9 การสืบพันธุ์ (Reproduction)

การสืบพันธุ์ หมายถึง การเพิ่มจำนวนของสิ่งมีชีวิตชนิดนั้น ๆ ให้มากขึ้น โดยหน่วยที่เกิดขึ้นมาใหม่จะมีรูปร่างลักษณะและการดำเนินชีวิตเหมือนกับบรรพบุรุษ

โดยทั่ว ๆ ไป การสืบพันธุ์ของสิ่งมีชีวิตมักมี 2 แบบ ใหญ่ ๆ คือการสืบพันธุ์ชนิดไม่อาศัยเพศ (ASEXUAL reproduction) และการสืบพันธุ์ชนิดอาศัยเพศ (SEXUAL reproduction) การสืบพันธุ์ชนิดไม่อาศัยเพศนั้นเกิดจากการที่สิ่งมีชีวิตเพียงหน่วยเดียวทำการทวีจำนวนโดยวิธี fission, budding, sporulation หรือ fragmentation วิธีใดวิธีหนึ่งแล้วหน่วยใหม่ที่ได้จะมีลักษณะเหมือนกับหน่วยเดิมทุกประการ ส่วนการสืบพันธุ์ชนิดอาศัยเพศนั้น เกิดจากการที่เซลล์สืบพันธุ์ของสิ่งมีชีวิตเพศผู้ (sperm) มาผสมหรือปฏิสนธิ (fertilization) กับเซลล์สืบพันธุ์ของสิ่งมีชีวิตเพศเมีย (egg) ได้เป็นไซโกต (zygote) ทั้งนี้ยกเว้นสิ่งมีชีวิตที่มีครบทั้งสองเพศอยู่ในตัวเดียวกัน (monoecious) ในการสืบพันธุ์ชนิดอาศัยเพศนี้หน่วยใหม่ที่เกิดขึ้นจะรวมเอาลักษณะของพ่อและแม่มาไว้ด้วยกัน

9.1 การแบ่งเซลล์แบบไมโตซิส (mitosis)

การแบ่งเซลล์แบบไมโตซิส (mitosis) เป็นการทวีจำนวนเซลล์เพื่อการเจริญเติบโตของร่างกาย การแบ่งเซลล์แบบนี้พบในสิ่งมีชีวิตที่ประกอบด้วยเซลล์หลายเซลล์ (multicellular organism)

ปรากฏการณ์เกี่ยวกับการแบ่งเซลล์นี้ได้มีการศึกษาเป็นครั้งแรกในปี ค.ศ. 1841 โดยนักชีววิทยาชื่อ โรเบิร์ต รีมัค (Robert Remak) ได้เสนอความคิดเห็นว่าเซลล์ทั้งหลายเกิดมาจากเซลล์ที่มีอยู่เดิม ในปี ค.ศ. 1844 นักชีววิทยาชื่อ คาร์ล เนเกลี (Karl Nageli) ได้ทำการทดลองสนับสนุน ต่อมาอีกประมาณ ปี ค.ศ. 1865 ออสการ์ เฮิร์ทวิค (Oskar Hertwig) ได้ค้นพบกลุ่มเส้นใยภายในนิวเคลียสซึ่ง วิลเฮล์ม ฟอน วาลเดเยอร์ (Wilhelm von Waldeyer) ตั้งชื่อว่าโครโมโซม (chromosome) ไว้เมื่อปี ค.ศ. 1888 ต่อมาในปี ค.ศ. 1910 มอร์แกน (T.H. Morgan) และผู้ร่วมงานได้ศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของโครโมโซม และต่อมาพบว่าโครโมโซมประกอบขึ้นด้วยหน่วยเล็ก ๆ ซึ่งเรียกว่ายีนส์ (Genes) ซึ่งในปัจจุบันพบว่าคือสาร DNA

ในปี ค.ศ. 1953 เจมส์ วัตสัน (James Watson) กับ คริค (F.H.C. Crick) ได้ตั้งสมมติฐานเกี่ยวกับโครงสร้างของ DNA และในที่สุดสามารถสร้างหุ่นจำลองโครงสร้างของ DNA สำเร็จดัง

ที่ได้อธิบายไว้แล้วในบทต้น ๆ

ขบวนการแบ่งเซลล์นั้นประกอบด้วยขบวนการย่อย ๆ สองระยะคือ ระยะแรก โครโมโซมภายในนิวเคลียสจะทวีจำนวนขึ้นเป็นสองเท่า (duplication) ระยะนี้เรียกว่าระยะไมโตซิส (mitosis) ส่วนระยะที่สองซึ่งเรียกว่าระยะไซโตไคเนซิส (cytokinesis) นั้น เป็นระยะที่ไซโตพลาสม์จะแบ่งตัวออกเป็นสองส่วน แต่ละส่วนจะมีจำนวนโครโมโซมเท่ากัน เมื่อขบวนการทั้งสองระยะนี้เสร็จสิ้นลงแล้ว จะได้เซลล์ใหม่เป็นสองเซลล์

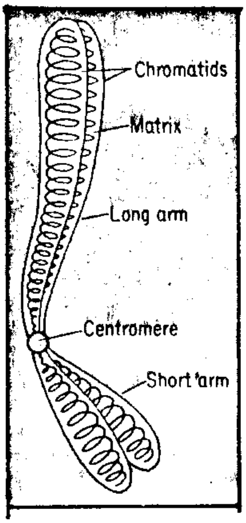
ลำดับขั้นของการเปลี่ยนแปลงในแต่ละระยะมีรายละเอียดโดยสังเขปต่อไปนี้

ระยะไมโตซิส (mitosis)

แม้ว่าการเปลี่ยนแปลงในระยะไมโตซิสจะไม่ปรากฏให้เห็นอย่างชัดเจนมากนักแต่ก็อาจแยกออกเป็นขั้นต่าง ๆ ตามความแตกต่างได้เป็นสี่ขั้น คือ โปรเฟส (prophase) เมตาเฟส (metaphase) อนาเฟส (anaphase) และทีโลเฟส (telophase) แต่ก่อนที่นิวเคลียสจะมีการเปลี่ยนแปลงไปตามลำดับขั้นทั้งสี่ขั้นนี้ จะอยู่ในระยะที่เรียกว่าอินเทอร์เฟส (interphase) หรือระยะเมตาโบลิค (metabolic stage) หรือที่นักศึกษาเคยเรียนมาในชั้นต้น ๆ ว่าระยะพัก (resting stage) นั่นเอง

ขั้น Interphase

ลักษณะของเซลล์ในระยะนี้ จะพบว่านิวเคลียสอยู่ในบริเวณกลางเซลล์ล้อมรอบด้วยเยื่อหุ้มนิวเคลียส (nuclear membrane) ซึ่งเป็นผนังสองชั้น ภายในบรรจุด้วยสารเหลวที่ใสแต่หนืดข้นซึ่งเรียกว่านิวคลีโอพลาสม์ (nucleoplasm) หรือนิวเคลียร์แซป (nuclear sap) และมีท่อนโครโมโซมลอยอยู่ทั่วไปในจำนวนที่เป็นลักษณะเฉพาะชนิดของสิ่งมีชีวิตนั้น ๆ โครโมโซมแต่ละท่อนภายในจะมีเส้นใยยาวขดอยู่สองเส้น แต่ละเส้นเรียกว่าโครโมนีมา (chromonema) ดังแสดงในภาพ 9-1



ภาพ 9-1 โครโมโซม

โครโมโซมแต่ละท่อนในนิวเคลียส จะมีคู่ซึ่งมีลักษณะคล้ายคลึงกับอีกท่อนหนึ่ง โครโมโซมที่มาเป็นคู่กันได้นี้ แต่ละท่อนเรียกว่า *โฮโมโลกัส โครโมโซม (homologous chromosome)* เป็นโครโมโซมที่นำลักษณะของพ่อ (paternal chromosome) ท่อนหนึ่งและนำลักษณะของแม่ (maternal chromosome) อีกท่อนหนึ่ง เซลล์ที่มีจำนวนโครโมโซมครบทุกคู่ เรียกจำนวน โครโมโซมในเซลล์นั้นว่าจำนวน*ดิพพลอยด์* (diploid number - 2N) ถ้าจำนวนโครโมโซมลดลงเหลือครึ่งหนึ่งของจำนวนเดิม เรียกว่าโครโมโซมชุดนั้นมีจำนวน*แฮพพลอยด์* (haploid number -N) ซึ่งจะพบได้ในเซลล์สืบพันธุ์ทั่ว ๆ ไป

ขั้น Prophase

ในขั้นนี้โครโมโซมแต่ละท่อนจะ duplicate ตัวเองเป็นสองท่อน แต่ละท่อนเรียกว่าโครมาติด (chromatid) ซึ่งจะยึดติดกันอยู่ที่บริเวณหนึ่งที่เรียกว่า*เซนโตรเมียร์* (centromere) หรือ*ไคเนตโตคอร์ (Kinetochore)* ต่อจากนั้นโครโมโซมจะหดตัวสั้นเข้าทำให้เห็นเด่นชัดขึ้น ในขณะเดียวกันเซนตริโอล (centriole) จะ duplicate ตัวเองออกเป็นสองอันแล้วเคลื่อนตัวแยกออกจากกันไปอยู่ฟากเซลล์ตรงกันข้าม พร้อมกันนั้นไซโตพลาสม์ที่อยู่ล้อมรอบเซนตริโอลจะข้นขึ้น เราเรียกองค์ประกอบนี้ว่า *เซนโตรโซม (centrosome)* รอบ ๆ เซนโตรโซมนี้จะมีแนวของไซโตพลาสม์กระจายออกโดยรอบ แนวที่โยงยึดอยู่ระหว่างเซนโตรโซมกับแนวกลางเซลล์เรียกว่า *สปินเดิล-ไฟเบอร์ (spindle fiber)* ส่วนแนวอื่น ๆ เรียกว่า *แอสตรัล เรย์* (astral ray)

เมื่อถึงระยะนี้ เยื่อหุ้มนิวเคลียส นิวคลีโอลัสและนิวคลีโอพลาสม์จะสลายตัวไปดังนั้นภายในเซลล์จึงปรากฏให้เห็นเพียงโครโมโซมและไซโตพลาสม์เท่านั้น โดยที่โครโมโซมเริ่มเคลื่อนที่มาอยู่ในบริเวณตอนกลางเซลล์ (equatorial plane)

ขั้น Metaphase

เป็นระยะที่โครโมโซมเคลื่อนเข้ามาอยู่บริเวณกลางเซลล์แล้ว พร้อมกันนั้นโครมาติดของโครโมโซมแต่ละท่อนจะแยกออกจากกันและเตรียมเคลื่อนห่างไปสู่ฟากเซลล์ของตนเองต่อไป

ขั้น Anaphase

ในระยะนี้โครมาติดซึ่งแยกออกจากกันแล้ว เรียกว่า *daughter chromosome* จะเคลื่อนห่างออกจากกันเข้าไปสู่เซนโตรโซม โดยบริเวณที่เป็นเซนโตรเมียร์จะเคลื่อนที่ได้เร็วกว่าส่วนอื่นด้วยเหตุนี้รูปร่างของโครโมโซมในระยะนี้จึงมีรูปคล้ายตัว V หรือ J การเคลื่อนที่ของโครโมโซมนี้เกิดจากการหดตัวของเส้นสปินเดิล ไฟเบอร์ซึ่งจะนำเอาโครโมโซมเข้ามารวมเป็นกลุ่มเดียวกัน

ขั้น Telophase

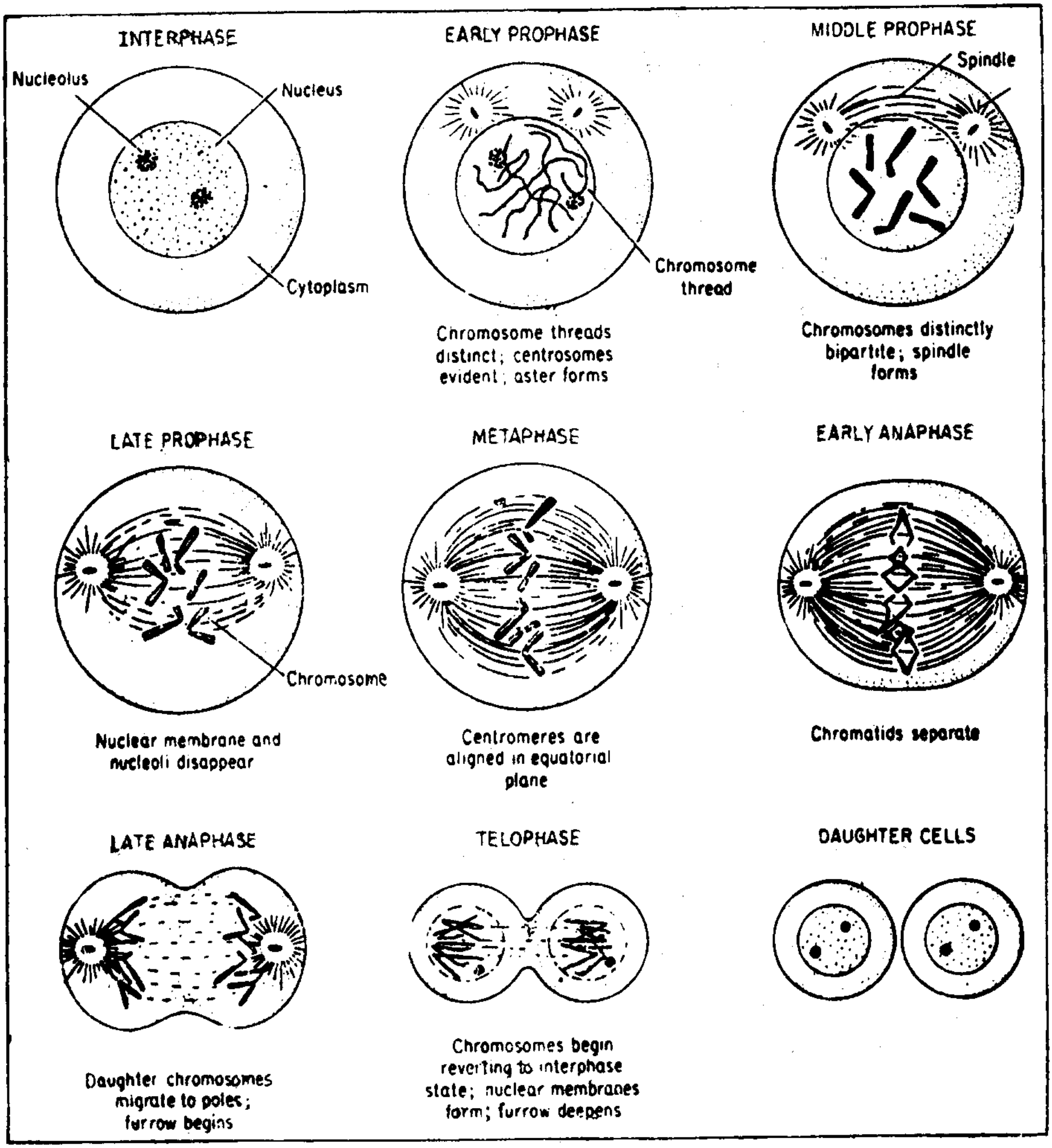
เมื่อโครโมโซมเข้ามารวมกันที่บริเวณเซนโตรโซมแล้วจะยืดขยายออกและเชื่อมประสานกันพร้อมกันนั้น สปินเดิล ไฟเบอร์ แอสตรัล เรย์ และเซนโตรโซมจะสลายตัวไปด้วย และจะเกิดมีนิวคลีโอลัส นิวคลีโอพลาสม์ กับเยื่อหุ้มนิวเคลียสขึ้นล้อมรอบกลุ่มของโครโมโซมนั้น ดังนั้นจะเห็นได้ว่าขณะนี้จะมีนิวเคลียสปรากฏอยู่ในเซลล์นั้น 2 อัน

ระยะไซโตไคเนซิส (Cytokinesis)

ระยะไซโตไคเนซิสเป็นระยะที่ไซโตพลาสม์แบ่งแยกออกจากกันเป็นสองส่วน การแบ่งนี้เกิดขึ้นในตอนปลายของขั้นอนาเฟส โดยถ้าเป็นเซลล์สัตว์ บริเวณกลางเซลล์จะคอดเข้ามาหากัน (furrowing) เรื่อย ๆ จนในที่สุดจะขาดออกจากกันเมื่อถึงปลายขั้นที่โลเฟส ได้เป็นสองเซลล์อิสระ แต่ถ้าเป็นเซลล์พืช การแบ่งจะเกิดขึ้นโดยที่จะมีสารประเภทเซลล์ลูโลส (cellulose) มาสะสมกันอยู่ในบริเวณตอนกลางเซลล์ แนวสะสมนี้เรียกว่า*เซลล์เพลท* (cell plate) จากนั้นแนวเซลล์เพลทนี้จะขยายตัวออกเรื่อย ๆ จนไปจรดผนังเซลล์เดิม และเรียกชื่อใหม่*มิดเดิล ลาเมลลา* (middle lamella) ทำให้เกิดเซลล์ใหม่สองเซลล์โดยสมบูรณ์

ในเซลล์บางประเภท เช่นเซลล์ของกล้ามเนื้อ หรือเซลล์ของพืชชั้นต่ำพวกเชื้อรา เมื่อนิวเคลียสแบ่งออกจากกันแล้ว ไม่มีการแบ่งไซโตพลาสม์ตามมา จึงทำให้เห็นว่าภายในเซลล์นั้นมีนิวเคลียสอยู่รวมกันหลายนิวเคลียสเซลล์ในลักษณะเช่นนี้ถ้าเป็นเซลล์สัตว์เรียกว่า *ซินไซเทียม (syncytium)* ถ้าเป็นเซลล์พืชเรียกว่า*ซีโนไซท์ (coenocyte)*

แผนภาพแสดงการแบ่งเซลล์ในระยะและขั้นต่างแสดงได้ดังนี้



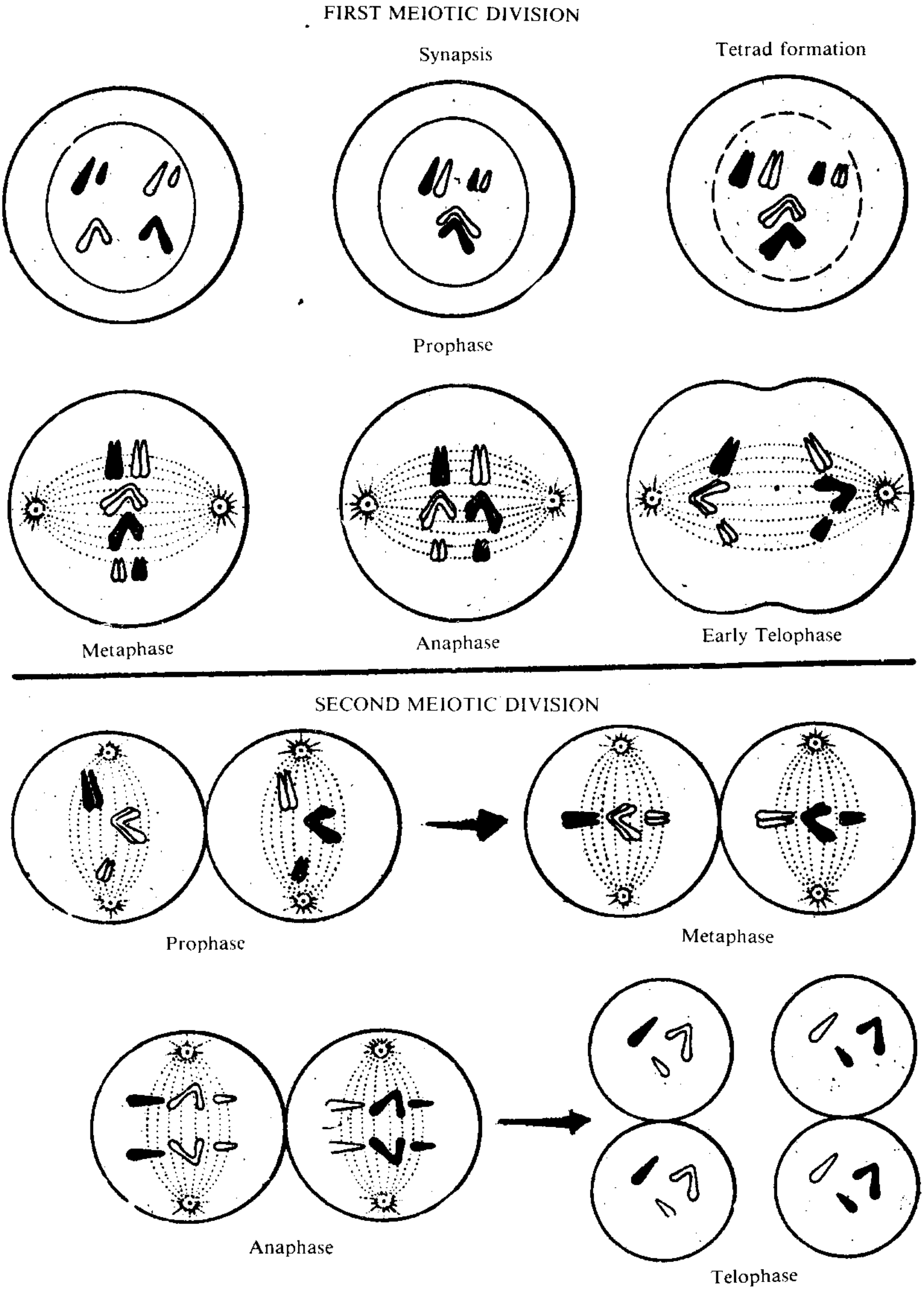
ภาพ 9-2 แสดงระยะของการแบ่งเซลล์แบบไมโตซิส

๙.2 การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส (Meiosis)

การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส (meiosis) เป็นการแบ่งของเซลล์เพื่อให้เซลล์นั้นไปทำหน้าที่เป็นเซลล์สืบพันธุ์ (gamete) ในสิ่งมีชีวิตชั้นสูงนั้นแกมมีทหรือเซลล์สืบพันธุ์มักมีลักษณะและขนาดแตกต่างกัน เรียกว่า *เฮเทอโรแกมมีท (heterogamete)* เซลล์สืบพันธุ์ของเพศเมียซึ่งเรียกว่าไข่หรือโอวัม (egg หรือ ovum) มักจะมีขนาดใหญ่ไม่เคลื่อนที่และมักมีอาหารสะสมอยู่ภายใน อวัยวะที่ทำหน้าที่สร้างเซลล์สืบพันธุ์เพศเมียนี้คือ รังไข่ (ovary) เซลล์สืบพันธุ์ของเพศผู้เรียกว่าสเปอร์ม (sperm) มักมีขนาดเล็ก และเคลื่อนที่ได้อย่างปราดเปรียวว่องไว อวัยวะที่ทำหน้าที่สร้างเซลล์เพศชนิดนี้คืออัณฑะ (testis) สิ่งมีชีวิตบางชนิดมีความสามารถสร้างเซลล์สืบพันธุ์ได้เพียงชนิดเดียว (dioecious) แต่บางชนิดสามารถสร้างเซลล์สืบพันธุ์ได้ทั้งสองชนิด (monoecious หรือ hermaphrodite) เซลล์สืบพันธุ์แต่ละชนิดนั้น จะมีจำนวนโครโมโซมอยู่เพียงครึ่งหนึ่งของจำนวนที่มีอยู่ในเซลล์ทั่วไป (haploid number) สิ่งนี้นับเป็นลักษณะสำคัญของการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส *ขบวนการไมโอซิสที่เกิดขึ้นในรังไข่ เพื่อสร้างเซลล์สืบพันธุ์ เพศเมียนั้นเรียกว่า ไอโอจีเนซิส (oogenesis) ส่วนขบวนการไมโอซิสที่เกิดขึ้นในอัณฑะเพื่อสร้างเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้นั้น เรียกว่า สเปอร์มาโตจีเนซิส (spermatogenesis)*

ขบวนการไมโอซิสประกอบด้วยระยะของความเปลี่ยนแปลง 2 ระยะคือ first meiotic division และ second meiotic division ผลที่ได้จากการแบ่งเซลล์แบบนี้จะทำให้ได้เซลล์ใหม่เกิดขึ้น 4 เซลล์ จากเซลล์เดิม 1 เซลล์ และแต่ละเซลล์จะมีจำนวนโครโมโซมเป็น haploid ในการแบ่งเซลล์แต่ละระยะ จะมีการเปลี่ยนแปลงในขั้นโปรเฟส เมตาเฟส อนาเฟส และทีโลเฟส เหมือนกันกับในการแบ่งเซลล์แบบไมโตซิส

ในระยะ first meiotic division นั้นมีการเปลี่ยนแปลงที่น่าสนใจและแตกต่างไปจากการแบ่งไมโตซิส คือ หลังจากที่โครโมโซม แต่ละท่อน duplicate ตัวเองแล้วท่อนที่เป็นคู่ของกัน (homologous chromosome) จะมาเข้าคู่ขนานกัน แล้วโครมาติดบางส่วนจะไขว้กัน (cross over) และแลกส่วนของโครมาติดจากโครโมโซมที่มาเข้าคู่กันนั้น ปรากฏการณ์นี้เรียกว่า synapsis จากนั้นโครโมโซมต่างจะหดสั้นและหนาขึ้น ดังนั้น homologous chromosome แต่ละคู่จะเห็นเป็นสี่โครมาติดด้วยกัน เรียกว่า tetrad ความเปลี่ยนแปลงตามที่กล่าวมานี้เกิดขึ้นในขั้นโปรเฟสของ first meiotic division ในขั้นต่อมาก็มีการเปลี่ยนแปลงคล้าย ๆ กับของไมโตซิส เว้นแต่เพียงว่าท่อนโครโมโซมที่มาเข้าคู่กันนั้นจะแยกออกจากกันไปสู่ฟากเซลล์ตรงกันข้ามแล้วเกิดการแบ่งเซลล์



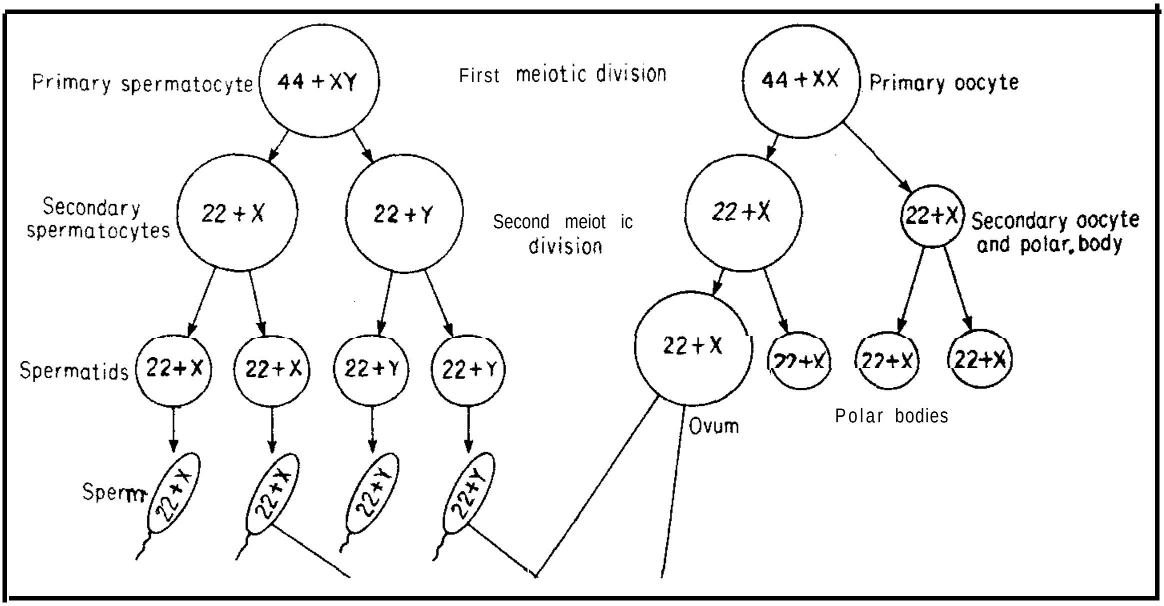
ภาพที่ 9-3 แสดงระยะของการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส

เซลล์ที่ได้ในขณะนี้จะมีโครโมโซมลดลงเหลือครึ่งหนึ่งของจำนวนเดิม แต่ว่าโครโมโซมแต่ละท่อนจะประกอบด้วย 2 โครมาติด

ในระยะ second meiotic division ขั้นโปรเฟส โครโมโซมจะไม่ duplicate ตัวเองอีก จะผ่านเข้าสู่ขั้นเมตาเฟสและอนาเฟสอย่างรวดเร็ว ในขั้นอนาเฟสนี้ โครมาติดของโครโมโซมแต่ละท่อนจะแยกออกจากกันไปอยู่ฟากเซลล์ตรงกันข้าม แล้วเข้าไปอยู่รวมกลุ่มเป็นโครโมโซมชุดใหม่และแปรสภาพเป็นส่วนหนึ่งของนิวเคลียสต่อไปในระยะทีโลเฟส

เซลล์สืบพันธุ์ของสัตว์ตัวผู้ (spermatozoa) นั้นสร้างมาจากเนื้อเยื่อสืบพันธุ์ซึ่งบุอยู่ตามผนังของท่อผลิตเซลล์เพศ ส่วนเซลล์สืบพันธุ์ของสัตว์ตัวเมียสร้างมาจากเนื้อเยื่อฟอลลิเคิล (follicle) ของรังไข่ เซลล์ที่ถูกสร้างขึ้นมาในระยะ first meiotic division ซึ่งได้สองเซลล์นั้น เซลล์หนึ่งจะมีขนาดใหญ่ และอีกเซลล์หนึ่งมีขนาดเล็ก เซลล์ขนาดใหญ่เรียกว่า primary oocyte ส่วนเซลล์เล็กเรียกว่า first polar body เมื่อเซลล์ทั้งสองแบ่งตัวอีกครั้งหนึ่งจะได้เซลล์ขนาดใหญ่ 1 เซลล์เรียก secondary oocyte หรือ ovum ส่วนอีก 3 เซลล์จะมีขนาดเล็กเรียก second polar body ในเวลาต่อมา polar body เหล่านี้จะสลายตัวไป เหลือแต่เพียง ovum เท่านั้น

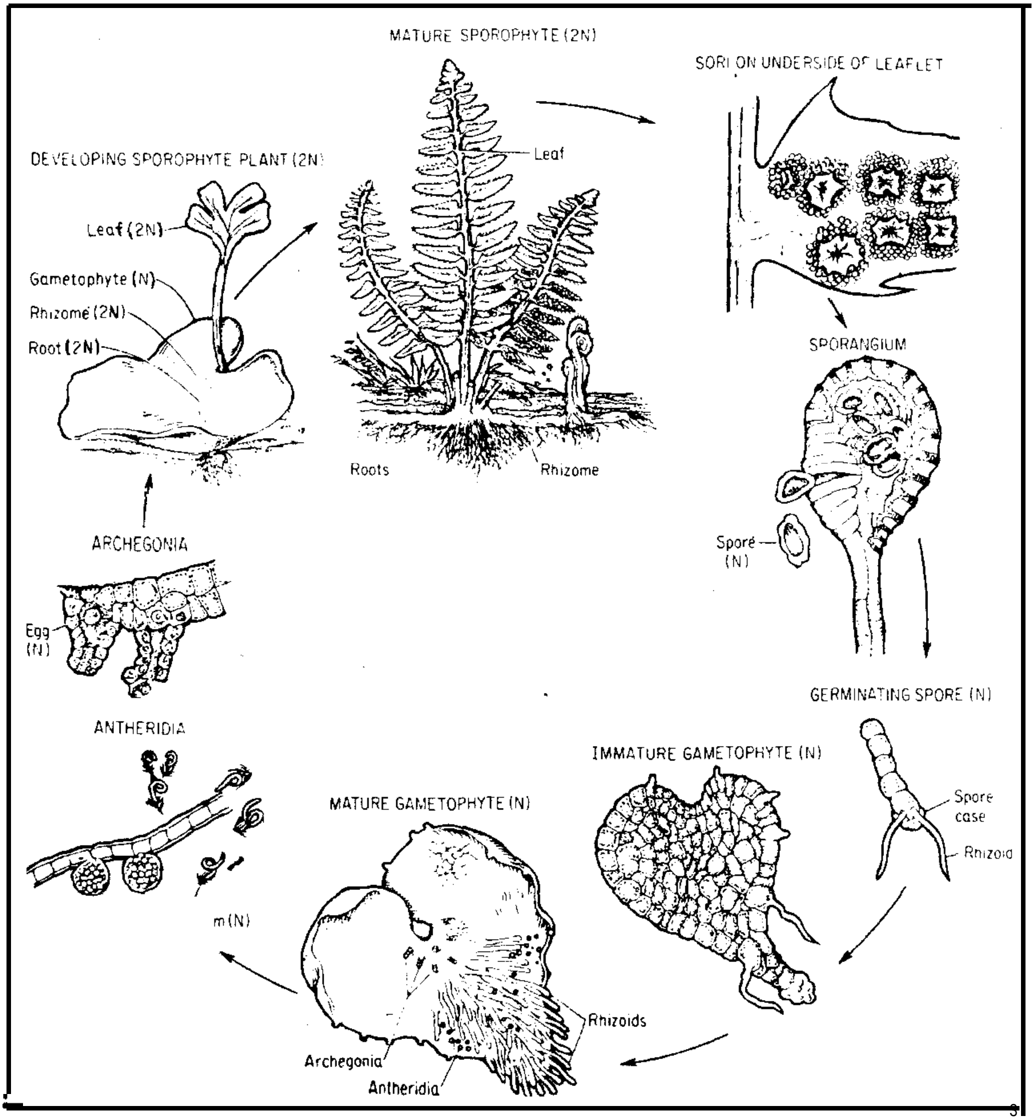
โครโมโซมที่ปรากฏอยู่ในเซลล์ของสิ่งมีชีวิตทั่ว ๆ ไปนั้น จะมีอยู่คู่หนึ่งซึ่งทำหน้าที่เป็นตัวควบคุมลักษณะเพศ โครโมโซมคู่นี้เรียกว่า *โครโมโซมเพศ* (sex chromosome) โครโมโซมที่กำหนดเพศชายจะมีลักษณะแตกต่างจากโครโมโซมที่กำหนดเพศหญิงบ้างเล็กน้อยโดยที่โครโมโซมเพศชาย (ซึ่งนิยมสมมติเรียกว่า Y chromosome) จะสั้นกว่าโครโมโซมเพศหญิง (ซึ่งนิยมสมมติเรียกว่า X chromosome) อยู่เล็กน้อย ในเพศหญิงโครโมโซมจะปรากฏเป็น XX ส่วนในเพศชายโครโมโซมเพศจะปรากฏเป็น XY โครโมโซมคู่อื่น ๆ ซึ่งไม่ใช่โครโมโซมเพศ แต่ทำหน้าที่ควบคุมลักษณะต่าง ๆ ทั่ว ๆ ไป รวมเรียกว่า*ออโตโซม* (autosome) ดังนั้นถ้าเรายกตัวอย่างมนุษย์ซึ่งปรกติมีจำนวนโครโมโซม 46 ท่อน หรือ 23 คู่จะเป็นออโตโซมเสีย 44 ท่อนหรือ 22 คู่ เป็นโครโมโซมเพศ 2 ท่อน หรือ 1 คู่ ด้วยเหตุนี้จึงเป็นที่แน่นอนว่า นอกจากออโตโซม 22 ท่อนแล้วไข่จะต้องมี X chromosome ส่วนสเปอร์มจะมี X chromosome หรือ Ychromosome ก็ได้ และเมื่อไข่กับสเปอร์มผสมกัน (fertilize) แล้ว จะได้ลูกเป็นเพศหญิง หรือเพศชายแล้วแต่โอกาสการเข้าผสมของสเปอร์มชนิดนั้น ๆ ดังภาพ



ภาพ 9-4 แสดงโอกาสการผสมกันของเชื้อเพศ

ในพืชและสัตว์บางชนิด แม้ว่าจะมีการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ แต่ในบางกรณี เซลล์สืบพันธุ์เพศเมียสามารถที่จะเจริญเติบโตเป็นสิ่งมีชีวิตขึ้นมาได้โดยไม่ต้องได้รับการผสมจากเซลล์เพศตัวผู้ปรากฏการณ์เช่นนี้เรียกว่า *parthenogenesis* นับได้ว่าเป็นการผสมพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศอีกแบบหนึ่ง ปัจจัยที่ทำให้เกิดปรากฏการณ์นี้มีหลายอย่าง ทั้งทางกายภาพ ทางเคมี และทางชีวภาพ ตัวอย่างที่พบเห็นเป็นประจำได้แก่ มด ผึ้ง ปลวก องุ่น กล้วย เป็นต้น

สิ่งมีชีวิตจำพวกพืช แม้ว่าจะมีอวัยวะสร้างเซลล์สืบพันธุ์ โดยเฉพาะอยู่แล้ว แต่ในการดำรงชีวิตก็ยังอาจแบ่งช่วงชีวิต ออกได้เป็นสองช่วง คือช่วงที่ทำหน้าที่สร้างสปอร์ ซึ่งเรียกว่าช่วงสปอโรไฟต์ (sporophyte) เป็นช่วงที่เซลล์มีจำนวนโครโมโซมเป็น diploid number (2N) กับ ช่วงกามีโตไฟต์ (gametophyte) เป็นช่วงที่เซลล์มีจำนวนโครโมโซมเป็น haploid number (2N) ซึ่งทำหน้าที่เป็นเซลล์เพศ ช่วงชีวิตทั้งสองนี้จะเกิดขึ้นสลับกันไป เรียกปรากฏการณ์แบบนี้ว่า *การสืบพันธุ์แบบสลับ (alternation of generation)* ถ้าเกิดในสัตว์เรียกว่า *เมตาจีเนซิส* (metagenesis) สำหรับในพืชนั้นยิ่งเป็นพืชที่มีความเจริญมากขึ้นเท่าใดก็จะมีช่วงสปอโรไฟต์ ยาวกว่าช่วงกามีโตไฟต์มากขึ้น



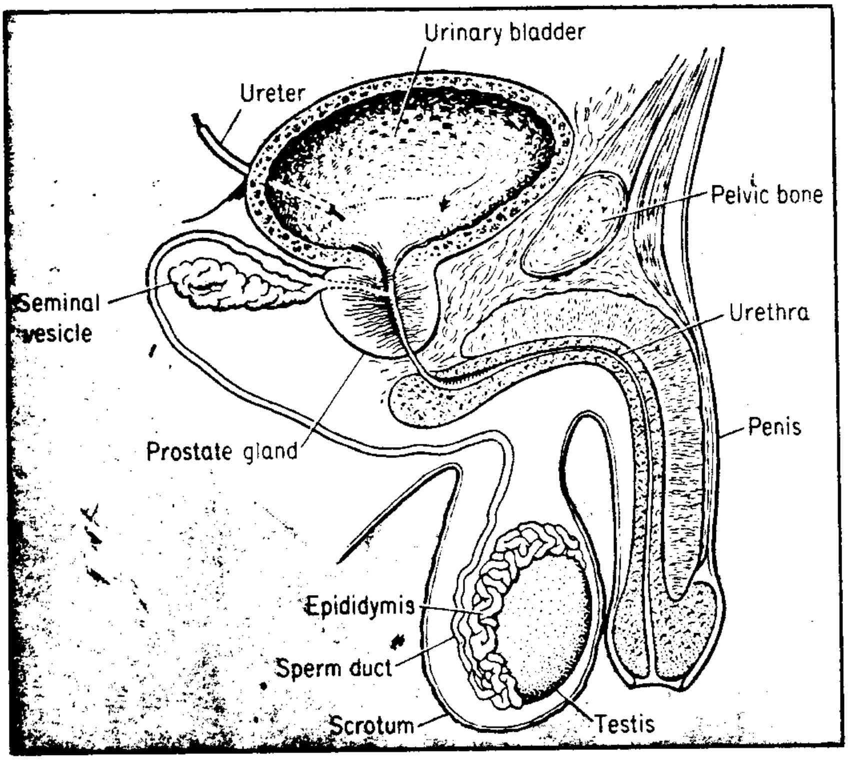
ภาพ 9-5 แสดงการสืบพันธุ์แบบสลับ

9.3 การสืบพันธุ์ในมนุษย์ (Reproduction in Man)

การสืบพันธุ์ในมนุษย์และสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนมนั้น เป็นการรวมกันของเซลล์เพศหญิงหรือไข่กับเซลล์เพศชายหรือสเปอร์ม ทำให้ได้ชีวิตใหม่ขึ้นมา

9.3.1 ระบบสืบพันธุ์เพศชาย (The Male Reproductive System)

อวัยวะสืบพันธุ์ของเพศชายประกอบด้วยอัณฑะ (testes) 1 คู่ซึ่งเดิมเจริญอยู่ภายในช่องท้อง แล้วเคลื่อนลงมาอยู่ในถุงอัณฑะ (scrotal sac) ที่ด้านหน้าตอนล่างภายนอกช่องท้อง ภายในต่อมอัณฑะแต่ละข้างจะมีท่อ เซมินิเฟอรัส ทิวบูล (seminiferous tubules) ขดรวมกันอยู่อย่างหนาแน่น ระหว่างกลุ่มของท่อขดนี้เป็นกลุ่มเซลล์ที่สร้างฮอร์โมนเพศชายชนิดเทสโทสเตอโรน (testosterone) กับกลุ่มเซลล์ซึ่งทำหน้าที่สร้างเซลล์เพศชาย ปลายด้านหนึ่งของท่อเซมินิเฟอรัสเป็นหลอดขนาดเล็ก เรียกว่า วาส เอฟเฟอเรนส์ (vas efferens) ซึ่งจะเข้าไปรวมกันอยู่ในท่อที่เรียกว่า เอพิดิไดมิส (epididymis) ทำหน้าที่เป็นแหล่งพักชั่วคราวของเชื้อเพศชาย ถัดจากเอพิดิไดมิสไปเป็นท่อนำเชื้อเพศ (sperm duct หรือ vas deferens) ซึ่งจะผ่าน เข้าช่องท้องไปบรรจบกับท่อปัสสาวะ



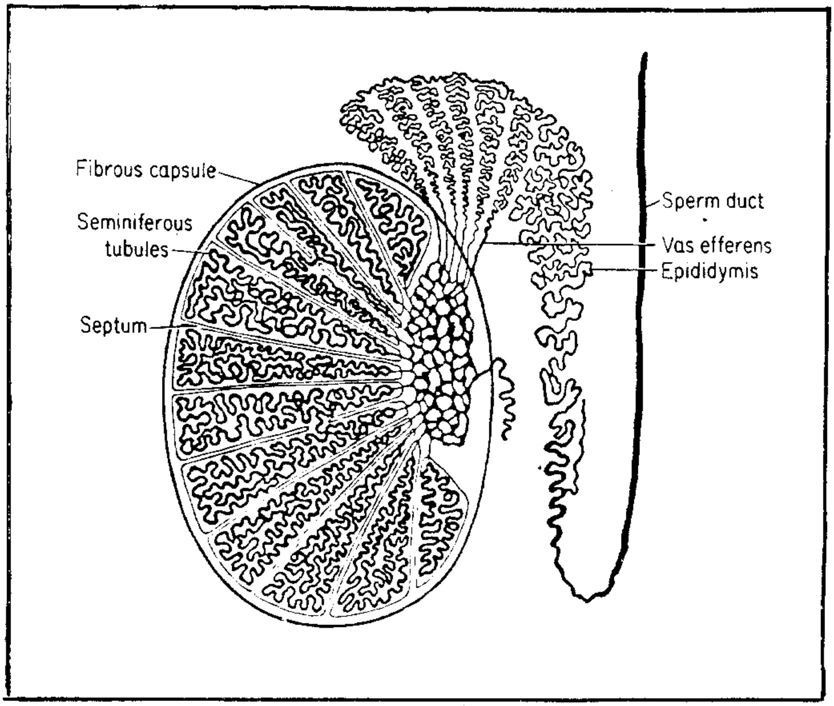
ภาพ 9-6 ระบบสืบพันธุ์เพศชายของมนุษย์

เชื้อเพศชาย (spermatozoa หรือ sperm) ซึ่งเกิดจากการแบ่งแบบไมโอซิสจะว่ายอยู่ในของเหลวซึ่งเป็นน้ำเลี้ยง ของเหลวนี้เรียกว่าซีเมน (semen) สร้างโดยต่อมในระบบสืบพันธุ์ 3 คู่ คือเซมินัล เวสสิเคิล (seminal vesicle) ต่อมโปรสเตท (prostate) และต่อมคาวเปอร์ (Cowper's

gland) น้ำเลี้ยงเชื้อเพศนี้จะทำหน้าที่ป้องกันไม่ให้เชื้อเพศได้รับอันตรายจากฤทธิ์ความเป็นกรดในอวัยวะสืบพันธุ์ของเพศหญิง นอกจากนั้นยังเป็นแหล่งสะสมอาหารประเภทน้ำตาลกลูโคสและน้ำตาลฟรุคโตสให้แก่เชื้อเพศ ทั้งยังเป็นตัวนำที่จะให้เชื้อเพศชายว่ายเข้าไปผสมกับเชื้อเพศหญิงได้สะดวกยิ่งขึ้น

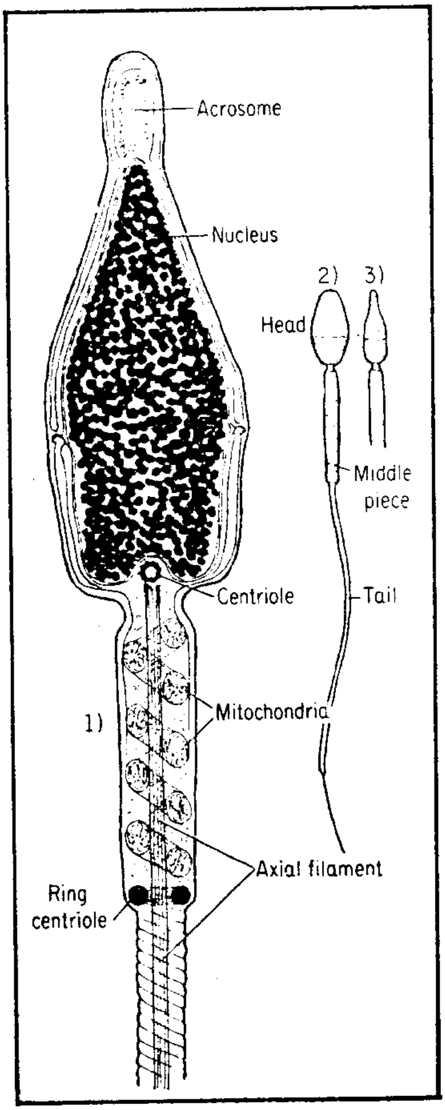
เชื้อเพศจะออกจากร่างกายโดยทางท่อปัสสาวะ (Urethra) ซึ่งฝังอยู่ในองคชาต (penis) การหลั่งเซลล์เพศเกิดขึ้นเมื่อจิตใจได้รับการกระตุ้นทางอารมณ์เพศจนถึงจุดสูงสุดทำให้ระบบประสาทอัตโนมัติบังคับให้ท่อนำเชื้อเพศ ท่อปัสสาวะ และอวัยวะที่เกี่ยวข้องหดตัวไปฉีดเชื้อเพศออก เรียกขบวนการนี้ว่า ejaculation

ภาพ 9-7 ภาพแสดงภาคตัดขวางของ



(a) อัณฑะ

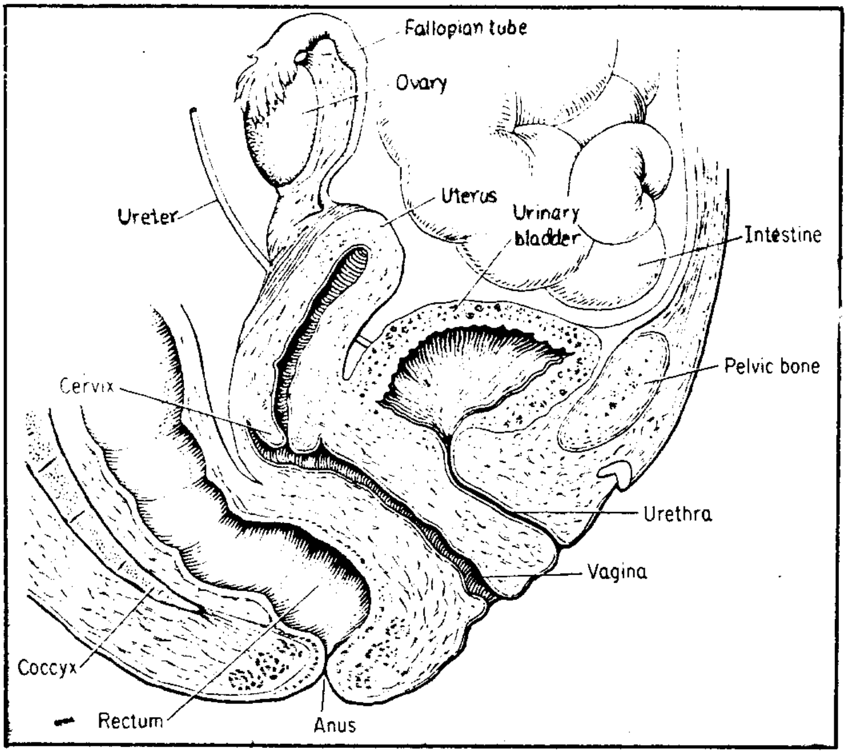
ภาพ 9-7 ภาพแสดงภาคตัดขวางของ



(b) เชื้อเพศผู้

9.3.2 ระบบสืบพันธุ์เพศหญิง (The Female Reproductive System)

อวัยวะสืบพันธุ์ของเพศหญิง ประกอบด้วยรังไข่ (Ovary) อยู่ 2 ข้างในช่องท้อง ทำหน้าที่ผลิตไข่ และฮอร์โมนเพศหญิง ปรกติแล้วรังไข่จะสร้างไข่ขึ้นมาเดือน ละ 1 ใบโดยแต่ละข้างทำหน้าที่สลับกัน ในระหว่างช่วงระยะของการตกไข่ (ovulation) ไข่จะหลุดออกจากรังไข่เคลื่อนที่เข้าสู่ท่อนำไข่ (oviduct หรือ Follopian tube) เข้าไปสู่มดลูก (uterus) ซึ่งมีรูปร่างคล้ายผลชมพู่คว่ำ ไปรอรับการผสมกับเชื้อเพศชาย มดลูกนี้จะอยู่บริเวณกึ่งกลางด้านล่างของช่องท้อง ระหว่างกระเพาะปัสสาวะกับลำไส้ใหญ่ประกอบด้วยผนังกล้ามเนื้อเรียบ ภายในมีเยื่อเมือกบุอยู่ มีเส้นเลือดฝอยมาหล่อเลี้ยงอยู่มากมาย ปากมดลูกจะเป็นช่องแคบ (cervix) ติดต่อกับช่องคลอด (vagina) จากนั้นจะเป็นอวัยวะสืบพันธุ์ส่วนนอก ซึ่งรวมเรียกว่าวัลวา (vulva) ประกอบไปด้วยกลีบเนื้อชั้นนอก (labia major) และกลีบเนื้อชั้นใน (labia minor) อยู่ติดกันและคลุมช่องคลอดอยู่ ที่จุดพบตอนบนของกลีบเนื้อทั้งสองชั้นนี้จะมีอวัยวะซึ่งมีลักษณะคล้ายคลึงกับองคชาตในเพศชาย เรียกว่าคลิตอริส (clitoris) ถัดจากนั้นขึ้นไปจะเป็นท่อปัสสาวะ ซึ่งทำหน้าที่ขับถ่ายปัสสาวะโดยเฉพาะ



ภาพ 9-8 ระบบสืบพันธุ์เพศหญิงของมนุษย์

วงจรการสืบพันธุ์ในเพศหญิง (The Female Reproductive Cycle)

ในสัตว์ตัวเมียโดยทั่วไป ความสามารถในการสืบพันธุ์ได้แสดงออกโดยการแสดงความต้องการทางเพศ ความต้องการนี้สัมพันธ์กันกับระยะเวลาตกไข่ พฤติกรรมเช่นนี้ในสัตว์เรียกว่า "เป็นสัด" หรือ "ติดสัด" (estrus) สัตว์บางชนิดเช่นสัตว์ป่า จะมีพฤติกรรมนี้เพียงปีละครั้ง (monestrus) บางชนิดมีปีละหลายครั้ง (polyestrus) สุนัข และแมว มีปีละ 2 ครั้ง แต่หนูมีในทุก 3-4 วัน

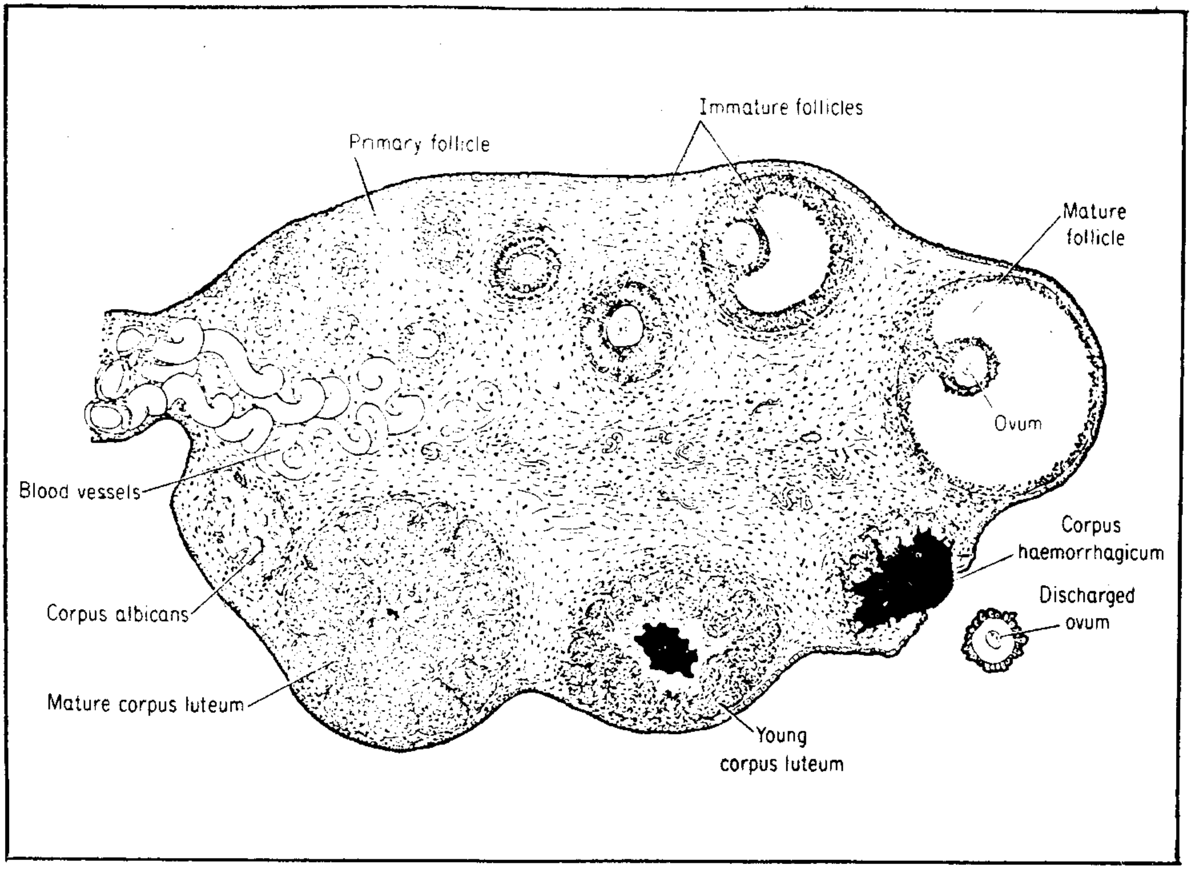
พฤติกรรมการเป็นสัดนี้เกิดจากอิทธิพลของฮอร์โมนที่มีอยู่ในช่องคลอดและมดลูก โดยเฉพาะอย่างยิ่งในมดลูกจะหลั่งฮอร์โมนออกมาในปริมาณสูงสุดหลังจากมีการตกไข่แล้วเล็กน้อย

ในมนุษย์และสิ่งมีชีวิตชั้นสูงนั้น ความสามารถที่จะให้กำเนิดลูก แสดงโดยมีเลือดประจำเดือน (menstruation) ซึ่งมักมีมาในทุกรอบ 28 วัน และจะมีอยู่ประมาณ 4-5 วัน เลือดประจำเดือนเกิดจากการหลุดลอกของผนังด้านมดลูกทำให้เส้นเลือดฝอยบริเวณนั้นขาด ภายหลังจากการมีเลือดประจำเดือนแล้ว เนื้อเยื่อฟอลลิเคิลในรังไข่ซึ่งภายในมีเซลล์ไข่อยู่ จะได้รับการกระตุ้นจากฮอร์โมน follicle stimulating hormone (FSH) ที่สร้างโดยต่อมใต้สมอง ให้เจริญเติบโต ในขณะที่ฟอลลิเคิลเติบโตนั้นจะสร้างฮอร์โมนเอสตราดิโอล (estradiol) ไปกระตุ้นให้ผนังมดลูกเพิ่มความหนาและสะสมเลือดและอาหารไว้เตรียมรับไข่

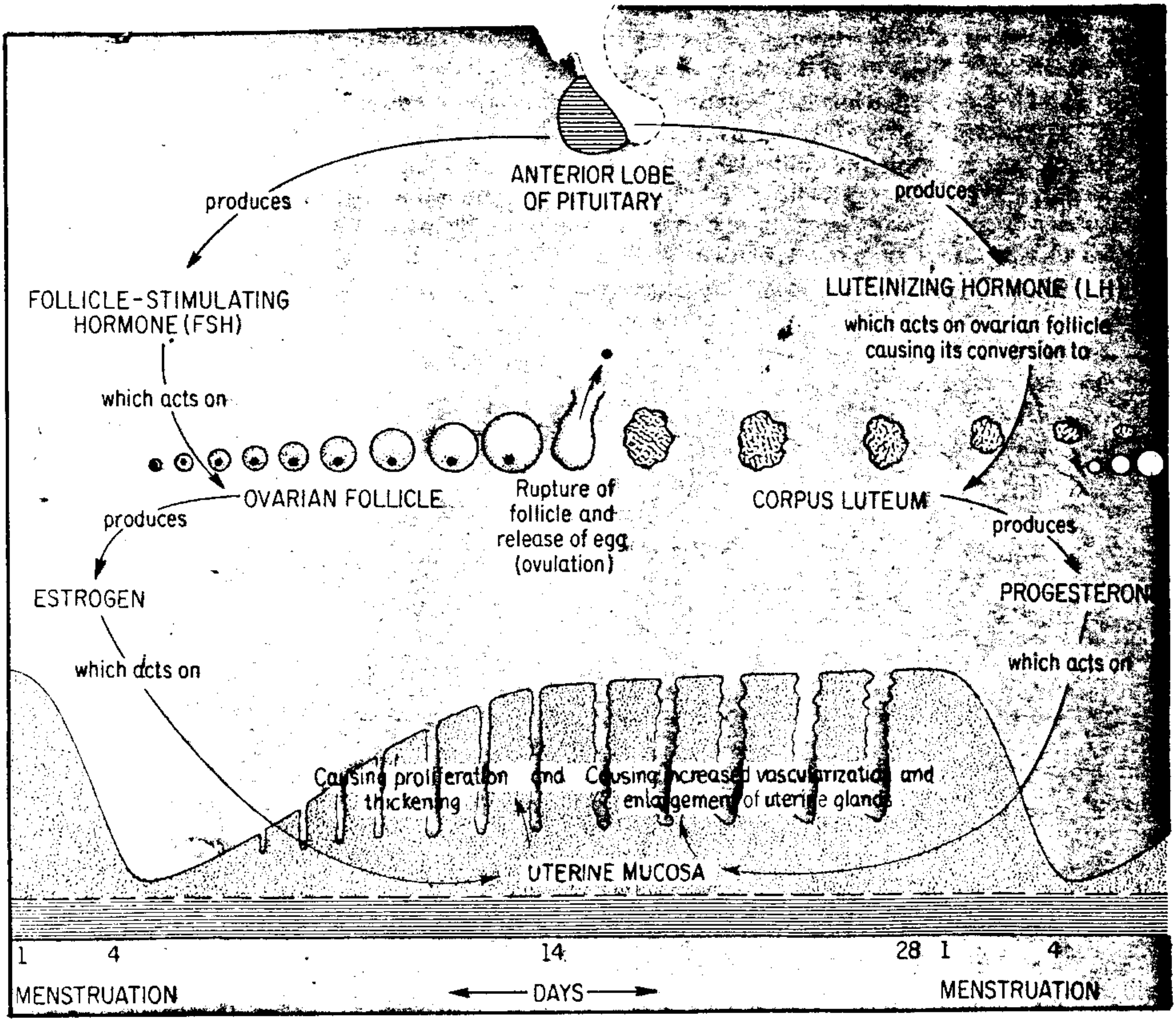
ไข่ซึ่งหลุดจากฟอลลิเคิลโดยการกระตุ้นของฮอร์โมนชื่อ luteinizing hormone (LH) จากต่อมใต้สมอง จะเคลื่อนออกจากรังไข่เข้าสู่ท่อนำไข่ประมาณวันที่ 14-15 ของรอบประจำเดือน แล้วมารอการผสมที่ท่อนำไข่ ส่วนฟอลลิเคิลจะแปรสภาพไปเป็นกลุ่มเนื้อเยื่อสีเหลืองอ่อนเรียก คอร์ปัสลิวเตียม (corpus luteum) แล้วสร้างฮอร์โมนชื่อโปรเจสเตอร์โรน (progesterone) ไปช่วยควบคุมการเตรียมตัวของผนังมดลูกให้รับการตั้งท้องและไปกระตุ้นต่อมน้ำนมให้เจริญเติบโต

ถ้าไข่ไม่ได้รับการผสมจากเชื้อเพศชาย เยื่อคอร์ปัสลิวเตียม จะฝ่อสลายไปประมาณวันที่ 27 ของรอบประจำเดือน ทำให้ฮอร์โมนโปรเจสเตอร์โรนหมดไป ผนังมดลูกจะหลุดออกและทำให้เกิดเลือดประจำเดือน

ถ้าไข่ได้รับการผสม ทำให้เกิดการตั้งครรภ์ เยื่อคอร์ปัสลิวเตียมจะยังคงอยู่และสร้างฮอร์โมนโปรเจสเตอรโรนต่อไปตลอดระยะการมีครรภ์ ฮอร์โมนนี้จะช่วยป้องกันการตกไข่เพื่อมิให้เกิดการตั้งครรภ์ซ้อน



ภาพ ๑-๑ ลำดับขั้นของการเจริญของไข่ภายในรังไข่



ภาพ 9-10 วงจรรอบประจำเดือนในสตรี

๙.๓.๓ การปฏิสนธิ (Fertilization)

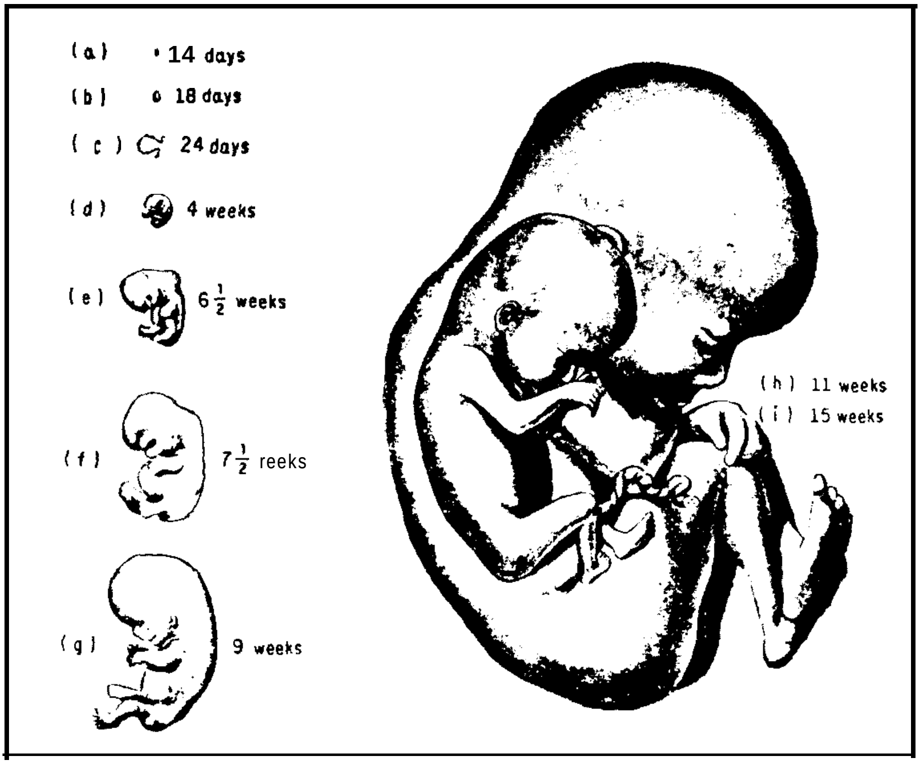
ในทารกเพศหญิงที่มีอายุได้ 4-5 เดือนจะมีเซลล์ไข่อยู่ในรังไข่นับเป็นจำนวนหมื่นเซลล์ แต่เซลล์ที่เจริญเติบโตต่อมานั้นมีจำนวนประมาณ 400-500 เซลล์เท่านั้น การตกไข่จะเริ่มมีเมื่ออายุย่างเข้าสู่วัยรุ่น (puberty) และจะไปสิ้นสุดเมื่อวัยหมดประจำเดือน (menopaus) ช่วงระยะเวลานี้จะนานประมาณ 30 ปี

ในการร่วมเพศครั้งหนึ่ง ๆ ฝ่ายชายจะปล่อยเชื้อเพศเข้าสู่ช่องคลอดนับเป็นล้าน ๆ ตัว (จะมีเชื้อเพศชายประมาณ 300,000,000 ตัวในน้ำเชื้อ 3-5 ลูกบาศก์เซนติเมตร) เชื้อเพศชายหรือสเปอร์มเหล่านี้จะแหวกว่ายเคลื่อนที่เข้าไปสู่มดลูกโดยกำลังตัวเองและกำลังหดตัวและการดูดของมดลูก สเปอร์มบางตัวที่มีกำลังมากจะว่ายไปจนเข้าสู่ท่อนำไข่แต่ปรกติแล้วการผสมมักเกิดในบริเวณปีกมดลูก สเปอร์มจะมีอายุอยู่ในช่องคลอดหรือมดลูกได้ไม่เกิน 48 ชั่วโมง

ไข่ที่รอรับการผสมจะมีเยื่อบาง ๆ หุ้มล้อมอยู่โดยรอบเยื่อบาง ๆ นี้เรียกว่าโคโรนาเรดิอาตา (corona radiata) จะมีสารอินทรีย์ประเภทกรด ชื่อกรดไฮยาลูโรนิค (hyaluronic acid) ประกอบอยู่ สารนี้จะถูกทำลายโดยเอ็นไซม์ ไฮยาลูโรนิเดส (hyaluronidase) ซึ่งมีอยู่ในสเปอร์มเพียงเล็กน้อย เมื่อสเปอร์มจำนวนมากไปรุมล้อมไข่อยู่จะทำให้เยื่อบางนั้นบางมากขึ้นอีกจนเกิดช่องทางให้สเปอร์มที่แข็งแรงที่สุดตัวหนึ่งว่ายทะลุทะลวงเข้าไปผสมกับไข่ได้ เมื่อผสมแล้วจะเกิดเยื่อบางเรียก fertilization membrane มาหุ้มไข่ที่ถูกผสมแล้วนั้น เพื่อป้องกันมิให้สเปอร์มตัวอื่นเข้ามาผสมซ้อนอีก สเปอร์มตัวอื่นที่เข้าผสมไม่ได้จะตายในเวลาต่อมาและถูกทำลายหรือกินโดยเม็ดโลหิตขาว ส่วนไข่ที่ถูกผสมแล้วจะกลายเป็นไซโกต และเจริญเติบโตต่อไป

การเกิดแฝด (Twinning)

มีสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนมบางชนิดสามารถมีลูกได้ครั้งละหลายตัว แต่บางชนิดก็มีได้ครั้งละตัวเท่านั้น แต่อย่างไรก็ตาม มีบางครั้งที่สัตว์ประเภทนี้มีลูกได้ครั้งละเกินหนึ่งตัวซึ่งเรียกว่าฝาแฝด (twinning) สำหรับในมนุษย์นั้นพบว่าประมาณ 75 เปอร์เซนต์ของฝาแฝด เป็นแบบที่เรียกว่า fraternal twins ซึ่งอาจจะเป็นเพศเดียวกันหรือไม่ก็ได้ ลักษณะหน้าตาและอุปนิสัยอาจจะคล้ายคลึงหรือแตกต่างกันก็ได้ ฝาแฝดอีกชนิดหนึ่งเกิดจากไข่ที่ได้รับการผสมใบเดียว แต่มีการแบ่งตัวในระยะแรกออกจากกันโดยสมบูรณ์แล้วแต่ละส่วนก็เจริญเติบโตต่อไป ฝาแฝดแบบนี้เรียกว่า identical twins จะต้องมีเพศ รูปร่างลักษณะและนิสัยคล้ายคลึงกันมาก ในบางครั้งการแยกตัวของฝาแฝดแบบนี้เกิดไม่สมบูรณ์ ทำให้ร่างกายติดกันตลอดเรียกฝาแฝดแบบนี้ว่าฝาแฝดไทย (Siamese twins) ตัวอย่างเช่น ฝาแฝด อิน-จัน หรือฝาแฝด นภิศ-ปริศนา



ภาพ 9-11 แสดงการเจริญเติบโตของทารกในครรภ์

9.3.4 พัฒนาการของทารกในครรภ์ (Fetal Development)

หลังจากการปฏิสนธิได้ไซโกตแล้วไซโกตนั้นจะเจริญเป็นตัวอ่อนหรือ คัพภะ (embryo) ในระยะเวลา 2 สัปดาห์ ในสัปดาห์ที่ 3 ตัวอ่อนนั้นจะมีลักษณะเป็นรูปทรงกระบอก เริ่มเกิดสมองและไขสันหลัง เมื่ออายุได้ 1 เดือนจะมีขนาดยาวประมาณ 4 มิลลิเมตร ในสัปดาห์ที่ 5 เริ่มเกิดระบบหมุนเวียนโลหิต ระบบหายใจ ระบบขับถ่าย และอวัยวะรยางค์ (appendage) เช่น แขน ขา ในสัปดาห์ที่ 8 เริ่มแยกเพศได้ชัดเจนขึ้น ขณะนี้ตัวอ่อนมีขนาดประมาณ 25 มิลลิเมตร และเกิด ตา หู จมูก ในปลายเดือนที่ 3 ทารกจะมีขนาดประมาณ 75 มิลลิเมตร เดือนที่ 5 มีขนาดยาว 250 มิลลิเมตร ระยะนี้จะมีรูปร่างเป็นคนโดยสมบูรณ์แล้ว ในเดือนที่ 9 จะมีขนาดยาวประมาณ 50 เซนติเมตร และเริ่มมีไขมันสะสมใต้ผิวหนังพร้อมกันนั้นเริ่มรับแรงต้านทานซึ่งถ่ายทอดไปจากแม่

ทารกจะอยู่ในครรภ์มารดาประมาณ 280 วัน ในระยะที่ทารกจะคลอด ผนังมดลูกซึ่งเป็นเนื้อเยื่อเรียบจะเริ่มหดตัว ถุงน้ำคร่ำ ซึ่งหุ้มล้อมรอบทารกเพื่อกันทารกกระเทือนนั้นจะแตกออก ทารกถูกบังคับให้เคลื่อนลงมาที่ช่องคลอด โดยจะคว่ำหน้าลง เมื่อทารกคลอดออกมาแล้วสักครู่ รกและเยื่อหุ้มจะถูกบีบตามออกมา เมื่อถึงระยะนี้ระบบต่าง ๆ ในร่างกายของเด็กจะเริ่มทำงานเอง