วน ชื่อบกพร่องใด ๆ ของตำราเล่มนี้บรรณาธิการขออภัยขออภัยด้วยความยินดี และจะนำไปพัฒนาในการตีพิมพ์ครั้งต่อไป เพื่อให้ตำรายาที่ออกฤทธิ์ต่อระบบประสาทรอบนอก : Drugs acting on Peripheral Nervous System เล่มนี้เกิดประโยชน์สูงสุดแก่นิสิต นักเรียน นักศึกษา รวมทั้งผู้อ่านทั่วไป ส่วนดีของตำราเล่มนี้ขออุทิศแด่คณาจารย์ทุกท่านผู้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ รวมถึงคำแนะนำและเทคนิคต่าง ๆ ที่นำมาใช้ในการแต่งตำรานี้แก่ผู้นิพนธ์

เจนยุทธ ไชยสกุล

บรรณาธิการ

2568

คำนิยาม

ทฤษฎีความรู้ของระบบประสาทส่วนปลายนั้นมีความซับซ้อน ในการทบทวนความรู้ทางเภสัชวิทยาของยาในระบบประสาทส่วนปลายจะต้องมีความรู้พื้นฐานทางกายวิภาคศาสตร์ ชีวเคมี และสรีรวิทยา จึงจะเข้าใจกลไกการออกฤทธิ์ ประโยชน์ใช้ และอาการข้างเคียงของยาต่ออวัยวะที่ถูกควบคุมด้วยใยประสาทรอบนอก ประกอบด้วย อวัยวะในระบบหัวใจและหลอดเลือด ระบบทางเดินหายใจ ระบบทางเดินอาหาร ระบบขับถ่ายปัสสาวะและระบบสืบพันธุ์ ซึ่งหลักสำคัญของการเรียนเภสัชวิทยาในระบบประสาทส่วนปลาย คือ การเข้าใจบทบาทของสารสื่อประสาทที่ใช้ส่งสัญญาณ ทั้งการสังเคราะห์ กลไกการหลั่ง การทำให้สารสื่อประสาทหมดฤทธิ์ หรือกระบวนการเมแทบอลิซึม รวมถึงการตอบสนองของตัวรับที่อวัยวะเป้าหมาย

แม้ว่าปัจจุบันจะมีสื่อการเรียนที่ทันสมัยและเข้าถึงง่ายผ่านระบบออนไลน์ แต่ข้อมูลส่วนใหญ่เป็นความรู้สำหรับประชาชนทั่วไป ซึ่งไม่ตรงกับหลักสูตรการเรียนของนักศึกษาในสาขาวิทยาศาสตร์สุขภาพ อย่าง แพทย์ เภสัชกร พยาบาล เทคนิคการแพทย์ และวิทยาศาสตร์สุขภาพในแขนงอื่น ๆ ซึ่งต้องมีความรู้ทางเภสัชวิทยาอย่างถ่องแท้ “ตำรายาที่ออกฤทธิ์ต่อระบบประสาทรอบนอก : Drugs acting on Peripheral Nervous System” เล่มนี้ จึงเป็นแหล่งรวบรวมความรู้ทั้งหมดในระบบประสาทรอบนอกทั้งกายวิภาคศาสตร์ สรีรวิทยา ชีวเคมี และเภสัชวิทยาในระบบประสาทอัตโนมัติ และระบบรับรู้สีก นอกจากนี้ยังมีเนื้อหาการประยุกต์ใช้ยาทางคลินิก ซึ่งบรรณาธิการได้รวบรวมบทความจากแพทย์ที่มีความเชี่ยวชาญเฉพาะด้านมาไว้ในตำรานี้ จึงถือว่าเป็นแหล่งข้อมูลชั้นดีที่มีทั้งความรู้เบื้องต้นทางเภสัชวิทยาและการใช้ยาในเวชปฏิบัติเฉพาะทาง โดยผู้เรียนสามารถนำตำรานี้ไปใช้ทบทวนความรู้หลังสำเร็จการศึกษา หรือระหว่างศึกษาในระดับที่สูงขึ้นได้

กระผมมีความยินดีเป็นอย่างยิ่งที่อาจารย์เจนยุทธ ได้จัดทำ “ตำรายาที่ออกฤทธิ์ต่อระบบประสาทรอบนอก : Drugs acting on Peripheral Nervous System” นี้เพื่อเป็นแหล่งค้นคว้าและทบทวนความรู้พื้นฐาน รวมทั้งหลักสำคัญในการใช้ยาทางคลินิกให้กับนักเรียน นิสิต/นักศึกษา ตลอดจนผู้สนใจได้นำไปใช้เพื่อประกอบการศึกษาในบทเรียนเรื่องระบบประสาทรอบนอก หรือ peripheral nervous system ต่อไป

พลตรี รองศาสตราจารย์ ดร. ชัยณรงค์ เชิดชู

คำนิยม

พันเอกรองศาสตราจารย์ เจนยุทธ ไชยสกุล เป็นอาจารย์ในภาควิชาเภสัชวิทยา วิทยาลัยแพทยศาสตร์พระมงกุฎเกล้า เป็นผู้มีความรู้ความสามารถทั้งด้านการสอนนักเรียนแพทย์ในวิชาเภสัชวิทยา และการทำวิจัยเป็นอย่างดีเสมอมา

กระผมมีความรู้สึกยินดีเป็นอย่างยิ่งที่ได้รับเกียรติเป็นผู้เขียนคำนิยมในหนังสือ “ตำรายาที่ออกฤทธิ์ต่อระบบประสาทรอบนอก : Drugs acting on Peripheral Nervous System” เล่มนี้ ซึ่งเป็นแหล่งค้นคว้าความรู้เพิ่มเติมที่สำคัญทางเภสัชวิทยาของยาในระบบประสาทรอบนอกให้แก่ นักเรียน นิสิต/นักศึกษา ตลอดจนผู้สนใจได้นำไปใช้เพื่อประกอบการศึกษาในบทเรียนเรื่องระบบประสาทรอบนอก หรือ peripheral nervous system

เนื้อหาใน “ตำรายาที่ออกฤทธิ์ต่อระบบประสาทรอบนอก : Drugs acting on Peripheral Nervous System” ประกอบด้วยความรู้ทางกายวิภาคศาสตร์ สรีรวิทยา และเภสัชวิทยาในระบบประสาทรอบนอก ประกอบด้วย ระบบประสาทอัตโนมัติ และระบบประสาทรับความรู้สึก อีกทั้งยังมีบทเรียนที่เขียนโดยอาจารย์แพทย์ที่มีความเชี่ยวชาญ ด้านประสาทวิทยา จักษุวิทยา และศัลยศาสตร์ระบบทางเดินปัสสาวะ ทำให้ตำรานี้มีคุณค่าทางวิชาการมากขึ้น ซึ่งนักเรียนแพทย์สามารถนำตำรานี้ไปใช้ทบทวนความรู้ในการศึกษาต่อเนื่องเฉพาะทางได้ นอกจากนี้ผู้อ่านยังสามารถทบทวนความรู้จากแบบฝึกหัดท้ายบทที่ผู้นิพนธ์ได้นำมาแทรกไว้ในทุกบทเรียนอย่างครบถ้วน

ขออำนวยการให้หนังสือที่มีคุณค่าเล่มนี้ ได้มีการนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อ นักเรียนแพทย์ นักศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์สุขภาพสาขาอื่น ๆ แพทย์ พยาบาล เภสัชกร เพื่อเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาวงการแพทย์ในอนาคต

พลตรี ศาสตราจารย์ ประจักษ์ เรืองกาญจนเศรษฐ์

ผู้อำนวยการ กองการศึกษา

วิทยาลัยแพทยศาสตร์พระมงกุฎเกล้า

บรรณาธิการ



พันเอก รองศาสตราจารย์ เจนยุทธ ไชยสกุล

ภาควิชาเภสัชวิทยา วิทยาลัยแพทยศาสตร์พระมงกุฎเกล้า

การศึกษา

- วิทยาศาสตร์บัณฑิต (กายภาพบำบัด) มหาวิทยาลัยขอนแก่น
- วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เภสัชวิทยา) มหาวิทยาลัยขอนแก่น
- Doctor of Philosophy (Pharmacology):
Monash University, Australia

กิตติกรรมประกาศ

กระผมขอขอบพระคุณ คณาจารย์ภาควิชาเภสัชวิทยา คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น และ ภาควิชาเภสัชวิทยา วิทยาลัยแพทยศาสตร์พระมงกุฎเกล้า ผู้ให้ความรู้และเป็นต้นแบบที่ดีทั้งด้านงานสอนและงานวิจัย รวมถึงโอกาสเข้าทำงานในฐานะอาจารย์เภสัชวิทยา และโอกาสในการศึกษาต่อระดับปริญญาเอก ณ Monash University ประเทศออสเตรเลีย ขอขอบพระคุณอาจารย์ วพม. และอาจารย์แพทย์ โรงพยาบาลพระมงกุฎเกล้าทุกท่านที่สละเวลาร่วมแต่งบทในตำรานี้ ขอขอบพระคุณคณะผู้บริหารโครงการตำรา วิทยาลัยแพทยศาสตร์พระมงกุฎเกล้า ในการสนับสนุนงบประมาณการจัดพิมพ์ตำรา ขอขอบคุณ คุณอ้อม ปานศิริ รื่นแจ่ม สำหรับการเรียบเรียงเนื้อหาในตำราและ จำลิบเอกหญิง ศิริพร สังข์ทองตลอดจนเจ้าหน้าที่ธุรการ ภาควิชาเภสัชวิทยา วิทยาลัยแพทยศาสตร์พระมงกุฎเกล้า ทุกท่านที่มีส่วนในการประสานงานของงบประมาณการจัดทำตำรา สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณ บิดา-มารดาและครอบครัว ที่เป็นกำลังใจสำคัญระหว่างการแต่ง และรวบรวมเนื้อหา “ตำรายาที่ออกฤทธิ์ต่อระบบประสาทรอบนอก : Drugs acting on Peripheral Nervous System” เล่มนี้

เจนยุทธ ไชยสกุล

ผู้นิพนธ์ (เรียงตามตัวอักษร)

เจนยุทธ ไชยสกุล

วท.บ. (กายภาพบำบัด), วท.ม. (เภสัชวิทยา),

Ph.D. (Pharmacology)

พันเอก รองศาสตราจารย์ ภาควิชาเภสัชวิทยา

วิทยาลัยแพทยศาสตร์พระมงกุฎเกล้า

.....
ณัฐพงศ์ บินชารี

พบ., ว.ว. (ศัลยศาสตร์ยูโรวิทยา)

พันเอก ผู้ช่วยศาสตราจารย์

ภาควิชาศัลยศาสตร์

วิทยาลัยแพทยศาสตร์พระมงกุฎเกล้า

.....
ดั่งใจ สุวรรณกิตติ

พบ.(เกียรตินิยม),

Ph.D. (Molecular medicine & Physiology)

พันเอก (พิเศษ) หญิง ผู้ช่วยศาสตราจารย์

สำนักงานรัฐมนตรี กระทรวงกลาโหม/

ภาควิชาสรีรวิทยา

วิทยาลัยแพทยศาสตร์พระมงกุฎเกล้า

.....
ปิยาณี ศรียา

วท.บ. (กายภาพบำบัด),

วท.ม.(กายวิภาคศาสตร์)

Ph.D. (Biomedicine Science)

พันโทหญิง ผู้ช่วยศาสตราจารย์

ภาควิชากายวิภาคศาสตร์

วิทยาลัยแพทยศาสตร์พระมงกุฎเกล้า

พาสิริ สิทธินามสุวรรณ

พบ., วว.อายุรศาสตร์, วว.ประสาทวิทยา

พันเอก (พิเศษ) หญิง รองศาสตราจารย์

ภาควิชาจิตเวชและประสาทวิทยา

วิทยาลัยแพทยศาสตร์พระมงกุฎเกล้า

.....
วิทยา จิระอนันต์กุล

พบ., ว.ว. (ศัลยศาสตร์ยูโรวิทยา)

พันโท ผู้ช่วยศาสตราจารย์พิเศษ

หน่วยศัลยกรรมระบบปัสสาวะ

กองศัลยกรรม โรงพยาบาลพระมงกุฎเกล้า

.....
วรพจน์ ศรีमानันท์

พบ. (เกียรตินิยม), ว.ว. (จักษุวิทยา),

ประกาศนียบัตรฯ จักษุวิทยาเด็กและตาเข

พันเอก ผู้ช่วยศาสตราจารย์พิเศษ

กองจักษุกรรม โรงพยาบาลพระมงกุฎเกล้า

.....
อนุพงษ์ กันธิวงศ์

พ.บ., ค.ม., ค.ด.

พันโท ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภาควิชาเภสัชวิทยา

วิทยาลัยแพทยศาสตร์พระมงกุฎเกล้า

.....
อิสราพร ตรีสวัสดิ์

พบ., วว.จักษุวิทยา,

ประกาศนียบัตรฯ โรคต้อหิน

พันโทหญิง ผู้ช่วยศาสตราจารย์พิเศษ

กองจักษุกรรม โรงพยาบาลพระมงกุฎเกล้า

สารบัญ

ส่วนที่ 1 ความรู้พื้นฐานระบบประสาทรอบนอก

บทที่ 1 : บทนำระบบประสาทรอบนอก	1
เจนยูท ไชยสกุล	
บทที่ 2 : กายวิภาคศาสตร์ระบบประสาทอโตโนมิก	7
ปิยาณี ศรียา	
บทที่ 3 : กลไกควบคุมในระบบประสาทอโตโนมิก	27
เจนยูท ไชยสกุล	

ส่วนที่ 2 เกสัชวิทยาของยาที่มีผลต่อระบบประสาทอโตโนมิกและระบบประสาทโซมาติก

บทที่ 4 : ยาที่ออกฤทธิ์ต่อระบบประสาทพาราซิมพาเทติก	65
เจนยูท ไชยสกุล	
บทที่ 5 : ยาที่ออกฤทธิ์ต่อระบบประสาทซิมพาเทติก	101
เจนยูท ไชยสกุล	
บทที่ 6 : ยากลากัลลามีน	141
เจนยูท ไชยสกุล	

ส่วนที่ 3 การประยุกต์ใช้ยาที่ออกฤทธิ์ต่อระบบประสาทอโตโนมิกในการรักษาทางคลินิก

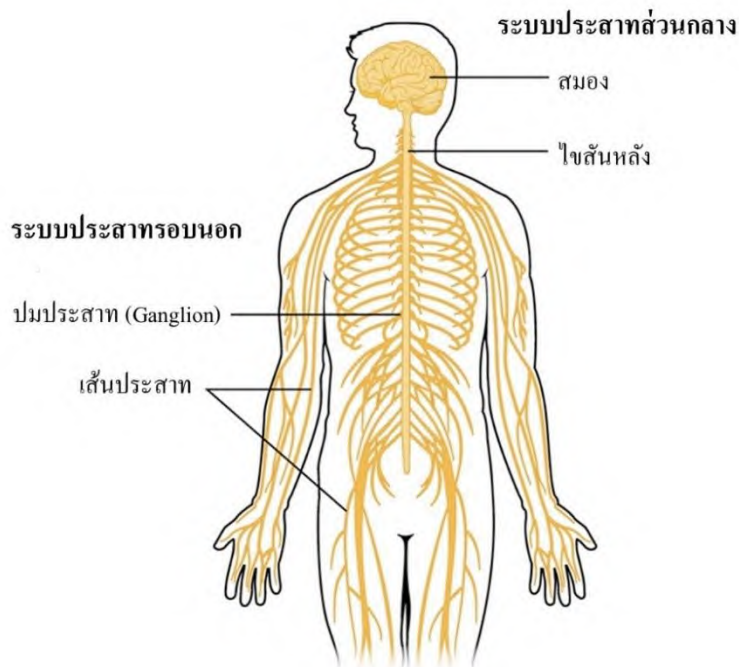
บทที่ 7 : โรค myasthenia gravis (MG) และการรักษาทางเกสัชวิทยา	165
พาสิริ สิทธินามสุวรรณ	
บทที่ 8 : ยาขยายรูม่านตา	185
วรพจน์ ศรีมานันท์	
บทที่ 9 : ยารักษาโรคต้อหิน	197
อิสราพร ตรีสิทธิ์	
บทที่ 10 : เกสัชวิทยาในการรักษาภาวะชัก	217
เจนยูท ไชยสกุล	
บทที่ 11 : ยาสำหรับผู้ป่วยที่มีการควบคุมปัสสาวะผิดปกติ	227
เจนยูท ไชยสกุล	
วิทยา จิระอนันต์กุล	

สารบัญ

บทที่ 12 :	เภสัชวิทยาในผู้ป่วยหย่อนสมรรถภาพทางเพศชาย เจนยุทธ ไชยสกุล	241
บทที่ 13 :	ยารักษาภาวะต่อมลูกหมากโต ณัฐพงศ์ บิณشري	255
ส่วนที่ 4 ระบบรับรู้ความรู้สึก		
บทที่ 14 :	การส่งสัญญาณประสาทรับรู้ ตั้งใจ สุวรรณกิตติ	271
บทที่ 15 :	ยาชาเฉพาะที่ อนุพงษ์ กันธิวงศ์	313
บทที่ 16 :	ยาที่ใช้ในการรักษาอาการปวดปลายประสาท เจนยุทธ ไชยสกุล	321
ดัชนี		335

บทนำ

ระบบประสาทในร่างกายสิ่งมีชีวิตชั้นสูงถูกแบ่งเป็นระบบประสาทส่วนกลาง (Central nervous system; CNS) ประกอบด้วยสมอง (Brain) และไขสันหลัง (Spinal cord) (รูปที่ 1-1) และระบบประสาทรอบนอก หรือระบบประสาทส่วนปลาย (Peripheral nervous system; PNS) ซึ่งประกอบด้วยใยประสาท หรือเส้นประสาทที่อยู่นอกสมองและไขสันหลัง เนื่องจากใยประสาทรอบนอก หรือใยประสาทส่วนปลายนี้ไม่ได้รับการปกป้องจากโครงสร้างที่แข็งแรงเหมือนสมองและไขสันหลังที่ถูกห่อหุ้มด้วยกะโหลกศีรษะและกระดูกสันหลังตามลำดับ จึงทำให้เส้นประสาทส่วนปลายมีความเสี่ยงที่จะได้รับบาดเจ็บได้ง่าย อย่างไรก็ตามระบบประสาททั้งสองต้องทำหน้าที่ร่วมกันเพื่อรักษาภาวะธำรงดุลของร่างกาย (Homeostasis)



รูปที่ 1-1 โครงสร้างของระบบประสาทส่วนกลางและระบบประสาทรอบนอก (ภาพโดย: เจนยุทธ ไชยสกุล)

ซึ่งหากเปรียบเทียบการทำงานของระบบประสาทในร่างกายเป็นโรงงานผลิตกระแสไฟฟ้าจะพบว่า ระบบประสาทส่วนกลางทำหน้าที่เหมือนแหล่งผลิตกำลังไฟฟ้าหลัก โดยมีใยประสาทรอบนอกทำหน้าที่เหมือนสายส่งกระแสไฟฟ้าไปยังบ้านเรือน ซึ่งก็คืออวัยวะเป้าหมาย กล้ามเนื้อลายบริเวณแขนขา กล้ามเนื้อเรียบ หรือต่อมต่าง ๆ และยังสามารถนำสัญญาณตอบสนองจากอวัยวะเป้าหมายส่งกลับมายัง ระบบประสาทส่วนกลางอีกเช่นกัน โดยปกติแล้วสัญญาณประสาทสั่งการ (Motor pathway) จะถูกถ่ายทอดจากสมองและไขสันหลังไปยังอวัยวะรอบนอกผ่านใยประสาทสั่งการ (Motor nerve) ให้เกิดการหดตัวของกล้ามเนื้อลายเพื่อให้เกิดการเคลื่อนไหว หรือควบคุมการทำงานของอวัยวะที่เกี่ยวข้องกับการหายใจ การเต้นของหัวใจ การหลั่งสารคัดหลั่งจากต่อมต่าง ๆ หรือการหดตัวของกล้ามเนื้อเรียบในระบบทางเดินอาหาร อีกทั้งระบบประสาทรอบนอกยังทำหน้าที่ส่งสัญญาณรับความรู้สึกจากอวัยวะรอบนอกเข้าสู่สมองเพื่อทำการประมวลผลผ่านใยประสาทรับความรู้สึก (Sensory nerve) เช่นกัน

ในระบบประสาทส่วนกลางจะพบว่ามีตัวเซลล์ หรือ “neuron” ของระบบประสาทรอบนอกอยู่ โดยแต่ละ neuron จะมี axon ซึ่งเป็นใยประสาทที่นำสัญญาณประสาทส่งออกไปยัง neuron อื่นข้างเคียง axon ของแต่ละ neuron จะส่งสัญญาณผ่านเส้นใยหลาย ๆ เส้นใยที่รวมกันเป็นมัด “bundle” ของเส้นประสาทที่ภายนอกมีการห่อหุ้มด้วยเนื้อเยื่อเกี่ยวพันและหลอดเลือด เพื่อนำสัญญาณไปยังกล้ามเนื้อลาย ต่อมที่ผลิตสารคัดหลั่ง และกล้ามเนื้อเรียบทั่วทั้งร่างกาย โดยใยประสาทในร่างกายแบ่งเป็น 3 ชนิดตามประเภทของเซลล์ประสาท ได้แก่ ใยประสาทรับความรู้สึก (Sensory nerve) ใยประสาทสั่งการ (Motor nerve) และใยประสาทผสม (Mix nerve: มีทั้งใยประสาทรับความรู้สึกและใยประสาทสั่งการ) ทำหน้าที่เป็นตัวนำกระแสประสาทส่งออกจากระบบประสาทกลางสู่อวัยวะรอบนอก (Efferent nerves) และนำเข้าสู่สัญญาณจากระบบประสาทรอบนอกเข้าสู่สมองและไขสันหลัง (Afferent nerves)

เซลล์ประสาทนำเข้า (Afferent neurons) เส้นประสาทนำเข้า (Afferent nerves) หรือใยประสาทนำเข้า (Afferent fibers) เป็นเส้นประสาทที่นำสัญญาณประสาทเข้าสู่ระบบประสาทส่วนกลาง ตัวอย่างเช่น เซลล์ประสาทรับความรู้สึกที่มี เส้นประสาทขาเข้าที่เป็นใยประสาทที่ทำหน้าที่นำสัญญาณรับความรู้สึก การได้ยิน การมองเห็น การรับกลิ่นและรส รวมทั้งสัมผัสบริเวณผิวหนังเข้าไปประมวลผลที่ระบบประสาทส่วนกลาง เพื่อให้เกิดการตอบสนองที่เหมาะสม

เซลล์ประสาทนำเข้า (Afferent neurons) ยังมีหน้าที่สำคัญต่อระบบประสาทส่วนปลายในการนำข้อมูลการจากสิ่งกระตุ้นที่บริเวณอวัยวะต่าง ๆ นอกอวัยวะจิตใจเข้าสู่ระบบประสาทส่วนกลาง เพื่อให้เกิดการตอบสนองอย่างอัตโนมัติเพื่อรักษาภาวะธำรงดุล (Homeostasis) เช่น การส่งสัญญาณเร่งอัตราการใช้พลังงานเข้าสู่สมองเพื่อกระตุ้นความอยากรับประทานอาหาร

เซลล์ประสาทขาออก (Efferent neurons) มีหน้าที่ส่งสัญญาณประสาทสั่งการจากระบบประสาทส่วนกลางไปยังอวัยวะรอบนอกและกล้ามเนื้อลายผ่านใยประสาทนำออก (Efferent fiber) เช่น

เซลล์ประสาทสั่งการนำสัญญาณประสาทสั่งการจากสมองเพื่อให้เกิดการเคลื่อนไหวของข้อต่อและการหดตัวของกล้ามเนื้อ เพื่อให้เกิดการเคลื่อนไหวของร่างกาย เช่น การยกแขนเพื่อหยิบแก้วน้ำบนโต๊ะ

เส้นประสาทในระบบประสาทส่วนปลาย หรือระบบประสาทรอบนอกจะมีความยาวเป็นพิเศษ เพื่อส่งกระแสประสาทไปยังอวัยวะส่วนปลาย โดยเส้นประสาท sciatic ถือเป็นใยประสาทที่มีความยาวมากที่สุด ซึ่งมีจุดกำเนิดจากกลุ่มเซลล์ประสาทไขสันหลังระดับเอวที่ส่งกระแสประสาทลงไปถึงนิ้วหัวแม่มือ หากเกิดการบาดเจ็บที่เส้นประสาทรอบนอก ถือเป็นการตัดวงจรการเชื่อมต่อของโรงงานผลิตกระแสไฟฟ้าไปยังบ้านเรือน ทำให้อวัยวะที่ถูกเลี้ยงด้วยเส้นประสาทนั้นเสียการทำงาน จึงเป็นสิ่งที่ทำลายความสนใจของนักประสาทวิทยาในการศึกษาแนวทางป้องกันการบาดเจ็บของเส้นประสาทจากอันตรายภายนอก เช่น แรงตึง หรือการกดเค้นที่เกิดขึ้นกับเส้นประสาท โดยในที่นี้ขอแบ่งประเภทของระบบประสาทรอบนอกดังนี้

ระบบประสาทอัตโนมัติ (Autonomic nervous system: ANS)

ระบบประสาทอัตโนมัติมีศูนย์ควบคุมการทำงานอยู่ที่สมองส่วนไฮโปทาลามัส (Hypothalamus) เป็นระบบประสาทที่สำคัญต่อการทำงานของอวัยวะภายใน ทั้งระบบทางเดินอาหาร ระบบหัวใจร่วมหลอดเลือด ระบบทางเดินหายใจ ระบบสืบพันธุ์ รวมถึงควบคุมการสว่นและเผาผลาญพลังงานต่อการตอบสนองในภาวะต่าง ๆ ระบบประสาทอัตโนมัติ แบ่งเป็นระบบประสาทซิมพาเทติก (Sympathetic nervous system) และระบบประสาทพาราซิมพาเทติก (Parasympathetic nervous system) โดยทั่วไประบบทั้งสองนี้จะทำหน้าที่ตรงข้ามกันต่อการตอบสนองของร่างกายในสถานการณ์ที่ต่างกัน โดยระบบซิมพาเทติกจะตอบสนองต่อเหตุการณ์ฉุกเฉิน เช่น ในภาวะ “สู้ หรือหนี” (fight or flight) โดยเมื่อระบบซิมพาเทติกถูกกระตุ้น สารสื่อประสาทกลุ่ม catecholamine ได้แก่ นอร์อะดรีนาลีน (Noradrenaline/ norepinephrine) จะถูกหลั่งเพื่อไปกระตุ้นตัวรับที่หัวใจเพื่อกระตุ้นชีพจร และทำให้หลอดเลือดที่ไปเลี้ยงกล้ามเนื้อลายมีการขยายตัวเพื่อเพิ่มการไหลเวียนของเลือด เพื่อตอบสนองต่อการใช้พลังงานของกล้ามเนื้อที่มากขึ้น รวมถึงกระตุ้นการคลายตัวของกล้ามเนื้อเรียบหลอดเลือดให้มีการแลกเปลี่ยนก๊าซมากขึ้น ถือเป็นระบบที่ต้องเตรียมความพร้อมต่ออันตราย หรือความเครียดที่จะเกิดขึ้นต่อร่างกาย อีกนัยหนึ่งอาจถือได้ว่าระบบประสาทอัตโนมัติเป็นระบบประสาทที่มีบทบาทสำคัญต่อการป้องกันภัยให้กับร่างกาย จึงพบว่าตัวเซลล์และสารสื่อประสาทชนิดกระตุ้น (Excitatory transmission) จะมีบทบาทมากในจุดประสานประสาทของระบบประสาทซิมพาเทติก⁽¹⁾

ในทางตรงกันข้ามระบบประสาทพาราซิมพาเทติก จะมีบทบาทควบคุมการทำงานของร่างกายในภาวะปกติ หรือในขณะพัก เพื่อสว่นพลังงานไว้สำหรับภาวะฉุกเฉิน เช่น ขณะนอนหลับ พักผ่อน การย่อยอาหาร การหลั่งสารคัดหลั่ง น้ำย่อย หรือกรดในระบบทางเดินอาหาร ใยประสาทสั่งการของระบบประสาทพาราซิมพาเทติกจะพบได้ที่เส้นประสาทสมองและไขสันหลังระดับก้นกบ โดยสารสื่อประสาทที่กระตุ้นอวัยวะเป้าหมายของระบบประสาทพาราซิมพาเทติก คือ อะซิติลโคลีน (Acetylcholine: ACh)

โดยการตอบสนองที่เกิดขึ้นมักเป็นการนำสัญญาณชนิดยับยั้ง (Inhibitory transmission) ถึงแม้ว่าระบบประสาทอัตโนมัติจะเป็นระบบที่ถูกควบคุมนอกอำนาจจิตใจ อย่างไรก็ตามพบว่าในบางเหตุการณ์ เช่น การขับถ่ายอุจจาระจะมีการทำงานร่วมกันกับ Somatic nervous system เช่น ในขณะเบ่งอุจจาระที่อยู่ภายใต้อำนาจจิตใจ จึงเป็นการทำงานอย่างผสมผสานกันทั้งนอกอำนาจจิตใจ (Involuntary control) และได้อำนาจจิตใจ (Voluntary control)

ระบบประสาทลำไส้ (Enteric nervous system: ENS)

ในระบบทางเดินอาหารพบว่ามีระบบประสาทลำไส้ (Enteric nervous system) ที่ควบคุมการทำงานของอวัยวะในทางเดินอาหารโดยเฉพาะ ซึ่งได้รับสัญญาณจากระบบประสาทส่วนกลางและระบบอัตโนมัติ ทำหน้าที่ตอบสนอง ควบคุมการหดและคลายตัวของกล้ามเนื้อเรียบที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนไหวของกระเพาะอาหารและลำไส้ รวมถึงการหลั่งกรดและน้ำย่อย การหลั่งสารคัดหลั่งและฮอร์โมนที่ลำไส้ enteric nervous system เริ่มมีการพัฒนาตั้งแต่ระยะตัวอ่อนจนถึงหลังคลอด เช่นเดียวกับระบบประสาทรอบนอกอื่น enteric nervous system จะเชื่อมต่อกับระบบประสาทส่วนกลางโดยมีเส้นประสาทนำเข้าและเส้นประสาทนำออกเพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลกับสมอง

ระบบประสาทลำไส้ (Enteric nervous system) ประกอบด้วยตัวเซลล์ตั้งแต่ 200 ถึง 600 ล้านเซลล์ ที่มีความหลากหลายทั้งชนิดของตัวเซลล์ รูปร่างลักษณะ การทำงานที่มีความซับซ้อนและสารสื่อประสาทที่ใช้ อาจเรียกได้ว่าเป็น สมองอันที่สอง หรือสมองของลำไส้ (Second brain/ the brain in the gut) กลุ่มเซลล์ของ enteric nervous system ถูกแบ่งเป็น myenteric ganglia และ submucosal ganglia โดย myenteric ganglia ส่วนใหญ่ประกอบด้วยเซลล์ประสาทสั่งการที่ครอบคลุมบริเวณตั้งแต่หลอดอาหารจนถึงกล้ามเนื้อหูรูดทวารหนักชั้นใน ส่วน submucosal ganglia นั้นเป็น primary afferent sensory neurons ทำหน้าที่รับความรู้สึกบริเวณลำไส้เล็กและลำไส้ใหญ่

ตัวเซลล์ใน enteric nervous system ถูกแบ่งเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่

- 1) Intrinsic primary afferent neurons ทำหน้าที่ตอบสนองต่อตัวกระตุ้นทางเคมี เช่น อาหาร เครื่องดื่มและสารเคมี รวมถึงกระตุ้นทางกายภาพจากการย่อยอาหาร
- 2) Interneurons
- 3) Motor neurons ทำหน้าที่ควบคุมการเคลื่อนไหวของลำไส้แบบ peristalsis การหดตัวเป็นจังหวะ ของลำไส้และการเคลื่อนที่ของอาหาร รวมถึงอุจจาระในระบบทางเดินอาหาร

นอกจากนี้กลุ่มเซลล์ใน enteric nervous system ยังควบคุมรีเฟล็กซ์ในการอาเจียน ที่เกิดจากการกระตุ้นโดยสารเคมี เช่น อาการข้างเคียงจากการใช้ยาและเคมีบำบัด เป็นที่น่าสนใจว่าในปัจจุบันมีผู้ให้ความสำคัญต่อการทำงานร่วมกันระหว่างระบบประสาทลำไส้และระบบประสาทส่วนกลาง จากการที่มีการเปลี่ยนแปลงของแบคทีเรียในลำไส้ (Intestinal flora) ที่มีความเชื่อมโยงกับสภาพจิตใจ เช่น ภาวะซึมเศร้าและโรคความเสื่อมของระบบประสาทส่วนกลางอย่าง “โรคอัลไซเมอร์ (Alzheimer’s disease) และโรคพาร์กินสัน (Parkinson’s disease)⁽²⁻⁶⁾

ระบบประสาทโซมาติก (Somatic nervous system: SNS)

ระบบประสาทโซมาติกเป็นระบบที่ถูกควบคุมภายใต้อำนาจจิตใจ (Voluntary control) โดยมีเส้นประสาทรับความรู้สึกนำกระแสประสาทจากอวัยวะรอบนอกเข้าสู่สมองและไขสันหลัง และมีเส้นประสาทนำออกเป็นใยประสาทสั่งการ สำหรับการเคลื่อนไหวภายใต้อำนาจจิตใจ เช่น การเดิน การหยิบสิ่งของ เส้นประสาทในระบบประสาทโซมาติกมีต้นกำเนิดทั้งที่สมองและไขสันหลัง โดยมีเส้นประสาทออกจากสมอง 12 คู่ที่บริเวณก้านสมองและเส้นประสาทไขสันหลัง 31 คู่ทำหน้าที่นำสัญญาณรับความรู้สึกจากอวัยวะรอบนอกเข้าไขสันหลังและนำสัญญาณควบคุมการเคลื่อนไหวจากไขสันหลังไปยังกล้ามเนื้อลาย ให้เกิดการหดตัวโดยมีอะเซทิลโคลีน (ACh) เป็นการสื่อสารหลักในการกระตุ้นการหดตัว ซึ่งตรงข้ามกับระบบประสาทอัตโนมัติที่ ACh มักมีผลยับยั้งต่ออวัยวะที่ถูกควบคุมด้วยระบบประสาทพาราซิมพาเทติก นอกจากนี้ความผิดปกติทางพันธุกรรมและความบกพร่องในการถ่ายทอดสัญญาณในระบบประสาทโซมาติกระหว่างตัวรับและสารสื่อสารประสาทอาจทำให้การหดตัวและกำลังของกล้ามเนื้อลายผิดปกติได้ เช่น ผู้ป่วย myasthenia gravis

รีเฟล็กซ์ และการตอบสนองนอกอำนาจจิตใจ

ไม่เพียงแต่มีบทบาทควบคุมการเคลื่อนไหวภายใต้อำนาจจิตใจเท่านั้น ระบบประสาทโซมาติกยังตอบสนองต่อการหดตัวของกล้ามเนื้อลายนอกอำนาจจิตใจด้วย หรือที่เรียกว่า “รีเฟล็กซ์” โดยมี reflex arc ที่มีเซลล์ประสาทรับความรู้สึกทำหน้าที่เป็นศูนย์กลางการตอบสนอง เชื่อมต่อกับกลุ่มเซลล์ในไขสันหลัง จนเกิดการตอบสนองของกล้ามเนื้อลายอย่างรวดเร็ว เช่น การเคาะเอ็นที่หัวเข่าจนเกิดการหดตัวของกล้ามเนื้อ quadriceps (Knee jerk reflex)

สำหรับใน “ตำรายาที่ออกฤทธิ์ต่อระบบประสาทรอบนอก: Drugs acting on Peripheral Nervous System” นี้ได้รวบรวมหลักการเภสัชวิทยาพื้นฐานของระบบประสาทอัตโนมัติ ระบบประสาทโซมาติก รวมถึงระบบประสาทรับความรู้สึกเพื่อให้ผู้อ่านสามารถเชื่อมโยงและสร้างความเข้าใจถึงความสัมพันธ์ของระบบประสาทรอบนอกที่จะนำไปใช้ในการศึกษาในระดับคลินิกต่อไป

บรรณานุกรม

1. Katzung B.G., Master S.B, Trevor A.J. Basic and Clinical Pharmacology 12thed. New York: McGraw-Hill, 2012
2. Bruton L.L, Chabner B.A, Knollman B.C. Goodman and Gilman's the pharmacological basis of therapeutics 12thed. New York: McGraw-Hill, 2012
3. Rang H.P., Dale M.M., Ritter J.M., Flower R.J., Rang and Dale Pharmacology 8thed. London; Churchill Livingstone, 2015
4. Kim E. Barrett, Susan M. Barman, Scott Boitano, Heddwen Brooks. Ganong's Review of Medical Physiology, 24thed. New York: McGraw Hill LLC, 2015
5. Vanderah T.W., Basic and Clinical Pharmacology 16thed. New York: McGraw-Hill, 2024
6. Ritter J.M., Flower R.J., Henderson G., Loke Y.K., MacEwan D., Robinson E, Fullerton J. Rang and Dale Pharmacology 10thed. Oxford; Elsevier, 2023

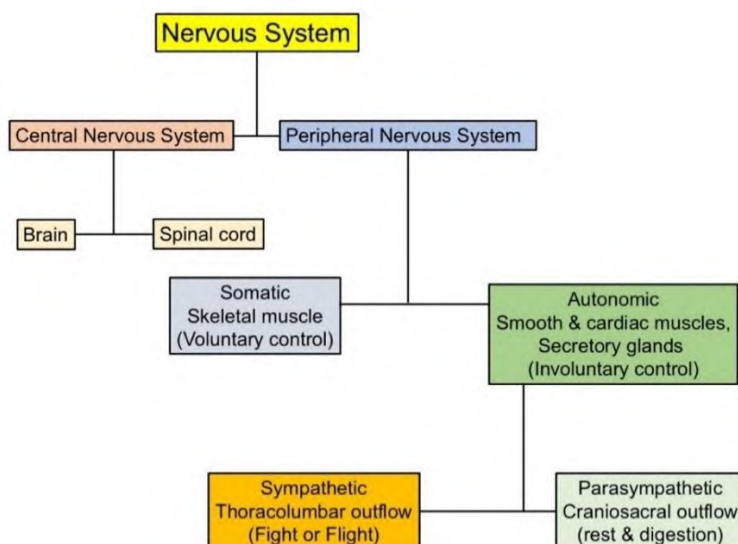
บทที่ 2 : กายวิภาคศาสตร์ระบบประสาทอัตโนมัติ

Autonomic Nervous System and Cervical Plexus

ปิยาณี ศรียา

บทนำ

ในบทนี้จะกล่าวถึงโครงสร้างพื้นฐานในระบบประสาทส่วนปลาย โดยเน้นจุดกำเนิดและโครงสร้างสำคัญของระบบประสาทโซมาติกและระบบประสาทอัตโนมัติ (รูปที่ 2-1) โดยเฉพาะใยประสาทที่ออกมาจากระบบประสาทส่วนกลางแล้วแยกให้ใยประสาทซิมพาเทติกและพาราซิมพาเทติก จึงขอแนะนำให้ผู้อ่านฝึกวาดภาพประกอบเพื่อจะทำความเข้าใจลำดับโครงสร้างของระบบประสาทในร่างกาย (รูปที่ 2-2) ได้ดียิ่งขึ้น



รูปที่ 2-1 แผนภูมิแสดง การแบ่งระบบประสาทในร่างกายมนุษย์โดยแบ่งเป็นระบบประสาทส่วนกลาง (Central nervous system: CNS) และระบบประสาทส่วนปลาย (Peripheral nervous system: PNS)

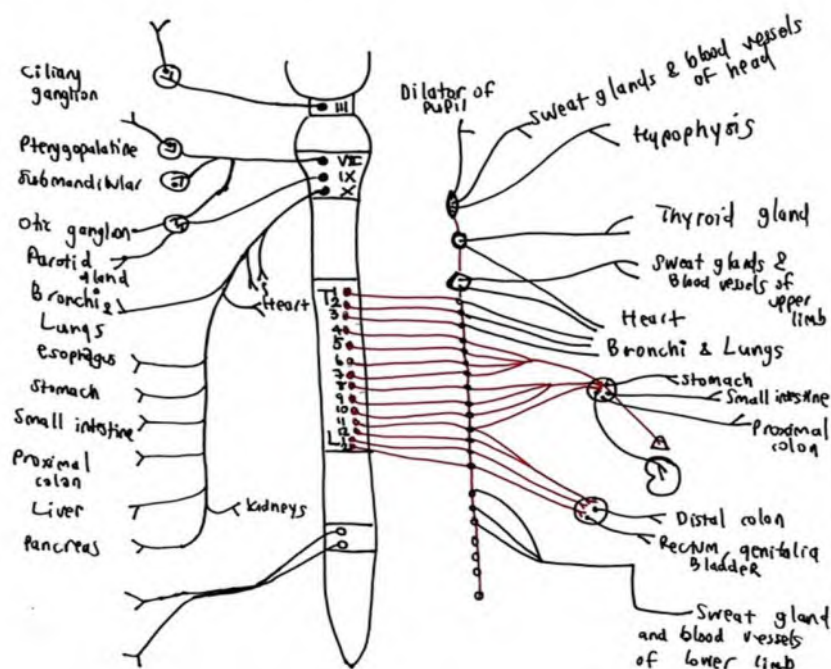
Parasympathetic เป็น craniosacral outflow มีเซลล์ประสาทต้นกำเนิดอยู่ในเส้นประสาทสมองและไขสันหลังระดับก้นกบ ส่วนระบบ Sympathetic เป็น thoracolumbar outflow มีเซลล์ประสาทต้นกำเนิดอยู่ในไขสันหลังระดับอกและระดับเอว ซึ่งสามารถจำแนกลักษณะของ sympathetic กับ parasympathetic ดังตารางที่ 2-1

ตารางที่ 2-1 เปรียบเทียบโครงสร้างระหว่างระบบประสาทซิมพาเทติกและระบบประสาทพาราซิมพาเทติก

Sympathetic system	Parasympathetic system
ไขสันหลังต้นกำเนิด Thoracolumbar outflow (T ₁ -L ₂)	ไขสันหลังต้นกำเนิด Craniosacral outflow (C ₃ , C ₇ , C ₉ , C ₁₀ และ S ₂ -S ₄)
มีปมประสาท Sympathetic chain และ 3 single ganglion	ปมประสาท Terminal ganglion อยู่ใกล้กับ อวัยวะเป้าหมาย effector organs
มี Preganglionic fiber สั้น	มี Preganglionic fiber ยาว
มี Postganglionic fiber ยาว	มี Postganglionic fiber สั้น
เป็น Adrenergic division (ใช้สารสื่อประสาทกลุ่ม catecholamine)	เป็น Cholinergic division (ใช้สารสื่อประสาท acetylcholine)
ตอบสนองต่อความเครียดและภาวะกดดัน เช่น ต่อสู้ หรือ หลีกหนี (Response to stress : flight or fight)	สว่นพลังงานเก็บสารอาหารในยามฉุกเฉิน (Reverse stress response)

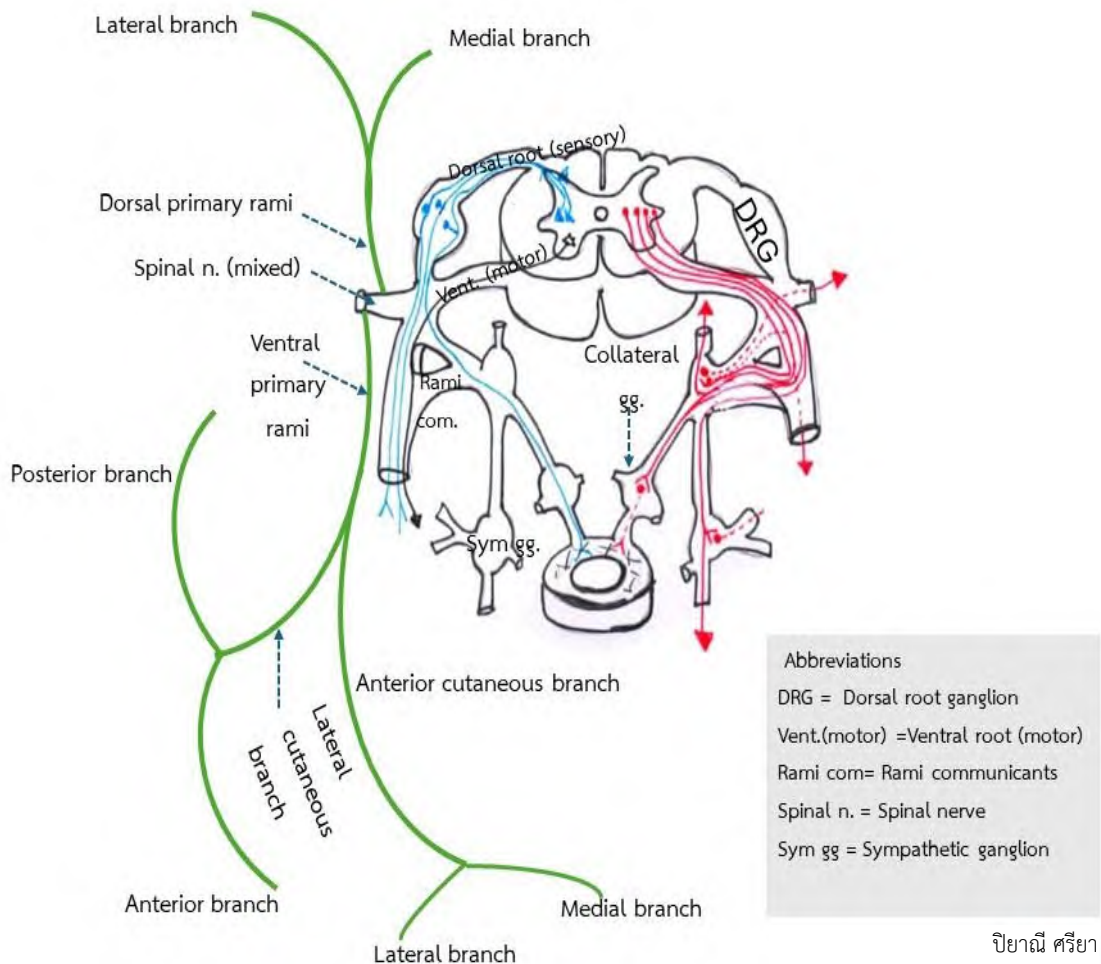
พาราซิมพาเทติก

ซิมพาเทติก



รูปที่ 2-2 โครงสร้างของระบบประสาทซิมพาเทติกและระบบประสาทพาราซิมพาเทติก (รูปโดย ปิยาณี ศรียา)

ในระบบประสาท sympathetic นั้น ผู้อ่านต้องมีความเข้าใจต่อโครงสร้างของเส้นประสาทไขสันหลัง หรือ typical spinal nerve ดังแสดงในรูปที่ 2-3



รูปที่ 2-3 แสดงเส้นประสาทไขสันหลัง (Typical spinal nerve) และการเชื่อมต่อกับระบบประสาทอัตโนมัติ เส้นสีแดง เป็นเส้นใยประสาทขาออกผ่านไปยัง ventral root เส้นประสาทสั่งการ motor เพื่อวกเข้าปมประสาทที่ร้อยต่อกันเป็นโซ่ หรือ sympathetic ganglion แล้ว หลังจากนั้นไปยังปมประสาทที่ติดกับอวัยวะเป้าหมายภายใน (Effector organ) ได้แก่ หัวใจและหลอดเลือด เส้นสีน้ำเงิน เป็นเส้นใยประสาท dorsal root เส้นประสาทรับความรู้สึก ซึ่งรับสัญญาณความรู้สึกจากอวัยวะภายในผ่านปมประสาท sympathetic ganglion แล้วเข้าไป dorsal root ganglion เส้นสีเขียว แสดงเส้นใยประสาทรับความรู้สึกที่มาบริเวณผิวหนัง (รูปโดย ปิยาณี ศรียา)

Typical spinal nerve

(เส้นประสาทไขสันหลัง)

Spinal nerve เกิดจากการรวมกันของ ventral และ dorsal roots

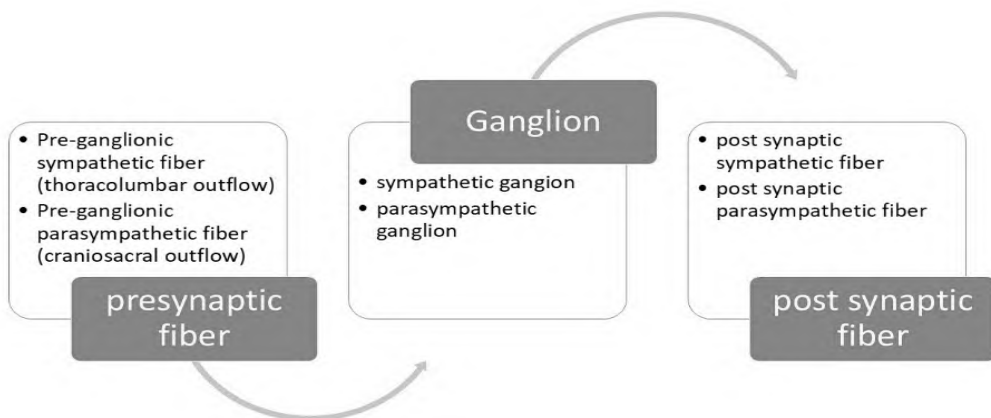
- Ventral root ประกอบด้วย efferent fiber ที่นำ impulse จาก spinal cord มายัง receptor organ และ กล้ามเนื้อลาย
- Dorsal root ประกอบด้วย afferent fiber ที่นำ impulse จาก receptor organ มาสู่ spinal cord

ทั้ง dorsal และ ventral root รวมกันเป็น spinal nerve ที่ intervertebral foramen แล้วแยกเป็น 2 แขนง คือ medial branch และ lateral branch เพื่อไปเลี้ยงผิวหนังและกล้ามเนื้อด้านหลัง โดยที่ ventral ramus ด้าน lateral มี sympathetic ganglion ห้อยแขวนอยู่ด้วย ซึ่งนำสัญญาณประสาทเข้ามาทาง white communicant และออกไปทาง grey communicant

ก่อนเข้ามาที่ sympathetic ganglion นั้น ตัวใยประสาท presympathetic fibres เองสามารถเข้ามาได้ 3 แขนง คือ

1. แขนงที่สิ้นสุดใน ganglion ใกล้ ramus
2. แขนงที่ทอดขึ้นบนลงล่างสู่ ganglion ระดับอื่น
3. อาจผ่านไปสิ้นสุดที่อวัยวะเป้าหมายโดยตรง

โดยที่ neuron ของ prevertebral collateral ganglion เมื่อเข้ามา synapse ที่ ganglion แล้ว จะให้เป็นเส้นใยที่เรียกว่า postsynaptic fiber (รูปที่ 2-4)



รูปที่ 2-4 แสดงเส้นทางใยประสาทขาเข้าและขาออกจาก ganglion ทั้ง sympathetic system และ parasympathetic system

ตารางที่ 2-2 ลักษณะและตำแหน่งของ sympathetic ganglion และ parasympathetic ganglion

Sympathetic ganglion	Parasympathetic ganglion
Paravertebral ganglion อยู่ด้านข้าง vertebral column เช่น superior cervical ganglion, middle cervical ganglion, inferior cervical ganglion	Ciliary ganglion, Pterygopalatine ganglion, Otic ganglion, Submandibular ganglion
Paravertebral ganglion อยู่ด้านหน้า vertebral column	
ที่ Chromaffin cell ของ adrenal medulla	

ตารางที่ 2-3 ลักษณะของ postsynaptic fiber

ลักษณะของ Post-sympathetic fiber	ลักษณะของ Post-parasympathetic fiber
Accompanying เดินทางไปกับ spinal nerve (grey rami) , cranial nerve	ฝากไปกับ nerve เช่น postotic ganglion ฝากไปกับ auriculotemporal nerve of trigeminal nerve
พันไปกับหลอดเลือด	
Direct visceral organ ไปยังอวัยวะโดยตรง	

เมื่อมีการเชื่อมต่อที่บริเวณ postsynaptic แล้วจะมีลำดับการส่งสัญญาณดัง ตารางที่ 2-4

ตารางที่ 2-4 ลำดับการทำงานของ autonomic nervous system เพื่อเปรียบเทียบ parasympathetic และ sympathetic system

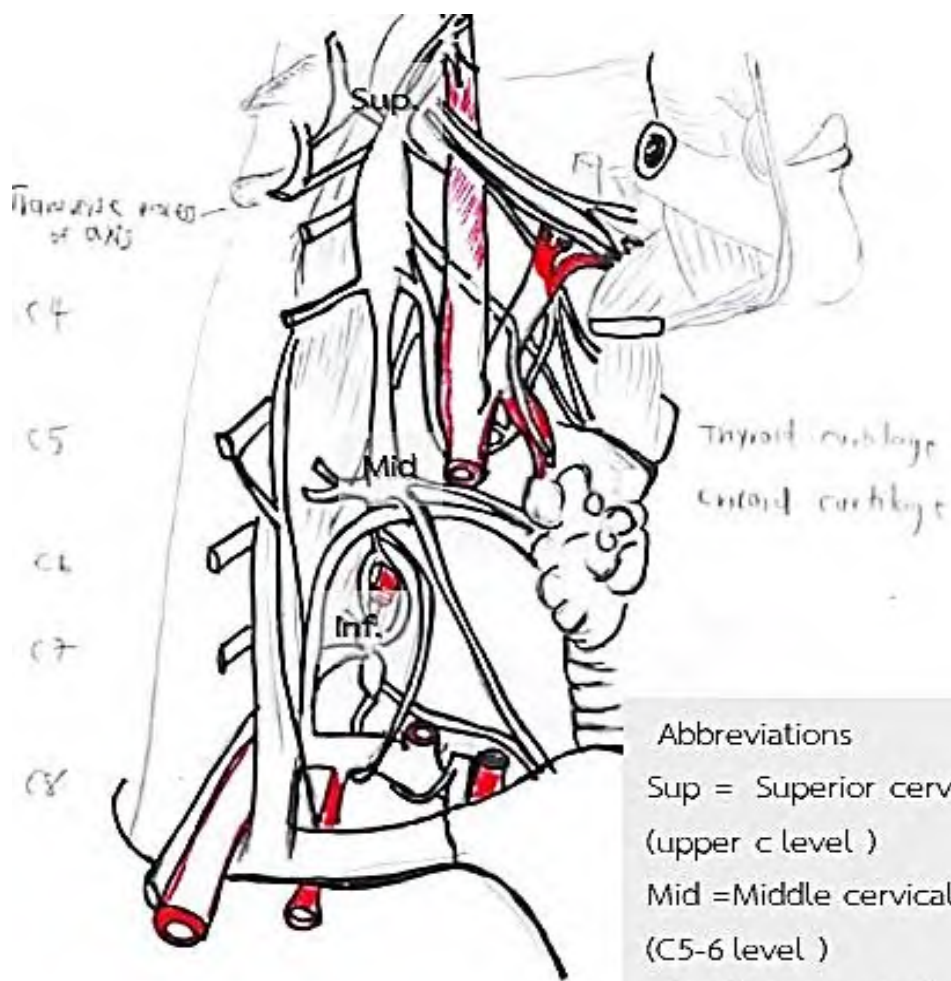
Sympathetic function	Parasympathetic function
1. Preganglionic neuron (lateral horn T₁-L_{2/3}) 2. White rami communicans (Preganglionic fiber) 3. Synapse paravertebral gg. (postganglionic neurons) = sympathetic trunk 4. Grey rami communicans (postganglionic fibers) 5. ไปเส้นประสาทไขสันหลัง (spinal nerves) 6. อวัยวะเป้าหมาย เช่น smooth muscle, bloods vessels to constrict artery, arrector pili to get goose bump & sweating	1. Preganglionic fiber neurons (brainstem+ S₂₋₄) 2. To Preganglionic fiber with CN3, 7, 9, 10 และ Pelvic splanchnic nerve 3. Synapse postganglionic neurons

Sympathetic ganglion in head and neck (ปมประสาทซิมพาเทติกบริเวณศีรษะและลำคอ)

Cervical part of sympathetic trunk ในบริเวณคอนับเป็นส่วนหนึ่งของ Thoracic part ในขณะที่เป็นตัวอ่อนนั้น cervical part ประกอบด้วย ganglion เรียงตัวกัน ต่อมาจึงเรียงตัวเป็น segment มีการ fusion จากการพัฒนาของตัวอ่อนแต่ละข้างลดลงเหลือ 3 อัน เป็น superior, middle และ inferior cervical ganglion ซึ่งได้รับ preganglionic fiber ทั้งหมดจาก thoracic part ดังนั้นการเชื่อมต่อจึงไม่มี white ramus communicants แต่เป็นการส่ง Preganglionic fiber ผ่านขึ้นมาจาก thoracic ganglion ซึ่ง sympathetic ganglion วางตัวอยู่หลังต่อ carotid vessels อยู่ด้านหน้าต่อ prevertebral muscle (longus colli และ longus capitis) โดย superior cervical ganglion เป็นการรวมกันของ 4 upper cervical ganglion , middle cervical ganglion รวมกันของ 5th, 6th cervical ganglion , Inferior cervical ganglion เป็นการรวมกันของ 7th, 8th cervical ganglion

การทำงานของ superior cervical ganglion จะให้แขนงไปรวมกันที่ carotid plexus อยู่ที่บริเวณ common carotid artery รวมกับ parasympathetic เพื่อไปควบคุม lacrimal gland, pupil และ salivary gland ด้วย (Pterygopalatine ganglion ให้แขนงไปยัง lacrimal ทำให้หลังน้ำตา และไปยัง pupil ทำให้ pupil constriction) โดยประสาท sympathetic ที่ไปยัง carotid plexus ทำให้ รูม่านตาขยาย (Pupil dilation) ส่วน middle cervical ganglion sympathetic ลงมาที่ thyroid gland หลอดอาหาร และหลอดลม

Inferior cervical ganglion ลงมารวมที่ cardiac plexus รวมกับ grey rami ของ C₇-T₁ ซึ่งไปเลี้ยง organs ใน thorax ซึ่ง post ganglionic sympathetic ของ upper 5 thoracic spinal cord มารวมเป็น pulmonary plexus เลี้ยง bronchus smooth muscle และ inhibit bronchial secretion และ cardiac output โดยไปขยายหลอดเลือด coronary artery (รูปที่ 2-5)



Abbreviations

Sup = Superior cervical ganglion
(upper c level)

Mid =Middle cervical ganglion
(C5-6 level)

Inf=Inferior cervical ganglion
(C7-8 level)

ปิยาณี ศรียา

รูปที่ 2-5 Sympathetic ganglion ในลำคอ มี superior middle and inferior cervical ganglion ซึ่งสัมพันธ์กับ cervical plexus และกล้ามเนื้อคอ (รูปโดย ปิยาณี ศรียา)

Cranial nerve and parasympathetic ganglia in head and neck (เส้นประสาทสมองและปมประสาทพาราซิมพาเทติกบริเวณศีรษะและลำคอ)

Preganglionic fibres ของ parasympathetic ออกมาจากทั้ง cranial nerve และ spinal nerve ความแตกต่างระหว่าง parasympathetic ganglion กับ sympathetic ganglion ได้แก่ sympathetic ganglion มีเป็นลักษณะเป็น chain เรียงต่อกัน เช่น thoracic sympathetic chain เป็นต้น ซึ่ง cranial part ของ parasympathetic นั้นเกี่ยวข้องกับเส้นประสาทสมองคู่ที่ 3, 7, 9 และ 10

ทางเดินเส้นประสาทสมองในระบบพาราซิมพาเทติกที่กล่าวมาทั้งหมดจะเกี่ยวข้องกับการทำงานบริเวณศีรษะและลำคอ ผ่าน Cranial parasympathetic nerve คู่ที่ 3, 7, 9 ส่วนเส้นประสาทสมองคู่ที่ 10 จะมีผลต่อการทำงานของอวัยวะในช่องอกและช่องท้อง โดยมีรายละเอียดของเส้นประสาทสมองดังต่อไปนี้

- **เส้นประสาทสมองคู่ที่ 3 (Cranial nerve III : Oculomotor nerve)⁽⁷⁾** เกี่ยวกับการสั่งการควบคุมกล้ามเนื้อลูกตาซึ่งจะพบ 2 นิวเคลียส ได้แก่

1. Main motor nucleus พบที่ superior colliculus ของ mid brain โดย nucleus นี้จะรับข้อมูลเข้าจากสมองทั้ง 2 hemispheres และยังมีข้อมูลจาก visual cortex ผ่านมาตาม tectospinal tract และบางส่วนมาจาก medial longitudinal fasciculus ซึ่งจะติดต่อกับ cranial nerve ที่เกี่ยวข้องกับการทำงานของลูกตา ได้แก่ cranial nerve คู่ที่ 4, 6 และ 8

2. Parasympathetic nucleus (Edinger Westphal) ซึ่งอยู่หลัง main oculomotor nerve ตัว nucleus นี้รับ corticonuclear fibre ซึ่งจะเกี่ยวกับ accommodation reflex และ reflex จาก pretectal area เมื่อรับเข้ามาที่ nucleus นี้แล้วจะส่ง axon เป็น preganglionic fiber ไป synapse ที่ ciliary ganglion หลังจากนั้น จะได้เป็น postganglionic fiber วิ่งออกฝากไปกับ short ciliary nerve เพื่อให้กล้ามเนื้อ superior pupillae of the iris กับ ciliary muscles หดตัว

การประยุกต์ความรู้ทางคลินิก

Oculomotor nerve ออกมาจากรู supraorbital fissure ซึ่งรูดังกล่าวนี้มีหลอดเลือด ophthalmic artery ออกมาด้วย เพื่อมาเลี้ยง superior branch of oculomotor nerve กับ inferior branch of oculomotor nerve หากมีพยาธิสภาพของ ophthalmic artery จะทำให้กล้ามเนื้อตาที่เลี้ยงโดย oculomotor nerve เสียหาย

รู orbital fissure นี้ขนาดใหญ่มี structure ที่ออกมาพร้อมกับ oculomotor nerve ได้แก่ trochlear nerve, abducent nerve, first division of trigeminal nerve , ophthalmic vessels ซึ่งถ้าเกิด supraorbital fissure แตก จะทำให้เกิด superior orbital fissure syndrome ซึ่งพบได้ยาก มีความเสียหายของ oculomotor nerve, trochlear nerve, abducent nerve และ first division of trigeminal nerve อาการดังกล่าวผู้ป่วยจะกรอกลูกตาไปมาไม่ได้ และสูญเสียการรับรู้สัมผัสของใบหน้าบริเวณหน้าผาก เนื่องจากเลี้ยงด้วย first division ของ trigeminal nerve⁽⁸⁾

- **เส้นประสาทสมองคู่ที่ 7 (Cranial nerve VII: Facial nerve)** ⁽⁹⁻¹¹⁾

เส้นประสาทสมองคู่ที่ 7 มีความซับซ้อน เนื่องจากประกอบด้วย 3 นิวเคลียสหลัก ได้แก่ main motor nucleus, parasympathetic และ sensory nucleus และมีความเกี่ยวเนื่องกับระบบประสาทอัตโนมัติ ดังนี้

1. Main motor nucleus ทำหน้าที่เลี้ยงกล้ามเนื้อ facial expression, stapedius, posterior belly of digastric muscle และ stylohyoid muscle โดยนิวเคลียสอยู่ใน reticular formation ของ lower part of the pons บางส่วนของ nucleus นี้ได้รับ corticonuclear fiber จาก both side of cerebral hemisphere จะไปสั่งการกล้ามเนื้อใบหน้าครึ่งบน บางส่วนของ nucleus ได้รับ corticonuclear fibre ที่มาจากสมองซีกตรงกันข้าม โดยจะเลี้ยงกล้ามเนื้อใบหน้าครึ่งล่าง ดังนั้นอาการที่เป็น facial palsy ที่ระดับ lower motor neurone lesion ใบหน้าจะเบี้ยวทั้งครึ่งหน้าเพราะเสียหายทั้ง main motor nuclei ซึ่งต่างจากกรณีของผู้ป่วย stroke ที่กล้ามเนื้อใบหน้าครึ่งบนมีทั้ง contralateral และ ipsilateral จาก cerebral hemisphere ดังนั้นพยาธิสภาพจึงอ่อนแรงแค่ 1 ใน 4 ของหน้า คือครึ่งล่างด้านตรงกันข้ามกับที่เกิด stroke

2. Parasympathetic nuclei ได้แก่ superior salivatory nucleus เลี้ยงต่อมน้ำลาย submandibular & sublingual salivary glands และ palatine gland และ lacrimal nucleus เลี้ยงต่อมน้ำตา lacrimal gland ซึ่ง superior salivatory nucleus มี fiber จาก hypothalamus ผ่านมาทาง descending autonomic pathways ซึ่งเป็นการรับรสที่ส่งต่อมาจาก nucleus solitary tract จากช่องปาก lacrimal nucleus รับกระแสประสาทจาก hypothalamus เกี่ยวกับ emotion response และ sensory nuclei จาก trigeminal nerve กรณีที่มีการระคายเคืองต่อเยื่อตาขาวและกระจกตา ก็จะเป็น reflex lacrimation ให้มีการหลั่งน้ำตา

3. Sensory nuclei sensory nucleus ทำหน้าที่รับการรับรสจากลิ้นบริเวณ 2 ใน 3 นับจากปลายลิ้นด้านหน้าและรับความรู้สึกบริเวณช่องปากทั้ง floor และเพดานปาก โดย sensory nucleus อยู่ด้านบนของ nucleus of tractus solitarius และอยู่ใกล้กับ motor nucleus

การเดินทางของ sensation taste รับเข้ามาจากปลาย axon เข้ามาทาง geniculate ganglion ของ facial nerve และจาก central process หลังจาก synapse แล้วจะมี efferent fiber ข้ามขึ้นไปด้านตรงข้ามของ ventral posterior medial nucleus of thalamus และจาก thalamus จะส่งไปแปลผลรับรสที่ lower part of post central gyrus ซึ่งเป็น taste area

โดยสรุปทางเดินของเส้นประสาทเริ่มจาก ทั้ง motor root และ sensory root ผ่านมาที่ anterior surface ระหว่าง pons กับ medulla oblongata หลังจากนั้นก็มีเส้นทางตามลำดับดังนี้

1. ออกมาที่บริเวณ posterior cranial fossa พร้อมกับ vestibulocochlear nerve
2. เข้า internal acoustic meatus ที่อยู่บริเวณ petrous part of temporal bone
3. เข้า facial canal อยู่บริเวณด้านล่างของ internal acoustic meatus
4. ออกมาทาง lateral ในหูชั้นใน และเข้า medial of tympanic cavity
5. เส้นประสาทบานออกเป็นลักษณะ พระจันทร์เสี้ยวเรียก geniculate ganglion แล้วมาที่ medial side of aditus of mastoid antrum
6. ลงมาออกที่ stylomastoid foramen เป็นลำดับสุดท้าย

การประยุกต์ความรู้ทางคลินิก

Facial nerve ออกมาทางรู stylomastoid foramen ก่อนที่จะวิ่งลงมาอยู่ที่บริเวณ parotid gland ถ้ากระดูกแตกบริเวณ stylomastoid foramen จะส่งผลให้ facial palsy ลักษณะหน้าเบี้ยวครึ่งล่าง ถ้ากระดูกแตกที่ facial canal เส้นประสาทที่ไปยัง geniculate ganglion เสียหายทำให้ไม่สามารถหลั่งน้ำลายจาก submandibular and sublingual gland ได้ และเสียการหลั่งน้ำตาจาก lacrimal gland รวมทั้งเสีย function การรับรสที่บริเวณ 2/3 ทางด้านหน้าของลิ้น

● เส้นประสาทสมองคู่ที่ 9 (Cranial nerve IX: Glossopharyngeal nerve)⁽¹²⁾

เส้นประสาทสมองคู่ที่ 9 เป็น mixed nerve มีทั้งส่วนที่เกี่ยวข้องกับการสั่งการกล้ามเนื้อและรับความรู้สึก นอกจากนี้ยังมี parasympathetic nucleus อีกด้วย

Main motor nuclei อยู่ที่ medulla oblongata ให้ efferent ออกไปเลี้ยงกล้ามเนื้อ stylopharyngeus ส่วนของ sensory nucleus มีหน้าที่ในการรับรสโดยการรับรสอาหารจะผ่านมาจาก ganglion ของ glossopharyngeal nerve ต่อมา synapse ที่ sensory nucleus เป็นส่วนหนึ่งของ nucleus of tractus solitarius และ efferent fibres ที่ออกมาจะข้ามไปฝั่งตรงข้ามเพื่อไปยัง ventral group of thalamus จากนั้นจาก thalamus จะส่ง fiber ผ่าน internal capsule และ corona radiata ไปยัง lower part of post central gyrus และยังมี

afferent fiber ที่มา brainstem ทาง superior ganglion of glossopharyngeal nerve สิ้นสุดที่ spinal nucleus of trigeminal nerve

Parasympathetic nucleus ในส่วนของ Inferior salivatory nucleus รับ afferent fiber จาก hypothalamus ผ่านลงมาทาง descending autonomic pathways รับข้อมูลจาก olfactory system ผ่านมาทาง reticular formation ขณะเดียวกันรับข้อมูลของการรับรสจากช่องปากผ่านมาทาง solitary tract แล้วส่งสัญญาณประสาทเป็นขาออก เรียกว่า efferent preganglionic parasympathetic fiber เพื่อส่งต่อไปยัง otic ganglion โดยเส้นใยประสาทดังกล่าวฝากไปกับ tympanic branch ของ glossopharyngeal nerve เป็น tympanic plexus และอีกเส้นใยประสาทส่วนหนึ่งฝากกับ lesser petrosal nerve จากนั้นขาออกลำดับท้ายสุดส่งเป็น postganglionic fibres ผ่านมายังต่อมน้ำลาย parotid gland

Afferent impulse ที่มาจาก baroreceptor ที่ carotid sinus ซึ่งบริเวณดังกล่าวอยู่ตรง bifurcation of carotid artery นั้น เมื่อนำ impulse มาแล้วจะไปตาม glossopharyngeal nerve ไปสิ้นสุดที่ nucleus of the tractus solitaries of the vagus nerve และจะติดต่อกับ dorsal motor nucleus of the vagus nerve โดยวงจรดังกล่าวนี้เรียก “Carotid sinus reflex” เป็นกลไกการควบคุม arterial blood pressure

- เส้นทางเดินของ glossopharyngeal nerve มีลำดับดังต่อไปนี้
 1. ออกจาก upper part ของ medulla oblongata ระหว่าง olive กับ inferior cerebellar peduncle และเข้ามาใน posterior cranial fossa
 2. ออกจาก skull ที่รู jugular foramen (โดยมี internal jugular vein และ internal carotid artery อยู่ด้วย) และลงมาทอดตัวอยู่ ระหว่าง superior และ middle constrictor pharyngeal muscle

การประยุกต์ความรู้ทางคลินิก

ในด้าน Clinical application นั้น เส้นประสาท glossopharyngeal nerve ออกที่ jugular foramen หากมีการแตกหักบริเวณดังกล่าวจะทำให้เกิดภาวะ Dysphagia หรือ กลืนลำบาก และสูญเสียการรับรสที่ด้านหลังลิ้น

- เส้นประสาทสมองคู่ที่ 10 (Cranial X: Vagus nerve)⁽¹³⁾

เส้นประสาทสมองคู่ที่ 10 เป็นทั้ง motor and sensory nerve มี 3 นิวเคลียส ได้แก่ main motor nuclei เล็กๆ constrictor muscles of pharynx และ intrinsic muscles of larynx ส่วน parasympathetic nucleus อยู่บริเวณ dorsal nucleus of vagus ระดับ lower part of fourth ventricle โดยรับ fibres จาก hypothalamus ผ่านมาทาง descending autonomic pathways และ

รับจาก afferent fibres อื่นด้วย เช่น จาก glossopharyngeal nerve ที่เป็น carotid sinus reflex โดย Efferent fibres ไปเลี้ยง involuntary muscle of bronchi , กล้ามเนื้อหัวใจ, esophagus ตลอดจนทางเดินอาหารจนกระทั่งถึง 1 ใน 3 ของ transverse colon และ sensory nucleus อยู่บริเวณล่าง ต่อ nucleus of tractus solitarius ทำหน้าที่รับรสจากโคนลิ้นถึงบริเวณลิ้นไก่ โดยผ่านทาง inferior ganglion ของ vagus nerve มา synapse ที่ sensory nucleus จากนั้น efferent fibres ข้ามไป relay circuit ที่ ventral group ของ thalamus และ hypothalamus และ fibres ส่งผ่าน internal capsule ไปยัง post central gyrus

- โดยเส้นทางประสาท vagus มีดังนี้

1. Vagus nerve ออกจาก anterolateral surface ของ upper medulla ที่อยู่ระหว่าง olive กับ inferior cerebellar peduncle และ ผ่านมาทาง posterior cranial fossa และ ออกจาก skull ที่ jugular foramen
2. มี 2 ganglion อันบน คือ superior ganglion อยู่ใน jugular foramen และอีกอันคือ inferior ganglion โดยอยู่ต่ำลงมาจาก jugular foramen
3. Cranial root of accessory nerve ได้เข้ามาประสานกันกับ vagus nerve
4. Vagus nerve ลงมาอยู่ในคอ ใน carotid sheath ซึ่งใน sheath ดังกล่าวจะมี vagus nerve, internal jugular vein และ common carotid artery อยู่ด้วย
5. ส่วนช่องอก (Thorax) และช่องท้องจะพบ

5.1 Right vagus nerve เข้าช่องอกผ่านลงไปที่ root of lung และให้เป็น pulmonary plexus และที่ผ่าน esophagus ก็เป็น esophagus plexus และผ่านลงไปในรูเปิดสำหรับ esophagus ของ diaphragm

เมื่อลงมาในช่องท้อง เปลี่ยนจากชื่อ right vagus nerve เป็น posterior vagal trunk โดยออกมาทางด้านหลังของ กระเพาะอาหารเลี้ยงทางเดินอาหารจนกระทั่งถึง distal 1 ใน 3 of large intestine และให้เป็น celiac plexus, superior mesenteric plexus และ renal plexus

5.2 Left vagus nerve ผ่านเข้ามาที่ช่องอกโดยข้าม left side of aortic arch และลงมาที่ root of lung และ form เป็น pulmonary plexus และลงมาในช่องท้อง โดยทะลุรูเปิดของ diaphragm ที่เปิดให้ esophagus และ form เป็น esophageal plexus โดยที่ left vagus nerve ทะลุ diagram ลงมาในช่องท้อง เปลี่ยนจากชื่อ left vagus nerve เป็น anterior vagal trunk โดยออกมาทางด้านหน้าของ กระเพาะอาหารเลี้ยงทางเดินอาหาร ตับ ส่วนบนของ duodenum และ head of pancreas

การประยุกต์ความรู้ทางคลินิก

ถ้าเกิดการบาดเจ็บที่ jugular foramen ทำให้ motor part มาเลี้ยง pharyngeal constrictor muscle เสียหาย ทำให้กลืนลำบากรวมทั้ง recurrent branch of vagus nerve เลี้ยงกล้ามเนื้อกล่องเสียงไม่ได้ และเสีย sensory part การรับความรู้สึกบริเวณโคนลิ้น

ที่กล่าวมาข้างต้นเป็น cranial outflow นิวเคลียสของระบบประสาทพาราซิมพาเทติกที่บริเวณก้านสมอง เช่น Edinger Westphal, superior salivatory nucleus, inferior salivatory nucleus เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีนิวเคลียสของระบบประสาทพาราซิมพาเทติกที่บริเวณไขสันหลังระดับ sacrum (sacral parasympathetic outflow) เมื่อเส้นใยประสาทออกจากนิวเคลียสระดับ S₂₋₄ จะให้เป็นใยประสาทขาออกรวมกันเรียกว่า pelvic splanchnic nerves (เป็นการรวมกันของ ventral rami spinal nerve S₂₋₄) โดยหลังจากออกมาเป็น spinal nerve ที่ sacral foramen แล้ว preganglionic axon วิ่งตรงไปยังอุ้งเชิงกรานเพื่อรวมกับ sympathetic fiber เป็น hypogastric plexus ควบคุมการทำงานของลำไส้ใหญ่ colon โดยเริ่มจาก Left colic flexure ลงมา (ก่อน left colic flexure ได้รับ parasympathetic system จาก vagus nerve)

ในบทนี้จะกล่าวถึงการทำงานของระบบประสาทอัตโนมัติที่บริเวณลำคอ เน้นปมประสาทพาราซิมพาเทติก ได้แก่ ciliary ganglion, pterygopalatine ganglion, submandibular ganglion และ otic ganglion

Ciliary ganglion บริเวณกระบอกตา (รูปที่ 2-6 และตารางที่ 2-5) เป็นปมประสาทพาราซิมพาเทติกที่มีนิวเคลียสต้นกำเนิดที่ Edinger Westphal บริเวณ midbrain กล่าวคือ จาก Edinger Westphal Nucleus ให้แขนงใยประสาท Preganglionic fiber ไปกับ เส้นประสาทสมองคู่ที่ 3 oculomotor nerve และไป synapse ที่ ciliary ganglion และใยประสาทหลังจากออกจาก ganglion จะไปกับ short ciliary nerve เพื่อไปยังอวัยวะเป้าหมาย กล้ามเนื้อควบคุมรูม่านตา โดยการทำงานของพาราซิมพาเทติกนี้จะสั่งการให้กล้ามเนื้อ ciliary muscle หดตัวเพื่อให้ตัวเลนส์ของลูกตาโป่งขึ้น รูม่านตาหรือรู (Pupil constriction) เพื่อปรับรับแสงให้เข้ามามากพอ ในทางตรงข้ามการทำงานของระบบประสาทซิมพาเทติกนั้นทำให้ รูม่านตาขยายกว้าง (Pupil dilation) ซึ่งเส้นใยประสาทซิมพาเทติกนั้นมาจากปม superior cervical ganglion ฝากมากับ internal carotid artery (รูปที่ 2-6)

Pterygopalatine ganglion (ตารางที่ 2-5) ปมประสาทพาราซิมพาเทติก บริเวณ pterygopalatine fossa (สัมพันธ์กับขากรรไกรบน) โดยมีนิวเคลียสพาราซิมพาเทติก เป็น superior salivatory nucleus อยู่ที่บริเวณ medullopontine junction ให้เส้นใยประสาท ออกมากับ greater superficial petrosal ของ facial nerve ไปกับ vidian nerve เพื่อไป synapse ที่ pterygopalatine ganglion แล้วให้ เส้นใยประสาท postsynaptic fiber มากับ maxillary nerve เพื่อมาควบคุมอวัยวะเป้าหมาย ได้แก่ ต่อมน้ำตาและต่อมน้ำลาย lacrimal gland, oral, palatine gland, nasal gland ทำ

ให้เมื่อมีการหลั่งน้ำตาจาก lacrimal gland และ มีสารคัดหลั่งจาก mucous glands จาก เยื่อช่องปาก เพดานปาก จมูก (รูปที่ 2-6)

Submandibular ganglion (ตารางที่ 2-5) ปมประสาทพาราซิมพาเทติกบริเวณต่อมน้ำลาย submandibular gland (สัมพันธ์กับบริเวณขากรรไกรล่าง) มีที่มาเหมือนกันกับ pterygopalatine ganglion กล่าวคือมีนิวเคลียสพาราซิมพาเทติกที่ superior salivatory nucleus และให้ใยประสาทไปทาง chorda tympani ผ่านไปยัง lacrimal nerve เพื่อไป submandibular ganglion และให้ใยประสาทออกไปกับ lingual nerve เพื่อไปยังอวัยวะเป้าหมายได้แก่ ต่อมน้ำลาย submandibular gland และ sublingual gland ควบคุมการหลั่งน้ำลาย (รูปที่ 2-6)

Otic ganglion (ตารางที่ 2-5) มีนิวเคลียสที่ inferior salivatory nucleus ให้เส้นใยประสาทไปกับ lesser superficial petrosal nerve เพื่อไป synapse ที่ otic ganglion แล้วให้ เส้นใยประสาท ariculotemporal nerve ไปควบคุม parotid gland หลั่งน้ำลายซึ่งต่อม Parotid ซึ่งอยู่ที่หน้าใบหู (รูปที่ 2-6)

ดังที่กล่าวมาข้างต้นการหลั่งน้ำลายได้รับอิทธิพลจากระบบประสาทพาราซิมพาเทติก ส่วนระบบประสาทซิมพาเทติกจะฝากเส้นใยประสาทมาที่หลอดเลือด carotid artery เพื่อไปยังอวัยวะเป้าหมาย ซึ่งเป็นหลอดเลือดที่เลี้ยงต่อมน้ำลาย

ตัวอย่างกรณีศึกษา ⁽¹⁴⁾

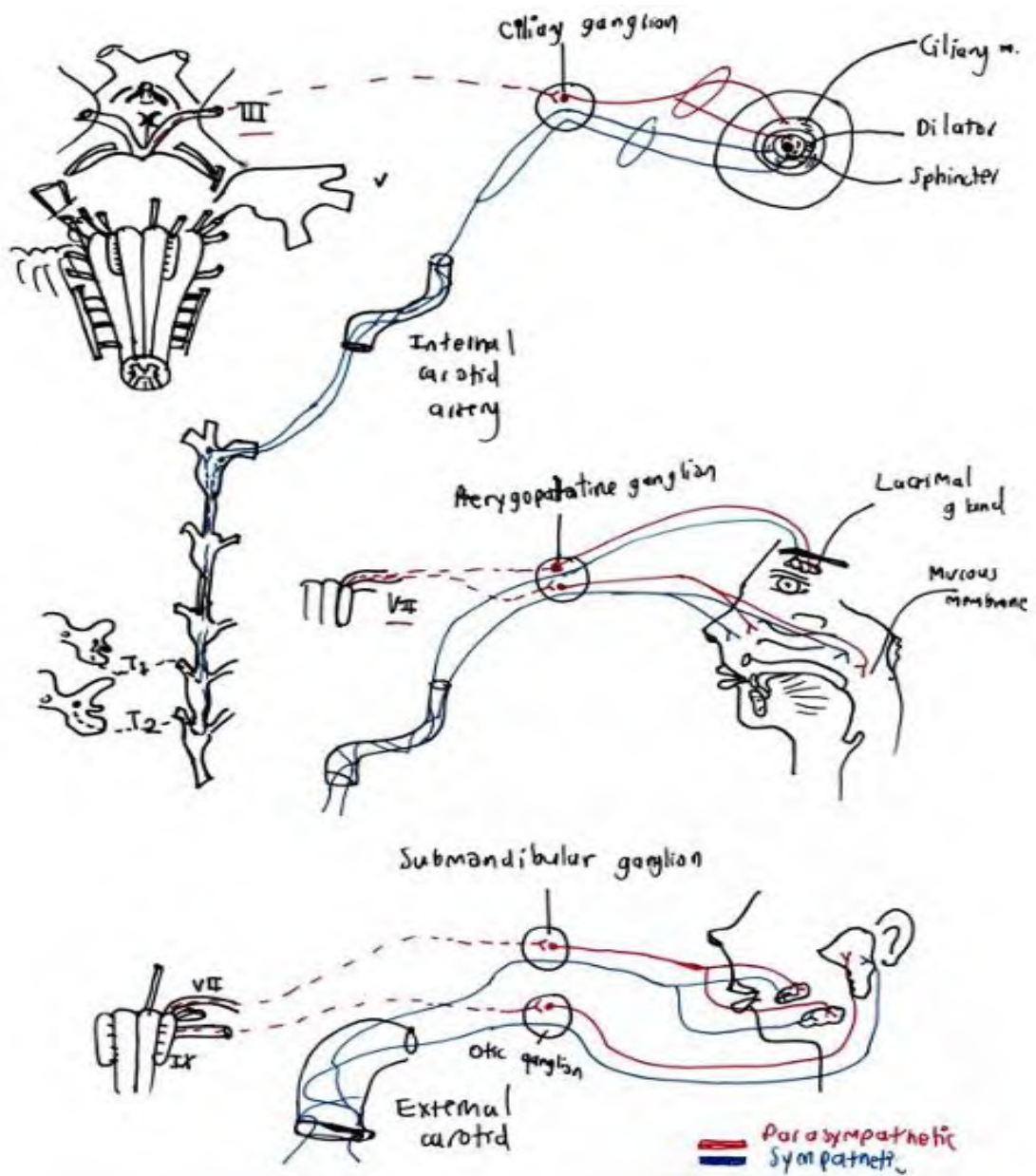
“เล็ก pupil constricted ตก ptosis แห้งเหงื่อไม่ออก loss of sweating”

รายงานผู้ป่วย 46 ปี มาด้วยอาการตัดปอดด้านขวา เนื่องจากเป็นมะเร็งที่ bronchus หลังจากนั้น 1 สัปดาห์ ผู้ป่วยหนึ่งตาขวาบนตก แพทย์ตรวจพบว่า มี ptosis ตาขวา รูม่านตาขวาหรีเล็ก ใบหน้า แก้มขวา แดง อุ่น แห้งกว่าข้างซ้าย จากอาการดังกล่าวแพทย์วินิจฉัย right-side Horner's syndrome ซึ่งก่อนผ่าตัดปอดไม่มีอาการแสดงดังข้างต้นที่กล่าวมา แต่อาการคลำก้อนน้ำเหลืองที่คอใกล้ clavicle ด้านขวาพบว่ามีขนาดใหญ่ขึ้น (Enlarged right-sided deep cervical lymph node) ซึ่งมีสาเหตุจากการกระจายของ มะเร็งจากหลอดลมไปยัง deep lymph node ที่คือ จน deep cervical lymph node โตไปกดเบียดปมประสาท sympathetic trunk ที่สัมพันธ์อยู่ ซึ่ง Horner's syndrome จะมีลักษณะดังนี้

1. รูม่านตาหรีเล็ก (Pupil constriction)
2. หนังตาบนตก (Ptosis)
3. ตาหว้า หรือ ลูกตาอยู่ลึกกว่าปกติ (Enophthalmos)
4. หลอดเลือดแดงขยาย (Vasodilation of skin arterioles)
5. น้ำหนักตัวลดลง (Loss of sweating)

ตารางที่ 2-5 อธิบายลำดับเส้นทางเดินประสาท parasympathetic ที่ จาก cranial nerve outflow ที่มีผลต่อบริเวณ ศีรษะและลำคอ⁽⁹⁾

1. Nucleus	2. Preganglionic fibre ไปกับ cranial nerve	3. Preganglionic Fibre ที่ไปกับ peripheral nerve	4. Ganglion (ปมประสาท)	5. Post-ganglionic fiber	6. อวัยวะเป้าหมาย	การตอบสนอง
Eninger Westphal	Oculomotor nerve (cranial nerve 3)	Auriculotemporal nerve	Ciliary ganglion	Short ciliary ganglion	Pupil constrictor และ Ciliary muscle of ciliary body	เช่น เหตุการณ์เมื่อ อ่านหนังสือพิมพ์ในที่ มืด ๆ ระบบ พาราซิม พาเทติก กระตุ้นให้ ciliary muscle หดตัว จึงมีการโป่งของเลนส์ ทำให้อ่านหนังสือได้ ชัดเจนมากขึ้น
Superior salivatory nucleus อยู่ที่ บริเวณ medullopontine junction	Facial nerve (Nervous intermediate)	Greater superficial petrosal nerve ไป กับ vidian nerve	Pterygopalatine ganglion	Maxillary nerve	Lacrimal gland, oral, palatine gland, nasal gland	เช่น การหลั่งน้ำตา จาก lacrimal gland และมีสารคัดหลั่งจาก mucous glands จาก เยื่อช่องปาก เพดานปาก จมูก
Superior salivatory nucleus อยู่ที่ บริเวณ medullopontine junction	Facial nerve (Nervous intermediate)	Chorda tympani nerve ฝากไปกับ Lacrimal nerve	Submandibular ganglion	Lingual nerve	Submandibular & sublingual gland	เช่น การหลั่งน้ำลาย จาก submandibular และ sublingual ganglion
Inferior salivatory	Glossopharyngeal nerve	Tympanic nerve ฝากไปกับ lessor superficial petrosal nerve	Otic ganglion	Auriculotemporal nerve	Parotid gland	หลั่งน้ำลายจากต่อม Parotid ซึ่งอยู่ที่หน้า ใบหู



รูปที่ 2-6 แสดงการทำงานร่วมกันของทั้ง sympathetic ganglion ซึ่งได้มาจาก cervical ganglion และ ระบบ parasympathetic system ที่มี ciliary ganglion, pterygopalatine ganglion, submandibular ganglion ใกล้เคียง target organ (รูปโดย ปิยาณี ศรียา)

สรุป

การตอบสนองของอวัยวะเป้าหมายในระบบประสาทซิมพาเทติกและพาราซิมพาเทติก

Sympathetic function	Parasympathetic function
รูม่านตาขยาย (Mydriasis)	รูม่านตาหรีแคบ (Miosis)
Salivary gland - no active	Salivary gland - active
ระบบทางเดินอาหาร - no active	ระบบทางเดินอาหาร - active
Blood vessels constriction	Blood vessel dilation
ชีพจรเต้นเร็ว	ชีพจรเต้นช้า

บรรณานุกรม

1. Ahmed Z, Suggate EL, Logan A, Berry M. Retinal Ganglion Cell Survival and Axon Regeneration after Optic Nerve Transection is Driven by Cellular Intravitreal Sciatic Nerve Grafts. Cells. 2020;9(6).
2. Miller D. The cranial nerve exam. Its importance and how to complete it in 3 minutes. Funct Orthod. 2007;24(1):14-9.
3. Doucette R. PNS-CNS transitional zone of the first cranial nerve. J Comp Neurol. 1991;312(3):451-66.
4. Helwany M, Bordoni B. Neuroanatomy, Cranial Nerve 1 (Olfactory). StatPearls. Treasure Island (FL)2022.
5. Edwards B, Wang JM, Iwanaga J, Loukas M, Tubbs RS. Cranial Nerve Foramina: Part II - A Review of the Anatomy and Pathology of Cranial Nerve Foramina of the Posterior Cranial Fossa. Cureus. 2018;10(4):e2500.
6. Smith AM, Czyz CN. Neuroanatomy, Cranial Nerve 2 (Optic). StatPearls. Treasure Island (FL)2022.
7. Joyce C, Le PH, Peterson DC. Neuroanatomy, Cranial Nerve 3 (Oculomotor). StatPearls. Treasure Island (FL)2022.
8. Rai S, Rattan V. Traumatic superior orbital fissure syndrome: Review of literature and report of three cases. Natl J Maxillofac Surg. 2012;3(2):222-5.
9. Dulak D, Naqvi IA. Neuroanatomy, Cranial Nerve 7 (Facial). StatPearls. Treasure Island (FL)2022.
10. Ruskell GL. Facial nerve distribution to the eye. Am J Optom Physiol Opt. 1985;62(11):793-8.

11. Seneviratne SO, Patel BC. Facial Nerve Anatomy and Clinical Applications. StatPearls. Treasure Island (FL)2022.
12. Thomas K, Minutello K, J MD. Neuroanatomy, Cranial Nerve 9 (Glossopharyngeal). StatPearls. Treasure Island (FL)2022.
13. George John Romanes. Cunningham's Textbook of Anatomy. 12th ed Oxford medical publications,2008.
14. Richard S. Snell. Clinical neuroanatomy. 7th ed. Philadelphia : Wolters Kluwer Lippincott Williams & Wilkins, 2010.

คำถามท้ายบท

1. ตอนที่ 1 จงจับคู่ cranial nerve กับ nucleus

Cranial nerve

Nucleus

- | | |
|----------------------------|--------------------------------|
| 1.1 Facial nerve | a. Edinger Westphal |
| 1.2 Oculomotor nerve | b. Lacrimal ganglion |
| 1.3 Glossopharyngeal nerve | c. Inferior salivatory nucleus |

ตอนที่ 2 จงจับคู่ ganglion กับ effector organ

Ganglion

Effector organ

- | | |
|--------------------------------|--|
| 2.1 Superior cervical ganglion | d. Parotid gland |
| 2.2 Otic ganglion | e. Levator palpebral superioris muscle |
| 2.3 Submandibular ganglion | f. Lacrimal gland |
| 2.4 Pterygopalatine ganglion | g. Submandibular gland |
2. Which level of parasympathetic outflow leaves from the spinal cord?
- | | |
|-------------------------|----------------------------------|
| 1. S _{1,2} | 2. S _{3, S₅} |
| 3. S _{1, 2, 3} | 4. S _{2,3,4} |
| 5. L ₂ | |
3. Which nerve of the following control the parotid salivary gland in the Parasympathetic innervation?
- | | |
|---------------------------|---------------------|
| 1. Facial nerve | 2. Oculomotor nerve |
| 3. Vagus nerve | 4. Carotid plexus |
| 5. Glossopharyngeal nerve | |

เฉลย

1. ตอนที่ 1

เป็นเนื้อหาเกี่ยวกับระบบพาราซิมพาเทติกซึ่งมีนิวเคลียสตั้งต้นที่ก้านสมอง และให้เป็นเส้นใยประสาทออกไปตามเส้นประสาทสมองและไป synapse ที่ปมประสาทที่อยู่บริเวณใบหน้าซึ่ง oculomotor nerve มี นิวเคลียสด้านกำเนิดที่ Edinger Westphal และ ไปยังอวัยวะเป้าหมาย กล้ามเนื้อควบคุมรูม่านตา เป็นต้น

1.1 ตอบ b.

1.2 ตอบ a.

1.3 ตอบ c

ตอนที่ 2

2.1 ตอบ e.

2.2 ตอบ d.

2.3 ตอบ g.

2.4 ตอบ f.

2. ตอบ ข้อ 4: ระบบประสาทพาราซิมพาเทติกซึ่งมีนิวเคลียสที่ระดับก้านสมองและไขสันหลังระดับ $S_{2,3,4}$

3. ตอบ ข้อ 5: ต่อมน้ำลายจะควบคุมโดยระบบประสาทพาราซิมพาเทติก ซึ่ง ที่ parotid gland นั้นมีนิวเคลียสด้านกำเนิดที่ inferior salivatory nucleus ให้เป็นเส้นใยประสาทมาที่ lesser petrosal nerve of glossopharyngeal nerve เส้นประสาทสมองคู่ที่ 9
