การแบ่งเซลล์
(cell division)

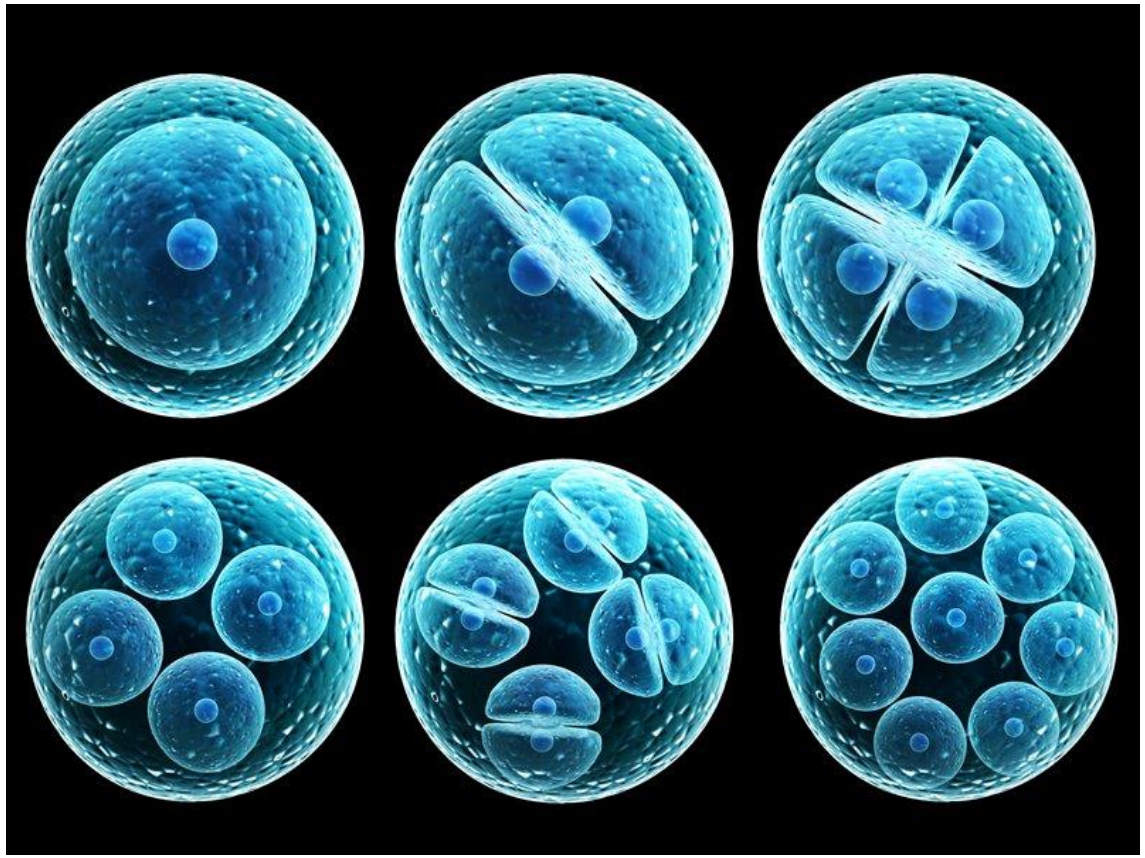
อาจารย์ ดร.รัตนา ปานเรียนแสน

สาขาวิทยาศาสตร์สุขภาพและความงาม วิทยาลัยสหเวชศาสตร์

มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา

หัวข้อ

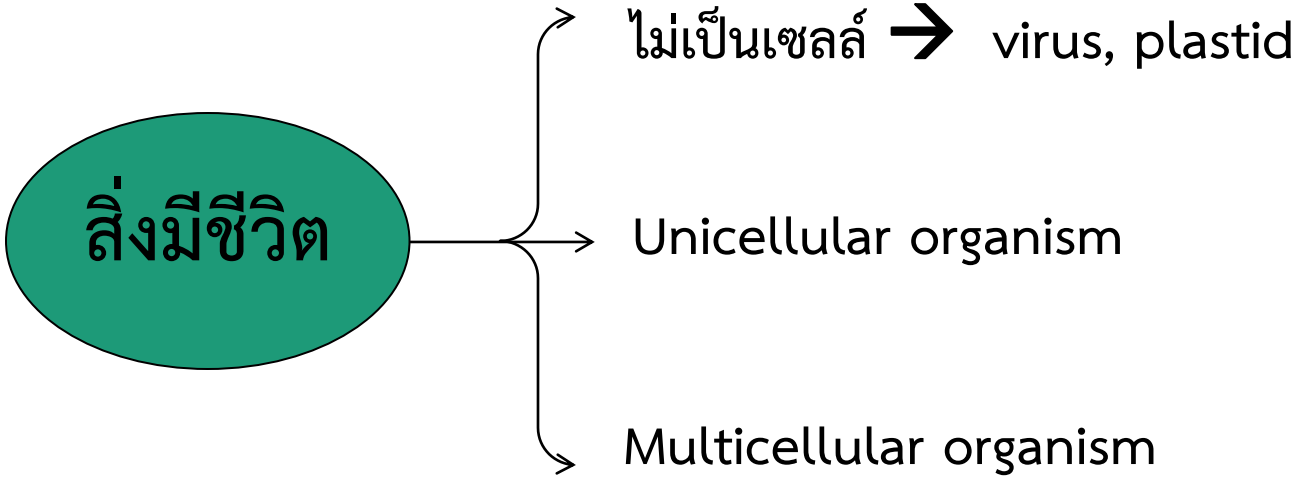
- Introduction
- Amitosis
- Mitosis
- Meiosis
- Human life cycle
- Conclusion



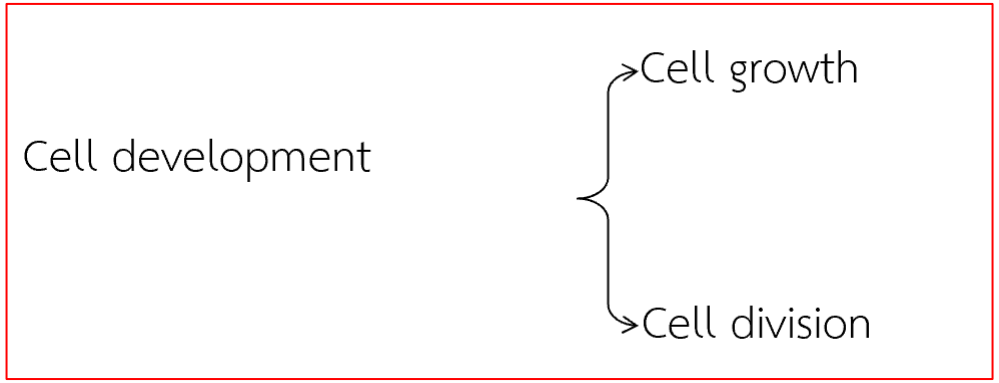
ความสำคัญของการแบ่งเซลล์

- การเติบโตของสิ่งมีชีวิต การขยายพันธุ์ ล้วนเกิดขึ้นจาก**การเพิ่มจำนวนของหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต** มันเกิดขึ้นในระดับที่เล็กที่สุด นั่นคือ เซลล์ และการแบ่งเซลล์ก็เกิดขึ้นตลอดเวลา นับตั้งแต่ครั้งเซลล์ตัวอ่อนปฏิสนธิ ไปจวบจนกระทั่งตาย หากเปรียบเทียบกับคนซึ่งเป็นสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม การแบ่งเซลล์ทำให้ตัวอ่อนในท้องแม่เติบโตจนคลอดออกมาเป็นทารก เติบโตไปสู่วัยเด็ก วัยรุ่น ผู้ใหญ่ จวบจนแก่ก็ยังมีการแบ่งเซลล์เกิดขึ้น และจะหยุดลงเมื่อเสียชีวิต
- **ลักษณะสำคัญที่แยกสิ่งมีชีวิตออกจากสิ่งไม่มีชีวิต** คือ ความสามารถในการสืบพันธุ์หรือการผลิตหน่วยใหม่ที่เหมือนกับต้นกำเนิดได้ด้วยตนเอง สิ่งมีชีวิตทั้งหลายประกอบด้วยเซลล์ และการสืบพันธุ์เป็นกิจกรรมเพื่อการสืบเนื่องของชีวิต ซึ่งล้วนมีพื้นฐานจากการสืบพันธุ์ของเซลล์หรือ “**การแบ่งเซลล์**” นั่นเอง

เซลล์สิ่งมีชีวิต



- หน่วยย่อยที่สุดของสิ่งมีชีวิต → cell
- ลักษณะสำคัญของสิ่งมีชีวิตคือ → สืบพันธุ์ได้



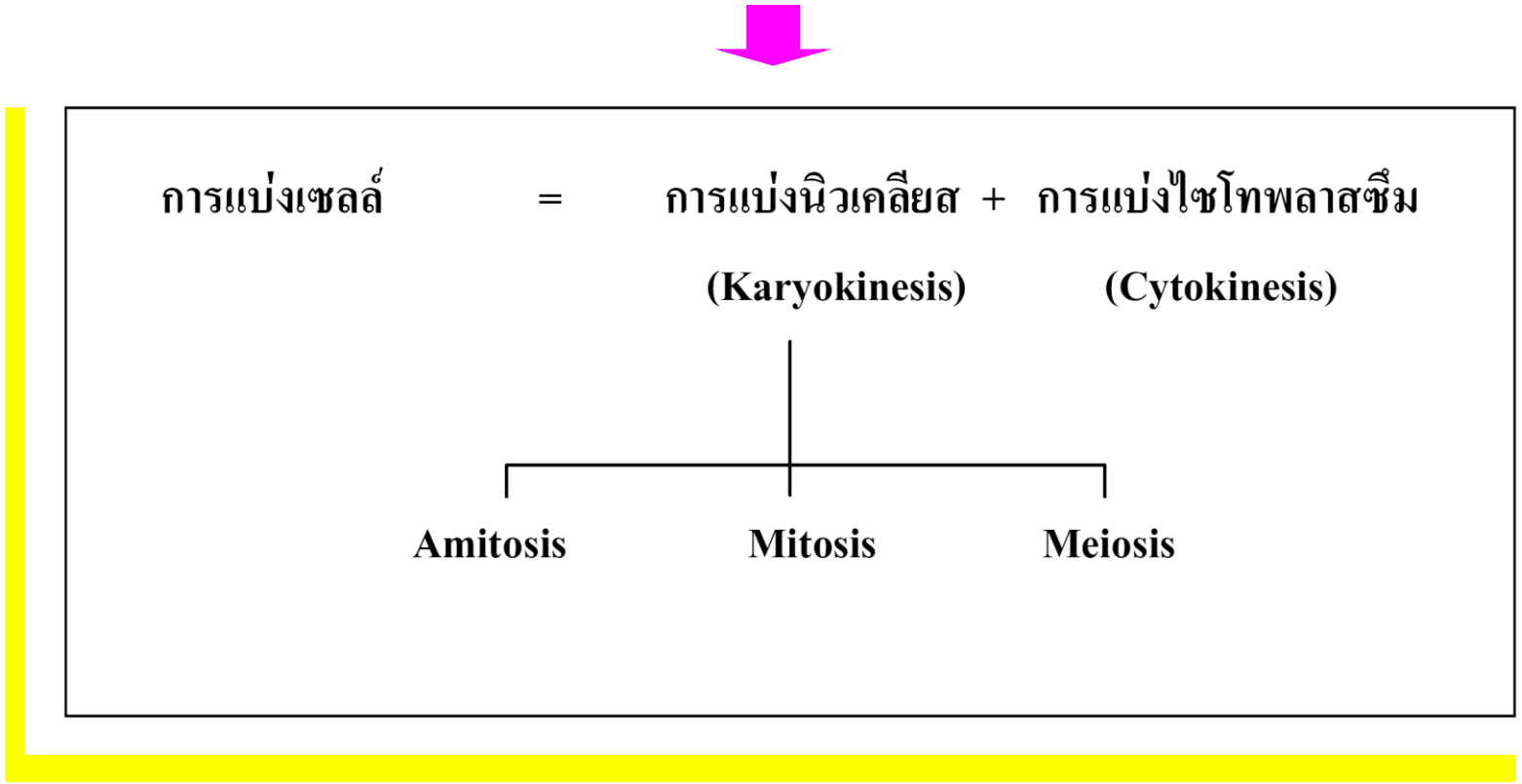
การแบ่งเซลล์ขึ้นอยู่กับลักษณะของสิ่งมีชีวิต

- **Unicellular organism**
  - Binary fission
  - Asexual reproduction
- **Multicellular organism**
  - Cell division
  - Asexual reproduction = Mitosis → growth
  - Sexual reproduction = Meiosis → sex cell

การแบ่งเซลล์ (Cell Division) ประกอบด้วยกระบวนการพื้นฐานสำคัญ 2 ขั้นตอน คือ

1. **การแบ่งนิวเคลียส (Karyokinesis หรือ Nuclear division)**

2. **การแบ่งไซโทรพลาสซึม (Cytokinesis หรือ Cytoplasmic division)**



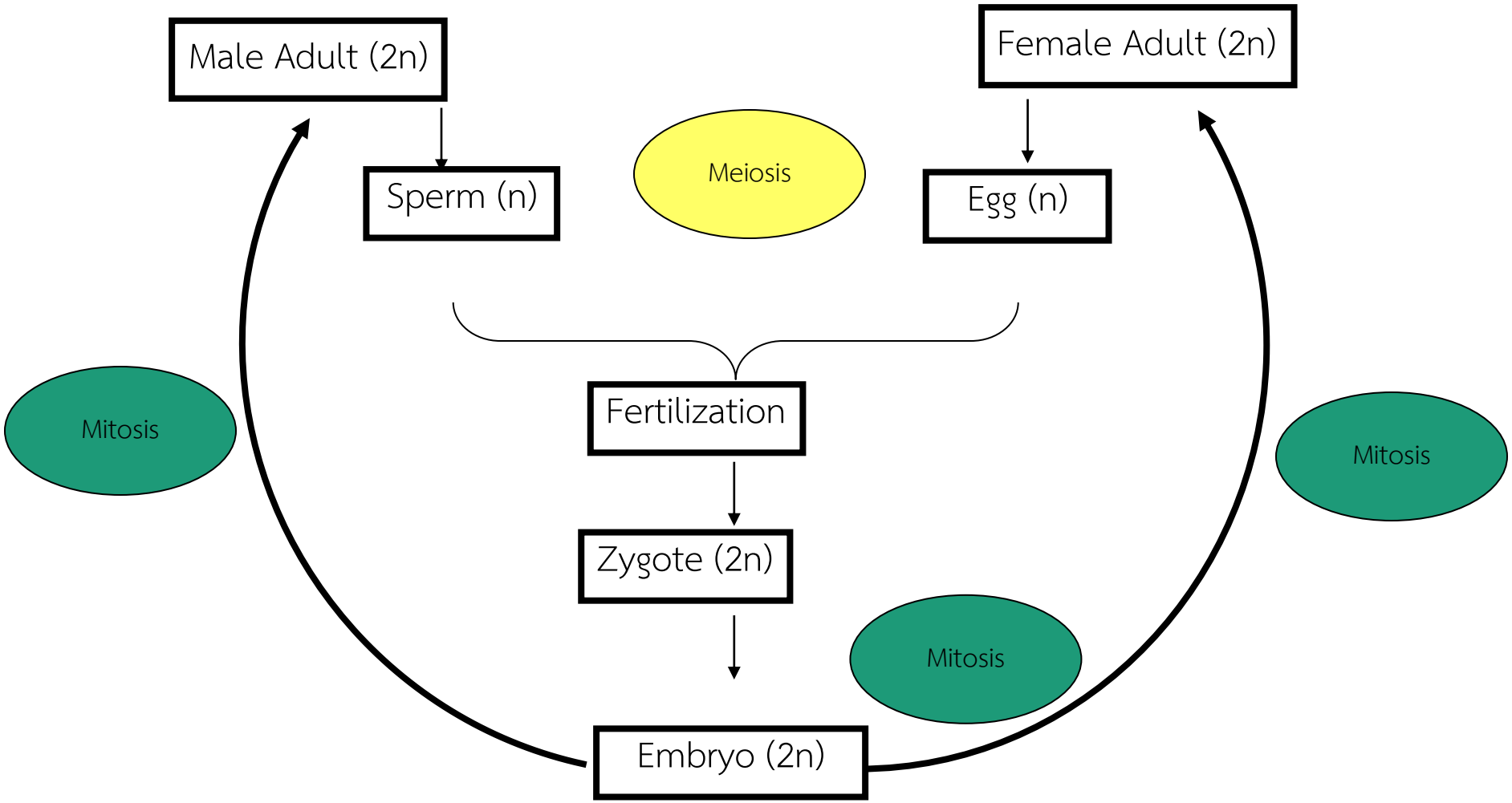
ชนิดของการแบ่งเซลล์ จำแนกตามการแบ่งนิวเคลียส แบ่งออกเป็น 3 แบบ

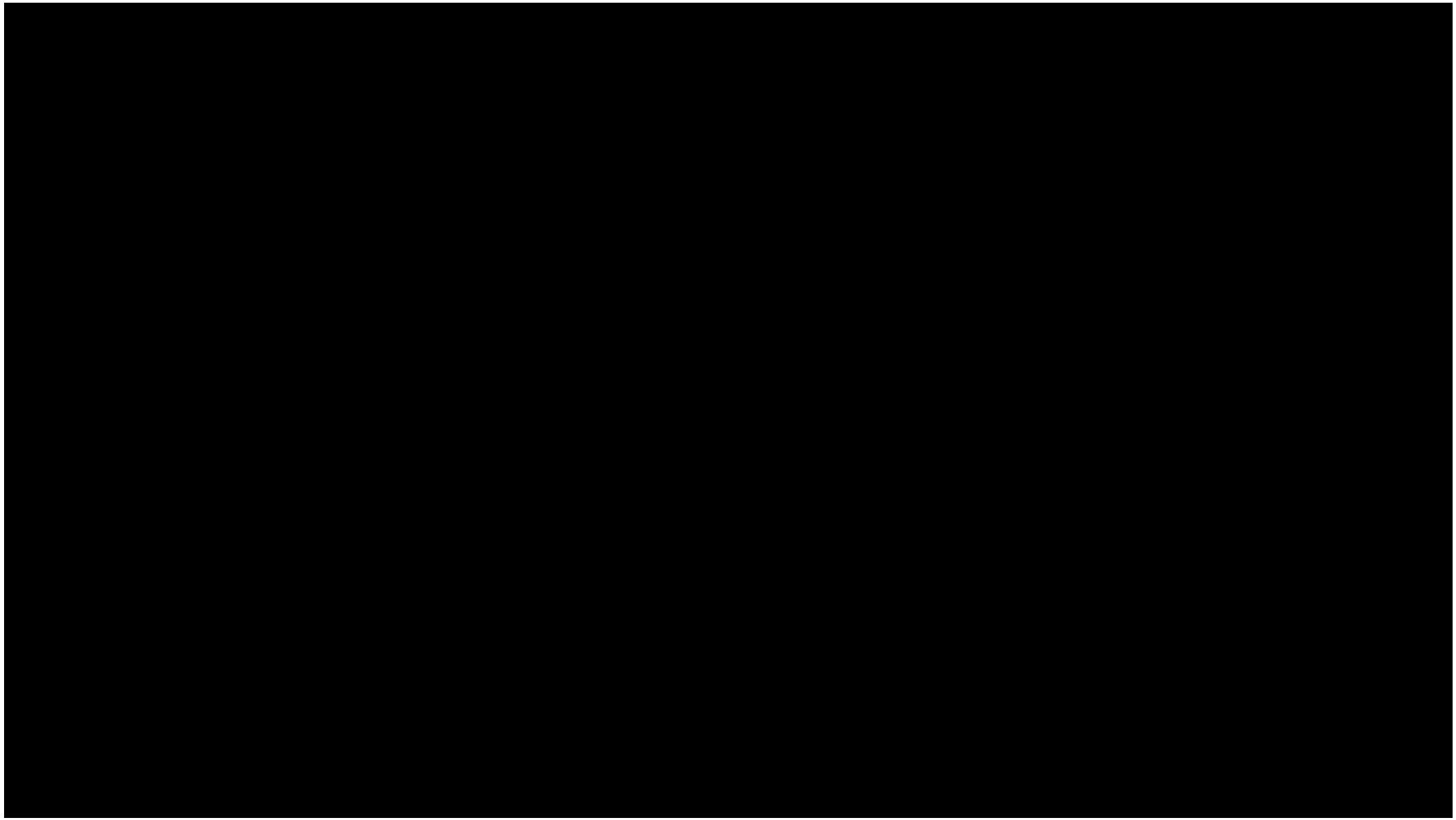
1. **อะไมโทซิส** (Amitosis) เป็นกระบวนการแบ่งนิวเคลียสโดยตรงอย่างง่ายๆ เริ่มต้นจากนิวเคลียสยืดยาวออก แล้วคอดตรงกลางจนแยกออกไปเป็น 2 ส่วนเท่าๆ กัน ขณะเดียวกันไซโทรพลาสซึมก็จะแบ่งตามไปพร้อมๆ กัน เช่น การแบ่งนิวเคลียสของพารามีเซียม แบคทีเรีย
2. **ไมโทซิส** (Mitosis) เป็นการแบ่งนิวเคลียส เพื่อเพิ่มจำนวนเซลล์ร่างกาย (somatic cell) ผลจากการแบ่งจะได้เซลล์ใหม่ 2 เซลล์ ที่จำนวนโครโมโซมเท่าเดิม
3. **ไมโอซิส** (Meiosis) เป็นการแบ่งนิวเคลียส เพื่อสร้างเซลล์สืบพันธุ์ของสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์ ผลจากการแบ่งจะได้เซลล์ใหม่ 4 เซลล์ ที่จำนวนโครโมโซมลดลงครึ่งหนึ่ง (haploid) ของเซลล์เริ่มต้น

วัฏจักรของเซลล์

- วัฏจักรของเซลล์ (Cell Cycle) คือ ช่วงเวลาที่เซลล์มีการเตรียมความพร้อมก่อนการแบ่งเซลล์ไปจนถึงการแบ่งเซลล์เสร็จสิ้น ประกอบด้วยระยะอินเทอร์เฟส (Interphase) และระยะที่มีการแบ่งแบบไมโทซิสหรือ M phrase ซึ่งเซลล์ที่ได้จะเจริญเติบโตต่อไปและสามารถแบ่งเซลล์ต่อไปเรื่อย ๆ ได้อีก เช่น เซลล์ร่างกาย
- **การแบ่งแบบไมโทซิสจึงมีลักษณะเป็นวัฏจักรของเซลล์** ขณะที่การแบ่งแบบไมโอซิสนั้นไม่เป็นวัฏจักรของเซลล์ เนื่องจากการแบ่งนิวเคลียสของเซลล์แบบไมโอซิสจะทำให้ได้เซลล์สืบพันธุ์ซึ่งไม่สามารถเจริญเติบโตหรือแบ่งต่อไปได้ หากไม่ได้รับการผสมพันธุ์เซลล์นั้นก็จะหมดความหมายและตายลงในที่สุด

การแบ่งเซลล์ของสิ่งมีชีวิตชั้นสูง

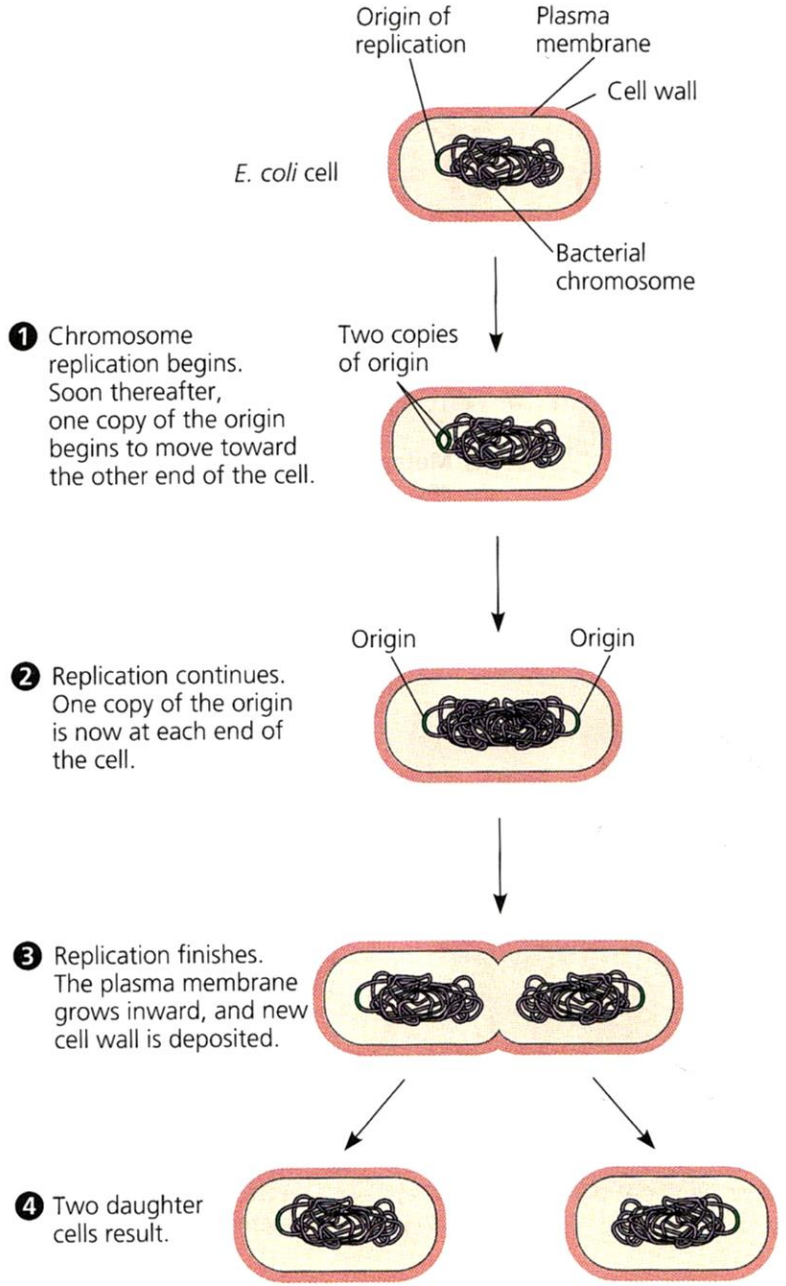


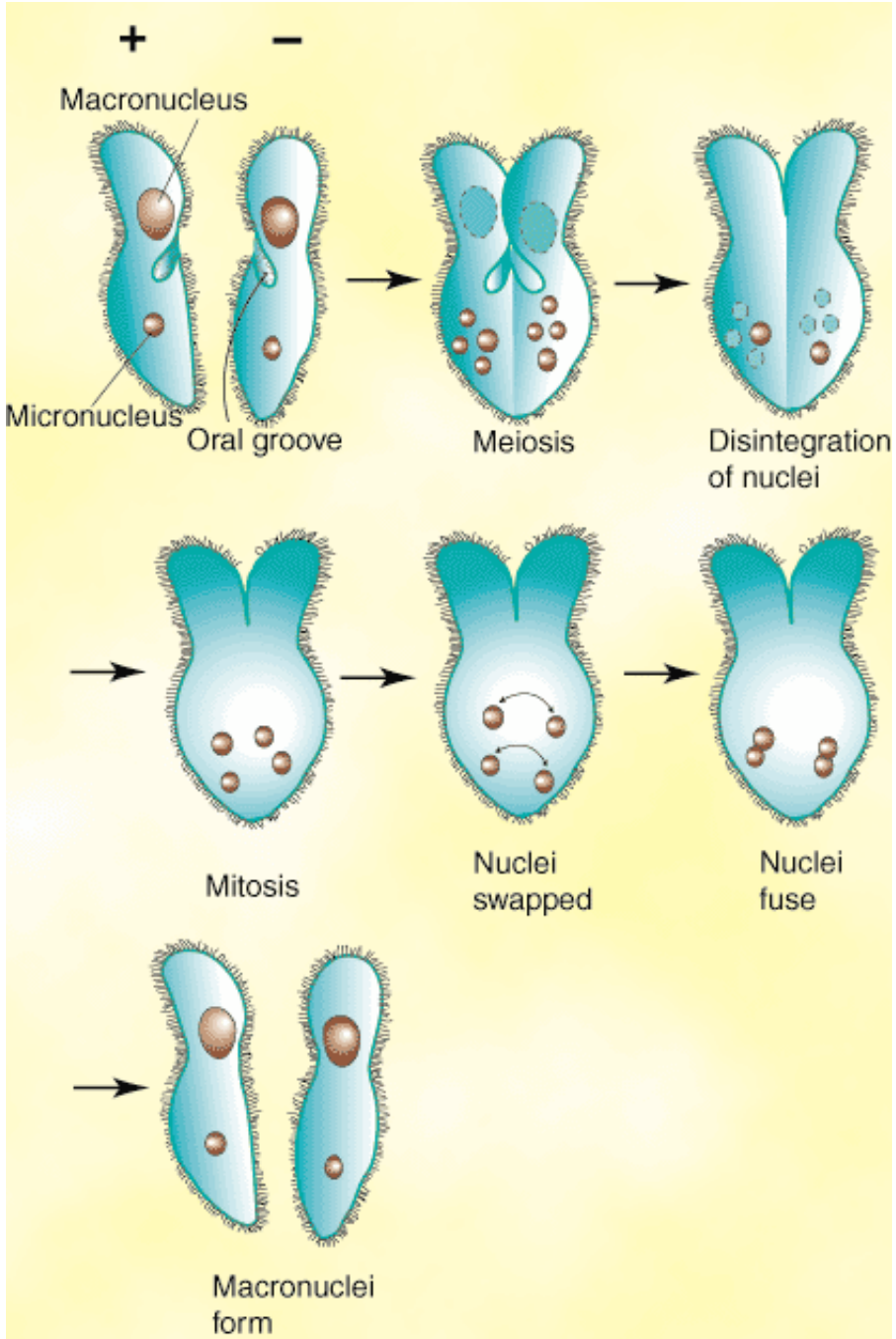


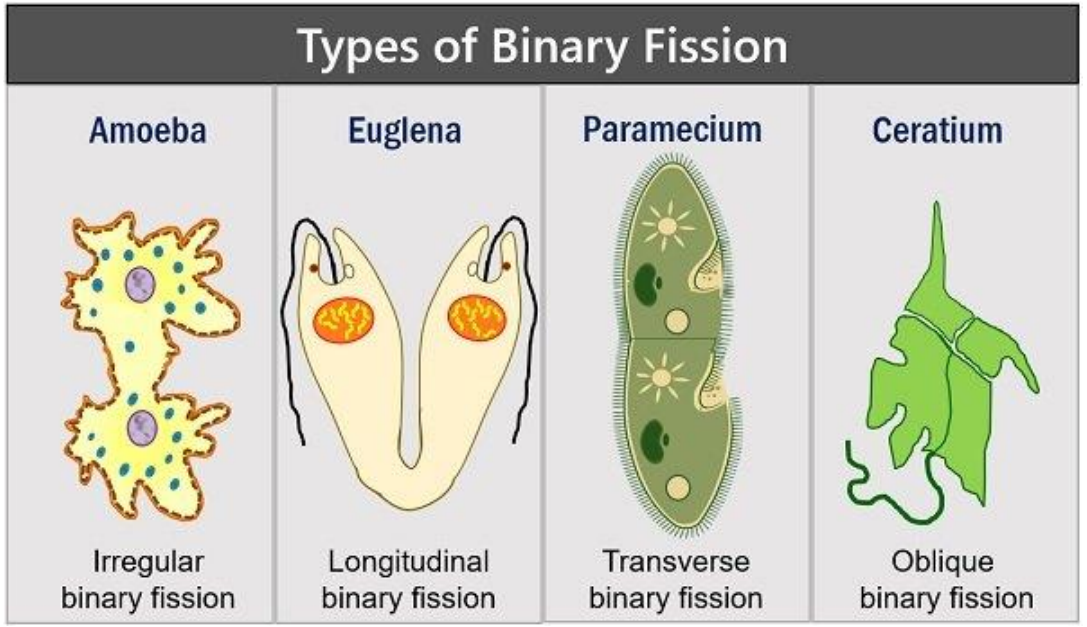
Amitosis

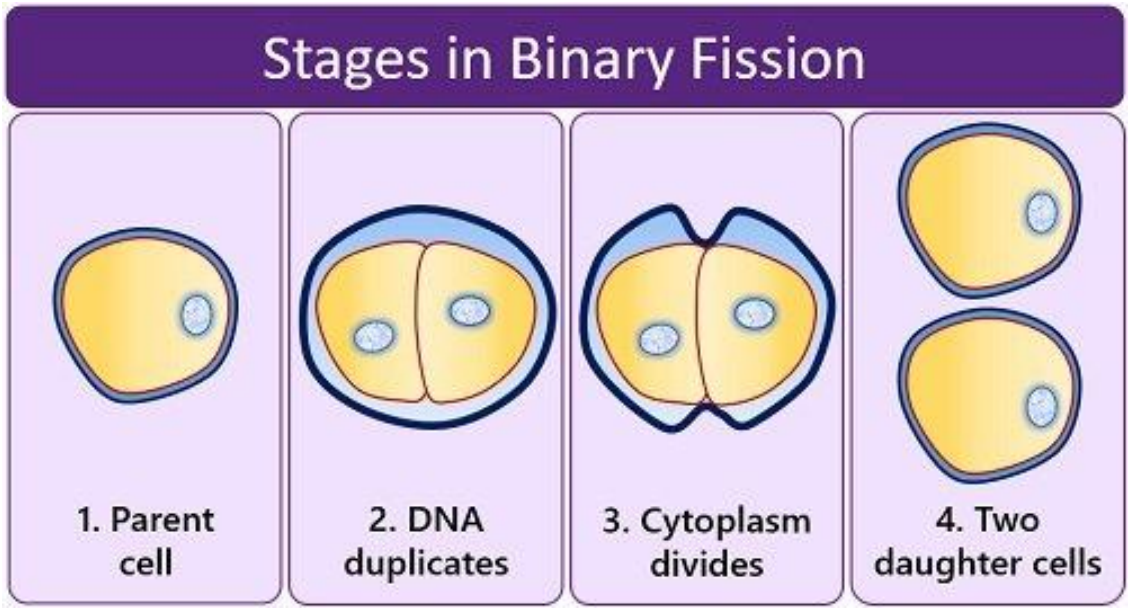
อะไมโทซิส (Amitosis)

- เป็นการแบ่งนิวเคลียสที่เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างง่ายๆ
- นิวเคลียสจะคอดกลางแล้วแบ่งเป็น 2 ส่วน เซลล์ที่มีการแบ่งนิวเคลียสแบบนี้ได้แก่ มาโครนิวเคลียส (Macronucleus) ของซิลิเอต เช่น พารามีเซียม และเซลล์ที่ผิดปกติกำลังจะสลายตัวไป หรือเซลล์ที่เป็นโรค แต่นักชีววิทยา
- บางคนมีความเห็นว่า **อะไมโทซิส คือ ไมโทซิส**

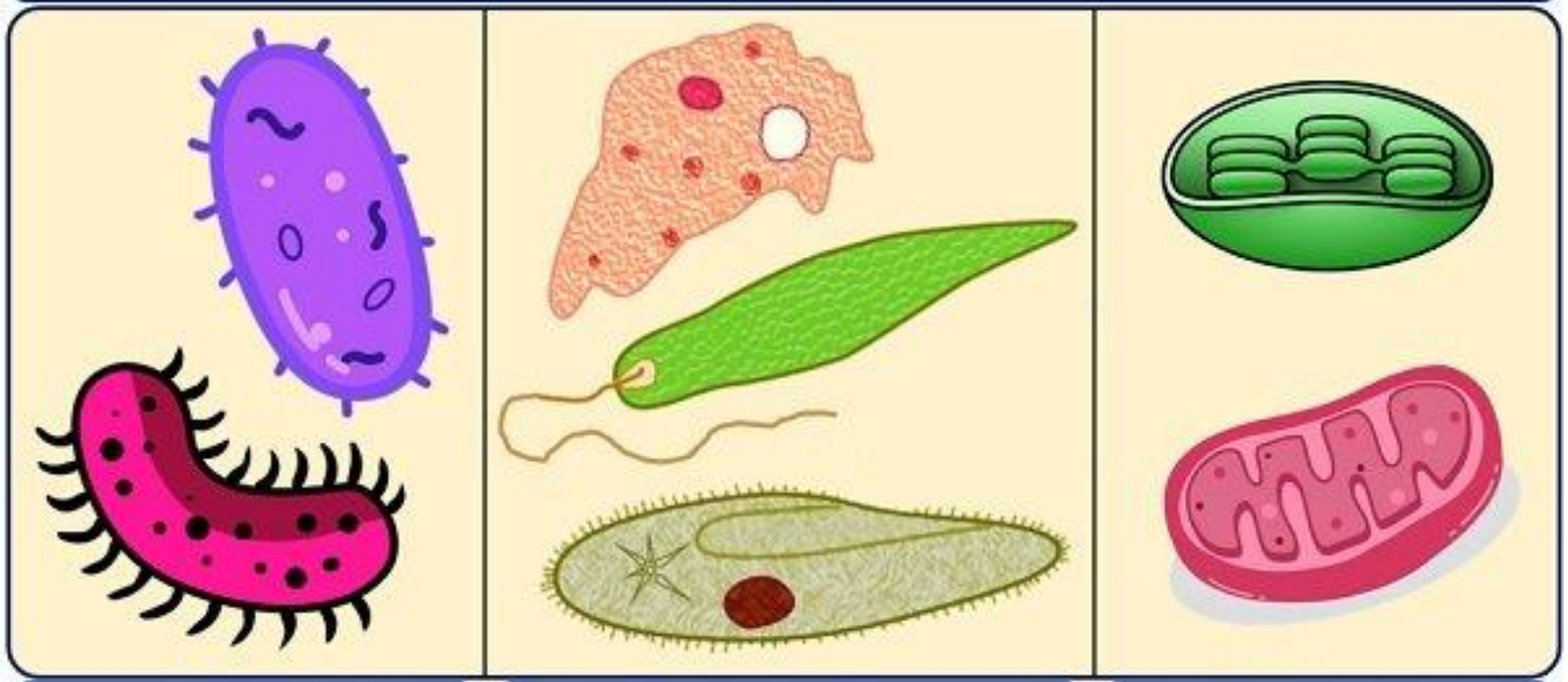



+
−
Macronucleus
Micronucleus
Oral groove
Meiosis
Disintegration of nuclei
Mitosis
Nuclei swapped
Nuclei fuse
Macronuclei form


Types of Binary Fission
Amoeba
Euglena
Paramecium
Ceratium
Irregular binary fission
Longitudinal binary fission
Transverse binary fission
Oblique binary fission

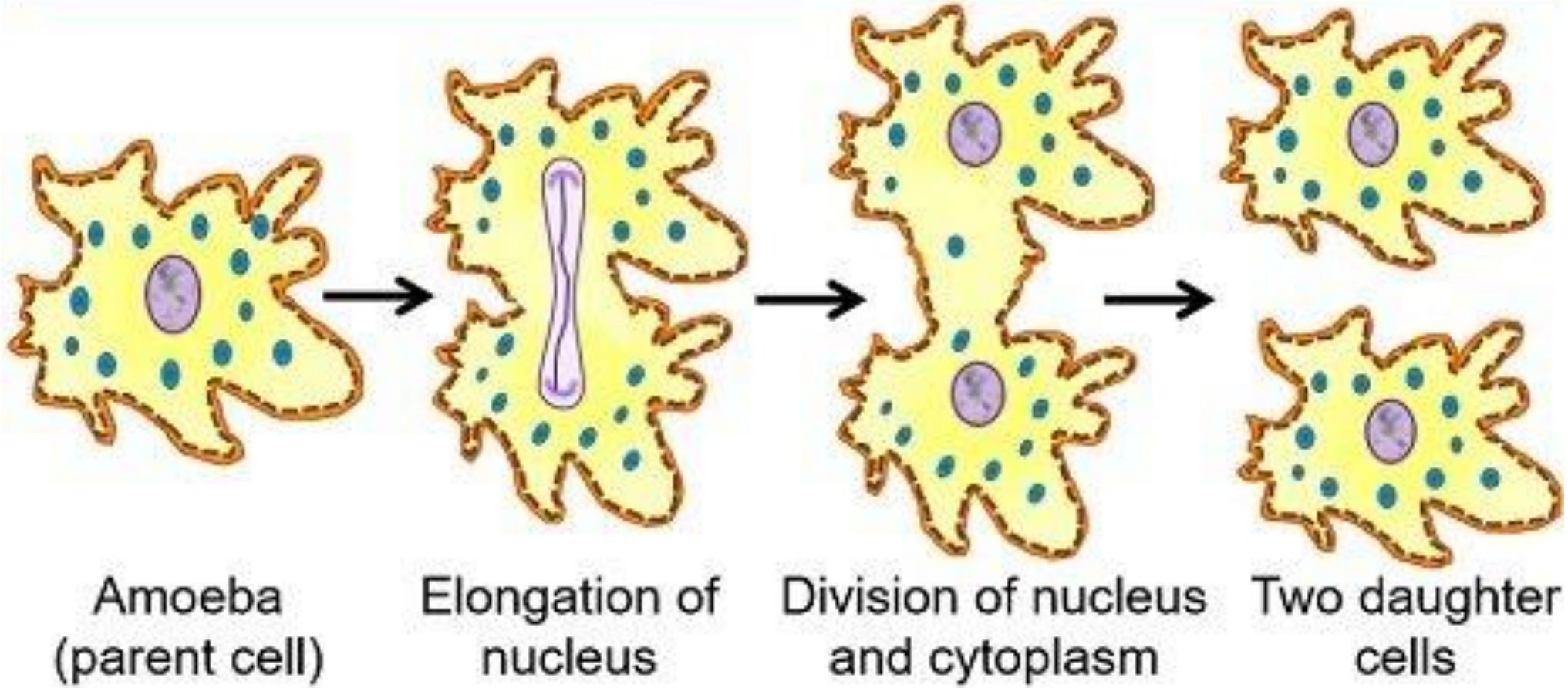

Stages in Binary Fission
1. Parent cell
2. DNA duplicates
3. Cytoplasm divides
4. Two daughter cells

BINARY FISSION

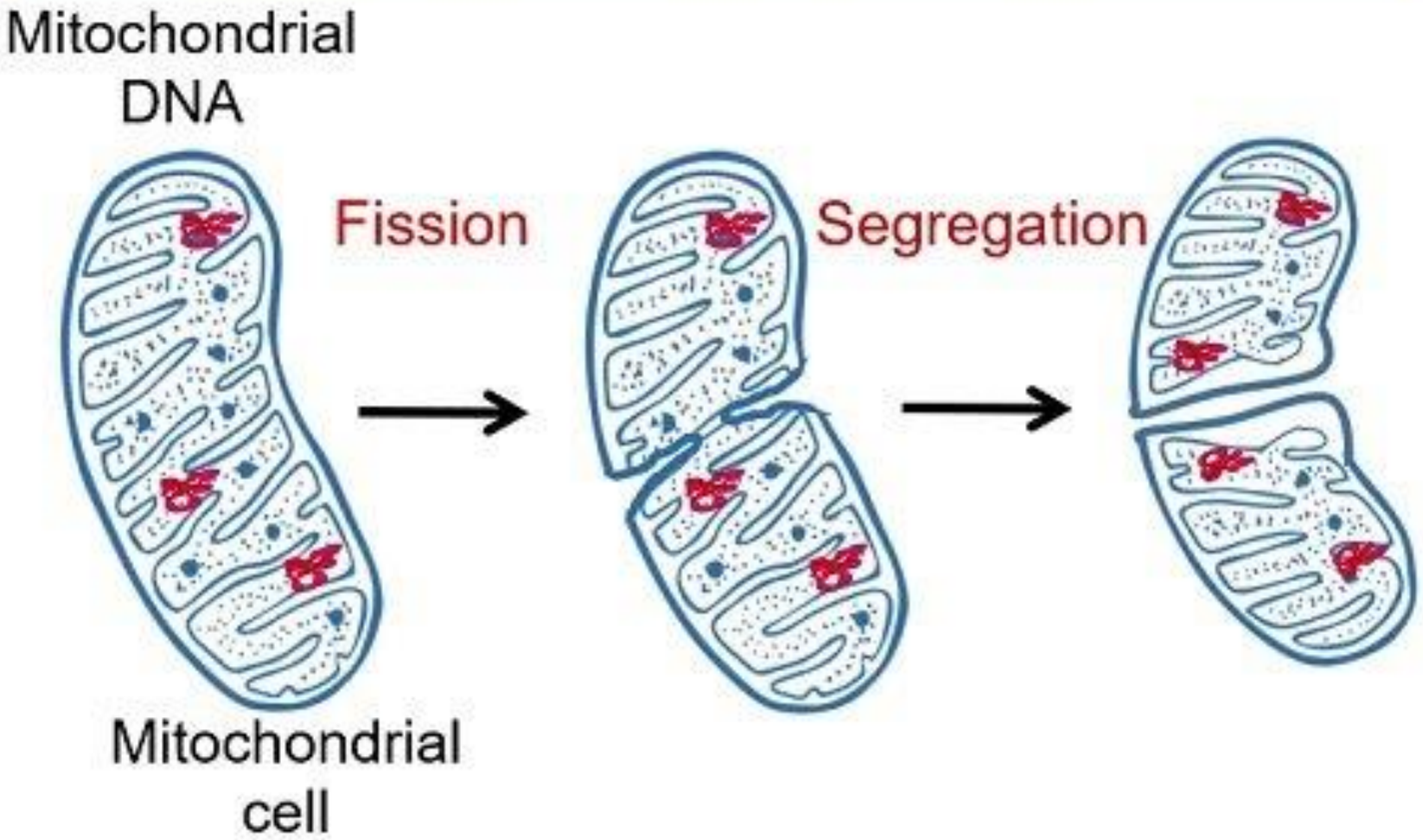


Prokaryotes	Protozoans	Eukaryotic organelles

Binary Fission In Amoeba



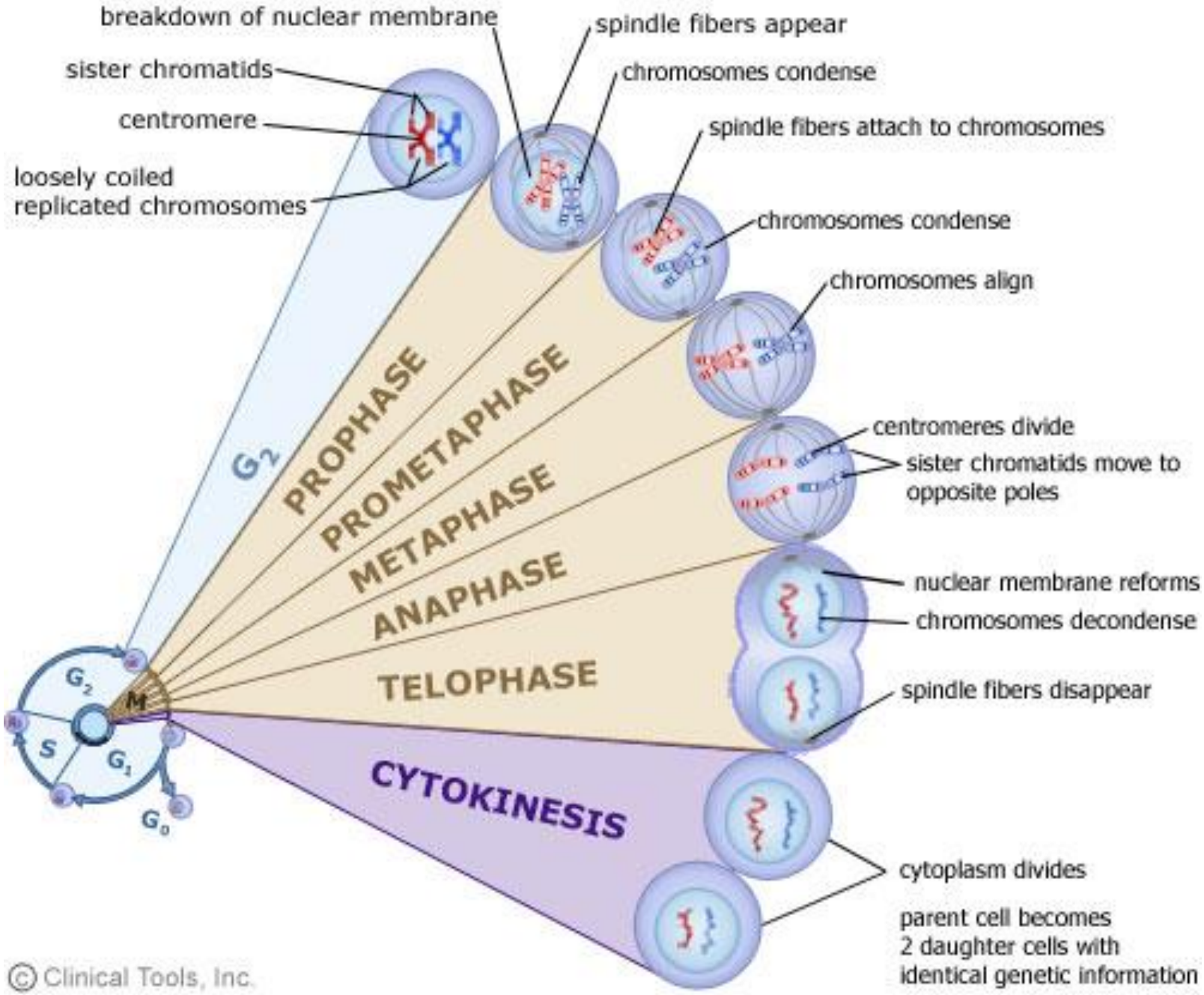
Binary Fission In Mitochondria

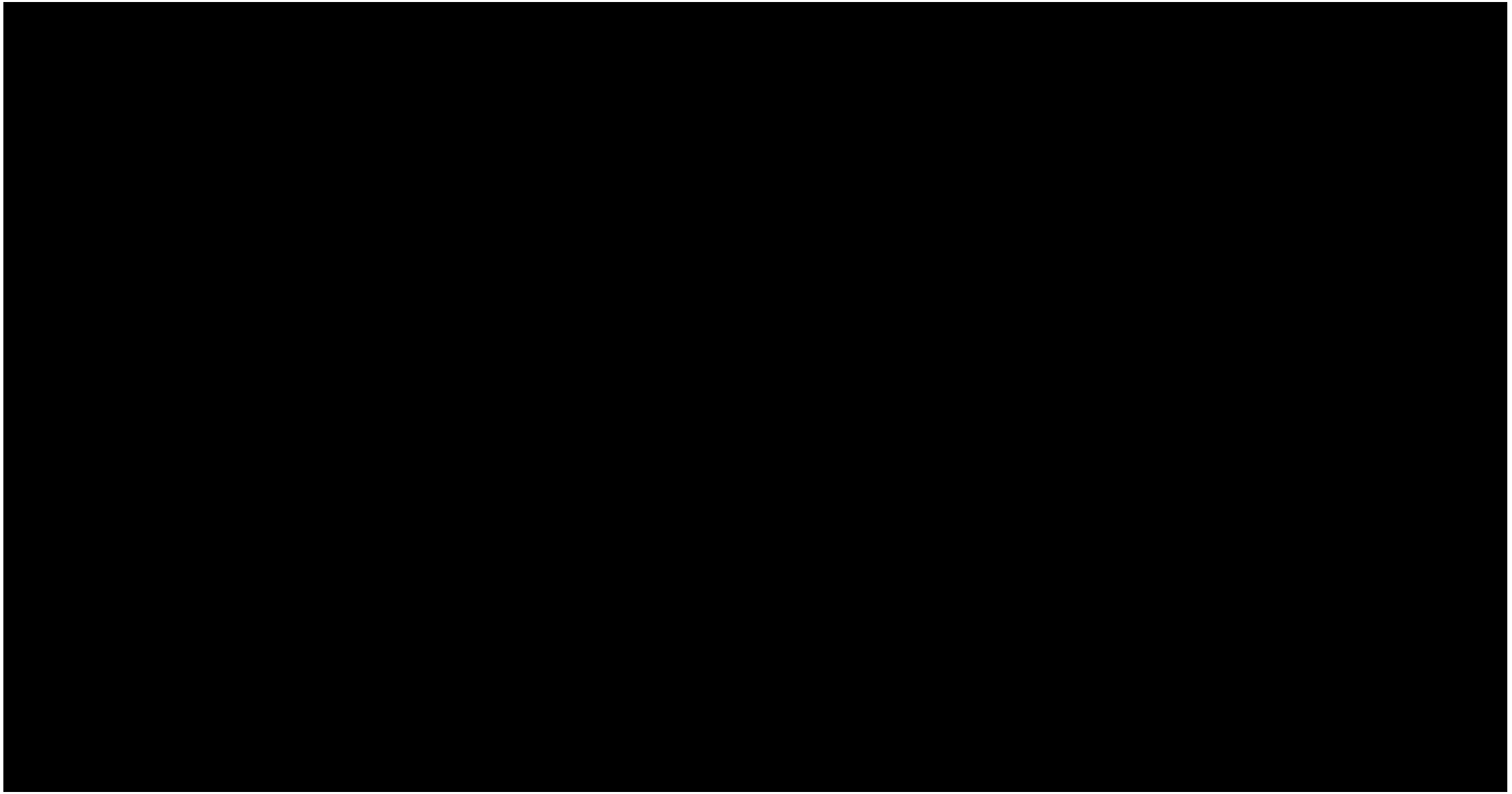


Mitosis

ไมโทซิส

- **วัฏจักรของเซลล์ (Cell Cycle)** คือ ช่วงเวลาการเปลี่ยนแปลงของเซลล์จากระยะที่เซลล์มีการเตรียมตัวให้พร้อมที่จะแบ่งตัวได้ และเข้าสู่ระยะการแบ่งนิวเคลียสจนสิ้นสุดการแบ่งเซลล์
- ในแต่ละวัฏจักรของเซลล์ที่กำลังแบ่งตัวจึงอาจแบ่งเป็น 2 ระยะใหญ่ ๆ คือ
    1. **ระยะที่เซลล์เตรียมพร้อมที่จะแบ่งตัว** เรียก ระยะอินเตอร์เฟส (Interphase) ประกอบด้วย ระยะย่อย 3 ระยะ
    2. **ระยะแบ่งนิวเคลียสหรือระยะไมโทซิส (M phase)** เป็นระยะที่เซลล์แบ่งโครโมโซมโดยประกอบด้วยระยะต่าง ๆ 4 ระยะ คือ โปรเฟส (prophase) เมตาเฟส (metaphase) แอนาเฟส (Anaphase) และทีโลเฟส (Telophase)
- โดยทั่วไปแต่ละวัฏจักรของเซลล์จะใช้เวลานานประมาณ 20 ชั่วโมง

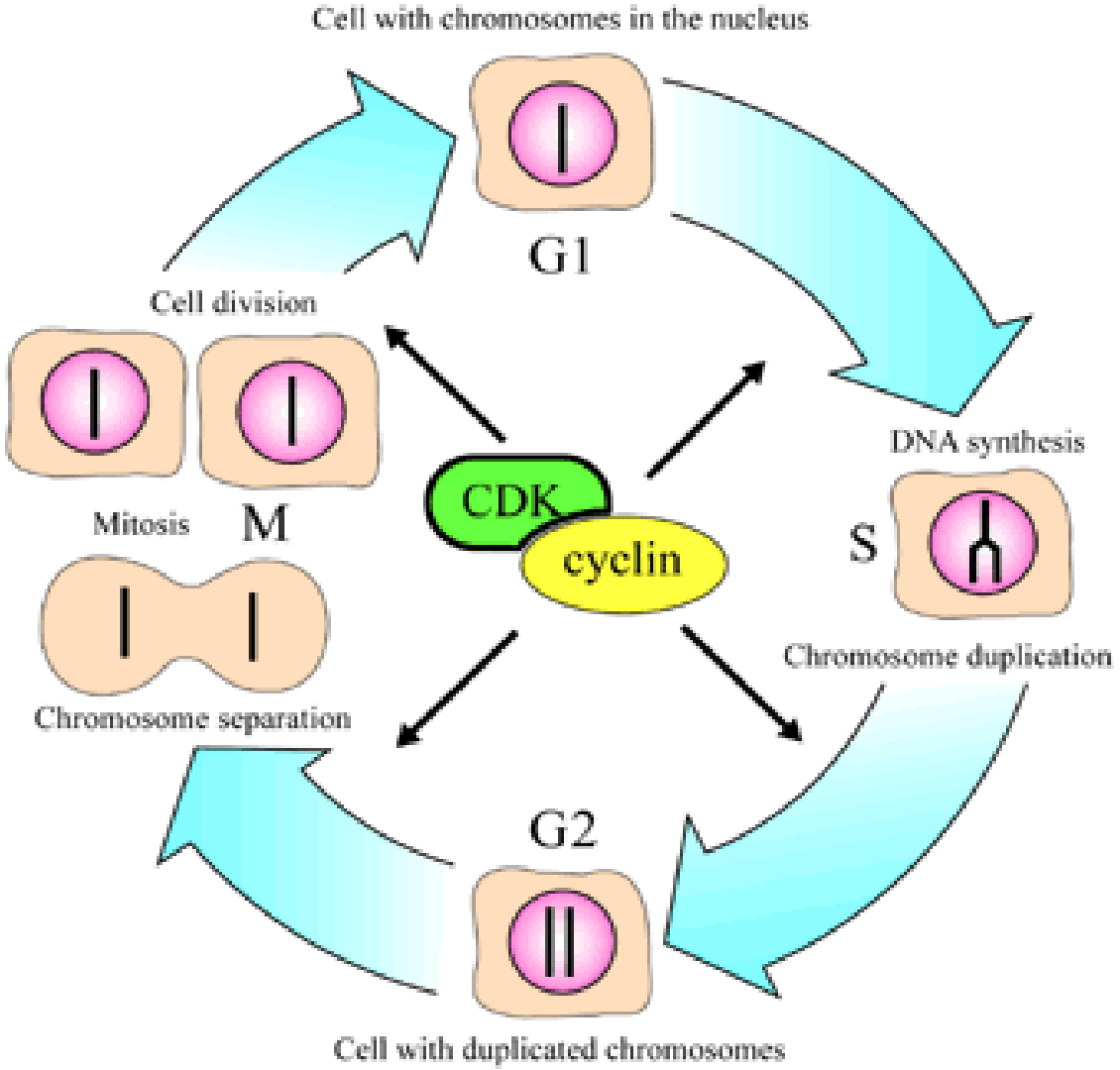

breakdown of nuclear membrane
spindle fibers appear
sister chromatids
chromosomes condense
centromere
spindle fibers attach to chromosomes
loosely coiled
replicated chromosomes
chromosomes condense
chromosomes align
centromeres divide
sister chromatids move to
opposite poles
nuclear membrane reforms
chromosomes decondense
spindle fibers disappear
cytoplasm divides
parent cell becomes
2 daughter cells with
identical genetic information
G2
PROPHASE
PROMETAPHASE
METAPHASE
ANAPHASE
TELOPHASE
CYTOKINESIS
G2
M
S
G1
G0
© Clinical Tools, Inc.

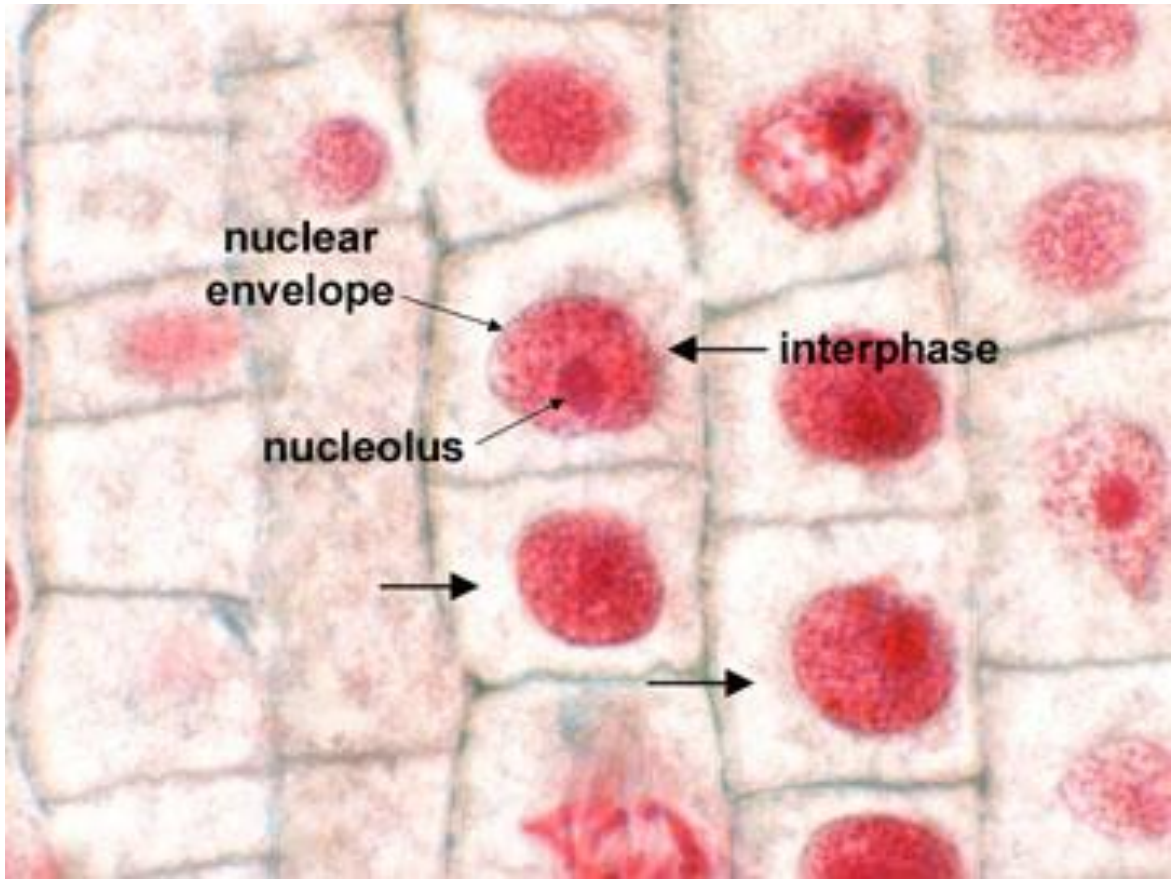


ระยะอินเตอร์เฟส (Interphase)

1. **ระยะจี (G1 phase)** เป็นระยะพักฟื้นของเซลล์ก่อนที่จะมีการสร้าง DNA เซลล์ในระยะนี้จะเตรียมและสะสมสารต่าง ๆ ที่จำ เป็นต่อการสังเคราะห์ DNA ระยะจี 1 ใช้เวลาประมาณ 4 – 8 ชั่วโมง แล้วแต่ชนิดของเซลล์และชนิดของสิ่งมีชีวิต
2. **ระยะเอส (S phase)** เป็นระยะสังเคราะห์ DNA และโปรตีน ปริมาณของ DNA จะเพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่า DNA ที่สังเคราะห์ขึ้นมาใหม่นั้นมีคุณสมบัติเหมือนชุดเดิมทุกประการ ซึ่งเรียกจากการจำลองตัวเองของ DNA ขึ้นมาใหม่ ได้โครโมโซม 2 เส้น เรียกแต่ละเส้น ระยะนี้ใช้เวลานานประมาณ 6 – 10 ชั่วโมง
3. **ระยะจี 2 (G2 phase)** เป็นระยะที่เซลล์เตรียมจะแบ่งตัวมีการสร้างสิ่งจำ เป็นในการแบ่งเซลล์ เช่น โปรตีน ระยะนี้ใช้เวลาประมาณ 4 1/2 ชั่วโมง

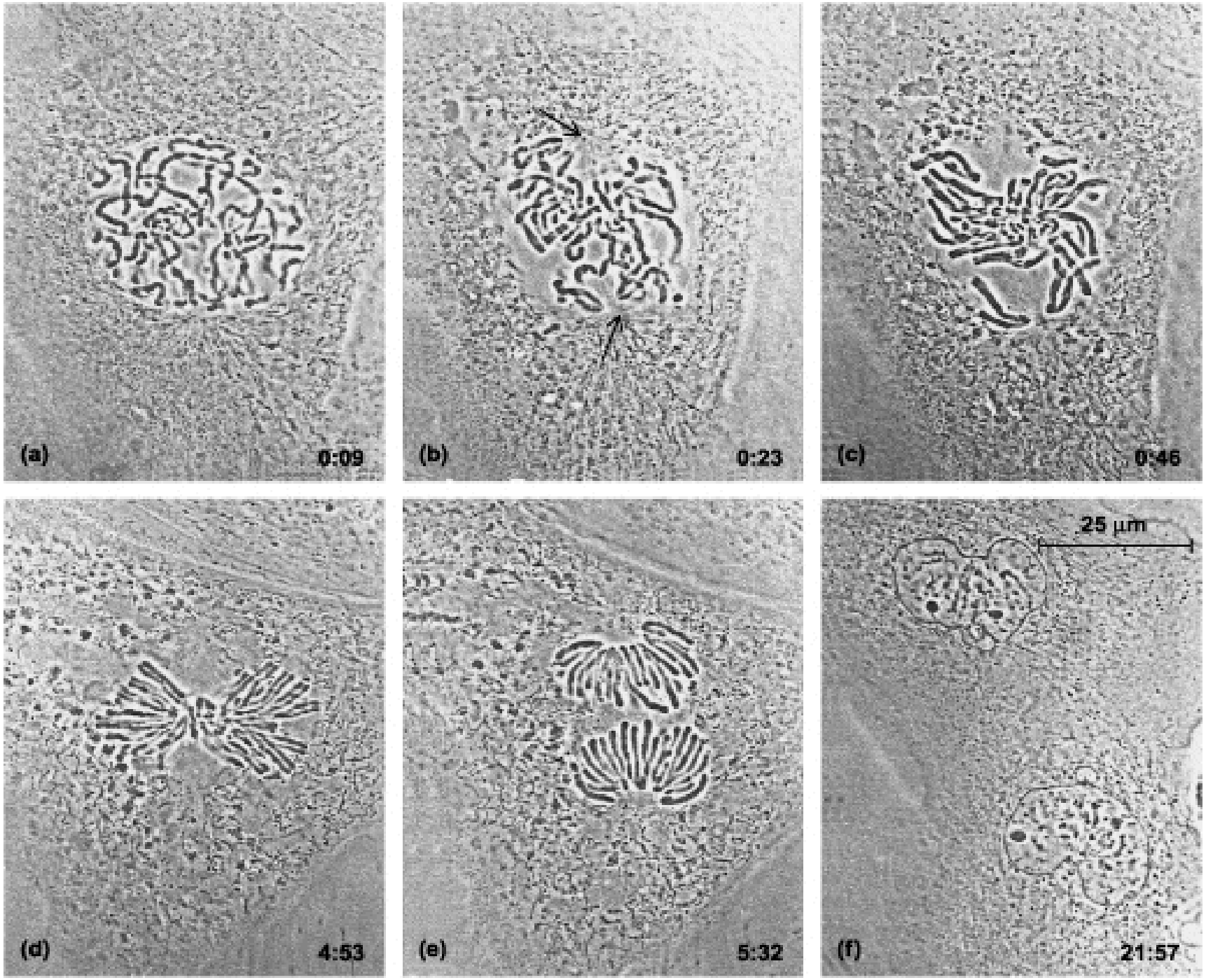
The Cell Cycle





ระยะไมโทซิส (M phase)

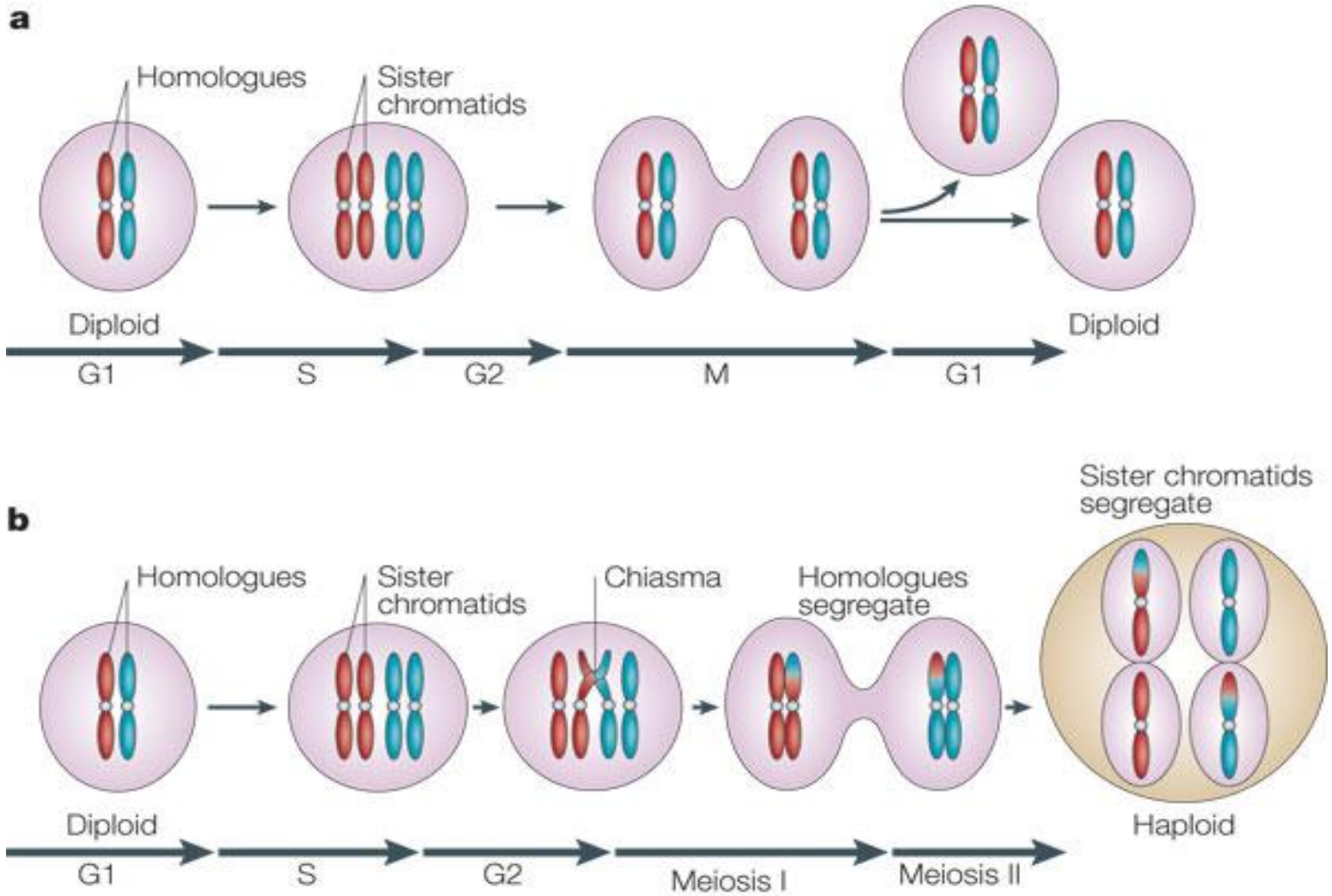
1. **ระยะโปรเพส (Prophase)** โครมาติดหดสั้น ทำให้เห็นชัดเจน เยื่อหุ้มนิวเคลียสสลายตัวไป
2. **เมตาเฟส (Metaphase)** มีการเคลื่อนที่ของโครโมโซมเป็นแถวกึ่งกลาง เห็นโครโมโซมชัดที่สุด เซนโตรเมียร์เข้ามาแบ่งครึ่ง
3. **แอนาเฟส (Anaphase)** เซนโตร์เมียร์มีกิจกรรมมากที่สุด มีการดึงแยกโครโมโซม
4. **ทีโลเฟส (Telophase)** ขยายรูปร่างยาว การแบ่งไซโทพลาสซึม


(a)
0:09
(b)
0:23
(c)
0:46
(d)
4:53
(e)
5:32
(f)
21:57
25 μm

Meiosis

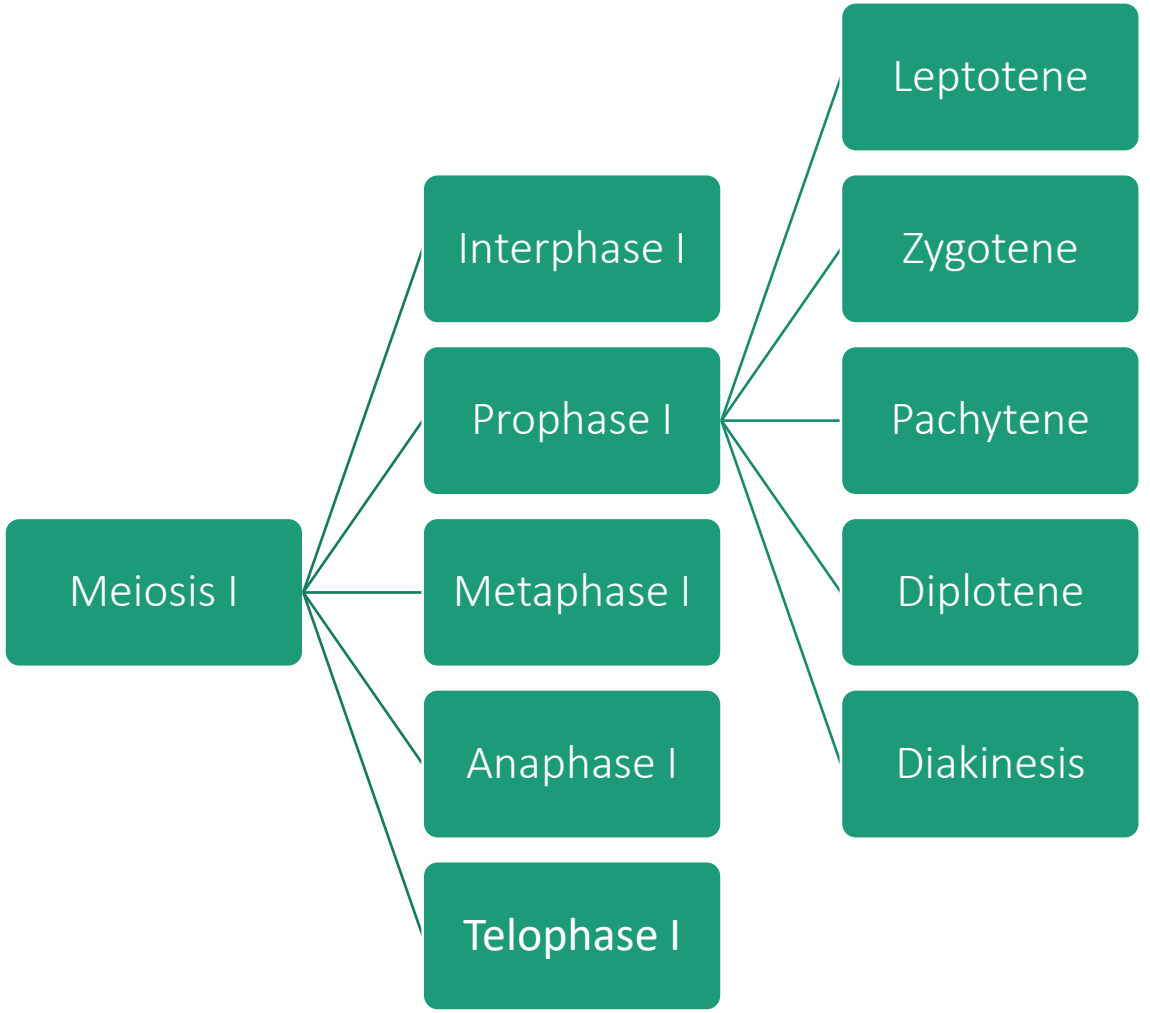
ไมโอซิส

- เป็นการแบ่งเซลล์เพื่อสร้างเซลล์สืบพันธุ์ในสัตว์ และเป็นการแบ่งเพื่อสร้างสปอร์ในพืช
- ได้เซลล์สืบพันธุ์หรือสปอร์มีจำนวนโครโมโซมเหลือเพียงครึ่งเดียวของเซลล์เริ่มต้นก่อน
- เมื่อเซลล์สืบพันธุ์มารวมกันก็จะทำให้โครโมโซมในรุ่นลูกมีจำนวนเท่ากับรุ่นพ่อ แม่
- การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสจึงเป็นกลไกสำคัญยิ่งประการหนึ่งที่ทำให้สิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดที่เกิดขึ้นมีจำนวนโครโมโซมคงที่ทุก ๆ รุ่น
- แบ่งเป็น 2 ระยะย ได้แก่ ไมโอซิส I และ ไมโอซิส II


a
Homologues
Sister chromatids
Diploid
Diploid
G1
S
G2
M
G1
b
Sister chromatids segregate
Homologues
Sister chromatids
Chiasma
Homologues segregate
Diploid
Haploid
G1
S
G2
Meiosis I
Meiosis II

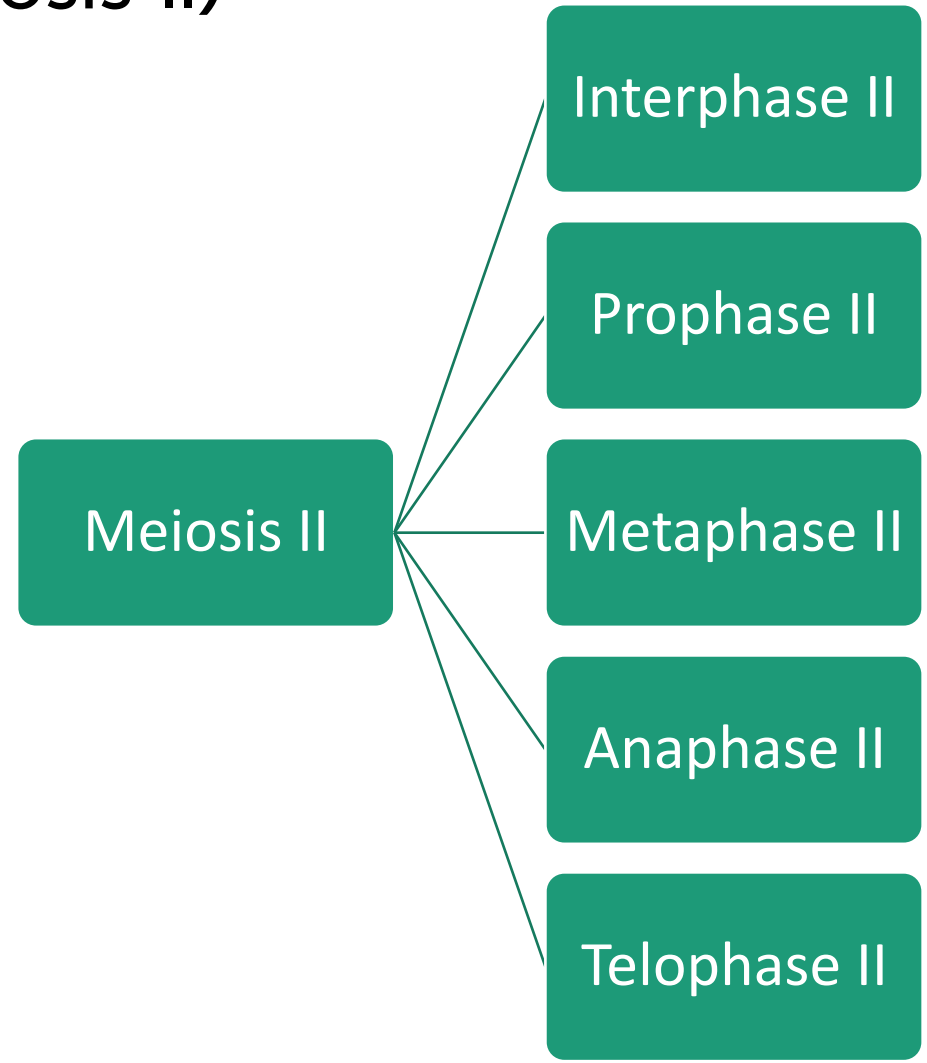
ไมโอซิส I (Meiosis I)

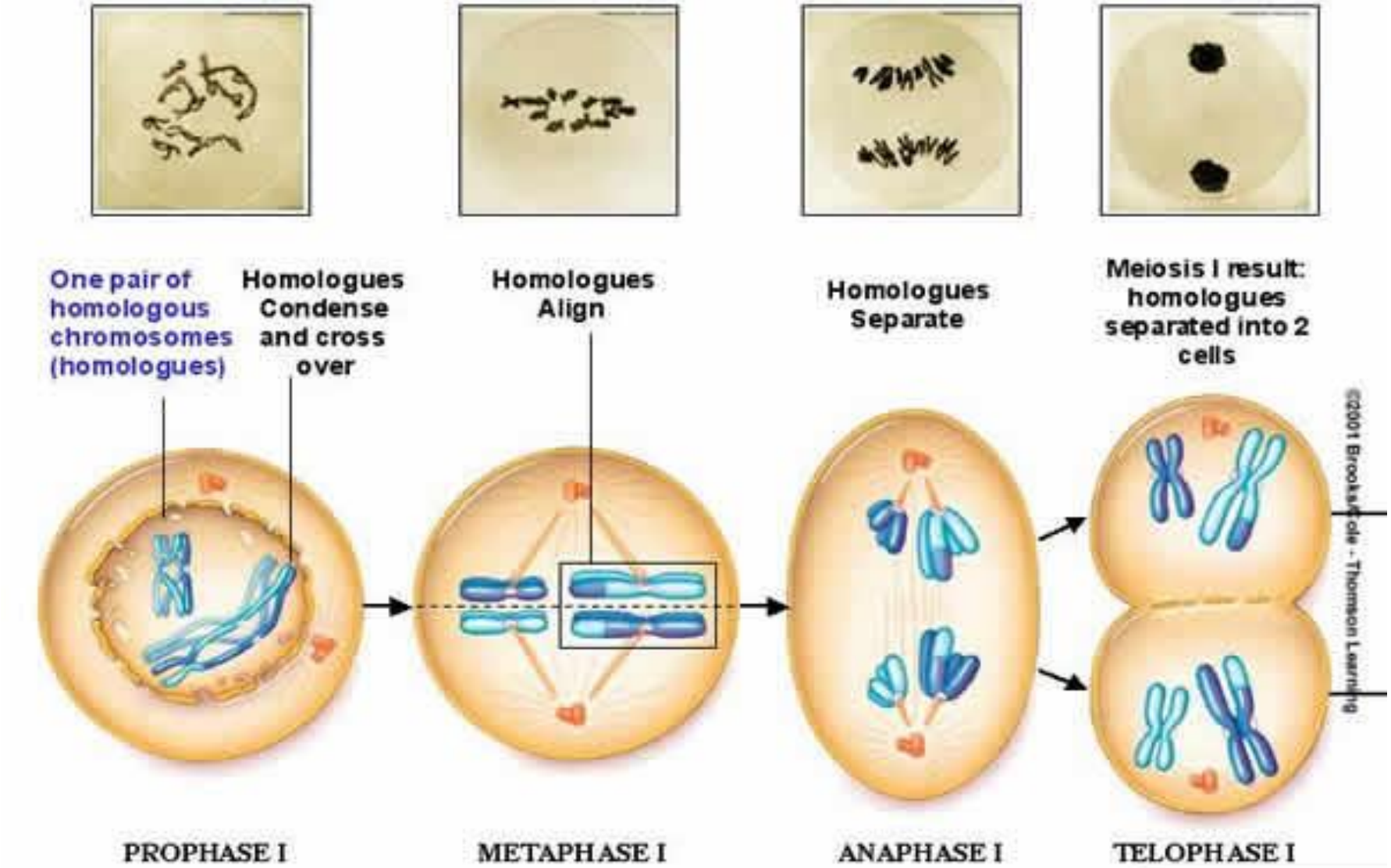
- เรียกอีกชื่อหนึ่งว่า Reductional division
- โครโมโซมที่เป็นคู่กัน (homologous chromosome) จะมาจับคู่กันและแยกจากกันไปสู่คนละขั้วของเซลล์
- เมื่อสิ้นสุดการแบ่งจึงได้เซลล์เกิดขึ้น 2 เซลล์ และมีจำนวนโครโมโซมเป็นแฮพลอยด์ (n)



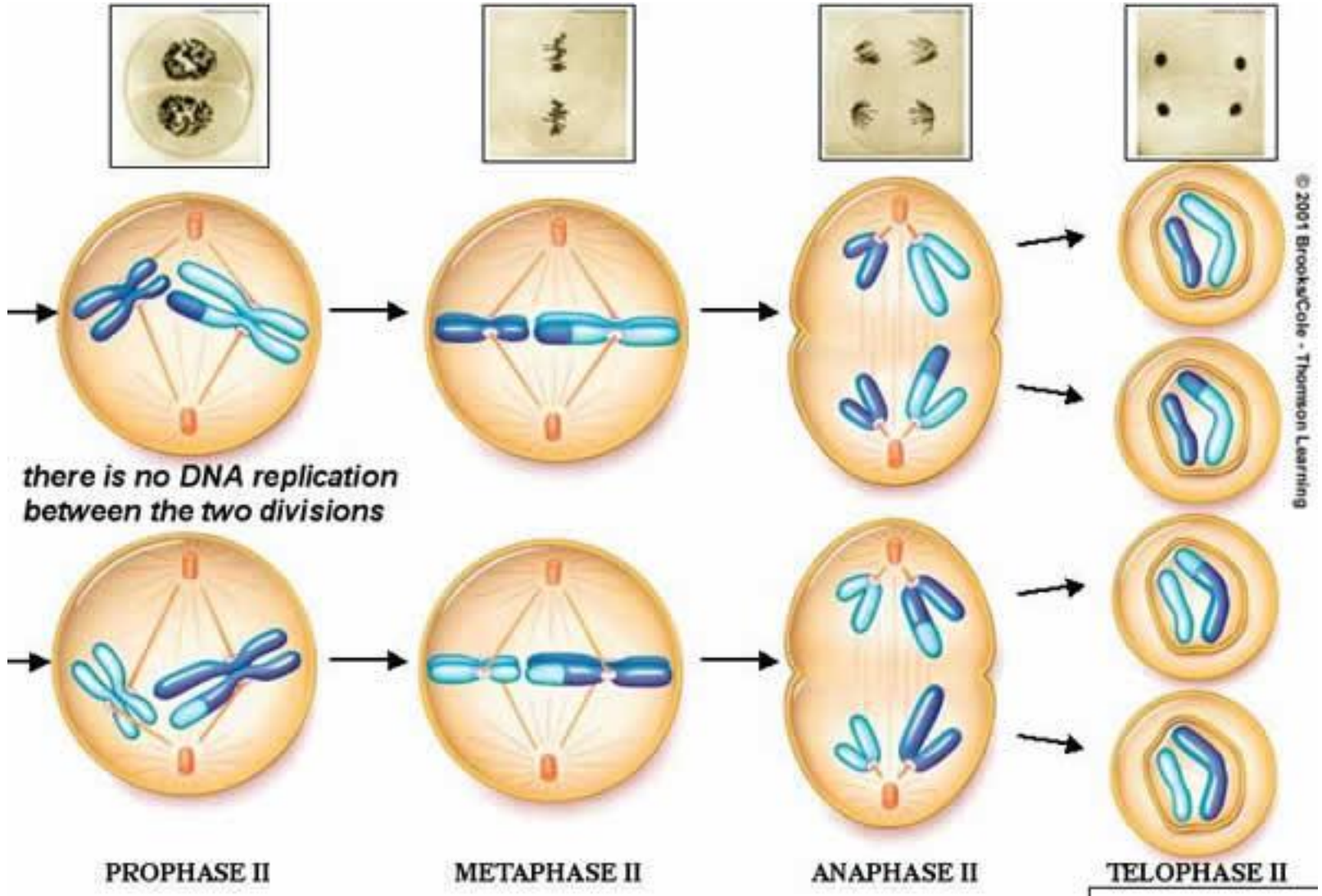
ไมโอซิส II (Meiosis II)

- เรียกอีกชื่อหนึ่งว่า Equational division
- โครมาติดของแต่ละโครโมโซมในนิวเคลียสที่เป็นแฮพลอยด์แยกออกจากกันไปสู่คนละขั้วของเซลล์ ซึ่งมีกระบวนการต่างๆ เหมือนกับการแบ่งตัวแบบไมโทซิส เว้นแต่ในขั้นนี้จะไม่มีการจำลองโครโมโซมขึ้นมาใหม่
- เมื่อเสร็จสิ้นการแบ่งตัวในขั้นนี้ ทำให้ได้ผลลัพธ์ทั้งสิ้น 14 เซลล์ แต่ละเซลล์มีโครโมโซมเป็นแฮพลอยด์

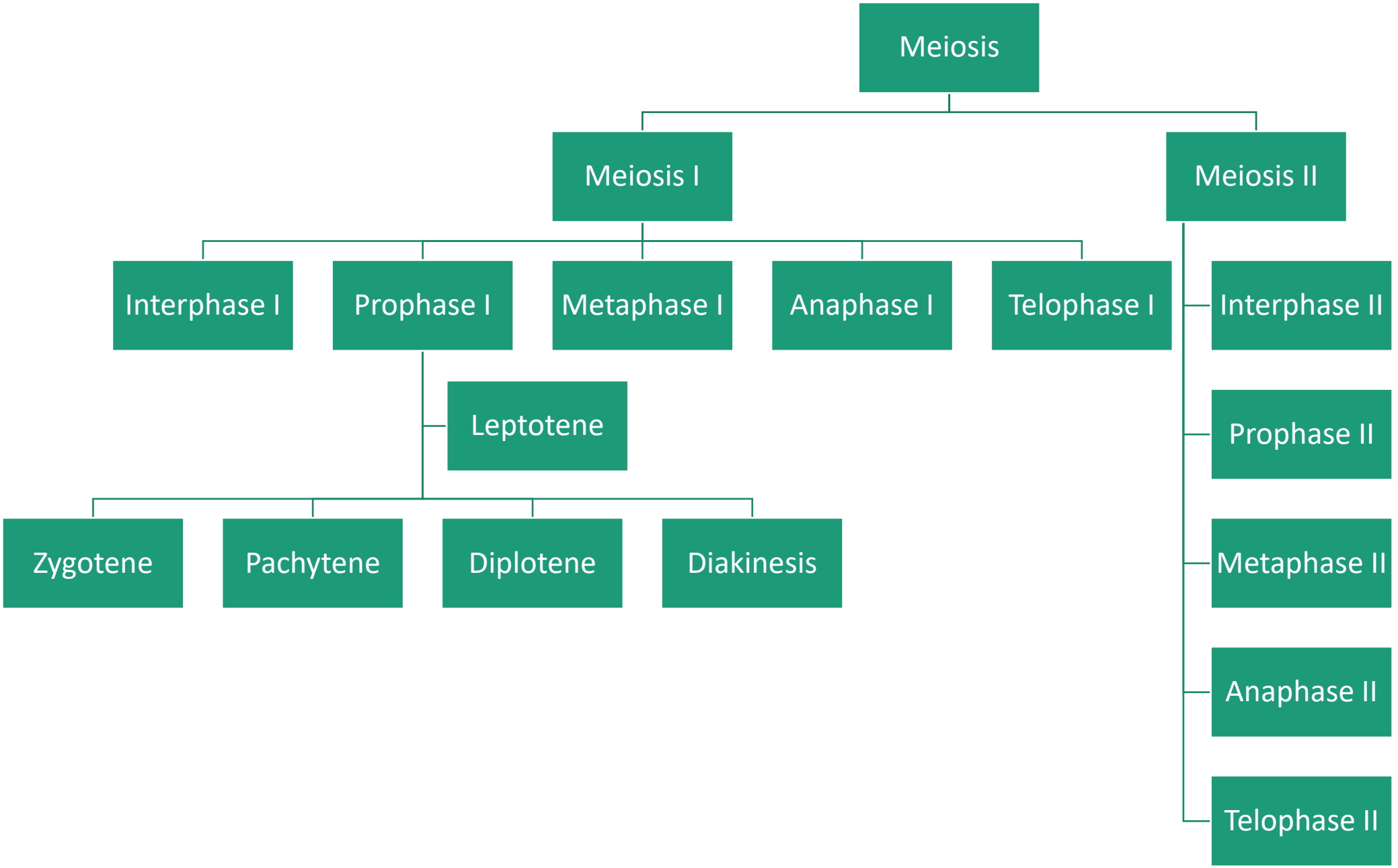




MEIOSIS I: Separate the Homologues



MEIOSIS II: Separate the Sister Chromatids (by mitosis)


Meiosis
Meiosis I
Meiosis II
Interphase I
Prophase I
Metaphase I
Anaphase I
Telophase I
Leptotene
Zygotene
Pachytene
Diplotene
Diakinesis
Interphase II
Prophase II
Metaphase II
Anaphase II
Telophase II

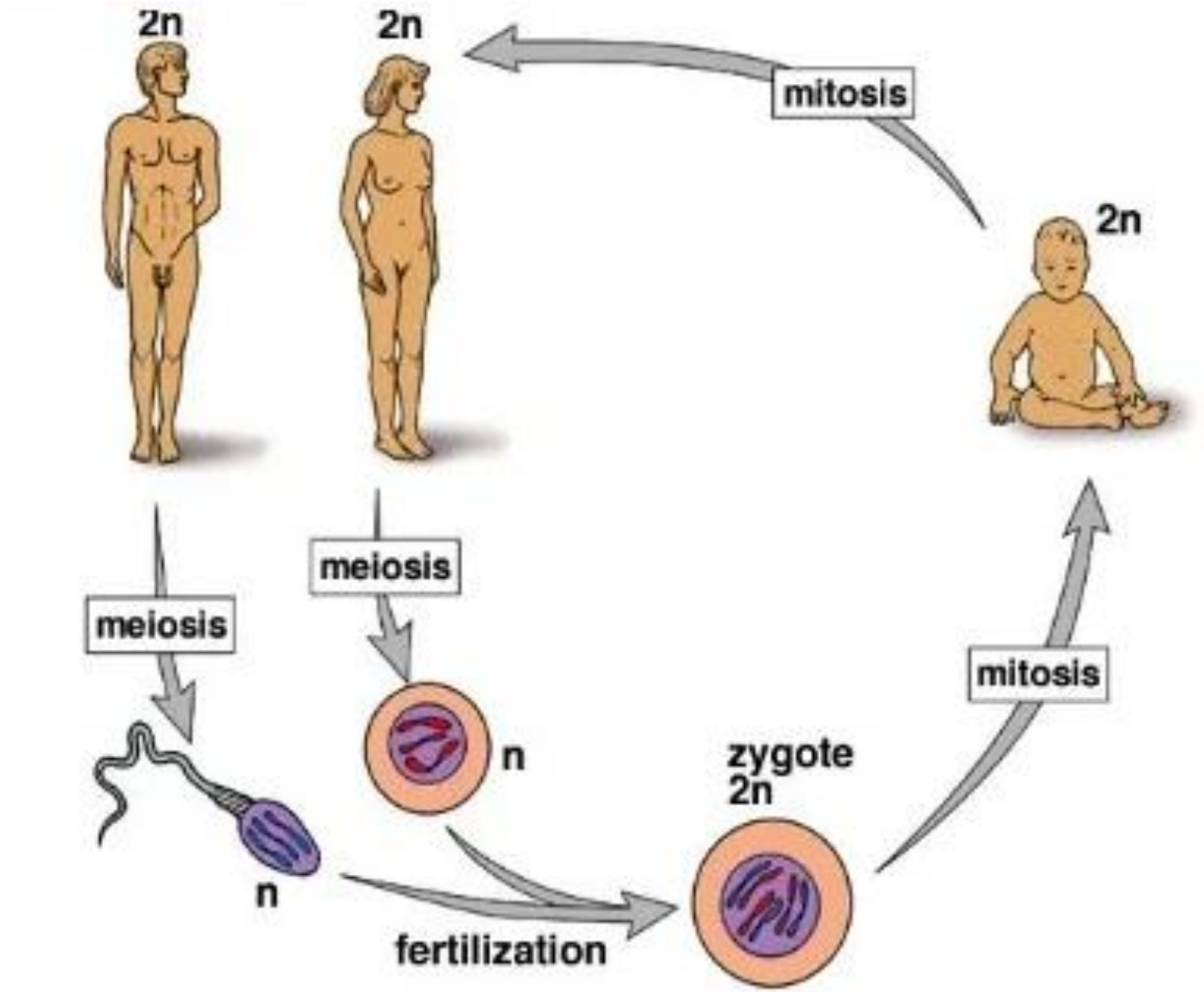
เปรียบเทียบการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสและไมโอซิส

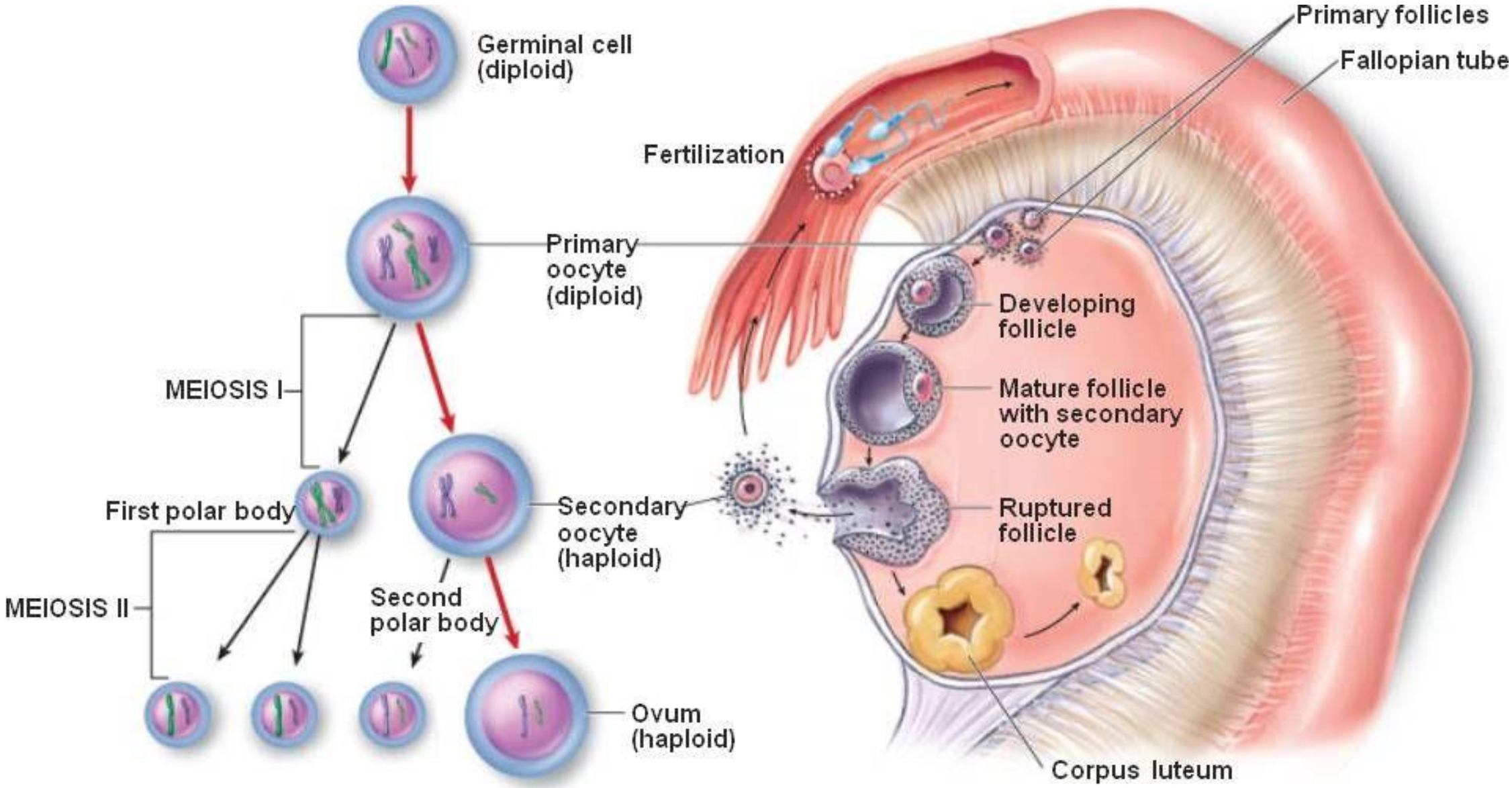
ไมโทซิส	ไมโอซิส
1. โดยทั่วไปเป็นการแบ่งเซลล์ของร่างกาย เพื่อเพิ่มจำนวนเซลล์ เพื่อการเจริญเติบโตหรือการสืบพันธุ์ในสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว	1. โดยทั่วไปเป็นการแบ่งเซลล์เพื่อสร้างเซลล์สืบพันธุ์
2. เริ่มจาก 1 เซลล์ แบ่งครั้งเดียวได้เป็น 2 เซลล์ใหม่	2. เริ่มจาก 1 เซลล์ แบ่ง 2 ครั้ง ได้เป็น 4 เซลล์ใหม่
3. เซลล์ใหม่ที่เกิดขึ้น 2 เซลล์ สามารถแบ่งตัวแบบไมโทซิสได้อีก	3. เซลล์ใหม่ที่เกิดขึ้น 4 เซลล์ ไม่สามารถแบ่งตัวแบบไมโอซิสได้อีก แต่อาจแบ่งตัวแบบไมโทซิสได้
4. การแบ่งแบบไมโทซิส จะเริ่มเกิดขึ้นตั้งแต่ ระยะไซโกต และสืบเนื่องกันไปตลอดชีวิต	4. ส่วนใหญ่จะแบ่งไมโอซิส เมื่ออวัยวะสืบพันธุ์เจริญเต็มที่แล้ว หรือเกิดในไซโกต ของสาหร่าย และราบางชนิด

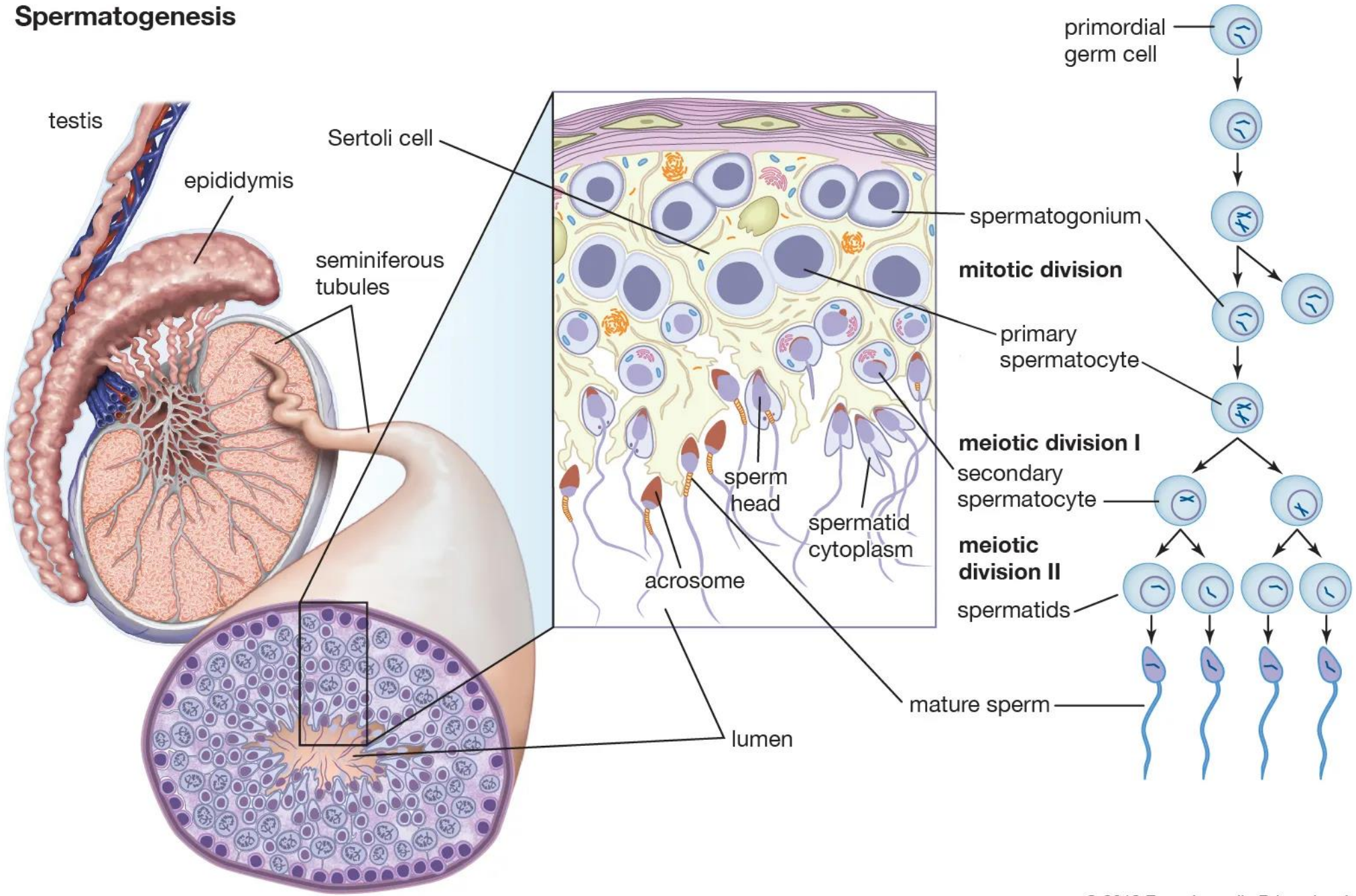
เปรียบเทียบการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสและไมโอซิส (ต่อ)

ไมโทซิส	ไมโอซิส
5. จำนวนโครโมโซม หลังการแบ่งจะเท่าเดิม (2n) เพราะไม่มีการแยกคู่ ของโฮโมโลกัสโครโมโซม	5. จำนวนโครโมโซม จะลดลงครึ่งหนึ่ง (n) เนื่องจากการแยกคู่ของโฮโมโลกัสโครโมโซม ทำให้เซลล์ใหม่มีจำนวนโครโมโซมครึ่งหนึ่ง ของเซลล์เดิม
6. ไม่มีไซแนปซิส ไม่มีไคแอสมา และไม่ มีครอสซิงโอเวอร์	6. เกิดไซแนปซิส ไคแอสมา และมักเกิดครอสซิงโอเวอร์
7. ลักษณะของสารพันธุ์กรรม (DNA) และโครโมโซมในเซลล์ใหม่ ทั้งสองจะเหมือนกันทุกประการ	7. ลักษณะของสารพันธุกรรม และโครโมโซมในเซลล์ใหม่ อาจเปลี่ยนแปลง และแตกต่างกัน ถ้าเกิดครอสซิงโอเวอร์

Human Life Cycle




Germinal cell
(diploid)
Primary
oocyte
(diploid)
MEIOSIS I
First polar body
Secondary
oocyte
(haploid)
MEIOSIS II
Second
polar body
Ovum
(haploid)
Fertilization
Primary follicles
Fallopian tube
Developing
follicle
Mature follicle
with secondary
oocyte
Ruptured
follicle
Corpus luteum



© 2013 Encyclopædia Britannica, Inc.

สรุป

- สิ่งมีชีวิตทั้งหลายประกอบด้วยเซลล์ และการสืบพันธุ์เป็นกิจกรรมเพื่อการสืบเนื่องของชีวิต ซึ่งล้วนมีพื้นฐานจากการสืบพันธุ์ของเซลล์หรือ “**การแบ่งเซลล์**”
- เซลล์มีการแบ่งเซลล์ 2 ส่วน ได้แก่ นิวเคลียส และไซโทพลาสซึม
- การแบ่งของนิวเคลียสตามชนิดของสิ่งมีชีวิตมี 3 แบบ ได้แก่ Amitosis, Mitosis และ Meiosis
- Prokaryotic cell แบ่งแบบ Amitosis
- Eukaryotic cell แบ่งแบบ Mitosis และ Meiosis
- Somatic cell แบ่งแบบ Mitosis
- Reproductive cell แบ่งแบบ Meiosis