

บทที่ ๒
เซลล์วิทยาและจุลกายวิภาคศาสตร์เบื้องต้น
(Elementary Cytology and Histology)

นักศึกษาทุกคนย่อมทราบว่าร่างกายคนเราประกอบด้วยระบบต่าง ๆ เช่น ระบบไหลเวียนเลือด ระบบหายใจ และระบบประสาท เป็นต้น และอาจจะทราบต่อไปว่าแต่ละระบบยังประกอบด้วยอวัยวะต่าง ๆ เช่น ระบบไหลเวียนเลือดประกอบด้วย หัวใจ เส้นเลือดแดง เส้นเลือดดำ และเส้นเลือดฝอย ระบบประสาทประกอบด้วย สมอง ไขสันหลัง และเส้นประสาท อวัยวะยังประกอบด้วยเนื้อเยื่อ เช่น เยื่อกล้ามเนื้อ เยื่อประสาท เยื่อเกี่ยวพัน และเยื่ออื่น ๆ เนื้อเยื่อแต่ละชนิดประกอบด้วยเซลล์และผลิตภัณฑ์ของเซลล์ เซลล์คือหน่วยโครงสร้างของสิ่งมีชีวิตทั้งพืชและสัตว์

สิ่งมีชีวิตหรือโปรโตพลาซิมมักอยู่ในรูปของเซลล์ สิ่งมีชีวิตชั้นต่ำประกอบด้วยเซลล์เพียงเซลล์เดียว แต่สัตว์ชั้นสูงประกอบด้วยเซลล์จำนวนพันล้าน (หรือล้านล้าน) ชนิดต่าง ๆ กัน พร้อมทั้งผลิตภัณฑ์ของเซลล์ เซลล์เหล่านี้มีโครงสร้างและขนาดต่างกัน เพื่อทำหน้าที่ต่าง ๆ ในร่างกาย การศึกษาเซลล์ เนื้อเยื่อ หรือสิ่งมีชีวิตทั้งตัว (ขนาดเล็ก) นั้นทำได้โดยการฆ่าสิ่งเหล่านั้น (หรือโดยการใส่สารเคมีบางอย่าง) แล้วย้อมด้วยสีชนิดต่าง ๆ เพื่อแสดงส่วนต่าง ๆ ได้ชัดเจนยิ่งขึ้น โดยวิธีนี้สามารถศึกษาได้ทั้งอวัยวะ เนื้อเยื่อ และโครงสร้างของเซลล์ได้อย่างน่าทึ่งจากสไลด์ที่เตรียมไว้เป็นอย่างดี

เซลล์ (Cell)

การยกเอาเรื่องเซลล์มาศึกษาในเบื้องต้นนี้ ไม่เพียงแต่เพราะเซลล์เป็นหน่วยของโปรโตพลาซิมเท่านั้น แต่เพราะความรู้เบื้องต้นของเซลล์มีความจำเป็นในฐานะเป็นรากฐานในการปฏิบัติการของวิชาทั้งหมด ความรู้เกี่ยวกับเซลล์เป็นพื้นฐานในการศึกษาโครงสร้างของเนื้อเยื่อ อวัยวะ และสิ่งมีชีวิตทั้งตัว ความรู้เกี่ยวกับการสัมพันธ์กันของมันนั้นนับว่าจำเป็นเพราะจะช่วยให้เข้าใจปรากฏการณ์ของการสืบพันธุ์ การเจริญเติบโต พฤติกรรม กรรมพันธุ์ และหน้าที่ทางสรีรวิทยาของสุขภาพและโรคภัย ความก้าวหน้าของวิทยาศาสตร์ชีวภาพและการแพทย์ขึ้นอยู่กับความรู้เกี่ยวกับเซลล์ ปัญหาทางชีววิทยาและการแพทย์มากมายที่ยังไม่อาจแก้ไข เช่น ปัญหาเกี่ยวกับมะเร็ง กุญแจที่จะนำไปไขปัญหาเหล่านี้จะต้องค้นหาในเซลล์ (ในการวิเคราะห์ขั้นสุดท้าย) ตัวอย่างของเซลล์สัตว์ที่ยังไม่เปลี่ยนแปลงไปแค่นั้น ไซท์ที่ยังไม่ถูกผสมของสัตว์มากมายในการศึกษาเบื้องต้นนี้เราใช้ไซท์ของปลาขาว เพราะหาได้ง่ายเป็นปริมาณมาก ๆ และสามารถศึกษาความวิจิตรประสงคของเราอย่างพอเพียง ไซท์ถูกฆ่าและย้อมสีเพื่อแสดงโครงสร้างที่สำคัญบางอย่าง จากนั้นก็เตรียมเป็นสไลด์ถาวร สไลด์ที่เตรียมไว้แต่ละแผ่นจะมีเซลล์รูปกลม ๆ มากมายซึ่งภาพที่ได้แสดงไว้ในรูป ๒ จึงควรจุกูรูอย่างถี่ถ้วนและศึกษาโครงสร้างที่ได้ให้ชื่อไว้

จงตรวจจุกูรูสไลด์ของท่านซึ่งมีไซท์ของปลาขาวอยู่และเลือกเซลล์ที่กลมจริง ๆ ไว้ ๑ เซลล์ (ใช้ขอบเจดศีกกำลังขยายต่ำ) เลื่อนสไลด์เพื่อให้เซลล์อยู่ใกล้ศูนย์กลางของจอภาพ แล้วจึงหมุนล้อมเจดศีกกำลังขยายสูงเข้าแทนที่ ปรับแสงและโฟกัสให้ดี จงสังเกตุส่วนที่เห็นคิของ

PLATE I

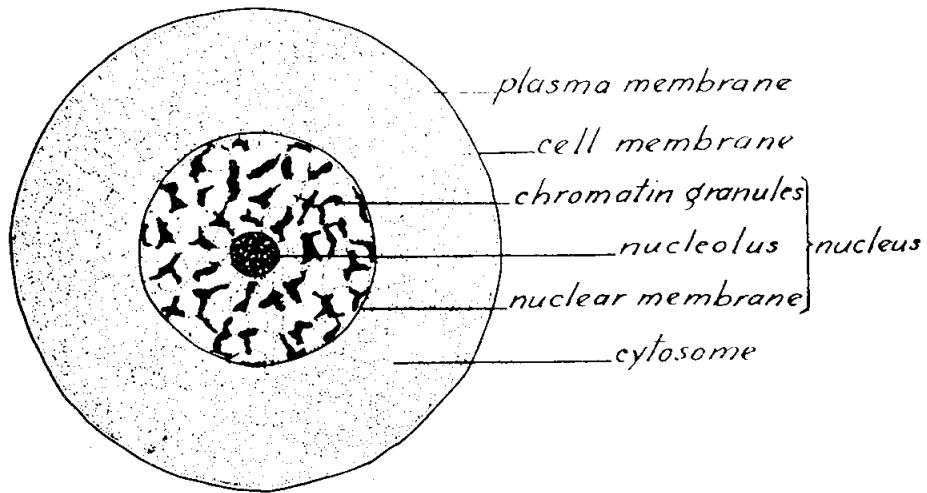


Fig. 2. THE CELL (Starfish Egg)

1. Unfertilized Egg of the Starfish

2. Erythrocyte
 of Salamander

3. Imaginary Longitudinal
 Section of Erythrocyte

4. Imaginary Cross
 Section of Ery-
 throcyte

๒ ส่วน คือส่วนกลม ๆ ที่อยู่ตรงกลางเซลล์หรือ nucleus และส่วนที่อยู่รอบ ๆ ของตัวเซลล์ หรือ cytosome สารของไซโตพลาซึมเรียกว่า cytoplasm ซึ่งมีชั้นที่ไมโครโปรโตพลาซึมหุ้ม อยู่ข้างนอก ชั้นนี้เรียกว่า cell membrane ซึ่งไม่ใช่ cell wall

เซลล์ เมมเบรนของเซลล์มีความลักษณะคล้ายโปรตีนซึ่งบางมากและมีคงอได้ คำว่า "cell wall" เหมาะที่จะใช้กับผนังเซลล์ของพืชชั้นสูงซึ่งหนากว่าและเป็น pectinaceous เพราะเป็นส่วนประกอบส่วนใหญ่เป็นคาร์โบไฮเดรต (polysaccharides เช่น cellulose, hemicelluloses, และ pectins) ในกรณีของพืชเนื้อแข็ง ผนังเซลล์จะหนามากเพื่อ ค้ำจุนลำต้นขนาดใหญ่เช่นต้นไม้ (trees) ไม้

ชั้นบาง ๆ ของโปรโตพลาซึมที่หุ้ม cytosome ไม้เรียกว่า plasma membrane ในเซลล์สัตว์ที่ยังมีชีวิตอยู่ เยื่อชั้นนี้จะมิได้อยู่โดยไม่เปลี่ยนแปลง มันประกอบเป็นส่วนนอกสุดของกอนโปรโตพลาซึมเล็ก ๆ ในแต่ละเซลล์ จึงพยายามแปลความหมายของเซลล์ โครงสร้างส่วนอื่น ๆ ทั้งสามมิติ

มีเยื่อหุ้มนิวเคลียสเรียกว่า nuclear membrane ภายในนิวเคลียสมี chromatin granules การเรียกเช่นนี้เพราะว่ามันคึกคึกอย่างเฉพาะเจาะจง นิวคลีโอลัส (nucleolus) เป็นก้อนกลม ๆ คึกคึกเข้มอยู่ในนิวเคลียส ในช่องว่างที่เว้นไว้ในหน้า จงวาดรูปเซลล์ไซ (ปลาควา) ที่ท่านได้เลือกไว้ ให้มีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ ๒ นิ้ว พร้อมทั้งให้ ข้อสังเกตต่าง ๆ ถึงรูปที่แสดงไว้ข้างบน

กายวิภาคศาสตร์ของกบ

ความมุ่งหมายของการศึกษากบที่คงพอมีมาดีใหม่ ๆ นี้ มีได้ตั้งใจที่จะให้ความรู้ อย่างละเอียดเกี่ยวกับกายวิภาคศาสตร์ของสัตว์มีกระดูกสันหลังแก่นักศึกษา แต่ต้องการที่จะให้นักศึกษามีโอกาสได้เห็นและทดลองอวัยวะและเนื้อเยื่อต่าง ๆ เช่นเกี่ยวกับสภาพที่มันเป็นอยู่ในร่าง กายที่มีชีวิต

ในการปฏิบัติครั้งแรก ต้องการให้นักศึกษาได้ตระหนักถึงความจริงที่ว่า ร่างกาย ของสัตว์ (รวมทั้งคนเราด้วย) ประกอบด้วยอวัยวะต่าง ๆ อวัยวะประกอบด้วยเนื้อเยื่อ และเนื้อ เยื่อก็คือกลุ่มของเซลล์ที่มีโครงสร้างและหน้าที่อย่างเดียวกัน

ในระหว่าง ๒ - ๓ สัปดาห์ต่อไป นักศึกษาจะได้ศึกษาเนื้อเยื่อชนิดต่าง ๆ เช่น

Class 1. Epithelial tissue ซึ่งปกคลุมผิว บุช่องว่าง บุท่อ ฯลฯ ชนิดของเนื้อเยื่อชนิดนี้ได้แก่

- ก. Stratified พบในผิวหนัง หรือชั้นนอกสุดของผิวหนัง
- ข. Pavement ในหัวใจ
- ค. Columnar ซึ่งบุกระเพาะและลำไส้
- ง. Ciliated ในท่อน้ำไข ฯลฯ
- จ. Cuboidal ในท่อนต่าง ๆ

Class 2. Muscular มีหน้าที่พิเศษเกี่ยวกับการหดตัว ได้แก่

ก. Striated หรือ voluntary muscle เช่นเดียวกับกล้ามเนื้อหัวใจของแขนและขา

ข. Smooth หรือ involuntary ใต้อาณัติของเส้นเลือกกระเพาะและลำไส้

ค. Cardiac ในหัวใจ

Class 3. Supporting หรือ sustentative ใต้อาณัติ

ก. Bone

ข. Cartilage

ค. Connective tissues ซึ่งยึดผิวหนังให้ติดกับส่วนที่อยู่ข้างใต้ (tendon) ยึดกล้ามเนื้อให้ติดกับกระดูก (ligaments) ซึ่งยึดกระดูกไว้ตรงข้อ

Class 4. Nervous เพื่อส่งความรู้สึก (impulses) เนื้อเยื่อนี้รวมทั้งสมอง ไขสันหลัง และเส้นประสาท

Class 5. Vascular ใต้อาณัติและนำเหลือง สำหรับนำสารต่าง ๆ เช่น ออกซิเจน อาหาร และของเสีย ฯลฯ

ก่อนที่จะศึกษาเนื้อเยื่อนี้ต่าง ๆ ด้วยกล้องจุลทรรศน์ ขอแนะนำว่าควรจะให้โอกาสแก่นักศึกษาได้เห็นโครงสร้างที่โตกล่าวถึงของร่างกายสัตว์ ซึ่งได้นำมาเตรียมสไลด์ถาวรเพื่อใช้ศึกษาในวิชานี้

วิธีการนั้น ควรสาธิตให้ดูเสียก่อน เพราะนักเรียนจะต้องผ่าตัด คิวหา เข้าไปในโครงสร้างต่าง ๆ นักศึกษาควรตระหนักอยู่เสมอว่า อวัยวะและเนื้อเยื่อของกบนั้นคล้ายคลึงกับของคนมาก

การผ่าตัด (Dissection) ความต้องการ (วัตถุประสงค์) ในการผ่าตัดกบนี้ ก็เพื่อศึกษาส่วนต่าง ๆ ๒๖ ส่วนด้วยกัน ดังที่ได้แสดงไว้ในรูป ๓ ซึ่งได้ให้หมายเลขเรียงตามลำดับไว้แต่ละข้าง ในคำอธิบายต่อไปจะให้หมายเลขประจำส่วนต่าง ๆ เพื่อให้นักศึกษาจะได้พบ "จุด" ที่ต้องการอย่างรวดเร็ว

ผูกกบไว้กับฉากผ่าตัดโดยหงายท้องขึ้น เอาเข็มหมุดปักไว้ที่ปลายขากรรไกรและก้นทั้ง ๔ ไซปากคีบจับผิวหนังขึ้นมาแล้วตัดตามยาวจากบริเวณกระเพาะมีสสาร (๔) ถึงปลายขากรรไกร ผิวหนังเป็นเนื้อเยื่อชนิด stratified epithelium จงสังเกตของนำเหลืองระหว่างหนังและผนังตัว ผนังยึดติดกับร่างกายโดยเยื่อเกี่ยวพันทางคานข้างและส่วนอื่น ๆ ยกกล้ามเนื้อท้องขึ้นมาแล้วตัดตามยาวให้ทะลุผนังตัวถึงส่วนอก (ดูรูป ๑๔๔) จงสังเกตกระดูกอ่อนของกระดูกอก พร้อมทั้งช่องว่างของลำตัว (body cavity) ซึ่งมีอวัยวะภายในอยู่ ให้เข็มหมุดปักผนังตัวที่เอาออกมาไว้ทางคานข้าง ศึกษาส่วนต่าง ๆ จากหมายเลข ๓ ถึง ๔ และ ๑๗ ถึง ๒๒ คู่ตำแหน่งความธรรมชาติ ขนาด รูปร่าง สี และลักษณะ เยื่อของท้องคือ peritoneum ซึ่งจะยื่นออกมายึดกระเพาะ ลำไส้ ฯลฯ เรียกว่า mesentery (๒๑) ซึ่งนักศึกษาก็จะเห็นว่ามันเป็น pavement epithelium

ตัดกระดูกอกและเยื่อหุ้มรอบหัวใจ (pericardium) (๒) เพื่อให้เห็นหัวใจ (๑๕) เส้นเลือดใหญ่ (๑๔) และปอด (๑๖) และเลือกจากปลายนิ้วมือของท่านลงไปบนสไลด์ ๑ หยด (ตรงกลางสไลด์) ปีกคิ้วกระຈກປັດ แล้วตรวจดูเลือกด้วยกล้องจุลทรรศน์ จะเห็นเม็ดเลือดแดง—เป็นรูปรีขนาดใหญ่จำนวนมาก กับเม็ดเลือดขาวซึ่งมีขนาดเล็กและจำนวนน้อยกว่า จากนั้นให้วางกล้องจุลทรรศน์ทิ้งไว้สัก ๕ ถึง ๑๐ นาที แล้วจึงตรวจดูอีกครั้งหนึ่งเพื่อสำรวจว่าเม็ดเลือดขาวได้เปลี่ยนแปลงรูปร่าง และมีการเคลื่อนที่อย่างช้า ๆ หรือไม่ (ไม่ควรใช้เวลาเพื่อการนี้มากนัก)

ตัดหนังให้ซากเป็นวงรอบครึ่งบริเวณสะโพก แล้วขลิบลงไปทางขาอ่อน จากนั้นจึงใช้นิ้วมือจับหนังปลิ้นคานในออกมาแล้วลอกหนังออกโดยรูดไปทางปลายขา จนหลุดออกจากปลายนิ้วกึ่งสังเกตกล้ามเนื้อสาย (๑๓) อันแข็งแรงซึ่งมีมากมาย โดยจะยึดติดกับกระดูกค้ำ tendon (๑๑ และ ๑๒) ให้สังเกต tendon ในคิ้วค้ำ ลอดนิกเอ็นของ Achilles (๑๒) กต่อไปใช้เข็มผ่าตัดกรีดเยื่อเกี่ยวพันที่หมักกล้ามเนื้อใหญ่ (มักหนักโต) ออก แล้วเขี่ยเอาใยกล้ามเนื้อออกมาตะบนสไลด์ชนิดหนอย หยคน้ำลงไป ๑ หยด ปีกคิ้วกระຈກປັດ แล้วตรวจดูด้วยกล้องจุลทรรศน์

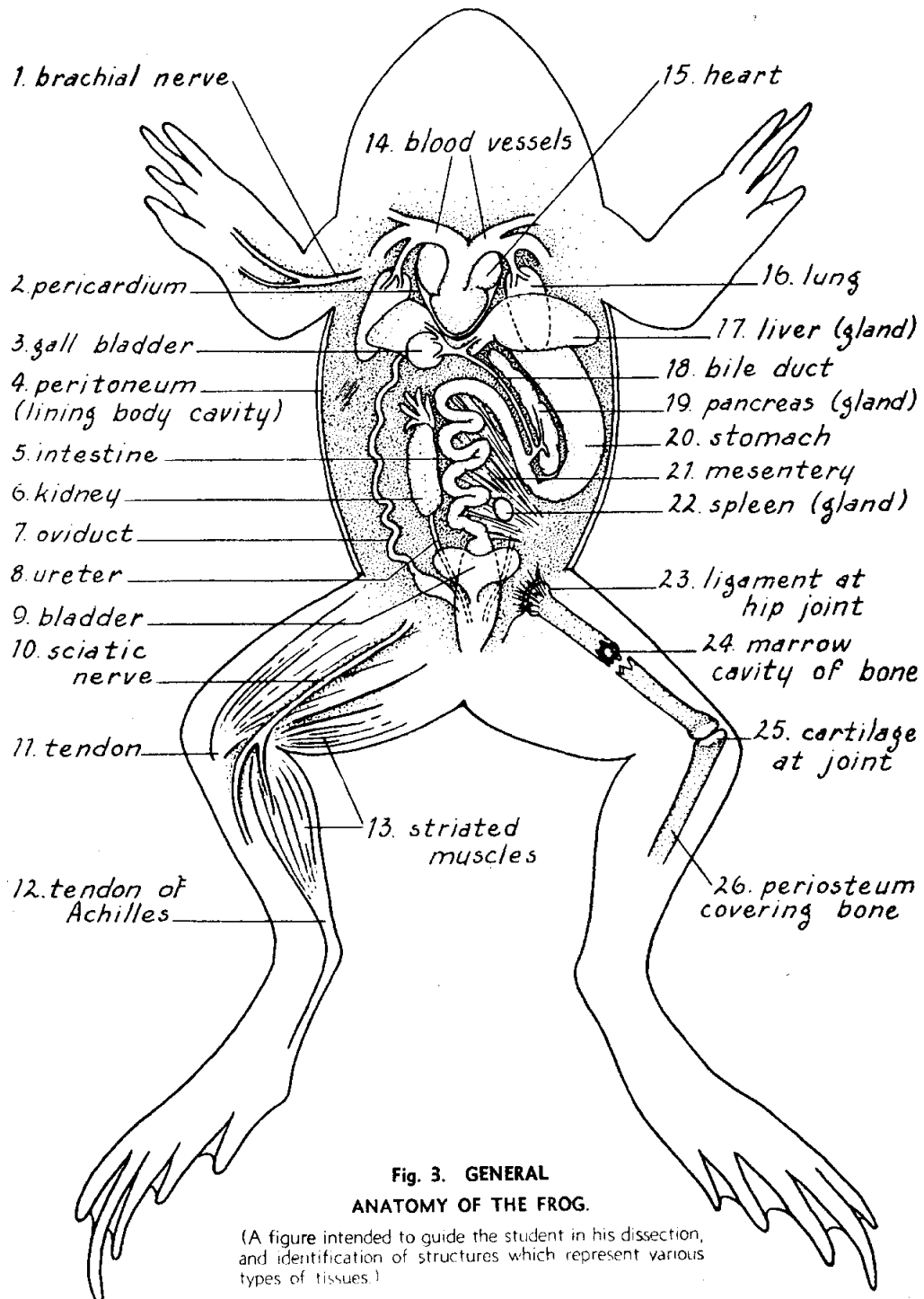
จงสังเกต sciatic nerve (๑๐) และ brachial nerve (๑) พร้อมทั้ง spinal nerve ซึ่งอยู่โตโต (๖) ริมผ่าตัดเอาเนื้อเยื่อออกจากส่วนบนของขาจนถึงกระดูก จงสังเกต periosteum (๒๖) ของกระดูก หักกระดูกออกเป็น ๒ ท่อนแล้วสังเกต marrow cavity (๒๔) ผ่าตัดเอาเนื้อเยื่อออกอีกจนกระทั่งแลเห็น ligaments ตรงข้อสะโพก (๒๓) ตักเอาเอ็นนี้ออกเพื่อกระดูกอ่อนซึ่งอยู่ในข้อ ball-and-socket ตรงปลายของท่อนกระดูก (๒๕) ผ่านกระดูกอ่อนเป็นชั้นบาง ๆ ที่สึกแล้วนำไปส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ (ดูรูปที่ ๒๒)

ถ้ามีเวลา จงแกะกระดูกส่วนบนของกะโหลก (รูป ๑๔๓) และกระดูกสันหลังออกเพื่อตรวจสอบและใช้สลับหลัง สังเกตลักษณะอันอ่อนนุ่มของเยื่อประสาทนี้ จงผ่าตัดดูคอมชนิดต่าง ๆ รวมทั้งโครงสร้างอื่น ๆ ค้ำ ทั้งขยะทั้งหมดลงในถังเก็บขยะ และล้างจากผ่าตัดค้ำด้วยน้ำเย็น

เนื้อเยื่อ (Tissues)

เนื้อเยื่อคือกลุ่มเซลล์ที่เหมือนกันรวมทั้งสารภายในเซลล์ด้วย ซึ่งทำหน้าที่ร่วมกัน เนื้อเยื่อของร่างกาย (somatic tissue) ซึ่งมีอยู่มากมายหลายชนิด แบ่งออกเป็น ๕ ประเภทใหญ่ ๆ ค้ำกัน ตามโครงสร้างและหน้าที่ ได้แก่ ๑. Epithelial, ๒. Muscular, ๓. Supporting, ๔. Nervous, ๕. Vascular. เนื้อเยื่อบางประเภททั้งกลวประกอบด้วยเนื้อเยื่อชนิดต่าง ๆ มากมาย ในกรณีของเนื้อเยื่อค้ำจุนประกอบด้วยเนื้อเยื่อ เช่น กระดูก กระดูกอ่อน เอ็นต่าง ๆ และเยื่อเกี่ยวพันชนิดต่าง ๆ ๖. Germinal tissue

เนื้อเยื่อ Vascular tissue ซึ่งได้แก่ เลือด และ น้ำเหลือง บางทีก็จัดเป็นเนื้อเยื่อค้ำจุน ของเหลวจี้กว่าเป็นสารที่อยู่ระหว่างเซลล์ แต่ในกรณีนี้ยกเว้น ของเหลวระหว่างเซลล์ไม่ใช่สารที่เม็ดเลือดสร้างขึ้น หน้าที่ของเลือดและน้ำเหลืองคือการลำเลียงสารต่าง ๆ ซึ่งได้แก่อาหารและของเสียจากส่วนต่าง ๆ ของร่างกายไปสู่ส่วนอื่น ๆ



Vascular Tissue

เลือด (Blood) เลือดของสัตว์ที่มีกระดูกสันหลังเป็นของเหลวสีนํกเคลื่อนที่อยู๋ตลอดเวลาเพราะไหลเวียนอยู่ในระบบทอปิด (เช่นเลือด) เลือดของคนเรามีประมาณ ๘ เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักร่างกาย ประกอบด้วยของเหลวที่เกือบจะไม่มีสีคือ น้ำเลือด (plasma) และเม็ดเลือดหลายชนิดลอยอยู่ในน้ำเลือด ในสไลด์ถาวรที่ย้อมสีจะไม่เห็นน้ำเลือด ส่วนเซลล์ต่าง ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเม็ดเลือดแดงจะมีคโมเจนเสียรูป เนื่องจากน้ำยาที่ใช้ในการเตรียมสไลด์

เลือดของซาลาแมนเดอร์ เลือดของซาลาแมนเดอร์และ Amphibia อื่น ๆ เช่น กบและคางคกเป็นตัวอย่างที่สำคัญสำหรับศึกษา เพราะเซลล์เม็ดเลือดมีขนาดใหญ่ เลือดประกอบด้วยเซลล์ ๓ ชนิด จงแยกชนิดของเซลล์โดยเทียบกับรูปข้างล่างนี้ (รูปที่ ๔-๘) ทั้งนี้ให้ใช้กำลังขยายต่ำก่อนแล้วจึงเปลี่ยนเป็นกำลังขยายสูง

BLOOD OF THE SALAMANDER

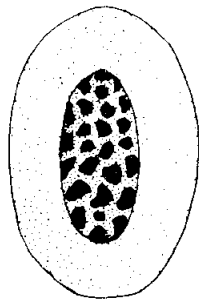


Fig. 4. ERYTHROCYTE.

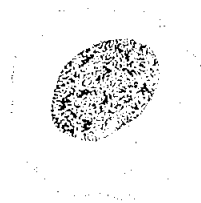


Fig. 5. MONOCYTE.

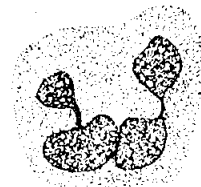


Fig. 6. HETEROPHIL.



Fig. 7. EOSINOPHIL.

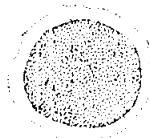


Fig. 8. LYMPHOCYTE.



Fig. 9. THROMBOCYTE.

เม็ดเลือดแดง หรือ Erythrocytes พวกนี้มีจำนวนมาก ขนาดใหญ่ เซลล์แบน เป็นรูปไข่ทางคานีว เลือดบนสไลด์ที่กำลังดูอยู่นี้เป็นชั้นฟิล์มบาง ๆ ถ้ามองทางคานีวข้างมันจะปรากฏเป็นเซลล์ยาว ๆ และคองข้างแบน เมื่อเซลล์ยังมีชีวิตจะอ่อนนุ่มมากแต่เคลื่อนที่ไม่ได้ จึงเลือกเซลล์ที่เป็นรูปไข่โดยสมบูรณ์เพื่อศึกษาส่วนประกอบ ให้สังเกตธรรมชาติของ cytosome ซึ่งมีลักษณะเป็นเนื้อเดียวกัน ในนิวเคลียสจะเห็น chromatin ซึ่งเป็นเม็ดหยาบ ๆ แต่ไม่เห็น nucleolus ผนังเซลล์นั้นบางและบึกหนูนมาก

จงวาดรูปใหม่มีความยาวประมาณ ๒ นิ้ว เพื่อแสดงรูปร่างและอัตรารส่วนที่ถูกต้องระหว่างความยาวและความกว้างของเม็ดเลือดแดง แสดงรายละเอียดของนิวเคลียสแต่ละส่วน cytosome ให้ทิ้งว่างไว้ (ให้ดูตัวอย่างในหน้า ๑๑) บนแผ่นเดียวกันนั้น ในช่องที่ ๓ ให้วาดรูปเซลล์

ศึกษายาว ส่วนในรูปที่ ๔ ให้วากรูปเซลล์ศึกษายาว

๒. เม็ดเลือดขาว หรือ Leucocytes ซึ่งต่างกับเม็ดเลือดแดงอย่างเห็นได้ชัด คือ เม็ดเลือดขาวไม่เหมือนกันทั้งหมด มีหลายชนิด และใน Amphibians จะมีขนาดเล็กกว่าเม็ดเลือดแดงมาก ขณะมีชีวิตจะไม่มีสี และเม็ดเลือดขาวทั้งหมดสามารถเคลื่อนที่แบบอมีบาได้ไม่มากนัก (ถ้าหากไม่เคยเห็นการเคลื่อนที่ของอมีบา ผ่านการดูการสาธิตสักครู่เพื่อจะได้แนวความคิดว่า "การเคลื่อนที่แบบอมีบา" นั้นคืออะไร ในตอนนี้อย่าศึกษาเรื่องนี้นานนักเพราะท่านยังมีโอกาสได้สังเกตเกี่ยวกับเรื่องนี้อีกมากมายในภายหลัง) เม็ดเลือดขาวมีจำนวนน้อยกว่าเม็ดเลือดแดง

โดยอาศัยรูปที่ ๕-๘ จงแยกชนิดและศึกษา ในเชิงเปรียบเทียบ ของเม็ดเลือดขาวชนิดต่าง ๆ ต่อไปนี้

ก. Lymphocyte มีขนาดเล็ก นิวเคลียสใหญ่ ไซโทพลาซึมเป็นชั้นบางใส

ข. Monocyte หรือ "mononuclear" leucocyte มีขนาดใหญ่ มีนิวเคลียสขนาดเล็กอันเดียว มี cytoplasm มากกว่าชนิด ก. มาก

ค. Heterophil (neutrophil ในคน) leucocyte นิวเคลียสมีหลายพู มีรูปร่างและขนาดไม่แน่นอน คัดคอกันด้วยสายโครมาติน เม็ดเลือดชนิดนี้เห็นได้ง่าย เพราะมีจำนวนมากถึง ๗๐ เปอร์เซ็นต์เต็มของจำนวนเม็ดเลือดขาวทั้งหมด

ง. Eosinophil นิวเคลียสมักมี ๒ พูเป็นรูปไต คัดคอกันด้วยสายโครมาติน ถ้าเป็นเม็ดเลือดที่อายุน้อย สายโครมาตินจะสั้นและหนา ไซโทพลาซึมเต็มไปด้วยเม็ดหยาว ๆ ซึ่งย้อมติดสี eosin และในสไลด์ถาวรจะติดสีชมพูเข้ม

ไม่ต้องวากรูปเม็ดเลือดขาวทั้ง ๔ ชนิดของซาลามานเดอร์ เพราะนักศึกษาจะต้องวากรูปเซลล์ทั้งถาวรในคอนศึกษาเลือกคนอยู่แล้ว

๓. Thrombocytes หรือ Spindle Cells (รูปที่ ๕) เป็นเซลล์ที่มีขนาดเล็ก รูปกระสวย มีนิวเคลียส และไซโทพลาซึมน้อย ช่วยในการแข็งตัวของเลือด

เลือดคน (Human Blood) ในน้ำเลือดของเลือดคนมีแต่เม็ดเลือดแดงและเม็ดเลือดขาวเท่านั้น และมีโครงสร้างที่เรียกว่า blood platelets จงศึกษาสไลด์ถาวรที่ย้อมสีและเปรียบเทียบเซลล์ต่าง ๆ กับของเลือดของซาลามานเดอร์

๔. Erythrocytes จงสังเกตว่าเม็ดเลือดแดงมีขนาดเล็กมากกลม เว้า ทั้ง ๒ ด้าน และไม่มีนิวเคลียส สภาพการไม่มีนิวเคลียสของเม็ดเลือดแดงนี้ พบในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนมทั้งหมด แต่สัตว์มีกระดูกสันหลังชั้นต่ำยังคงมีนิวเคลียสในเม็ดเลือดแดง

จงวากรูป ๑ เซลล์ (หน้า ๑๕) แสดงขนาดของเม็ดเลือดแดงให้เป็นสัดส่วนกับของซาลามานเดอร์ (เส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ $\frac{1}{2}$ ถึง $\frac{2}{3}$ ของความยาวของซาลามานเดอร์)

๕. Leucocytes ในการศึกษาซาลามานเดอร์พบว่าเม็ดเลือดขาวหลายชนิด แต่มันมีขนาดใหญ่กว่าเม็ดเลือดแดงมาก ยกเว้น lymphocytes บางชนิด

จงแยกชนิด ศึกษา และวาดรูปเม็กลีอกขาวทั้ง ๔ ชนิด ให้มีขนาดใกล้เคียงส่วนต้นเม็กลีอกแดงของคน

จงจำไว้ว่ารูปที่หาค่านั้นมีขนาดเท่ากับที่ได้นั้นเอาไว้ รูปนี้เป็นสิ่งช่วยให้ท่านพบทวนโครงสร้างที่แท้จริงในการศึกษาและมหพวนของท่าน นักศึกษาควรฝึกนิสัยให้เกิดมโนภาพของสิ่งที่เห็นจริง ๆ ในกล้องจุลทัศน์ และที่เห็นด้วยตาเปล่า

๓. Blood Platelets เล็อกของคนและสัตว์คนอื่น ๆ ไม่มี thrombocytes หรือเซลล์รูปกระสวย แต่อย่างไรก็ตามเล็อกของสัตว์ทุกชนิดทั้งหมดมีโครงสร้างที่เรียกว่า Blood platelets ซึ่งอาจเกิดขึ้นแทนเซลล์รูปกระสวยของสัตว์มีกระดูกสันหลังชั้นต่ำ ในขณะที่ไหลเวียนอยู่ในเลือดมีขนาดเล็กมาก ไม่มีสี มีเม็กลีอกฉายโคจรมาคืนแทนนิวเคลียส อธิบายเวลาคนหามันมากเพราะว่าในสไลด์ถาวรมันเห็นยาก มันเกี่ยวข้องกับการแข็งตัวของเลือด

ถ้ามีเวลา จงศึกษาเล็อกของท่านเองโดยใช้เข็มเจาะ เล็อกที่ปลายนิ้ว แล้วแคะบนสไลด์ (ต้องใช้อัลกอฮอล์เช็ดนิ้วก่อนเจาะ และต้องเอาเข็มในเปลวไฟเพื่อฆ่าเชื้อเสียก่อน) จงเฝ้าดูการเปลี่ยนแปลงรูปร่างอย่างช้า ๆ ของเม็กลีอกขาวบางเซลล์เนื่องจากการเคลื่อนที่แบบอมีบา (amoeboid movement)

การสาธิต

- (๑) สไลด์เล็อกสดของคน
 - (๒) สไลด์เล็อกสดของคน
 - (๓) "การเคลื่อนที่แบบอมีบา" ของอมีบา และ (ถ้าเป็นไปได้) ของเม็กลีอกขาว
 - (๔) การไหลเวียนของเลือดผ่านเส้นเลือดฝอยในแผ่นหนังที่จริงระหว่างนิ้วของคิงกัม
- จงสังเกตความอ่อนนุ่มของเม็กลีอกแดงขณะที่มันบีบตัวผ่านเส้นเลือดฝอยที่เล็กที่สุด



PLATE II

VASCULAR TISSUE-Human Blood

1. Erythrocyte

2. Monocyte

3. Heterophil

4. Eosinophil

5. Lymphocyte

๖. เม็ดเลือดขาวที่ยังไม่ตาย แสดงการเปลี่ยนรูปร่างเนื่องจากการเคลื่อนที่แบบอะมีบา

๗. การไหลเวียนของเลือดผ่านเส้นเลือดฝอยของคิงกบ(หรือเพ็ชร์ของซาลาแมนเดอร์)

EPITHELIAL TISSUE

เยื่อผิวมีเซลล์ที่ติดต่อกันอย่างใกล้ชิด มีสารระหว่างเซลล์เป็นจำนวนน้อย และจัดตัวเป็นชั้นหรือแผ่นบาง ๆ เป็นเยื่อที่ปกคลุมผิวนอกของร่างกาย หรือช่องว่างภายในและความต่าง ๆ รวมทั้งเป็นท่อน้ำเลี้ยง เนื้อเยื่อผิวมีหลายชนิด การแบ่งประเภทนั้นใช้รูปร่างของเซลล์ และการจัดตัวของเซลล์ ดังต่อไปนี้

๑. Pavement Epithelium ช่องว่างในลำตัวของสัตว์มีกระดูกสันหลังถูกคลุมด้วยเยื่อเซลล์ที่เรียกว่า peritoneum ซึ่งประกอบด้วยชั้นบาง ๆ ของเซลล์แบน ๆ เยื่อนี้หุ้มและยึดลำไส้ รวมทั้งส่วนอื่น ๆ ของทางเดินอาหารเพื่อให้อยู่กับที่ ส่วนที่ทำหน้าที่ห้อยแขวนอวัยวะภายในไว้บนนั้นเกิดจาก peritoneum ๒ แผ่นมาประกบกันและเรียกว่า mesentery

จุด mesentery ของกบหรือของสัตว์มีกระดูกสันหลังอื่น ๆ ที่สังเกตเห็นได้ สังกะตูดรูปที่ ๑๐ และตรวจดูสไลด์ที่แสดงชั้นของ mesentery ปรับโพสซัน-ลงเพื่อดูเซลล์แบน ๆ ทั้ง ๒ ชั้น ซึ่งมีขอบไม่แน่นอน เซลล์เหล่านี้ยึดติดกันแน่นเหมือนกระเบื้องปูพื้น สารที่ทำหน้าที่ยึดและอยู่ระหว่างเซลล์เหล่านี้อาจยอมไค้ภายในเกรทของเงิน ส่วนนี้วิเคราะห์ด้วยย้อมด้วย paracarmine

จงวาดรูปกลุ่มเซลล์ที่อยู่ติดกันสี่ หรือ ๖ เซลล์ (โพสซันที่เซลล์แบน) ใ้แต่ละเซลล์มีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ ครึ่งนิ้ว (หน้า ๒๕)

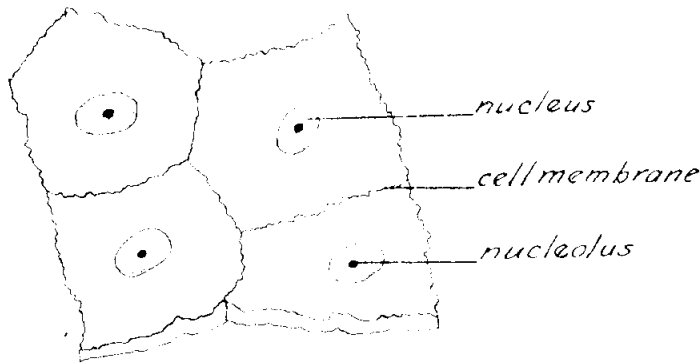


Fig. 10. PAVEMENT EPITHELIUM (Mesentery)

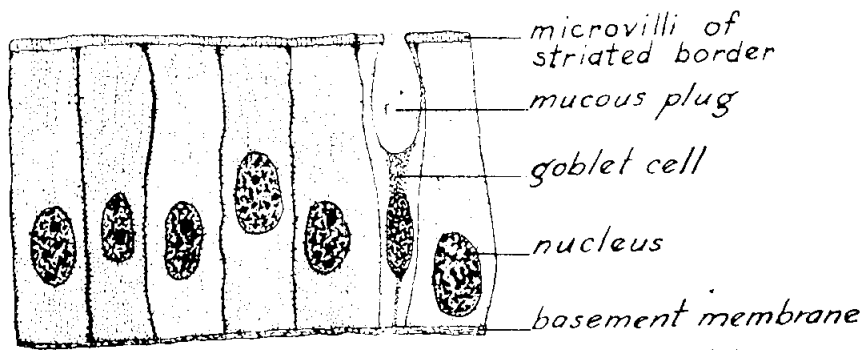


Fig. 11. COLUMNAR EPITHELIUM (Intestine of Salamander)

๒. Columnar Epithelium เยื่อผิวชนิดนี้ประกอบด้วยเซลล์สูง ๆ (columnar cells) ซึ่งมีความสูงมากกว่าความกว้างมาก และอยู่กันอย่างแน่นเพียง ๑ ชั้น

(รูปที่ ๑๑) ใ้กำลังขยายค่าตรวจดูรูปตัดขวางของลำไส้ของชาตามานเคอร์หรือกบ ซึ่ง
 เกกของข้างในซึ่งมีรูปร่างไม่แน่นอนที่เรียกว่า lumen ชั้นของเซลล์ที่บุงและมัลกณะ
 พิมขึ้น-ลงเรียกว่า mucosa จงสังเกต columnar cells ของ mucosa ที่จักตัว
 อยู่ในแนวตั้งกับผิวและประกอบเป็น columnar epithelium ขึ้น ในการศึกษาสไลด์ของ
 เนื้อเยื่อที่ดูคักนี้ นักศึกษาจะต้องสำนึกอยู่เสมอว่าเรากำลังมองดูชั้นที่บางมากของเนื้อเยื่อ ซึ่งมัก
 จะยอมควยสีต่าง ๆ เพื่อจะโคเห็นส่วนต่าง ๆ โคคักขึ้น

จงเลื่อนสไลด์เพื่อหาบริเวณที่เซลล์ข้างเคียงเห็นโคชคัก แล้วศึกษาควยกำลังขยาย
 สูง นิวเคลียสมีรูปร่างอย่างไร? ส่วนไหนของเซลล์ที่มักจะเห็นมากที่สุด? ส่วนที่เห็นนั้น
 อยู่คอนไปทางคานไหนของเซลล์? จงคอย ๆ โคคักชั้น-ลงตรงขอบอิสระของ columnar
 cells ซึ่งคอนข้างแรม จะเห็น striated border เป็นชั้นซัคเจนของโปรโตพลาซิมที่-
 เปลี่ยนแปลงไป ซึ่งจะพบใน columnar cells ที่บุลำไส้ของสัตว์มีกระดูกสันหลังทั้งหมด และ
 มีบทบาทสำคัญในการคักชิมอาหารในสารละลายจากช่องว่างของลำไส้ การที่เรียกว่า striated
 border นั้นก็เพราะว่ามันเป็นขอบที่มีส่วนยื่นคล้ายนิ้วมือที่เรียกว่า microvilli เป็น
 จำนวนมหาศาล ซึ่งเพิ่มพื้นผิวสำหรับคักชิมอาหารโคเป็นอันมาก ที่ฐานของเซลล์จึงสังเกต base-
 ment membrane สำหรับบริเวณที่สว่างเป็นรูปไรซึ่งอยู่โคคัก ๆ กับขอบอิสระของเซลล์บาง
 เซลล์นั้นคือเมือกซึ่งพร้อมที่จะถูกปล่อยออกมาสู่ช่องว่างของลำไส้โดย goblet cells (เซลล์ที่มีเมือก
 กังถาวอยู่เรียกว่า goblet cell)

จงวาดรูปเซลล์ที่อยู่คัก ๆ กันประมาณ ๕ หรือ ๖ เซลล์ ใ้ขยายประมาณ $\frac{1}{2}$ นิ้ว
 แคนแสดงรายละเอียดเพียง ๒ เซลล์ก็พอ

๓. Ciliated Columnar Epithelium รูปที่ ๑๒ จงตรวจดูเยื่อ
 มูรางในของลำไส้ของหอยแครง (สไลด์คักแสดงไว้) เซลล์แคบและยาวกว่าเซลล์ที่เพ็งกล่าว-
 ข้างบน จงสังเกตว่าที่ผิวอิสระของเซลล์มีขนละเอียดอยู่มากมาย (cilia) ขนนี้พบตามส่วน
 ต่าง ๆ มากมายของร่างกายของสัตว์ต่าง ๆ รวมทั้งคนเราคักย และไม่เพียงแคจะพบใน col-
 umnar epithelium เท่านั้น แคยังพบในเยื่อผิวชนิดอื่น ๆ คักย ขณะยังมีชีวิตขนนี้มัก-
 เคลื่อนไหวโคและอาจพบในส่วนต่าง ๆ ของทางหายใจ ของจุมูก มคลูก ท่อน้ำไข ฯลฯ

การสาชิต จงดูการสาชิตการโคกของ cilia ใน ciliated epithe-
 lium ที่ยังมีชีวิตอยู่ซึ่งโคมาจากเยื่อปากหรือหลอดอาหารของกบ หรือ labial palps และ
 ส่วนอื่น ๆ ของหอยน้ำจืด

จงรับวาดรูปสัก ๒ - ๓ เซลล์ เพื่อแสดง cilia

๔. Cuboidal Epithelium รูปที่ ๑๓ เยื่อผิวชนิดนี้พบในค่อมชนิด
 ต่าง ๆ มากมายของร่างกาย เช่น ค่อมโครอยคัก ค่อมน้ำลาย และค่อมน้ำคาค น้ำคาคช่วยหล่อลัน
 และรักษาผิวของลูกคาคาให้เปียกชื้นอยู่เสมอ (และของหนังคาคาคักย) ค่อมคักกล่าวทั้งหมดประกอบ
 คักยท่อเล็ก ๆ จำนวนมาก ในสไลด์ถาวรซึ่งแสดงส่วนของค่อมที่ถูกคักคักมา มักจะเห็นท่อคักกล่าว

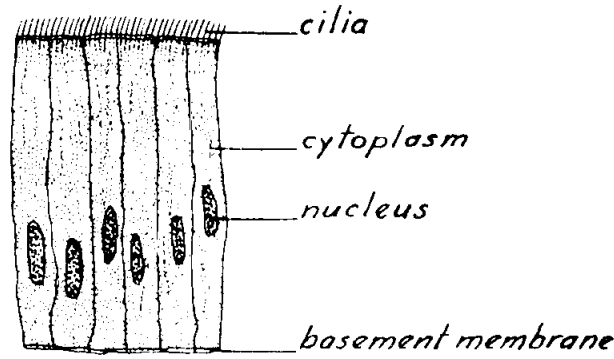


Fig. 12. CILIATED COLUMNAR EPITHELIUM (Intestine of Clam)

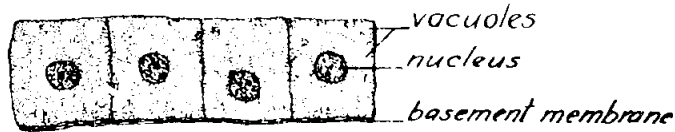


Fig. 13. CUBOIDAL EPITHELIUM (cross section)

ถูกตัดตามขวางเป็นส่วนใหญ่ และเยื่อผิวที่เป็นผนังด้านในแท้ ๆ ของท่อจะปรากฏเป็นวง ๆ ที่มีรูปร่างไม่แน่นอน จึงควรจกดูสไลด์ที่แสดงคอมน์ำตาของกระต่ายโดยใช้กำลังขยายต่ำ จะเห็นท่อถูกตัดเป็นรูวงแหวน จึงเลือกบริเวณที่เห็นชัดแล้วศึกษาด้วยกำลังขยายสูง สังเกต prismatic cells ซึ่งมีมีความกว้างเท่ากับความยาว และปรากฏเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสเมื่อถูกตัดตามขวาง (ของชั้นผิว) นิวเคลียสมีรูปร่างอย่างไร? สังเกต vacuoles (กลมใส) ซึ่งมีหลายอันใน cytoplasm ของเซลล์ กับ basement membrane ด้วย

เลือกรูปตัดตามขวางที่สมบูรณ์ของท่อเล็ก ๆ แล้ววิจจากรูปให้มีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ ๒ นิ้ว เพื่อแสดงขอบเขตของเซลล์และนิวเคลียส พร้อมทั้งให้รายละเอียดของ ๑ หรือ ๒ เซลล์ก็พอ

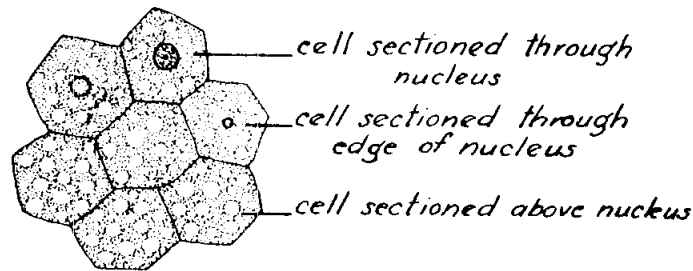


Fig. 14. CUBOIDAL EPITHELIUM. (Sectioned parallel to surface)

เนื่องจากเซลล์เบียดกันอย่างใกล้ชิด ถ้ามองลงไปทางผิวอิสระจะเห็นขอบเขตของเซลล์ ซึ่งไม่เป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสหรือสี่เหลี่ยมผืนผ้า แต่จะเป็นรูปหลายเหลี่ยม (มัก ๖ เหลี่ยม) ถ้ามีเวลาจกหาบริเวณที่เซลล์ในชั้น epithelium ถูกตัดขนานกับด้านอิสระ (เพราะความโค้งของท่อ) รูปที่ ๑๔

จงวาดรูปเซลล์ที่อยู่ติด ๆ กันสัก ๔ - ๕ เซลล์ เซลล์ที่ท่านเห็นนั้นถูกตัดเหนือ-

หรือไตนิวเคลียส จงวาดรูปเซลล์ที่ถูกตัดผ่านนิวเคลียสสัก ๒ - ๓ เซลล์

การสาธิต

(๑) Cuboidal epithelium ที่ตัดขนานกับค้ำานอิสระ ซึ่งแสดงเซลล์ ๒ เหลี่ยม บางเซลล์ถูกตัดผ่านนิวเคลียส บางเซลล์ถูกตัดเหนือหรือใต้นิวเคลียส

(๒) Glandular epithelium ของคอม thyroid หรือคอมน้ำลาย

๕. Stratified Epithelium รูปที่ ๑๕ เนื้อเยื่อชนิดนี้พบทางส่วน นอกของผิวหนัง คือหนังกำพร้า (epidermis) ของสัตว์มีกระดูกสันหลังทั้งหมด สไลด์ถาวร ส่วนใหญ่ของหนังขาลามานเคอร์นินแสดงถึงการตกในแนวตั้งผ่านความหนาทั้งหมดของผิวหนัง หรือ บางครั้งตัดเฉยไปจนถึงกล้ามเนื้อข้างล่างด้วย ชั้น epidermis นั้นอยู่ทางค้ำานริมของ section และจะปรากฏเป็นแถบเข้ม ซึ่งประกอบด้วยเซลล์หลายชั้น จงใช้กำลังขยายต่ำหาชั้น epidermis โดยดูจากรูปที่ ๑๕ จากนั้นให้ดูด้วยกำลังขยายสูงเพื่อสังเกตชั้นต่าง ๆ ของเซลล์ ทานเห็นเซลล์ของชั้นต่าง ๆ มีรูปร่างเหมือนกันหรือไม่ ? หรือมีชั้นที่เซลล์มีรูปร่างก้ำากิ่งตั้งแค เซลล์ข้างล่างขึ้นมาถึงเซลล์ชั้นบน ? อะไรคือธรรมชาติของการเปลี่ยน ? และนิวเคลียสมี รูปร่างเปลี่ยนไปตามชั้นต่าง ๆ หรือไม่ ?

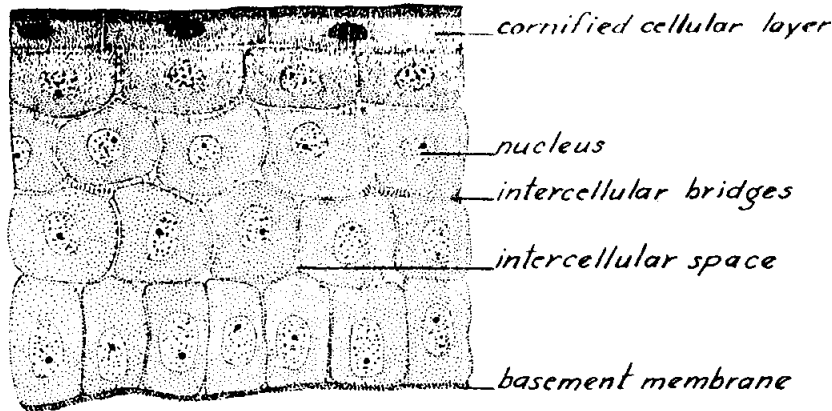


Fig. 15. STRATIFIED EPITHELIUM (Skin of Salamander).

จงสังเกต ๑. เซลล์ที่อยู่ชั้นบนสุด (cornified cells) จะหลุดออกไปเรื่อย ๆ และมีเซลล์ที่อยู่ข้างใต้เกิดขึ้นมาแทนที่

๒. ช่องว่างระหว่างเซลล์ (intercellular spaces)

๓. Basement membrane

๔. Intercellular bridges (ถ้าเวลาอำนวย)

จงวาดรูปส่วนหนึ่งของ epidermis เพื่อแสดงเซลล์จำนวนหนึ่งพร้อมค้ำานิวเคลียส โดยให้เซลล์ที่อยู่ติดกับ basement membrane มีความสูงประมาณครึ่งนิ้ว และให้เซลล์ที่เหลือมีขนาดเป็นอัตราส่วนกัน

การสาธิต

(๑) Epidermis ของคน

๖. Squame cells ค้นในของแถมเราดูกับดูด้วย stratified epithelium เซลล์ชั้นบนซึ่งตายแล้วจะหลุดออกอย่างง่ายคาย และเซลล์ชั้นล่างจะเกิดขึ้นมาแทนที่ คอย ๆ ชูคเย็บรูข้างแถมด้วยไม้จิ้มฟัน หรือด้วยปลายคีมเครื่องมือผ่าตัด แล้วนำไปแตะตรงกลางสไลด์ หยคน้ำลายลงไปหนึ่งหยกแล้วมีค้ว cover glass แล้วจึงตรวจดู เซลล์ที่มีลักษณะแบน ๆ เรียกว่า squame cells

จงวาดรูปเซลล์ ๑ หรือ ๒ เซลล์ให้มีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ ๑ นิ้ว



PLATE III
EPITHELIAL TISSUE

1. Pavement Epithelium

2. Columnar Epithelium

3. Ciliated Columnar
Epithelium

4. Cuboidal
Epithelium

5. Cuboidal Epithelium
(ขนาดกึ่งนิวเคลียส)

6. Stratified Epithelium

7. Squame Cells

MUSCULAR TISSUE

เยื่อกล้ามเนื้อมีคุณสมบัติในการหดตัว จึงสามารถทำงานกลไก ชนิดต่าง ๆ ของกล้ามเนื้อได้แก่ กล้ามเนื้อเกลี้ยง (smooth) กล้ามเนื้อลาย (striated) และกล้ามเนื้อหัวใจ (cardiac)

๑. กล้ามเนื้อเกลี้ยง (Smooth หรือ Involuntary Muscle Fibers)
ใยกล้ามเนื้อ (เซลล์กล้ามเนื้อ) เหล่านี้ไม่มีลาย ซึ่งเป็นลักษณะที่ต่างจากกล้ามเนื้อลาย (รูปที่ ๑๖ และ ๑๗) เป็นเยื่อกล้ามเนื้อชนิดง่ายที่อืด และพบในส่วนต่าง ๆ ของร่างกายที่ไม่จำเป็นต้องมีการเคลื่อนไหวอย่างรวดเร็ว เช่น ชั้นกล้ามเนื้อของทางเดินอาหาร ผนังเส้นเลือดแดงและดำ และกระเพาะปัสสาวะ จึงตรวจจุลทรรศน์ที่แสดงรูปตัดตามขวางของลำไส้ของกบ (หรือสัตว์มีกระดูกสันหลังชนิดอื่น) โดยอาศัยรูปที่ ๑๖ จึงตรวจจุลทรรศน์จากข้างนอกเข้าไป จะเห็นชั้นบาง ๆ ของเยื่อหุ้มคือ peritoneum ซึ่งย้วยเห็นชั้นบาง ๆ ของเซลล์กล้ามเนื้อตามยาว (longitudinal muscle cells) ถัดเข้าไปจะเห็นใยกล้ามเนื้อวงกลม (circular muscle) ทางด้านข้างซึ่งเป็นชั้นหนา จึงสังเกตลักษณะของเซลล์ซึ่งมีรูปกระสวย เวียวหึ่ง ๒ ปลาย ตรงกลางหนา จึงบอกรูปร่างและตำแหน่งของนิวเคลียส ผนังเซลล์บางและเห็นไม่ชัด จึงสังเกตเส้นใยละเอียด (myofibrils) ใน cytoplasm ซึ่งเป็นส่วนที่หดตัวจริง ๆ ของเซลล์ ท่านเห็นว่าเส้นใยเหล่านี้วางตัวตามแนวไหนกับแกนยาวของเซลล์? ถ้าท่านไม่สามารถเห็นเส้นใยนี้ ได้จากจุลทรรศน์ที่ท่านกำลังใช้อยู่ ขอให้ดูจากสไลด์ที่หึ่งไว้ซึ่งแสดงกล้ามเนื้อเกลี้ยงของลำไส้และกระเพาะปัสสาวะของกบ

จงวาดรูปเซลล์ (ใย) กล้ามเนื้อเพื่อแสดงรายละเอียดเพียง ๑ เซลล์ ส่วนเซลล์ข้างเคียงให้วาดเฉพาะโครงก็พอ (เว้นที่ไว้ให้วาดแล้วในหน้า ๓๐)

การสาธิต

- (๑) กล้ามเนื้อเกลี้ยงของลำไส้กบ แสดงใย myofibrils
- (๒) รูปตัดตามขวางของลำไส้กบ แสดงแกนยาวของใยกล้ามเนื้อตามยาว และกล้ามเนื้อวงกลมซึ่งถูกตัดตามขวาง
 - (๑) ส่วนหนึ่งของผนังกระเพาะปัสสาวะของกบ (ไม่ได้ตัด) แสดงเซลล์กล้ามเนื้อเกลี้ยงซึ่งยาวเป็นพิเศษ จงสังเกตุว่าแถบตามยาวของกล้ามเนื้อมีขนาดต่างกันมาก และยังวางตัวในทิศทางต่าง ๆ กันด้วย ท่านคิดว่าอันนี้เป็นประโยชน์อย่างไรกับอวัยวะที่เป็นถุงเช่นกระเพาะปัสสาวะ?

๒. กล้ามเนื้อลาย (Striated หรือ Voluntary Muscle Fibers)
(รูปที่ ๑๘) เป็นใยหรือเซลล์ที่มีความยาวมาก และแต่ละเซลล์ก็มีนิวเคลียสหลายอัน จึงตรวจจุลทรรศน์ด้วยวิธีที่แสดงกล้ามเนื้อลาย (ย้อมสี) ที่ฉีกแยกออกให้เห็นแต่ละเซลล์ซึ่งมีขนาดใหญ่มาก จึงสังเกตความแตกต่างในขนาดของเส้นใย (เซลล์) เลือกดูใยที่เห็นชัดแล้วสังเกตตาม-

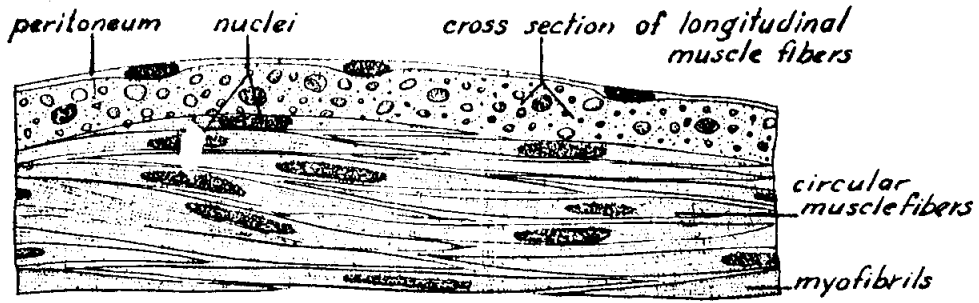


Fig. 16. SMOOTH MUSCLE (Intestine of Frog).

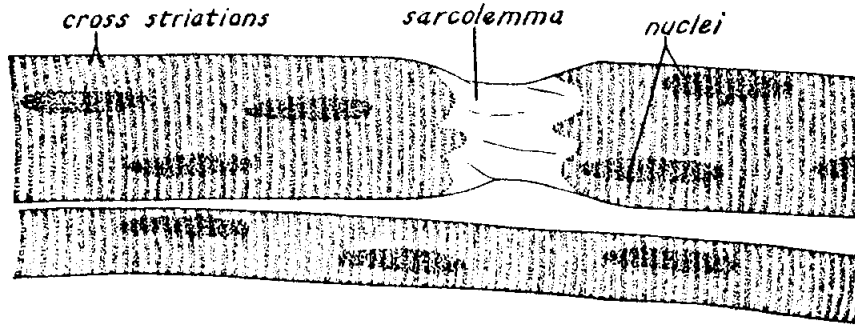


Fig. 17. STRIATED MUSCLE (Frog).

ขวาง (cross-striations) ซึ่งทำให้เราเห็นเป็นแถบค้ำล้มขาวของเส้นใยละเอียดที่ -
 เหลื่อมกัน จะเห็นใย (เซลล์) โคئیที่สัดตรงที่มันขาดหรือตรงปลายใยที่แยกกัน จึงสังเกตว่าใน
 แต่ละใยมีหลายนิวเคลียส ดังนั้นเซลล์แบบนี้จึงเป็น multinucleated ฉะนั้นเซลล์เรียก
 ว่า sarcolemma ซึ่งจะเห็นโคئیที่สัดตรงที่ใยมีค้ำล้มและ cytoplasm ทะลักออกมา

จงวาทรูปเส้นใย (เซลล์) ให้มีความยาวประมาณ ๕ นิ้ว กว้าง $\frac{2}{100}$ นิ้ว เพื่อแสดง-
 การกระจายของนิวเคลียส และรายละเอียดอื่น ๆ เพียงประมาณ $\frac{2}{100}$ ของความยาวของรูปที่วาท

การสาธิต

(๑) กล้ามเนื้อลายสดที่ยังติดอยู่กับซากที่ลอกหนังออกแล้ว เพื่อแสดงมัดกล้ามเนื้อ
 และการยึดกับกระดูกโดยเอ็น tendons

(๒) สไลด์แสดงกล้ามเนื้อสดที่ฉีกแยกออก แต่ไม่ได้ย้อมสี จงสังเกตสายและผนัง
 เซลล์ตรงที่เส้นใยฉีกขาด

๓. กล้ามเนื้อหัวใจ (Cardiac Muscular Tissue) หัวใจของสัตว์มี-

กระดูกสันหลังประกอบด้วยร่างแห (กรุปที่ ๑๔) ของใยกล้ามเนื้อลายที่แปลก ซึ่งจะแตกแขนงแล้วไป
 เชื่อมกับเส้นใยอื่น ในคานโครงสร้างมันแตกต่างกับกล้ามเนื้อลายหลายอย่างด้วยกัน กล้ามเนื้อ

หัวใจหัดตัวและคลายตัวเป็นจังหวะโดยอัตโนมัติตลอดชีวิต หัวใจของสัตว์มีกระดูกสันหลังชั้นต่ำอาจนำค้ำคออกจากร่างกายแล้วนำไปแช่ในสารละลายที่เตรียมเป็นพิเศษ มันจะยังคงเต้นต่อไปได้อีกเป็นเวลาหลายชั่วโมงหรือเป็นวัน ๆ อย่างเช่นหัวใจกบและเต่าเป็นต้น เจ้ามำรส่วนใหญ่ถือวำกลำมเนื้อหัวใจเป็น syncytium (ซึ่งเป็นแถบโปรโตพลาซึมที่เป็นร่างแหและมีหลายนิวเคลียส พร้อมทั้งมี myofibrils อยู่ควย)แบบหนึ่ง เจ้ามำหรับอื่น ๆ ถือวำแถบที่เรียกวำ intercalated discs (ดูรูปที่ ๑๘) เป็นขอบเชกของเซลล์ ในการสาขิตสไลด์แสดงกลำมเนื้อหัวใจของ

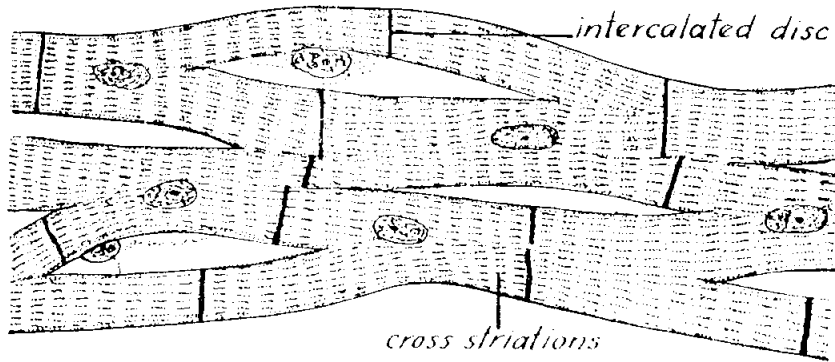


Fig. 18. CARDIAC MUSCLE (Human).
(Showing network of protoplasmic bars)

คนและสัตว์มีกระดูกสันหลังอื่น ๆ จงสังเกต (๑) ร่างแหของแถบโปรโตพลาซึม (๒) ลาย (๓) เส้นใยละเอียด (๔) นิวเคลียสที่กระจาย (๕) เยื่อบาง ๆ ที่ผิวของใย ซึ่งปรากฏเป็นเส้นเล็กมาก (เจ้ามำรบางทำนไม่จักควำเป็นผนังเซลล์ที่แท้จริง) (๖) intercalated discs

การสาขิต

- (๑) กลำมเนื้อหัวใจของคนหรือสัตว์มีกระดูกสันหลังอื่น ๆ ซึ่งแสดงส่วนควำ ๆ ดังกลวแล้วขำบน
- (๒) การเต้นของหัวใจกบ
- (๓) การเต้นของหัวใจที่ไคนำค้ำคออกจากร่างกำยของกบและแชไว้ในสารละลาย กับหัวใจเต่าควย

NERVOUS TISSUE

ระบบประสาทประกอบด้วยสมอง ไขสันหลัง และเส้นประสาท ใยประสาทประกอบด้วยเซลล์ที่พิเศษมากเพื่อนำกระแสความรู้สึกจากส่วนหนึ่งของร่างกายไปสู่ส่วนอื่น ๆ เซลล์ประสาทพวกนี้ เช่นงควำ ๆ ของมัน ซึ่งบางเซลล์ย่ำวหลายพุด เรียกวำ neuron จงศึกษาสไลด์ดำวซึ่งแสดงรูปค้ำคควำขวำงของไขสันหลังที่ย้อมควยเงิน เลื่อนสไลด์ไปมำแล้วศึกษา (โดยอำคัยรูปที่ ๑๘) บริเวณกำยในของ gray matter (จะเห็นเป็นสีเทำควยเช่นกันในเนื้อเยื่อที่ไม่ไคย้อมสี) ส่วนบริเวณขำงนอกจะเห็นเป็นสีขาวเรียกวำ white matter จงหำของ central ca-

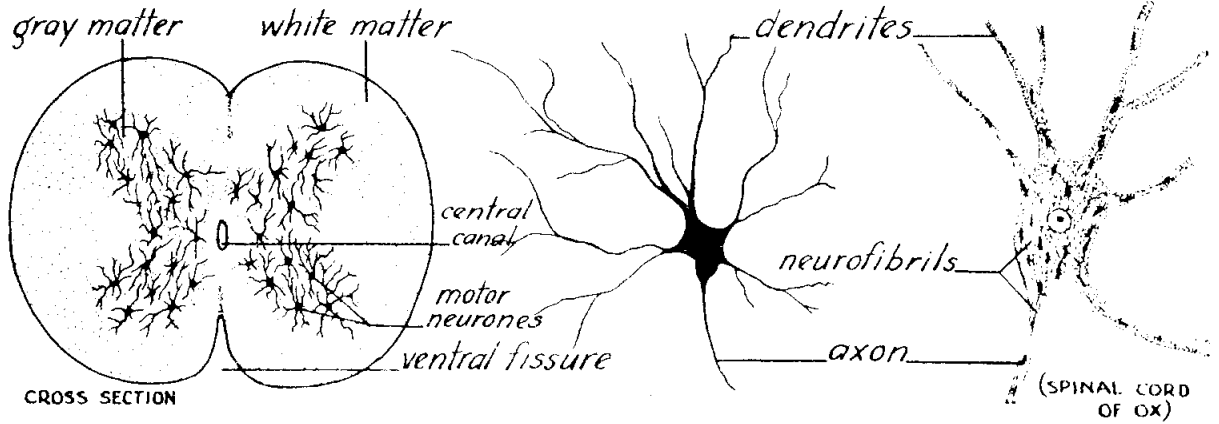


Fig. 19. SPINAL CORD (Calf Fetus).

Fig. 20. NEURON.

Fig. 21. NEURON.

nal และร่อง ventral fissure จงศึกษาเซลล์ประสาทที่กักสีเข้ม ๆ และมีขนาดใหญ่ของ gray matter (ดูรูปที่ ๒๐) ให้สังเกตแขนงหลายแขนงที่ยื่นออกจากตัวเซลล์ ถ้าเป็นไปไค่ลองหาว่าแขนงไหนเป็น axon ซึ่งนำกระแสความรู้สึกออกไปจากตัวเซลล์ และแขนงไหนเป็น dendrites (แขนงสั้นกว่า) ซึ่งรับกระแสความรู้สึกจากเซลล์อื่นของไขสันหลัง

จงวาดรูปทัศนศึกษาของไขสันหลังให้มีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ ๒ นิ้ว โดยแสดง gray matter อย่างคร่าว ๆ ตามที่ปรากฏในโลกของท่าน และวาดรูปเซลล์ขนาดใหญ่สัก ๑ หรือ ๒ เซลล์ (หน้า ๓๐)

จงตรวจดูสไลด์ซึ่งแสดงการละเลง (smear) ของ gray matter ของไขสันหลังของวัว เซลล์ประสาทเป็นเซลล์ที่มีขนาดใหญ่และสามารถมองเห็นได้ง่ายด้วยกำลังขยายต่ำ (ดูรูปที่ ๒๑) จงเลือกดูเซลล์ที่เห็นไค่ชัด แล้วสังเกตดู ตัวเซลล์ (cell body) นิวเคลียส และ nucleolus ให้สังเกตใยละเอียด (neurofibrils) ภายในไซโตพลาสซึมซึ่งยื่นเข้าไปในแขนงค่าง ๆ คือ dendrites และ axon

จงวาดรูปสัก ๒ หรือ ๓ เซลล์ที่มีขนาดและรูปร่างค่างกัน เลือกเซลล์ที่ไค่ที่สุดเท่าที่ท่านสามารถหาได้ แล้ววาดรายละเอียดของมันให้มีความยาวประมาณ ๒ นิ้ว พร้อมทั้งขีดเส้นบอกส่วนค่าง ๆ

การสาธิต

- (๑) เส้นประสาทขนาดใหญ่ของกบสีกที่แช่คลอโรฟอร์ม
- (๒) Reflex action ในกบ



PLATE IV
MUSCULAR TISSUE

1. Smooth Muscle Cells

2. Striated Muscle Fiber
NERVOUS TISSUE

3. Spinal Cord(cross-section)

2. Nerve Cells

SUPPORTING TISSUE

ทุกชนิดของเนื้อเยื่อประเภทนี้มีลักษณะคือ มีสารระหว่างเซลล์ (สร้างขึ้นโดยเซลล์ที่มีชีวิต) เป็นปริมาณมากเพื่อค้ำจุนและป้องกันส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย

๑. Cartilage รูปที่ ๒๒ สไลด์ถาวรมีชิ้นบาง ๆ ของชนิด hyaline ทั้งเช่นที่พบตรงปลายของกระดูก (bones) หอนยาว จึงสังเกตเซลล์ของกระดูกอ่อนที่เรียกว่า chondrocytes ซึ่งมักจะอยู่แยกกันและมีสารระหว่างเซลล์ที่เป็นเนื้อเดียวกันเป็นปริมาณมาก ซึ่งเป็นสารที่เรียกว่า matrix เซลล์กระดูกอ่อนที่เป็นผู้สร้าง matrix นั้นอยู่ภายในช่องที่เรียกว่า lacunae ทานพบเซลล์มากกว่า ๑ เซลล์ในช่องเดียวกันบางไหม ? ทานทราบได้อย่างไรว่าชิ้นบาง ๆ ที่อยู่ระหว่างเซลล์ ๒ เซลล์นั้นเป็น matrix? (พบเป็นครั้งคราว)

วากรูปบริเวณเล็ก ๆ ของกระดูกอ่อน (Plate V)

๒. Bone กระดูกนอกจากจะทำหน้าที่ให้ความแข็งแรงแก่ร่างกายแล้ว ยังป้องกันส่วนสำคัญ ๆ ของร่างกายมิให้เป็นอันตรายอีกด้วย เช่น กะโหลกและกระดูกสันหลัง ซึ่งมีไว้ค้ำจุนร่างกายแต่เพียงอย่างเดียว แต่ยังไม่ป้องกันสมองและไขสันหลังด้วย หัวใจและปอดก็มีโครงกระดูกผนังอกป้องกันไว้ เนื้อกระดูกที่อยู่ระหว่างเซลล์ (intercellular matrix) เป็นเสมือนแหล่งสะสมแคลเซียม ซึ่งอาจจะถูกดึงออกไปจากกระดูกได้ถ้าปริมาณในเลือดตกต่ำลง ไขกระดูก (bone marrow) มีเนื้อเยื่อที่มีบทบาทสำคัญในการสร้างส่วนสำคัญของเลือด

กระดูกหอนยาว ๆ เช่นกระดูกคนขา และกระดูกคนแขน (femur และ humerus) ประกอบด้วยท่อนกระดูกเนื้อแน่น ตรงกลางเป็นโพรงกระดูกทรงกระบอกขนาดใหญ่ รูปที่ ๒๓ คือ

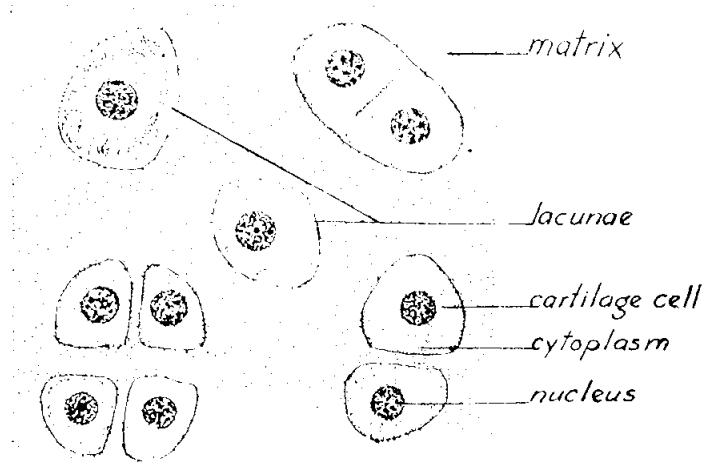


Fig. 22. CARTILAGE (Femur of Bullfrog)

กระดูกคนขาของถน จึงดูโครงกระดูกของถนหรือสัตว์มีกระดูกสันหลังอื่น ๆ รูปที่ ๒๔ แสดงกระดูกคนขาถนตามยาว ซึ่งได้จากการผ่ากระดูกออกซีกหนึ่ง จึงดูสไลด์ที่ทั้งแสงไว้ จะเห็นว่าส่วนที่เป็นเนื้อกระดูกนั้นบางกว่าโพรงไขกระดูกมาก

รูปที่ ๒๕ แสดงรูปที่ตีความขวางขยายใหญ่ของกระดูกก้างกลาว (วากรวมสไลด์ กระดูก

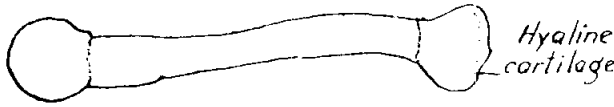


Fig. 23. FEMUR OF BULLFROG.



Fig. 24. LONGITUDINAL SECTION.

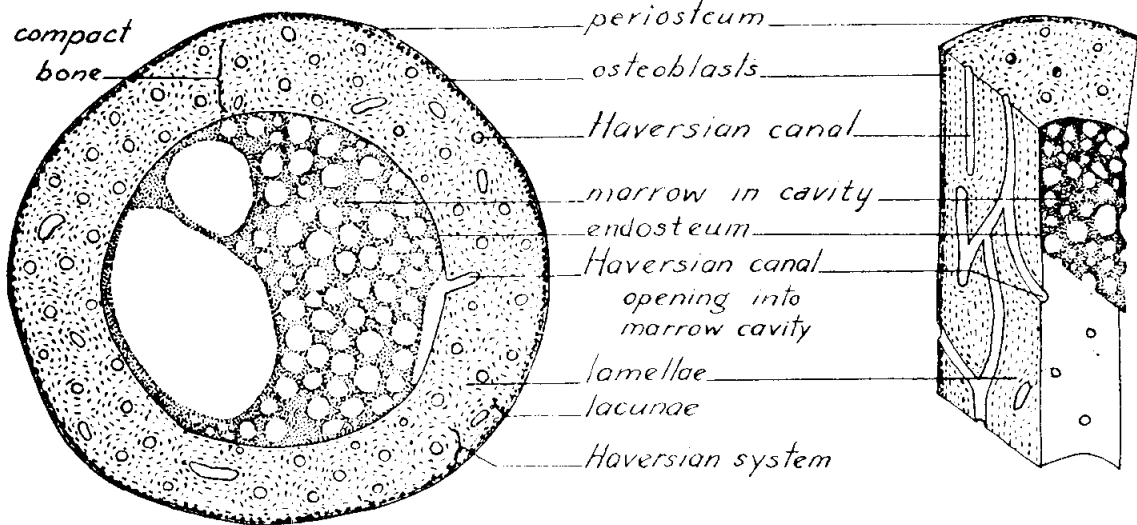


Fig. 25. CROSS SECTION OF DECALCIFIED BONE (Femur of Kitten).

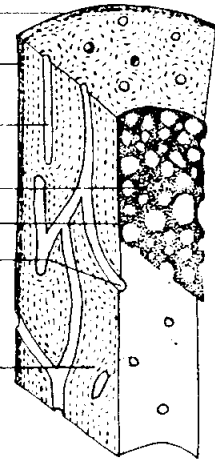


Fig. 26. LONGITUDINAL SECTION OF DECALCIFIED BONE.

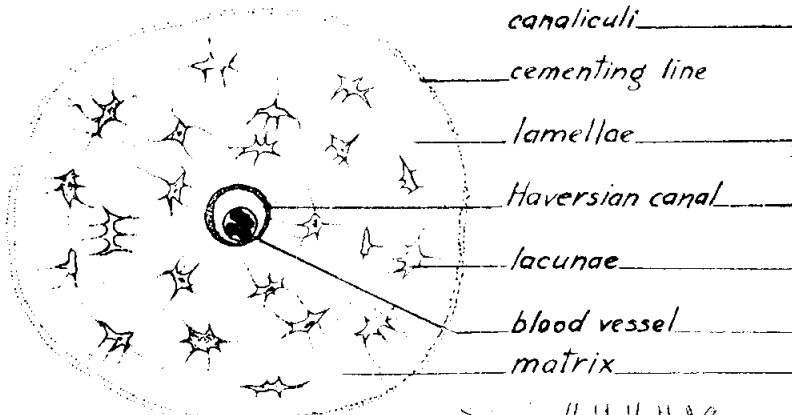


Fig. 27. HAVERSIAN SYSTEM (Decalcified femur of Kitten)

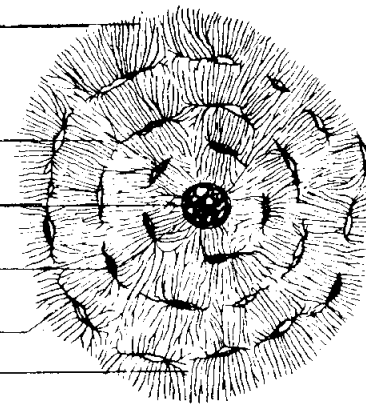


Fig. 28. HAVERSIAN SYSTEM (Dry bone).

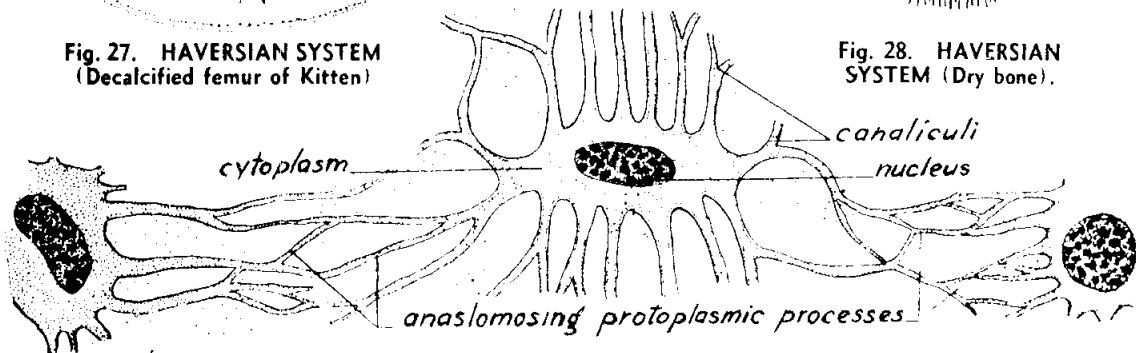


Fig. 29. DIAGRAM OF A BONE CELL OR OSTEOCYTE.

ทันชาออกแนวตักตามขวาง) จึงรูปร่างอย่างพิถีพิถันและใช้เป็นคู่มือในการศึกษาโครงสร้างของกระดูกที่ละเอียดลงไป สไลด์ถาวรแสดงการตักตามขวางของกระดูกที่แคลเซียมออกคือกระดูกคนขาของลูกแมว (ดังนั้นจึงเป็นกระดูกที่กำลังเจริญเติบโต) กระดูกมีเกล็ดหินปูนจับอยู่มากและอาจละลายออกได้โดยแช่ในกรกเกลือเจือจาง กรกจะละลายเกล็ดอินทรีย์ (ซึ่งมีอยู่ในเนื้อกระดูกระหว่างเซลล์ ประมาณ ๒๐ ถึง ๓๐ เปอร์เซ็นต์) แต่ไม่ละลายสารอินทรีย์ ดังนั้นกระดูกจึงอ่อนขึ้น (หลังจากละลายเอาสารอินทรีย์ออกแล้ว) และใช้มีดตัดได้ง่ายเข้า กระดูกที่ขาดอินทรีย์สารจะยังคงมีรูปร่างและโครงสร้างในกล้องจุลทัศน์เหมือนเดิม และรายละเอียดในเซลล์ทั้งหลายก็ยังคงเดิมด้วย

จงเลื่อนสไลด์ไปมาและดู

๑. โพรงกระดูก (marrow cavity)

๒. เนื้อแน่นของท่อนกระดูก ซึ่งจะปรากฏเป็นวงแหวนขนาดใหญ่ (สว่าง) ล้อมรอบโพรงกระดูกไว้

๓. ชั้นบาง ๆ ของเยื่อเกี่ยวพันพิเศษ (periosteum) ซึ่งหุ้มกระดูกไว้ (ในสไลด์ของเรา มีอยู่หลายอันที่อาจมีเยื่อกล้ามเนื้อติดอยู่ทางคานนอกของ periosteum อย่าได้สับสนกัน)

๔. Endosteum เยื่อโพรงกระดูก รูปที่ ๒๖ ซึ่งแสดงรูปตักตามยาว ๔ ส่วน ในกระดูกส่วนที่เป็นเนื้อแน่นให้ท่อ Haversian canals ที่ตักตามขวาง (เป็นรูวงกลมเล็ก ๆ) ซึ่งถ้ายังมีชีวิตอยู่จะพบประสาทและเส้นเลือดเล็ก ๆ อยู่ข้างใน รูปที่ ๒๖ ที่แสดง Haversian canals ที่ตักตามยาว

จงตรวจดูระบบท่อฮาเวอร์เซียน (Haversian canal system) โดยใช้กำลังขยายสูง และอาศัยรูปที่ ๒๗ เป็นคู่มือ

๑. Haversian canal ตักตามขวาง

๒. มีชั้นของ lamellae เป็นวงรอบ ๆ ท่อฮาเวอร์เซียน ผนังของ lamella เป็นรูปทรงกระบอกหนา ไม่นานอน ถ้าเป็นรูปตักตามขวางมันจะปรากฏเป็นวงแหวนแยกกันและมีรูปร่างไม่นานอน ขอบเขตของ lamella หนึ่ง ๆ คือครั้งที่ lacunae และเซลล์กระดูก-จักตัวเป็นวง ๆ จำนวนของ lamellae ที่อยู่รอบ ๆ Haversian canals ต่างอันกันจะแตกต่างกันไปอย่างมากมาย รูปที่ ๒๖ แสดง lamellae ในคานตักตามยาว

๓. Lacunae หรือช่องว่างที่บรรจุ bone cells หรือ osteocytes ว่างสังเกตเห็นของเซลล์ที่เข้าไปในเนื้อของ lamellae

๔. Canaliculi หรือท่อขนาดเล็กมาก ซึ่งเชื่อมระหว่าง lacunae ค่ายกันและเชื่อมกับ Haversian canals ค่าย เห็นที่ลึกที่สุดในสไลด์ของกระดูกที่ผ่านบางมาก (ไม่ละลายสารอินทรีย์ออก) รูปที่ ๒๔ แล้วจึงไปดูสไลด์ที่ดังแสดงไว้ ท่านเห็นว่า canaliculi ใหญ่พอที่จะรับเส้นเลือดได้ไหม?

จากรูป Haversian system ที่อยู่ข้างเคียงกันสัก ๓ หรือ ๔ ระบบ ให้แต่ละระบบมีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ ๒ นิ้ว ขอบนอกของระบบคือ cementing lines ให้แสดงรายละเอียดเพียง ๑ ระบบก็พอ (Plate V) ถ้ามีเวลา จงแสดง "รายละเอียดอื่น ๆ" ความที่เห็นในกระดูกแห่ง ถ้ามีเวลา จงหา osteoblasts (เซลล์ที่สร้างกระดูก) ในชั้นของ periosteum ที่อยู่ติดกับกระดูก

รูปที่ ๒๘ เป็นการแสดง osteocyte ที่ยังมีชีวิตอยู่ ขยายมาก เต็มช่อง lacuna แขนงของโปรโตพลาซึมยื่นผ่าน canaliculi และเชื่อมกับ (anastomose) แขนงของเซลล์กระดูกอื่น ๆ เซลล์กระดูกได้รับอาหารอย่างไร?

การสาธิต

๑. Canaliculi ในชั้นที่บางมากของกระดูกแห่ง (ยังมีสารอนินทรีย์)
๒. Cartilage กิ่งที่เห็นในกระดูกอกของกบที่เพิ่งทำใหม่ ๆ และตรงปลายของกระดูกท่อนยาว ๆ
๓. โครงกระดูกของกบ (หรือสัตว์สี่เท้าอื่น ๆ) โครงกระดูกคน
๔. กระดูกคนขาของกบตัดตามยาว แสดงเนื้อกระดูกและโพรงกระดูก
๕. ถ้าสะดวก กระดูกวัวสดขนาดใหญ่ตามยาว ให้มีช็อคคอตติอยู่ควยดำเป็นไปได้
๖. ถ้ามีเวลา เนื้อเยื่อคำจุนอื่น ๆ
 - ก. Tendons ในขาของกบที่เพิ่งทำใหม่ ๆ ซึ่งยึดกล้ามเนื้อให้ติดกับกระดูก
 - ข. เยื่อเกี่ยวพันที่ยึดหนังให้ติดกับส่วนที่อยู่ข้างล่าง ของกบ
 - ค. Ligament ซึ่งเชื่อมกระดูกคางชันให้ติดกันตรงช็อคคอตติ
 - ง. สไลด์ของเยื่อเกี่ยวพันชนิดเส้นใย (fibrous connective tissue)



PLATE V
SUPPORTING TISSUE

1. Cartilage

2. Haversian Systems

3. Other Optional Detail

CELL DIVISION
MITOSIS AND CYTOKINESIS

เซลล์มีจำนวนล้าน ๆ ความที่เห็นในเนื้อเยื่อต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิต ไม่มีวี่แวงใดที่จะเพิ่มจำนวน นอกจากการแบ่งเซลล์ของเซลล์ที่มีอยู่ก่อนแล้วเท่านั้น การสืบต่อเนื่องของชีวิตย่อมขึ้นอยู่กับการแบ่งเซลล์

เนื้อเยื่อของซาลาแมนเดอร์หัวอ่อนที่กำลังเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว นั้น เหมาะเพื่อใช้ศึกษาพฤติกรรมของสารโครมาทิน (chromatin material) ใน mitosis เป็นอย่างยิ่ง การศึกษาเรื่องนี้ควรทำก่อนเนื้อหาในคำบรรยายที่ตีพิมพ์มาแล้ว เพราะจะได้อ่านถึงศึกษามีความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับโครงสร้างต่าง ๆ เช่นกันว่า โครโมโซม เซนทริโอล โยสเทปินเคิล และใยแอสเทรีย เรย์ ในส่วนที่เกี่ยวข้องกับไมโทซิสมาแล้ว คุรูป A, B, และ C ที่ได้แสดงไว้ข้างล่างนี้



Fig. A. GERM CELL OF CRAY-FISH SHOWING SPINDLE BUT NO ASTERS (anastral mitosis). Fig. B. GERM CELL OF ASCARIS SHOWING CENTRIOLES. Fig. C. EMBRYONIC CELL OF WHITEFISH SHOWING ASTERS (amphiastral mitosis).

เนื้อเยื่อเนื้อสไลด์การรวมตัวของชั้นหนึ่งบาง ๆ จากหางของตัวอ่อน ซึ่งมีความหนาไม่เท่ากัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับจำนวนของชั้นเซลล์ที่ซ้อนกัน ใช้กำลังขยายค่าหาบริเวณที่บางและชักเพื่อศึกษาค่ายกำลังขยายสูง เซลล์มีขนาดใหญ่มาก และส่วนใหญ่จะอยู่ในระยะ interphase แต่อาจจะมีเซลล์ในระยะอื่น ๆ ด้วย

จงดูรูปที่ ๓๐ ถึง ๔๑ (หน้า ๓๓) ซึ่งแสดงไมโทซิสบางระยะในหนังของซาลาแมนเดอร์หัวอ่อน เพื่อความสะดวกในการบรรยาย มักแบ่งขบวนการออกเป็น ๔ ระยะใหญ่ ๆ ซึ่งได้นัก prophase, metaphase, anaphase, และ telophase มันเป็นขบวนการต่อเนื่องซึ่งนักศึกษาคควรเข้าใจว่าไม่มีการหยุดของกิจกรรม นับตั้งแต่การเปลี่ยนแปลงครั้งแรกที่เกิดขึ้นในนิวเคลียสของเซลล์เริ่มต้น จนกระทั่งได้เซลล์ใหม่ทั้ง ๒ โดยสมบูรณ์

จงศึกษาเซลล์ตัวอย่างในระยะ interphase และสังเกตลักษณะของโครงสร้างต่าง ๆ ในแง่เซลล์วิทยา ท่านเห็นนิวคลีโอลิกอื่น ๆ อีกหรือไม่? อาศัยรูปที่ ๓๑ ถึง ๔๑ จงหาและศึกษาระยะต่าง ๆ สำหรับเซลล์ที่อยู่ในระยะกำลังและไม่ได้นแสดงไว้ในรูป ขอให้ใช้คุณสมบัติแปลความ-

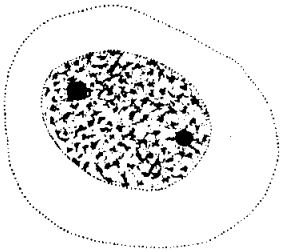


Fig. 30. INTERPHASE.

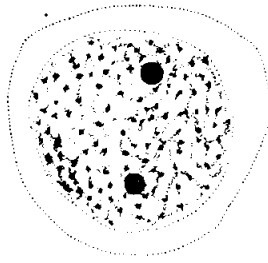


Fig. 31. BEGINNING PROPHASE.

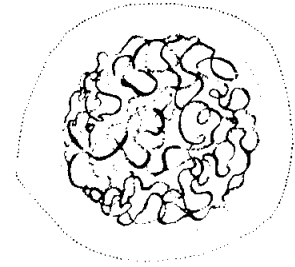


Fig. 32. EARLY PROPHASE.

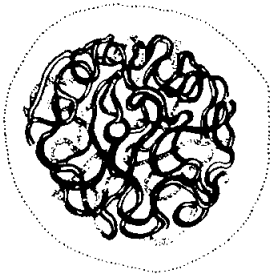


Fig. 33. MIDDLE PROPHASE.

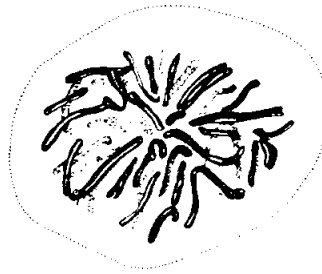


Fig. 34. LATE PROPHASE.

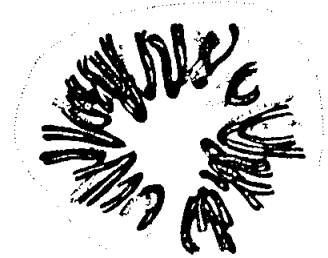


Fig. 35. METAPHASE (polar view).

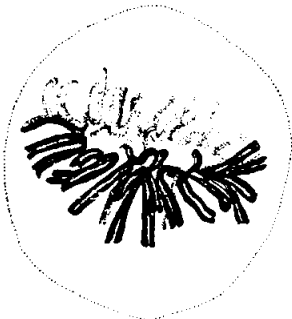


Fig. 36. METAPHASE (side view).



Fig. 37. ANAPHASE.



Fig. 38. EARLY TELOPHASE.

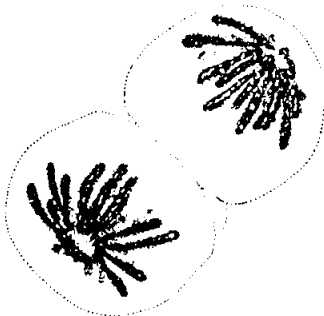


Fig. 39. MIDDLE TELOPHASE

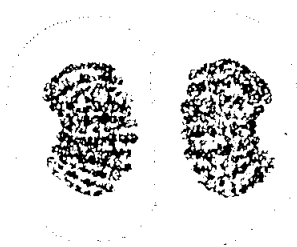


Fig. 40. LATE TELOPHASE



Fig. 41. DAUGHTER CELLS

CELL DIVISION IN THE SKIN OF THE SALAMANDER TADPOLE

หมายเหตุเอง จงสังเกตการคอบ ๆ หายไปของผนังนิวเคลียสในระยะ prophase และจะกลับปรากฏขึ้นใหม่ในระยะ telophase

ได้เว้นที่ไว้ ๔ ช่องใน PLATE VI สำหรับวาดระยะต่าง ๆ ดังที่จะกล่าวข้างล่างนี้ ขณะที่ศึกษาระยะต่าง ๆ ในสไลด์ จงวาดรูปลงในช่องว่างให้ตรงกับระยะ

1. Early prophase ระยะที่โครมาตินรวมตัวกันเป็นเส้นยาว บาง และหดไปมา
2. Middle prophase ระยะที่โครโมโซมเป็นเส้นหนาขึ้น และแยกตัวตามความยาว
3. Late prophase ระยะที่เส้นสั้นเข้า หนาขึ้น และมีจำนวนโครโมโซมที่แน่นอน (๒๔ ในซาลาแมนเดอร์ชนิดนี้) ส่วนใหญ่มีรูปตัว V แต่ขนาดแตกต่างกันมาก
4. Metaphase ระยะที่โครโมโซมแยกออกเป็น ๒ ส่วนเท่า ๆ กัน และจัดตัวคล้ายวงแหวนในระยะที่เรียกว่า equatorial plate (คานขั้วเซลล์)
5. Metaphase (คานข้าง)
6. Anaphase ระยะที่โครโมโซมแต่ละครึ่งผละออกจากกัน และเคลื่อนที่ไปยังขั้วตรงข้าม ระยะนี้ผ่านไปค่อนข้างรวดเร็ว
7. Early telophase ระยะที่โครโมโซมไปรวมกันอยู่ครบชุดที่แต่ละข้างของเซลล์ซึ่งยาวขึ้น และไซโทโครมเริ่มคอบ
8. Middle telophase ระยะที่โครโมโซมเริ่มแตกต่างกัน และไซโทโครมถูกแบ่งออก
9. Late telophase ระยะที่เซลล์ลูกทั้ง ๒ เกิดขึ้นแล้ว และกำลังมีการสร้างนิวเคลียสขึ้นใหม่

การสาธิต

- (๑) Spindle (เห็นโคซัคในเซลล์สืบพันธุ์ของกุงตัวผู้ รูป A)
- (๒) Centriole (เห็นโคซัคในระยะการแบ่งของเซลล์สืบพันธุ์ของ Ascaris รูป B)
- (๓) Astral rays (เห็นโคซัคเป็นพิเศษในระยะการแบ่งเซลล์ของ whitefish รูป C)
- (๔) ระยะต่าง ๆ ของ mitosis ในตัวอ่อนของ whitefish

Drawings of Demonstrations (optional)



PLATE VI

CELL DIVISION IN THE EPIDERMIS OF
THE SALAMANDER TADPOLE

1. Early Prophase 2. Middle Prophase 3. Late Prophase

4. Metaphase
 (polar view) 5. Metaphase
 (side view) 6. Anaphase

7. Early Telophase 8. Middle Telophase 9. Late Telophase

EARLY EMBRYOLOGY

ไข่ที่ตกผสมแล้ว (ซึ่งเป็นเซลล์เดี่ยว) จะเจริญเติบโตไปเป็นตัวใหม่ที่มีเซลล์มากมาย อันเป็นผลจากการแบ่งแบบไมโทซิสที่ได้ปฏิบัติการมาแล้ว ขบวนการเจริญเติบโตเบื้องต้นมีศัพท์เทคนิคว่า กลีเวจ (cleavage) กลีเวจหรือ segmentation ของ ovum มักเกิดขึ้นทันทีหลังจากการปฏิสนธิ (fertilization)

ไข่ปลาควาและคัพพะในทุก ๆ ชั้นของการเจริญเติบโต เป็นสิ่งมีค่าสำหรับการศึกษาในท้องเรียน ทั้งนี้ก็เพราะว่ามันแสดงหลักสำคัญ ๆ ของการเจริญเติบโตเบื้องต้นของสัตว์ (metazoa) ทั้งหมดอย่างละเอียด ส่วนรายละเอียดที่มากกว่านี้จะได้ศึกษาในภายหลัง แต่อย่างไรก็ตาม ความรู้ทั่ว ๆ ไปของระยะแรก ๆ ของการเจริญเติบโตของสัตว์ชั้นสูง มีความจำเป็นต่อความเข้าใจอันถูกต้องของหลักที่สำคัญ ๆ ทางชีววิทยา ซึ่งควรจะทำความเข้าใจเป็นอย่างดีในเบื้องต้นของวิชานี้

Cleavage, Blastulation, และ Gastrulation ในปลาควา

เซลล์ไข่ที่ตกผสมแล้วจะแบ่งเป็น ๒ เซลล์ และเซลล์ที่ได้นี้จะแบ่งตัวต่อไปอีก เป็นเช่นนั้นต่อไป จนกระทั่งได้เซลล์มากมาย จงดูรูปที่ ๔๒ ถึง ๔๓ ซึ่งแสดงระยะต่าง ๆ กันไปของการเจริญเติบโตเบื้องต้น สไลด์ถาวรแสดงระยะเหล่านี้ไว้ทั้งหมด (รวมทั้งระยะอื่นด้วย) จงตรวจดูสไลด์ด้วยกำลังขยายต่ำก่อน ศึกษาในระยะต่าง ๆ แล้วดูภาพ (PLATE VII) ต่อไปนี้

๑. Fertilized egg เป็นเซลล์เดี่ยว นิวเคลียสที่เห็นนี้เมื่อเปรียบเทียบกับนิวเคลียสของ immature egg ซึ่งได้ศึกษาเมื่อเริ่มต้นของวิชานี้ แล้วเป็นอย่างไรร ?

๒. Two-cell stage ระยะ ๒ เซลล์

๓. Four-cell stage ระยะ ๔ เซลล์

๔. Eight-cell stage ระยะ ๘ เซลล์

๕. Morula เป็นกลุ่มเซลล์ที่ประกอบด้วย ๑๖ (หรือมากกว่า) เซลล์ เซลล์ที่ได้จากการแบ่งตัวในระยะแรก ๆ นี้ทั้งหมดเรียกว่า blastomeres

๖. Blastula ขณะที่ไมโทซิสดำเนินต่อไป เซลล์จะจัดตัวเป็นชั้นเดี่ยว รูปทรงกลมและกลวง เรียกว่า blastula ขบวนการเรียกว่า / ช่องตรงกลางของระยะนี้เรียกว่า blastulation segmentation cavity หรือ blastocoel

๗. Early Gastrula จังหวะที่ blastula มีรอยบุ๋มทางด้านหนึ่ง ซึ่งเป็นระยะเริ่มต้นของ invagination จังหวะต่าง ๆ ที่มี invagination มากขึ้น ขบวนการนี้เรียกว่า gastrulation และระยะที่ได้เรียกว่า gastrula ระยะนี้เป็นรูปถ่าย ๒ ชั้น ๆ นอกเรียกว่า ectoderm และชั้นในเรียกว่า endoderm ช่องว่างของอวัยวะที่เกิดจากการ invagination ซึ่งบุด้วย endoderm เรียกว่า archenteron อันนี้เป็นช่องเริ่มต้นของทางเดินอาหาร (อย่าสับสนกับช่อง blastocoel) ช่องเปิดของ archenteron เรียกว่า blastopore ซึ่งต่อไปจะกลายเป็น anus ของตัวอ่อนของปลาควา

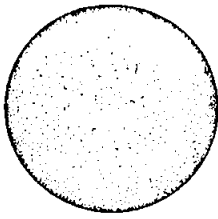


Fig. 42. FERTILIZED EGG

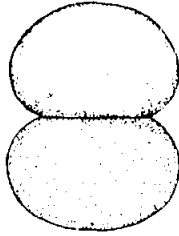


Fig. 43. TWO-CELL STAGE

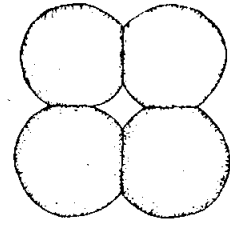


Fig. 44. FOUR-CELL STAGE

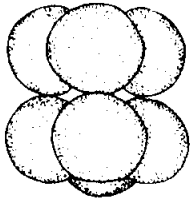


Fig. 45. EIGHT-CELL STAGE

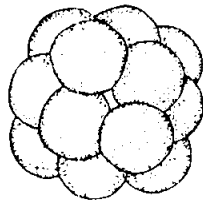


Fig. 46. MORULA

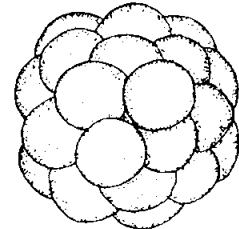


Fig. 47. EARLY BLASTULA

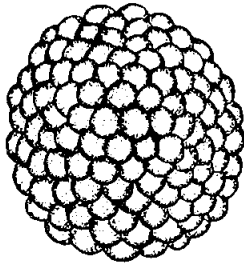


Fig. 48. BLASTULA
(surface view)

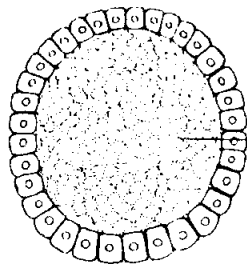


Fig. 49. BLASTULA
(hemisection)

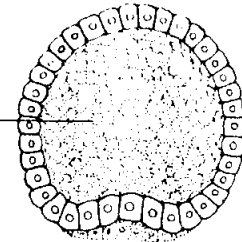


Fig. 50. BLASTULA
(invagination beginning)

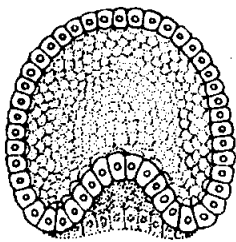


Fig. 51. EARLY GASTRULA
(hemisection)

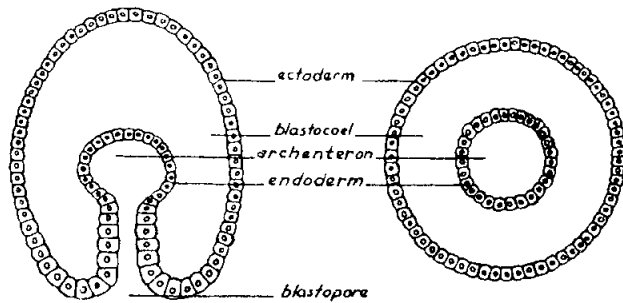


Fig. 52. GASTRULA
(longitudinal section)

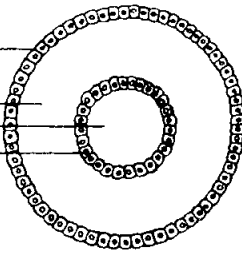


Fig. 53. GASTRULA
(cross section)

EARLY EMBRYOLOGY OF THE STARFISH.

๔. Late gastrula จงสังเกตการยืดยาวขึ้นของร่างกาย และการต่อเนื่องของ invagination รูปที่ ๔๒ แสดงการติดตามยาวของ gastrula เพื่อให้เห็นโครงสร้างที่เป็น ๒ ชั้น รูปที่ ๔๓ แสดงการติดตามขวางของระยะเดียวกันนี้

วัตถุประสงค์สำคัญของการปฏิบัติการนี้ ก็เพื่อให้นักศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับระยะต่าง ๆ ของคัพภะ ดังต่อไปนี้

๑. Early cleavage ระยะแบ่งเซลล์แรก ๆ ของการเจริญเติบโต
๒. Morula ระยะหนึ่งของการเจริญเติบโต ประกอบด้วยกลุ่มเซลล์ประมาณ ๑๖ เซลล์
๓. Blastula ระยะหนึ่งซึ่งเซลล์ประกอบเป็นรูปทรงกลม กลวง มีชั้นเดียว
๔. Gastrula ระยะหนึ่งซึ่งมีเซลล์ ๒ ชั้น อันเกิดจากการ invagination ของ blastula (ซึ่งมีเซลล์ชั้นเดียว)

การสาธิต

รูปปั้นแสดงตัวอ่อนระยะแรก ๆ (หมายเหตุ วิทยาเอมบริโอ จะศึกษาละเอียดยิ่งขึ้นในบทที่ ๑๗)



PLATE VII

CLEAVAGE, BLASTULATION, and GASTRULATION ในปลาหมึก

1. Fertilized Egg 2. Two-cell Stage 3. Four-cell Stage

4. Eight-cell Stage 5. Morula 6. Blastula
(section)

7. Early Gastrula 8. Gastrula 9. Gastrula
(section) (longitudinal section) (cross-section)