



Applied Neuroanatomy and Localization of Lesions

Volume 1

ประสาทกายวิภาคประยุกต์และการระบุตำแหน่งรอยโรค เล่ม 1

Adjunct Assoc. Prof. Methee Wongsirisuwan MD.
รศ.(พิเศษ) นพ.เมธี วงศ์ศิริสุวรรณ

Co-Author. Thitikan Wangapakul
ฐิติกานต์ วงอากาศกุล

Neurosurgery unit, Department of Surgery, Rajavithi hospital
College of Medicine, Rangsit university

Applied Neuroanatomy and Localization of Lesions

Volume 1

ประสาทกายวิภาคประยุกต์และการระบุตำแหน่งรอยโรค เล่ม 1

**Applied Neuroanatomy
and Localization of Lesions Volume 1**

**ประสาทกายวิภาคประยุกต์
และการระบุตำแหน่งรอยโรค เล่ม 1**

ผู้เขียน

รศ.(พิเศษ) นพ.เมธี วงศ์ศิริสุวรรณ

ผู้ร่วมเขียน

พญ. จิตติกานต์ วังอากุล

หน่วยประสาทศัลยศาสตร์

ภาควิชาศัลยศาสตร์

โรงพยาบาลราชวิถี

วิทยาลัยแพทยศาสตร์

มหาวิทยาลัยรังสิต

ออกแบบและผลิต

Corporation 4d

ศิลปกรรม

วสวัตดี เตชาภิรมย์

สุมิตรา อิงศ์สกุลสุข

พิสูจน์อักษร

กวิน รงค์กรภิรมย์

พิมพ์ครั้งที่ 1

สิงหาคม 2569

จัดพิมพ์โดย

บริษัท คอร์ปอเรชั่น โฟร์ตี จำกัด

ชั้น 7 อาคารกรุงไทยเทรดเดอร์

3675 ถนนพระราม 4 แขวงพระโขนง

เขตคลองเตย กรุงเทพฯ 10110

โทร. +66 2260-2606-8

ข้อมูลทางบรรณานุกรมของหอสมุดแห่งชาติ

เมธี วงศ์ศิริสุวรรณ.

Applied neuroanatomy and localization of lesions

volume 1 ประสาทกายวิภาค

ประยุกต์ และการระบุตำแหน่งรอยโรค เล่ม 1.- กรุงเทพฯ :

คอร์ปอเรชั่น โฟร์ตี, 2569.

376 หน้า.

1. ประสาทกายวิภาคศาสตร์. I. ชื่อเรื่อง.

611.8

ISBN 978-616-95186-1-7

กิตติกรรมประกาศ

ตำรา “ประสาทกายวิภาคศาสตร์ประยุกต์และการระบุตำแหน่งรอยโรคทางระบบประสาท” หรือ “Applied Neuroanatomy and Localization of Lesions” เขียนขึ้นจากประสบการณ์การทำงานมากกว่าสามสิบปีของผู้แต่งในฐานะประสาทศัลยแพทย์ที่ใช้เวลาวางจากการผ่าตัด รวบรวมปัญหาที่พบเห็นในการสอนนักศึกษาแพทย์ แพทย์ประจำบ้าน ตลอดจนการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับแพทย์ในสาขาต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งแนวคิดการระบุรอยโรคและตำแหน่งที่ทำให้เกิดพยาธิสภาพของผู้ป่วยทางระบบประสาท ผู้เขียนต้องขอบคุณบูรพาจารย์ “ศ.คลินิกเกียรติคุณ นพ.ปัญญา บุณศิริ” แห่งคณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล ในฐานะอาจารย์คนแรกที่ได้ให้ความรู้และสอนให้เห็นความสำคัญของการระบุรอยโรคทางด้านประสาทวิทยา “นพ.วุฒิกิจ ธนภูมิ” อดีตอธิบดีกรมการแพทย์และประสาทศัลยแพทย์ยุคบุกเบิกของประเทศไทยที่รับเข้าพาเข้ามารับเรียนวิชาประสาทศัลยศาสตร์ของสถาบันประสาทวิทยาและเป็นครูคนแรกที่ทำให้ความรู้และอบรมสั่งสอนวิธีการผ่าตัดทางประสาทศัลยศาสตร์ ตลอดจน อาจารย์สองท่าน “นพ.อนุศักดิ์ เลียงอุดม” และ “นพ.ธีรศักดิ์ พินงาม” อาจารย์ด้านประสาทศัลยศาสตร์แห่งสถาบันประสาทวิทยาที่มีทักษะการผ่าตัดอันเป็นเลิศที่ได้เมตตาสั่งสอนและถ่ายทอดความรู้ทักษะการผ่าตัด และข้าพเจ้าถือเป็น Role model ในการทำงานด้านประสาทศัลยศาสตร์ตลอดมา

ขอขอบคุณ ศาสตราจารย์ นายแพทย์เอก หังสสูตร, ศาสตราจารย์ แพทย์หญิง นิจศรี ชาญณรงค์, และ รองศาสตราจารย์ นายแพทย์ ศรัณย์ นันทอารี ที่สละเวลาอันมีค่าช่วยตรวจสอบและให้คำแนะนำแก่ตำราเล่มนี้ และขอขอบคุณ แพทย์หญิง จิตติกานต์ วังอากาศ ที่ช่วยเขียน Case study พร้อมกับแนวทางการคิดและวิเคราะห์หรือโรคอย่างเป็นขั้นตอนให้กับทุกบท

รศ.(พิเศษ) นพ.เมธี วงศ์ศิริสุวรรณ



คำนิยม

รศ.นพ.เมธี วงศ์ศิริสุวรรณ ประสาทศัลยแพทย์ โรงพยาบาลราชวิถี ซึ่งเป็นลูกศิษย์ของผม ได้ปรารภว่า ปัจจุบันนี้ ประสาทศัลยแพทย์ และ Clinician สาขาต่าง ๆ กำลังหำงเหิน กับ Clinical manifestation ในการพิจารณาโรคเนื่องจากความสะดวกในการใช้ Imaging Machine โดยเฉพาะ MRI ซึ่งสามารถสร้างภาพรอยโรคได้อย่างเบ็ดเสร็จ และ รวดเร็ว จนละเลยทักษะการวิเคราะห์รอยโรคจากอาการแสดงของผู้ป่วยไปเกรงว่าพวกเราจะกลายเป็น Neurosurgical technician ทำให้ความรู้ทาง Functional anatomy หดหายไป จึงคิดจะทำหนังสือไว้ให้พวกเราทั้งนักศึกษาแพทย์ แพทย์ฝึกหัด แพทย์ประจำบ้าน ตลอดจนแพทย์ที่สนใจทางด้านนี้ ใช้และช่วยในการสอนทางคลินิกแก่แพทย์รุ่นน้องอีกทางหนึ่ง

อาจารย์เมธี ได้มีโอกาสมารับปรึกษาผม ซึ่งก็มีความเป็นห่วงในเรื่องเดียวกัน ผมซึ่งเคยผ่านภาวะวิกฤตขาดแคลนตำรา เนื่องจากขณะที่ผมเป็นนักศึกษาแพทย์ และแพทย์จบใหม่ การหาตำรามาใช้ศึกษาเป็นไปได้ยาก หรือหาได้ก็เป็นภาษาอังกฤษทั้งหมด ฉะนั้นผมจึงเห็นด้วยและสนับสนุนแนวคิดของอาจารย์เมธีในการทำตำราการระบุรอยโรค (Localization of lesions) แทนที่จะเป็นตำราเฉพาะทางด้านประสาทศัลยศาสตร์ หรือการผ่าตัดสมองเพียงอย่างเดียว ซึ่งอาจารย์เมธีจะมีความรู้เรื่องการผ่าตัดอย่างดีมาก แต่ผมก็คิดว่าหนังสือหรือตำราด้านการผ่าตัดในปัจจุบันนี้มีอยู่มากแล้ว แต่ยังขาดเนื้อหาพื้นฐานเช่นที่อาจารย์เมธีมีความตั้งใจเขียนเช่นนี้

การทำหนังสือใหญ่ระดับนี้ ผมเห็นว่ามีความจำเป็น แต่จำเป็นเพราะจะสามารถใช้ได้ไปอีกนานเท่านาน แต่ก็เกรงว่าความที่มีลักษณะเป็น Textbook นั้น อาจทำให้คนเห็นแล้วกลัว ไม่อยากอ่านและถูกเก็บไว้ในห้องสมุด ผมจึงให้ความเห็นว่าหากมีโอกาสต่อไปในภายภาคหน้า ควรทำเป็นหนังสือเล็ก ๆ ประเภทคู่มือที่สามารถถือได้ด้วยมือเดียว และมีไว้ในห้องผ่าตัด หอผู้ป่วย หรือห้องประชุมวิชาการประจำหน่วย เพื่อให้พวกเราที่สนใจสามารถหยิบมาอ่านและสืบค้นได้ง่าย ยามสงสัย และแก้เบื้อ ในการรอคอย เป็นต้น และพร้อมใช้ในที่ต่าง ๆ เหล่านี้ร่วมกับความก้าวหน้าทางปัญญาประดิษฐ์ (Artificial intelligence, AI) ที่กำลังนิยมกันอยู่อีกแรงหนึ่ง เพื่อให้เกิดการพัฒนาความรู้พื้นฐานที่สำคัญอันนี้

ผมเชื่อว่าหนังสือนี้จะเป็นประโยชน์แก่พวกเราเป็นอันมาก

นพ.วุฒิกิจ ธนะภูมิ

(อดีตอธิบดีกรมการแพทย์ และประสาทศัลยแพทย์อาวุโส)

ตุลาคม 2568



คำนิยม

พื้นฐานที่สำคัญของการดูแลผู้ป่วยทางระบบประสาท คือความสามารถในการระบุตำแหน่งของรอยโรคจากประวัติและการตรวจร่างกายอย่างเป็นระบบ ความเข้าใจในหลักการระบุตำแหน่งพยาธิสภาพไม่เพียงช่วยให้สามารถวินิจฉัยได้อย่างแม่นยำเท่านั้น หากยังช่วยกำหนดแนวทางการสืบค้นเพิ่มเติมและการวางแผนรักษาได้อย่างเหมาะสม ลดความคลาดเคลื่อนและเพิ่มประสิทธิภาพในการดูแลรักษาผู้ป่วย แม้ว่าในปัจจุบันจะมีเครื่องมือวินิจฉัยที่ทันสมัยมากมาย แต่ความเข้าใจในกายวิภาคของระบบประสาทและความสามารถในการเชื่อมโยงข้อมูลทางคลินิกกับความรู้เหล่านั้น ยังคงเป็นสิ่งที่จำเป็นอย่างยิ่ง

สิ่งที่สร้างแรงบันดาลใจให้พวกเราผู้เป็นแพทย์ด้านระบบประสาทมาโดยตลอด คือการได้เห็นปรมาจารย์ผู้เชี่ยวชาญสามารถวินิจฉัยโรคได้จากเพียงข้อมูลทางคลินิก โดยอาศัยการคิดวิเคราะห์อย่างเป็นระบบ การที่ท่านสามารถระบุตำแหน่งของรอยโรคและให้การวินิจฉัยได้อย่างแม่นยำ เป็นตัวอย่างของการคิดวิเคราะห์อย่างมีวิจารณญาณ (Critical thinking) ที่แท้จริง และเป็นพื้นฐานสำคัญของการเป็นแพทย์ในทุกสาขา ประสาทวิทยาจึงไม่ใช่เพียงแค่การเรียนรู้โครงสร้างทางกายวิภาค แต่คือการฝึกฝนการคิด การสังเกต และการเชื่อมโยงอย่างลึกซึ้ง ซึ่งเป็นหัวใจของวิชาชีพแพทย์

ในหนังสือ “ประสาทกายวิภาคศาสตร์ประยุกต์และการระบุตำแหน่งรอยโรคทางระบบประสาท” นี้ รศ. (พิเศษ) นพ.เมธี วงศ์ศิริสุวรรณ ได้ถ่ายทอดความรู้ที่ครอบคลุมทั้งกายวิภาคของระบบประสาทและหลักการประยุกต์ใช้ในทางคลินิกอย่างเป็นขั้นเป็นตอน ทำให้เนื้อหาที่ซับซ้อนและเข้าใจยากกลายเป็นเรื่องที่สามารถเข้าถึงได้ ผู้เขียนได้กลั่นกรององค์ความรู้จากประสบการณ์อันยาวนานในฐานะประสาทศัลยแพทย์ ถ่ายทอดออกมาอย่างชัดเจน มีคุณค่าต่อผู้อ่านในทุกระดับ โดยเฉพาะนิสิตนักศึกษาแพทย์ แพทย์ประจำบ้าน และแพทย์รุ่นใหม่ที่กำลังฝึกฝนการวิเคราะห์ทางระบบประสาทอย่างเป็นระบบ

ขอแสดงความชื่นชมต่อความมุ่งมั่นของอาจารย์เมธีในการสร้างสรรค์หนังสือที่มีคุณค่าอย่างยิ่งเล่มนี้ และมั่นใจว่าหนังสือเล่มนี้จะมีส่วนสำคัญในการเสริมสร้าง ความเข้าใจ และเป็นแรงบันดาลใจให้แก่ผู้เรียนและแพทย์ผู้สนใจในการพัฒนาตนเองให้มีทักษะการคิดวิเคราะห์อย่างเป็นระบบ รวมทั้งสามารถวินิจฉัยโรคทางระบบประสาทได้อย่างถูกต้องแม่นยำ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อการปฏิบัติงาน และนำไปสู่การดูแลรักษาผู้ป่วยได้อย่างมีประสิทธิภาพและเหมาะสม อันเป็นจุดมุ่งหมายสำคัญที่สุดของการประกอบวิชาชีพแพทย์

ศ.พญ.นิจศิริ ชาญณรงค์

ประสาทแพทย์

คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

คำปรารภ

ความรู้ทางกายวิภาคศาสตร์ถือเป็นรากฐานสำคัญของการแพทย์ทุกสาขา โดยเฉพาะอย่างยิ่งในด้านประสาทวิทยา (Neurology) และประสาทศัลยศาสตร์ (Neurosurgery) ซึ่งเป็นสิ่งที่แพทย์ต้องใช้ในการดูแลรักษาผู้ป่วยทางระบบประสาท แต่ในขณะเดียวกันความรู้ที่เรียนมาในครั้งนักศึกษาแพทย์ปีที่สองนั้น มักเป็นไปในลักษณะเพื่อการท่องจำ การสอบให้ผ่าน แต่เมื่อขึ้นปฏิบัติงานในชั้นคลินิกกลับพบว่าทั้งนักศึกษาแพทย์ หรือแม้แต่แพทย์ประจำบ้าน กลับไม่สามารถนำความรู้เหล่านั้นมาใช้ในการระบุรอยโรค (Localization of lesion) ได้ บ่อยครั้งที่มีการวิเคราะห์วินิจฉัยโรคโดยอาศัยแต่ภาพรังสี หรือแม้แต่การวิเคราะห์ย้อนหลังเมื่อรับรู้การวินิจฉัยโรคมาแล้วจากเวชระเบียน ทำให้ขาดทักษะในการคิดไปข้างหน้าว่าแท้จริงแล้วในการปฏิบัติงานจริง ผู้ป่วยมีได้เดินมาพร้อมกับคำวินิจฉัยโรค หากแต่มีเพียงแค่อาการหรืออาการแสดงเท่านั้นที่นำมาเพื่อให้แพทย์วินิจฉัยและรักษาโรค

เดิมทีผู้เขียนมีความคิดที่จะแต่งตำราเกี่ยวกับการผ่าตัดทางระบบประสาท แต่ด้วยเหตุดังกล่าวข้างต้น ประกอบกับตำราภาษาไทยในส่วนของที่เกี่ยวข้องกับการผ่าตัดทางระบบประสาทนั้นก็มียุ่่มากแล้วในปัจจุบัน ในขณะที่ตำราเกี่ยวกับการประยุกต์ความรู้พื้นฐานทางระบบประสาทที่เป็นภาษาไทยกลับมีอยู่น้อยมาก หรือหากมีแต่เกือบทั้งหมดแต่งโดยคณาจารย์ด้านพรีคลินิกเป็นหลัก โดยไม่เคยพบตำราลักษณะนี้ที่เขียนโดยประสาทศัลยแพทย์มาก่อน ทำให้ผู้เขียนตัดสินใจที่จะเขียนหนังสือเล่มนี้ “ประสาทกายวิภาคศาสตร์ประยุกต์ และการระบุรอยโรคทางระบบประสาท” หรือ “Applied Neuroanatomy and Localization of Lesions” ด้วยหวังว่าจะมีประโยชน์และใช้ได้กว้างขวางกว่าตำราที่เฉพาะเจาะจงแต่เรื่องการผ่าตัดทางระบบประสาทเพียงอย่างเดียว

ประกอบกับข้อจำกัดอย่างหนึ่งของการแต่งตำราในอดีตที่ผู้เขียนประสบมาคือ ภาพประกอบ ที่ต้องอาศัยทักษะในการวาดรูปอย่างมาก ซึ่งเป็นสิ่งที่เป็อุปสรรคต่อผู้เขียนเป็นอย่างมาก แต่อุปสรรคนี้ได้ถูกทำลายด้วยการมาของปัญญาประดิษฐ์ ที่มาพร้อมกับความสามารถในการสร้างภาพตามที่คุณเขียนต้องการเพียงแค่ใส่ Prompt ที่เหมาะสม (ChatGPT, Midjourney, FreePik, Gemini) และปรับแต่งด้วยโปรแกรมวาดรูปดิจิทัล (PaintShopPro, Adobe Photoshop, Adobe Illustration, BeFunky) โดยไม่ต้องอาศัยทักษะทางศิลปะในการเขียนด้วยมือเปล่าเพียงอย่างเดียว ทำให้สามารถประยุกต์นำมาสร้างภาพได้มากมาย นอกจากนี้ยังต้องขอขอบคุณแนวคิดของผู้สร้าง webpage “Wikimedia Commons” ซึ่งเปิดโอกาสให้ผู้สนใจเข้ามาใช้คลังภาพจำนวนมากที่มีการแลกเปลี่ยนกันภายใต้การให้เครดิตที่เหมาะสม (Creative Commons)

ผู้เขียนหวังเป็นอย่างยิ่งว่า หนังสือเล่มนี้จะเป็นเพื่อนร่วมทางของนักศึกษาแพทย์ แพทย์ประจำบ้าน และแพทย์ผู้เชี่ยวชาญทุกสาขา ในการพัฒนาความรู้และศักยภาพทางด้านประสาทวิทยา และประสาทศัลยศาสตร์ เพื่อให้เกิดการดูแลผู้ป่วยอย่างรอบด้าน ถูกต้อง แม่นยำ และเป็นระบบ รวมทั้งสามารถพัฒนากระบวนการคิดอย่างเป็นระบบและวิเคราะห์หารอยโรคได้อย่างเป็นลำดับขั้น (Systemic and analytic thinking) อันจะเป็นพื้นฐานสำคัญในการเป็นแพทย์ในอนาคตต่อไป

สุดท้ายนี้ ขอขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่าน ผู้ร่วมสร้างแรงบันดาลใจและเป็นแบบอย่างในการสอน โดยเฉพาะอย่างยิ่งครูด้านการผ่าตัดสมองคนแรกของข้าพเจ้าคือ ท่านอาจารย์ นพ.วุฒิกิจ ธนะภูมิ ซึ่งเป็นผู้รับข้าพเจ้าเข้าเรียนต่อในสาขาศัลยกรรมประสาท ณ สถาบันประสาทวิทยา เมื่อปี พ.ศ. 2534 ทั้งยังให้เกียรติแนะนำ ดิฉันและเขียนคำนิยมให้กับหนังสือเล่มนี้ ซึ่งเป็นที่น่าเสียดายอย่างยิ่งที่ท่านจากไปไม่นานหลังจากที่ท่านเขียนคำนิยมให้กับข้าพเจ้า

ขอบคุณ ศ.นพ.วรพงษ์ มนัสเกียรติ และ ศ.พญ.นิจศรี ชาญณรงค์ ที่ให้คำแนะนำอย่างดีเกี่ยวกับการจัดทำตำราฉบับนี้ และ พญ.จิตติกานต์ วังอากาศุล ประสาทศัลยแพทย์หญิงที่มีความสามารถหลายด้าน นอกเหนือพรสวรรค์ในการผ่าตัด ซึ่งเข้ามาช่วยเหลือในการทำตำราเล่มนี้ ตลอดจนครอบครัวของข้าพเจ้า ที่สนับสนุนในการทำตำราฉบับนี้ และท้ายที่สุดคือ ผู้ป่วยทุกคน ผู้ซึ่งเป็นครูที่ยิ่งใหญ่ในวิชาชีพนี้ หากมีข้อบกพร่องประการใดในเนื้อหา ผู้เขียนน้อมรับคำติชมด้วยความยินดี เพื่อการพัฒนาต่อไปในอนาคต

รศ.(พิเศษ) นพ.เมธี วงศ์ศิริสุวรรณ

นายแพทย์ทรงคุณวุฒิ ระดับ 11 สาขาประสาทศัลยศาสตร์

โรงพยาบาลราชวิถี กรมการแพทย์



ร.ศ.(พิเศษ) นพ. เมธี วงศ์ศิริสุวรรณ **Assoc.Prof. Methee Wongsirisuwan**

ประวัติการศึกษา

แพทยศาสตรบัณฑิต เกียรตินิยม คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล
 วุฒิปดุษฎีเชี่ยวชาญประสาทศัลยศาสตร์ สถาบันประสาทวิทยา
 Minimally invasive neurosurgery, Singapore.
 Certificate in neuroendoscopic and neuronavigator, Germany.
 Certificate "Introductory Course Leksell Gamma Knife Pefexion Icon", Czech Republic.
 Certificate "Comprehensive Gamma Knife Radiosurgery, Turkey.
 Mini MM. in Health, Asean Institute of Health and Development.
 นิติศาสตรบัณฑิต มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
 ประกาศนียบัตรบริหารงานภาครัฐและกฎหมายมหาชน (ปรม. ๑๐) สถาบันพระปกเกล้า
 ประกาศนียบัตรการเมืองการปกครองในระบอบประชาธิปไตยสำหรับนักบริหารระดับสูง (ปปร. ๑๘)
 สถาบันพระปกเกล้า
 ประกาศนียบัตรธรรมาภิบาลทางการแพทย์สำหรับผู้บริหารระดับสูง (ปรพ. ๑) สถาบันพระปกเกล้า
 ประกาศนียบัตรผู้เชี่ยวชาญการดำเนินคดีทางการแพทย์ (ปอพ.๑) สำนักงานอัยการสูงสุด-แพทยสภา
 ประกาศนียบัตรผู้บริหารกระบวนการยุติธรรมระดับสูง (บยส. ๒๗)
 หลักสูตรนักบริหารระดับสูงในกระบวนการยุติธรรมทางปกครอง (บสป.)

ตำแหน่งปัจจุบัน

- นายแพทย์ทรงคุณวุฒิ ระดับ ๑๑ สาขา ศัลยกรรมประสาท โรงพยาบาลราชวิถี
- กรรมการแพทยสภา
- กรรมการแพทยสมาคม
- กรรมการศูนย์ความเป็นเลิศทางการแพทย์ด้านการผ่าตัดทางกล้องโรงพยาบาลราชวิถี
- คณะกรรมการประเมินผลงานเพื่อเลื่อนขั้นสายงานแพทย์ สาขาประสาทศัลยกรรม
- คณะทำงานด้านประสาทศัลยกรรม ศูนย์ความเป็นเลิศเฉพาะทางด้านการผ่าตัดทางกล้องโรงพยาบาลราชวิถี
- อนุกรรมการศึกษา ติดตามกฎหมายที่เกี่ยวข้องกับการประกอบวิชาชีพเวชกรรม
- อนุกรรมการพิจารณาอุทธรณ์เงินทดแทน (กรณีเกี่ยวกับการแพทย์) กองทุนเงินทดแทน สำนักงานหลักประกันสังคม
- อนุกรรมการพิจารณาเรื่องร้องเรียนการให้บริการทางการแพทย์ สำนักงานหลักประกันสังคม
- อนุกรรมการสอบสวน สำนักงานเลขาธิการแพทยสภา
- กรรมการพิจารณาการให้ความเห็นทางการแพทย์จากผู้เชี่ยวชาญ กรมการแพทย์
- กรรมการประเมินผลงานเพื่อการย้ายหรือการโอนข้าราชการพลเรือนสามัญไปแต่งตั้งให้ดำรงตำแหน่ง ประเภทวิชาการ ระดับเชี่ยวชาญ กระทรวงสาธารณสุข
- อนุกรรมการพัฒนาระบบและกำกับติดตามการเข้าถึงบริการผู้ติดเชื้อเอชไอวี ผู้ป่วยเอดส์

โรคติดต่อทางเพศสัมพันธ์และวัณโรค สำนักหลักประกันสุขภาพแห่งชาติ

- กรรมการพัฒนาระบบบริการสุขภาพ (Service Plan) สาขาศัลยกรรมประสาท กระทรวงสาธารณสุข
- Reviewer: Journal of Medical Association of Thailand, Cureus, Asian Journal of Neurosurgery, Current Medical Imaging, Journal of Neurosciences in Rual Practice, etc.

งานวิจัย ผลงานตีพิมพ์ทางวิชาการ

1. Wongsirisuwan M. Posttraumatic optic nerve compression: Clinical studies and review literatures. Bulletin of neurosurgery. 40(7):11-17, 2000.
2. Ananthanundorn A, Prachaisinchai P, Wongsirisuwan M. Endoscopic assisted transsphenoidal approach to sellar and suprasellar lesion: Early experience in Rajavithi hospital. Bulletin of neurosurgery. 13(1):9-17, 2002.
3. Wongsirisuwan M, Ananthanundorn A, Prachaisinchai P. Endoscopic transnasal transsphenoidal approach: how to, advantage, disadvantage, and patient selection. Bulletin of neurosurgery. 14(1):12-18, 2003.
4. Wongsirisuwan M. Trauma and Injury Severity Score (TRISS) in Head Injury Patients. The Thai Journal of Surgery. 24:21-28, 2003.
5. Wongsirisuwan M. Awake craniotomy and Brain mapping: Preliminary experience and simplified technique. Bulletin of the Department of Medical services. 28:138-148, 2003.
6. Wongsirisuwan M, Ananthanundorn A, Prachaisinchai P. The comparison of conventional pterional and transcalary keyhole approaches: Pro and Con. J Med Assoc Thai. 87(8):891-897, 2004.
7. Wongsirisuwan M. What is better minimally invasive in Pituitary surgery: Endoscopic Endonasal Transsphenoidal Approach or Keyhole Supraorbital Approach? J Med Assoc Thai. 94(7):888-895, 2011.
8. Wongsirisuwan M, Karnchanapandh K. Comparative Outcomes of Keyhole Supraorbital Approach (KSA) and Endonasal Endoscopic Transsphenoidal Approach (EETA) in Pituitary Surgery. J Med Assoc Thai. 97(4):386-392, 2014.
9. Wongsirisuwan M. Short- and Long-Term Effectiveness of Keyhole Microvascular Decompression for Trigeminal Neuralgia. J Med Assoc Thai. 101(2):209-216, 2018.
10. Wongsirisuwan M, Chenkhumwongse A. Predictive value of preoperative MRI sequences in successful endoscopic endonasal transsphenoidal pituitary macroadenoma removal. J Med Assoc Thai. 102(12):1317-1326, 2019.

11. Wongsirisuwan M. Clinical outcome of partial sensory rhizotomy in negative-exploration trigeminal neurlagia and technical nuances. *J Med Assoc Thai.* 2022.
12. Wongsirisuwan M. (Textbook) Minimally invasive surgery for Pituitary adenoma. NOVA science publishers, USA, 2015.
13. Rujimethapass S, Ananthanandorn A, Karnchanapandh K, Wongsirisuwan M, Gunnarat I, Segkhaphant N. Surgical Outcomes After Total or Subtotal Resection of Large Vestibular Schwannoma: A Single-Institution Experience. *Brain Tumor Res Treat*, 10(2):108-112, 2022.
14. Wongsirisuwan M. The Long-Term Patency of the Internal Jugular Vein and the Common Facial Vein as Entrance Sites for Venous Access in Ventriculoatrial Shunts: A Comparative Analysis from a Single-Center Study. *World Neurosurgery*, 182:e652-e656, 2024.
15. Wongsirisuwan M. In Reply to the Letter to the Editor Regarding "The Long-Term Patency of the Internal Jugular Vein and the Common Facial Vein as Entrance Sites for Venous Access in Ventriculoatrial Shunts: A Comparative Analysis from a Single-Center Study." *World Neurosurgery*, 183:272, 2024.
16. Wongsirisuwan M. Customized anterior temporal augmentation for treating anterior temporal hollowing (ATH) by 3D-printed cranioplasty. *Neurochirurgie*, 70(1):101528, 2024.
17. Wongsirisuwan M. Delayed wound healing resulting from inflammatory process in craniectomy patients treated with Bioglue: A case series with literature review. *Asian J Neurosurg*, 19:290-294, 2024.
18. Wongsirisuwan M, Jantarakolica T, Lerthirunvibul N. (December 11, 2024). Factor associated with "Sterile Cystic Formation" following the application of Bioglue in brain surgery and Review of literature. *Cureus*. 16(12): e7759/cureus.75523.
19. Wongsirisuwan M, Buakate K. Primary diffuse large B-cell lymphoma (DLBCL) of the sphenoid sinus presenting with oculomotor nerve palsy: A case report and systemic review. *World Neurosurgery: X*, 28(2025) 100509.
20. Wongsirisuwan M, Wangapakul T, Rujimethapass S. Predicting Surgical View Obstruction During Retrosigmoid Microvascular Decompression for Trigeminal Neuralgia. *J Neurol Surg B Skull Base*. 2026



พญ. ฐิติกานต์ วงอากาศ Thitikan Wangapakul

ประวัติการศึกษา

แพทยศาสตรบัณฑิต คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
 วุฒิปริญญาตรีสาขาประสาทศัลยศาสตร์ โรงพยาบาลรามธิบดี
 World federation of Neurosurgery clinical fellowship in Microvascular decompression,
 Tokyo Woman Medical University : Medical center-east, Tokyo, Japan
 Visiting scholar in Neurosurgery : National Taipei University Hospital, Taipei, Taiwan
 Visiting scholar in Neuroradiology : Sakura hospital, Toho University Tokyo, Japan
 Clinical fellowship in Spine surgery, Ramathibodi hospital, Thailand
 Research fellowship in Microscopic skull base surgery. Arkansas Neuroscience Institute,
 Sherwood, Arkansas
 Visiting scholar in Endoscopic skull base surgery. University of Greifswald, Germany
 Observership in Endoscopic skull base surgery. Stanford university. California, USA

ตำแหน่งปัจจุบัน

- ประสาทศัลยแพทย์ โรงพยาบาลราชวิถี

งานวิจัย ผลงานตีพิมพ์ทางวิชาการ

1. Wangapakul, T., Moguel, A. E. R., & Kayssi, A. R. (2024). Necrotizing parasagittal meningioma in a patient with systemic lupus erythematosus after treatments with methotrexate and hydroxychloroquine. *Journal of Neurological Surgery Reports*.
2. Wangapakul, T., Kayssi, A. R., & Riley, A. E. M. (2024, May 3). Akinetic mutism following bilateral parasagittal meningioma occupying supplementary motor area removal and the spontaneous recovery of symptoms. *Surgical Neurology International*, 15, 150. https://doi.org/10.25259/SNI_130_2024
3. Wangapakul, T., Kraiket, R., Mardting, N., Kayssi, A. R., & Riley, A. E. M. (2024). Massive calvarial melioidosis abscess following minor trauma in rural areas of Thailand. *Surgical Neurology International*.
4. Nuñez-Lupaca, J. N., Riley-Moguel, A. E., Marín, G., Wangapakul, T., & Kayssi, A. R. (2025). Nosocomial infections and their associated risk factors in post-craniotomy patients: A multivariate analysis. *Egyptian Journal of Neurosurgery*, 40(56). <https://doi.org/10.1186/s41984-025-00408-7>
5. Tepasamordej, N., Wangapakul, T., Riley-Moguel, A. E., Kayssi, A. R., Nisahoh, N., & Artasar, S. (2024). Feasibility of endoscopic lumbar discectomy in a remote government hospital in Thailand: A cost-utility analysis. *Cureus*, 16(1), e52673. <https://doi.org/10.7759/cureus.52673>
6. Tepasamordej, N., Wangapakul, T., & Nisahoh, N. (2024). Awake craniotomy surgery in Yala Regional Hospital. *Suranaree Journal of Health Science*, 2(1), e01824(1-9). <https://he03.tci-thaijo.org/index.php/SJHSci/article/view/1824>

CONTENTS

สารบัญ

กิตติกรรมประกาศ	V		
คำนิยม	VI		
คำปรารภ	VII		
ประวัติผู้เขียน	X		
VOLUME 1			
CHAPTER 01 LOCALIZATION OF LESION IN NEUROLOGY ความสำคัญของการระบุตำแหน่งพยาธิ สภาพของโรคทางระบบประสาท	01	CHAPTER 06 THE OCULOMOTOR NERVE AND OCULOMOTOR SYSTEM เส้นประสาทสมองคู่ที่สามและ ระบบการควบคุมการกลอกตา	157
CHAPTER 02 THE PERIPHERAL NERVES AND PLEXUS เส้นประสาทส่วนปลายและโครงข่ายประสาท	17	CHAPTER 07 THE TROCHLEAR NERVE เส้นประสาทสมองคู่ที่ 4	189
CHAPTER 03 THE SPINAL CORD ไขสันหลัง	69	CHAPTER 08 THE ABDUCENS NERVE เส้นประสาทสมองคู่ที่ 6	205
CHAPTER 04 THE OLFACTORY NERVE เส้นประสาทสมองคู่ที่ 1	111	CHAPTER 09 THE TRIGEMINAL NERVE เส้นประสาทสมองคู่ที่ 5	219
CHAPTER 05 THE OPTIC NERVE AND THE VISUAL PATHWAY เส้นประสาทสมองคู่ที่สองและระบบการมองเห็น	125	CHAPTER 10 THE FACIAL NERVE เส้นประสาทสมองคู่ที่ 7	249
		CHAPTER 11 THE VESTIBULOCOCHLEAR NERVE เส้นประสาทสมองคู่ที่ 8	285

CHAPTER 12

THE GLOSSOPHARYNGEAL NERVE

เส้นประสาทสมองคู่ที่ 9

CHAPTER 13

THE VAGUS NERVE

เส้นประสาทสมองคู่ที่ 10

CHAPTER 14

THE ACCESSORY NERVE

เส้นประสาทสมองคู่ที่ 11

CHAPTER 15

THE HYPOGLOSSAL NERVE

เส้นประสาทสมองคู่ที่ 12

บรรณานุกรม

ดัชนี

VOLUME 2

CHAPTER 16

THE BRAINSTEM

ก้านสมอง

CHAPTER 17

THE CEREBELLUM

สมองน้อย

327

CHAPTER 18

THE THALAMUS

ทาลามัส

CHAPTER 19

THE HYPOTHALAMUS

ไฮโปทาลามัส

CHAPTER 20

THE PITUITARY GLAND

ต่อมใต้สมอง

CHAPTER 21

BASAL GANGLIA

CHAPTER 22

THE CEREBRAL HEMISPHERE

สมองใหญ่

บรรณานุกรม

ดัชนี

477

455

501

519

549

339

353

363

377

429

CHAPTER

01

ความสำคัญของการระบุตำแหน่ง
พยาธิสภาพของโรคทางระบบประสาท

LOCALIZATION OF LESION IN NEUROLOGY

1. ความหมายและความสำคัญของ Neurologic localization

Neurologic localization คือ การวินิจฉัยหาตำแหน่งของพยาธิสภาพในระบบประสาท โดยอาศัยข้อมูลจากอาการและอาการแสดง (Signs and symptoms) เป็นหลักและจำเป็นต้องมีความรู้ทางประสาทกายวิภาคศาสตร์ (Neuroanatomy) และหลักการตรวจร่างกายทางระบบประสาท ทั้งนี้คำว่า "Localization" มาจากคำว่า locus ซึ่งหมายถึง ตำแหน่ง ในภาษาละติน

เมื่อเกิดความผิดปกติของระบบประสาท การทำงานของส่วนต่าง ๆ จะแสดงอาการที่ชัดเจน ซึ่งนำไปสู่การวินิจฉัยในเชิงภูมิศาสตร์ (Topographic diagnosis) ว่าอาการนั้นเกี่ยวข้องกับโครงสร้างส่วนใดของระบบประสาท ซึ่งจะนำไปสู่การระบุตำแหน่งพยาธิสภาพที่แคบลง อันเป็นต้นทางนำไปสู่กระบวนการคิดวินิจฉัยแยกโรคและการส่งตรวจทางห้องปฏิบัติการหรือการส่งตรวจทางรังสีที่เหมาะสมต่อไป แม้ในปัจจุบันจะมีเทคโนโลยีอันทันสมัยสำหรับการตรวจวินิจฉัย เช่น การตรวจทางห้องปฏิบัติการ การตรวจภาพถ่ายรังสี (Neuroimaging) และเครื่องมืออื่น ๆ แต่กระบวนการระบุตำแหน่งพยาธิสภาพด้วยข้อมูลทางคลินิก ยังคงมีความจำเป็นอย่างมาก เพราะนอกจากจะช่วยให้เกิดการวินิจฉัยได้อย่างมีทิศทางและเฉพาะเจาะจงแล้ว ยังช่วยลดค่าใช้จ่ายที่อาจเกิดจากการส่งตรวจที่ไม่จำเป็นอีกด้วย ¹

2. ขั้นตอนหลักของการวินิจฉัยโรคทางระบบประสาท

กระบวนการวินิจฉัยโรคทางระบบประสาท แบ่งเป็น 4 ขั้นตอนใหญ่ ๆ ดังนี้

- 1.การรับรู้ว่ามีความผิดปกติ (Is it real or not?)
- 2.การระบุตำแหน่งพยาธิสภาพ (Localization)
- 3.การระบุสาเหตุที่เป็นไปได้มากที่สุด (Most probable etiology)
- 4.การใช้การตรวจเพิ่มเติม เพื่อยืนยันสาเหตุที่แน่ชัด เช่น การตรวจภาพถ่ายรังสีระบบประสาท (Neuroimaging) หรือการตรวจทางห้องปฏิบัติการอื่น ๆ ²

ในขั้นตอนแรก แพทย์ต้องอาศัยการซักประวัติและตรวจร่างกายอย่างละเอียด เพื่อยืนยันว่าความผิดปกติที่เกิดขึ้นจริง ไม่ใช่ความเข้าใจผิดหรือภาวะที่พบได้ในคนปกติหรือที่เรียกว่า Physiologic variation (เช่น ขนาดม่านตาไม่เท่ากันโดยกำเนิด) เมื่อแน่ใจแล้วจึงเข้าสู่กระบวนการ Localization ซึ่งจำเป็นต้องอาศัยความเข้าใจด้านประสาทกายวิภาคศาสตร์ (Neuroanatomy) เป็นอย่างดี แต่บ่อยครั้งที่ในปัจจุบันพบว่านักศึกษาแพทย์หรือแพทย์รุ่นใหม่ ๆ กลับข้ามขั้นตอนนี้และไปวิเคราะห์ว่าอะไรคือสาเหตุของโรค โรคที่น่าจะเป็นคืออะไร โดยข้ามขั้นตอนการระบุตำแหน่งรอยโรคไปทันที ซึ่งเป็นเรื่องที่ไม่ถูกต้องกับการปฏิบัติงานในชีวิตจริง

3. การประเมินอาการผิดปกติทางระบบประสาท (Neurological dysfunction evaluation)

1. พิสูจน์ว่าความผิดปกติเป็นจริง

o แม้จะพบได้ไม่บ่อย แต่ก็เป็นไปได้ที่แพทย์อาจจะเจอผู้ป่วยที่ตั้งใจแกล้งป่วย (Malingering) หรือแม้แต่ไม่ตั้งใจแกล้งแต่หลงคิดว่าตนเองเป็น (อาจจะเป็นผลมาจากการรับฟังการได้ยินที่ผิด ๆ และหลงเชื่อว่าตนเองเป็นโดยไม่รู้ตัว) แพทย์จึงต้องแยกจากภาวะแกล้งทำ (Malingering) หรือความผิด

ปกติทางจิต เช่น Pseudoseizure หรือ Hysteria ตัวอย่าง เช่น ผู้ป่วยอัมพาตขาทั้งสองข้าง (Paraplegia) หรือผู้ป่วยที่ แกล้งชักจากภาวะเรียกร้องความสนใจ เช่น Hysteria แต่ ในขณะที่อาการบางอย่างที่ดูเหมือนเป็นความผิดปกติ เช่น ขนาดม่านตาที่ไม่เท่ากัน (Anisocoria) โดยที่ไม่ได้เกิดจากความผิดปกติของก้านสมองส่วน Midbrain ที่ถูกกดทับจาก ภาวะความดันในช่องกะโหลกสูง (Increased intracranial pressure) หรือเส้นประสาทคู่ที่สาม (Oculomotor nerve) ซึ่งอาจพบได้ในคนปกติบางกลุ่ม ที่เราเรียกว่า Physiologic anisocoria โดยคนกลุ่มนี้จะมีม่านตาสองข้างที่ไม่เท่ากัน ตั้งแต่เกิด หรืออาจเป็นภายหลัง เช่น เกิดจากเบาหวาน โดยไม่ใช่ Pathologic anisocoria แต่อย่างใด

o แต่ที่สำคัญที่สุดคือ ห้ามคิดว่าผู้ป่วยคิดไปเอง หรือไม่ รับฟังอาการของผู้ป่วยเพียงเพราะแพทย์คิดว่าไม่สำคัญหรือไม่ให้ความสนใจ และก่อนที่จะวินิจฉัยว่าผู้ป่วยมีความผิดปกติทางจิตใจ (Psychiatrics) แพทย์ต้องคิดถึงโรคทางกาย (Organic) ไว้ก่อนเสมอ จนกว่าจะมั่นใจว่าไม่ใช่

2. ประเมินความรุนแรงของอาการ

o หากอาการรบกวนการดำเนินชีวิตอย่างมีนัยสำคัญ ควรได้รับการตรวจเพิ่มเติมและวินิจฉัยอย่างจริงจัง

3. พิจารณาว่าเป็นความผิดปกติของระบบประสาทหรือไม่

o ตัวอย่างเช่น เดินไม่ได้จากปวดหลังร่วมกับเดินไม่ไหว (Low back pain) ว่าเป็นจากการอักเสบของข้อต่อร่วมกับ กล้ามเนื้อ (Myalgia) หรือจากความผิดปกติทาง Motor system ในไขสันหลังหรือเส้นประสาท เช่น Cauda equina syndrome

4. ความรู้ทางประสาทกายวิภาคศาสตร์ (Neuroanatomy) และบทบาทในการระบุตำแหน่ง

ถือเป็นหัวใจสำคัญของกระบวนการระบุตำแหน่งรอยโรคในระบบประสาท ทั้งนี้ความรู้เกี่ยวกับประสาทกายวิภาคศาสตร์ เปรียบเทียบได้กับแผนที่นำทางของกระบวนการระบุตำแหน่งรอยโรค การรู้จักแผนที่ของระบบประสาทอย่างดี จะช่วยให้แพทย์สามารถระบุตำแหน่งที่เกิดความผิดปกติได้อย่างแม่นยำและมั่นใจ ตัวอย่างเช่น

- อาการ Hearing loss ร่วมกับ Facial palsy และเดิน ทรงตัวลำบาก (Ataxia) ทำให้นึกถึงพยาธิสภาพบริเวณ Cerebellopontine angle (CPA) ³

- อาการ Resting Tremor, Bradykinesia, Rigidity บ่งบอกถึงพยาธิสภาพที่ Substantia nigra (เช่น ในโรค Parkinson's disease)

- อาการ Left-Sided Hemiparesis ร่วมกับ Right Third Nerve Palsy ซึ่งไปร่อยโรคใน Crus Cerebri (Peduncle) ของ Midbrain

- ความผิดปกติเกี่ยวกับฮอริโมน การกลอกตาและมองเห็นภาพซ้อน (Diplopia) และความรู้สึกชาบนใบหน้า (Numbness) อาจบ่งบอกถึงพยาธิสภาพที่ Cavernous sinus

5. บทบาทของประวัติผู้ป่วยในการระบุตำแหน่งพยาธิสภาพ (Role of History in Localization)

แม้การตรวจร่างกายจะสำคัญที่สุดในการระบุตำแหน่งของรอยโรค แต่ประวัติของผู้ป่วยก็มีส่วนสำคัญไม่ยิ่งหย่อนไปกว่ากันในการช่วยวินิจฉัยสาเหตุหรือวินิจฉัยแยกโรค ตัวอย่างเช่น

- ประวัติลักษณะการเกิดอาการ เช่น เฉียบพลันหรือ ค่อยเป็นค่อยไป ช่วยกำหนดกลุ่มโรค เช่น Hemiparesis ที่บ่งบอกถึงรอยโรคที่อยู่ในสมอง (Intracranial lesion) ผังตรงข้ามกับอาการอ่อนแรง (Contralateral) ยิ่งหากเกิดขึ้นแบบเฉียบพลัน ยิ่งหมายถึงภาวะโรคทางหลอดเลือดสมอง (Stroke) หากพัฒนาในเวลาไม่กี่วันอาจเกิดจากการติดเชื้อ หรือโรคปลอกประสาทเสื่อม (Demyelinating disease) หากใช้เวลาหลายเดือน อาจเป็น เนื้องอก หรือโรคเสื่อมถอย (Degenerative process)

- ผู้ป่วยที่มาด้วยการมองไม่ชัด และตรวจพบว่ามีอาการ Bitemporal hemianopia จะบ่งถึงรอยโรคที่ Optic chiasm แต่หากมีประวัติชาหน้า ร่วมกับการกลอกตาที่ผิดปกติ หรือ มีภาพซ้อนนามาก่อน จะบ่งถึงรอยโรคที่เริ่มจาก Cavernous sinus แล้วจึงลามไปที่เส้นประสาทตาซึ่งทำให้นึกถึงเนื้องอกของเยื่อหุ้มสมอง Cavernous sinus meningioma ในทางตรงกันข้าม หากความผิดปกติเริ่มที่ระดับฮอริโมนแล้วตามมาด้วยอาการ Bitemporal hemianopia จะทำให้นึกถึงรอยโรคที่ต่อมใต้สมอง (Pituitary gland) แล้วจึงขยายขึ้นข้างบน (Suprasellar extension) ไปกดประสาทตา ซึ่งแสดงว่า

ผู้ป่วยรายนี้ต้องไม่ใช่ Pituitary microadenoma แต่เป็น Pituitary macroadenoma แต่หากผู้ป่วยตามมาด้วยประวัติของการเห็นภาพซ้อนและชาหน้า จะหมายถึงเนื้องอกกลูกลามเข้าสู่ฐานกะโหลกศีรษะ (Skull base) บริเวณแอ่ง Cavernous sinus ซึ่งบ่งบอกว่าเป็น Invasive pituitary macroadenoma นั่นเอง

6. การวินิจฉัยแบบ Systemic lesions

บางโรคมีตำแหน่งรอยโรคชัดเจน เช่น Parkinson's disease (ที่ Substantia nigra) แต่บางโรค เช่น Spinocerebellar Degeneration มีรอยโรคกระจายหลายจุด ความผิดปกติในการกินหรือการอิมจะมีรอยโรคอยู่ที่ Hypothalamus การเข้าใจจรรยาของการทำงานในแต่ละระบบ เช่น Motor system, Sensory system, Cerebellum, Basal Ganglia และ Hypothalamus จะช่วยให้ระบุตำแหน่งพยาธิสภาพได้แม่นยำขึ้น

7. การระบุตำแหน่งพยาธิสภาพในระบบการเคลื่อนไหว (Localization of Lesions in the Motor System)

ความผิดปกติในการเคลื่อนไหวเป็นความผิดปกติพื้นฐานที่พบได้บ่อยที่สุดในผู้ป่วยทางระบบประสาท และมีความสำคัญในแง่ของการช่วยจำกัดวงในการหารอยโรคให้แคบลงมาได้เร็ว แต่ทั้งนี้จำเป็นต้องอาศัยความรู้ทางประสาทกายวิภาคที่เกี่ยวกับการเคลื่อนไหว โดยเฉพาะอย่างยิ่ง Corticospinal หรือ Pyramidal tract, Corticobulbar tract และ Somatotopic pattern หรือกายวิภาคการเรียงตัวของใยประสาทในไขสันหลัง ⁴ ดังนี้

7.1 Corticospinal tract (รูปที่ 1-1)

- o เริ่มจาก Primary motor cortex, Premotor cortex ควบคุมการเคลื่อนไหวโดยสมัครใจ (Voluntary) ของแขนขา โดยเฉพาะการเคลื่อนไหวที่ต้องใช้ความแม่นยำ
- o เส้นใยประสาทในเส้นทางนี้มาจากพื้นที่ที่มีการจัดเรียงตามหน้าที่ของ Motor cortex (Brodmann area 4 และ 6)
- o แหล่งกำเนิดของเส้นใยประสาทส่วนใหญ่:
 - 60% จากบริเวณ Precentral และ Postcentral gyrus

- 40% จาก Brodmann area 4 (Primary motor cortex) และ area 6 (Premotor cortex และ Supplementary motor area)

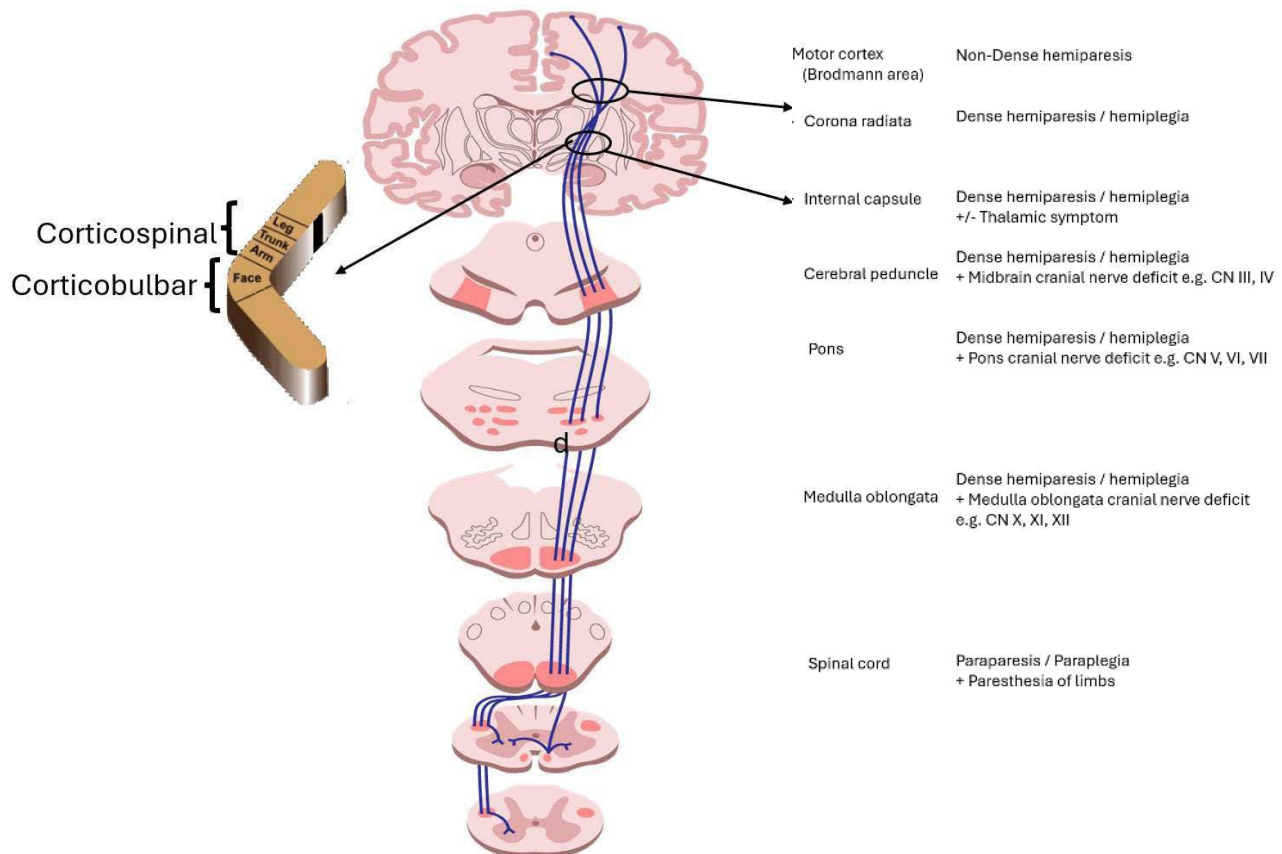
7.2 Corticobulbar tract

- o ควบคุมการเคลื่อนไหวของกล้ามเนื้อใบหน้า ลิ้น และคอ
- o เริ่มจาก Primary motor cortex, Premotor cortex ควบคุมการเคลื่อนไหวโดยสมัครใจ (Voluntary) ของใบหน้า
- o เส้นใยประสาทผ่าน Genu ของ Internal capsule และ Cerebral peduncle ลงไปยัง Cranial nerve nuclei ใน Brainstem
- o เส้นใยประสาทหลังจากที่ผ่าน Internal capsule แล้วก็จะมุ่งไปยัง Cranial motor nuclei ที่อยู่ในก้านสมอง เช่น CN III, IV, V, VI, VII, IX, X, XI, XII ต่อไป
- o ทั้งนี้มีข้อน่าสังเกตคือ Cranial motor nuclei ในระดับ Brainstem นั้น จะได้รับคำสั่งหรือสัญญาณจาก Brodmann area ทั้งสองข้างของสมอง ยกเว้นส่วนล่างของใบหน้าและลิ้นที่ได้รับการควบคุมหลักจากสมองซีกตรงข้ามซีกเดียวเท่านั้น

Crossing of Corticospinal fibers (Pyramidal decussation)

หลังจากออกจาก Brodmann area แล้ว เส้นใยจะมัดรวมกันใน White matter ของ Cerebral hemisphere รวมกันแน่นเรียกว่า Corona radiata และผ่าน Posterior limb ของ Internal capsule ก่อนลงสู่ Brainstem ผ่านทาง Cerebral peduncle, Pons และ Medulla oblongata จากนั้นเส้นใยประสาท 75-90% จะไขว้กันบริเวณ Medullary pyramid (Pyramidal decussation) แล้วลงไปตามด้านตรงข้ามของไขสันหลัง เรียกว่า Lateral corticospinal tract ทั้งนี้ตำแหน่งที่มีการไขว้กัน สามารถเห็นได้ภายนอกบริเวณผิวของก้านสมองส่วน Medulla oblongata ที่เรียกว่า Pyramidal decussation

ส่วนที่เหลือที่ไม่ไขว้กันจะลงไปตาม Anterior corticospinal Tract ซึ่งจะไขว้กันในระดับไขสันหลังส่วนล่างต่อไป



รูปที่ 1-1 ทางเดิน (Pathway) ของ Corticospinal และ Corticobulbar จะเริ่มจาก Motor cortex ที่กระจายกัน แล้วมัดรวมมาเป็น Corona radiata จากนั้นวิ่งเข้าสู่ Internal capsule โดยส่วนที่เป็น Posterior limb จะเป็นทางผ่านของ Corticospinal tract และ Genu จะเป็นทางผ่านของ Corticobulbar tract จากนั้นจะวิ่งสู่ Midbrain ในส่วนของ Crus cerebri (Cerebral peduncle) และเข้าสู่ Pons ตามด้วย Medulla oblongata เพื่อแยกเป็น Anterior และ Lateral corticospinal tract ก่อนเข้าสู่ไขสันหลังต่อไป ผู้ป่วยที่มีอาการอ่อนแรงครึ่งซีก แต่เป็นลักษณะที่แขนขาอ่อนแรงไม่เท่ากัน (Non-dense hemiparesis) จะบ่งถึงรอยโรคที่ Motor cortex ในขณะที่หากแขนขาอ่อนแรงมากและเท่า ๆ กัน (Dense hemiparesis/hemiplegia) จะบ่งถึงรอยโรคตั้งแต่ส่วนของ Corona radiata ลงมา แต่หากมีอาการของ Cranial nuclei deficit ก็จะทำให้นึกถึงรอยโรคที่ก้านสมองมากกว่าใน Internal capsule

การระบุตำแหน่งรอยโรคตามระดับของระบบประสาท:

ความรู้ที่ได้จากทางเดินของ Corticospinal tract และ Corticobulbar tract ยังสามารถช่วยให้เราตีวงหรือกำหนดจุดที่เกิดรอยโรคได้ง่าย ๆ ดังนี้

1. Cerebral cortex: ทำให้เกิดอาการอ่อนแรงเฉพาะบริเวณ เช่น แขนขาซีกใดซีกหนึ่ง (Hemiparesis หรือ Hemiplegia) อาการอ่อนแรงจะเป็นมากเฉพาะส่วนใด

ส่วนหนึ่งของแขน หรือขา กล่าวคือจะไม่อ่อนแรงทั้งหมดเท่า ๆ กัน (Non-dense hemiparesis/hemiplegia) เพราะโอกาสที่รอยโรคจะใหญ่เกินบริเวณของ Motor homunculus กว้างทั้งหมดนั้นยาก

2. Internal capsule: ผู้ป่วยจะมีอาการอ่อนแรงของทั้งแขนและขาอย่างมาก และเป็นเท่า ๆ กัน (Dense hemiparesis/hemiplegia) และหากมีอาการอ่อนแรงของใบหน้าด้วยแสดงว่ารอยโรคจะกินบริเวณกว้างมาถึงส่วนของ Genu ของ Internal capsule (รูปที่ 1-1)

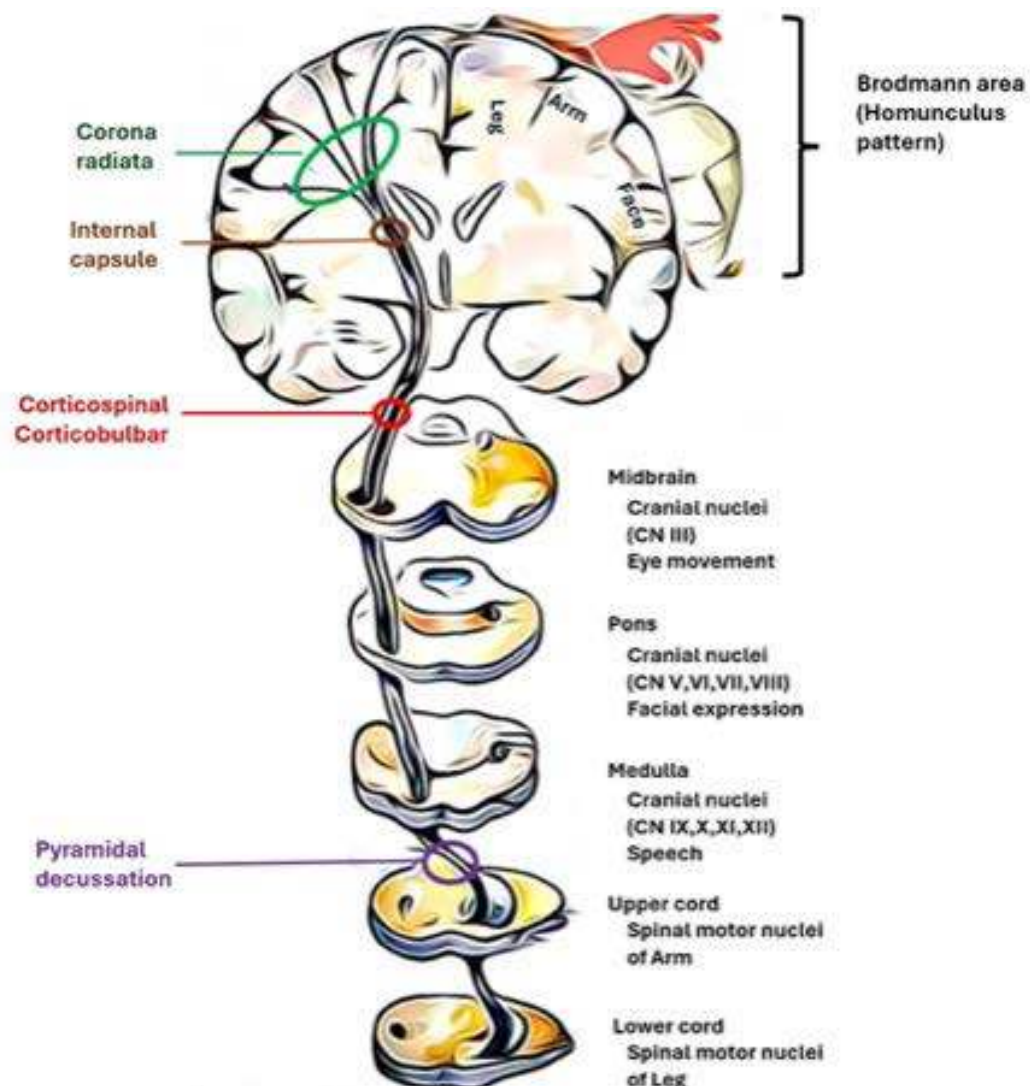
3. **Spinal cord:** อาจส่งผลให้ขาอ่อนแรงหรือมีอาการชา เป็นแนวนอนตามแนวกระดูกสันหลัง

4. **Brainstem:** ทำให้เกิดอาการอ่อนแรงที่ใบหน้าหรือแขนขาฝั่งตรงข้ามกับรอยโรค ร่วมกับความผิดปกติอื่น เกี่ยวเนื่องกับ Cranial nerve nuclei ในระดับที่รอยโรคนั้นอยู่ (Long tract sign + Cranial nerve deficit)

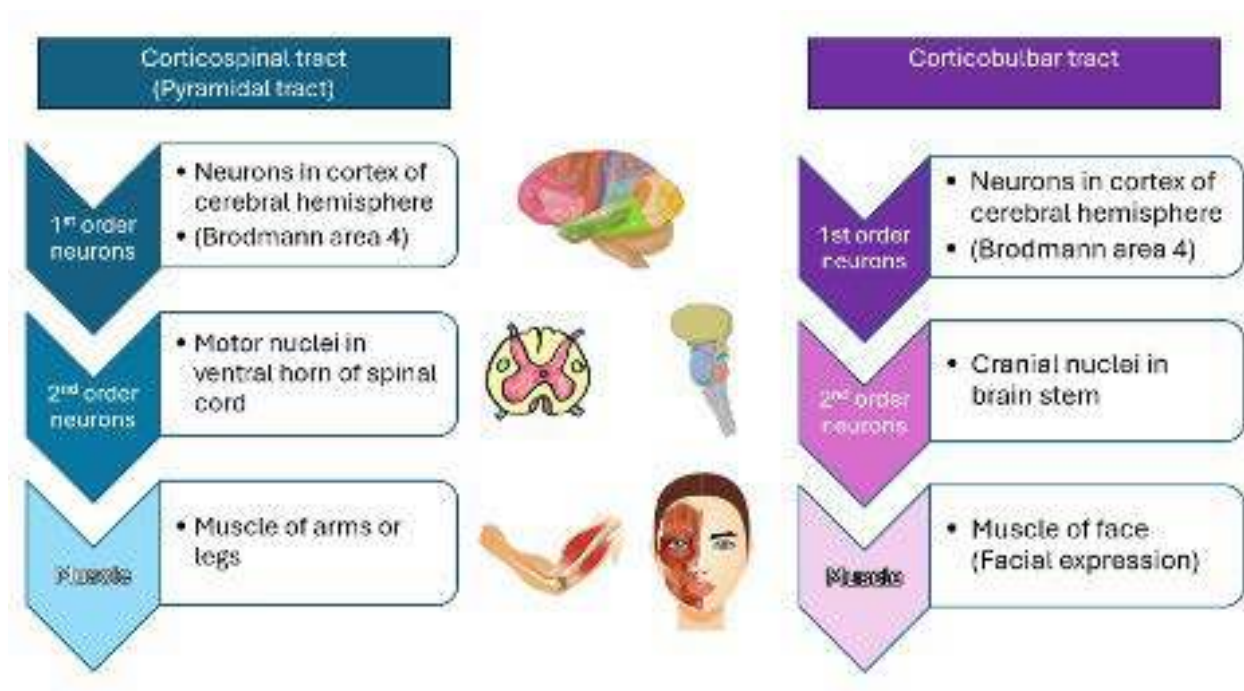
ความรู้และทักษะพื้นฐานในการอาศัย Pyramidal tract ในการระบุตำแหน่งรอยโรค ถือเป็นบทเรียนแรก โดยเฉพาะ นักศึกษาแพทย์ และแพทย์ทางระบบประสาทจำเป็นต้อง เรียนรู้และพัฒนาทักษะด้านนี้ให้คล่องตัวเพื่อเป็นพื้นฐาน ต่อยอดไปสู่การกำหนดรอยโรคที่ซับซ้อนมากกว่านี้ โดย อาศัยกายวิภาคศาสตร์แขนงอื่นต่อไป ดังนั้นจะสรุปความรู้ รวบรวมอดพื้นฐานเรื่องการอ่อนแรงและการกำหนดจุดรอยโรค ไว้เป็นตัวอย่างดังนี้

การอ่อนแรง (Weakness) หรืออัมพาต (Paralysis) เป็น อาการสำคัญที่พบบ่อยและช่วยให้จำกัดบริเวณรอยโรคได้ เร็วขึ้น หากเข้าใจเส้นทางการเคลื่อนไหว (Motor pathway) ได้แก่

- **Upper motor neurons (UMNs):** Corticospinal และ Corticobulbar tract เริ่มจาก First order neurons ในสมองลงไปยัง Second order neurons ในไขสันหลัง
- **Lower motor neurons (LMNs):** เริ่มจาก Second order neurons ใน Ventral horn ของไขสันหลัง และ Cranial motor nuclei ในก้านสมอง (Brainstem) ที่ส่งสัญญาณตรงสู่กล้ามเนื้อ (รูปที่ 1-2 และ 1-3)



รูปที่ 1-2 Corticospinal, Corticobulbar tract และความสัมพันธ์ระหว่าง UNM และ LMN



รูปที่ 1-3 ความสัมพันธ์ระหว่าง 1st order neurons และ 2nd order neurons เปรียบเทียบ Corticospinal vs Corticobulbar tract

ทั้งนี้ความผิดปกติในระดับ UMN และ LMN ของผู้ป่วย จะทำให้ผู้ป่วยมีอาการแตกต่างกันโดยสรุปดังนี้

Upper motor neuron syndrome (UMN)

เกิดจากรอยโรคในเส้นประสาทส่วนกลาง เช่น

- สมอง (Cortex)
- Internal capsule
- ก้านสมอง (Brainstem)
- ไขสันหลังส่วนคอและทรวงอก

อาการทางคลินิก:

- **ช่วงแรก:** กล้ามเนื้ออ่อนแรงและหยาบยาน (Flaccid)
- **ระยะต่อมา:** กล้ามเนื้อแข็งเกร็ง (Spasticity) และมีการตอบสนองเกิน (Hyperreflexia)
- **Clonus:** การกระตุกแบบเป็นจังหวะ (เช่น ที่ข้อเท้า)
- **Babinski sign:** นิ้วหัวแม่เท้ากระดกขึ้น

อาการอ่อนแรงแบบ UMN:

- **แขน:** อ่อนแรงที่ Deltoid, Triceps, และกล้ามเนื้อยึดข้อมือ
- **ขา:** อ่อนแรงที่ Hip flexors, Knee flexors, และ Dorsiflexors

ความแตกต่าง:

- **รอยโรคที่สมอง:** Spasticity น้อยกว่า
- **รอยโรคที่ไขสันหลัง:** Spasticity รุนแรงกว่า และมีการหดเกร็งของกล้ามเนื้อส่วนโค้งงอ (Flexor spasms)

Lower motor neuron syndrome (LMN)

เกิดจากรอยโรคใน:

- เซลล์ประสาทในไขสันหลัง (Ventral gray column)
- เส้นประสาทส่วนปลาย
- รอยต่อระหว่างเส้นประสาทกับกล้ามเนื้อ (Neuromuscular junction)

อาการทางคลินิก:

- กล้ามเนื้ออ่อนแรงหรือเป็นอัมพาต
- กล้ามเนื้อหยาบยาน (Flaccid) และสูญเสียการสะท้อนกลับ (Hyporeflexia)
- กล้ามเนื้อลีบ (Atrophy) และ มีการกระตุกของกลุ่มกล้ามเนื้อเล็ก ๆ (Fasciculations)

สรุปพยาธิสภาพที่ตามมาอันเนื่องมาจากการอ่อนแรงของกล้ามเนื้อจะแตกต่างกันระหว่าง UMN และ LMN lesion

(ตารางที่ 1-1)

	UMN	LMN
Muscle	Spastic paralysis	Flaccid paralysis Fasciculations (มัดกล้ามเนื้อกระตุก)
Reflex	Hyperreflexia	Hyporeflexia / Areflexia
Babinski sign	Present ปลายเท้ากางขึ้นเมื่อถูกระตุกฝ่าเท้า	Absent

ตารางที่ 1-1: ความแตกต่างทางคลินิกะหว่างรอยโรคใน UMN vs LMN

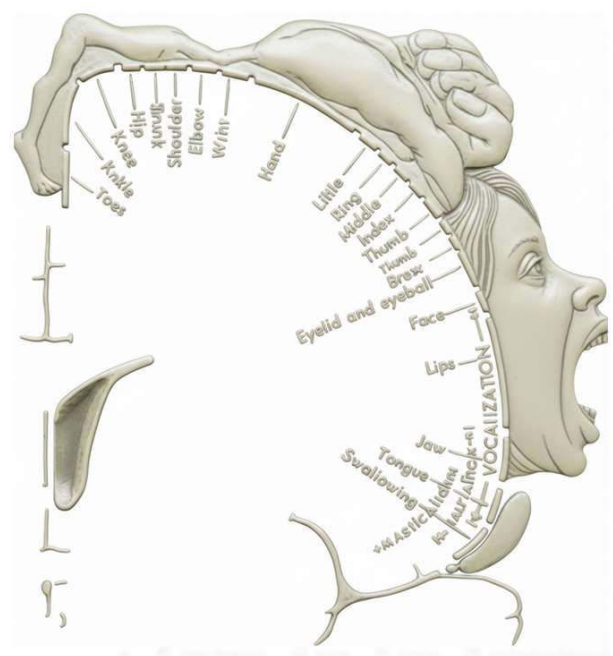
ในส่วนของ Corticobulbar tract ซึ่งมีหน้าที่สำคัญอันหนึ่งคือ ควบคุมการเคลื่อนไหวทางใบหน้า หรือที่เรียกว่า Muscle of facial expression นั้น หากดูลึกลงไป ในรายละเอียด จะพบว่าการทำงานของกล้ามเนื้อใบหน้านั้นมีสองระบบคือ ระบบที่อยู่ภายใต้การสั่งการโดยตั้งใจของสมอง (Voluntary) และระบบที่อยู่นอกเหนือการสั่งการโดยตั้งใจ แต่จะแสดงออกเป็นอัตโนมัติเมื่อมีสิ่งเร้ามากระตุ้น (Involuntary) ทั้งนี้หากเข้าใจกายวิภาคศาสตร์ในส่วนนี้ ก็จะทำให้เข้าใจการทำงานของระบบประสาทสั่งงานกล้ามเนื้อใบหน้าขึ้น ทั้งนี้การควบคุมการสั่งการเคลื่อนไหวของใบหน้าและเส้นทางการควบคุมการสั่งการเคลื่อนไหวของใบหน้าและเส้นทางการควบคุมกล้ามเนื้อส่วนล่างสองในสามของใบหน้า ถูกควบคุมโดย Supranuclear ที่ข้ามซีกสมองเป็นหลัก การควบคุมนี้ใช้กับการเคลื่อนไหวของใบหน้าที่ตั้งใจ ส่วนการเคลื่อนไหวทางอารมณ์ของใบหน้า (ที่เกิดขึ้นโดยไม่ตั้งใจ) มีเส้นทางการ Supranuclear แยกต่างหาก ซึ่งเกี่ยวข้องกับ Supplementary motor area (SMA) และ Cingulate motor area

ข้อแตกต่างที่สำคัญ

- การเคลื่อนไหวโดยตั้งใจ: ควบคุมผ่านเส้นทางการ Corticobulbar
- การเคลื่อนไหวทางอารมณ์: ไม่ได้ผ่าน internal capsule โดยตรง และสมองซีกขวาเป็นซีกที่เด่นในการควบคุมอารมณ์ทางใบหน้า

ในขณะที่ Motor cortex (Brodmann area) นั้น ก็มีการจัดเรียงตัวแบบ Somatotopic อยู่ด้วยเช่นกัน เราเรียกว่า Motor homunculus pattern โดย เซลล์ประสาทใน Motor cortex (MC) ถูกจัดเรียงเพื่อควบคุมแต่ละส่วนของร่างกาย ดังนี้ (รูปที่ 1-4)

- ริมฝีปาก ขากรรไกร นิ้วหัวแม่มือ และนิ้วชี้ มีการแสดงผลในสมองขนาดใหญ่ เนื่องจากต้องการการควบคุมที่แม่นยำ อยู่ทางด้านนอกของ Cerebral cortex
- ลำตัวและส่วนต้นของแขนขา มีการแสดงผลที่เล็กกว่า อยู่ทางด้านใน (Mesial) ของ Cerebral cortex



รูปที่ 1-4 Motor homunculus : Infographic ที่แสดงการแจกแจงพื้นที่ของสมองในส่วนของ Primary motor cortex ที่ควบคุมการเคลื่อนไหวของส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย ช่วยให้เรารู้ว่าเส้นใย Motor ในสมองถูกจัดสรรเพื่อควบคุมการเคลื่อนไหวของแต่ละส่วนของร่างกายอย่างไร โดยส่วนที่ต้องควบคุมอวัยวะที่กล้ามเนื้อมีการทำงานที่ซับซ้อนจะต้องใช้พื้นที่สมองมากกว่าส่วนอื่น เช่น มือ นิ้วโป้ง ปาก ลิ้น

ความเชื่อมโยงทางคลินิก

• อาการอ่อนแรงเฉพาะที่มีมือ อาจเกิดจากรอยโรคใน Cortical motor hand area ด้านนอกส่งผลต่อการเคลื่อนไหวของนิ้วและหัวแม่มือ

• การเคลื่อนไหวของขาและเท้า ควบคุมโดยเซลล์ประสาทใน Medial motor cortex และ Anterior paracentral gyrus ดังนั้นรอยโรคจะเกิดที่ Cortical motor leg area ด้านใน

• ถ้าผู้ป่วยมีอาการอ่อนแรงทั้งแขนและขามากเท่า ๆ กัน (Dense hemiplegia) โอกาสที่จะเกิดรอยโรคมากที่สุดคือ จุดที่ Corona radiata มารวมกันที่ Internal capsule ส่วนตำแหน่งที่มาโอกาสเกิดน้อยกว่าคือ Motor cortical area (Brodmann area) เพราะหากเกิดที่ตำแหน่งนี้ รอยโรคต้องใหญ่และกว้างมาก และโอกาสที่จะมีอาการอ่อนแรงเท่า ๆ กัน (Dense) นั้นยากกว่ามาก

รูปแบบของการอ่อนแรง (Motor weakness) กับความสัมพันธ์ทางคลินิก

ผู้ป่วยที่มีความบกพร่องทางมอเตอร์ หรือกำลังของกล้ามเนื้อ (Motor power) อาจแสดงอาการได้หลากหลาย เช่น Plegia (อัมพาตสมบูรณ์) หรือ Paresis (อ่อนแรงเล็กน้อย) อย่างไรก็ตาม ในการใช้ทางคลินิกทั่วไป คำว่า Paralysis มักใช้ทั้งในกรณีที่สูญเสียการทำงานบางส่วนหรือทั้งหมดของกล้ามเนื้อ

ระดับการประเมินกำลังกล้ามเนื้อ (Medical research council's scale)

- 0 – ไม่มีการหดตัวของกล้ามเนื้อ
- 1 – กล้ามเนื้อมีการกระตุกเล็กน้อย แต่ไม่มีการเคลื่อนไหว
- 2 – เคลื่อนไหวได้เมื่อไม่ต้านแรงโน้มถ่วง

- 3 – เคลื่อนไหวได้เมื่อมีแรงโน้มถ่วง
- 4 – เคลื่อนไหวได้ต้านแรงโน้มถ่วงและแรงต้านในระดับหนึ่ง
- 5 – กำลังกล้ามเนื้อปกติ

รูปแบบความอ่อนแรงที่พบได้บ่อย

1. **Monoplegia:** อ่อนแรงที่แขนหรือขาข้างเดียว มักพบในกรณีที่มีความผิดปกติในระดับของเส้นประสาทส่วนปลาย (Peripheral nerve)

2. **Hemiplegia:** อ่อนแรงด้านใดด้านหนึ่งของร่างกาย บ่งถึงรอยโรคในสมอง (Intracranial) ตั้งแต่ส่วนของ Pyramidal decussation ขึ้นไป

3. **Paraplegia:** อ่อนแรงที่ขาทั้งสองข้าง บ่งถึงรอยโรคที่ไขสันหลัง

4. **Quadriplegia (Tetraplegia):** อ่อนแรงที่แขนและขาทั้งหมด บ่งถึงรอยโรคที่ไขสันหลังส่วนคอด้านบนที่ต่อกับก้านสมอง (Cervicomedullary junction) หรือ ไขสันหลังส่วนบนตั้งแต่ C3 ขึ้นไป

5. **Brachial Diplegia:** อ่อนแรงที่แขนทั้งสองข้างมากกว่าขา เป็นการบ่งรอยโรคที่ไขสันหลังส่วนคอด้านใน (**ดูรูปที่ 1-4 ประกอบ**) ซึ่งมักพบในระดับ C5-T1 เนื่องจาก Somatotopic pattern ของไขสันหลังนั้น ส่วน Fiber ที่คุมแขนจะอยู่ด้านในไขสันหลัง ทำให้นักถึงโรคจำเพาะได้บางโรคเช่น Central cord lesion, Spinal cord infarction ส่วนรอยโรคในตำแหน่งอื่นอาจพบได้แต่น้อยมากในทางคลินิก (**ตารางที่ 2**)

6. **Facial Diplegia:** อ่อนแรงที่กล้ามเนื้อใบหน้าทั้งสองข้าง พบได้ไม่บ่อย โดยโรคที่เป็นไปได้และพบบ่อยในทางคลินิกคือ Guillain-Barré syndrome (GBS) อีกตำแหน่งคือ รอยโรคใน Pons สองข้างที่ทำลาย Facial nerve nuclei ทั้งคู่ (**ตารางที่ 1-3**)

รอยโรคที่เป็นไปได้	อาการและอาการแสดง	สาเหตุที่พบได้บ่อย
Cervical spinal cord (C5-T1)	Upper limb weakness, Spasticity, Hyperreflexia, possible sensory loss	Central cord syndrome, Spinal cord infarction, Cervical myelopathy
Bilateral brachial plexopathy	Lower motor neuron signs, Sensory loss, Atrophy	Trauma
Neuromuscular junction	Proximal weakness, Fatigability, No sensory loss	Myasthenia gravis, Lambert-Eaton syndrome

ตารางที่ 1-2 สาเหตุที่พบได้ของ Brachial diplegia

อาการแสดง	Central (UMN) Lesion	Peripheral (LMN) Lesion
Forehead involvement	Spare (can raise eyebrows)	Affected (cannot raise eyebrows)
Lower face weakness	Mild to moderate	Severe
Reflexes	Normal or exaggerated	Reduced or absent (blink reflex loss)
Other symptoms	Dysarthria, Pseudobulbar affect, Limb spasticity	Limb weakness (GBS, Lyme), Cranial neuropathies (sarcoidosis)
Common causes	Stroke, Amyotrophic lateral sclerosis (ALS), Multiple sclerosis, Brainstem lesions	GBS, Lyme disease, Bell's palsy

ตารางที่ 1-3 การวินิจฉัยแยกโรคของอาการ Facial diplegia ที่ต้องแยกระหว่าง Central vs Peripheral cause

8. การระบุตำแหน่งพยาธิสภาพของระบบประสาทสัมผัส (Sensory system)

กายวิภาคของระบบประสาทสัมผัส

หน่วยประสาทสัมผัสส่วนปลาย (Peripheral sensory unit) ประกอบด้วย:

- 1. ตัวรับประสาทสัมผัส (Sensory receptor) ซึ่งแต่ละตัวมีลักษณะเฉพาะและเขตการรับสัมผัสที่แตกต่างกัน
- 2. โยประสาท (Axon)
- 3. Dorsal root ganglion
- 4. รากประสาทส่วนหลัง (Dorsal root)

ชนิดของใยประสาทสัมผัส

- C-type fibers: เส้นประสาทเล็กที่ไม่มี Myelin sheath ทำหน้าที่ส่งความเจ็บปวดและอุณหภูมิ
- A-delta fibers: เส้นประสาทขนาดเล็กที่มี Myelin sheath บาง ส่งสัญญาณเจ็บปวดเฉียบพลันและสัมผัสหายาบ
- A-beta fibers: เส้นประสาทขนาดใหญ่ที่มี Myelin sheath ส่งสัญญาณการสัมผัสละเอียดและการสั่นสะเทือน

เส้นทางการส่งสัญญาณประสาทสัมผัส (Somatosensory Pathway)

- 1. Spinothalamic tract (ทางเดินประสาทสำหรับความเจ็บปวด อุณหภูมิ และสัมผัสเบา)
 - โยประสาทขนาดเล็กเข้าสู่ไขสันหลัง และแยกไปยังระดับที่สูงขึ้นหรือต่ำลง 1-2 ระดับก่อนจะเชื่อมต่อกับเซลล์ประสาทชั้นที่สองใน Dorsal horn
 - เซลล์ประสาทชั้นที่สองข้ามไปยังด้านตรงข้ามผ่าน Anterior commissure และขึ้นไปตาม Spinothalamic tract
 - เส้นใยมีการจัดเรียงแบบ Somatotopic โดยใยจากส่วนกระเบนเหน็บ (Sacral) อยู่ด้านนอก และใยจากส่วนคอ (Cervical) อยู่ด้านใน
 - ปลายทางอยู่ที่ Ventral posterolateral nucleus (VPL) ของ Thalamus
- 2. Dorsal column-medial lemniscus pathway (ทางเดินประสาทสำหรับการสั่นสะเทือนและการรับรู้ตำแหน่งของร่างกาย)
 - โยประสาทขนาดใหญ่เข้าสู่ไขสันหลังและขึ้นไปตาม Dorsal column โดยไม่ข้ามไปยังอีกด้าน
 - โยจากขาทำหน้าที่ใน Gracile fasciculus ส่วนใยจากแขนอยู่ใน Cuneate fasciculus
 - โยประสาททั้งหมดเชื่อมต่อกับ Nucleus gracilis และ Nucleus cuneatus ที่ก้านสมองส่วน Medulla oblongata
 - เซลล์ประสาทชั้นที่สองข้ามไปยังอีกด้านและขึ้นไปเป็น Medial lemniscus จนถึง Thalamus ⁵

การจัดเรียงแบบ Somatotopic

- ใน Dorsal column ไยประสาทจากส่วนล่างของร่างกายจะอยู่ในตำแหน่งด้านใน ส่วนใยจากส่วนบนของร่างกายอยู่ด้านนอก
- เมื่อเข้าสู่ Medial lemniscus การจัดเรียงจะเปลี่ยน โดยใยจากส่วนล่างของร่างกายจะอยู่ด้านนอก และใยจากส่วนบนอยู่ด้านใน

การแยกความรู้สึกการสัมผัสเค้นและการรับรู้ตำแหน่ง (Vibration and Proprioception)

การรับรู้ตำแหน่ง (Proprioception) แบ่งออกเป็น:

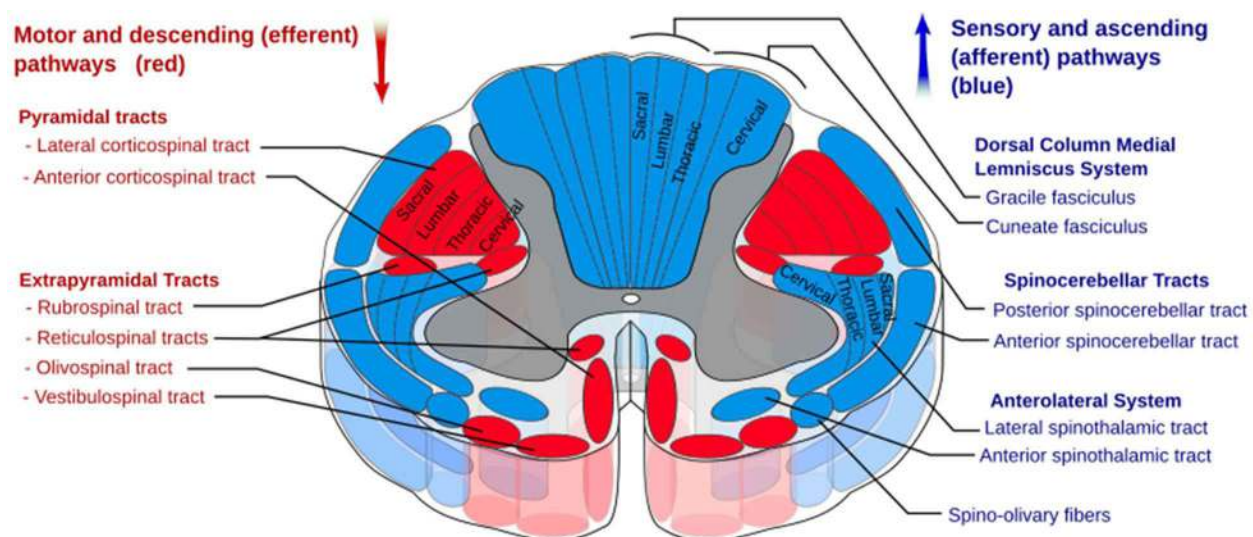
1. การรับรู้ตำแหน่งคงที่ของแขนขา (Limb position sense)
 2. การรับรู้การเคลื่อนไหวของแขนขา (Kinesthesia)
 3. การรับรู้การสั่นสะเทือน (Vibration sense)
- ถูกส่งผ่านใยประสาทจาก Merkel disk receptors

และ Meissner's corpuscles

- ไยประสาทบางส่วนไปยัง Dorsal columns และบางส่วนเชื่อมต่อกับเซลล์ประสาทชั้นที่สองใน Dorsal horn
- จากนั้นใยประสาทจะเข้าสู่ Medial lemniscus และไปสิ้นสุดที่ Thalamus เช่นเดียวกับใยประสาท Proprioception

การประยุกต์ใช้ในทางคลินิก

Spinothalamic tract (ความเจ็บปวด และอุณหภูมิ) และ Dorsal column-medial lemniscus (การสัมผัสเค้น การรับรู้ตำแหน่งข้อต่อ) มีการจัดเรียงแบบ Somatotopic ในไขสันหลังและก้านสมอง หากแพทย์ทำการซักประวัติและตรวจร่างกายอย่างละเอียด จะทราบว่าผู้ป่วยสูญเสียความรู้สึกชนิดใด และเกิดในร่างกายส่วนใด จะช่วยระบุตำแหน่งรอยโรคว่าเกิดขึ้นจากบริเวณใดก่อน หรืออยู่ในตำแหน่งใดเป็นพิเศษ (รูปที่ 1-5)



รูปที่ 1-5 Somatotopic pattern ของ Long tracts ในไขสันหลัง (สีแดงคือ Descending tract) สีฟ้าคือ Ascending tract) สังเกตลักษณะการเรียงตัวของ Fiber (Somatotopic pattern) ไยไฟเบอร์ของคอ (Cervical) จะอยู่ในสุด ส่วนใยไฟเบอร์ของก้นกบ (Sacral) จะอยู่นอกสุด ดังนั้น ถ้ารอยโรคเริ่มจากในกลางไขสันหลังก่อน เช่น Syringomyelia ผู้ป่วยจะเริ่มมีอาการอ่อนแรงแขนก่อนแล้วจึงตามมาด้วยขา เพราะผู้ป่วยที่เป็น Syringomyelia นั้น รอยโรคจะเริ่มในส่วนที่เป็น Central canal ก่อน ในทางตรงกันข้ามถ้ารอยโรคเป็น Extradural extramedullary ที่เริ่มจากด้านนอกไขสันหลังก่อน ผู้ป่วยจะเริ่มด้วยอาการอ่อนแรงของขาก่อนแขน

9. ความผิดปกติทางความรู้สึก

นอกเหนือจากการใช้ความรู้ทางกายวิภาคของระบบรับสัมผัสมาช่วยในการระบุรอยโรคแล้ว การใช้ความแตกต่างในชนิดของการรับรู้สัมผัสที่ต่างออกไปจากเดิม ก็สามารถช่วยระบุรอยโรคได้

9.1 อาการผิดปกติทางความรู้สึกเชิงบวก (Positive symptoms)

- Paresthesia (รู้สึกชาหรือเหมือนเข็มทิ่ม)
- Dysesthesia (สัมผัสปกติแต่รู้สึกเจ็บหรือไม่สบาย)
- Allodynia (เจ็บจากสิ่งกระตุ้นที่ไม่ควรเจ็บ)
- Hyperpathia (ตอบสนองรุนแรงต่อสิ่งกระตุ้นที่ปกติทำให้เจ็บ)

9.2 อาการผิดปกติทางความรู้สึกเชิงลบ (Negative symptoms)

- Hypesthesia (การรับรู้สัมผัสลดลง)
- Anesthesia (สูญเสียการรับรู้สัมผัส)
- การสูญเสีย Proprioception ทำให้ผู้ป่วยอาจมี Ataxia หรือ Pseudoathetosis

10. การระบุตำแหน่งความผิดปกติในการทรงตัวและการเดิน (Posture and Gait)

การยืน (Posture) และ การเดิน (Gait) ต้องอาศัยการประสานงานของระบบประสาทส่วนกลางและส่วนปลายหลายส่วนพร้อม ๆ กัน ได้แก่

- Proprioception (รับรู้ตำแหน่งข้อต่อ)
- Vision (การมองเห็น)
- Vestibular system (ระบบการทรงตัวในหูชั้นใน)
- ศูนย์ควบคุมในสมอง ได้แก่ Cerebellum, Basal ganglia, Thalamus และ Motor cortex

10.1 การตรวจประเมินการเดิน

• ในคนปกติทั่วไป จะสามารถลุกจากเก้าอี้เดี่ยว ๆ โดยไม่ใช้แขนช่วย เดินได้ปกติ หมุนตัวได้ดี เดินด้วยส้นเท้าหรือเดินแบบสลับเท้า (Tandem walk) และสามารถยืนด้วยเท้าชิดกัน หลับตาโดยไม่เสียการทรงตัว และไม่มีอาการล้มการทรงตัวและการเดินของผู้ป่วยถือว่าอยู่ในเกณฑ์ปกติ

• การลุกจากเก้าอี้ การก้าวขา การหมุนตัว การเดินเขย่งหรือส้นเท้า (heel/toe walk) และการเดินตัวตรง (tandem walk)

Romberg Test: ใช้ประเมินความสามารถของผู้ป่วยในการรักษาการทรงตัวเมื่อไม่มีการมองเห็น โดยให้ผู้ป่วยยืนชิดเท้าทั้งสองข้าง หากมีการสูญเสียการรับรู้ตำแหน่งข้อต่อหรือระบบการทรงตัวในหูชั้นใน ผู้ป่วยจะไม่สามารถรักษาการทรงตัวได้

10.2 ลักษณะการเดินผิดปกติ (Gait Disorders) ที่พบบ่อย

1. Simpler gait disorders of Central origin

ลักษณะการเดินผิดปกติจากความผิดปกติในระบบประสาทส่วนกลาง ได้แก่

- ความผิดปกติของระบบ Pyramidal motor system
- ความผิดปกติของ Cerebellum
- ความผิดปกติของ Basal Ganglia

ความผิดปกติเหล่านี้อาจทำให้การควบคุมการทรงตัวและการเดินมีความบกพร่อง

2. Sensory and Lower motor gait disorders

มักเกิดจาก Myopathy (กล้ามเนื้อผิดปกติ) หรือความผิดปกติในระบบประสาทส่วนปลาย โดยเฉพาะในผู้ป่วยเด็ก หากเกิดจากการสูญเสียการรับรู้ความรู้สึกเพียงระบบเดียว ปัญหาจะไม่รุนแรงหรือนานเกินไป เพราะระบบประสาทกลางจะปรับตัวใช้ข้อมูลจากระบบอื่นทดแทนได้

3. Steppage gait

ลักษณะการเดินนี้พบในผู้ป่วยที่มี Bilateral foot drop (อาการปลายเท้าตกสองข้าง) หรือ การสูญเสียการรับรู้ความรู้สึกอย่างรุนแรง เช่น ใน Guillain-Barré syndrome หรือโรคทางพันธุกรรม เช่น Charcot-Marie-Tooth disease ผู้ป่วยจะยกสะโพกและเข่าสูงกว่าปกติในทุกก้าว เพื่อป้องกันปลายเท้าลากกับพื้น

4. Vestibular ataxic gait

เกิดจากความผิดปกติในระบบการทรงตัว (Vestibular system) ผู้ป่วยจะมีฐานการเดินกว้าง และมักเซหรือล้มไปทางด้านที่มีรอยโรค โดยจะทรงตัวได้แย่ลงเมื่อปิดตา

5. Visual ataxia

การบิดเบือนของการมองเห็นทำให้ผู้ป่วยมีการเดินที่ไม่มั่นคง

6. Waddling gait

ลักษณะการเดินนี้พบในผู้ป่วยที่มีกล้ามเนื้อสะโพกอ่อนแรง โดยเฉพาะ Gluteus medius ทำให้สะโพกเอียงมากกว่าปกติ และเกิดการโยกตัวไปมาระหว่างเดิน

7. Spastic gait

การเดินแบบเกร็งเกิดจากความเสียหายของ Corticospinal tract ซึ่งอาจทำให้เกิดอาการ Hemiparetic gait (ถ้ารอยโรคอยู่ด้านเดียว) หรือ Paraparetic gait (ถ้ารอยโรคอยู่สองข้าง) เป็นการเดินผิดปกติที่พบได้บ่อยที่สุดตามหลังอาการป่วย Stroke หรือผู้ป่วยที่ภาวะไขสันหลังถูกกดทับ (Spinal cord compression) ทำให้สูญเสียการควบคุมจาก UMN

- ฐานการเดินแคบ (Narrow base of Support)
- ขาไขว้กันเป็นรูปกรรไกร (Scissors gait) ในผู้ป่วยที่มีรอยโรคสองข้าง
- สะโพกหมุนออกด้านนอก (Externally rotated)
- เข้าเหยียดตรงและแข็ง ทำให้การเดินคล้ายเดินด้วยไม้เท้า
- เท้าปลายชี้ลงและบิดเข้าด้านใน (Plantar flexed and Inverted foot) ทำให้ผู้ป่วยลากขอบนอกของเท้าบนพื้น

ตำแหน่งรอยโรค

สามารถพบได้ตลอดแนวของ Corticospinal Tract ตั้งแต่สมองจนถึงไขสันหลัง การเดินแบบเกร็งเกิดจากความเสียหายของ Corticospinal Tract ซึ่งอาจทำให้เกิดอาการ Hemiparetic Gait (ถ้ารอยโรคอยู่ด้านเดียว) หรือ Paraparetic Gait (ถ้ารอยโรคอยู่สองข้าง) เป็นการเดินผิดปกติที่พบได้บ่อยที่สุดตามหลังอาการป่วย Stroke หรือผู้ป่วยที่ภาวะไขสันหลังถูกกดทับ (Spinal cord compression) ทำให้สูญเสียการควบคุมจาก UMN

- ฐานการเดินแคบ (Narrow Base of Support)
- ขาไขว้กันเป็นรูปกรรไกร (Scissors Gait) ในผู้ป่วยที่มีรอยโรคสองข้าง
- สะโพกหมุนออกด้านนอก (Externally Rotated)
- เข้าเหยียดตรงและแข็ง ทำให้การเดินคล้ายเดินด้วยไม้เท้า
- เท้าปลายชี้ลง และบิดเข้าด้านใน (Plantar Flexed and Inverted Foot) ทำให้ผู้ป่วยลากขอบนอกของเท้าบนพื้น

8. Cerebellar ataxic gait

เกิดจากความเสียหายของ Anterior lobe, Flocculonodular lobe หรือเส้นทางเชื่อมโยงของสมองน้อย ผู้ป่วยจะมีการเดินที่มีฐานการเดินกว้าง (Wide base gait) และ การก้าวไม่สม่ำเสมอ อาจมีการทรงตัวไม่ดี ร่วมกับ Tremor ของศีรษะและลำตัว และผู้ป่วยมักล้มไปด้านข้างที่มีรอยโรค (Ipsilateral)

ตัวอย่างเช่น Alcoholic cerebellar degeneration ที่เกิดจากการดื่มแอลกอฮอล์เป็นเวลานาน ส่งผลกระทบต่อ Anterior lobe ของสมองน้อย ทำให้ผู้ป่วยมี Slow and Halting gait และอาจมี Severe gait ataxia โดยไม่มีอาการ

Nystagmus, Dysarthria, หรือ Arm dysmetria

9. Parkinsonian gait

ลักษณะจำเพาะคือ

- เดินช้า ก้าวสั้น (Shuffling gait) และลำตัวแข็งทื่อ
- แขนลดการแกว่งลง และเข่างอเล็กน้อย
- อาการ Festination (ก้าวถี่และเร่งขึ้น) มักพบใน Classical Parkinson's disease
- Stooped posture เป็นลักษณะเด่นของ Classical Parkinson's disease ในขณะที่ Progressive supranuclear palsy (PSP) ผู้ป่วยจะเดินตัวตรง

10. Choreic, Hemiballismus, และ Dystonia

เป็นการเคลื่อนไหวที่ผิดปกติซึ่งแทรกเข้ามาในการเดินปกติ

- Dystonia อาจรุนแรงจนส่งผลต่อการเดิน เช่น Foot intorsion
- Hemiballismus มักเกิดจากรอยโรคใน Subthalamic nucleus ส่วน Dystonia อาจพบในรอยโรคของ Lenticular nucleus

11. Magnetic gait (เดินแบบเท้าติดพื้น)

- ผู้ป่วยสามารถยืนได้ แต่มีความยากลำบากอย่างมากในการยกเท้าและเดิน
 - ลักษณะการเดินเหมือนเท้าถูกแม่เหล็กดูดติดกับพื้น
 - เมื่อลองดันตัวผู้ป่วยให้เดินไปข้างหน้า สันเท้าจะยกขึ้นได้ แต่ปลายเท้าจะเหมือนพยายามเกาะพื้นไว้
 - ผู้ป่วยบางรายมีปัญหาในการเริ่มเดิน (Gait initiation failure)
 - การหมุนตัวช้าและต้องก้าวหลายครั้ง เพื่อหมุนตัวครบหนึ่งรอบ เพราะผู้ป่วยเกรงว่าตนเองจะล้ม
 - Freezing อาจเกิดขึ้นระหว่างการเดิน โดยผู้ป่วยจะหยุดกะทันหันและยืนนิ่ง หรือมีอาการคล้ายสั่นที่ขาส่วนล่าง
 - การแกว่งแขนระหว่างเดินอาจปกติ ช่วยแยกโรคนี้จาก Parkinson's disease
 - การล้มบ่อยเป็นปัญหาสำคัญ โดยเฉพาะในผู้ป่วยที่มีอาการเสียสมดุลร่วมด้วย
- สาเหตุที่พบบ่อยของ Magnetic gait
- รอยโรคบริเวณ Medial frontal cortex ทั้งสองข้าง
 - ภาวะน้ำคั่งในโพรงสมองที่พบในผู้สูงอายุชนิด Normal pressure hydrocephalus (NPH) เป็นสาเหตุที่เกี่ยวข้องกับการเดินผิดปกติในผู้สูงอายุ โดยถือเป็นหนึ่งใน triad ของการวินิจฉัย NPH ประกอบด้วย การเดินผิดปกติ (Gait disturbance), ภาวะสมองเสื่อม (Dementia) และ กลั้นปัสสาวะไม่ได้ (Urinary incontinent)

11. บทสรุปก่อนเข้าสู่ส่วนสำคัญคือ ประสาทกายวิภาคประยุกต์แต่ละส่วน

จากตัวอย่างทั้งหมดที่กล่าวนำมา จะเห็นได้ว่า ในการตรวจรักษาผู้ป่วยโรคทางระบบประสาท หนึ่งในกระบวนการที่สำคัญและถือเป็นหัวใจของการวินิจฉัยคือ การระบุรอยโรค (Localization of lesion) ซึ่งหมายถึงการวิเคราะห์หาตำแหน่งที่แท้จริงของความผิดปกติในระบบประสาท จากอาการและสัญญาณทางคลินิกที่ผู้ป่วยแสดงออกมา ทักษะการคิดเพื่อนำไปสู่การระบุรอยโรคอย่างแม่นยำจะช่วยให้แพทย์สามารถจัดกลุ่ม การวินิจฉัยแยกโรค (Differential diagnosis) ที่จะตามมาได้อย่างถูกต้อง ซึ่งจะนำไปสู่กระบวนการเลือกการตรวจเพิ่มเติมที่เหมาะสม กำหนดการรักษา และประเมินพยากรณ์โรคได้อย่างถูกต้อง

ที่สำคัญ ระบบประสาทมีความซับซ้อนสูง ซึ่งแตกต่างจากระบบอื่นของร่างกายตรงที่ “ตำแหน่ง” ของความเสียหายสำคัญเทียบเท่ากับ “สาเหตุ” ของโรค ยกตัวอย่างเช่น หากผู้ป่วยมีอาการอ่อนแรงของใบหน้าและแขนขาด้านขวา แพทย์ต้องคิดว่าสาเหตุอาจเกิดจากรอยโรคในสมองซีกซ้าย บริเวณ Internal capsule หรือ Motor cortex แต่ถ้าผู้ป่วยมีอาการอ่อนแรงของใบหน้าซีกขวาแบบ LMN type (เช่น Bell's palsy) รอยโรคอาจอยู่ที่ Facial nerve ใน Peripheral nervous system ดังนั้น การ Localize lesion คือ การนำเอาอาการ อาการแสดง และความผิดปกติของร่างกาย มาตีความย้อนกลับด้วยการใช้ความรู้ทาง Neuroanatomy เพื่อระบุให้ได้ว่ารอยโรคอยู่ที่ตำแหน่งใดของระบบประสาท (Symptom → Neuroanatomy → Where is the Lesion)

ประโยชน์ของการ Localize lesion

1. ช่วยในการวินิจฉัยแยกโรค (Differential diagnosis)

การรู้ตำแหน่งของรอยโรคทำให้แพทย์จำกัดขอบเขตของโรคที่เป็นไปได้ เช่น ผู้ป่วยที่มี Spastic hemiparesis มักมีรอยโรคใน Upper motor neuron pathway ซึ่งอาจอยู่ตั้งแต่ Cerebral cortex, Internal capsule, Brainstem จนถึง Spinal cord ส่วนผู้ป่วยที่มี Flaccid paralysis มักเป็น Lower motor neuron lesion เช่น Anterior horn cell disease หรือ Peripheral nerve lesion ความสามารถในการ Localize lesion จึงช่วยจัดลำดับความเป็นไปได้ และกำหนดว่าโรคใดควรถูกพิจารณาเป็นอันดับแรก

2. เป็นแนวทางในการเลือกตรวจเพิ่มเติม (Investigation)

เมื่อแพทย์ Localize lesion ได้ การเลือกการตรวจเพิ่มเติม เช่น CT, MRI, Nerve conduction study, EMG, Lumbar puncture จะมีประสิทธิภาพและคุ้มค่า เช่น ผู้ป่วยที่มี Bilateral lower motor neuron facial palsy แพทย์อาจพิจารณาตรวจ CSF เพื่อหาสาเหตุจาก Guillain-Barré syndrome ในขณะที่ผู้ป่วย Unilateral upper motor neuron facial palsy มักตรวจ Brain imaging เพื่อหาสาเหตุใน Corticobulbar tract

3. กำหนดแผนการรักษา (Management)

ตำแหน่งของรอยโรคมีผลต่อวิธีการรักษา เช่น การผ่าตัดเนื้ออกสมองใน Motor cortex ต้องอาศัย Precise localization เพื่อหลีกเลี่ยง Motor deficit ถาวร

4. การประเมินพยากรณ์โรค (Prognosis)

การทราบตำแหน่งรอยโรคช่วยในการประเมินโอกาสฟื้นตัว เช่น Spinal cord lesion ที่ระดับ Cervical จะมีผลต่อการหายใจและชีวิตประจำวันมากกว่า Thoracic lesion หรือ Brainstem stroke มักมี Prognosis แย่กว่า Cortical stroke เนื่องจากมี Vital center อยู่ใน Brainstem

5. เสริมสร้างความเข้าใจ Neuroanatomy และ Neurophysiology

การฝึกฝนการ Localize lesion ช่วยเชื่อมโยงความรู้ Neuroanatomy (โครงสร้าง) neurophysiology (การทำงาน) และ Neuro-pathology (โรค) เข้าด้วยกัน เช่น อาการ Hemiballismus อธิบายได้จากรอยโรคใน Subthalamic nucleus ในขณะที่ Resting tremor ใน Parkinson's disease เกิดจากความผิดปกติใน Basal ganglia circuit โดยเฉพาะ Substantia nigra pars compacta หรือในผู้ป่วยที่มีอาการของ Alternating hemiplegia คือ อัมพาตของ Cranial nerve ipsilateral กับ Lesion และ Contralateral hemiparesis จะบ่งรอยโรคคร่าว ๆ ว่าต้องอยู่ที่ระดับก้านสมอง (Brainstem) และหากเจาะลงไปพิจารณาผิดปกติของเส้นประสาทสมอง เช่น หากผู้ป่วยมาด้วยอาการของ Ipsilateral tongue paralysis ร่วมกับ Contralateral hemiplegia จะกำหนดจุดรอยโรคได้ว่าต้องอยู่ที่ก้านสมองระดับ Medulla oblongata ที่มีต้นกำเนิดของเส้นประสาทสมองคู่ที่ 12 หรือที่เรียกว่า Medial medullary syndrome

ดังนั้นเพื่อทำความเข้าใจที่ลึกซึ้งยิ่งขึ้นเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างกายวิภาค อาการทางคลินิก และการระบुरอยโรค ในบทต่อ ๆ ไป เราจะเจาะลึกในรายละเอียดของแต่ละส่วนประกอบสำคัญของระบบประสาทแต่ละส่วน เช่น ระบบประสาทส่วนปลาย เส้นประสาทสมอง ก้านสมอง ไขสันหลัง สมองน้อย สมองใหญ่ เป็นต้น การศึกษาเชิงลึกในแต่ละส่วนเหล่านี้ร่วมกับการฝึกฝนกระบวนการคิดเป็นลำดับขั้นให้เป็นนิสัยจะเสริมสร้างความเข้าใจของแพทย์ และเพิ่มความสามารถในการระบुरอยโรคทางระบบประสาทได้อย่างแม่นยำในทุกสถานการณ์ทางคลินิก

12. สรุปประเด็นสำคัญ (Key message)

1. Neurologic localization

คือกระบวนการวินิจฉัยตำแหน่งรอยโรคของระบบประสาท โดยประเมินจากอาการทางคลินิก ควบคู่กับความรู้ด้านประสาทกายวิภาคศาสตร์ ซึ่งช่วยให้วางแผนการตรวจเพิ่มเติมและวินิจฉัยโรคได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2. การประเมินผู้ป่วยทางระบบประสาท ประกอบด้วย

- o การแยกแยะว่าสิ่งที่เกิดขึ้นคือความผิดปกติจริงหรือไม่
- o การระบุตำแหน่งพยาธิสภาพ
- o การระบุสาเหตุที่น่าจะเป็น (Most probable etiology)
- o การตรวจยืนยันด้วยวิธีทางห้องปฏิบัติการหรือภาพถ่ายรังสี

3. Neuroanatomy

เป็นกุญแจสำคัญในการสืบค้นรอยโรค การเข้าใจโครงสร้างและหน้าที่ของสมอง ไขสันหลัง และเส้นประสาท จะช่วยให้วางแผนการรักษาได้เหมาะสม

4. การประเมิน Motor system และ Sensory system

เป็นพื้นฐานที่ควรจะทราบเพื่อเป็นฐานในการสร้างทักษะในการระบुरอยโรคเบื้องต้น ก่อนต่อยอดไปยังอาการผิดปกติอย่างอื่นที่ซับซ้อนกว่ามาก ทั้งนี้ควรเน้นดูว่าอาการอ่อนแรงหรือการรับความรู้สึกเสียไปในรูปแบบใด เพราะแต่ละเส้นทางประสาทมีการจัดเรียงตัว (Somatotopic organization) ที่จำเพาะเจาะจง

5. ความผิดปกติของ Posture และ Gait

เป็นตัวชี้เป้าในการบ่งบอกตำแหน่งพยาธิสภาพในระบบประสาทส่วนต่าง ๆ ทั้งสมองน้อย (Cerebellum), Basal Ganglia, ระดับไขสันหลัง ไปจนถึงระบบประสาทส่วนปลาย

6. แม้ว่าจะมีเครื่องมือวิจัยที่ทันสมัย

แต่การใช้ทักษะทางคลินิกและการระบุตำแหน่งพยาธิสภาพอย่างเป็นระบบ จะช่วยให้แพทย์สามารถดูแลผู้ป่วยได้ครบถ้วน รวดเร็ว และประหยัดค่าใช้จ่ายได้มากที่สุด

7. โดยสรุปแล้ว

เพื่อให้ได้มาซึ่งการระบุตำแหน่งรอยโรค แพทย์จำเป็นต้องมีความรู้และทักษะในกระบวนการดังต่อไปนี้

- 7.1 ทักษะการซักประวัติที่เป็นระบบ (History taking)
- 7.2 ทักษะในการตรวจร่างกายทางระบบประสาท (Physical examination) เช่น การตรวจการทำงานของกล้ามเนื้อ การรับความรู้สึก การตรวจเส้นประสาทสมอง การตรวจ Reflex
- 7.3 ความรู้ในประสาทกายวิภาคอย่างดี (Neuroanatomy knowledge)
- 7.4 ทักษะในกระบวนการคิด การประสานข้อมูล (Integration) ที่ได้จากการซักประวัติ และตรวจร่างกาย เพื่อนำมาสู่การวิเคราะห์หาตำแหน่งรอยโรคที่อธิบายอาการผิดปกติที่ได้จากการซักประวัติและตรวจร่างกาย ซึ่งทักษะนี้เป็นสิ่งที่ต้องฝึกฝนและเรียนรู้ตลอดชีวิต
- 7.5 การวินิจฉัยแยกโรค (Differential diagnosis) เพื่อแยกโรคที่เป็นไปไม่ได้ ออกจากโรคที่เป็นไปได้มากกว่า
- 7.6 การส่งตรวจทางห้องปฏิบัติการที่จำเป็นเพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลที่จำเป็นเพื่อยืนยันรอยโรค