

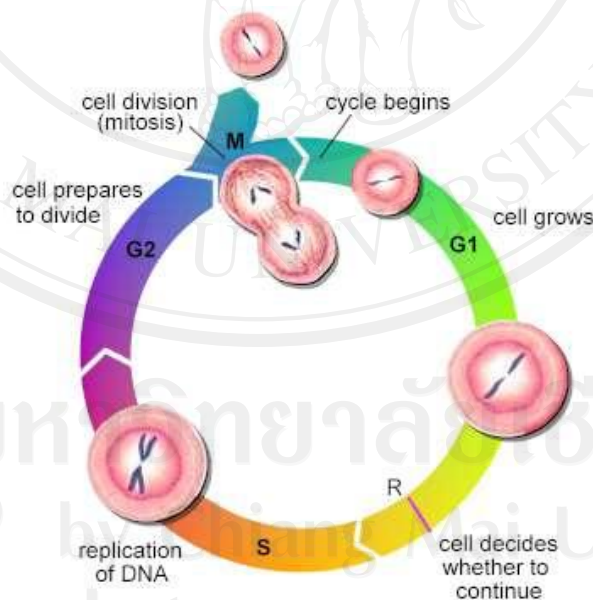
บทที่ 6

การจัดทำสื่อการสอน

1. เอกสารเสริมประกอบการสอน เรื่องวัฏจักรของเซลล์

เซลล์ที่นำมาใช้ในการศึกษาได้แก่เซลล์เชื้อสายมะเร็งปากมดลูก HeLa เซลล์เชื้อสายมะเร็งปอด A-549 และ NCI-H1299

การแบ่งเซลล์เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยเซลล์จะมีการเตรียมความพร้อมก่อนเข้าสู่กระบวนการแบ่งเซลล์ ซึ่งจะมีการแบ่งนิวเคลียส (karyokinesis) และการแบ่งไซโทพลาสซึม (cytokinesis) กระบวนการนี้เรียกรวมว่า วัฏจักรเซลล์ (cell cycle) ซึ่งพบเฉพาะการแบ่งแบบไมโทซิสเท่านั้น เนื่องจากการแบ่งแบบนี้เซลล์ใหม่ที่ได้สามารถเจริญและเข้าสู่กระบวนการแบ่งเซลล์ในวัฏจักรของเซลล์ต่อไปได้อย่างต่อเนื่อง ดังภาพ 6.1 ซึ่งวัฏจักรของเซลล์แบ่งออกเป็น 2 ระยะคือ Interphase และ M phase



ภาพ 6.1 ระยะต่างๆ ของวัฏจักรเซลล์

(ที่มา:http://scicurious.files.wordpress.com/2010/07/cell_cycle.jpg)

1. **Interphase** เป็นระยะที่ไม่มีการแบ่งตัวแบ่งออกเป็น 3 ระยะย่อย คือ

G1 phase (Gap1) เป็นระยะที่สำคัญที่สุดของวัฏจักรเซลล์ เนื่องจากว่าเป็นจุดเริ่มต้นของการเตรียมพร้อมเพื่อการแบ่งเซลล์ ดังนั้นเซลล์ที่ต้องการที่จะแบ่งตัวนั้นต้องมีความพร้อม ไม่มีความผิดปกติของยีนในเซลล์ ระยะนี้เป็นระยะพัก เซลล์ไม่มีปฏิกิริยาใดๆ ถ้าหากเซลล์มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากถูกกระตุ้นหรือเหนี่ยวนำ เซลล์จะเข้าสู่ระยะ G1 และแตกต่างตามชนิดของเซลล์

S phase (Synthesis) เมื่อเซลล์มีสัญญาณ ที่จะแบ่งตัว จะเริ่มมีการสังเคราะห์ DNA เพิ่มจำนวนขึ้นและมีการเตรียม cell materials ต่างๆ ไว้ ระยะนี้จำนวน DNA content จะเป็น 2 เท่าของปกติ สามารถศึกษาได้จากการย้อม DNA หาปริมาณ DNA content ได้ เช่น การย้อมด้วย Feulgen stain, Cytophotometric quantitative assay, Autoradiography (ใช้ labeled thymidine)

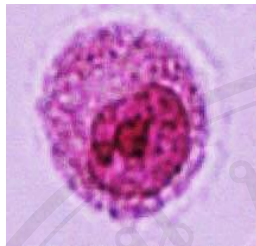
G2 phase (Gap2) เป็นระยะหลังจาก DNA synthesis มีการเพิ่มองค์ประกอบของโมเลกุลหลักๆ แล้วพร้อมที่จะมีการแบ่งตัวต่อไประยะ interphase นี้เป็นระยะที่มีความสำคัญต่อเซลล์มากและเป็นระยะที่นานที่สุดสำหรับวัฏจักรเซลล์โครมาตินจะมีลักษณะเป็นเส้นบางดัดสีจาง (heterochromatin) และถ้าเซลล์ได้รับสารพิษหรือยาบางชนิดในระยะนี้เช่น ยาประเภท Actinomycin D, Bifunctional 1,3-bis-(2-chloroethy)-3-nitrosourea (BCNU), Bleomycin, Hydroxyurea เป็นต้น ย่อมมีผลต่อการยับยั้งการแบ่งไมโทซิสได้หรือแม้แต่มิผลรุนแรงต่อการแบ่งเซลล์ที่ผิดปกติ

2. **M phase** เป็นช่วงระยะเวลาสั้นๆ ที่เซลล์มีการแบ่งตัวระยะนี้โครโมโซมจะหดตัวและอยู่หนาแน่นมาก (condense) และไม่มี RNA synthesis (เนื่องจากโครมาตินหดตัวแน่นมากทำให้ RNA polymerase เข้าทำงานไม่ได้) ระยะต่างๆ ใน M phase ประกอบด้วย 4 ระยะดังนี้

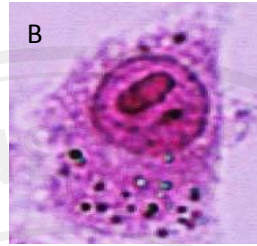
1. Prophase โครโมโซมหดตัวมากขึ้นเห็นเป็นเส้นๆ ชัดเจน ตอนปลายของระยะนี้เยื่อหุ้มนิวเคลียสและ nucleolus จะหายไป
2. Metaphase โครโมโซมหดตัวสั้นและหนาตัวมากที่สุด โครโมโซมมาเรียงตัวกันตรงกลางของเซลล์
3. Anaphase โครโมโซมถูกดึงแยกออกจากกันไปยังคนละขั้วของเซลล์
4. Telophase โครโมโซมอยู่ที่ขั้วของเซลล์แต่ละขั้วและเริ่มคลายตัว ตอนท้ายของระยะนี้จะมีเยื่อหุ้มนิวเคลียสและ nucleolus มีการสร้าง cell plate กั้นระหว่างเซลล์

ระยะ Interphase

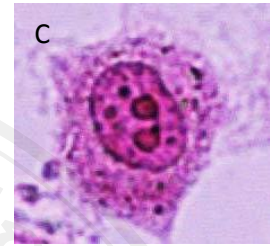
G1



36.27 μm^2

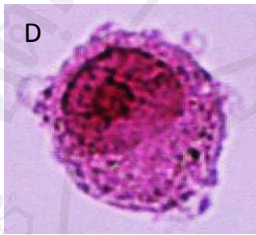


40.80 μm^2

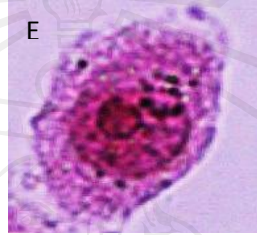


45.33 μm^2

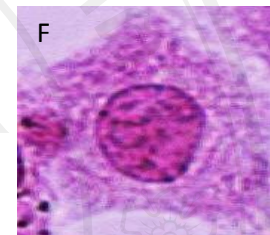
S



91.42 μm^2



95.20 μm^2

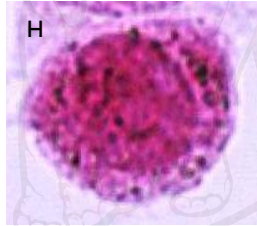


96.71 μm^2

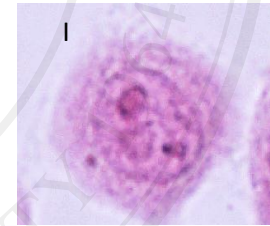
G2



108.80 μm^2



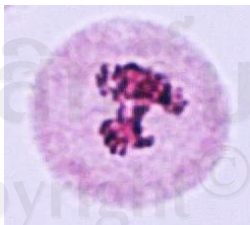
113.33 μm^2



169.25 μm^2

ระยะ M phase

prophase



metaphase



anaphase



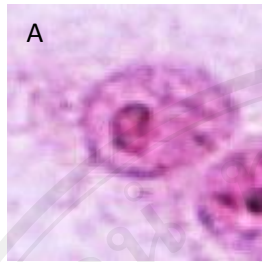
telophase



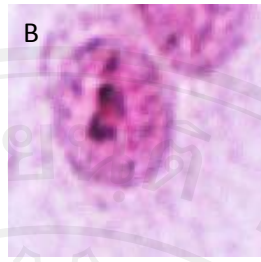
ภาพที่ 6.2 เซลล์ HeLa แสดงรูปร่างลักษณะและขนาดนิวเคลียสมีหน่วยเป็น μm^2 รูป A, B, C เซลล์อยู่ในระยะ G1 รูป D, E, F อยู่ในระยะ S รูป G, H, I อยู่ในระยะ G2 (ถ่ายที่กำลังขยายของกล้องจุลทรรศน์ 28.6 เท่า)

ระยะ Interphase

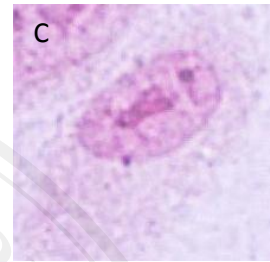
G1



42.31 μm^2

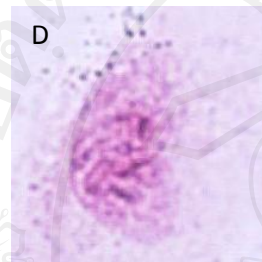


60.45 μm^2

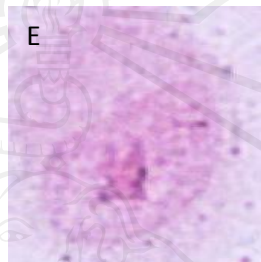


96.71 μm^2

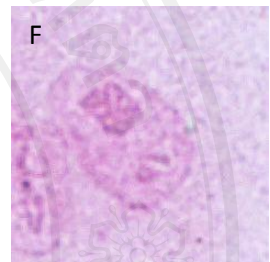
S



128.45 μm^2

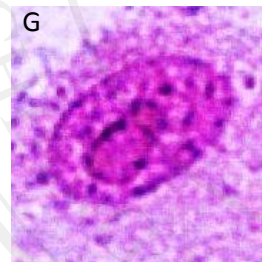


136 μm^2

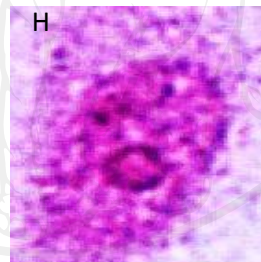


154.13 μm^2

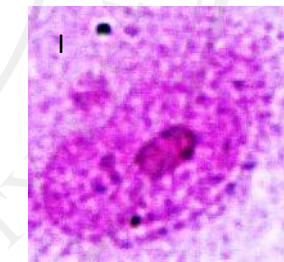
G2



163.20 μm^2



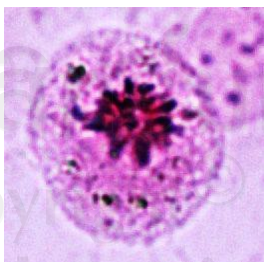
190.40 μm^2



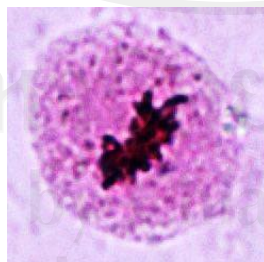
211.56 μm^2

ระยะ M phase

prophase



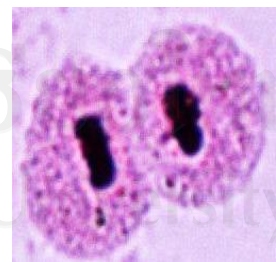
metaphase



anaphase



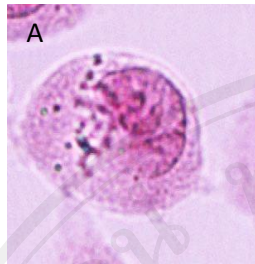
telophase



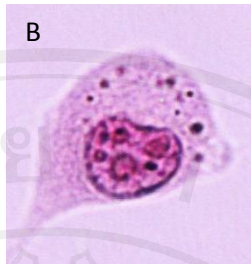
ภาพที่ 6.3 เซลล์ A549 แสดงรูปร่างลักษณะและขนาดนิวเคลียสมีหน่วยเป็น μm^2 รูป A, B, C เซลล์อยู่ในระยะ G1 รูป D, E, F อยู่ในระยะ S รูป G, H, I อยู่ในระยะ G2 (ถ่ายที่ก้างขยายของกล้องจุลทรรศน์ 28.6 เท่า)

ระยะ Interphase

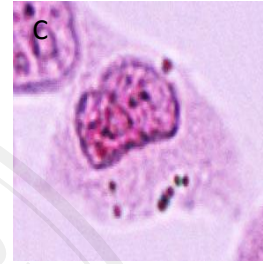
G1



60.45 μm^2

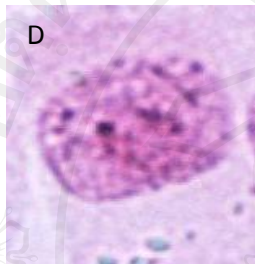


75.56 μm^2

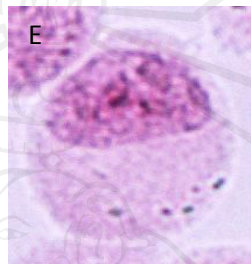


83.11 μm^2

S

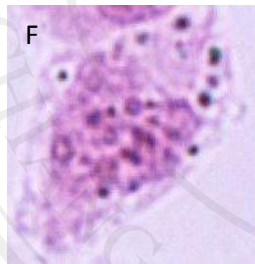


126.93 μm^2

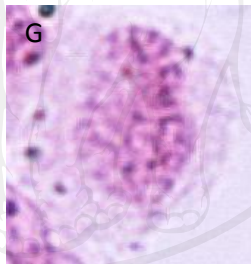


132.98 μm^2

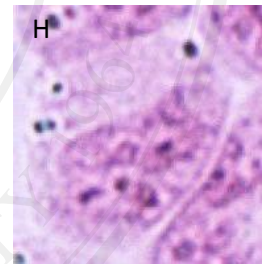
G2



211.56 μm^2



137.81 μm^2



217.10 μm^2

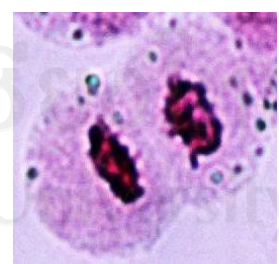
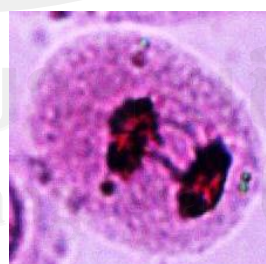
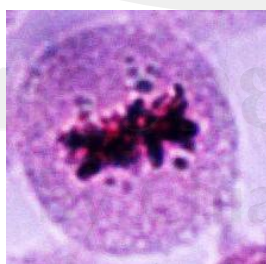
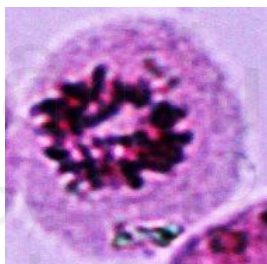
ระยะ M phase

prophase

metaphase

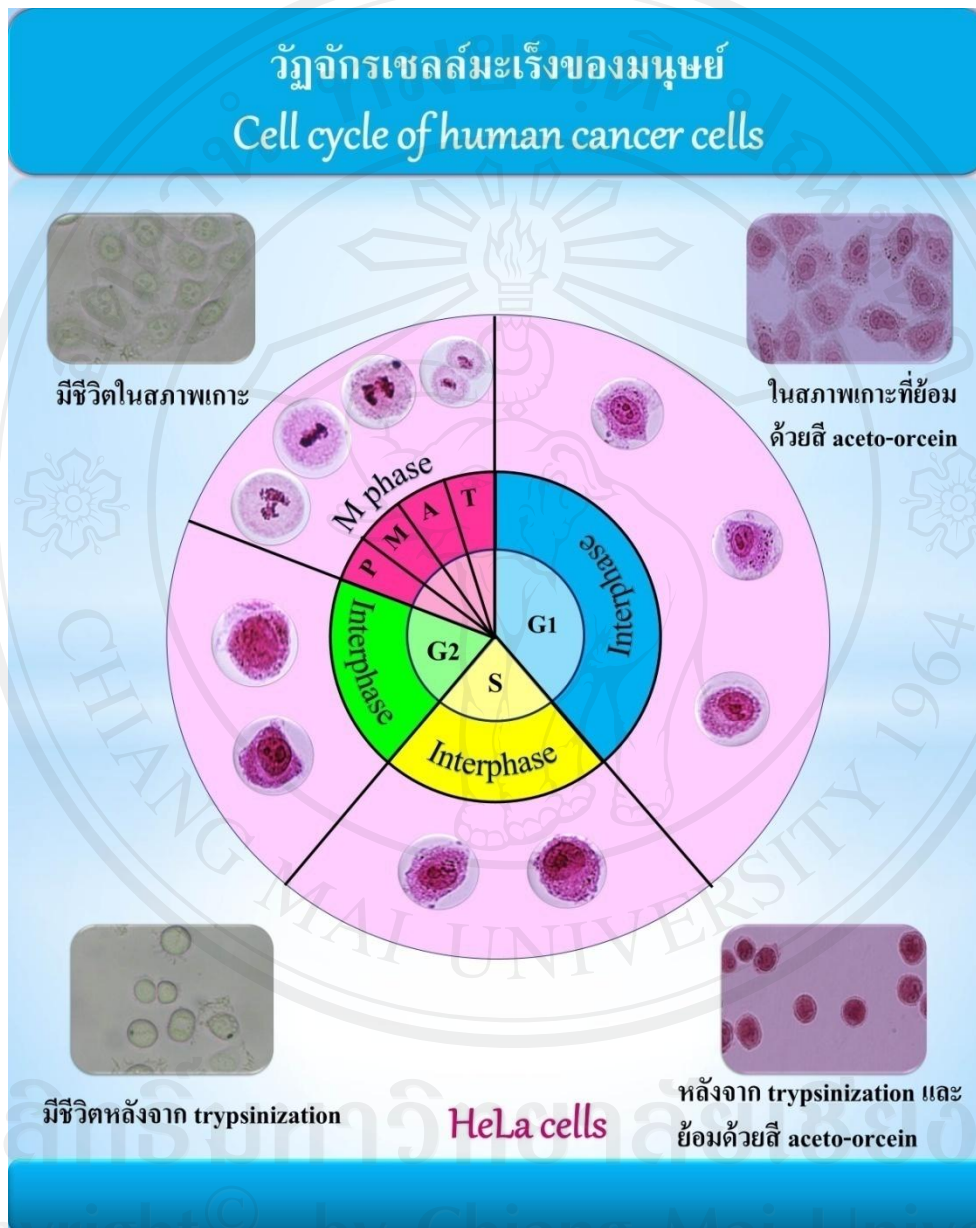
anaphase

telophase

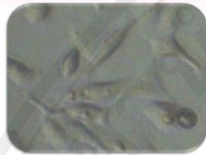


ภาพที่ 6.4 เซลล์ NCI-H1299 แสดงรูปร่างลักษณะและขนาดนิวเคลียสมีหน่วยเป็น μm^2 รูป A, B, C เซลล์อยู่ในระยะ G1 รูป D, E อยู่ในระยะ S รูป F, G, H อยู่ในระยะ G2 (ถ่ายที่กำลังขยายของกล้องจุลทรรศน์ 28.6 เท่า)

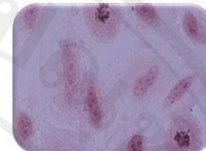
2. แผ่นภาพโปสเตอร์



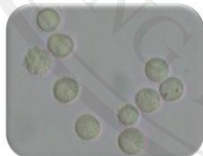
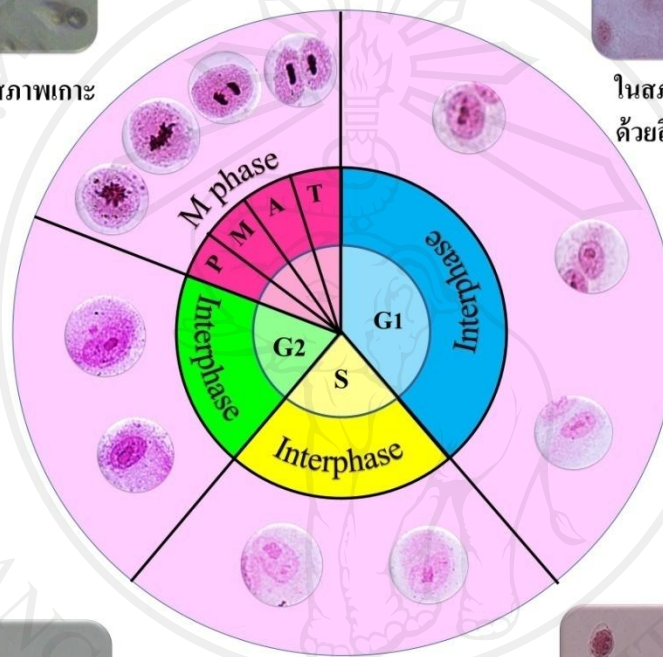
วัฏจักรเซลล์มะเร็งของมนุษย์
Cell cycle of human cancer cells



มีชีวิตในสภาพเกาะ

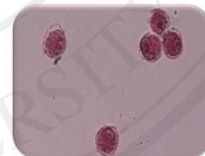


ในสภาพเกาะที่ย้อม
ด้วยสี aceto-orcein



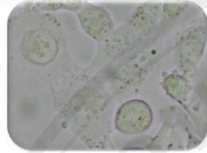
มีชีวิตหลังจาก trypsinization

A549 cells

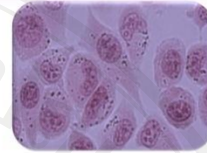


หลังจาก trypsinization และ
ย้อมด้วยสี aceto-orcein

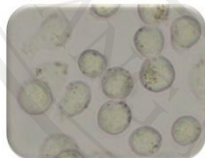
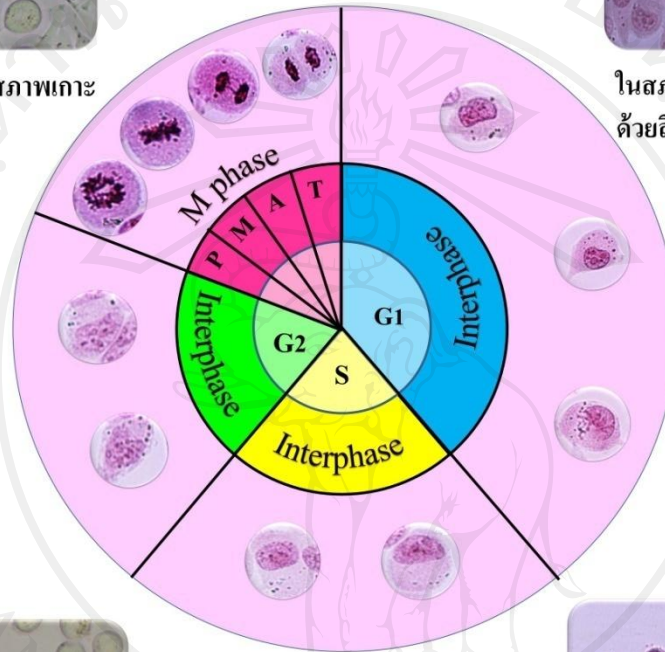
วัฏจักรเซลล์มะเร็งของมนุษย์
Cell cycle of human cancer cells



มีชีวิตในสภาพเกาะ

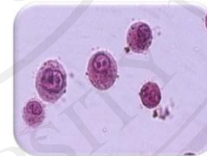


ในสภาพเกาะที่ย้อม
ด้วยสี aceto-orcein



มีชีวิตหลังจาก trypsinization

NCI-H1299



หลังจาก trypsinization และ
ย้อมด้วยสี aceto-orcein