

บทที่ 15  
ระบบประสาท  
(NERVOUS SYSTEM)

ระบบประสาทของสัตว์มีกระดูกสันหลังมีบทบาทพื้นฐาน ๓ ประการ (๑) ทำให้สัตว์คุ้นเคยกับสิ่งแวดล้อม และกระตุ้นสัตว์ให้จับตัวเองเพื่ออยู่ในสิ่งแวดล้อมได้อย่างเหมาะสม (๒) รวมควบคุมสภาวะภายในร่างกาย (๓) เป็นแหล่งสะสมข้อมูล (information) หน้าที่เหล่านี้สำเร็จงได้ด้วย เส้นประสาท ไซสัณหหลัง และสมอง โดยร่วมกับ receptors (อวัยวะรับความรู้สึก) และ effectors (กล้ามเนื้อและคอม)

สัตว์อาศัยอยู่ในสิ่งแวดล้อมภายนอก ซึ่งบางครั้งก็มีผลในค้ำนบวค บางครั้งก็มีผลในค้ำนลบ น้อยนักที่จะมีผลเป็นกลาง สิ่งแวดล้อมมีผลในค้ำนบวคเมื่อ มีอาหารกิน การผสมพันธุ์ เพื่อเพิ่มลูกหลานของสัตว์แต่ละสปีชีส์ และที่อาศัยเพื่อหลบหลีกศัตรู สิ่งแวดล้อมมีผลในค้ำนลบเมื่อมันทำให้เกิดความอ่อนแอขึ้นแก่สัตว์หรือแก่สปีชีส์

สัตว์จะต้องได้รับข้อมูลของธรรมชาติของสิ่งแวดล้อมรอบ ๆ ตัวมันอยู่ตลอดเวลา เพื่อว่ามันจะได้เข้าไปในบริเวณที่เป็นมิตรมากยิ่งขึ้น หรือถอยกลับออกมาจากบริเวณที่ไม่เป็นมิตร ข้อมูลถูกป้อนโดย afferent (sensory) nerves ซึ่งเริ่มต้นในอวัยวะรับความรู้สึก การสนองตอบ(การเคลื่อนไหวของร่างกาย) เกิดจากกระแสประสาทที่มาจาก efferent (motor) nerves ไปกระตุ้นกล้ามเนื้อของร่างกาย ซึ่งจะทำให้ปลาว่ายน้ำ สัตว์สี่เท้าคลาน วิ่ง บิน เข้าไปสู่ออกมาจากบริเวณใดบริเวณหนึ่ง ข้อมูลจากสิ่งแวดล้อมภายนอกยังถูกใช้ในการควบคุมการสร้างสภาวะภายในอีกด้วย เช่น การหลั่งฮอรโมนสืบพันธุ์ เป็นต้น

สัตว์มีสภาวะภายในที่จะต้องถูกควบคุมอยู่ตลอดเวลา Afferent nerves จากแหล่งรับความรู้สึกของอวัยวะภายใน จะส่งสิ่งกระตุ้นในรูปของกระแสประสาท (nerve impulses) ไปสู่ระบบประสาทส่วนกลาง และ efferent nerves จะนำกระแสประสาทจากระบบประสาทส่วนกลางไปสู่กล้ามเนื้อเรียบ กล้ามเนื้อหัวใจ และคอมต่าง ๆ

สิ่งกระตุ้นถูกถ่ายทอดจากเซลล์ประสาทเซลล์หนึ่งไปสู่เซลล์อื่น และไปสู่ส่วนที่รับคอมสนอง (effectors) โดย neurotransmitters ซึ่งเป็นสารเคมีอายุสั้นของเซลล์ประสาท ที่ส่วนใหญ่จะเป็น amines ในสัตว์มีกระดูกสันหลัง ทั้งนี้หน้าที่อันมากมายก่ายกอง

ที่เกี่ยวกับการรักษาภาวะสมดุลภายในร่างกายจึงถูกควบคุมโดยอัตโนมัติ บทบาทที่เกี่ยวกับ  
คอมพิวเตอร์ของระบบประสาทในการรักษาภาวะสมดุล โค้ก ลาว ไว ในบทที่ ๑๗

ความจำ (ข้อมูลที่สะสมไว้และทบทวน) เป็นหน้าที่อย่างหนึ่งของระบบประสาท ถ้า  
ไม่มีความจำเสียแล้ว สัตว์ก็จะเป็นสัตว์ที่ไม่มีชีวิต ทั้งนี้เพราะไม่มีอะไรจะคิด เมื่อมีประสบการณ์  
เพิ่ม ความจำก็จะสะสมมากขึ้น การลงโทษของความผิดในอดีตและรางวัลของความสำเร็จ  
อาจถูกระลึกขึ้นได้ภายหลังในสภาพใหม่ และการตอบสนองในเวลาต่อมาอาจจะเปลี่ยนแปลงไป  
ตามนั้น ดูเหมือนว่าสมองจะเป็นแหล่งสำคัญในการสะสมข้อมูล

เพื่อความสะดวกในการบรรยาย จึงแบ่งระบบประสาทออกเป็นระบบประสาทส่วน  
กลางและระบบประสาทส่วนนอก (central และ peripheral nervous systems)  
ระบบประสาทส่วนกลางประกอบด้วยสมอง (brain) และไขสันหลัง (spinal cord)  
ระบบประสาทส่วนนอกประกอบด้วยประสาทสมอง (cranial nerves), ประสาทสันหลัง  
(spinal nerves), และประสาทอัตโนมัติ (autonomic nerves), แขนงของมด  
ปมประสาทและตาข่ายประสาทอัตโนมัติบางแห่ง เส้นประสาทอัตโนมัติของระบบประสาทจะ  
กระตุ้นกล้ามเนื้อเรียบ กล้ามเนื้อหัวใจ และต่อมต่าง ๆ

เซลล์ประสาท (NEURON) ในการที่จะเข้าใจกายวิภาคของระบบประสาท  
นั้น จะต้องทำความเข้าใจเกี่ยวกับเซลล์ประสาท (neuron) เสียก่อน เซลล์ประสาทอยู่ในระ  
บบประสาทเช่นเดียวกับเซลล์กล้ามเนื้ออยู่ในระบบกล้ามเนื้อ มันทำหน้าที่อย่างเฉพาะเจาะจง  
ของระบบ เซลล์ประสาททำหน้าที่ถ่ายทอดกระแสประสาท เซลล์ประสาทมีรูปร่างหลาย  
แบบ (รูป ๑๕-๑) แต่ทั้งหมดจะมีตัวเซลล์ (cell body) และแขนง (processes).  
แขนงหนึ่ง (แยกความแตกต่างได้เพราะไม่มี Nissl material) คือ axon หรือเส้นใย  
ประสาท (nerve fiber) มันนำถ่ายทอดกระแสประสาทไปสู่ synapse หรือไปสู่ส่วน  
ตอบสนอง (effector) เส้นใยประสาทจะวิ่งเป็นระยะสั้นหรือระยะยาวขึ้นไปสู่หรือลง  
มาจากสมองและไขสันหลัง เส้นใยจะรวมกันเป็นกลุ่ม (มัด) เพื่อทำหน้าที่เรียกว่า fiber  
tracts (รูป ๑๕-๒) เส้นใยประสาทยังมีอยู่ในเส้นประสาท (nerves) อีกด้วย ที่  
จริง เส้นประสาทคือมัดของเส้นใยประสาทที่อยู่นอกในระบบประสาทส่วนกลาง ซึ่งถูกห่อหุ้มอยู่ใน  
ปลอกเยื่อเกี่ยวพันและมีเส้นเลือด (vasa nervorum) มาเลี้ยง ส่วนแขนงอื่น ๆ นั้น-

มี Nissl material และไม่คอยจะยื่นไปไกลจากตัวเซลล์มากนัก แขนงเหล่านี้คือ dendrites ในการที่จะสังเกตว่าเซลล์ประสาทเข้าไปมีส่วนเป็นระบบประสาทส่วนนอกอย่างไรนั้น เราจะมาศึกษาเส้นประสาทรับเข้า (sensory nerve), เส้นประสาทส่งออก (motor nerve), และเส้นประสาทผสม (mixed nerves) ของทั้งสองนี้

เส้นประสาทรับเข้าที่เป็นแบบฉบับนั้นได้แสดงไว้ในรูปที่ ๑๕-๒, A มันเริ่มต้นในอวัยวะรับความรู้สึก (ในตัวอย่างนี้คือ membranous labyrinth) และไปสิ้นสุดในสมอง มันก็เหมือนกับเส้นประสาททั้งหมดคือประกอบด้วยเส้นใยประสาท ตัวเซลล์ของเส้นใยประสาทรับเข้าจะพบอยู่ใน (ยกเว้นบ้าง) ปมประสาทซึ่งอยู่ตามเส้นประสาท ปมประสาทคือกลุ่มของตัวเซลล์ที่อยู่นอกในระบบประสาทส่วนกลาง ในสัตว์มีกระดูกสันหลังชั้นต่ำ ตัวเซลล์รับเข้าบางอันอาจจะอยู่กระจัดกระจายไปตามเส้นประสาท

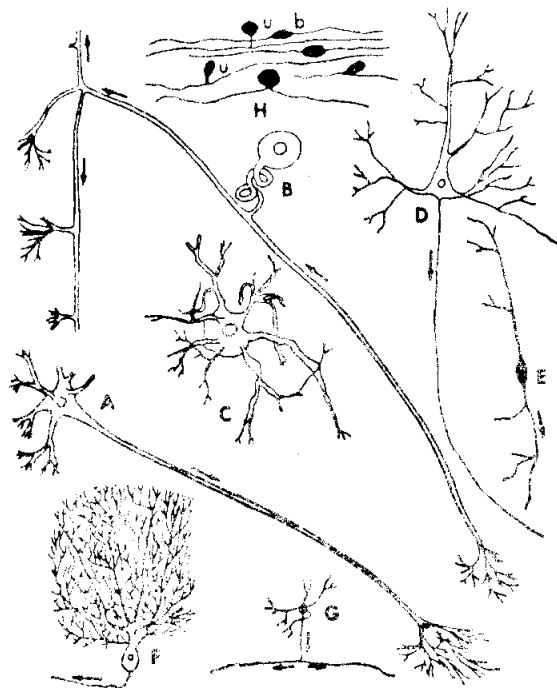
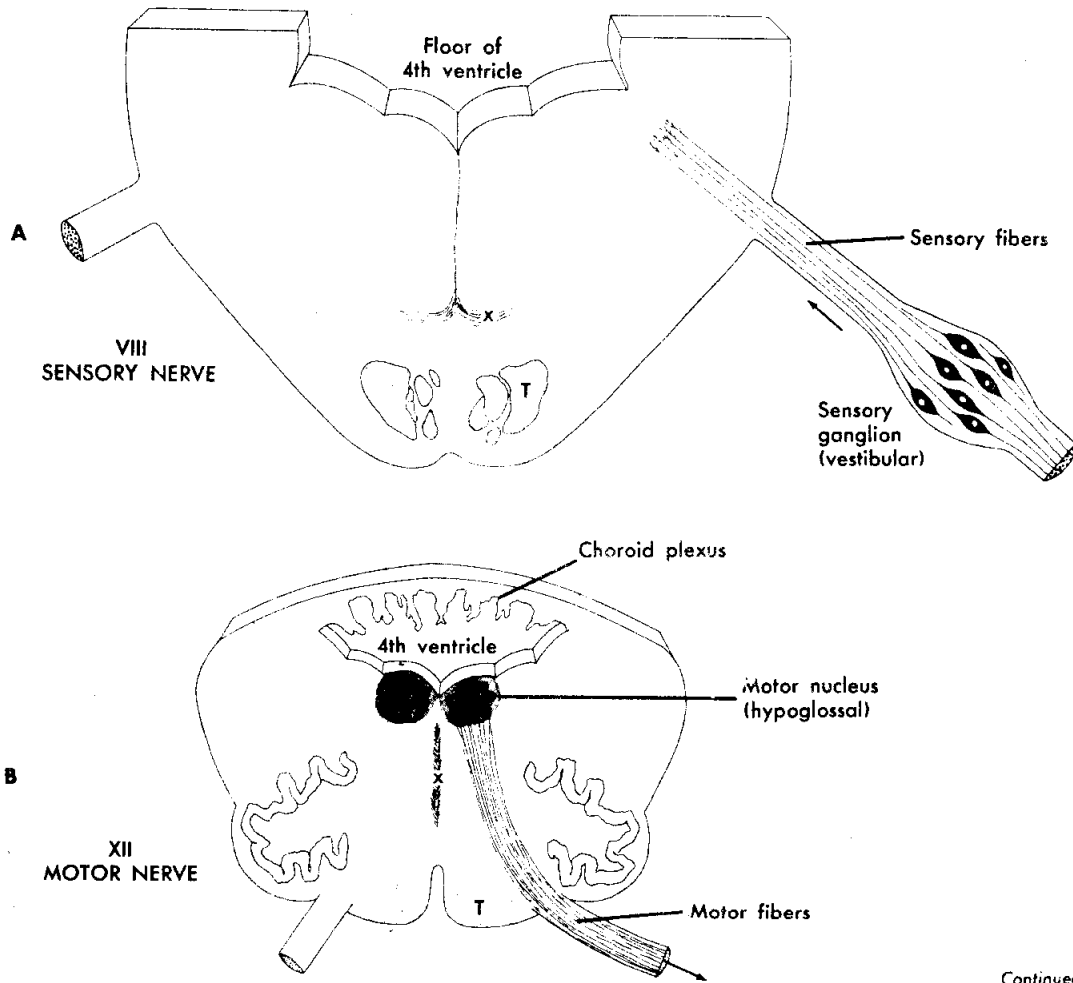


Fig. 15-1. Several morphological varieties of neurons. A, Motor cell body in the spinal cord; the fiber extends into the ventral root of a spinal nerve; B, dorsal root ganglion cell (sensory); the fiber terminates at the left in the spinal cord; C, sympathetic ganglion cell; D and E, pyramidal and horizontal cells from the cerebral cortex; F and G, Purkinje and granular cells from the cerebellum; H, a group of embryonic dorsal root ganglion cells in transition from bipolar, b, to unipolar, u, condition. A, C, D, F, and G, Multipolar neurons; E, bipolar; B, unipolar. Arrows indicate direction of impulse.

เส้นประสาทส่งออกที่เป็นแบบฉบับได้แสดงไว้ในรูปที่ ๑๕-๒, B (เป็นส่วนของเส้นประสาทสมองคู่ที่ ๑๒ ของ amniotes) ตัวเซลล์ของเซลล์ประสาทส่งออกพบอยู่ภายในระบบประสาทส่วนกลางใน motor nucleus ในก้านประสาทวิทยา nucleus คือกลุ่มของตัวเซลล์ที่อยู่ภายในสมองหรือไขสันหลัง Motor nuclei ประกอบด้วยตัวเซลล์ของ



Continued.

**Fig. 15-2.** Typical locations of cell bodies (black) of sensory, motor, and mixed nerves. **A,** Sensory nerve with cell bodies in a sensory ganglion. **B,** Motor nerve with cell bodies in a motor nucleus in the brain. **C,** Mixed cranial nerve with sensory cell bodies in the sensory ganglion and motor cell bodies in a motor nucleus in the brain. Not all fiber components of this nerve are shown. **D,** Spinal nerve with sensory cell bodies in the dorsal root ganglion and motor cell bodies in motor nuclei within the spinal cord. Arrows indicate direction of nerve impulses. **C,** Central canal of cord; **S,** somatic motor nucleus in anterior horn of gray matter; **T,** descending fiber tract (corticospinal); **V,** visceral motor nucleus in lateral horn of gray matter; **X,** decussating fibers.

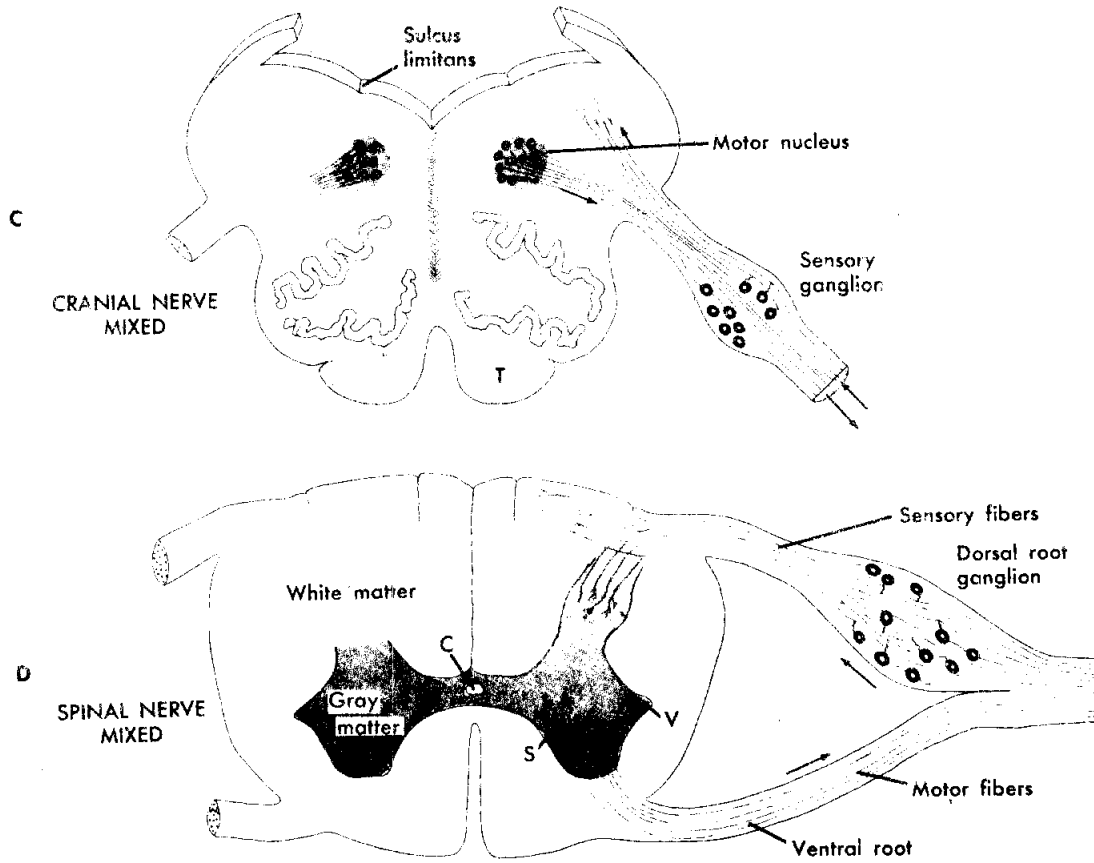


Fig. 15-2, cont'd. For legend see p. 319.

เส้นใยประสาทส่งออก เส้นใยส่งออกของเส้นประสาทที่ ๑๒ จะไปสิ้นสุดในกล้ามเนื้อลาย  
แทบจะไม่มีเส้นประสาทที่เป็นชนิดส่งออกอย่างเคี้ยวส่วน ๆ ในสัตว์มีกระดูกสันหลัง เพราะว่า  
เส้นประสาทส่วนใหญ่ที่ไปเลี้ยงกล้ามเนื้อลายมักจะมีเส้นใยรับเข้าสำหรับ proprioception  
ที่มาจากกล้ามเนื้อ (รูป ๑๐-๑)

เส้นประสาทผสมที่เป็นแบบฉบับประกอบด้วยทั้งเส้นใยรับเข้าและเส้นใยส่งออกได้  
แสดงไว้ในรูปที่ ๑๕-๒, C และ D ตัวเซลล์ของเซลล์ประสาทรับเข้านั้นอยู่ในปมประสาท  
ส่วนตัวเซลล์ของเซลล์ประสาทส่งออกอยู่ในนิวเคลียสส่งออก (motor nuclei) เส้น-  
ประสาทของสัตว์มีกระดูกสันหลังส่วนใหญ่จะเป็นชนิดผสม

การเติบโต (GROWTH) และการเปลี่ยนแปลง (DIFFERENTIATION) ของ  
ระบบประสาท ในการที่จะเข้าใจโครงสร้างของระบบประสาทเต็มวัยนั้น จำเป็นจะต้องทราบ

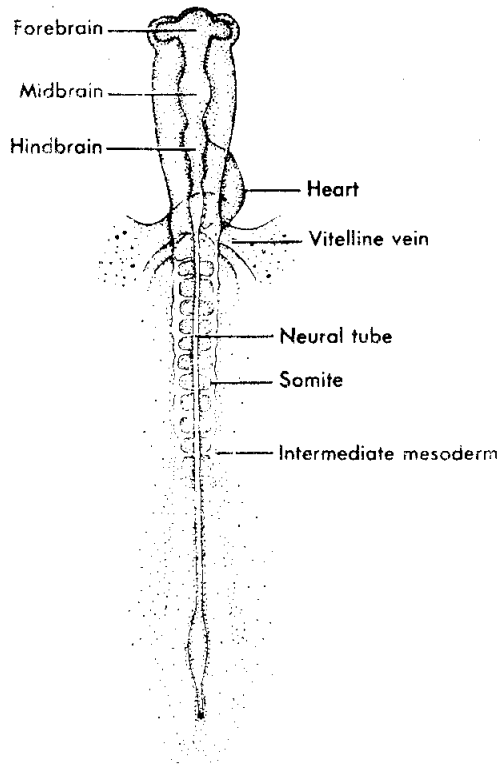


Fig. 15-3. Chick embryo of approximately 50 hours' incubation. The optic vesicles are beginning to evaginate from the forebrain.

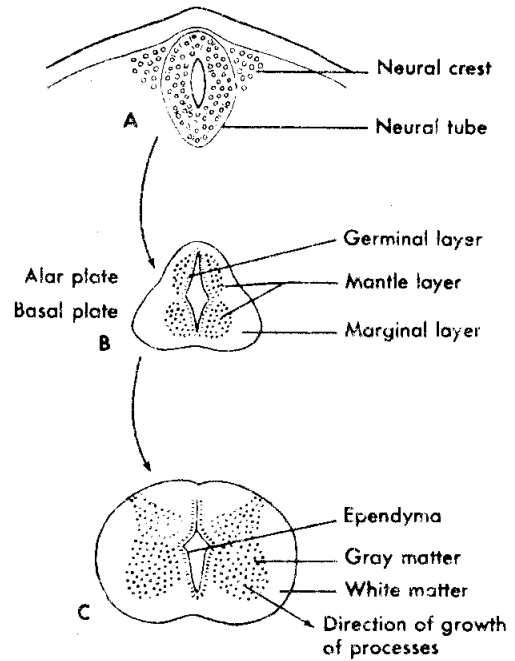


Fig. 15-4. Embryogenesis of the spinal cord. The alar plate contains association neuroblasts with which incoming (sensory) nerve fibers will synapse. The basal plate contains motor neuroblasts, the axons of which are growing in the direction of the arrow in C.

ว่าระบบประสาทเจริญขึ้นมาได้อย่างไร

NEURAL TUBE Neural tube ของสัตว์ระยะแรก ๆ ที่เป็นแบบฉบับนั้นได้แสดงไว้ในรูปที่ ๑๕-๓ ปลายด้านหัวของ tube คือสมองคัพภะ ส่วนที่เหลือคือไขสันหลังในอนาคต การตัดตามขวางที่เป็นแบบฉบับของ neural tube ในที่นี้แสดงให้เห็น ๓ บริเวณ (รูป ๑๕-๔, B) คือ germinal layer ของเซลล์ที่มีการแบ่งตัวแบบ mitosis อยู่ตลอดเวลา, mantle layer ของเซลล์ที่แบ่งตัวมาจาก germinal layer, และ marginal layer ซึ่งจะแบ่งตัวเพิ่มจำนวนเซลล์ให้กับ mantle layer. เซลล์ของชั้น mantle จะยื่นออกเป็น axons และ dendrites เพื่อกลายเป็นเซลล์ประสาทของสัตว์ (neuroblasts) ขณะที่ neuroblasts เปลี่ยนแปลงอยู่นั้น axons ของมันจะเจริญออกมาข้างนอกเพื่อสร้างและเพิ่มส่วนของ marginal layer ดังนั้นชั้นนี้

จึงประกอบด้วยเส้นใยประสาท เนื่องจาก axons จำนวนมากถูกล้อมรอบโดย myelin sheath ที่เป็นไขมัน ดังนั้น marginal layer จึงเห็นเป็นสีขาว (เมื่อสด) เรียกว่า white matter โปรโตพลาซึมของตัวเซลล์ของ mantle layer ทำให้บริเวณนี้เห็นเป็นสีเทา ดังนั้นจึงเรียกว่า gray matter

เส้นใยประสาทจำนวนมากที่เจริญเข้าไปใน marginal layer จะวกขึ้นข้างบนหรือวกลงข้างล่างในสมองหรือไขสันหลังเป็นระยะทางสั้นหรือยาวและจะไป synapse กับเซลล์ประสาท ณ ที่อื่น ๆ ในระบบประสาทส่วนกลาง เส้นใยระหว่างปล้องที่เกิดขึ้นครั้งแรกเหล่านี้จะเชื่อมระหว่างปล้องหนึ่ง กับปล้องที่อยู่ถัดไป ซึ่งเป็นสภาพขั้นต่ำ ต่อมาเส้นที่ยาวกว่าจะรวมกลุ่มกันใน ascending หรือ descending fiber tracts ยาว ๆ แต่ละ tract ประกอบด้วยเส้นใยที่ทำหน้าที่สัมพันธ์กัน

ไขสันหลังและก้านสมองของคัพภะประกอบด้วย alar และ basal plates ซึ่งอยู่เหนือและใต้ sulcus limitans ตามลำดับ (รูป ๑๕-๔, B และ ๑๕-๒๕) Alar plate รับกระแสขาเข้า (sensory impulses) ส่วน basal plate จะทำหน้าที่ส่งกระแสขาออก (motor impulses)

เมื่อเซลล์ประสาททั้งหมดถูกสร้างขึ้นเรียบร้อยแล้ว ไม่ว่าจะในไขสันหลังหรือสมองก็ตาม เซลล์ของ germinal layer จะหยุดแบ่งตัว เซลล์ที่อยู่ติดกับ central canal จะกลายเป็น ependyma (รูป ๑๕-๔, C) ซึ่งก็คือเยื่อเกี่ยวพันที่ central canal

ตัวเซลล์และแขนงทั้งหมดที่อยู่ภายในระบบประสาทส่วนกลางถูกค้ำจุนโดย neuroglia ซึ่งเป็นเนื้อเยื่อเกี่ยวพันพิเศษที่เกิดมาจาก neural tube เป็นส่วนใหญ่ Ependyma ก็เป็น neuroglia ชนิดหนึ่ง และเป็นชนิดเกี่ยวพันที่พบในปลาปากกลม ในสัตว์มีกระดูกสันหลังชั้นสูงเซลล์ของ neuroglia จะเพิ่มจำนวนขึ้นมากมาย

#### การเจริญของประสาทส่งออก (motor component) ของเส้นประสาท

Axons จำนวนมากที่เกิดมาจาก neuroblasts ใน basal plate จะเจริญออกไปจาก neural tube (รูป ๑๕-๔, C) เพื่อไปสัมผัสกับกล้ามเนื้อลาย เหล่านี้จะกลายเป็นเส้นใยส่งออกของเส้นประสาทสมองและไขสันหลัง เนื่องจากเส้นใยเหล่านี้เกิดมาจาก neuroblasts ภายในระบบประสาทส่วนกลาง ตัวเซลล์ของมันจึงอยู่ภายในสมองหรือไขสันหลังเต็มวัย

หรือไขสันหลังที่แน่นอน แต่หัวเลี้ยวหัวต่อที่ค่อย ๆ เปลี่ยนจากสมองไปเป็นไขสันหลังนั้นจะกินบริเวณมากกว่าหนึ่งหรือหลายปล้องร่างกาย หัวเลี้ยวหัวต่อจะเปลี่ยนอย่างกะทันหันในสัตว์ชั้นสูงมากกว่าในสัตว์ชั้นต่ำ

ไขสันหลังเต็มวัยจะยาวไปถึงปลายหางของกระดูกสันหลังในสัตว์มีกระดูกสันหลังที่มีกล้ามเนื้อหางเจริญดี เช่น ปลาชั้นต่ำ สัตว์ครึ่งน้ำครึ่งบกที่มีหาง และสัตว์เลื้อยคลาน ในสัตว์มีกระดูกสันหลังอื่น ๆ กระดูกสันหลังของคัพภะจะยาวเร็วกว่าไขสันหลัง จึงทำให้ตอนคลอกนั้น ไขสันหลังจะสั้นกว่ากระดูกสันหลัง ในคน ไขสันหลังไปสิ้นสุดที่กระดูกเอวข้อที่สาม ในกบไขสันหลังไปสิ้นสุดที่คานหนาของ urostyle ในปลากระดูกแข็งบางชนิด ไขสันหลังสั้นกว่าสมองเสียอีก มีปลาชนิดหนึ่งซึ่งยาวตั้งหลายฟุตแต่มีไขสันหลังยาวเพียงฟุตเดียวเท่านั้น

เมื่อไขสันหลังมีความยาวเท่ากับกระดูกสันหลัง เส้นประสาทสันหลังแต่ละเส้นจะผ่านตรงไปสู่ช่อง intervertebral foramen แล้วทะลุออกมาจาก vertebral canal แต่อย่างไรก็ตาม ถ้ากระดูกสันหลังยาวกว่าไขสันหลัง เส้นประสาทสันหลังจะต้องย้ายไปทางหางภายใน vertebral canal เพื่อไปออกที่ช่องของมันเอง กล้วยเทนี้ เส้นประสาทสันหลังยังย้ายไปทางหางไกลเท่าไร ก็จะทำให้มีคของเส้นประสาทที่วิ่งขนานกันที่เรียกว่า cauda equina (หางม้า) ภายใน vertebral canal ใหญ่ขึ้น (รูป ๑๕-๕) ส่วนที่ไม่ใช่ประสาท (ependyma และ meninges) ของไขสันหลังจะยื่นไกลต่อไปในหางในรูปของสายที่ละเอียดอ่อนเรียกว่า filum terminale

ไขสันหลังมักจะมีส่วนขยายของคอและเอว ตรงระดับของระยางค์หน้าและระยางค์หลัง ส่วนขยายนี้เกิดจากการมีตัวเซลล์และเส้นใยไปเลี้ยงระยางค์เป็นจำนวนมาก เมื่อคูกหนึ่งของระยางค์เป็นกล้ามเนื้อ เช่น ปีกนกพร้อมด้วยกล้ามเนื้ออกของมัน หรือขาหลังของโคโนเสาร์ ส่วนขยายของไขสันหลังอาจจะมีใหญ่เป็นพิเศษ ในทางตรงข้าม ไขสันหลังของแต่ละจะเล็กมากในลำตัวเพราะกล้ามเนื้ออกและกล้ามเนื้อท้องเล็กลงมาก ในปลาหลายชนิด มีส่วนบวมของไขสันหลังตรงปลายหาง เรียกว่า urophysis (รูป ๑๗-b)

ไขสันหลังจะแบนในปลาปากกลม แต่เป็นรูปทรงระบอกหรือสี่เหลี่ยมในสัตว์มีกระดูกสันหลังชั้นสูง โดยทั่วไปแล้ว neurocoel ภายในไขสันหลังจะมีขนาดใหญ่ในสัตว์ชั้นต่ำ แต่จะคอคเล็กลงในสัตว์ชั้นสูง



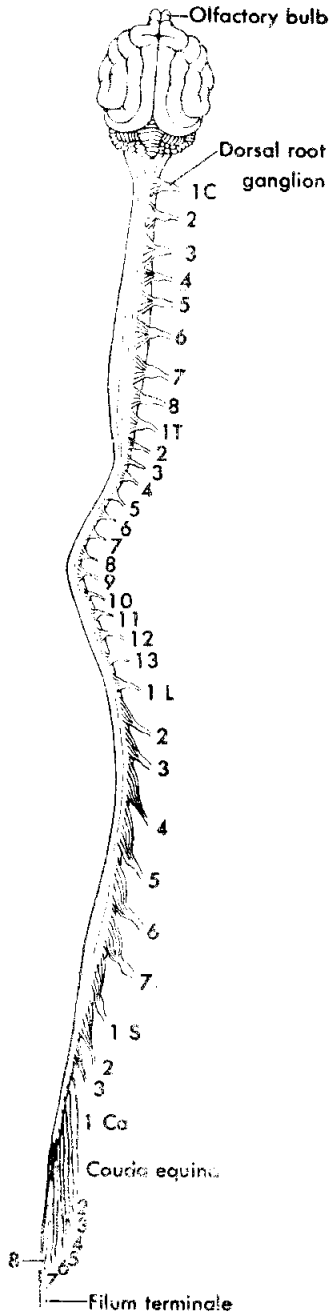


Fig. 15-5. Brain and spinal cord of a cat. The dura mater has been removed. C, Cervical spinal nerve; T, thoracic; L, lumbar; S, sacral; Ca, caudal spinal nerves. Note origin of spinal nerves by multiple rootlets, and enlargements of the cord in the cervical and lumbar regions.

การตัดขวางของไขสันหลังจะเห็น nuclei จัดตัวเป็นแบบฉบับที่แน่นอน ซึ่งล้อมรอบ central canal เอาไว้ ส่วนในนี้ประกอบเป็น gray matter (รูป ๑๕-๖, high sacral) เส้นใยประสาทอยู่ตามรอบนอกของไขสันหลังและประกอบเป็น white matter เส้นใยที่ขึ้นร่างบนและหลังร่างล่างจะรวมกันเป็นทางเส้นใย (fiber tracts) ซึ่งจะไปต่อ (ตรงระดับหนึ่งของไขสันหลัง) กับเส้นขึ้นหรือกับสมอง เส้นใยสำหรับการสัมผัสประกอบเป็น ๑ tract เส้นใยสำหรับการควบคุมที่อยู่ในอำนาจจิตใจก็ประกอบเป็น tract อื่น เป็นเช่นนี้เรื่อย ๆ ไป ทางเส้นใยของไขสันหลังจะมีน้อยและเป็นแบบง่าย ๆ ในปลาปากกลม แต่จะมีจำนวนและความซับซ้อนเพิ่มขึ้นในสัตว์ชั้นสูง

เส้นประสาทสันหลัง (SPINAL NERVES)

รากและปม (ROOTS AND GANGLIA) ยกเว้นปลาปากกลม เส้นประสาทสันหลังเกิดมาจากไขสันหลังโดยรากบน (dorsal roots) และรากล่าง (ventral roots) (รูป ๑๕-๖, D) แต่ละรากประกอบด้วยอขนกรมของรากเล็ก (rootlets) ที่สั้นมาก ซึ่งจะรวมกันตรงใกล้ ๆ กับปมของรากบน (รูป ๑๕-๕) รากบนมีปมและนำความรู้สึก

ลึกเข้า รากกลางเป็นรากส่งออก (motor) มีหลักฐานมากมายที่แสดงว่าสัตว์มีกระดูกสันหลังแรกสุดนั้น (๑) รากบนและรากกลางไม่รวมกัน แต่จะแยกกันเป็นอิสระไปสู่จุดหมาย (๒) รากบนเป็นชนิดผสม (๓) ไม่มีปมของรากบน และ (๔) เซลล์ปมประสาทของรากบนชั้นต่ำนั้นเป็นชนิด bipolar ข้อสรุปเหล่านี้ได้มาจาก (บางส่วน) การศึกษาเกี่ยวกับเส้นประสาทสันหลังของ chordates ชั้นต่ำ

เส้นประสาทสันหลังของ amphioxus ประกอบด้วยอนุกรมของเส้นประสาทบน

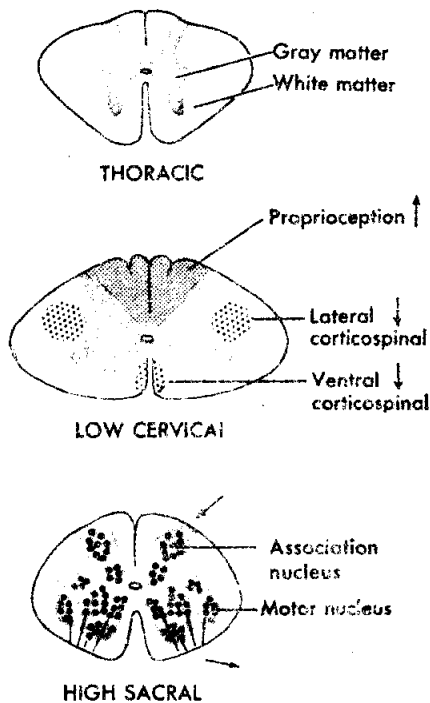


Fig. 15-6. Spinal cord of man in cross section at three levels, showing a few fiber tracts (arrows) at the cervical level and a few nuclei at the sacral level. The cervical level is largest because it contains cell bodies associated with the anterior limb, all fibers ascending to the brain from lower levels, and all fibers descending from the brain to lower levels. The corticospinal tracts carry voluntary motor impulses from the cerebral cortex. The motor horn in the thoracic region is small because there are no limb muscles to be supplied at this level. Association nuclei contain cell bodies in synapse with incoming sensory fibers.

(ผสม) สลับกับเส้นประสาทกลาง (เป็น motor ล้วน ๆ) ทั้งสองไม่รวมกัน เส้นประสาทบนแต่ละเส้นเกิดมาจากไซสันหลังครึ่งครึ่งของเยื่อกล้ามเนื้อ (myoseptum) และผ่านเข้าไปในเยื่อกล้ามเนื้อเพื่อกระจายไปสู่ผิวหนัง (sensory) และอวัยวะภายใน (sensory และ motor) ทิวเซลล์ของเส้นใยรับเข้าเป็นชนิด bipolar และอยู่ภายในไซสันหลัง หรือไม่กี่กระจัดกระจายอยู่ตามทางของเส้นประสาทบน ไม่มีปมประสาทสันหลัง เส้นประสาทกลางแต่ละเส้นเกิดมาจากไซสันหลังระหว่างเยื่อกล้ามเนื้อ ๒ แผ่น และแทรกเข้าไปใน myomere ไปเลี้ยงกล้ามเนื้อโดยเส้นใยส่งออก

เส้นประสาทสันหลังของปลาปากกลมจะไม่แตกต่างกันมากนัก รากบนและรากกลางออกสลับกันและยังแยกกันเป็นอิสระในปลาปากกลม แต่จะรวมกันในปลา hagfish ทิวเซลล์บางเซลล์ของเส้นใยรับเข้าจะรวมกันเป็นครั้งแรกในปมของรากบน และบางทิวเซลล์ก็อยู่ภายในไซสันหลัง เช่นใน amphioxus

เซลล์ประสาทส่วนใหญ่เป็นชนิด bipolar เส้นใยส่งออกของอวัยวะภายในมีอยู่ในทั้ง ๒ ราก รากกลางเป็น motor อย่างเดียว

สัตว์ที่สูงกว่าปลาปากกลม รากบนและล่างจะรวมกันเสมอ รากบนในปลากระดูกแข็งยังคงมีเส้นใยส่งออกของอวัยวะภายในมากมาย เพิ่มขึ้นจากเส้นใยรับเข้า แต่ในสัตว์สี่เท้า ส่วนใหญ่ของเส้นเหล่านี้ไค้หายไปจากรากบน ส่วนใหญ่ของตัวเซลล์รับเข้าจะอยู่ในปมของรากบน เซลล์เหล่านี้เป็นชนิด bipolar ในปลากระดูกกรูบ เป็นชนิด bipolar, intermediate, และ unipolar ในปลากระดูกแข็ง ส่วนใหญ่เป็น unipolar ในสัตว์ครึ่งน้ำครึ่งบก และเป็น unipolar ทั้งหมดใน amniotes (รูป ๑๕-๖, B) รากกลางเป็น motor (somatic และ visceral) โดยมีตัวเซลล์อยู่ในไซสันหลัง

การเป็นระยะ (METAMERISM) เส้นประสาทสันหลังเกิดมาจากแต่ละปล้องของไซสันหลัง เส้นประสาทเหล่านี้กระจายออกเป็นระยะ ๆ ไปเลี้ยงผิวหนังและกล้ามเนื้อของผนังตัวและหาง ครงระดับที่ปุ่มครีบหรือปุ่มขาเกิดขึ้น มันจะไปเลี้ยงระยางค์ (รูป ๑๐-๖ และ ๑๕-๗) การกระจายเป็นปล้อง ๆ ของเส้นประสาทสันหลังไปสู่ myomeres โดยลำดับนั้นจะเห็นโคคิที่สูกในปลา เพราะการเป็นระยะ ๆ ของกล้ามเนื้อผนังตัวของมันแทบจะไม่มี การเปลี่ยนแปลง ในนกและสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม การกระจายเป็นระยะ ๆ ไปสู่กล้ามเนื้อท้องจะไม่ชัดเจนเพราะเยื่อคั้นกล้ามเนื้อหายไป และเพราะการเคลื่อนที่ของก้อนกล้ามเนื้อในคัพ

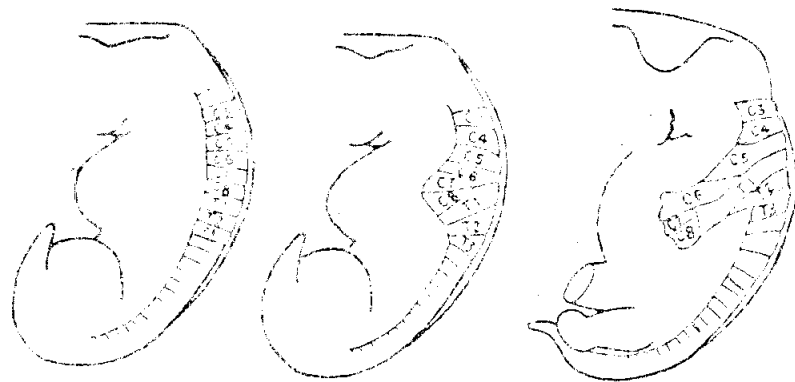


Fig. 15-7. Innervation of the skin of the forelimb by successive spinal nerves. C, Cervical and, T, thoracic somites and area of cutaneous distribution of their associated nerves.

ละจากตำแหน่งเริ่มต้น การเคลื่อนที่ของกล้ามเนื้อจะสะท้อนให้เห็นได้จากกรณีที่ประสาทไปเลี้ยงกระบังลมของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนม กระบังลมนั้นอยู่ระหว่างอกกับท้อง แต่เป็นส่วนยื่นของ myotomes ของคอ ดังนั้น phrenic nerve จึงรับส่วนแบ่งมาจากเส้นประสาทสันหลังส่วนคอหลายเส้น ซึ่งมักจะเป็นเส้นที่ ๔, ๕, และ ๖

สัตว์มีกระดูกสันหลังจะมีเส้นประสาทสันหลัง เท่ากับจำนวนข้อของกระดูกสันหลังยกเว้นที่ปลายหาง ลูกอ๊อดมีเส้นประสาทสันหลังมากถึง ๔๐ คู่ แต่จะหายไปเสีย ๓๐ คู่และเหลือเพียง ๑๐ คู่เมื่อตอนมีการเปลี่ยนแปลงรูปร่าง

RAMI และ PLEXUSES หลังจากที่ยังออกมาจาก vertebral canal เล็กน้อย เส้นประสาทสันหลังแต่ละเส้นจะแบ่งออกเป็น ๒ แขนง (รูป ๑-๒) คือ dorsal ramus ไปเลี้ยง epaxial muscles และผิวหนังของส่วนบน และ ventral ramus ที่ใหญ่กว่า ผ่านเข้าไปในผนังร่างกายด้านข้างแล้วไปเลี้ยง hypaxial muscles และผิวหนังของด้านข้างและด้านล่าง ในบริเวณอกและเอวจะมีแขนงที่ ๓ คือ white ramus communicans ซึ่งผ่านไปสู่ของ sympathetic trunk (รูปที่ ๑๕-๑๗) มันนำเส้นใยอวัยวะภายในไปและกลับจากอวัยวะภายใน

Ventral rami ของเส้นประสาทสันหลังที่อยู่เรียงกันไปมักจะถูกมารวมกันเป็นตาข่ายประสาท (plexus) ซึ่งเป็นแหล่งเกิดของเส้นประสาทขนาดใหญ่ ตาข่ายที่สำคัญ ๆ ได้แก่ brachial และ pelvic ซึ่งจะส่งเส้นประสาทไปเลี้ยงระยางค์หน้าและหลังตามลำดับ ตาข่ายจะเป็นแบบง่าย ๆ ใน anamniotes แต่จะซับซ้อนยิ่งขึ้นในสัตว์สี่เท้า (จึงเปรียบเทียบดูตามกับสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนม รูป ๑๐-๑๑) ตาข่ายอวัยวะในมดมีอยู่ตามทางประสาทที่ไปสู่อวัยวะภายใน

OCCIPITOSPINAL NERVES ในปลาหลายชนิดและสัตว์ครึ่งน้ำครึ่งบกจะมี occipitospinal nerves <sup>หรือ</sup>หนึ่งหลายคู่เกิดขึ้นระหว่าง vagal nerve และเส้นประสาทสันหลังคู่แรก เส้นประสาทเหล่านี้ไปเลี้ยงกล้ามเนื้อ hypobranchial รวมทั้งลิ้น(ถ้ามี) และมักจะไม่มียากรับเข้า (sensory roots) ศัพท์ของกบมี occipitospinal nerve อยู่ข้างหน้าเส้นประสาทที่ไปเลี้ยงลิ้น แต่จะหายไปในช่วงหลังของการเจริญเติบโต เส้นประสาทสมองคู่ที่ ๑๑ และ ๑๒ ของ amniotes ไม่มียากรับเข้า และบางส่วน

Table 15-1. Fiber components of spinal nerves

COMPONENTS	INNERVATION
<b>Sensory</b>	
General somatic afferent fibers (GSA)	Cutaneous receptors for touch, pain, temperature, and pressure Receptors on striated muscle cells and tendons (proprioceptive)
General visceral afferent fibers (GVA)	Viscera
<b>Motor</b>	
Somatic efferent fibers (SE)*	Myotomal muscle
General visceral efferent fibers (GVE)†	Smooth muscle, cardiac muscle, and glands; visceral fibers to skin are vasomotor, pilomotor (in mammals), or secretory (to skin glands) and they supply melanophores in many lower vertebrates

\*The fibers to myotomal muscle are designated simply as SE, rather than as GSE (general somatic efferent), because there are no special somatic efferent fibers.  
†Autonomic fibers

เกิดมาจาก occipitospinal nerves ของปลาและสัตว์ครึ่งน้ำครึ่งบกที่เป็นบรรพบุรุษ ส่วนประกอบเส้นใย (fiber components) ของเส้นประสาทสันหลัง เส้นใยประสาทในเส้นประสาทสันหลังที่เป็นแบบฉบับจะมีหน้าที่ต่างกันอยู่ ๔ กลุ่ม (ตาราง ๑๕-๑) ในจำนวนนี้ ๓ กลุ่มจะเป็น general fibers (GSA, GVA, และ GVE) ซึ่งแตกต่างไปจาก special types ที่พบอยู่ในเส้นประสาทสมองเท่านั้น

สมอง (BRAIN) สมอง

ของสัตว์มีกระดูกสันหลังจากปลาถึงคน ถูกสร้างขึ้นโดยมีแบบแปลนพื้นฐานเดียวกัน

ปลายคานหนาของ neural tube ในคัพ

ภะจะมี vesicles อันแรก ๆ ของสมองเกิดขึ้น ๓ บริเวณคือ สมองส่วนหน้า (forebrain), สมองส่วนกลาง (midbrain), และสมองส่วนหลัง (hindbrain) (รูป ๑๕-๓) สมองส่วนหน้า (prosencephalon) ค่อมาย่อมย่อยออกเป็น telencephalon และ diencephalon. สมองส่วนกลาง (mesencephalon) เจริญต่อไปโดยไม่มีการแบ่งอีก สมองส่วนหลัง (rhombencephalon) แบ่งย่อยออกเป็น metencephalon และ myelencephalon การเปลี่ยนแปลงของส่วนย่อยทั้ง ๔ ในระยะต่อไปของคัพภะคือ การหนาขึ้นของผนังในบางแห่งและการยื่นออกในแห่งอื่น จนกระทั่งเกิดเป็นรูปเป็นร่างของสมองชั้น ส่วนย่อยต่าง ๆ ยังคงมีความสัมพันธ์กันต่อกันในปลาเค็มวัย สัตว์ครึ่งน้ำครึ่งบก และสัตว์เลื้อยคลานบางชนิด (รูป ๑๕-๔) และพร้อมที่จะแสดงให้เห็นได้ในสัตว์มีกระดูกสันหลังชั้นสูงทั้งหมด รวมทั้งคนเรากว้ย สมองของ amphioxus ใกล้เคียงไว้แล้วในบทที่ ๒

Metencephalon and myelencephalon. Myelencepha-

lon ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็น medulla oblongata ที่รวมเป็นเนื้อเดียวกับไขสันหลัง บริเวณหัวเลี้ยวหัวต่อจะเห็นลักษณะแตกต่างได้จากภายในโดยการค่อย ๆ เปลี่ยนตำแหน่งของทางเส้นใย (white matter) ควบคู่กับสารสีเทา (gray matter) จึงกระจุกกระจาย (แยกกันเป็น nuclei) เข้าไปใน medulla แต่มันจะรวมกันเป็นเนื้อแน่นและอยู่ตรงกลางในไขสันหลัง

ส่วนบนที่เด่นที่สุดของสมองส่วนหลังคือ cerebellum ซึ่งเป็นส่วนยื่นขึ้นข้างบนของ metencephalon. Cerebellum ทำหน้าที่ควบคุมกล้ามเนื้อลายโดยอัตโนมัติ มันรับข้อมูล (input) มาจาก membranous labyrinth และรับ feedback มาจาก proprioceptive receptors ในกล้ามเนื้อ ข้อต่อ (joints) และเอ็น (tendons) มันปล่อยกระแสส่งออก (motor impulses) ที่จะไปทำให้กล้ามเนื้อหดตัว และรักษาท่าทางของร่างกายจากปลาถึงคน ปลาตายจะหงายท้อง นกหรือสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมที่ห่มความรู้สึกจะล้มลง เพราะ cerebellum ไม่ได้ส่งกระแสให้มีการหดตัวของกล้ามเนื้อที่จำเป็นต่อการรักษาท่าทาง Cerebellum จะใหญ่ที่สุดในสัตว์ที่มีปัญหาเกี่ยวกับการรักษาท่าทางและการทรงตัวมากที่สุด โดยเฉพาะอย่างยิ่งพวกที่ว่ายน้ำหรือว่ายน้ำ มันจะมีขนาดใหญ่เป็นพิเศษในปลา นก และสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม ซึ่งในสัตว์พวกนี้มันจะปกคลุมทั้ง medulla และสมองส่วนกลาง มันจะไม่เด่นในสัตว์ครึ่งน้ำครึ่งบก ในปลาปากกลม มันเจริญไม่คืบและไม่ขึ้นมาจากสมอง Cerebellum ยังรับกระแสควบคุมจากศูนย์ส่งออก (motor centers) ที่อยู่ในอาณาจักรใจของ cerebral cortex และจากศูนย์อื่น ๆ ในสมองอีกด้วย สารสีเทาของ cerebellum อยู่ที่ผิวของมัน ซึ่งเป็นสภาพที่ไม่พบในส่วนใหญ่ของสมอง

ส่วนที่ช่วย cerebellum ในการเป็น reflex center เพื่อรักษาภาวะสมดุลย์ในปลาบางชนิดได้แก่ restiform bodies (รูป ๑๕-๒๒) ซึ่งอยู่ทางด้านข้างและค่อนไปข้างหน้าของ medulla ส่วนคิงคาวนี้มีหน้าที่เช่นเดียวกับ cerebellum คือรับกระแส (impulses) จาก membranous labyrinth (restiform bodies ของปลาไม่ homologous กับโครงสร้างของส่วนที่มีชื่อเดียวกันในสัตว์ชั้นสูง)

ส่วนอื่นที่เด่นอยู่ทางด้านหน้าของ medulla ในปลาบางชนิดคือ vagal lobe

(รูป ๑๕-๘) ส่วนนี้เป็นตำแหน่งภายในของนิวเคลียสรับเข้าของอวัยวะภายใน (nucleus solitarius) ซึ่งรับเส้นใยรับรสจากเส้นประสาทสมองคู่ที่ ๓, ๕, และ ๑๐ ในสัตว์มีกระดูกสันหลังทั้งหมด มันจะเป็นปุ่มอยู่บนผิวเฉพาะในปลาที่มีคนรับรสกระจายอยู่ตามผิวตลอดร่าง

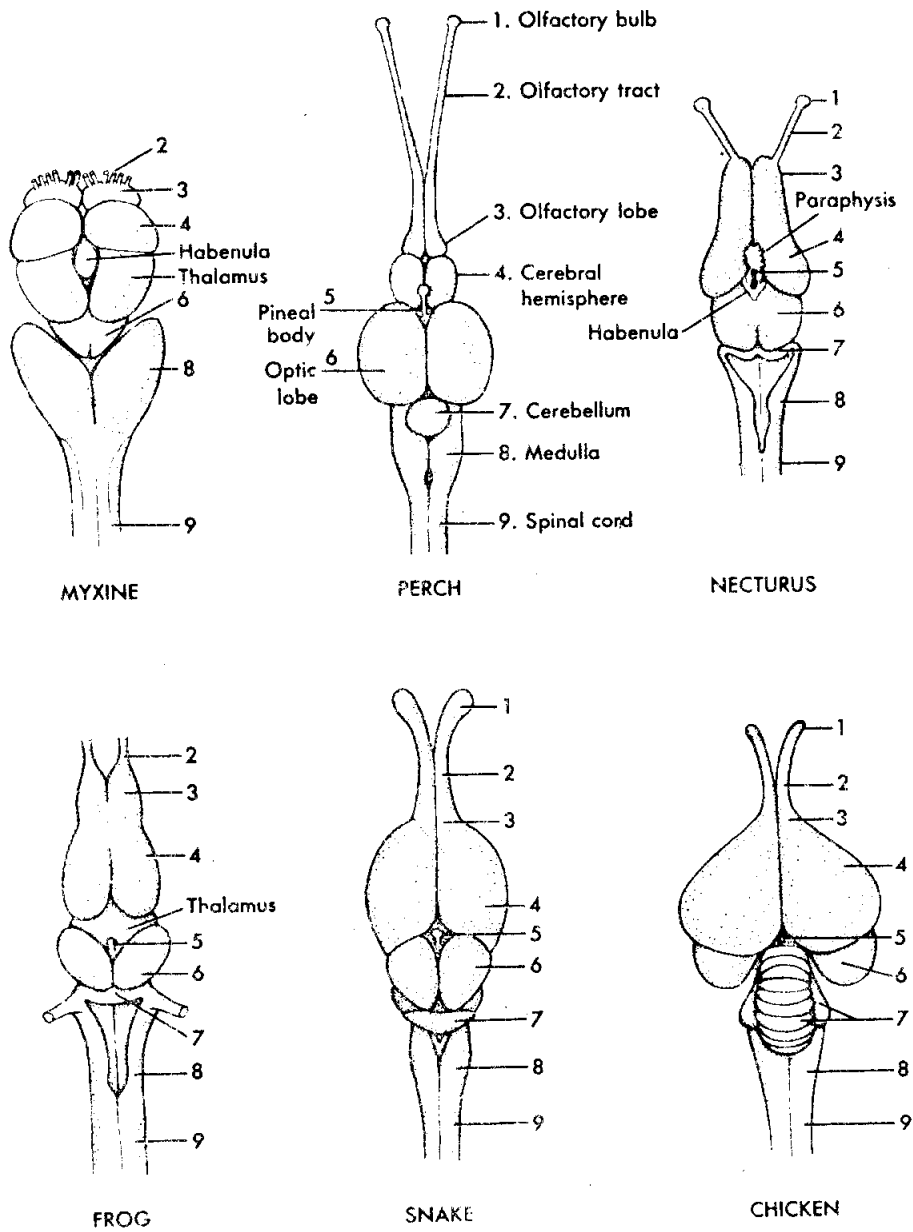
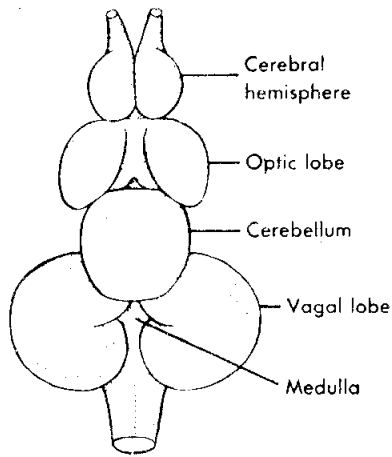


Fig. 15-8. Vertebrate brains. The posterior choroid plexuses have been removed to expose the fourth ventricle in *Necturus* and a frog. Suggestion: Color the telencephalon, diencephalon, mesencephalon, metencephalon, and myelencephalon, using a different color for each.

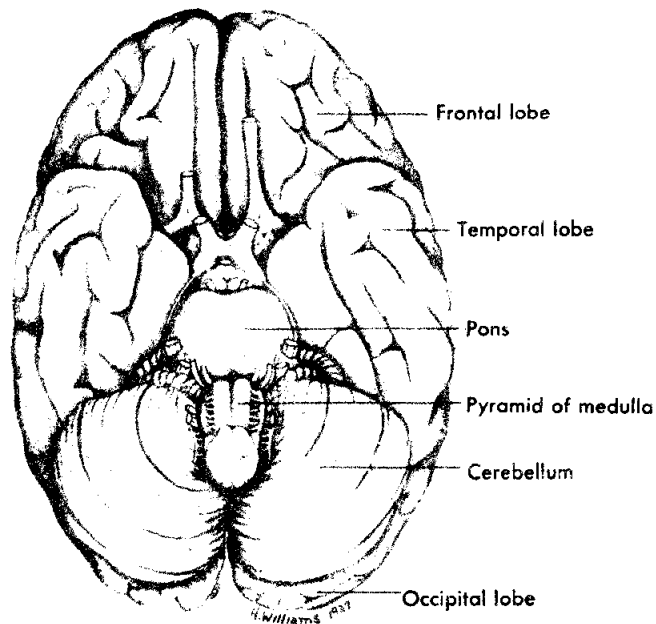


MODIFICATION FOR BOTTOM-FEEDING

**Fig. 15-9.** Brain of the buffalo fish *Carpiodes velifer*. Note unusual bulge (vagal lobe) on the alar plate of the medulla. Here terminate the large number of incoming taste fibers characteristic of bottom feeders.

กายของมัน การมีเส้นใยพิเศษและตัว  
เซลล์ชั้นที่สอง (secondary cell bo-  
dies) เพื่อรับรสนั้น ทำให้นิวเคลียสบนออก  
มาบนผิวหนัง

โครงสร้างผิวที่สำคัญของสมอง  
ส่วนหลังทางคานข้างและคานล่างโคกแก่ส่วน  
ขวมเล็ก ๆ ซึ่งแสดงว่ามีนิวเคลียส (ที่ขยาย  
ใหญ่ขึ้น) อยู่ข้างใต้ และสันนูนหรือแถบคาน  
ขวางซึ่งแสดงว่ามีทางเส้นใยอยู่ข้างใต้ โครง  
สร้างคานผิวเหล่านี้จะเด่นที่สุดในสัตว์เลี้ยงลูก  
คายนานนม และค้อยที่สุดในปลา ตัวอย่าง  
ที่พบในสัตว์เลี้ยงลูกคายนานนม (รูป ๑๕-๑๐)  
คือ pyramids (corticospinal



**Fig. 15-10.** Brain of man, ventral view. (From Francis: Introduction to human anatomy, ed. 6, St. Louis, 1973, The C. V. Mosby Co.)



tracts) ซึ่งนำกระแสส่งออกที่อยู่ในอำนาจจิตใจจากศูนย์ชั้นสูง (higher centers) และจาก pons ซึ่งมีเส้นใยทอดตามขวางจากคานหนึ่งไปยังอีกคานหนึ่ง ทางเส้นใยตามขวางอีกทางหนึ่งของสมองส่วนหลังคานล่างคือ trapezoid body ซึ่งจะส่งกระแสเกี่ยวกับเสียง ซึ่งแสดงให้เห็นได้เป็นพวกแรกในกบ

ของภายในสมองส่วนหลังคือ ventricle ที่ ๔ (รูป ๑๕-๒, B และ ๑๕-๑๔) Cerebellum เป็นหลังคาของช่อง ส่วนที่เหลือของหลังคาคือเนื้อ tela choroidea ซึ่งส่วนหนึ่งของเนื้อนี้จะห้อยลงไปเป็น ventricle เรียกว่า choroid plexus ของ ventricle ที่ ๔ (รูป ๑๕-๒, B และ ๑๕-๑๓)

Mesencephalon หลังคา (tectum) ของ mesencephalon มี

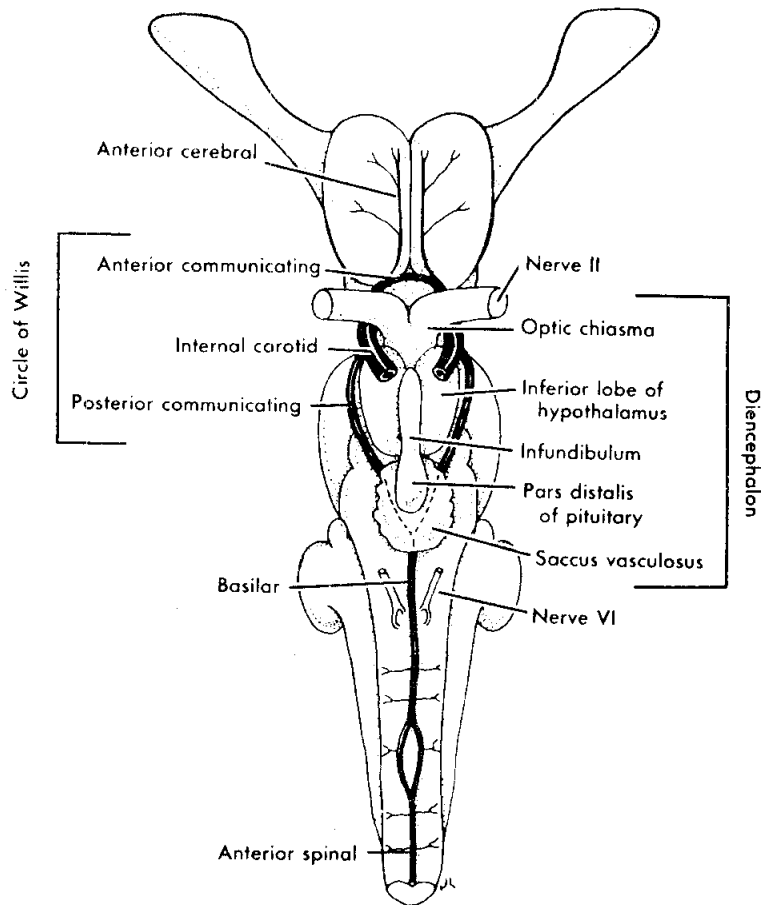


Fig. 15-11. Brain of Squalus, ventral view.

optic lobes ที่เคยอยู่คู่หนึ่งในสัตว์มีกระดูกสันหลังทั้งหมด ก่อนนูนสีเทาที่มีทำหน้าที่ส่วนหนึ่งเป็นศูนย์เกี่ยวกับการเห็นอัตโนมัติ ซึ่งรับเส้นใยมาจากเรตินา ส่วนนี้เจริญเป็นพิเศษในนก ซึ่งขอมูลส่วนใหญ่ที่มันได้รับจะถูกกระตุ้นทางตา (การเห็น) มี auditory lobes คู่หนึ่งอยู่ทางคานทางของ optic lobes ในหลังคาของ mesencephalon ซึ่งเริ่มมีในสัตว์เลื้อยคลาน ก่อนสีเทาคู่นี้มีอยู่ในปลาและสัตว์ครึ่งน้ำครึ่งบก แต่ไม่ใหญ่พอที่จะปลุกออกมาเป็นตัว Auditory lobes รับกระแสจากส่วนของ membranous labyrinth ซึ่งไวต่อการสั่น (สิ่งกระตุ้น) Auditory lobes จะขยายใหญ่ขึ้นพร้อมกับการเพิ่มขนาดของกระดูกกันหอย นอกจากนั้นมันยังติดต่อกับเส้นใยรับเข้าอื่น ๆ อีก

ส่วนล่างของ mesencephalon ประกอบด้วยก้อนนิวเคลียสและทางเส้นใยซึ่งเชื่อมระดับล่างและบนของสมอง ในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนมทาง (tracts) เหล่านี้จะกลายเป็นมัดใหญ่และมองเห็นได้บนตัวเรียกว่า cerebral peduncles

Ventricle ของสมองส่วนกลางจะใหญ่ในปลาและสัตว์ครึ่งน้ำครึ่งบก และยื่นขึ้นทางคานบนเข้าไปใน optic lobes เป็น optic ventricles ในสัตว์มีกระดูกสันหลังชั้นสูง optic lobes จะไม่กลวง และ ventricle จะตีลงเป็น cerebral aqueduct แคบ ๆ (รูป ๑๔-๑๖)

#### Diencephalon

OPTIC CHIASSMA (รูป ๑๔-๑๑) ตำแหน่งที่เป็นจุดเริ่มต้นของ optic nerves จากสมองคือ optic chiasma ซึ่งเป็นเขตแบ่งทางคานกลางโดยประมาณของเส้นรอบทางส่วนหัวของ diencephalon

PITUITARY GLAND (รูป ๑๔-๑๑ และ ๑๔-๑๒) ถัดจาก optic chiasma ไปทางหางคือ pituitary body มันถูกยึดไว้ด้วยก้านของเนื้อเยื่อสมองให้ติดอยู่กับพื้นของ diencephalon จุดกำเนิดและหน้าที่ของมันได้บรรยายไว้ในบทที่ ๑๗

SACCUS VASCULOSUS (รูป ๑๔-๑๑) ปลา (ยกเว้นปลาปากกลม) จะมี saccus vasculosus หนึ่งบาง อยู่ริวก้านหางและมักจะมีขนาดใหญ่กว่า pituitary Sac นี้ทำหน้าที่เป็นอวัยวะรับความรู้สึก มีทางเส้นใยเชื่อมระหว่าง sac กับ cerebellum

#### HYPOTHALAMUS

ส่วนของ diencephalon ที่อยู่ในพื้นและผนังคาน

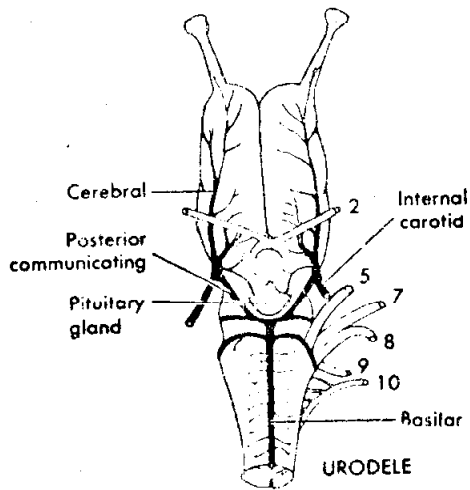


Fig 15-12. Brain of a urodele, ventral view  
Note absence of circle of Willis. Numerals indicate cranial nerve roots.

ventrolateral ของ ventricle ที่ ๓ คือ hypothalamus บริเวณนี้มี nuclei จำนวนหนึ่งซึ่งควบคุมบางส่วนของระบบประสาทอัตโนมัติ โดยทั่ว ๆ ไปแล้ว ส่วนหน้าของ hypothalamus จะสัมพันธ์กับหน้าที่ของ parasympathetic แต่ส่วนหลังสัมพันธ์กับหน้าที่ของ sympathetic หน้าที่อื่น ๆ ได้แก่ ควบคุมอุณหภูมิ ระดับเกลือและน้ำคาสของเลือดที่ไหลผ่าน ดังนั้นจึงมีบทบาทในการ homeostasis (การรักษาภาวะภายในให้คงที่) นอกจากนั้นมันยังเป็นแหล่งสำคัญในการสร้าง

neurosecretions อีกด้วย (รูป ๑๗-๑)

EPITHALAMUS: PINEAL และ PARAPINEAL ORGANS หลังคา

ของ diencephalon คือ epithalamus มันจะมีก้อนสีเทาขึ้นมาเรียกว่า habenulae (รูป ๑๕-๔) ซึ่งเป็นแหล่งที่มี nuclei อยู่ข้างใต้ นอกจากนั้นยังมีส่วนยื่นหนึ่งหรือสองอันออกมาจากหลังคาของ diencephalon ของสัตว์มีกระดูกสันหลังเกือบทั้งหมด คือ pineal (epiphysis) และ parapineal organs (รูป ๑๕-๑๓ และ ๑๖-๑๒) แต่อย่างไรก็ตาม จะพบ pineal ได้บ่อยกว่า

Pineal เป็นอวัยวะเดี่ยวคล้ายปุ่ม เป็นรูปกระบอกยาว ๆ บางทีก็คล้ายเส้นค้ายหรือดูลง อยู่ใต้หลังคาของกะโหลก หรือ(ในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนม) อยู่ระหว่าง cerebral hemispheres ทั้งสอง (รูป ๑๕-๔, ๑๕-๑๖, และ ๑๕-๑๘) Pineal ที่ชัดเจนมีอยู่ในสัตว์มีกระดูกสันหลังทั้งหมดยกเว้นปลา hagfish (*Myxine*) จระเข้ edentates และ(อาจจะ)พะยูน มันมีก้าน(ซึ่งบางทีก็กลวง)ไปติดต่อกับหลังคาส่วนหลังของ diencephalon หรือกับ ventricle ที่ ๓ และมีรูปร่างแตกต่างกันไปมากมาย ในปลาปากกลม pineal ทำหน้าที่รับแสง ซึ่งอาจรวมทั้งสัตว์ครึ่งน้ำครึ่งบกบางชนิดด้วย เหมือนสัตว์ครึ่งน้ำ-

ครึ่งบก โครงสร้างทางเนื้อเยื่อของมันจะเป็นคอม เสียเป็นส่วนใหญ่ มันทำหน้าที่เป็นคอมไว้ท่อในสัตว์มีกระดูกสันหลังจำนวนมาก มันรับกระแสส่งออกมาจาก superior cervical sympathetic ganglion โดยทาง nervi conarii กระแสถูกกระตุ้นให้เกิดขึ้น(บางส่วน)โดยข้อมูลจากเขา ซึ่งเข้ามาตาม optic nerve

อวัยวะ parapineal น้อยทั่วไปในสัตว์มีกระดูกสันหลังโบราณ แต่ปัจจุบันจะเด่นอยู่แต่เฉพาะในปลาปากกลม Sphenodon และ lizards เท่านั้น ซึ่งมันจะทำหน้าที่เป็นอวัยวะรับแสง (รูป ๑๖-๑๒, C) นอกจากนั้นยังพบเป็นร่องรอยอยู่ในปลากระดูกแข็ง และสัตว์ครึ่งน้ำครึ่งบกบางชนิด

ครึ่งหนึ่ง อวัยวะ pineal และ parapineal อาจจะเคยเป็นอวัยวะรับแสงคู่หนึ่งมาก่อน หลักฐานดังกล่าวได้แก่ การเจริญเติบโตของคัพภะ ในกะโหลกของปลา placoderms และความสัมพันธ์และสัณฐานวิทยาของโครงสร้างทั้งสองในปลาปากกลม (รูป ๑๖-๑๒, A) ในปลาปากกลมเหล่านี้จะมีทั้งคู่ Parapineal ติดต่อกับค่าน้ำของสมองส่วน pineal ติดต่อกับสมองค่าน้ำ และทั้งสองต่างก็มีเซลล์ที่ไวต่อแสง บทบาทของอวัยวะ pineal และ parapineal ในฐานะที่เป็นโครงสร้างรับแสงนั้น ได้บรรยายไว้ในบทที่ ๑๖ และบทบาทที่เป็นคอมไว้ท่อของ pineal นั้นได้บรรยายไว้ในบทที่ ๑๓

THALAMUS (รูป ๑๕-๔ และ ๑๕-๑๕) ส่วนแบ่งย่อยที่ใหญ่ที่สุดของ diencephalon คือ thalamus ซึ่งเป็นก้อนของนิวเคลียสที่ล้อมรอบของสมองที่สาม ทางด้านขวาเข้าทั้งหมดที่ขึ้นไปสู่ telencephalon จะ synapse กันในนิวเคลียสอันหนึ่งของ thalamic nuclei ก่อนที่จะไปต่อไป Thalamus จะมีขนาดเล็กในสัตว์มีกระดูกสันหลังชั้นต่ำ มันจะเพิ่มความเด่นชัดในสัตว์ชั้นสูง และจะทำหน้าที่เพิ่มจำนวนของกระแสเขาที่ไปสู่ cerebral hemispheres ในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนม thalamus มีขนาดใหญ่จนกระทั่งค่าน้ำและขวามันเข้าไปในของสมองและพบกันเป็น gray commissure

THIRD VENTRICLE (รูป ๑๕-๑๓ และ ๑๕-๑๔) ช่องของ diencephalon คือของสมองที่สาม (third ventricle) มันจะต่อเนื่องไปทางหัวกับ lateral ventricles <sup>กค</sup> ต่อมาของสมองที่สามจะถูก/ทางค่าน้ำข้าง(โดยเฉพาะอย่างยิ่งในสัตว์มีกระดูกสันหลังชั้นสูง) โดย thalamus. Optic recess ของของสมองจะยื่นไปสู่

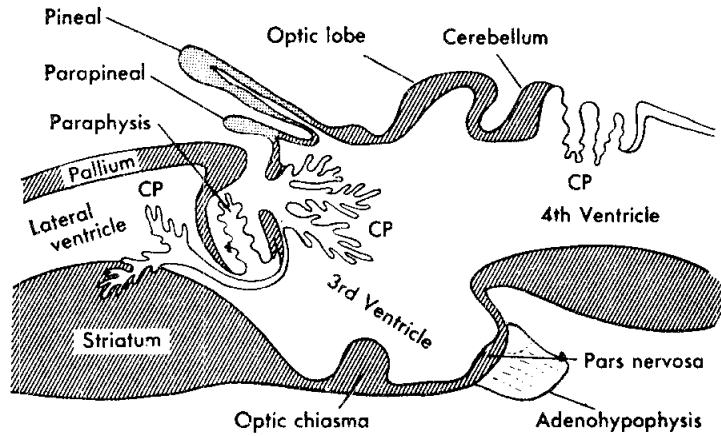


Fig. 15-13. Diencephalon and adjacent areas of a vertebrate brain, sagittal section. CP, Choroid plexus of lateral, third, and fourth ventricles. Based on the brain of a larval frog. Anterior end is to the left.

optic chiasma และ infundibular recess จะยื่นเข้าไปใน pituitary stalk หลังคาของช่องสมองที่สามจะเหลือเป็นเยื่อบาง ๆ และมีเส้นเลือดมาก และห้อยลงไปในช่วงสมองที่สามเรียกว่า choroid plexus

Telencephalon

Telencephalon ประกอบด้วย cerebral hemispheres และ rhinencephalon ในพวกชั้นต่ำ rhinencephalon จะเด่นเท่า ๆ กับ cerebral hemispheres ในสัตว์มีกระดูกสันหลังชั้นสูง hemispheres จะมีขนาดใหญ่ขึ้น ยื่นไปข้างหน้าเหนือ rhinencephalon และเบียดบังให้ส่วนนี้ของสมองไปอยู่ในตำแหน่งที่มองไม่

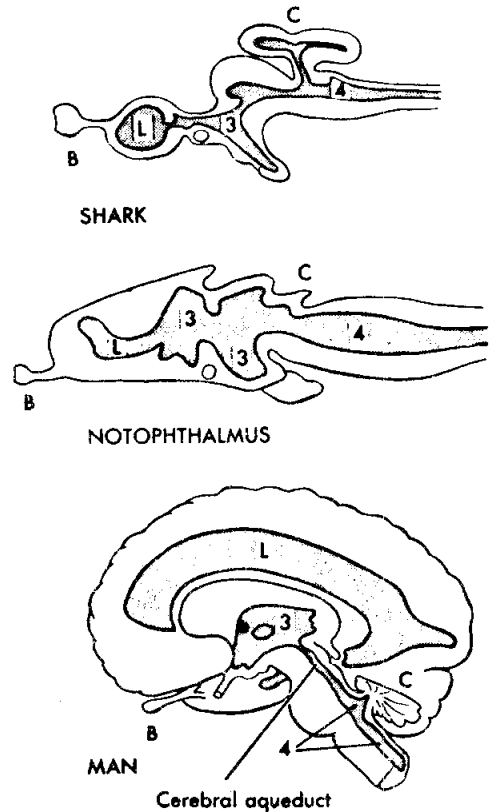


Fig. 15-14. Sagittal brain sections showing the ventricles. B, Olfactory bulb; C, cerebellum; L, 3, and 4, lateral, third, and fourth ventricles. The black foramen in the third ventricle in man is the interventricular foramen connecting the third and right lateral ventricles.

ค่อยเห็นทางค่านหน้าค่อนไปทางค่านล่าง  
 อยเห็นทางค่านหน้าค่อนไปทางค่านล่าง  
 อยเห็นทางค่านหน้าค่อนไปทางค่านล่าง  
 อยเห็นทางค่านหน้าค่อนไปทางค่านล่าง

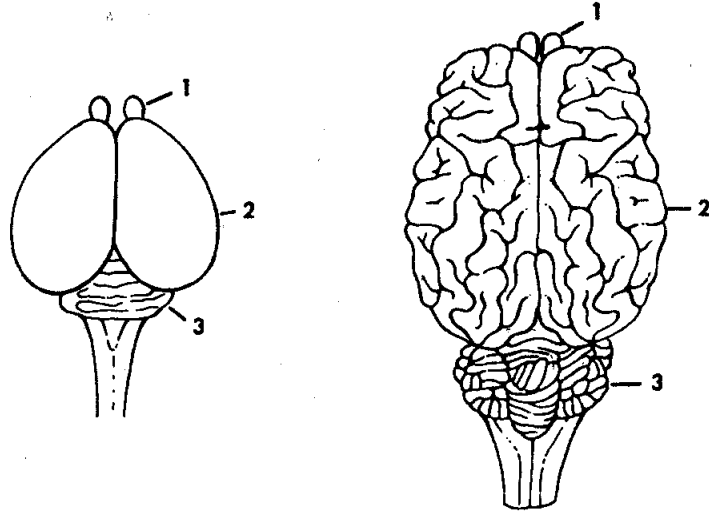
การเปลี่ยนแปลงทำให้ cerebral hemispheres มีบทบาทในค่านพฤติกรรมเพิ่มขึ้น

RHINENCEPHALON

Rhinencephalon จากปลาถึงคน ประกอบด้วย

olfactory bulbs, olfactory tracts, และ olfactory lobes (รูป ๑๕-

๔) ในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนม olfactory bulbs และ tracts จะถูกเบียดให้เล็ก



PLATYPUS

SHEEP

Fig. 15-15. Brain of a primitive mammal (platypus) lacking cortical gyri, and brain of sheep. 1, Olfactory bulb; 2, cerebral hemisphere; 3, cerebellum.

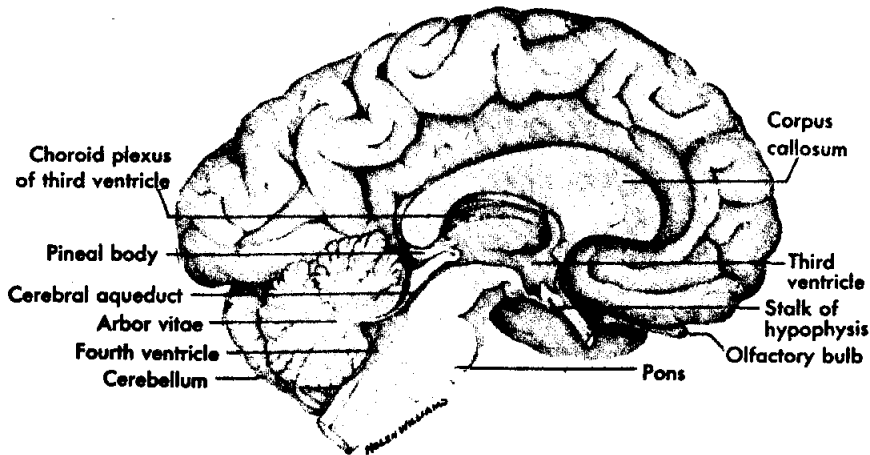


Fig. 15-16. Human brain, left half, sagittal section. (From Francis: Introduction to human anatomy, ed. 6, St. Louis, 1973, The C. V. Mosby Co.)

ลงโดย cerebral hemispheres (รูป ๑๕-๑๕ และ ๑๕-๑๖) Olfactory bulbs อยู่ใกล้กับ olfactory epithelium โดยมี olfactory capsule คั่นกลาง ทางเส้นใยจะเชื่อม rhinencephalon กับส่วนอื่น ๆ ของสมองส่วนหน้า

CEREBRAL HEMISPHERES เมื่อเรานึกถึง cerebral hemispheres สิ่งที่มีจะเข้ามาสู่ความนึกคิดของเราก็คือ cerebral hemispheres ที่ขยายใหญ่ของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม ซึ่งมีชั้น cortex ของสารสีเทาหนา (รูป ๑๕-๑๖ และ ๑๕-๑๗) แบบฉบับพื้นฐานที่ hemispheres ของสัตว์มีกระดูกสันหลังทั้งหมดถูกสร้างขึ้น และที่ hemispheres ของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมได้วิวัฒนาการมานั้น จะเห็นได้ในปลา

ในปลา แต่ละ hemisphere ประกอบด้วย paleostriatum (corpus striatum) เป็นส่วนใหญ่ การมีชื่อเช่นนี้เพราะมันโบราณ Striatum, lateral ventricle, และหลังคาบาง ๆ (pallium) ประกอบกันขึ้นเป็น cerebral

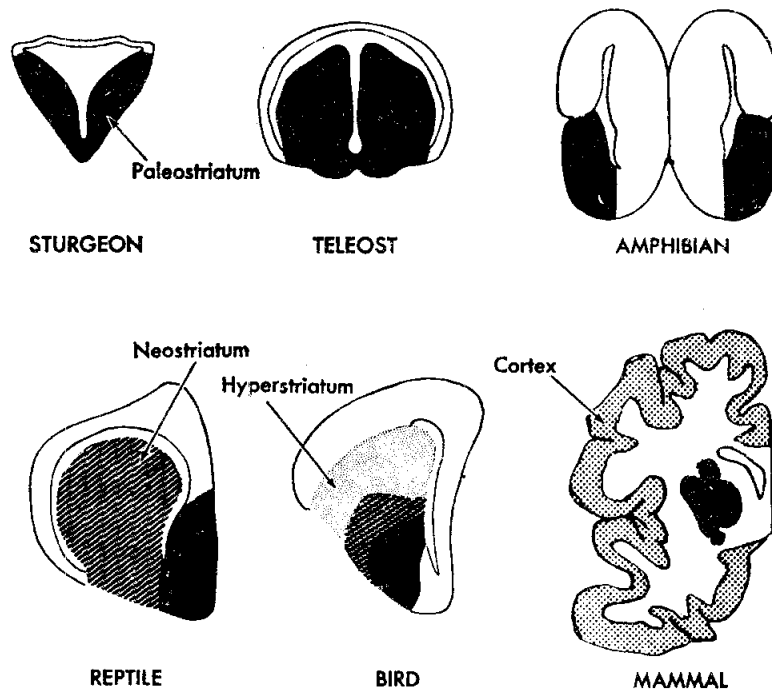


Fig. 15-17. Evolution of the cerebral hemispheres as seen in cross sections. Only the left hemisphere is shown in the lower figures. Reptiles and birds have added new nuclear masses (neostriatum and hyperstriatum) to the old paleostriatum. Mammals have added a cortex. Note the old striatal complex (now called basal ganglia) still present in the mammal.

hemisphere (รูป ๑๕-๑๓, sturgeon, teleost) Striatum ประกอบด้วย nuclei สองออก ซึ่งรับเส้นใยที่เข้ามาจาก rhinencephalon เป็นส่วนใหญ่ เส้นใยจาก striatum เข้ามาสู่ descending tracts ไบรานซึ่งไปสิ้นสุดใน nuclei สองออกของเส้นประสาทสมองและสันหลัง Olfactory stimuli ทำให้เกิดกิจกรรมโดยอัตโนมัติขึ้นในหลายส่วนของร่างกาย และ reflex นี้เกิดขึ้นได้โดย striatum

กระแสชาเข้าจากอวัยวะรับความรู้สึก (นอกจากเชื่อมฉิวกับกลิ่น) ส่วนใหญ่จะไปสิ้นสุดตรงระดับที่ต่ำกว่า hemispheres ในปลา เส้นใยของ optic nerve ส่วนใหญ่ไปสิ้นสุดใน optic lobes และ thalamus กระแสจาก membranous labyrinth ไปสิ้นสุดใน cerebellum และ mesencephalon กระแสจากอวัยวะรับความรู้สึกในฉิวหนัง (การสัมผัส ความเจ็บปวด และอุณหภูมิ) จะขึ้นไปสู่ thalamus เท่านั้น

Striatum ของสัตว์ครึ่งน้ำครึ่งบกกับรับเส้นใยขาเข้าซึ่งยื่นออกไปข้างหน้าจาก thalamus เป็นจำนวนมากกว่าของปลา ดังนั้นมันจึงรับข้อมูลจากอวัยวะรับความรู้สึกได้กว้างขวางกว่า แต่อย่างไรก็ตามจำนวนของเส้นใยที่ถ่ายทอดจาก thalamus ไปสู่ striatum จะน้อยเมื่อเทียบกับของสัตว์มีกระดูกสันหลังชั้นสูง และ cerebral hemispheres ของสัตว์ครึ่งน้ำครึ่งบกยังคงต้องการ olfactory stimuli

ในสัตว์เลื้อยคลานชั้นสูงจะมี nuclei ประกอบขึ้นเป็น neostriatum (รูป ๑๕-๑๓) เพิ่มขึ้นแก่ hemispheres และ nuclei เหล่านี้รับเส้นใยขาเข้าเพิ่มขึ้นอีกมาจาก thalamus รอยทาง (trace) ของ cerebral cortex จะปรากฏอยู่บนผิวของ pallium ของสัตว์เลื้อยคลาน เนื่องจากจำนวนที่เพิ่มขึ้นของตัวเซลล์และ synapses จึงทำให้ hemispheres ของสัตว์เลื้อยคลานมีขนาดใหญ่กว่า มันจะยื่นออกทางด้านข้างและด้านบน ล้วนทางด้านหลังนั้นมันจะยื่นไปคลุมส่วนหนึ่งของ diencephalon เนื่องจากการไหลของข้อมูลขาเข้าไปสู่ hemispheres เพิ่มขึ้น ดังนั้นขณะนั้นมันจึงควบคุมกิจกรรมขาออก (motor activity) เพิ่มขึ้นด้วย

Hemispheres ของนกยังมีโครงสร้างของสัตว์เลื้อยคลานอยู่ และเหมือนกับ hemispheres ของจระเข้ในหลายด้านด้วยกัน Striatum มาถึงจุดศูนย์กลางของการเจริญเติบโต และชั้นที่เพิ่มขึ้นของ nuclei ที่เรียกว่า hyperstriatum จะซ่อน(ทับ)



ลงไปบน striatum เติม (รูป ๑๕-๑๗) มีกระแสชาเข้ามาสู่ hyperstriatum เป็นจำนวนมาก ซึ่ง(หลังจากถ่ายออกไปสู่ striatum เติมแล้ว)จะทำให้เกิดพฤติกรรมแบบเดียวกันหมดเช่น การสร้างรัง การกกไข่ และการเลี้ยงลูกนก Cerebral cortex ของนกเจริญดีกว่าของสัตว์เลื้อยคลาน แต่การ ablation จนเกือบจะสมบูรณ์ของ cortex ก็ไม่มีผลต่อการทำรัง การเกี่ยวพาราสี การผสมพันธุ์ หรือการเลี้ยงลูกนก Olfactory lobes ของนกจะลดขนาดลงอย่างมาก และกลั่นนั้นจะมีความสำคัญน้อยในการมีอิทธิพลต่อพฤติกรรม

ในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนม striatum และกลุ่มนิวเคลียสอื่น ๆ ซึ่งในตอนนี้เรียกรวม ๆ กันว่า basal ganglia ยังคงมีบทบาทที่สำคัญ (แม้ว่าจะยังไม่เป็นที่เข้าใจกันอย่างถ่องแท้ก็ตาม)ในระบบประสาท แต่ cerebral cortex ที่อยู่บนหลังคา (pallium)

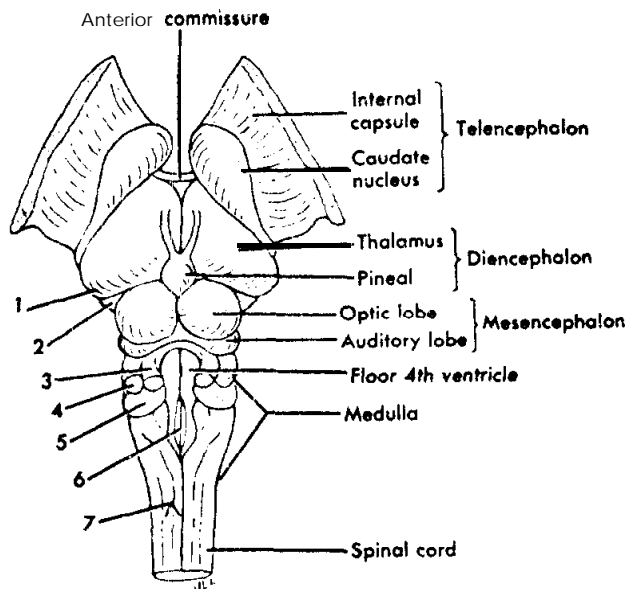


fig. 15-18. Brainstem of a sheep The cerebral hemispheres and cerebellum have been cut away to reveal the typical vertebrate structure 1, Location of lateral geniculate body of thalamus; 2, medial geniculate body. 3 to 5, anterior, middle, and posterior cerebellar peduncles, which carry fibers to and from the cerebellum (the peduncles had to be cut when the cerebellum was removed), 6, hypoglossal trigone in the floor of the fourth ventricle and marking the site under which lies the hypoglossal nucleus, 7, posterior funiculus containing ascending fibers for proprioception. The caudate nucleus is part of the striatum of the cerebral hemispheres.

จะกลายเป็นส่วนที่เด่นที่สุดของสมองของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนม ๖๓ จากการเจริญขึ้นข้างบน เจริญอยู่เหนือ และเจริญไปข้างหลัง อย่างมากมายของ pallium จะทำให้ striatum, diencephalon และสมองส่วนกลาง ถูกบังจากการมองเห็นทางข้างบนทั้งหมด (รูป ๑๕-๑๖) การนำคักเอาส่วนที่เจริญมากเกินไปของ cerebral hemispheres ออก จะเห็นความสัมพันธ์ชั้นต่ำของ rhinencephalon, striatum, thalamus, midbrain, metencephalon, และ medulla (รูป ๑๕-๑๘)

Cortex ของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนมมีบทบาทอย่างน้อยที่สุด ๔ ประการ (๑) เป็นศูนย์กลางที่สูงที่สุดซึ่งกระแสความรู้สึกจะผ่าน กระแสเหล่านี้จะให้ความรู้สึกของการแยกความแตกต่าง (epicritic) และให้ความพอใจของสิ่งกระตุ้นซ้ำ (๒) เป็นแหล่งหนึ่ง (ของหลาย ๆ แหล่ง) ที่ประสบการณ์ในอดีตถูกสะสมไว้เป็นความจำ (๓) เป็นศูนย์กลางซึ่งข้อมูล (ที่เข้ามาหรือที่มหัพพาน) อาจจะมีความสัมพันธ์ร่วมกัน ถูกวิเคราะห์ หรือถูกใช้ในการสร้างตัวเลือก (๔) เป็นศูนย์กลางที่สูงที่สุด ซึ่งกิจกรรม motor อาจจะถูกกระตุ้นให้เกิดขึ้น ดังนั้น cortex จึงเป็นส่วนที่เกี่ยวข้องกับ "การคิด" ของสมอง วิธีการที่ cerebral cortex ใช้ในการแก้ปัญหาของมนุษย์จะกำหนดชะตากรรมในอนาคตของอารยธรรม ควบคู่กันมันยังอยู่ภายใต้การควบคุมของมนุษย์

ในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนมหลายชนิด แต่ไม่ทั้งหมด cerebral cortex จะมีปริมาณใหญ่มากจนต้องพับไม่เป็นเส้น (gyrus หรือ gyri) มากมาย และร่อง (sulcus หรือ sulci) (รูป ๑๕-๑๘) ใต้ cortex ในหลังคาของของสมองจะมีแผ่นกว้างตามขวางของเส้นใยประสาทที่เรียกว่า corpus callosum ซึ่งเชื่อมระหว่าง cortices (คอร์เท็กซ์ซ้ายและคอร์เท็กซ์ขวา) ของ hemispheres ทั้งสองข้าง (รูป ๑๕-๑๖)

LATERAL VENTRICLES ของของ cerebral hemispheres คือ lateral ventricles ของทั้งคู่นี้ติดต่อกับของสมองที่สามโดยทาง interventricular foramen (รูป ๑๕-๑๘) ตำแหน่งของ foramen เป็นเขตแบ่งปลายทางหัวคิงเคิมของ neurocoel ของคัพภะก่อนที่จะมีการยื่นออกของ cerebral hemispheres เกิดขึ้น หลังคาของของสมองในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนมจึงรวมทั้ง corpus callosum และ pallium พร้อมทั้ง cortex ของมัน พื้นของของประกอบ (ในบางส่วน) ค่าย

striatum และ nuclei ที่อยู่ใกล้เคียง พื้นแยกของชายและชวาวออกจากกันคือผนังบาง ซึ่งเป็นสองชั้นและอยู่ในแนวตั้งเรียกว่า septum pellucidum ของสมองทั้งสองข้างเช่นเดียวกับ neurocoel ที่เหลือ คือถูกบุด้วย ependyma ที่มีขนตลอดชีวิตในหลายสปีชีส์ รวมทั้งคนเราด้วย

PARAPHYSIS ที่ปลายทางหางของ telencephalon ของสัตว์มีกระดูกสันหลังหลายชนิด หลังคามางที่ไม่มีประสาทจะมีส่วนที่คล้ายงูยื่นออกมา ซึ่งบางทีก็ใหญ่มาก เรียกว่า paraphysis (รูป ๑๕-๑๓) เส้นเลือดของ paraphysis จะมีเส้นประสาทอัตโนมัติมาเลี้ยงมากมาย และมี neurosecretory tract จาก paraventricular nucleus ของ hypothalamus มาสู่ฐานของ paraphysis ความสำคัญในหน้าที่ของงูนี้ ยังไม่เป็นที่ทราบ

CHOROID PLEXUSES และ CEREBROSPINAL FLUID ของสมองและไขสันหลัง และของไตเยื่อหุ้มสมอง จะมี cerebrospinal fluid ซึ่งเป็นของเหลวคล้ายน้ำเหลืองบรรจุอยู่ ของเหลวนี้ถูกผลิต(เป็นบางส่วน)ขึ้นโดย choroid plexuses. Choroid plexus ที่เป็นแบบฉบับประกอบด้วยหลังคา ependymal ที่บางของช่องสมองและของ pia mater (หรือ leptomeninx ในปลา) ที่มีตาข่ายเส้นเลือดมาเลี้ยงมากมาย Choroid plexus ห้อยลงไปในช่องสมองที่ ๓ และ ๔ (รูป ๑๕-๒, B) และมันจะขึ้นจากช่องสมองที่ ๓ เข้าไปในช่องสมองค้ำข้าง (รูป ๑๕-๑๓)

Cerebrospinal fluid ที่ถูกสร้างเข้าไปในช่องสมองจะไหลไปทางหางอย่างช้า ๆ เข้าไปใน neurocoel ของไขสันหลังโดยการโบกของ cilia เป็นบางส่วนของเหลวจากช่องสมองที่ ๔ จะไหลเข้าไปในช่องไตเยื่อหุ้มสมองโดยทางช่องค้ำข้างของช่องสมองที่ ๔ คู่นี้ซึ่งอยู่ที่ส่วนคลุมของ cerebellum สัตว์มีกระดูกสันหลังหลายชนิดมีช่องเปิดดังกล่าวเป็นช่องที่อยู่ในแนวเส้นกลางตัว Cerebrospinal fluid จากช่องไตเยื่อหุ้มสมอง (submeningeal spaces) จะไหลออกมาทางค้ำนอก ไปตามรากของเส้นประสาทสมองและสันหลังเป็นระยะทางสั้น ๆ นอกจากนั้นมันยังไหลเข้าไปทางค้ำใน ไปตามรากประสาทเล็ก ๆ เข้าไปในไขสันหลังและสมอง และไปอ้อมเซลล์ประสาทขาออก (motor neuron) แต่ละเซลล์อีกด้วย มันซึมไปสู่ส่วนในซึ่งเรียกว่า perilymph

Cerebrospinal fluid ถูกระบายออกทางเส้นน้ำเหลือง โดยเฉพาะอย่างยิ่งตามรากของเส้นประสาทสันหลัง ในสัตว์มีกระดูกสันหลังชั้นสูง มันยังถูกระบายโดยกลุ่มของ arachnoid villi ที่มองเห็นได้ ซึ่งจะแทรก dura mater และห้อยอยู่ในช่องเยื่อค้ำขนาดใหญ่ของสมอง

Cerebrospinal fluid ช่วยป้องกันระบบประสาทส่วนกลางจากการสั่นสะเทือน นอกจากนั้นยังช่วยในการแลกเปลี่ยนสารกับเนื้อเยื่อที่มันอาบอยู่ Cerebrospinal fluid ใน saccus vasculosus ของปลา อาจจะกระตุ้นเซลล์ประสาทรับเข้า ซึ่งจะทำให้เกิดสายของกระแสไปสู่ cerebellum

เส้นประสาทสมอง (CRANIAL NERVES) เส้นประสาทสมอง ๑๐ คู่แรกของสัตว์มีกระดูกสันหลังทั้งหมด จะกระจายอยู่ในสัตว์ชนิดต่าง ๆ อย่างเป็นแบบฉบับพื้นฐาน และเพื่อความสะดวก เส้นประสาทเหล่านี้จึงถูกจัดเป็นกลุ่ม ๆ ดังต่อไปนี้ : sensory nerves (I, II, และ VIII), เส้นประสาทกล้ามเนื้อลูกตา (III, IV, และ VI), และ branchiomic nerves (V, VII, IX, และ X). Amniotes มีเส้นประสาทสมองเพิ่มขึ้นอีก ๒ เส้น (XI, XII) ซึ่งเป็น motor ล้วน ๆ แบบฉบับพื้นฐานของเส้นประสาทสมองในด้านการกระจายนั้น จะเห็นได้ในปลา ความแตกต่างในการกระจายของประสาทเหล่านี้ที่เกิดขึ้นในสัตว์สี่เท้า นั้น เป็นผลจากการปรับปรุงเพื่อมีชีวิตอยู่บนบก

รากของเส้นประสาทสมองไม่ได้ออกจากสมองทางคามบนและคามล่างเป็นระยะ ๆ ไป เส้นประสาทที่เลี้ยงกล้ามเนื้อ myotome (III, IV, VI, และ XII) มีเฉพาะรากล่างเท่านั้น เส้นประสาท branchiomic (V, VII, IX, X) และ nerve XI มีรากเล็ก ๆ ซึ่งไม่อยู่ในแนวเดียวกับรากเล็ก ๆ (rootlets) ของเส้นประสาทสันหลัง แต่มันจะออกมาจากรากข้างของสมองและเรียกว่า lateral roots

#### Predominantly sensory cranial nerves

NERVE I (OLFACTORY) ในสัตว์มีกระดูกสันหลังทั้งหมด ตัวเซลล์ของเส้นใยของ olfactory nerve อยู่ใน olfactory epithelium เส้นใยไปสิ้นสุดใน olfactory bulb (รูป ๑๕-๑๔) ในปลาฉลามหู (Squalus) เยื่อหุ้ม

olfactory อยู่ใกล้กับ bulb มากจนกระทั่งไม่สามารถจะแยก olfactory nerve ออกมาโดยทางกายวิภาคได้ ใน *Scoliodon* (รูป ๑๕-๒๐, A) ซึ่งเป็นปลาฉลามอีกชนิดหนึ่ง sac ที่มี olfactory epithelium นั้นอยู่ห่างจาก olfactory bulb พอที่จะแยก olfactory nerve ออกมาให้เห็นได้ ในสัตว์มีกระดูกสันหลังส่วนใหญ่จะมีมัดของเส้นใยกับกลิ่น (filia olfactoria) จำนวน ๑ มัดหรือหลายมัด ขึ้นอยู่ระหว่าง olfactory epithelium กับ bulb และมัดเหล่านี้รวมกันเป็น olfactory nerve

ในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนม olfactory epithelium อยู่ในส่วนบนของช่องจมูก ซึ่งแยกออกจาก olfactory bulb โดย cribriform plate ของกระดูก ethmoid (เกิดจาก olfactory capsule) รูเล็ก ๆ ใน cribriform plate (รูป ๔-๖) เป็นช่องทางของ filia olfactoria เมื่อสมองของสัตว์มีกระดูกสันหลังตัวหนึ่งถูกยกขึ้นจากช่องกะโหลก มัดของ olfactory nerve จะขาดออกจาก olfactory bulbs และจะมีแค้โคนของมัดเท่านั้นที่เหลือติดอยู่กับสมอง

Terminal nerve ไปเลี้ยงบริเวณอื่นจากที่ของ olfactory mucosa ในสัตว์มีกระดูกสันหลังทั้งหมด รวมทั้งคน มันเกิดมาจาก accessory olfactory bulb (ถ้ามี) และในกรณีนี้มันจะเป็นส่วนแบ่งย่อยของ olfactory nerve ที่แยกออกมา และ

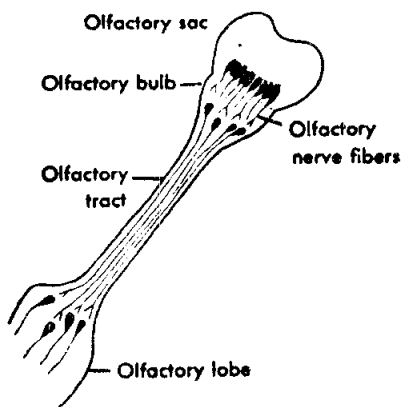
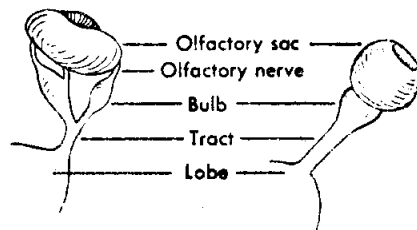


Fig. 15-19. Olfactory sac (containing olfactory epithelium) and rhinencephalon of a dogfish shark, showing location of cell bodies of sensory fibers.



A. SCOLIODON B. SQUALUS

Fig. 15-20. Rhinencephalon (olfactory bulb, tract, lobe) of two sharks. The olfactory sacs are not part of the brain. Olfactory nerve fibers connect the sac and bulb and form a discrete nerve in *Scoliodon* but not in *Squalus*.

ทำหน้าที่รับสารเคมี เมื่อไม่มี accessory olfactory bulb ก็จะไม่แน่ใจว่าเส้นประสาทเส้นใดที่เป็น homologous กับมัน ในบางสปีชีส์ มันยังมีเส้นใยรับเข้าของเส้นประสาทที่ ๕ ไปสู่ olfactory epithelium เมื่อ terminal nerve ไปเลี้ยง vomeronasal organ ก็มักจะถูกเรียกว่า vomeronasal nerve

NERVE II (OPTIC) ทิวเซลล์จะพบอยู่ในเรตินา Optic nerve ออกมาจากผนังด้านหลังของลูกตาและขึ้นไปสู่ optic chiasma (รูป ๑๕-๑๑) ซึ่งเป็นจุดเริ่มต้นของ optic tracts เส้นใยของ optic nerve ทั้งหมด (ยกเว้นเส้นใยเลี้ยงลูกตายน้ำนม) จะตัดกันใน chiasma เพื่อไปเข้า optic tract บนด้านตรงข้ามของสมอง ในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนม เส้นใยที่มาจากทางด้านหลังของเรตินาเท่านั้นที่ตัดกัน ดังนั้นจึงมีการเชื่อมกันของภาพที่เห็นในกล้องสองตา

NERVE VIII (VESTIBULOCOCHLEAR) เส้นประสาทที่ ๘ ในสัตว์มีกระดูกสันหลังชั้นต่ำมี ๒ แขนง คือแขนงข้างหน้าและแขนงข้างหลัง แขนงข้างหน้าไปเลี้ยง ampullae บนหลอดครึ่งวงกลมอันหน้า (ตั้ง) และอันข้าง (นอน) และ utricle แขนงข้างหลังไปเลี้ยง ampulla บนหลอดครึ่งวงกลมอันหลัง (ตั้ง) และ sacculus และ lagena เส้นใยของเส้นประสาทที่ ๘ จะขยายใหญ่ขึ้นและเปลี่ยนแปลงไปเป็นกระดูกก้นหอย (cochlea) เพื่อฟังเสียง ใยที่แตกแขนงหลังของเส้นประสาทที่ ๘ จึงใหญ่ขึ้นมากและเรียกว่า cochlear nerve แต่มันยังคงนำเส้นใยจากส่วนอื่น ๆ ของ membranous labyrinth ในตอนนี้แขนงข้างหน้าจะได้อีกชื่อว่า vestibular nerve แขนงทั้งสองเข้าไปใน medulla และมีปมหนึ่ง (cochlear หรือ vestibular) บนทางของมัน ปม cochlear อยู่บน spiral membrane ภายในกระดูกก้นหอย และยังเรียกว่าปม spiral อีกด้วย

ในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนมบางชนิด (หนู แต่ไม่ใช่ค้างคาวหรือแมว) ยังมีตัวเซลล์ขนาดใหญ่กระจายอยู่ตลอดความยาวของเส้นประสาทที่ ๘ และเส้นใยของมันยื่นเข้าไปใน medulla ทิวเซลล์เหล่านี้ถูกกระตุ้นโดยแขนงของเส้นใยขาเข้าที่มีตัวเซลล์อยู่ในปม กลไกซึ่งเข้าใจว่าจะทำให้การกระตุ้นจาก labyrinth แรงขึ้น

เส้นประสาทของกล้ามเนื้อลูกตา (eyeball muscle nerves)

NERVES III, IV, และ VI (OCULOMOTOR, TROCHLEAR, และ ABDUCENS) เส้นประสาทที่ ๓, ๔, และ ๖ กระจายไปสู่กล้ามเนื้อ myotome ของลูกตา และเฉียง superior oblique (IV), external rectus (VI), กล้ามเนื้อ extrinsic ของลูกตาที่เหลืออีก ๔ มัด (III), และกล้ามเนื้อ myotome อื่น ๆ ของตา (ตาราง ๑๐-๒, หน้า ๒๔๔) เส้นประสาทของกล้ามเนื้อลูกตานั้นเหมือนกับเส้นประสาทสันหลัง คือรากบนโคไตหายไป นอกจาก somatic motor fibers แล้ว เส้นประสาทยังมีเส้นใยขาเข้าสำหรับ proprioception จากกล้ามเนื้อที่ถูกกระตุ้นอีกด้วย

Nerve III เกิดมาจากส่วนกลางของ mesencephalon. Nerve IV เป็นเส้นประสาทเส้นเดียวที่เกิดมาจากส่วนบนของสมอง (ปลายคานหลังของ mesencephalon หรือหลังคาส่วนหน้าของช่องสมองที่ ๔) และเป็นเส้นประสาทเส้นหนึ่งในจำนวนเพียงไม่กี่เส้นที่มีเส้นใยขาออกซึ่งจะตัดกันก่อนออกไป Nerve VI ออกมาจากข้างล่างตรงปลายคานหน้าของสมองส่วนหลัง Nerves IV และ VI มีขนาดเล็กที่สุดของเส้นประสาทสมอง ดังนั้นจึงมีเส้นใยน้อยที่สุด ตัวเซลล์ของเส้นใยทั้งหมดในเส้นประสาทเหล่านี้ (ทั้ง motor และ proprioceptive) อยู่ใน nuclei ภายในระบบประสาทส่วนกลาง ดังนั้นเส้นประสาทเหล่านี้จึงไม่มี sensory ganglia

เส้นใยอัตโนมัติใน NERVE III Nerve III มีเส้นใย visceral motor เส้นใยเหล่านี้ไปสิ้นสุดใน ciliary ganglion ของระบบประสาทอัตโนมัติ (รูป ๑๕-๒๓) จากปมนี้จะมีเส้นใย postganglionic บานไปสู่กล้ามเนื้อ sphincter ของม่านตา และไปสู่ ciliary body

Branchiomeric nerves ลักษณะอย่างหนึ่งของสัตว์มีกระดูกสันหลังคือการเจริญ (ในคัพภะ) ของ visceral arches จำนวนหนึ่งซึ่งถูกแยกออกจากกันโดย pharyngeal pouches ความเป็นไปของโครงกระดูกและกล้ามเนื้อของ arches เหล่านี้ไต่บรรยายไว้เรียบร้อยแล้ว ไม่ว่าสัตว์จะคงไปเป็นปลาหรือสัตว์สี่เท้าก็ตาม กล้ามเนื้อที่เกิดจาก arch ที่ ๑ จะต้องถูกเลี้ยงโดยเส้นประสาทสมองที่ ๕ กล้ามเนื้อที่เกิดจาก arch ที่ ๒ ถูกเลี้ยงโดยเส้นประสาทที่ ๗ จาก arch ที่ ๓ โดยประสาทที่ ๕ และจาก arches อื่นๆ มาโดยประสาทที่ ๑๐ เนื่องจาก nerves V, VII, IX,

และ X ไปเลี้ยงกล้ามเนื้อ branchiomic จึงเรียกว่า branchiomic nerves  
เส้นประสาท branchiomic เป็นเส้นประสาทสมที่มีหน้าที่สำคัญ นอก  
จากจะเลี้ยงกล้ามเนื้อ branchiomic แล้ว เส้นประสาท branchiomic ยังมี  
หน้าที่ทั้ง motor และ sensory ที่สำคัญอื่น ๆ อีก เส้นใย motor ของมันบางเส้น  
เป็นส่วนประกอบของระบบประสาทอัตโนมัติ เส้นใย sensory ของมันไปเลี้ยงอวัยวะรับ  
ความรู้สึกหลายหมู่ และเส้นประสาทแต่ละเส้นจะมีเส้นใย proprioceptive อยู่ด้วย (เส้น  
ทางที่เส้นใย proprioceptive วิ่งไปจากกล้ามเนื้อ branchiomic บางมัดยังไม่  
เป็นที่รู้แน่) การกระจายของเส้นใยเหล่านี้ในปลาตามทนต์แสดงให้เห็นแบบฉบับพื้นฐาน  
การเปลี่ยนแปลงในสัตว์สี่เท้า นั้น ส่วนใหญ่เป็นผลจากการหายไปของเหงือก และการปรับปรุงอื่น  
ๆ เพื่อการมีชีวิตอยู่บนบก

NERVE V (TRIGEMINAL) เส้นประสาทสมของที่ ๕ เกิดจากปลายด้าน  
หน้าของสมองส่วนหลัง และ(ที่เป็นแบบฉบับ)จะมี ๓ แขนงคือ ophthalmic, maxilla-  
ry, และ mandibular ในปลา, ophthalmic อาจแบ่งย่อยออกเป็น superficial  
และ deep ophthalmic nerves แขนงทั้งหมดมีเส้นใยชนิด sensory ยก  
เว้นแขนง mandibular เท่านั้นที่มีเส้นใยชนิด motor

SENSORY DISTRIBUTION เส้นประสาทที่ ๕ เป็น sensory ไปสู่  
ectoderm ของหัว รวมทั้งพื้น ส่วนหน้าของลิ้น และเยื่อผิวหนัง สำหรับความรู้สึกที่ผิวหนัง  
ทั่ว ๆ ไป (รูป ๑๕-๒๑) แขนง mandibular ก็มีเส้นใย proprioceptive ด้วย  
ตัวเซลล์ของเส้นใย sensory ทั้งหมด(ยกเว้น proprioceptive) พบ  
อยู่ใน trigeminal ganglion นอกจาก(เช่นในสัตว์มีกระดูกสันหลังชั้นต่ำบางชนิด) แขนง  
ophthalmic ที่มี ganglion ของมันเอง

MOTOR DISTRIBUTION เส้นประสาท mandibular ไปเลี้ยงกล้ามเนื้อ  
เนื้อทั้งหมดที่เกิดมาจาก arch คอหอยที่ ๑ ดังนั้นการกระจายจึงไปสู่ซากรวไรโธ แต่  
อย่างไรก็ตาม สัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนมมีกล้ามเนื้อ tensor tympani ติดอยู่กับกระดูกชั้น  
(เกิดจาก Meckel's cartilage ของคัพภะ) ดังนั้นจึงถูกเลี้ยงโดยเส้นประสาทที่ ๕  
ตาราง ๑๐-๕ แสดงการกระจาย motor ของเส้นประสาทที่ ๕



NERVE VII (FACIAL) เส้นประสาทสมองที่ ๗ เกิดจากปลายด้านหน้าของสมองส่วนหลังโดยใกล้ชิดกับที่ ๕ ในปลาและใน สัตว์เลื้อยคลาน เส้นประสาทที่ ๕ และที่ ๗ มีรากร่วมกัน เรียกว่า trigeminofacial root

SENSORY DISTRIBUTION Nerve VII ไปเลี้ยงอวัยวะ neuro-mast บนหัวของปลาและ amphibians ที่อยู่ในน้ำ ในการปรับตัวมาอยู่บนบก เส้นใยเหล่านี้ก็หายไป แขนงทั้งหลายยังไปเลี้ยงปมรับรสในคอหอยตรงระดับของ arches ที่ ๑ และ ๒ ปมรับรสที่อยู่ตามผิวหนังของปลา และปมรับรสที่อยู่ทางส่วนหน้าของลิ้นในสัตว์สี่เท้า เส้นประสาทที่ ๗ มีเส้นใย sensory ทั่ว ๆ ไปจาก endoderm ของ arch ที่ ๒ และเส้นใย proprioceptive จากกล้ามเนื้อของ arch นี้ ตัวเซลล์ของเส้นใย sensory ทั้งหมด(ยกเว้น proprioceptive) อยู่ใน facial ganglion

MOTOR DISTRIBUTION เส้นประสาท facial กระจายไปสู่กล้ามเนื้อของ arch ที่ ๒ (ตาราง ๑๐-๕) เหล่านี้รวมทั้งกล้ามเนื้อ mimetic ของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมด้วย เนื่องจากกระดูกโกลน (stapes) เป็นส่วนยื่นของ hyoid arch ดังนั้นกล้ามเนื้อ stapedial (ยึดกับกระดูกโกลน) ของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมจึงถูกเลี้ยงโดยเส้นประสาทที่ ๗ เส้นประสาทที่ ๗ ของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมยังมีเส้นใย visceral motor ไปสู่ปม submandibular และปม sphenopalatine อีกด้วย (รูป ๑๕-๒๔ และ ๑๕-๒๗) ปม submandibular ไปเลี้ยงต่อมน้ำลาย submandibular และ

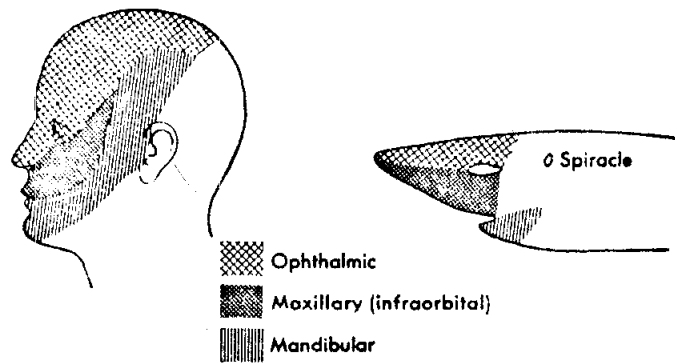


Fig. 15-21. Cutaneous distribution of the trigeminal nerve of vertebrates.

sublingual. Sphenopalatine เลี้ยงต่อน้ำตาและเยื่อเมือกของจมูก  
**NERVE IX (GLOSSOPHARYNGEAL)** เส้นประสาทที่ ๙ เกิดมาจาก  
 medulla ในปลาฉลามจะมี ๓ แขนง และเป็นเส้นประสาท branchiomic ที่เป็น  
 แบบฉบับ แขนงทั้ง ๓ ได้แก่ pretrematic (sensory), pharyngeal (sen-  
 sory), และ posttrematic (mixed) แขนง pretrematic ไปเลี้ยง de-  
 mibranch ในผนังด้านหน้าของห้องเหงือกที่ ๑ เพื่อรับความรู้สึกทั่ว ๆ ไป แขนง pha-  
 ryngeal ไปเลี้ยงปุ่มรับรสและ general visceral receptors ในเยื่อเมือกของ

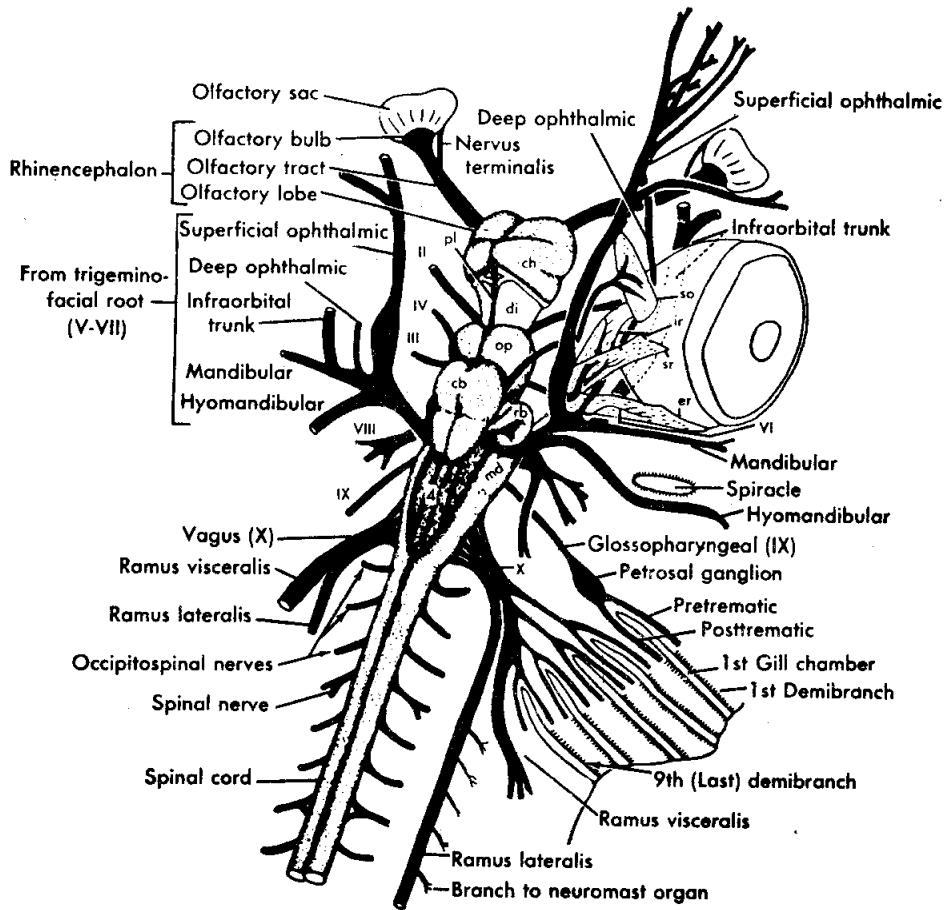


Fig. 15-22. Brain and cranial nerves of *Squalus*. **cb**, Cerebellum; **ch**, cerebral hemisphere; **di**, diencephalon; **er**, external rectus eyeball muscle; **ir**, internal rectus muscle; **md**, medulla; **op**, optic lobe; **pl**, pineal body; **rb**, restiform body; **so**, superior oblique muscle; **sr**, superior rectus muscle; **4**, fourth ventricle, roof removed; **II to X**, cranial nerves, pharyngeal branches omitted.

คอหอยตรงระดับของ visceral arch ที่ ๓ แขนง posttrematic เป็น sensory ไปสู่ demibranch ในผนังด้านหลังของห้องเหงือกที่ ๑ เป็น motor ไปสู่กล้ามเนื้อของ visceral arch ที่ ๓ และเป็น proprioceptive จากกล้ามเนื้อเหล่านั้น แขนง lateral-line เล็ก ๆ ของ IX ไปเลี้ยงช่วงสั้น ๆ ของท่อเส้นข้างตัวตรงข้อคอของหัวและลำตัว

เส้นใย preganglionic ของระบบประสาทอัตโนมัติอยู่ใน IX มันยังไม่ถูกสำรวจโดยสมบูรณ์ในสัตว์มีกระดูกสันหลังทั้งหมด แต่ในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมมันจะกระตุ้นปม otic. จากปม otic จะมีเส้นใย postganglionic ผ่านไปสู่ต่อมน้ำลาย parotid

จากการหายไปของเหงือกและของอวัยวะ neuromast ในระหว่างการปรับตัวเพื่อชีวิตบนบก ทำให้เส้นใยของเส้นประสาทที่ ๘ หายไปมากมาย มันยังคงไปเลี้ยงปุ่มรับรส

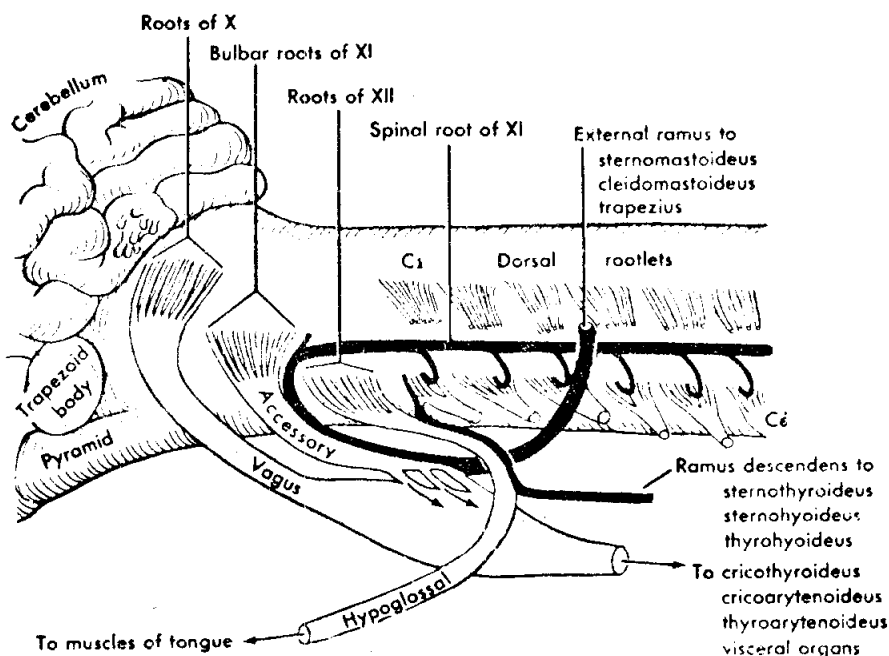


Fig. 15-23. Vagus, spinal accessory, and hypoglossal nerves of a cat. The hypoglossal roots (XII) in the medulla are in series with the ventral roots of the spinal nerves. Components in black are spinal nerve contributions. C<sub>1</sub>, Dorsal rootlets of the first cervical spinal nerve; C<sub>6</sub>, ventral rootlets of the sixth cervical spinal nerve.

ที่ยังเหลืออยู่ในเยื่อเมือกของ arch ที่ ๓ (บนส่วนหลังของสันของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม) และไปเลี้ยงอวัยวะรับความรู้สึกทั่ว ๆ ไปบนส่วนหลังของสันและในคอหอยส่วนบน ในกระบวนกล้ามเนื้อ branchiomic ของ arch ที่ ๓ ของปลานั้น เฉพาะกล้ามเนื้อ stylopharyngeus เท่านั้นที่ยังคงเหลืออยู่ในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม

ตัวเซลล์ sensory ของเส้นประสาทที่ ๘ (ยกเว้นพวกที่เป็น proprioception) ถูกพบอยู่ในปม petrosal ของสัตว์มีกระดูกสันหลังชั้นต่ำ และในปม superior และ inferior glossopharyngeal ของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม

NERVE X (VAGUS) Vagus เกิดมาจากรากเล็ก ๆ ชุดหนึ่งที่อยู่ตามด้านข้างของ medulla ส่วน branchiomic ของ vagus ในปลาตามทฤษฎีประกอบด้วยชุดหนึ่งของ ๘ แขนงใหญ่ ๆ (รูป ๑๕-๒๒) (จะมากกว่านี้ในปลากระดูกกลมที่มีห้องเหงือกมากกว่า) ซึ่งแต่ละแขนงใหญ่จะมี pretrematic, posttrematic, และ pharyngeal branch ที่กระจายเหมือนกับแขนงที่เป็น homologous กันของ IX แขนง pretrematic เลี้ยงผนังด้านหน้าของห้องเหงือก ๘ ห้องสุดท้าย แขนง posttrematic เลี้ยงผนังด้านหลังของห้องเหงือกเหล่านี้ และเป็น motor ไปสู่ arches IV ถึง VII ดังนั้นมันจึงเป็นเส้นประสาทหายใจที่สำคัญของปลา แขนง pharyngeal เลี้ยงเยื่อผิวคอหอยเพื่อรับรส และความรู้สึกทั่ว ๆ ไป

นอกจากแขนง branchiomic แล้ว vagus ในปลาตามทฤษฎียังมีแขนงใหญ่ที่สำคัญอีก ๒ แขนงคือ ramus lateralis ซึ่งเป็น sensory ไปสู่ท่อเส้นข้างตัวตลอดทางจนถึงปลายหาง และ ramus visceralis ซึ่งจะส่งเส้นใย afferent และ efferent visceral ไปสู่อวัยวะภายในของตัวบางอวัยวะ

ในระหว่างขบวนการของการปรับตัวไปสู่บกนั้น vagus ได้หมดหน้าที่ที่เกี่ยวกับการมีชีวิตอยู่ในน้ำ แต่ยังคงรักษาหน้าที่อื่น ๆ ไว้ แขนงเส้นข้างตัวที่เดิมนั้นได้หายไป แขนง sensory ที่ไปสู่ห้องเหงือกก็หายไป แต่อย่างไรก็ตามอวัยวะรับความรู้สึกในเยื่อเมือกของคอหอย รวมทั้งปุ่มรับรสที่ยังเหลืออยู่ในละแวกของ glottis ก็ยังคงถูกเลี้ยงโดย vagus ต่อไป ที่ยังเหลืออยู่คล้ายเช่นกันได้แก่ แขนง motor ไปสู่กล้ามเนื้อ branchiomic ของ arch ที่ ๘ และ arches คอ ๆ มา ซึ่งจะมีหน้าที่ใหม่บนบก เหล่านี้ได้แก่กล้ามเนื้อ

cricothyroid, cricoarytenoid, และ thyroarytenoid เนื่องจากการกระจายส่วนใหญ่ของ vagus ไข้หายไปในสัตว์สี่เท้า ดังนั้น ramus visceralis จึงกลายเป็นส่วนประกอบส่วนใหญ่ของเส้นประสาทนี้ มันยังคงไปเลี้ยงหัวใจและอวัยวะภายในของช่องตัวส่วนบน

ในปลาและ (พอ ๆ กับ) สัตว์สี่เท้า vagus ส่งเส้นใย preganglionic ไปสู่ส่วนปลายของระบบอัตโนมัติในลำตัว (รูป ๑๕-๒๓) ที่รวมอยู่ภายใน amniotes ได้แก่ เส้นใยอัตโนมัติที่ส่งมาจาก internal ramus ของ accessory nerve (รูป ๑๕-๒๓) Vagal nerve ยังมีเส้นใย proprioceptive อีกด้วย

ตัวเซลล์ของเส้นใย sensory ทั้งหมด (นอกจากพวกที่เป็น proprioception) ถูกพบในปม vagal หนึ่งหรือหลายปม เช่นปม lateral และ jugular ในปลา หรือปม superior (มีตัวเซลล์ว่างกาย) และ inferior (มีตัวเซลล์อวัยวะภายใน) vagal ในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนม ในปลากระดูกบางชนิด แต่ละแขนงของ pretrematic และ posttrematic ทั้ง ๔ แขนง (หรือมากกว่า ๔) ที่ไปสู่เหงือกจะมีปม epibranchial ของมันเอง น่าจะเป็นไปได้ว่าแขนงเหล่านี้เคยเป็นเส้นประสาทสมองทั้ง ๔ เส้นที่แยกกัน มาก่อน

การไปเลี้ยงเยื่อเมือกของช่องปากและคอหอยโดย nerve V, VII, IX, และ X โดยเรียงลำดับเช่นนั้นจากปากถึงหลอดอาหารในสัตว์มีกระดูกสันหลังทั้งหมดจากปลาดังคนนั้น แสดงให้เห็นว่าผลกระทบที่มีต่อชีวิตบนบกอันเนื่องมาจากเส้นประสาท sensory ไปเลี้ยง endoderm ของคอหอยนั้นน้อยมากจนตัดทิ้งไปได้ (แทบไม่มีผลกระทบกระเทือนแต่อย่างใด)

#### Accessory และ hypoglossal nerves

NERVE XI (ACCESSORY) เส้นประสาท accessory เป็นเส้นประสาทสมองเส้น XI ใน amniotes มันเป็น motor ทั้งหมด ในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนม มันมีราก medullary (bulbar) ซึ่งเกิดมาจาก medulla (รูป ๑๕-๒๓) และราก spinal ซึ่งเกิดมาจากปล้องส่วนคอของไขสันหลัง

ศูนย์กลางที่เป็นจุดกำเนิดของราก spinal นั้นมีอยู่ในไขสันหลังหลายปล้อง โดยแบบฉบับแล้วจะมีจำนวน ๕ หรือ ๖ ในคน ๗ ในม้า และน้อยกว่านั้นในสัตว์เลี้ยงลูกด้วย

หลายชนิด ราก spinal เล็ก ๆ จะรวมกันเป็นรากร่วม ซึ่งผ่านไปทางหัวขีกับไขสันหลัง และเข้าไปในช่องกะโหลกทาง foramen magnum ภายในช่องกะโหลก ราก spinal จะเชื่อมกับราก bulbar แล้วจึงเป็นเส้นประสาทสมองที่ ๑๑ (รูป ๑๕-๒๓) ใกล้เคียง ๆ กับ jugular foramen เส้นใยของราก bulbar จะเชื่อมกับ vagus เป็น internal ramus ของเส้นประสาท accessory. Internal ramus ประกอบด้วยเส้นใย preganglionic ของระบบประสาทอัตโนมัติ ส่วนที่เหลือของเส้นประสาทสมองที่ ๑๑ (ประกอบด้วยเส้นใยของ spinal origin) จะผ่านไปเป็น external ramus ไปสู่กล้ามเนื้อ trapezius, sternomastoid, และ cleidomastoid

แม้ว่าเส้นประสาทสมองที่ ๑๑ จะไม่พบในพวกที่ต่ำกว่า amniotes ก็ตาม แต่ส่วนประกอบของเส้นนี้ยังคงเหลืออยู่ในปลาและสัตว์ครึ่งน้ำครึ่งบกหลายชนิด ราก/ๆ หลาย รากสุดท้ายจะรวมกันเป็นเส้นประสาท bulbar accessory ซึ่งมีเส้นใยไปเลี้ยงอวัยวะภายในและกล้ามเนื้อ cucullaris (เป็นกล้ามเนื้อ branchiomeris หนึ่ง) ส่วนเส้นใย spinal ที่เพิ่มขึ้นมาใน amniotes นั้น แสดงให้เห็นว่าเส้นประสาทสมองที่ ๑๑ อาจจะเกิดมาจากซอกของเส้นประสาทสมองและ occipitospinal ของสัตว์มีกระดูกสันหลังชั้นต่ำ

NERVE XII (HYPOGLOSSAL) เส้นประสาทสมองที่ ๑๒ ของ amniotes เป็น motor ยกเว้นเส้นใยที่เป็น proprioceptive มันเกิดจากปลายด้านหางของสมองโดยเป็นซอกของ motor rootlets มันไปเลี้ยงกล้ามเนื้อ myotomal ของลิ้น (genioglossus, styloglossus, hyoglossus, และ lingualis ถ้ามี)

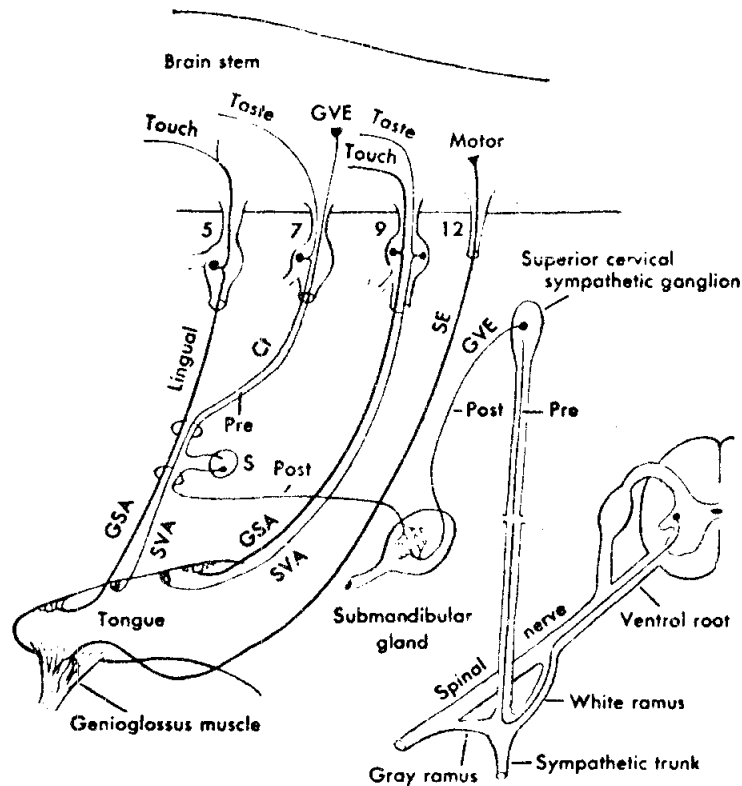
เมื่อพ้นช่อง hypoglossal foramen ออกมาแล้ว เส้นประสาทนี้จะเชื่อมกับเส้นใยที่มาจากเส้นประสาทสันหลังส่วนคอ ๑ หรือหลายเส้น (รูป ๑๕-๒๓) เส้นใยเหล่านี้บางเส้นจะกระจายไปตามแขนงใหญ่ของ hypoglossal ไปสู่กล้ามเนื้อ genioid แต่ส่วนใหญ่ของมันมักออกจาก hypoglossal เพื่อไปเป็น ramus descendens. แขนงนี้จะผ่านไปตามคอและไปเลี้ยงกล้ามเนื้อ myotomal บางมัดของซอก hypobranchial รวมทั้งกล้ามเนื้อ omohyoid, sternothyroid, thyrohyoid, และ sternohyoid (ในนก กล้ามเนื้อ sternohyoid จะไปสัมพันธ์กับกล่องเสียง ดังนั้นบางส่วนของมันจึง

ถูกควบคุมโดย ramus descendens)

การที่ hypoglossal เป็นเส้นประสาทสมองมากกว่าที่จะเป็นเส้นประสาทสันหลังนั้น ก็โดยอาศัยตำแหน่งของ foramen magnum เป็นหลักในการแยก

เช่นเดียวกับเส้นประสาทสันหลัง hypoglossal ไต่กรากบนและปมของคัพภะ (Frorierp's ganglion) แต่อย่างไรก็ตาม รากและปมจะหายไปในเวลาต่อมา

เส้นประสาทที่ ๑๒ เป็นส่วนยื่นของชุด occipitospinal ของปลาและสัตว์ครึ่งน้ำครึ่งบก ซึ่งอาจจะพิจารณาจากความจริงต่อไปนี้ (๑) เส้นประสาท occipitospinal ไต่ลดจำนวนลงในสัตว์ที่สูงกว่าปลา ในขณะที่จำนวนของเส้นประสาทสมองได้เพิ่มขึ้นจาก

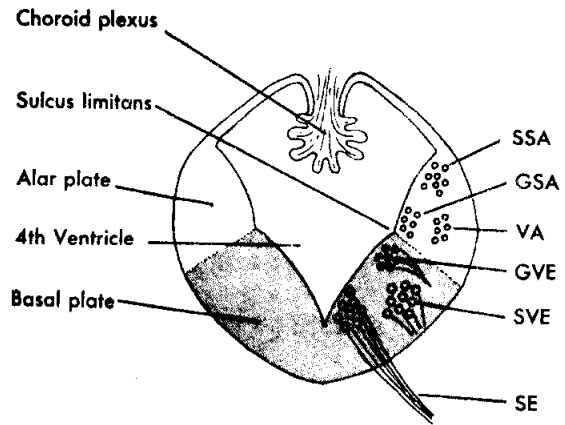


**Fig. 15-24.** Innervation of the tongue and submandibular gland of a mammal (based on cat and man). 5, 7, 9, and 12, Cranial nerves; Ct, chorda tympani; Pre and Post, pre-ganglionic and postganglionic fibers of the autonomic nervous system; S, submandibular ganglion of the autonomic system. A key to the fiber components (GSA, SE, and so forth) is given in Tables 15-1 and 15-2.

**Table 15-2.** Special fiber components of cranial nerves\*

COMPONENTS	INNERVATION AND NERVE
Special somatic afferent fibers (SSA)	Special somatic receptors Retina (II) Membranous labyrinth (VIII) Neuromast organs (VI, IX, and X)
Special visceral afferent fibers (SVA)	Special visceral receptors Olfactory epithelium (I) Taste buds (VII, IX, and X)
Special visceral efferent fibers (SVE)	Branchiomeric muscle (V, VII, IX, X, and XI)

\*In addition to these special components, cranial nerves other than I, II, and VIII have one or more of the general components listed in Table 15-1.



**Fig. 15-25.** Cross section of medulla. Sensory nuclei are in the alar plate; motor nuclei, in the basal plate. The two plates are delimited by the sulcus limitans. **Se**, Somatic motor fibers from cell bodies in somatic motor column. **VA**, sensory nucleus for GVA and SVA fibers. The remaining nuclei are identified in Tables 15-1 and 15-2.

๑๐ เป็น ๑๒ (๒) เส้นประสาทสมองที่ ๑๒

(เช่นเดียวกับเส้นประสาท occipitospinal หลายเส้น) ไม่มีรากบน (๓) เส้นประสาท occipitospinal ของสัตว์มีกระดูกสันหลังชั้นต่ำ ไปเลี้ยงกล้ามเนื้อ hypobranchial และสันักเป็นกล้ามเนื้อ hypobranchial (๔) ในขณะที่กล้ามเนื้อของปลิงถูกเลี้ยงโดยเส้นประสาทสมองที่สุดท้ายใน amniotes นั้น แต่มันจะถูกเลี้ยงโดยเส้นประสาทสันหลังที่ ๑ ใน anamniotes

การไปเลี้ยงโดย sensory และ motor ของสันักของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนม

(รูป ๑๕-๒๔) การไปเลี้ยงสันักของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนม แสดงให้เห็นว่าอวัยวะบางอย่างนี้อาจจะถูกเลี้ยงโดยเส้นประสาทหลายเส้นได้อย่างไร ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับประวัติการเจริญเติบโตของสัตว์แต่ละตัว และประวัติการวิวัฒนาการของบรรพบุรุษ ของส่วนประกอบของมัน เยื่อเมือกทางส่วนหน้าของสันักเป็น endoderm ของ arch ที่ ๑ ดังนั้นจึงถูกเลี้ยงโดยเส้นประสาทที่ ๕ สำหรับปมรับรสบนส่วนนี้ของปลิงถูกเลี้ยงโดยเส้นประสาทที่ ๓ ซึ่งไปเลี้ยงปมรับรส arches ที่ ๑ และ ๒ ในปลา เยื่อเมือกบนส่วนหลังของปลิงถูกเลี้ยงโดยเส้นประสาทที่ ๕ สำหรับทั้งความรู้สึกทั่ว ๆ ไปและการรับรส เพราะจุดกำเนิดของเยื่อเมือกนี้มาจาก visceral arch ที่ ๓ กล้ามเนื้อนั้นเป็น myotomal และถูกเลี้ยงโดยเส้น



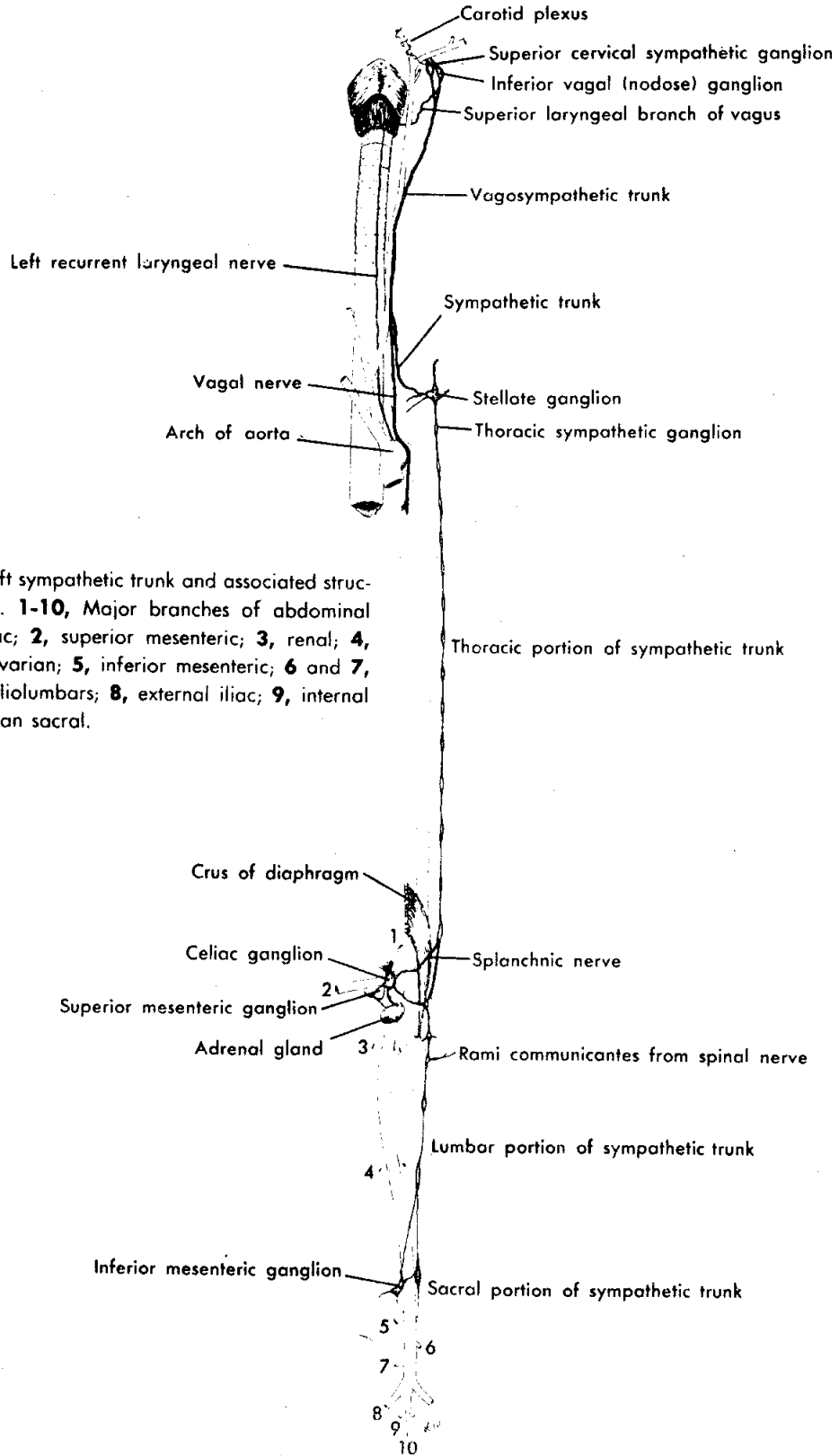
ประสาทที่ ๑๒

แม้ว่าจะมีเส้นประสาทสมองไปเลี้ยงถึง ๔ เส้นก็ตาม แต่ก็มีเพียง ๓ แขนงเท่านั้นที่อาจจะคิดความเข้าไปในสันไค้ เพราะเส้นใยรับรสพื้มาจากเส้นประสาทที่ ๗ (ใน chorda tympani) เข้ามาสู่สันไค้ในฐานะที่เป็นส่วนของ lingual branch ของเส้นที่ ๕

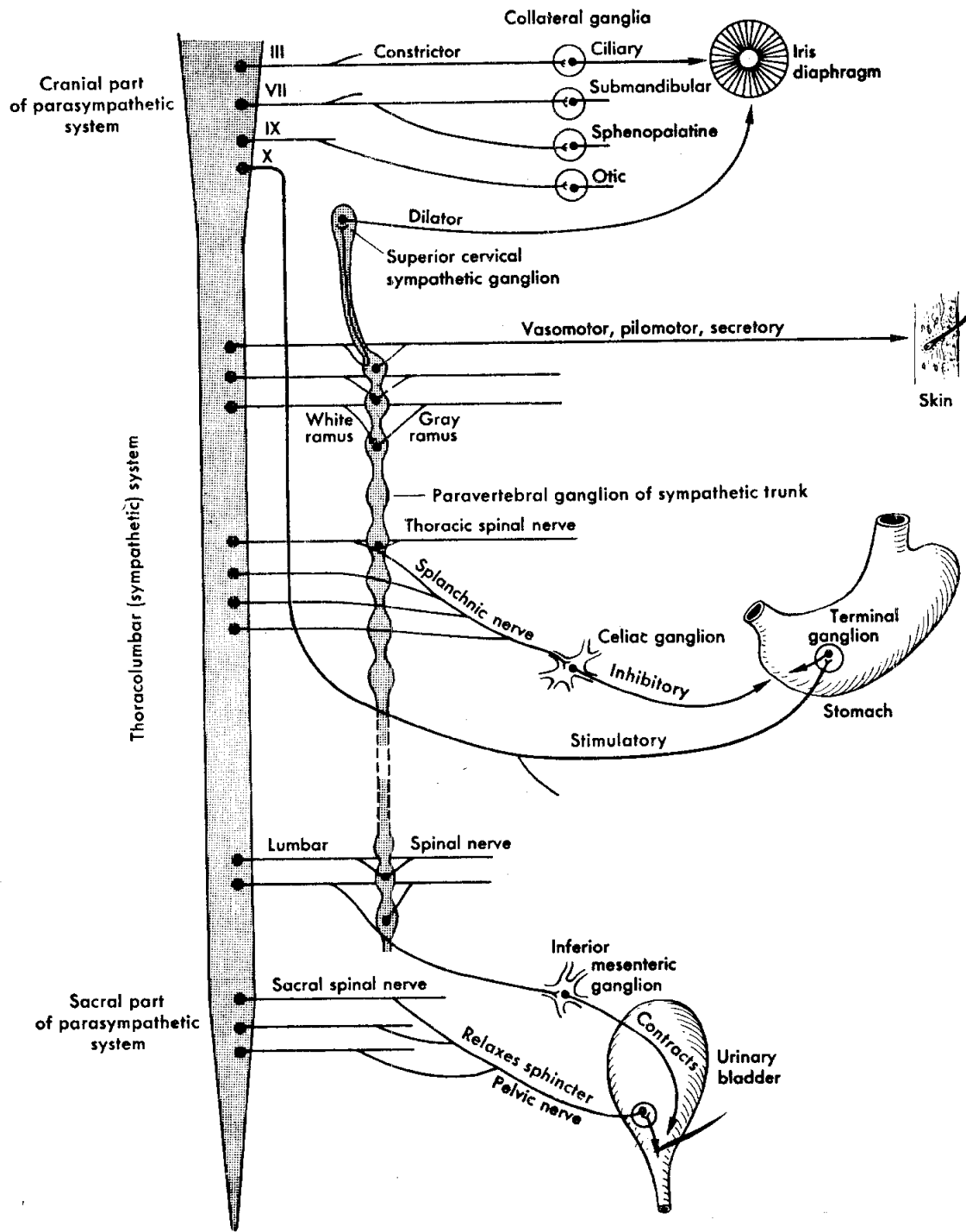
ส่วนประกอบเส้นใยของเส้นประสาทสมอง ได้บรรยายไว้แล้วว่าเส้นใยในเส้นประสาทสันหลังอาจแบ่ง(ตามหน้าที่) ออกได้เป็น ๔ ประเภท (GSA, GVA, SE, และ GVE) แต่ละประเภทจะไปเลี้ยงอวัยวะรับความรู้สึกหรืออวัยวะตอบสนองทั่ว ๆ ไปเฉพาะชนิด (ตาราง ๑๕-๑) จำนวน ๑ (หรือมากกว่า ๑) ของประเภทเหล่านี้อาจถูกพบอยู่ในเส้นประสาทสมองส่วนใหญ่ คือ SE ใน III, IV, VI, และ XII; GVE (เส้นใยอัตโนมัติ) ใน III, VII, IX, X, และ XI; GSA (นอกจาก proprioceptive) ส่วนใหญ่ใน V; และ GVA ใน VII, IX, และ X นอกจากจะมีประเภทต่าง ๆ ที่มีส่วนประกอบของเส้นใยแบบทั่ว ๆ ไปดังที่ได้อธิบายมาแล้ว เส้นประสาทสมองบางเส้นยังมีส่วนประกอบแบบพิเศษ ซึ่งแบ่งออกเป็น ๓ ประเภทคือ SSA, SVA, และ SVE (ตาราง ๑๕-๒) แต่ละเส้นใยประสาทที่ได้กล่าวมานี้จะเริ่มต้นหรือสิ้นสุดในสมองหรือไขสันหลังใน column ของสารสีเทา (รูป ๑๕-๒๕)

ระบบประสาทอัตโนมัติ (AUTONOMIC NERVOUS SYSTEM) ระบบประสาทอัตโนมัติคือ ระบบประสาทที่ไปเลี้ยงอวัยวะต่าง ๆ กล้ามเนื้อเรียบ และกล้ามเนื้อหัวใจ ส่วนใหญ่ประกอบด้วย เส้นประสาทอัตโนมัติ คาซายประสาท และปมประสาท (รูป ๑๕-๒๖ และ ๑๕-๒๗) มันไม่สามารถจะถูกยาคักเอาออกจากระบบประสาทที่เหลือ เพราะส่วนประกอบของมันเริ่มต้นภายในระบบประสาทส่วนกลางและออกมาทางเส้นประสาทสมองหรือสันหลัง โดยประเพณีแล้ว ระบบนี้ถูกจำกัดความว่าเป็นระบบมอเตอร์ของอวัยวะภายใน (visceral motor system) แต่อย่างไรก็ตาม บางครั้งก็มีเส้นใย sensory จากอวัยวะภายในรวมอยู่ในระบบอัตโนมัติด้วย

เซลล์ประสาท motor ๒ เซลล์ในซุก จะนำ impulse จากสมองหรือไขสันหลังไปสู่ visceral effector ที่เป็นแบบฉบับ เซลล์ประสาทเซลล์นรก (preganglionic neuron) ของสายจะมีตัวเซลล์อยู่ในระบบประสาทส่วนกลาง และเส้นใย pre-



**Fig. 15-26.** Left sympathetic trunk and associated structures of a cat. **1-10**, Major branches of abdominal aorta: **1**, celiac; **2**, superior mesenteric; **3**, renal; **4**, spermatic or ovarian; **5**, inferior mesenteric; **6** and **7**, left and right iliolumbars; **8**, external iliac; **9**, internal iliac; **10**, median sacral.



**Fig. 15-27.** Representative components of the autonomic nervous system of a mammal. Innervation of iris diaphragm, skin, stomach, and urinary bladder. Arrows emphasize dual control exerted elsewhere than in the skin by craniosacral and thoracolumbar systems. Pre-ganglionic fibers are those with a cell body (black dot) in the central nervous system. Post-ganglionic fibers are those with a cell body in a ganglion.

ganglionic จะไปสิ้นสุดในปมอักษโนมิตี เซลล์ประสาทเซลล์ที่สอง (postganglionic neuron) จะมีตัวเซลล์อยู่ในปม เส้นใยของมันยื่นไปสู่ effector

ระบบอักษโนมิตีประกอบด้วยระบบ thoracolumbar (sympathetic) ซึ่งออกมาจากไขสันหลังทางเส้นประสาท thoracic และ lumbar และระบบ craniosacral (parasympathetic) ซึ่งออกมาจากสมองทางเส้นประสาทสมองที่ III, VII, IX, X, และ XI และจากไขสันหลังทางเส้นประสาทสันหลัง sacral หลายเส้น โครงสร้างอวัยวะภายในส่วนใหญ่ (ยกเว้นที่อยู่ในผิวหนัง) ถูกเลี้ยงโดยเส้นใย postganglionic จากทั้ง ๒ ระบบ ผลจากการกระตุ้นของระบบหนึ่งจะไปวางผลแห่งการยับยั้งของอีกระบบหนึ่ง เพื่อให้เกิดการตอบสนองที่เหมาะสม

ปมของระบบประสาทอักษโนมิตีอาจแบ่งออกได้เป็น ๓ ประเภทคือ paravertebral, collateral, และ terminal ganglia ปม paravertebral (chain) อยู่ใกล้กับกระดูกสันหลัง และ(ยกเว้นในปลาบางชนิด) ต่อกันเป็น sympathetic trunk ไปตามความยาว (รูป ๑๕-๒๖) มี(โดยประมาณ)ปม paravertebral ๑ ปม ต่อเส้นประสาทส่วนอกและส่วนบั้นเอว ๑ เส้น แต่จะมีหลายปมในบริเวณคอ ปม paravertebral ส่วนอกและบั้นเอวจะเชื่อมกับเส้นประสาทสันหลังส่วนอกหรือบั้นเอวที่อยู่ใกล้ที่สุดโดยทาง white ramus communicans ซึ่งจะนำเส้นใย preganglionic จากเส้นประสาทสันหลังเข้าไปในปม มันยังนำ visceral afferent fibers ไปสู่เส้นประสาทสันหลังอีกด้วย Gray ramus communicans (ไม่มีในปลากระดูกกรูบ) จะส่งเส้นใย postganglionic บางเส้นกลับไปสู่เส้นประสาทสันหลัง เพื่อกระจายไปสู่ผิวหนังในรูปของเส้นใย vasomotor, pilomotor, และ secretory (รูป ๑๕-๒๗) ปม paravertebral มีตัวเซลล์ของเส้นใย postganglionic ไปสู่ผิวหนัง หัว และหัวใจ

Collateral ganglia ในหัวจะอยู่นอกกะโหลก และในช่องท้องมันจะอยู่ใกล้กับแขนงหนึ่งของ abdominal aorta มันไม่ได้เป็นส่วนของสาย ปม collateral ในหัวจะสัมพันธ์กับเส้นประสาทสมอง III (ciliary ganglion), VII, (ปม sphenopalatine และ submandibular) และ IX (otic ganglion) และส่งเส้นใย parasympathetic postganglionic ไปสู่อวัยวะภายในหัว

มันรับเส้นใย preganglionic จากเส้นประสาทสันหลังทาง visceral nerves เช่น splanchnic (รูป ๑๕-๒๓)

Terminal ganglia ตั้งอยู่ภายในผนังของอวัยวะที่จะถูกเลี้ยง มันจะมีอยู่เฉพาะที่ preganglionic endings ของระบบ parasympathetic ในลำตัว ตัวเซลล์ในปมเหล่านี้จะส่งเส้นใย postganglionic สั้น ๆ ไปสู่เนื้อเยื่อที่จะถูกเลี้ยง

ในการออกมาจากปมอัตโนมัติ นั้น เส้นใย postganglionic (ยกเว้นพวกที่เข้ามาในเส้นประสาทสันหลังทาง gray ramus) จะสร้างตาข่ายบนผิวของเส้นเลือดที่อยู่ใกล้ ๆ และติดตามเส้นเลือดเหล่านี้ไปสู่อวัยวะที่จะถูกเลี้ยง ตาข่าย (plexuses) carotid และ celiac ประกอบด้วยเส้นใยที่ออกมาจากปม superior cervical และ celiac ตามลำดับ

ในลำตัวมีกระดูกสันหลังทั้งหมด ระบบประสาทอัตโนมัติจะอยู่ภายใต้การควบคุมของอำนาจจิตใจ นั่นคือ motor impulses ถูกกระตุ้นให้เกิดขึ้นโดยอัตโนมัติ โดย visceral afferent impulses เราแทบจะไม่รู้สึกตัวเลย ไม่ว่าจะเป็นการกระตุ้นหรือการตอบสนอง