

บทปฏิบัติการที่ 12

การเจริญขั้นต้นของดาวทะเล

วัตถุประสงค์

1. เพื่อให้ทราบความหมาย และขั้นตอนการเจริญ(development)ของดาวทะเล(sea star หรือ star fish) เป็นตัวอย่างในการศึกษา
2. เพื่อให้ทราบลักษณะและความแตกต่างของแต่ละขั้นตอนการเจริญ
3. เพื่อที่จะนำความรู้ที่ได้รับจากการศึกษาเรื่องนี้ไปศึกษาเปรียบเทียบการเจริญของสัตว์ชนิดอื่นต่อไปได้

ความนำ

การเจริญในทางชีววิทยา หมายถึงกระบวนการเจริญเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในช่วงหนึ่งของสิ่งมีชีวิต เช่น การเปลี่ยนแปลงรูปร่าง ขนาด การสร้างทดแทนส่วนที่สึกหรอหรือขาดหายไป ที่เรียกว่า **รีเจนเนเรชัน(regeneration)** การมีอายุที่เรียกว่า**เอจิง(aging)** การให้กำเนิดลูกหลานในรุ่นต่อไป รวมถึงการเจริญที่ผิดปกติ(abnormal development)ด้วย

การศึกษาการเจริญของ **เซลล์ไข่ที่ได้รับการปฏิสนธิ** หรือ **ไซโกต(fertilized egg หรือ zygote)**ที่เจริญมาเป็น **ตัวอ่อน(embryo)**ระยะต่างๆ ตามลำดับจนถึงขั้นเป็น **ตัวเต็มวัย(adult)** ที่มีลักษณะเหมือนพ่อแม่ เรียกว่า **วิทยาเอมบริโอ(embryology)** ซึ่งการเจริญของสัตว์แต่ละชนิดอาจมีความคล้ายคลึงกัน หรือแตกต่างกันบ้าง ขึ้นกับปริมาณของอาหารสะสมใน **ไข่แดง*(yolk)**ภายในเซลล์ไข่ที่มีอิทธิพลต่อการแบ่งตัวของไซโกต ทำให้ลักษณะของแต่ละขั้นตอนการเจริญของสัตว์แต่ละกลุ่มแตกต่างกัน

ดาวทะเลเป็นสัตว์หาง่าย ระยะขั้นตอนการเจริญของตัวอ่อน**(larval stage) มีช่วงสั้น จึงได้รับความนิยมนำมาเป็นตัวอย่างเพื่อใช้ศึกษาเรื่องการศึกษาการเจริญของสัตว์ ขั้นตอนการ

- * ปริมาณของไข่แดงใช้เป็นเกณฑ์จำแนกชนิดของไข่ ศึกษาเรื่องนี้ได้จากตำรากระบวนการวิชา BI 115 หรือ BI 115 (H)
- ** larval stage ของสัตว์แต่ละกลุ่มมีระยะการเจริญเช่นเดียวกัน แต่อาจมีชื่อเรียกเฉพาะของแต่ละกลุ่มต่างกัน ศึกษารายละเอียดได้จากกระบวนการวิชา วิทยาเอมบริโอ

เจริญของตัวอ่อนดาวทะเล เริ่มต้นจากเซลล์ไข่ซึ่งเป็นเซลล์เดี่ยวเช่นเดียวกับสัตว์ชนิดอื่น เมื่อได้รับการปฏิสนธิ(fertilization)แล้ว จะมีการเจริญเปลี่ยนแปลงเป็นตัวอ่อนระยะต่างๆ ตามลำดับ(รูป 12-1) แต่ระยะของตัวอ่อนมีลักษณะและการสร้างอวัยวะต่างๆ (รูป 12-2) เกิดขึ้นดังนี้

12.1 ระยะเซลล์ไข่(unfertilized egg stage)

มีเยื่อ vitelline membrane ล้อมรอบเซลล์ nucleus และ nucleolus มีขนาดใหญ่สังเกตเห็นได้ชัด รวมเรียกโครงสร้างนี้ว่า germinal vesicle

12.2 ระยะไซโกต

เมื่อสเปิร์มพบกับเซลล์ไข่ การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นบนผิวของเซลล์ไข่คือ มีเยื่อใสที่เรียกว่า fertilization membrane มาล้อมรอบเซลล์ และเกิดการรวมตัวของ pronucleus จากเซลล์สืบพันธุ์ทั้งสองได้เป็น fertilization nucleus

12.3 ระยะคลีเวจ(cleavage stage)

เป็นระยะที่มีการแบ่งเซลล์เพื่อเพิ่มจำนวนเซลล์ให้มากขึ้น โดยไซโกตซึ่งเป็นเซลล์เดี่ยวแบ่งตัวแบบไมโทซิส(mitosis)เพิ่มจำนวนมากขึ้นจาก 1 เป็น 2, เป็น 4, เป็น 8,ต่อเนื่องไปได้เป็นเอมบริโอระยะ 2 เซลล์, 4 เซลล์, 8 เซลล์,ตามลำดับ เรียกการแบ่งตัวของไซโกตเช่นนี้ว่า คลีเวจ(cleavage) เซลล์ที่ได้จากการแบ่งแต่ละเซลล์เรียกว่า คลีเวจเซลล์(cleavage cell) หรือ บลาสโตเมอร์(blastomere)อยู่ในเยื่อใส fertilization membrane การแบ่งของไซโกตในระยะคลีเวจ จะดำเนินไปจนถึงช่วงหลังที่มีบลาสโตเมอร์จำนวนมากอยู่รวมกันลักษณะคล้ายลูกน้อยหน้า เรียกว่า มอรูลา(morula)

12.4 ระยะบลาสตูลา(blastula stage)

ระยะที่เอมบริโอมีการสร้างช่อง บลาสโตซีล(blastocoele หรือ segmentation cavity) ภายใน จากระยะมอรูลา บลาสโตเมอร์จะเคลื่อนมาจัดเรียงตัวที่ผิวนอกของเอมบริโอทำให้เกิดช่องบลาสโตซีลตรงกลาง กลุ่มบลาสโตเมอร์ที่ล้อมรอบช่องนี้เรียกว่า บลาสโตเดอร์ม(blastoderm) กระบวนการจัดเรียงของบลาสโตเมอร์เพื่อให้เกิดเอมบริโอระยะนี้ เรียกว่า บลาสตูลेशन(blastulation)

12.5 ระยะเวลาแกสตรูลา(gastrula stage)

ระยะที่มีการเคลื่อนของกลุ่มเซลล์เพื่อสร้าง **เนื้อชั้น(germ layer)**ต่างๆ การเคลื่อนของกลุ่มเซลล์เพื่อสร้างเนื้อชั้นต่างๆ ในดาวทะเลเป็นแบบที่เรียกว่า **Invagination** โดยกลุ่มเซลล์ทางด้านล่างของเอมบริโอเกิดยุบตัวหรือปุ่มตัวเข้าสู่ภายในทำให้เกิดการทบของกลุ่มเซลล์เป็นสองชั้น กลุ่มเซลล์ชั้นนอกคือ **เนื้อชั้น เอคโตเดอรั่ม(ectodermal germ layer หรือ ectoderm)** กลุ่มเซลล์ชั้นในคือ **เนื้อชั้น เอนโดเดอรั่ม(endodermal germ layer หรือ endoderm)** สำหรับเนื้อชั้น **มีโซเดอรั่ม(mesodermal germ layer หรือ mesoderm)**คือชั้นที่แทรกอยู่ระหว่างเอกโตเดอรั่มและเอนโดเดอรั่ม

ช่องที่เกิดจากการปุ่มตัวของกลุ่มเซลล์เข้าไปคือ **archenteron หรือ gastrocoel** ซึ่งต่อไปจะเจริญเป็นท่อของระบบทางเดินอาหารระยะแรก(**primitve gut**) บริเวณปลายท่อที่เปิดสู่ภายนอกคือตำแหน่งเดิมที่เริ่มมีการยุบตัวของกลุ่มเซลล์ที่เรียกว่า **บลาสโตพอร์(blastopore)** ซึ่งต่อไปจะเจริญเป็น **ทวารหนัก(anus)**ของตัวอ่อน

ในการเจริญช่วงหลังของระยะแกสตรูลา ท่อทางเดินอาหารจะยาวมากขึ้นผนังด้านในสุดจะบางลงและขยายทางด้านข้างเป็นถุงเล็กๆ ที่เรียกว่า **mesodermal vesicle หรือ coelomic vesicle** ในที่สุด vesicle นี้จะขาดหลุดจากท่อทางเดินอาหารเจริญเป็นกะเปาะสองข้างซ้ายและขวาอยู่ภายในลำตัวเอมบริโอเรียกกะเปาะนี้ว่า **mesodermal pouch หรือ coelomic pouch** ซึ่งเป็นเซลล์ของเนื้อชั้นมีโซเดอรั่ม ดังนั้นการเกิด pouch นี้ถือเป็นการแยกเนื้อชั้นมีโซเดอรั่มออกจากเนื้อชั้นเอนโดเดอรั่มนั่นเอง

12.6 ระยะตัวอ่อน

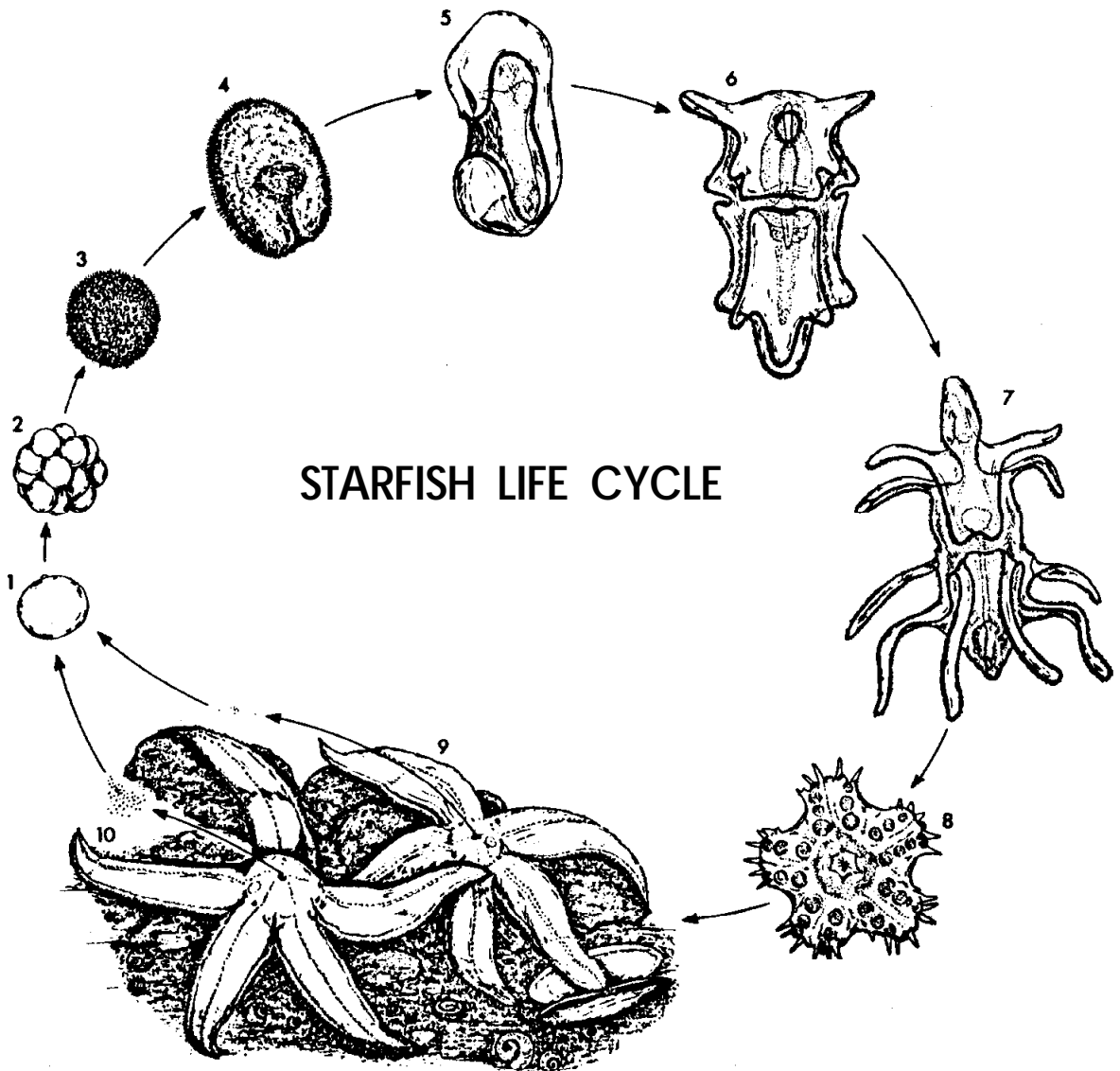
เป็นระยะที่มีการสร้างอวัยวะ(**organogenesis**)ต่างๆ ท่อทางเดินอาหาร(จัดเป็นเนื้อชั้นเอนโดเดอรั่ม)จะยืดยาวมากขึ้น ส่วนหน้าโค้งงอไปบรรจบกับเนื้อชั้นเอกโตเดอรั่มที่เจริญยื่นเข้ามา (เรียกส่วนนี้ว่า **stomodaeum**) เซลล์ของเนื้อชั้นทั้งสองที่มาบรรจบกันจะเชื่อมกัน และสร้างเป็นส่วน **ปาก(mouth)** ขณะเดียวกันท่อทางเดินอาหารเกิดการคอด แบ่งเป็นส่วนๆ และเจริญขยายได้เป็นส่วนต่างๆ ของเยื่อบุทางเดินอาหารตั้งแต่ปาก **หลอดอาหาร(esophagus)** กระเพาะอาหาร(**stomach**) ลำไส้(**Intestine**) และ **ทวารหนัก**

mesodermal pouch ต่อมาเจริญเป็นโครงสร้างภายในของเอมบริโอ คือ **skeletal, muscular และ peritoneal structure** ขณะเดียวกันเนื้อชั้นเอกโตเดอรั่มที่คลุมภายนอก มีการเปลี่ยนแปลง สร้างเป็นแถบเซลล์ที่เรียกว่า **ciliated band** เพื่อช่วยในการเคลื่อนที่และจับอาหาร ตัวอ่อนของดาวทะเลในระยะนี้ มีชื่อเฉพาะว่า **ตัวอ่อน bipinnaria** ต่อมาตัวอ่อน **bipinnaria** มีการเจริญเปลี่ยนแปลงเป็นตัวอ่อน **brachiolarla** ที่มีโครงสร้างเป็นพู(lobe)ยื่นออก

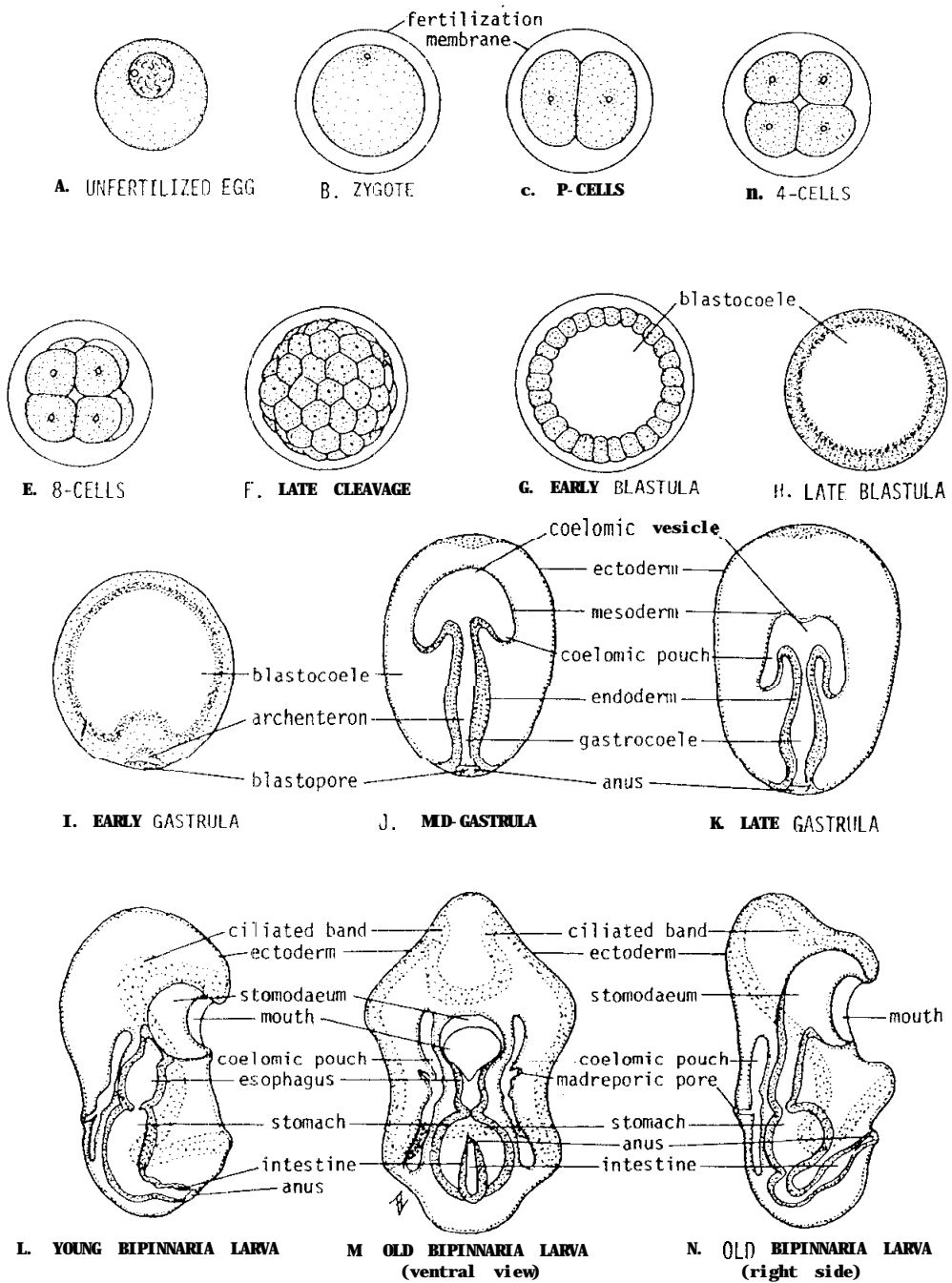
มาทางด้านข้าง และเปลี่ยนแปลงรูปร่างต่อไป(เรียกว่ามี **metamorphosis**)เป็นดาวทะเลวัยอ่อน (**young sea star**) แล้วจึงจะเจริญเป็นดาวทะเลตัวเต็มวัย(**adult sea star**) ในที่สุด

การเจริญของดาวทะเล จัดเป็นตัวอย่างที่ดีที่ใช้อธิบายความรู้พื้นฐานเรื่องการเจริญของสัตว์ต่างๆ รวมถึงสัตว์ชั้นสูงที่มีกระบวนการเจริญที่คล้ายคลึงกัน ประกอบด้วยกระบวนการที่สำคัญ คือ การแบ่งเซลล์(**multiplcation**) การเจริญเปลี่ยนแปลงเพื่อให้มีสภาพจำเพาะเจาะจงมากขึ้น(**differentlatlon**) รวมทั้ง การเติบโต(**growth**)

รูป 12-1 แผนภาพขั้นตอนการเจริญระยะต่างๆ ในวงชีวิตของดาวทะเล 1. Fertilization, 2. Sixteen cell stage, 3. Blastula, 4. Gastrula, 5. Early bipinnaria, 6. Bipinnaria, 7. Brachiolaria, 8. Young starfish, 9. Adult male, 10. Adult female



รูป 12-2 แผนภาพลักษณะรายละเอียดของแต่ละระยะการเจริญเป็นตัวอ่อนของดาวทะเล (จาก Lehman, 1977)



Normal development of the starfish

วัสดุและอุปกรณ์

1. รูปภาพแสดงวงจรชีวิต(life cycle)ของดาวทะเล
2. สไลด์ถาวร(permanent slide) รูปปั้น(model) และภาพวาดลายเส้น แสดงเอมบริโอระยะต่างๆ จนถึงระยะตัวอ่อนของดาวทะเล
3. กล้องจุลทรรศน์(compound microscope)
4. วิดีโอเทป

ระเบียบวิธี

ให้นักศึกษาปฏิบัติดังนี้

1. ศึกษาการเจริญขั้นต้นดาวทะเล จากการบรรยายของอาจารย์โดยตรงและจากวิดีโอเทปที่จัดให้ในห้องปฏิบัติการ
2. ศึกษาวงจรชีวิตของดาวทะเลจากรูปภาพและภาพวาดลายเส้น
3. label รายละเอียดโครงสร้างที่ปรากฏอยู่ในแต่ละขั้นตอนการเจริญ ดังแสดงไว้ในตารางผลการทดลอง โดยใช้พื้นฐานความรู้จากรูป 12-2 และจากตำรากระบวนวิชา BI 115 เป็นหลัก
4. ศึกษาการเจริญระยะต่างๆ ของดาวทะเลจากสไลด์ถาวรและรูปปั้น ให้นักศึกษานำתיภาพ และรายละเอียดต่างๆ เปรียบเทียบกับภาพในตารางผลการทดลอง

ผลการทดลองและสรุป

label ภาพ และเปรียบเทียบลักษณะความแตกต่างของระยะต่างๆ ในการเจริญของดาวทะเลลงในตารางนี้

unfertilized egg stage 300 X

fertilized egg stage 300 X

two-celled stage 300 X

four-celled stage 3000 X

eight-celled stage

sixteen-celled stage 300 X

morula 300 x

blastula 300 X

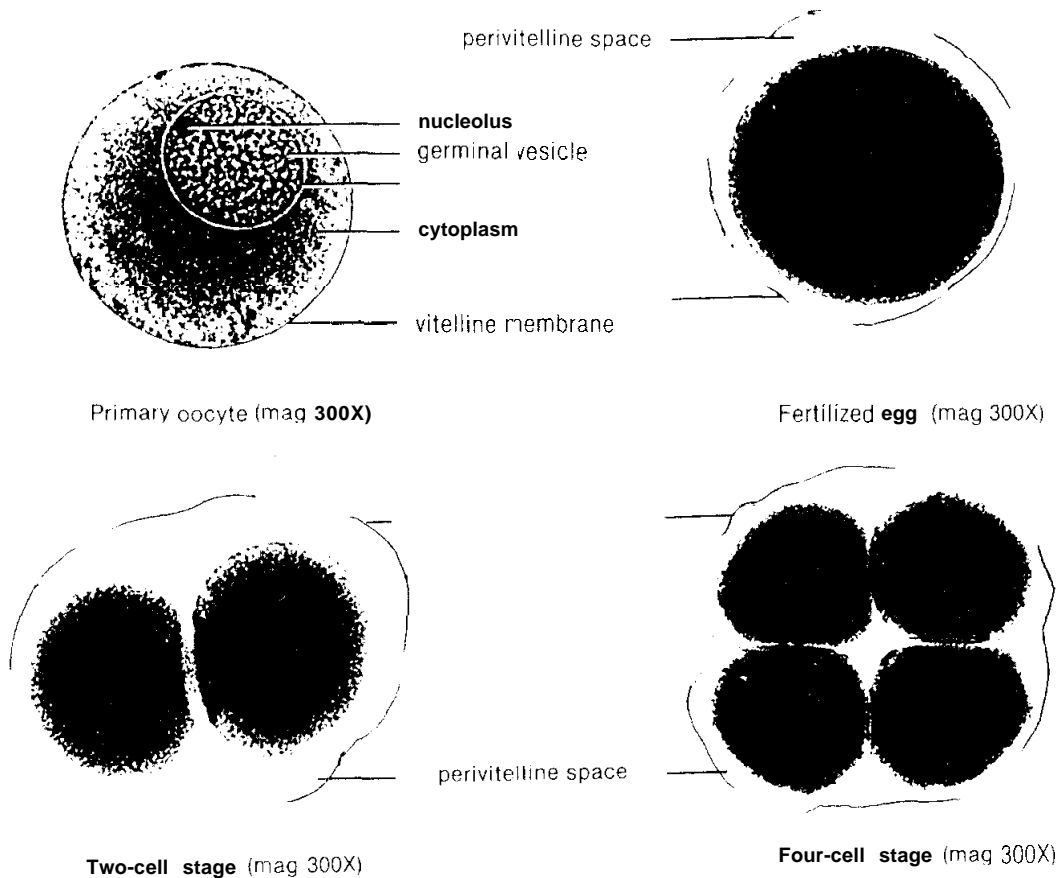
early gastrula 3000 X

late gastrula 3000 X

bipinnaria larva 300 X

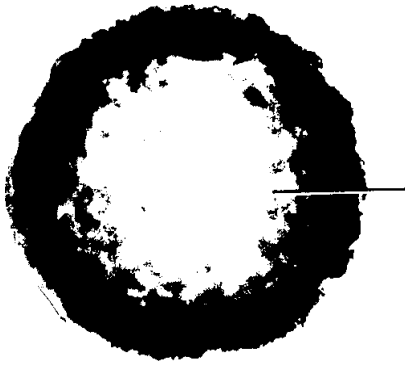
แบบฝึกหัดบทปฏิบัติการที่ 12

1. การปฏิสนธิของดาวทะเล ถูกจัดเป็นการปฏิสนธิภายใน(internal fertilization) หรือ การปฏิสนธิภายนอก(external fertilization)
2. เยื่อ fertilization membrane มีหน้าที่อย่างไร
3. metamorphosis นกจากจะพบในพวกดาวทะเลแล้ว ยังพบในสัตว์ชนิดใดได้อีก ชักตัวอย่างมาอย่างน้อยสองชนิด
4. เนื้อชั้นเอนโดเตอร์ม เจริญเป็นอวัยวะใดได้บ้าง
5. จำนวนและขนาดของบลาสโตเมอร์ในเอมบริโอระยะคลีเวจช่วงแรกและช่วงหลังมีความแตกต่างกันหรือไม่
6. ขนาดของเอมบริโอทุกระยะเมื่อเทียบกับขนาดของเซลล์ไข่ดั้งเดิม มีขนาดแตกต่างกันหรือไม่
7. จงบอกขั้นตอนหลักของกระบวนการเจริญโดยเรียงตามลำดับจาก unfertilized egg
8. จง label ลงในภาพขั้นตอนการเจริญของดาวทะเลต่อไปนี้

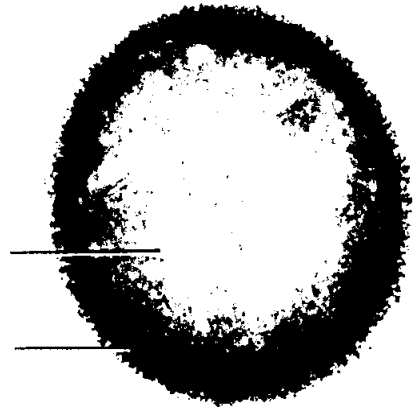


(จาก Mathews, 1982.)

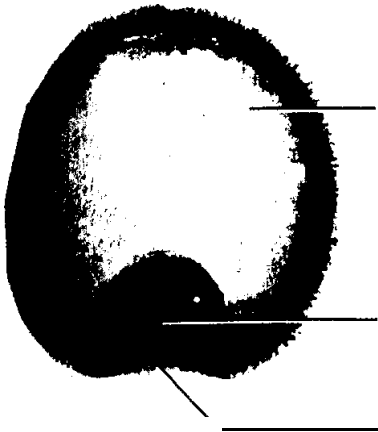
จง label ลงในภาพ



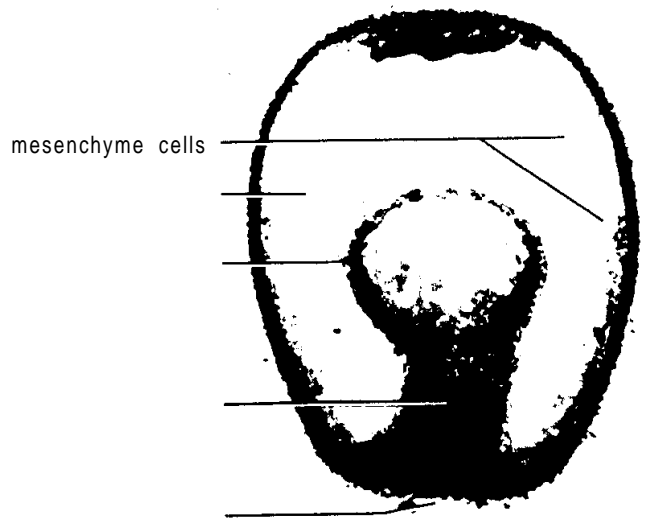
Early blastula (mag. 300X)



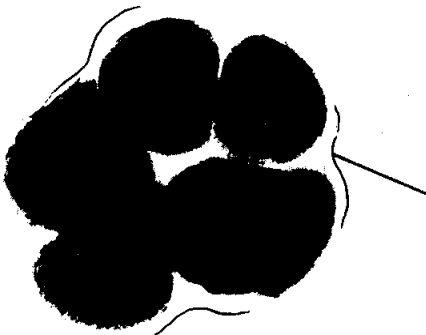
Late blastula (mag. 300X)



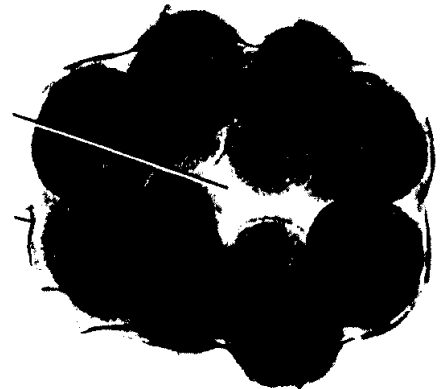
Early gastrula (mag. 300X)



Gastrula stage (mag. 300X)



Eight-cell stage (mag. 300X)



Sixteen-cell stage (mag. 300X)

(จาก Mathews, 1982.)

บรรณานุกรม

- Balinsky, B. I., 1976. **An Introduction to Embryology 4th ed.** Saunders, Philadelphia.
- Booolootian, R. A. and Heyneman, D. 1980. **An Illustrated Laboratory Text In Zoology 4th ed.,** Saunders, Philadelphia.
- Eichler, V. B., 1978. **Atlas of Comparative Embryology** C.V. Mosby, Saint Louis.
- Lehman, H. E., 1977. **Chordate Development** Hunter, Winston-Salem.
- Mathews, W. W., 1982. **Atlas of Descriptive Embryology 3rd ed.** Macmillan, New York.
- Woodsdalek, J. E. and C. F. Lytle, 1971. **General Zoology Laboratory Guide 6th ed.** W.M.C. Brown, Dubuque.



พิมพ์ที่... สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยรามคำแหง
Ramkhamhaeng University Press.