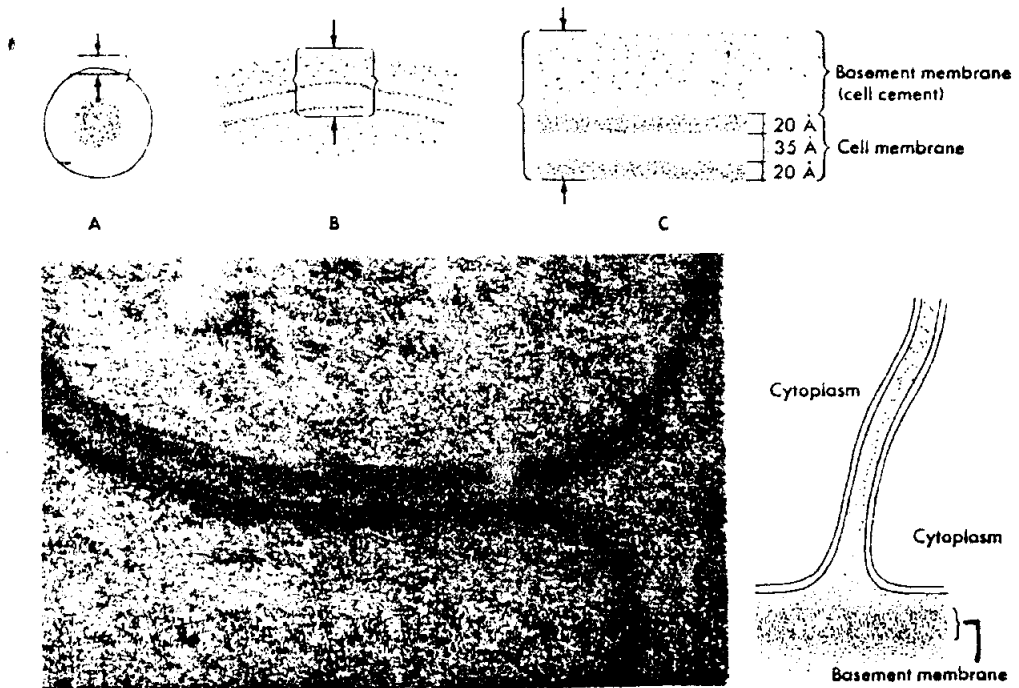


กันไม่มากนัก จึงนิยมอธิบายลักษณะโครงสร้างและองค์ประกอบของเซลล์รวม ๆ กันไป รูปของเซลล์ที่เขียนขึ้นประกอบคำอธิบายเพื่อการศึกษาเรื่องเซลล์นั้น จึงมีองค์ประกอบครบถ้วน เรียกรูปเซลล์สมมุตินี้ว่า Generalized cell หรือ Typical cell แสดงองค์ประกอบทุกชนิดที่พบในเซลล์ทุกแบบ โครงสร้าง (Structure) และองค์ประกอบ (Organelle) ของเซลล์มีรายละเอียดโดยสังเขปดังต่อไปนี้

ผนังเซลล์และเยื่อหุ้มเซลล์ (Cell wall and Cell membrane)

การที่น้ำในโปรโตพลาสซึมมีอยู่ได้ถึงประมาณ 90 เปอร์เซ็นต์และส่วนประกอบอื่น ๆ ภายในโปรโตพลาสซึมไม่เหือดแห้งสลายไปนั้น เพราะมีเยื่อหุ้มเซลล์ (cell membrane) ห่อหุ้มล้อมรอบอยู่ cell membrane อาจเรียกได้อีกชื่อหนึ่งว่า plasma membrane เป็นส่วนที่มีชีวิตประกอบด้วยสารอินทรีย์ประเภทไลปิดและโปรตีน มีคุณสมบัติเป็น Semipermeable membrane ทำหน้าที่ควบคุมการผ่านเข้าออกของสาร เยื่อหุ้มเซลล์นี้มีทั้งในเซลล์พืชและเซลล์สัตว์



ภาพ 4-6 แสดงลักษณะของเยื่อหุ้มเซลล์ พิจารณาโดยขยายขนาดขึ้นตามลำดับ

ในเซลล์พืชชั้นนอกจะมีเยื่อหุ้มเซลล์แล้วยังมีองค์ประกอบพิเศษเคลือบหุ้มอยู่ทางด้านนอกของเยื่อหุ้ม ส่วนที่เคลือบหุ้มนี้เรียกว่า *ผนังเซลล์ (cell wall)* เป็นสารประกอบประเภทคาร์โบไฮเดรต เป็นส่วนที่ค่อนข้างแข็งจึงทำให้เซลล์พืชสามารถรักษารูปร่างอยู่ได้ ผนังเซลล์นับเป็นผลิตภัณฑ์ของเซลล์และเป็นสิ่งไม่มีชีวิตและเสื่อมสภาพยาก การค้นคว้าที่ทำให้ Robert Hooke มีชื่อเสียงนั้น ก็คือส่วนที่เป็นผนังเซลล์นี้เอง ผนังเซลล์มีบทบาทและหน้าที่อย่างสำคัญในการป้องกันอันตรายและการสูญเสียสารภายในเซลล์ พืชบางชนิดผลิตผนังเซลล์ขึ้นมาเป็นจำนวนมาก เมื่อเซลล์นั้นตายแล้วผนังเซลล์ที่ยังคงสภาพอยู่อาจนำไปใช้ประโยชน์ได้ เช่น ไม้คอร์กและเปลือกไม้ต่าง ๆ

นิวเคลียส (Nucleus)

สิ่งที่อยู่ใต้การหุ้มล้อมของเยื่อหุ้มเซลล์ได้แก่โปรโตพลาสซึม ในก้อนของเหลวโปรโตพลาสซึมนี้มีองค์ประกอบส่วนหนึ่งซึ่งมีลักษณะเป็นก้อนค่อนข้างกลมหรือรี อาจลอยอยู่ตอนกลางหรือบริเวณใดบริเวณหนึ่ง องค์ประกอบส่วนนี้ เรียกว่า *นิวเคลียส (nucleus)* ค้นพบเป็นครั้งแรกโดย Robert Brown นิวเคลียสเป็นองค์ประกอบของเซลล์ซึ่งมีผนังหุ้มล้อมในทำนองเดียวกับเยื่อหุ้มเซลล์ เรียกเยื่อนี้ว่า *Nuclear membrane* เยื่อหุ้ม นิวเคลียสนี้จะห่อหุ้มของเหลวซึ่งเรียกว่า *nucleoplasm* ไว้ ใต้เยื่อหุ้มนิวเคลียสจะมีสารที่มีลักษณะคล้ายตาข่ายที่คลุมอยู่โดยตลอด วัตถุที่มีลักษณะคล้ายตาข่ายนี้เรียกว่า *โครมาติน (chromatin)* เป็นส่วนที่ย่อมสติดัด ในระยะที่เซลล์มีการแบ่งตัว เส้นใยโครมาตินนี้จะขาดออกจากกันเป็นท่อน ๆ ในจำนวนซึ่งคงที่เฉพาะชนิดของสิ่งมีชีวิตนั้น ท่อนของโครมาตินนี้เรียกว่า *โครโมโซม (chromosome)* ทำหน้าที่เป็นตัวนำลักษณะทางพันธุกรรมจากพ่อแม่ไปยังลูก นอกจากนั้นภายในนิวเคลียสจะมีปมเล็ก ๆ ปรากฏอยู่เรียกปมนี้ว่า *นิวคลีโอลัส (nucleolus)* เชื่อกันว่าเป็นชุมทางของเส้นโครมาติน ปมนี้อาจมีได้หลายอันแต่จะสลายตัวลงเมื่อเซลล์เริ่มแบ่งตัว

จากการศึกษาวิเคราะห์โดยละเอียดพบว่า โครโมโซมประกอบด้วยสารอินทรีย์ประเภท DNA เป็นส่วนใหญ่ นอกจากนั้นยังมีสารประเภท RNA รวมอยู่ด้วย

นิวเคลียสมีหน้าที่ควบคุมขบวนการทุกอย่างที่เกิดขึ้นในเซลล์ เปรียบเสมือนศูนย์บัญชาการของเซลล์นั่นเอง

ไซโตพลาสซึม (Cytoplasm)

ไซโตพลาสซึม คือโปรโตพลาสซึมส่วนที่อยู่ล้อมรอบนิวเคลียส ถ้าพิจารณาอย่างผิวเผินจะเห็นว่าไซโตพลาสซึมมีลักษณะเป็นของเหลวที่ติดต่อกันเป็นเนื้อเดียว แต่ถ้าพิจารณาโดยใช้กล้องจุลทรรศน์ อีเล็กตรอน พบว่าในเนื้อของไซโตพลาสซึมนี้มีเยื่อบาง ๆ ทอดทาบไปมาเป็น

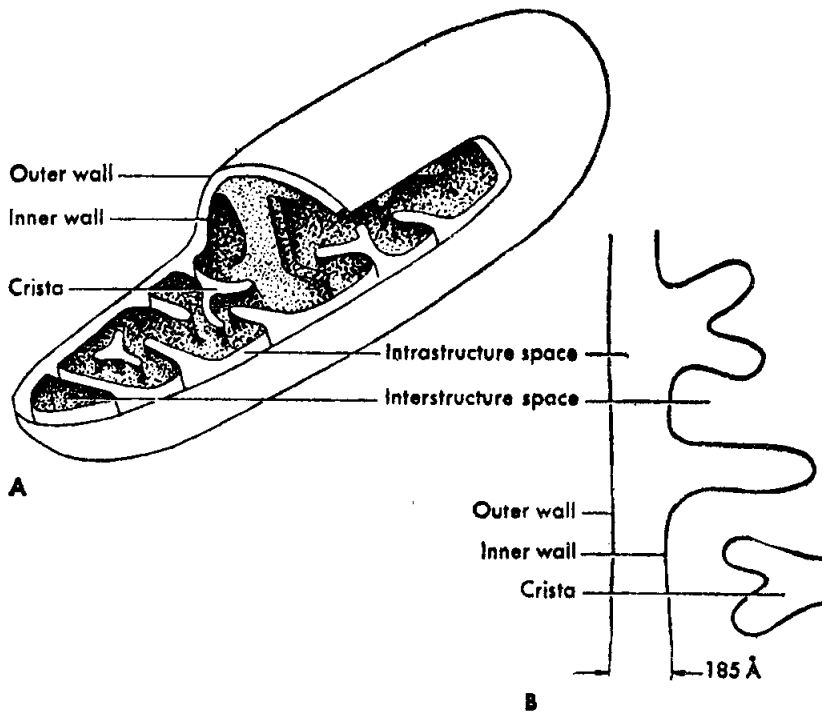
ชอกชอยทั่วไป นอกจากนั้นในเนื้อของไซโตพลาสซึมยังมีองค์ประกอบอื่น ๆ ของเซลล์ลอยอยู่ทั่วไป

เอ็นโดพลาสมิก เรติคูลัม (Endoplasmic reticulum)

เยื่อบางที่ทอดทาบไปมาในส่วนของไซโตพลาสซึมนั้นเรียกว่า *endoplasmic reticulum* การทาบซ้อนของแผ่นเยื่อนี้ทำให้เกิดเป็นช่องคล้ายท่อขึ้น เลยกกลายเป็นทางติดต่อถ่ายเทสารระหว่างนิวเคลียสกับไซโตพลาสซึมชั้นในและชั้นนอก เอ็นโดพลาสมิก เรติคูลัมมีรูปแบบเป็นสองสภาพ คือเป็นก้อนกลมเล็ก ๆ และเป็นแผ่นเยื่อบาง ๆ ส่วนที่เป็นก้อนกลมเล็ก ๆ นั้นเรียกว่า *ไรโบโซม (ribosome)* มักอยู่ติดกันกับแผ่นเยื่อ ทำหน้าที่เป็นผู้สังเคราะห์โปรตีนให้แก่เซลล์ ส่วนที่เป็นแผ่นเยื่อบางนั้นเข้าใจว่ามีส่วนร่วมในการทำงานของสารประเภท ไลปิด สเตอรอยด์ และโพลีแซคคาไรด์

กอลจิบอดี (Golgi body)

กอลจิบอดี เป็นองค์ประกอบอีกส่วนหนึ่งของเซลล์ องค์ประกอบส่วนนี้ค้นพบเป็นครั้งแรกในปี ค.ศ. 1898 โดยนักเซลล์วิทยาชาวอิตาลีชื่อ Camille Golgi กอลจิบอดี มีลักษณะเป็นเส้นแบบขนานกันแน่น ปรกติมักพบในเซลล์สัตว์เท่านั้น พบมากในเซลล์ที่ทำหน้าที่สร้างสาร เช่น เซลล์ของอวัยวะขับถ่าย ทำให้เชื่อกันว่า กอลจิบอดี มีหน้าที่เกี่ยวกับการขับถ่าย แต่ก็ยังไม่มีการยืนยัน



ภาพ 4-7 ไมโทคอนเดรีย A. รูปร่างแสดงให้เห็นส่วนของภายใน B. ส่วนขยายของผนัง

ไมโทคอนเดรีย (mitochondria)

เป็นองค์ประกอบของเซลล์ที่พบอยู่ในเซลล์แทบทุกชนิด โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเซลล์ที่มีขบวนการทำงานสูง เช่น เซลล์ของตับ ไต และประสาท มีรูปลักษณะต่าง ๆ กัน ประกอบด้วยผนังสองชั้น ผนังชั้นในยื่นล้าเป็นสันตั้งฉากกับผนังเดิม สันที่ยื่นตั้งฉากเข้าไปนี้ เรียกว่า คริสตา (*crista* พหูพจน์ *cristae*) ช่องภายในไมโทคอนเดรียจะมีของเหลวขังอยู่ จากการสังเกตพบว่าไมโทคอนเดรียนี้จะยึดหดได้ในขณะที่เซลล์ทำงาน หน้าที่ขององค์ประกอบชนิดนี้คือการสร้างเอ็นไซม์ที่ใช้ในการหายใจหรือเผาผลาญอาหารเพื่อให้เกิดพลังงาน จึงอาจเรียกได้ว่า ไมโทคอนเดรีย เป็นแหล่งสร้างพลังงานให้แก่เซลล์ (house of power of the cell) ในวงการแพทย์ปัจจุบันกำลังให้ความสนใจต่อไมโทคอนเดรียว่าเป็นผู้มีส่วนร่วมในการทำให้เกิดโรคมะเร็งหรือไม่ ผลการศึกษาขณะนี้ยังไม่เป็นที่ยุติ

ไลโซโซม (Lysosome)

ไลโซโซมเป็นองค์ประกอบที่ค้นพบใหม่ ภายหลังมีการประดิษฐ์กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแล้ว ไลโซโซมมีลักษณะภายนอกคล้ายกับไมโทคอนเดรีย ผนังขององค์ประกอบชนิดนี้เป็นสารประเภทไลโปโปรตีน ภายในมีน้ำย่อยหรือเอ็นไซม์สำหรับใช้ย่อยสลายสารต่าง ๆ ที่มีขนาดโมเลกุลใหญ่ให้มีสภาพเป็นโมเลกุลเล็ก เพื่อสะดวกในการถูกเปลี่ยนไปเป็นพลังงาน ถ้าผนังของไลโซโซมถูกทำลาย เอ็นไซม์ที่อยู่ภายในจะทะลักออกมาและย่อยสารอื่น ๆ ในโปรโตพลาสซึม ดังนั้นจึงเป็นที่เข้าใจว่าไลโซโซมมีหน้าที่ทำลายเซลล์ที่มีอายุมากหรือเซลล์ที่ตายแล้ว

เซนทริโอลและไคเนโทโซม (Centriole and Kinetosome)

เซนทริโอลมีลักษณะเป็นท่อนทรงกระบอกเล็ก ๆ มีจำนวน 2 อัน อยู่ใกล้ ๆ นิวเคลียส จากการศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนพบว่า เซนทริโอลประกอบด้วยเส้นใยหลอดเล็ก ๆ 9 กลุ่ม แต่ละกลุ่มมีเส้นใยอยู่ 3 เส้น เซนทริโอลแต่ละอันจะทอดตัวตั้งฉากซึ่งกันและกัน

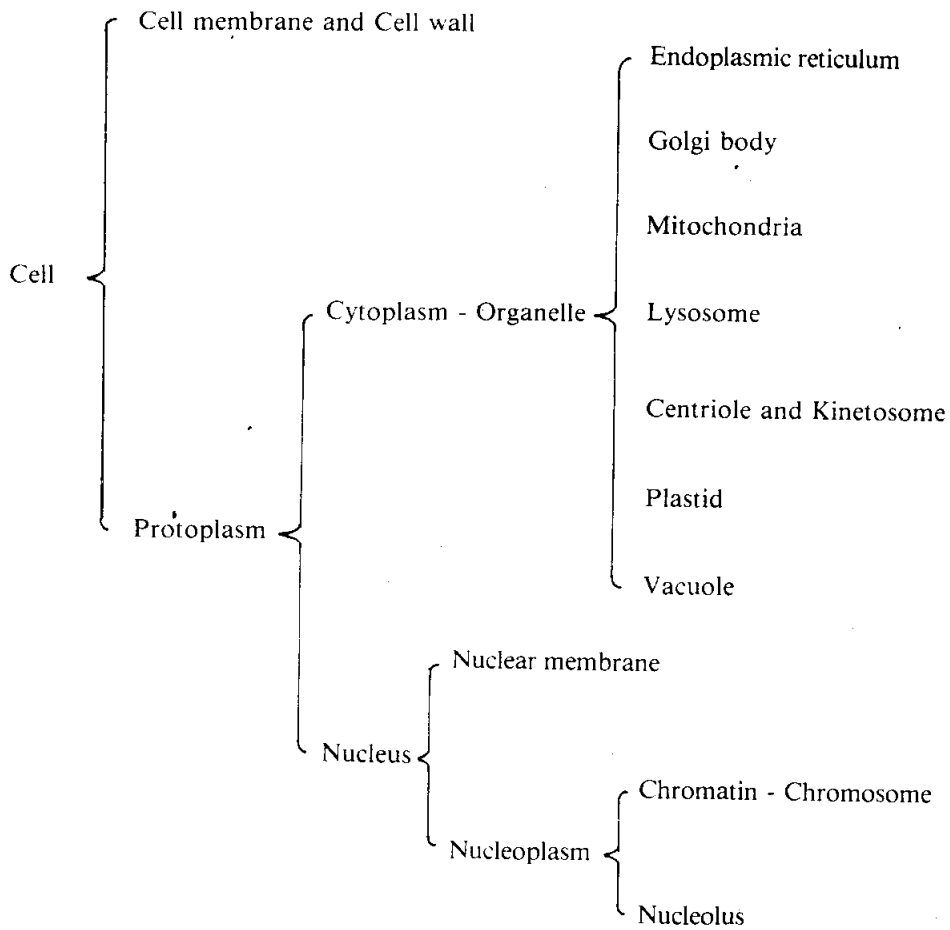
ในเซลล์บางชนิดซึ่งมีเส้นขนละเอียดเล็ก ๆ ซึ่งเรียกว่า cilia ติดอยู่ด้วย จะมีโครงสร้างชนิดหนึ่งติดอยู่ที่โคนสุดของ cilia นั้น โครงสร้างหรือองค์ประกอบชนิดนี้เรียกว่าไคเนโทโซม ซึ่งมีลักษณะและส่วนประกอบเช่นเดียวกับเซนทริโอล ทั้งเซนทริโอลและไคเนโทโซมนี้มีความสามารถจะยึดหดได้ จึงเชื่อกันว่าองค์ประกอบทั้งสองอย่างนี้ทำหน้าที่เป็นส่วนที่ทำให้เกิดการเคลื่อนไหวและการเคลื่อนที่ของเซลล์ แต่มีวิธีการแตกต่างจากการยึดหดของกล้ามเนื้อในสัตว์หลายเซลล์อื่น ๆ องค์ประกอบทั้งสองนี้ไม่พบในเซลล์พืช

พลาสติดและแวคคิวโอล (Plastid and Vacuole)

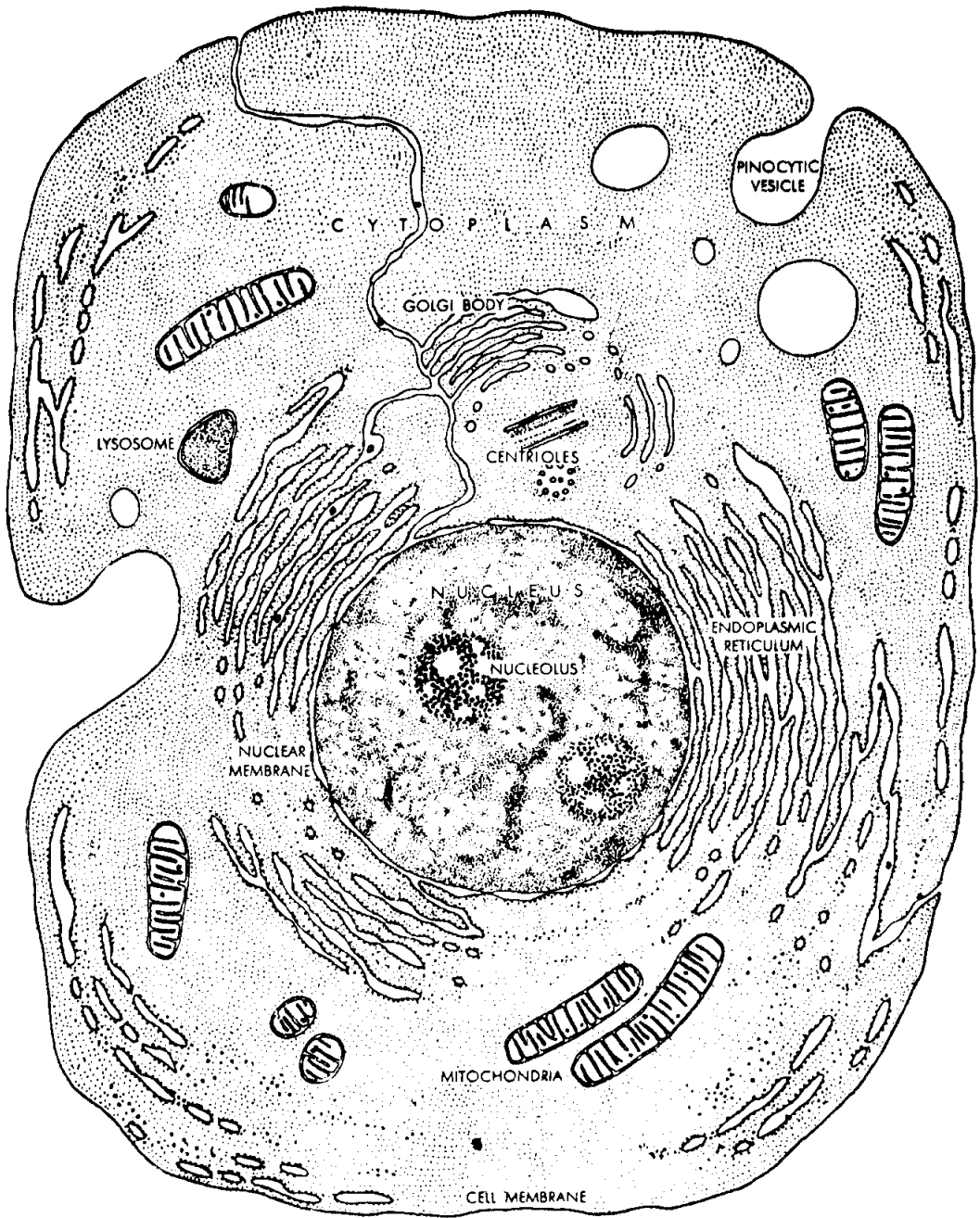
ในพืชและสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวบางชนิด จะมีองค์ประกอบพิเศษชนิดหนึ่งซึ่งไม่มีในเซลล์ของสัตว์ องค์ประกอบนั้นคือ พลาสติดซึ่งมีลักษณะเป็นก้อนสาร ภายในมีสารที่ทำให้เกิดสีบรรจุอยู่ พลาสติดแบ่งออกตามลักษณะของสีได้เป็น 3 พวกคือ พวกที่มีสารสีเขียวอยู่ภายในเรียกว่า *คลอโรพลาสต์ (chloroplast)* สารสีเขียวนี้เรียกว่า *คลอโรฟิลล์ (chlorophyll)* ซึ่งเป็นสารที่มีคุณสมบัติพิเศษเฉพาะตัว คือสามารถนำเอาน้ำมารวมกับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ โดยมีแสงสว่างเป็นตัวร่วมปฏิกิริยา เกิดเป็นสารอินทรีย์ประเภทคาร์โบไฮเดรต ถ้าพลาสติดนั้นมีสารสีอื่นที่มีสีเขียวอยู่ภายใน เรียกว่า *โครโมพลาสต์ (chromoplast)* ถ้าพลาสติดนั้นไม่มีสารสีอยู่ภายในเรียกว่า *ลิวโคพลาสต์ (leucoplast)* มักพบในเซลล์ของพืชที่ไม่ได้รับแสงสว่าง การที่พืชมีสีเขียวหรือสีเหลือง ส้ม แดง ตลอดจนสีขาวใส ๆ เป็นเพราะองค์ประกอบนี้ของเซลล์

แวคคิวโอล เป็นช่องที่อยู่ในไซโตพลาสซึม ช่องนี้จะมีเยื่อบางหุ้มล้อมรอบอยู่ เยื่อหุ้มนี้เรียกว่า *เยื่อโทโนพลาสต์ (tonoplast)* ภายในช่องนี้จะมีน้ำและสารละลายอื่น ๆ บรรจุอยู่ แวกคิวโอลในเซลล์ของสิ่งมีชีวิตอาจแบ่งออกได้เป็นสามประเภทคือ ถ้าเป็นแวคคิวโอลที่ภายในมีสารละลายบรรจุอยู่ตั้งที่ได้กล่าวมา เรียกว่า *sap vacuole* ถ้าเป็นแวคคิวโอลที่มีอาหารอยู่ภายใน เรียกว่า *food vacuole* ถ้าเป็นแวคคิวโอลที่มีหน้าที่กำจัดน้ำและของเสียออกจากเซลล์เรียกว่า *contractile vacuole* ซึ่งแวคคิวโอลชนิดนี้มีความสามารถยืดหดได้ สามารถที่จะแตกและเกิดขึ้นใหม่ได้เป็นคราว ๆ ไป

องค์ประกอบต่าง ๆ ของเซลล์ตามที่ได้อธิบายมานี้ อาจสรุปเป็นแผนผังได้ ดังต่อไปนี้คือ



ถ้านักศึกษาคิดพิจารณาเปรียบเทียบจะเห็นได้ว่า เซลล์เปรียบได้กับองค์กรหรือหน่วยงานที่มีองค์ประกอบที่สมบูรณ์รัดกุมยิ่ง ประกอบด้วยฝ่ายบริหารและควบคุมนโยบาย (นิวเคลียส) ฝ่ายธุรการ (organelle ต่าง ๆ) และฝ่ายบริการ (แว็คคิวโอลและเยื่อหุ้มต่าง ๆ) ผลงานที่เกิดขึ้นจากการทำงานร่วมกัน ส่งผลให้เกิดการดำรงอยู่อย่างมั่นคง และทำให้เกิดความก้าวหน้าและการเจริญเติบโตอย่างมีประสิทธิภาพยิ่ง



ภาพ 4-8 แสดง Typical cell หรือ Generalized cell

ข้อยกเว้นบางประการเกี่ยวกับเรื่องเซลล์

จากทฤษฎีเซลล์ซึ่งได้กล่าวไว้ว่า สิ่งมีชีวิตประกอบด้วยเซลล์นั้น แม้ว่าจะเป็นข้อความที่ใช้ได้โดยทั่วไป แต่มีกรณียกเว้นบางกรณีซึ่งอยู่นอกเหนือไปจากทฤษฎีนี้แม้ว่าจะเป็นสิ่งมีชีวิตเหมือนกัน เช่น

1. ไวรัสซึ่งจัดเป็นสิ่งมีชีวิตชนิดหนึ่ง มิได้มีองค์ประกอบเหมือนเซลล์ทั่วไป ไวรัสประกอบด้วยสารอินทรีย์ ประเภทกรดนิวคลีอิกเท่านั้น ไม่มีองค์ประกอบอื่นใดนอกไปกว่านี้เลย

2. จุลินทรีย์พวกแบคทีเรียและแอลจีสีเขียวแกมน้ำเงินตลอดจนเซลล์ของเมดิโอสิตแดงของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนม ไม่มีนิวเคลียสที่เห็นเป็นกลุ่มก้อนที่แน่นอนชัดเจน

3. สิ่งมีชีวิตบางชนิดหรือเซลล์บางชนิด ไม่มีเยื่อหุ้มเซลล์ ที่จะกั้นให้เซลล์แยกออกจากกัน ทำให้เซลล์หนึ่ง ๆ มีนิวเคลียสอยู่ภายในเป็นจำนวนมาก (เซลล์ที่มีนิวเคลียสอยู่ภายในเป็นจำนวนมากนี้ถ้าเป็นเซลล์พืชเรียกว่า coenocyte ถ้าเป็นเซลล์สัตว์เรียกว่า syncytium)

4. Sieve tube cell ในท่อลำเลียงของพืช เป็นเซลล์ที่ไม่มีนิวเคลียส

4.3.2 ความเปลี่ยนแปลงของเซลล์ (Cellular Differentiation)

ถ้าเราลองพิจารณาสิ่งมีชีวิตที่เห็นอยู่ในชีวิตประจำวัน เช่น ต้นไม้ หรือมนุษย์ เราจะเห็นได้ว่าสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดจะมีลักษณะเป็นเอกลักษณ์หรือเฉพาะตัว และในสิ่งมีชีวิตแต่ละสิ่งนั้นยังประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ซึ่งมีลักษณะและหน้าที่แตกต่างกันออกไป เราได้ทราบมาแล้วว่า ส่วนต่าง ๆ ทุกส่วนในสิ่งมีชีวิตนั้นประกอบขึ้นด้วยเซลล์ เมื่อเป็นเช่นนั้นคงจะเป็นช่องทางให้คิดได้ว่า เซลล์เหล่านั้นจะต้องมีการเปลี่ยนแปลงไปแล้วทำให้เกิดส่วนต่าง ๆ ขึ้นมา ซึ่งในความจริงก็เป็นเช่นนั้น เซลล์จะมีการเปลี่ยนแปลงทั้งรูปร่างและหน้าที่ เพื่อไปทำหน้าที่เฉพาะอย่าง (specialize) เช่นเซลล์ที่บริเวณปลายรากจะมีรูปร่างและหน้าที่ต่างไปจากเซลล์ที่พบอยู่ที่ผิวหนัง และเซลล์ที่ผิวใบก็มีรูปร่างและหน้าที่ต่างไปจากเซลล์ที่พบอยู่ในเนื้อใบ ในทำนองเดียวกันในร่างกายของมนุษย์เอง เซลล์ประสาทก็จะมีรูปร่างและหน้าที่แตกต่างออกไปจากเซลล์ของเมดิโอสิตเช่นเดียวกัน

จากตอนต้นนักศึกษาก็ได้เรียนรู้มาแล้วว่าเซลล์แต่ละเซลล์มีขนาดเล็กมาก ดังนั้นส่วนต่าง ๆ ของร่างกายหรือลำต้นที่เราเห็นอยู่นั้นจึงประกอบด้วยเซลล์เป็นจำนวนมากนับแสนนับล้านเซลล์ โดยที่เซลล์เหล่านั้นมีรูปร่างหน้าที่และคุณสมบัติคล้ายคลึงกัน เซลล์ที่มีรูปร่างและหน้าที่เหมือนกันมาอยู่และทำงานด้วยกันเป็นกลุ่มเช่นนี้ เรียกว่า “เนื้อเยื่อ” (tissue) ถ้าเนื้อเยื่อใดประกอบด้วยเซลล์ที่มีรูปร่างแบบเดียวกันโดยตลอด เรียกเนื้อเยื่อนั้นว่า “เนื้อเยื่อเชิงเดี่ยว”

(simple tissue) ในบางกรณีเนื้อเยื่อประกอบด้วยเซลล์ที่มีรูปร่างต่างกันแต่มาทำหน้าที่อย่างเดียวกัน เรียกเนื้อเยื่อนั้นว่า “เนื้อเยื่อเชิงประกอบ” (composite tissue)

เนื้อเยื่อหลาย ๆ ชนิดเมื่อมาประกอบกันเข้าเป็นส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย เรียกส่วนต่าง ๆ นี้ว่า “อวัยวะ” (organ) อวัยวะอย่างหนึ่ง ๆ นั้นอาจประกอบด้วยเนื้อเยื่อชนิดใดก็ได้ อวัยวะแต่ละอย่างมีหน้าที่เฉพาะลงไป ถ้าอวัยวะหลาย ๆ ชิ้นมาทำงานประสานกันเพื่อกิจกรรมอย่างเดียวกัน เรียกหมู่ของอวัยวะนั้นว่า “ระบบ” (system) เช่น ระบบย่อยอาหาร ประกอบด้วยอวัยวะประกอบอื่น ๆ เป็นต้น เมื่อระบบต่าง ๆ ทำงานร่วมกันผลของการรวมกันของระบบทุกระบบนั้นทำให้เกิดการมีชีวิตขึ้น เนื่องด้วยลักษณะและการทำงานของอวัยวะหรือระบบมีความแตกต่างกัน รวมตลอดจนถึงการมีระบบไม่เท่าเทียมกัน จึงทำให้สิ่งมีชีวิตแตกต่างกันออกไปเป็นพืชและสัตว์ ดังนั้นในการศึกษาเกี่ยวกับเรื่องของการเปลี่ยนแปลงของเซลล์ จึงแยกศึกษาออกเป็นเรื่องของพืชและเรื่องของสัตว์เป็นอย่าง ๆ ไป

4.3.3 เซลล์และเนื้อเยื่อของพืช (Plant Cell and Tissue)

ถ้าพิจารณาจุดต้นพืชอย่างกว้าง ๆ จะพบว่าพืชประกอบด้วยระบบสองระบบ คือ ระบบราก (Root System) และระบบของส่วนพืชนั้น (Shoot System) ซึ่งรวมไปถึงลำต้นและใบ ระบบทั้งสองนี้ประกอบด้วยเนื้อเยื่อที่สำคัญ 4 ประเภทคือ เนื้อเยื่อเจริญ (Meristematic tissue) เนื้อเยื่อป้องกัน (Protective tissue) เนื้อเยื่อสามัญ (Fundamental tissue) และเนื้อเยื่อลำเลียง (Conductive tissue หรือ Vascular tissue) ในตำราบางเล่มจัดรวมเอาเนื้อเยื่อป้องกัน เนื้อเยื่อสามัญ และเนื้อเยื่อลำเลียงให้รวมกันเรียกว่าเนื้อเยื่อถาวร (Permanent tissue)

เนื้อเยื่อเจริญ (Meristematic tissue)

เนื้อเยื่อเจริญหรือเรียกโดยทั่วไปว่า meristem เป็นกลุ่มเซลล์ที่เกิดขึ้นจากการแบ่งเซลล์ใหม่ ๆ ยังไม่มีการเปลี่ยนแปลงไปทำหน้าที่เฉพาะอย่าง เซลล์มักจะมีขนาดเล็ก รูปลูกบาศก์ อยู่เรียงอัดกันแน่น ภายในเซลล์มีนิวเคลียส 1 อัน และไม่มีแวคคิวโอล ผันเซลล์บางอยู่ติดกับเซลล์ข้างเคียงอย่างหนาแน่นจนไม่เกิดช่องว่างระหว่างเซลล์ (intercellular space)

บริเวณที่พบเนื้อเยื่อเจริญได้แก่ส่วนปลายของต้นพืช จะเป็นปลายยอด หรือปลายราก ก็ตาม ส่วนปลายนี้เรียกว่า growing point เนื้อเยื่อที่พบในบริเวณนี้เรียกว่า Apical meristem ทำหน้าที่เพิ่มขยายความยาวให้แก่รากและลำต้น นอกจากนั้นอาจพบได้อีกบริเวณหนึ่งในบริเวณรอบวงด้านข้าง เรียกเนื้อเยื่อเหล่านี้ว่า Lateral meristem หรือ Cambium ทำหน้าที่เพิ่มขยายความกว้างใหญ่ให้แก่ลำต้นและราก meristem ทั้งสองชนิดนี้เมื่อเกิดมาได้ระยะหนึ่งแล้วจะเริ่มมีการเปลี่ยนแปลงไปเป็นเนื้อเยื่อชนิดต่าง ๆ ซึ่งมีหน้าที่เฉพาะอย่างต่อไป

เนื้อเยื่อป้องกัน (Protective Tissue)

เนื้อเยื่อป้องกันจะปกคลุมอยู่ที่ผิวด้านนอกของส่วนของต้นพืช ทำหน้าที่ป้องกันมิให้เซลล์ที่อยู่ด้านในถัดเข้าไปได้รับอันตรายอันเนื่องมาจากการสูญเสียน้ำหรือการกระทบกระแทกจากสิ่งอื่น เซลล์ของเนื้อเยื่อชนิดนี้มักจะมีผนังเซลล์หนา และมีการสร้างทดแทนได้อย่างรวดเร็ว เนื้อเยื่อประเภทนี้แบ่งออกได้เป็น 2 ชนิด คือ Epidermal tissue กับ Cork tissue

Epidermal tissue หรือเรียกกันโดยทั่วไปว่า epidermis เป็นเซลล์ที่ยังมีชีวิตอยู่ มักเรียงตัวอยู่ตามผิวนอกของต้นพืช เซลล์เหล่านี้มีผนังด้านนอกซึ่งติดต่อกับดินหรืออากาศค่อนข้างหนาและหนูน ผนังด้านนี้ประกอบด้วยสารประกอบซึ่งมีลักษณะคล้ายขี้ผึ้ง มีความสามารถป้องกันการระเหยของน้ำได้ สารประกอบนี้เรียกว่า cutin เป็นสารที่สร้างโดยโปรโตพลาสซึม ตัวเซลล์มีรูปร่างสี่เหลี่ยมผืนผ้า ปรกติมักไม่มีสี หรือบางชนิดอาจมีสีอยู่ด้วยเล็กน้อย

Cork tissue คอร์กเป็นเซลล์ที่เกิดจากการแบ่งตัวของเนื้อเยื่อเจริญชนิด lateral meristem ชนิดที่เรียกว่า cork cambium เมื่อคอร์กเกิดขึ้นมาแล้วจะถูกดันออกให้มารวมกันกลายเป็นเปลือกอยู่ทางด้านนอกของลำต้นหรือรากที่มีอายุมากกว่า 1 ปี ผนังเซลล์ถูกสร้างโดยโปรโตพลาสซึมประกอบด้วยสารชื่อ suberin ซึ่งเป็นสารที่ป้องกันการระเหยของน้ำได้เช่นเดียวกับ cutin เซลล์ของคอร์กนี้จะมีอายุอยู่ได้ระยะหนึ่งแล้วโปรโตพลาสซึมจะสลายตัวไป เหลือแต่ผนัง คอร์กเซลล์นี้เองที่ Robert Hooke ได้นำมาศึกษาในปี ค.ศ. 1665

เนื้อเยื่อสามัญ (Fundamental tissue)

เนื้อเยื่อสามัญแบ่งออกตามลักษณะของเซลล์ได้เป็น 3 พวกคือ Parenchyma, Sclerenchyma และ Collenchyma

Parenchyma เป็นเนื้อเยื่อสามัญที่พบอยู่ในแทบทุกบริเวณของพืช เซลล์เปลี่ยนแปลงมาจากเนื้อเยื่อเจริญมีรูปร่างได้หลายแบบแต่ส่วนมากมักกลมหรือรี ผนังของเซลล์บาง อาจประกอบด้วยเหลี่ยมหลายเหลี่ยมระหว่างเซลล์ต่อเซลล์จะมีช่องว่างระหว่างเซลล์ (intercellular space) อยู่โดยทั่วไป ภายในเซลล์มีแวคิวโอล นอกจากนี้ parenchyma บางชนิดยังมีเม็ดคลอโรพลาสต์อยู่เป็นจำนวนมาก ทำให้เซลล์นั้นทำหน้าที่เป็นแหล่งสังเคราะห์อาหารตลอดถึงการเก็บสะสมอาหารด้วย

Sclerenchyma เป็นเนื้อเยื่อที่เซลล์แต่ละเซลล์มีผนังค่อนข้างหนาโดยที่ประกอบด้วยสารประเภทเซลลูโลส และลิกนินมาสะสมอยู่ เซลล์ชนิดนี้มีอายุค่อนข้างสั้น โปรโตพลาสซึมจะสลายตัวไปภายหลังที่ได้สร้างผนังเซลล์ให้มีความหนาพอสมควรแล้ว sclerenchyma มีหน้าที่ให้ความมั่นคง

แข็งแรงแก่ต้นพืช นอกจากนั้นยังอาจช่วยทำหน้าที่เกี่ยวกับการป้องกันอันตรายอีกด้วย ถ้าพิจารณาตามลักษณะของรูปเซลล์อาจแบ่ง sclerenchyma ออกได้เป็น 2 พวกคือ พวกที่มีรูปเซลล์เป็นเส้นใยยาว หัวท้ายแหลม ผนังหนาจนเหลือช่องกลางเซลล์เพียงเล็กน้อย เซลล์ชนิดนี้เรียกว่า *Fiber* เรานำเอาเส้นใย fiber นี้มาทำให้เกิดประโยชน์ทางเศรษฐกิจเป็นอย่างมาก เช่น เส้นใยป่าน เส้นใยฝ้าย สำลี โยมะพร้าว สับปะรด เป็นต้น ถ้าเซลล์มีรูปร่างป้อมสั้น มีผนังหนาและแข็งแรงมาก เรียกเซลล์ชนิดนี้ว่า *Stone cell* หรือ *Scleireid* บริเวณของพืชที่จะพบเนื้อเยื่อชนิดนี้มากได้แก่ เปลือกหุ้มเมล็ด กะลา เป็นต้น

Collenchyma เป็นเนื้อเยื่อที่ให้ความแข็งแรงเช่นกัน แต่ต่างจาก sclerenchyma ที่ collenchyma ยังเป็นเซลล์ที่มีชีวิต เซลล์มีลักษณะเป็นเหลี่ยมหลายด้าน ผนังแต่ละด้านจะมีความหนาโดยเฉพาะอย่างยิ่งบริเวณมุมของเซลล์ อาจมีช่องว่างระหว่างเซลล์อยู่บ้างหรือไม่มีเลย มีความยืดหยุ่นมากกว่า sclerenchyma จึงมักพบในบริเวณที่อ่อนไหวของต้นพืช เช่น ก้านใบ มุมของลำต้น

เนื้อเยื่อลำเลียง (Conductive tissue)

เนื้อเยื่อลำเลียงเป็นเนื้อเยื่อที่ทำหน้าที่เกี่ยวกับการขนส่งลำเลียงสารต่าง ๆ จากแห่งหนึ่งไปยังอีกแห่งหนึ่งภายในต้นพืช เนื้อเยื่อชนิดนี้ประกอบด้วยเนื้อเยื่อเชิงซ้อน 2 ประเภท คือ Xylem และ Phloem ซึ่งแต่ละประเภทจะประกอบด้วยเซลล์หลายชนิดมาประกอบกัน

Xylem เป็นเนื้อเยื่อที่ทำหน้าที่ลำเลียงสารอาหารและวัตถุติดต่าง ๆ จากดินเข้าสู่ราก (โดยขบวนการแพร่กระจายและออสโมซิส) แล้วนำส่งต่อขึ้นยังบริเวณของเซลล์ที่มีคลอโรพลาสต์ เซลล์ที่มาประกอบเป็น xylem นั้นมี 4 ชนิด คือ parenchyma, fiber, tracheid และ vessel สำหรับ parenchyma และ fiber นั้นมีลักษณะดังที่ได้กล่าวมาแล้วในหัวข้อก่อนเพียงแต่มาทำหน้าที่ลำเลียงสารจากรากสู่ลำต้นและใบเท่านั้น

Tracheid เป็นเซลล์ที่มีรูปร่างยาวหัวท้ายแหลม เมื่อแก่ตัวโปรโตพลาสซึมภายในจะเสื่อมสลายไป ช่องทางภายในเซลล์จึงกลายเป็นทางผ่านของน้ำ นอกจากนั้นผนังเซลล์ซึ่งมีความหนามากยังช่วยเพิ่มความแข็งแรงให้แก่ต้นพืช ผนังด้านในของเซลล์มีลวดลายเป็นเกลียวซึ่งเกิดจากการสะสมของสารเซลลูโลส เนื้อผนังเซลล์โดยทั่วไปจะมีช่องเล็ก ๆ เป็นทางติดต่อกับเซลล์ข้างเคียง ในพืชที่มีวิวัฒนาการสูงขึ้นมาผนังด้านขวางของเซลล์จะถ่างออกเป็นแผ่นตะแกรงทำให้เซลล์มีลักษณะคล้ายท่อส่งน้ำติดต่อกันเป็นเส้นยาว เซลล์ที่มีลักษณะดังกล่าวนี้เรียกว่า *Vessel* แต่ละเซลล์มีผนังหนาและมีลวดลายต่าง ๆ เช่นเดียวกับ tracheid *vessel* นี้มีหน้าที่เช่นเดียวกันกับ tracheid

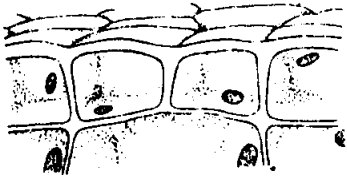
Phloem เป็นเนื้อเยื่อลำเลียงซึ่งทำหน้าที่ขนถ่ายลำเลียงสารและอาหารที่ต้นพืชได้สังเคราะห์ขึ้นไปยังส่วนต่าง ๆ ประกอบด้วยเซลล์ 4 ชนิด คือ parenchyma, fiber, sieve tube และ companion cell

Sieve tube cell เป็นเซลล์ที่มีรูปร่างยาว ยังมีชีวิตอยู่แต่เมื่อมีอายุมากขึ้นนิวเคลียสภายในเซลล์จะสลายตัวไป พร้อมกันนั้นจะเกิดแวคคิวโอลขึ้นทั่วไปในเซลล์ทำให้โปรโตพลาสซึมถูกดันให้ร่นไปติดผนังเซลล์ ผนังด้านขวางของเซลล์ชนิดนี้จะมีช่องตะแกรงทำให้การขนส่งลำเลียงสะดวกยิ่งขึ้น การทำงานของ *sieve tube cell* นี้เชื่อกันว่าอยู่ในความควบคุมของเซลล์อีกชนิดหนึ่งคือ *companion cell* ซึ่งเป็นเซลล์ที่มีขนาดเล็กอยู่ติดกับ *sieve tube cell* เป็นเซลล์ที่มีชีวิต และมีนิวเคลียสอยู่โดยตลอด *companion cell* มีรูปร่างยาวแทรกอยู่ในกลุ่มของ *sieve tube cell* และติดต่อกันโดยช่องเล็ก ๆ ที่มีอยู่ข้างผนังเซลล์

ทั้ง *xylem* และ *phloem* เกิดจากการแบ่งเซลล์ของ *lateral meristem* ชนิดที่เรียกว่า *Vascular cambium* โดย *cambium* นี้จะแบ่งตัวให้ *phloem* ออกทางด้านนอกของต้นพืชและ *xylem* เข้าหาศูนย์กลางของลำต้น แต่ในพืชใบเลี้ยงเดี่ยว เช่นพืชจำพวกหญ้าและพืชใบเลี้ยงเดี่ยว (พืชใบแคบ) ต่าง ๆ จะไม่มีท่อ *xylem* และท่อ *phloem* มักจะหอดคู่ขนานไปด้วยกัน จึงเรียกท่อทั้งสองนี้รวม ๆ ว่า มัดท่อลำเลียง (*Vascular bundle*)

ปรกติแล้ว *cambium* จะสร้าง *xylem* มากกว่า *phloem* และในการสร้างเซลล์ใหม่ขึ้นมา นั้นขนาดของเซลล์จะขึ้นอยู่กับความอุดมสมบูรณ์ของสิ่งแวดล้อม ทำให้มีขนาดแตกต่างกันตามฤดูกาล ถ้าได้น้ำและอาหารมากเซลล์จะมีขนาดใหญ่ ถ้าน้ำและอาหารขาดแคลนเซลล์จะมีขนาดเล็ก ดังนั้นในพืชยืนต้นที่มีอายุมาก ๆ ส่วนที่เป็นเนื้อไม้ (*wood*) ซึ่งประกอบด้วย *xylem* ล้วน ๆ จะเห็นความแตกต่างของการเจริญเติบโตของ *xylem* ได้ชัดเป็นวงชั้นสีเข้มและจางสลับกัน เรียกววงชั้นในเนื้อไม้ที่ว่า “วงปี” (*annual ring*) ตัวอย่างของวงปีที่เห็นได้ชัดได้แก่ไม้สัก และไม้เนื้อแข็งต่าง ๆ

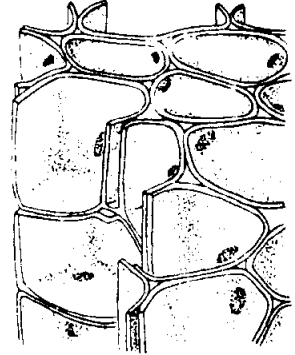
ลักษณะของเนื้อเยื่อของพืชแบบต่าง ๆ เปรียบเทียบได้ดังภาพดังต่อไปนี้



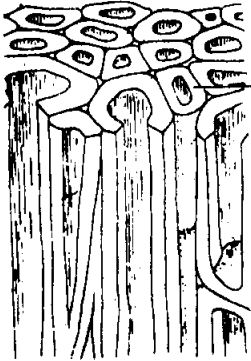
PROTECTIVE



MERISTEMATIC
770 X

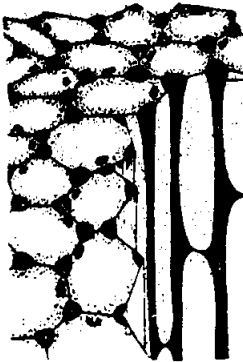


PARENCHYMA



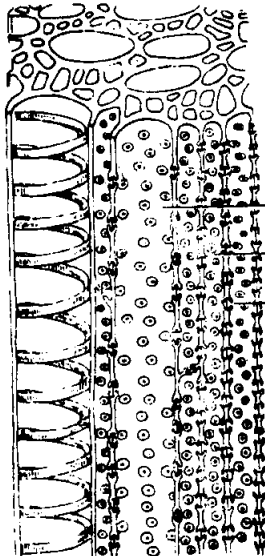
SCLERENCHYMA

Secondary wall



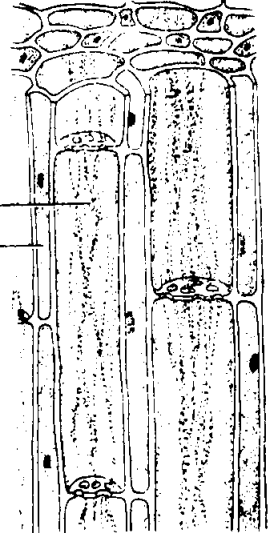
COLLENCHYMA

Secondary wall



XYLEM

Sieve tube
Companion cell
Vessel
Tracheid
Pit



PHLOEM

ภาพ 4-9 แสดงเนื้อเยื่อแบบต่างๆ ของพืช

4.3.4 เซลล์และเนื้อเยื่อของสัตว์ (Animal Cell and Tissue)

ในสัตว์ชั้นสูง อวัยวะต่าง ๆ มีความสลับซับซ้อนมากกว่าที่พบในพืช เซลล์และเนื้อเยื่อที่ประกอบเป็นอวัยวะมีความแตกต่างกันมาก นอกจากนั้นสัตว์แต่ละชนิดยังมีความเปลี่ยนแปลงในเรื่องของเซลล์และผลิตภัณฑ์ของเซลล์อยู่เป็นอย่างมากแม้ว่าจะมีหน้าที่คล้ายคลึงกัน เช่น เกล็ดปลา กระดองเต่า หรือขนนก เป็นต้น

เนื้อเยื่อต่าง ๆ ที่พบในสัตว์นั้นอาจแบ่งได้ตามลักษณะของโครงสร้างและจุดกำเนิดออกเป็น 4 ประเภท คือ เนื้อเยื่อบุ (Epithelial tissue) เนื้อเยื่อกล้ามเนื้อ (Muscular tissue) เนื้อเยื่อประสาท (Nervous tissue) และเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน (Connective tissue) ในการศึกษาเกี่ยวกับเรื่องนี้ ใครขอให้นักศึกษากำหนดไว้ในใจอยู่เสมอว่าเนื้อเยื่อต่าง ๆ เหล่านี้มีความสัมพันธ์กันกับการเคลื่อนไหวซึ่งเป็นลักษณะเฉพาะของสัตว์

เนื้อเยื่อบุ (Epithelial Tissue)

สิ่งมีชีวิตทุกชนิดจะต้องมีส่วนของร่างกายติดต่อกับสิ่งแวดล้อมนอกตัว ในสิ่งมีชีวิตที่มีเซลล์เดียวมีเยื่อหุ้มเซลล์ทำหน้าที่นี้ ในพืชและสัตว์ชั้นสูงขึ้นมาจะมีเนื้อเยื่อทำหน้าที่นี้เช่นกัน ในสัตว์เราเรียกว่า เนื้อเยื่อบุ (epithelial tissue หรือ epithelium) ทำหน้าที่บุผิวป้องกันอันตราย และอาจทำหน้าที่สร้างสารขึ้นมาได้ ตัวอย่างของเนื้อเยื่อบุ ได้แก่ ผิวหนัง เยื่อบุกระพุ้งแก้ม เยื่อบุทางเดินอาหาร และเยื่อบุอวัยวะต่าง ๆ ทั้งภายนอกและภายใน

Epithelium แบ่งออกตามลักษณะของรูปร่างได้เป็นหลายชนิด เช่น ถ้ามีรูปร่างแบนคล้ายแผ่นกระเบื้อง เรียกว่า *Squamous epithelium* พบอยู่ตามอวัยวะที่อ่อนนุ่มทั่วไป เช่น ช่องปาก โพรงจมูก หลอดอาหาร ผืนช่องคลอด และหนังกำพริบ ถ้ามีรูปร่างแบบลูกบาศก์ หรือลูกเต๋า เรียกว่า *Cuboidal epithelium* มักจะเป็นเซลล์ที่ทำหน้าที่สร้างสารหรือสิ่งต่าง ๆ ขึ้นมา เช่น เยื่อบุที่พบในหลอดไต และเนื้อเยื่อที่ทำหน้าที่สร้างเชื้อเพศชาย (sperm) และไข่ ถ้าเซลล์มีลักษณะเป็นทรงสูง เรียกว่า *Columnar epithelium* พบได้ในเยื่อบุกระเพาะอาหาร และเยื่อบุลำไส้ *columnar epithelium* บางชนิดมีขนละเอียดอยู่ที่ปลายด้านหนึ่งเรียกเยื่อบุชนิดนี้ว่า *Ciliated epithelium* พบในหลอดลม และท่อนำไขในอวัยวะเพศหญิง

มีเยื่อบุชนิด *cuboidal* และ *columnar* บางชนิดทำหน้าที่สร้างสารขึ้นมา เซลล์ชนิดนี้เรียกว่า เซลล์ต่อม (Glandular epithelium) ทำหน้าที่สร้างสารขึ้นมา เช่น ฮอร์โมน เอ็นไซม์ น้ำนม น้ำตา น้ำลาย เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีเยื่อบางชนิดทำหน้าที่เกี่ยวกับการรับความรู้สึกโดยทำงานประสานกันกับประสาทสัมผัส เช่น เยื่อบุที่จอร์ับภาพของตา เซลล์เยื่อบุชนิดนี้เรียกว่า *Sensory epithelium*

เนื้อเยื่อกล้ามเนื้อ (Muscular Tissue)

ในบรรดาเซลล์ทั้งหลายของสัตว์นั้น เซลล์ที่มีความสามารถที่จะหดตัวได้ดีที่สุด ได้แก่ เซลล์กล้ามเนื้อ การหดตัวของกล้ามเนื้อ (ซึ่งถือว่าเป็นการทำงานของกล้ามเนื้อ) เกิดจากการหดตัวของโปรตีนพลาสม์ภายในเซลล์ ผลของการทำงานของกล้ามเนื้อทำให้สัตว์สามารถเคลื่อนไหวได้

ในสัตว์มีกระดูกสันหลังชั้นสูง เช่น มนุษย์เรานั้น เนื้อเยื่อกล้ามเนื้อแบ่งออกตามลักษณะได้เป็น 3 แบบ คือ กล้ามเนื้อกระดูก หรือ กล้ามเนื้อลาย (Skeletal muscle หรือ Striated muscle) กล้ามเนื้อเรียบ (Smooth muscle) และกล้ามเนื้อหัวใจ (Heart muscle หรือ Cardiac muscle) เซลล์กล้ามเนื้อโดยทั่วไปมีรูปร่างยาว การหดตัวก็เกิดตามแนวยาวนี้ การหดตัวของกล้ามเนื้อเกิดจากการกระตุ้นของระบบประสาท แต่มีเพียงกล้ามเนื้อกระดูกหรือกล้ามเนื้อลายเท่านั้นที่เราสามารถควบคุมการหดตัวได้ จึงเรียกกล้ามเนื้อชนิดนี้ได้อีกชื่อหนึ่งว่าเป็น *voluntary muscle* ส่วนกล้ามเนื้ออีกสองชนิดนั้น เราไม่สามารถควบคุมการหดตัวได้ จึงเรียกว่า *involuntary muscle*

Skeletal muscle เป็นกล้ามเนื้อที่ปลายข้างหนึ่งยึดติดอยู่กับกระดูกหรือเอ็นกล้ามเนื้อ ชนิดนี้มีอยู่ประมาณ 40 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว เซลล์มีรูปร่างเป็นทรงกระบอก ยาว หัวท้ายแหลม ภายในมีนิวเคลียสอยู่หลายอัน ที่เยื่อหุ้มเซลล์จะมีลายสีเข้มและจางพาดสลับกันเป็นแถบพาดขวางเซลล์ ตัวอย่างของกล้ามเนื้อพวกนี้ได้แก่ เนื้อสัตว์ที่นำมาเป็นอาหาร (เฉพาะส่วนที่เรียกว่า “เนื้อ” จริง ๆ เท่านั้น)

Cardiac muscle เป็นกล้ามเนื้อที่ประกอบกันเป็นอวัยวะหัวใจ มีรูปลักษณะของเซลล์คล้ายกับ skeletal muscle ต่างกันที่ cardiac muscle มีแขนงหรือสาขาเชื่อมโยงถึงกันได้โดยตลอด การยึดหดตัวของกล้ามเนื้อนี้จะเกิดขึ้นโดยพร้อมเพรียงเป็นจังหวะสม่ำเสมออยู่ตลอดชีวิตของสัตว์ ผลของการยึดหดตัวนี้ทำให้เรารู้สึกได้ และเรียกว่าเป็นการเต้นของหัวใจ

Smooth muscle เป็นเนื้อเยื่อที่ประกอบกันขึ้นเป็นผนังของอวัยวะภายในโดยทั่วไป กล้ามเนื้อชนิดนี้มีรูปร่างหัวท้ายแหลม กลางป่อง มีนิวเคลียสอยู่ 1 อัน ที่เยื่อหุ้มเซลล์ไม่มีลายพาดขวาง เพียงแต่มีสีเข้มเท่ากันโดยตลอด การหดตัวของกล้ามเนื้อชนิดนี้เป็นไปอย่างช้า ๆ โดยได้รับการกระตุ้นจากระบบประสาทอัตโนมัติและสารเคมี

เนื้อเยื่อประสาท (Nervous Tissue)

เมื่อเราถูกมีดบาดหรือถูกของแข็งตกลงมาทับ เราจะมีความรู้สึกเจ็บ ความรู้สึกนี้จะเกิดขึ้นในเวลาที่เราวดเร็วมากจนดูเหมือนว่าอาการเจ็บนั้นเกิดขึ้นในทันทีที่เหตุการณ์เกิดขึ้นความรู้สึก

ต่าง ๆ นี้แพร่สำเนาไปโดยการนำของเนื้อเยื่อชนิดหนึ่งที่เราเรียกว่า เนื้อเยื่อประสาท (nervous tissue) เนื้อเยื่อชนิดนี้จะแทรกอยู่ทุกส่วนของร่างกายเช่นเดียวกับเนื้อเยื่อกล้ามเนื้อ ตลอดถึงการทำงานก็จะประสานงานกับเนื้อเยื่อกล้ามเนื้ออย่างใกล้ชิด

เนื้อเยื่อประสาทประกอบด้วยตัวเซลล์ประสาท (nerve cell หรือ neuron) มารวมกัน เซลล์ประสาทแต่ละเซลล์ประกอบด้วย *cell body* ซึ่งเป็นส่วนที่มีไซโทพลาสซึมอยู่ล้อมนิวเคลียส จาก *cell body* จะมีเส้นใยแขนงเล็ก ๆ ยื่นต่อออกมาตามจุดต่าง ๆ เส้นใยนี้แบ่งออกเป็นสองพวก พวกหนึ่งเป็นเส้นใยที่มีขนาดสั้นเรียกว่า *Dendrite* ทำหน้าที่เป็นทางรับกระแสความรู้สึกเข้าสู่ *cell body* อีกพวกหนึ่งเป็นเส้นใยยาว บางชนิดอาจมีความยาวเป็นฟุต เรียกว่า *Axon* ทำหน้าที่เป็นทางส่งกระแสความรู้สึกและคำสั่งออกจาก *cell body* ตามปรกติแล้ว เส้นใย *axon* จะมีเยื่อไขมันหุ้มอยู่ที่ปลายสุดของ *dendrite* และ *axon* จะมีเส้นใยละเอียดแผ่อยู่เป็นจำนวนมาก เส้นใยเหล่านี้เรียกว่า *End plate* ทำหน้าที่เป็นตัวเกาะเกี่ยวประสานกับ *end plate* ของเซลล์อื่น การยึดเกี่ยวประสานกันของ *end plate* เรียกว่า *Synapse*

เซลล์ประสาทแบ่งตามหน้าที่การทำงานออกเป็น 2 พวก พวกที่ทำหน้าที่รับกระแสความรู้สึก เรียกว่า *Sensory neuron* พวกที่นำคำสั่งหรือความรู้สึกจากระบบสมอง (ซึ่งเป็นศูนย์รวมของเนื้อเยื่อประสาท) ไปยังกล้ามเนื้อ เรียกว่า *motor neuron*

เนื้อเยื่อเกี่ยวพัน (Connective Tissue)

เนื้อเยื่อเกี่ยวพันมีหน้าที่หลักเกี่ยวกับการเป็นโครงร่างและโยงยึดส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย เนื้อเยื่อชนิดนี้ทำงานร่วมกับเนื้อเยื่อกล้ามเนื้อ เนื้อเยื่อประสาท ทำให้ร่างกายเกิดการเคลื่อนไหว แม้ว่าเนื้อเยื่อเกี่ยวพันจะมีลักษณะแตกต่างกันอยู่หลายแบบ แต่ทุกชนิดจะมีลักษณะที่เหมือนกันอยู่อย่างหนึ่ง คือ จะประกอบด้วยส่วนที่มีลักษณะเป็นของเหลวเรียกว่า *Matrix* ทำหน้าที่เป็นส่วนรองรับ และส่วนที่เป็นตัวเซลล์ซึ่งมีรูปลักษณะต่าง ๆ แล้วแต่ชนิดเรียกว่า *Corpuscle* เนื้อเยื่อเกี่ยวพันแบ่งกว้าง ๆ ออกตามหน้าที่ได้เป็นสองพวก คือ พวกที่ทำหน้าที่ค้ำจุนโครงร่าง เรียกว่า *Supportive connective tissue* และพวกที่ทำหน้าที่ยึดเหนี่ยวและติดต่อเรียกว่า *Binding connective tissue*

Supportive connective tissue เป็นเนื้อเยื่อที่ทำหน้าที่เป็นโครงร่าง หรือโครงกระดูก (skeleton) เพื่อให้สัตว์ต่าง ๆ มีรูปทรงคงที่ นอกจากนั้นยังทำหน้าที่เกี่ยวกับการป้องกันอีกด้วย ในสัตว์ที่ไม่มีกระดูกสันหลัง เช่น แมลง หรือหอย โครงกระดูกจะปกคลุมอยู่ภายนอก (*exoskeleton*) โครงร่างพวกนี้จะถูกสร้างและขับออกมาภายนอกร่างกายโดยเซลล์เยื่อบุ ส่วนในสัตว์มีกระดูก

สันหลัง จะมีกระดูกอยู่ภายในร่างกาย (endoskeleton) กระดูกของสัตว์พวกนี้แบ่งออกได้เป็น 2 ชนิด คือกระดูกอ่อน (Cartilage) และกระดูกแข็ง (Bone)

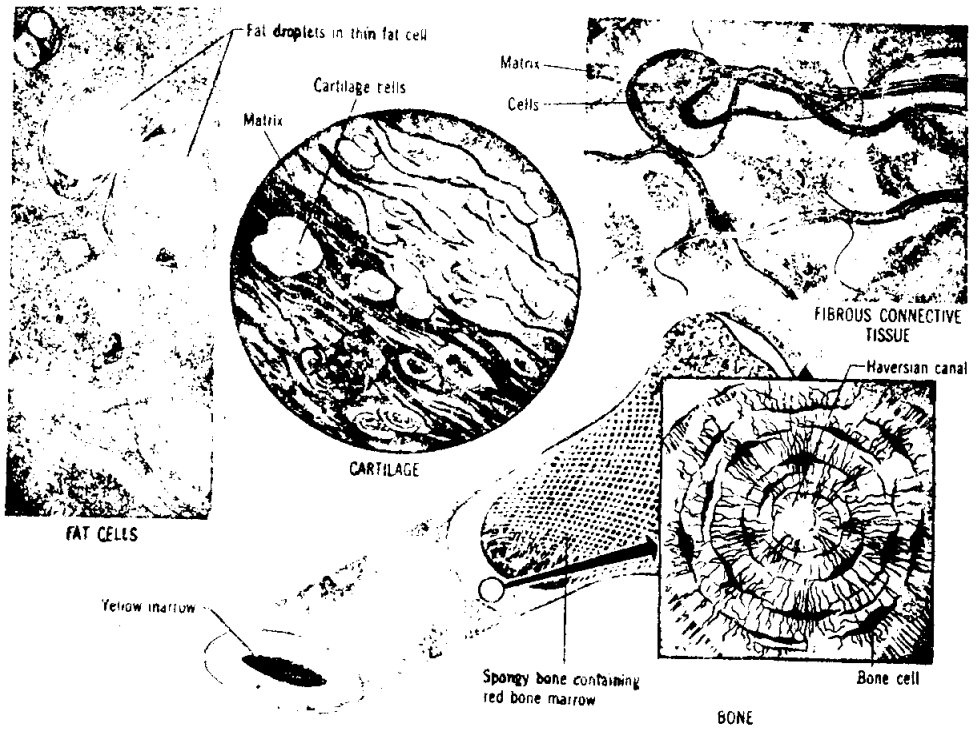
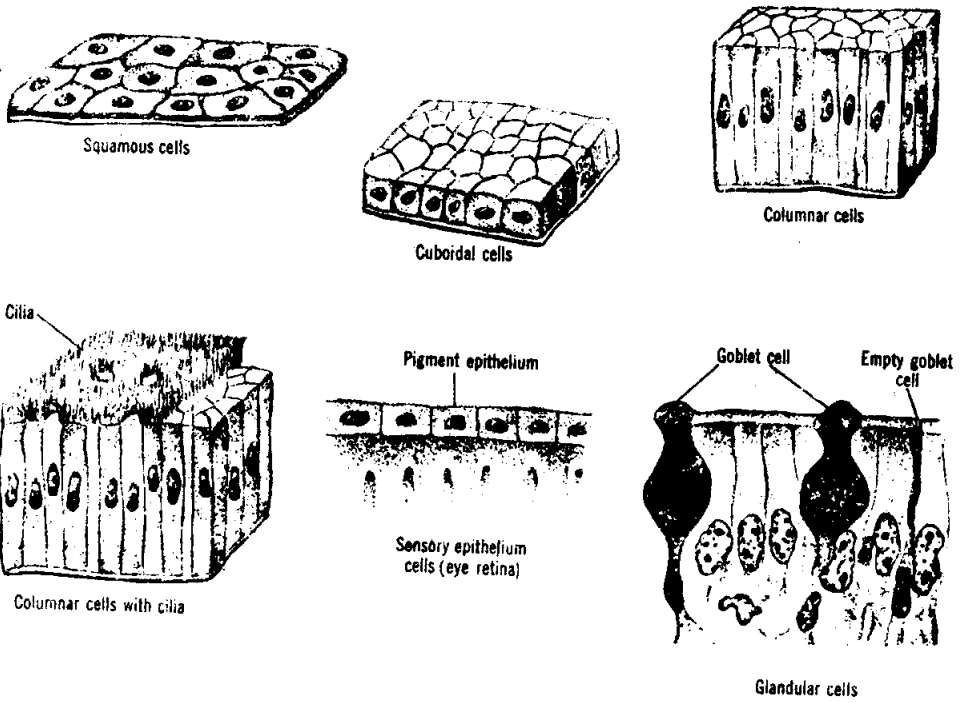
กระดูกอ่อน (cartilage) เป็นเนื้อเยื่อเกี่ยวพันที่ matrix มีลักษณะเหนียวหนืดคล้ายยางชั้น ทำให้เนื้อเยื่อนี้มีความยืดหยุ่นและทนต่อแรงกดกระแทก corpuscle มีลักษณะเป็นสันโยที่ทนต่อการดึงยึดได้ดี ตัวอย่างของกระดูกอ่อน ได้แก่ ดั้งจมูก กระดูกหู และกระดูกของปลากระดูกกรูบบางชนิด เช่น ปลาฉลาม กระเบน

กระดูกแข็ง (bone) เป็นเนื้อเยื่อเกี่ยวพันที่ matrix มีลักษณะแข็งมากจึงทำหน้าที่เป็นโครงร่างพยุ่งร่างกายไว้ให้มีรูปทรงคงที่เสมอ matrix ของกระดูกแข็งประกอบด้วยสารพวกแคลเซียมและฟอสเฟต เป็นส่วนใหญ่ ในสัตว์โดยทั่วไป กระดูกแข็งจะมีน้ำหนัของสารทั้งสองนี้ราวสองในสามของน้ำหนักของกระดูกทั้งหมด matrix จะมีลักษณะเป็นช่องพรุน และมีตัวเซลล์อยู่ในช่องนั้น และมีเส้นเลือดแทรกเข้าไปหล่อเลี้ยงอยู่ด้วย

Binding connective tissue เป็นเนื้อเยื่อที่ทำหน้าที่โยงยึดให้กระดูกอยู่ในที่เดิมได้ เนื้อเยื่อพวกนี้ได้แก่ เอ็น และพังผืด (tendon, ligament and fascia) เอ็นเหนียวทำหน้าที่ยึดกล้ามเนื้อให้ติดต่อกับกระดูกเมื่อกกล้ามเนื้อหดตัวจะทำให้กระดูกเคลื่อนไหว ลิกกาเมนต์เป็นตัวยึดกระดูกให้เชื่อมต่อกับกระดูก นอกจากนั้นยังมีพังผืดทำหน้าที่หุ้มมัดกล้ามเนื้อเข้าไว้ด้วยกัน

เส้นเลือด เลือด และน้ำเหลือง จัดไว้เป็นเนื้อเยื่อเกี่ยวพันแบบพิเศษอีกแบบหนึ่ง ทั้งเลือดและน้ำเหลืองมีกำเนิดที่ในโพรงกระดูกและไขกระดูก แล้วจึงถูกลำเลียงเข้าสู่ร่างกายโดยทางเส้นเลือด เลือดประกอบด้วย เม็ดเลือด (blood corpuscle) ซึ่งมีทั้งเม็ดเลือดขาว (white blood corpuscle; WBC) และเม็ดเลือดแดง (red blood corpuscle; RBC) น้ำเลือด (plasma) และเศษเลือด (blood platelet)

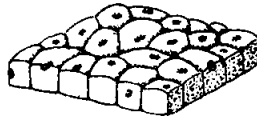
เนื้อเยื่อทุกชนิดตามที่ได้กล่าวมาทั้งในของพืชและสัตว์ต่างก็มีบทบาทในการดำรงชีวิตเป็นอย่างมาก การที่ชีวิตดำเนินไปได้อย่างเป็นปกติสุขนั้น เกิดจากการทำงานประสานกันของเนื้อเยื่อเหล่านี้ทั้งสิ้น



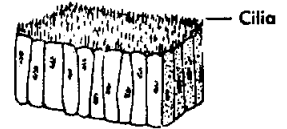
ภาพ 4-10 แสดงเนื้อเยื่อชนิดต่างๆ ของสัตว์



Squamous

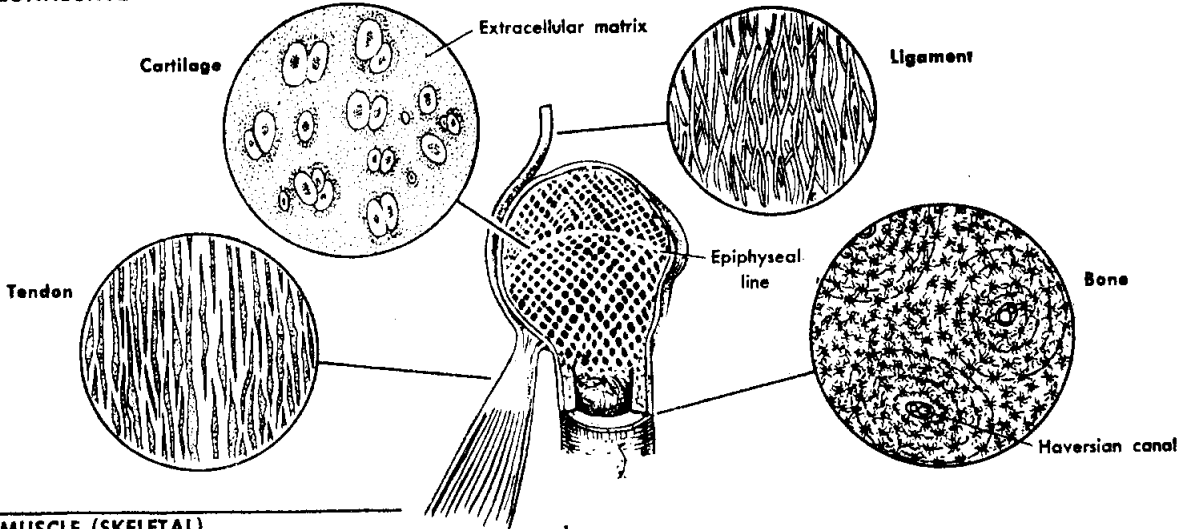


Cuboidal

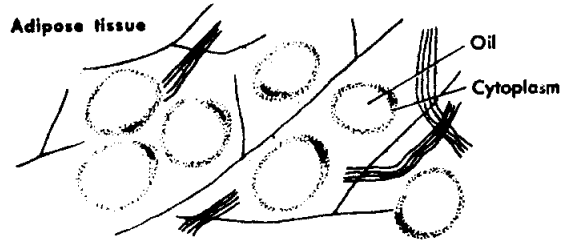
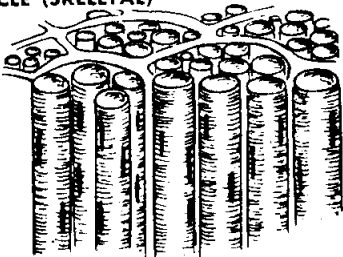


Columnar

CONNECTIVE



MUSCLE (SKELETAL)

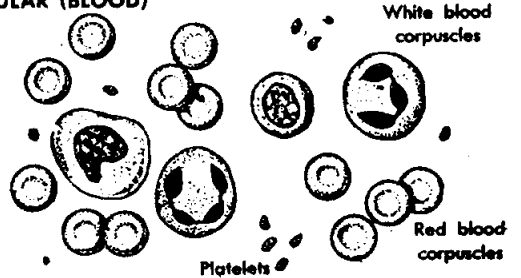


NERVOUS



Giant nerve cells from spinal cord of an ox

VASCULAR (BLOOD)



ภาพ 4-11 แสดงเนื้อเยื่อชนิดต่างๆ ของสัตว์