บทปฏิบัติการที่ 3
เรื่อง การปฏิสนธิและการเจริญระยะแรกของเอมบริโอกบ

บทนำ ไข่กบที่ปล่อยสู่แหล่งน้ำ เจริญอยู่ในระยะ metaphase ของ secondary oocyte ในระหว่างการแบ่งตัวครั้งที่ 2 (second meiotic division) ซึ่งอยู่ในสภาพของเซลล์ไข่ที่มีวุ้นใส ๆ (egg capsule) หุ้มรอบ จากลักษณะภายนอก ไข่มีสีคล้ำ เข้มครึ่งตอนบน เรียกเป็นด้าน animal pole ครึ่งตอนล่างมีสีจางกว่าเรียกด้าน vegetal pole ทั้งนี้เพราะมีการกระจายของเม็ดสี (pigment) ไม่เท่ากัน และทางด้านล่างมีอาหารสะสม (yolk) มากกว่าด้านบน จึงจัดไข่กบเป็นชนิด Moderately Telolecithal Egg

เมื่อมีการปฏิสนธิ ไข่จะเกิดการแบ่งตัวในระยะที่สองต่อไปจนสมบูรณ์ได้เป็น mature ovum ที่มี female pronucleus พร้อมสำหรับการรวมตัวกับสเปอร์ม เมื่อพบกับ male pronucleus ของสเปอร์มเกิดการรวมตัวเป็น zygote หรือ fertilized egg การเปลี่ยนแปลงที่เห็นได้จากภายนอกเมื่อมีการปฏิสนธิคือ เกิดการเคลื่อนของเม็ดสีที่ผิวไข่เกิดเป็นแถบสีเทา ระหว่างบริเวณสีเข้ม และสีจางของขั้วเซลล์ทั้งสองเรียกแถบ gray crescent และจะเกิดด้านตรงข้ามกับตำแหน่งที่สเปอร์มเข้าผสม

ต่อมาไซโกต เกิดการแบ่งตัวแบบมิโตซีส ชนิดที่เรียกว่า Holoblastic Clevage คือแบ่งตลอดเซลล์ไซโกต เซลล์ที่ได้จากการแบ่งทุกครั้ง แต่ละเซลล์เรียกว่าบลาสโตเมียร์

การแบ่งครั้งที่ 1 แนวการแบ่งเป็นแนวดิ่ง (vertical plane) หรือแนวขนานกับขั้ว animal-vegetal เริ่มจากด้าน animal pole ค่อย ๆ ลาดลงทาง vegetal pole และผ่านกลางแถบ gray crescentได้เป็นเอมบริโอ ระยะสองเซลล์ ที่มีขนาดบลาสโตเมียร์ เท่ากัน ก่อนการแบ่งครั้งที่ 1 จะเกิดอย่างสมบูรณ์ การแบ่งครั้งที่ 2 จะเริ่มเกิดขึ้น

การแบ่งครั้งที่ 2 แนวการแบ่งเป็นแนวดิ่ง และตั้งฉากกับแนวการแบ่งครั้งแรก ได้เป็นเอมบริโอระยะสี่เซลล์ ที่มีขนาดเซลล์เท่ากัน

การแบ่งครั้งที่ 3 แนวการแบ่งอยู่ในแนวราบ (Horizontal Plane) และอยู่เหนือแนวศูนย์สูตรของไข่ (eguator of egg) คือค่อนไปทางด้าน animal pole เอมบริโอที่ได้มี 8 เซลล์ บลาสโตเมียร์ 4 เซลล์ที่อยู่ตอนบนด้าน animal pole มีขนาดเล็กกว่า เรียก micromere บลาสโตเมียร์ 4 เซลล์ ที่อยู่ตอนล่าง มีขนาดใหญ่กว่า เรียก macromere

การแบ่งครั้งที่ 4 แนวการแบ่งเป็นแนวดิ่ง ได้เอมบริโอระยะ 16 เซลล์ 8 micro-

mere อยู่ตอนบน และ 8 macromere อยู่ตอนล่าง

การแบ่งครั้งต่อ ๆ ไป ไม่มีแนวการแบ่งที่แน่นอน พบว่าการแบ่งของกลุ่มเซลล์ที่อยู่ตอนบนเกิดเร็วกว่าตอนล่าง เพราะเซลตอนล่างมี yolk มากกว่า ทำให้ขัดขวางการแบ่งตัว จัดการแบ่งตัวเช่นนี้เป็น Holoblastic Unequal Cleavage

ท้ายสุดของระยะคลีเวจ ได้เอมบริโอที่มีจำนวนเซลล์มากมาย คล้ายลูกน้อยหน่า เรียก morula มีกลุ่มเซลล์ micromere ขนาดเล็กอยู่ตอนบนกลุ่มเซลล์ macromere ขนาดใหญ่กว่าอยู่ตอนล่าง

ต่อมา เอมบริโอเจริญเข้าสู่ระยะบลาสตูลา โดยผ่านขบวนการ Blastulation พบว่ามีการสร้างช่องว่าง blastocoel อยู่ภายในและอยู่ค่อนไปทางด้านบนของเอมบริโอ ชั้นของ blastomere เรียกชั้น blastoderm จำนวนชั้นของ blastoderm ที่ล้อมรอบช่องว่างนี้จะมีมากกว่าหนึ่งชั้น

ระยะต่อมา เอมบริโอเจริญเข้าสู่ระยะแกสตรูลา ระยะที่มีการสร้างเนื้อเยื่อเป็นสามชั้น โดยจะเห็นการสร้างท่อทางเดินอาหารเริ่มต้น (primitive gut หรือ gastrocoel หรือ archenteron) อยู่ภายใน โดยเห็น blastopore ซึ่งเป็นบริเวณติดต่อระหว่างท่อทางเดินอาหารกับภายนอก เอมบริโอปรากฏขึ้น โดยเริ่มจากกลุ่ม micromere ที่อยู่บนผิวของระยะบลาสตูลาที่เพิ่มจำนวนมากขึ้น เกิดเคลื่อนตัวลงมาทางตอนล่างของเอมบริโอ (ด้วยขบวนการ Epiboly) เมื่อถึงตำแหน่งรอยต่อระหว่าง micromere และ macromere เกิดเคลื่อนวกกลับเข้าสู่ภายใน (ด้วยขบวนการ involution) เพื่อไปสร้างเป็นส่วนหลังคา (roof) ของท่อทางเดินอาหาร จากลักษณะภายนอก บริเวณที่กลุ่มเซลล์เคลื่อนเข้าภายใน เห็นเป็นขอบรูปเสี้ยวพระจันทร์ (crescent-shaped) บนผิวด้านนอกของเอมบริโอ ขอบนี้คือขอบด้านบนของช่อง blastopore (Dorsal lip of blastopore)

การเกิดของ blastopore จะเห็นขอบด้านบนนี้เกิดขึ้นก่อน เมื่อกลุ่มเซลล์เคลื่อนเข้าสู่ภายในมากขึ้น จะเข้าทางด้านข้างทั้งสองของช่อง (lateral lip of blastopore)

ทำให้เห็นเป็นขอบคล้ายรูปเกือกม้า (horseshoe-shaped) และในที่สุดปลายระยะแกสตรูลา กลุ่มเซลล์จะเคลื่อนเข้าทางด้านล่างของช่อง (Ventral lip of blastopore) ทำให้เห็นวงกลมที่สมบูรณ์ของช่อง blastopore และเกิดล้อมรอบกลุ่ม macromere ที่มี yolk สะสมอยู่มากในเซลล์ เรียกกลุ่ม macromere ที่ถูกล้อมรอบด้วย micromere นี้ว่า yolk plug เซลล์กลุ่มนี้จะเจริญเป็นเนื้อเยื่อชั้น endoderm อาจเรียกระยะที่มีการสร้าง yolk plug นี้ว่า yolk plug stage

ในระหว่างที่มีการเกิดของช่อง blastopore ภายในเอมบริโอ ท่อทางเดินอาหารจะขยายขนาดขึ้นเรื่อย ๆ และเบียดช่อง blastocoel ให้เล็กลง กลุ่ม micromere ที่เคลื่อนเข้าภายในเจริญเป็นเนื้อเยื่อ mesoderm และ endoerm ในขณะที่ micromere ที่ไม่ได้เคลื่อนเข้าภายในเจริญเป็นเนื้อเยื่อชั้น ectoderm

เนื้อเยื่อสามชั้นนี้ จะมีการเจริญเปลี่ยนแปลง (differentiation) ต่อไป เพื่อสร้างเป็นอวัยวะในระบบต่าง ๆ ขบวนการสร้างอวัยวะต่าง ๆ เรียกว่า organogenesis

เนื้อเยื่อ ectoderm เจริญเป็นอวัยวะในระบบประสาท และอวัยวะรับสัมผัส

เนื้อเยื่อ endoderm เจริญเป็นอวัยวะในระบบทางเดินอาหาร ระบบหายใจ

เนื้อเยื่อ mesoderm เจริญเป็นอวัยวะในระบบไหลเวียนเลือด ระบบขับถ่าย ระบบสืบพันธุ์ ระบบกล้ามเนื้อ และกระดูก

ถัดจากระยะแกสตรูลา เอมบริโอเจริญเข้าสู่ระยะนิวรูลา (Neurula) ซึ่งเป็นระยะที่มีการเจริญของระบบประสาท (Nervous System) อย่างรวดเร็ว เห็นได้ชัดจากลักษณะภายนอก โดยกลุ่มเซล ectoderm (neural ectoderm) ซึ่งอยู่ด้านบน (dorsal) ทางตอนหน้าของเอมบริโอ เริ่มเจริญหนาตัวแบบที่เรียกว่า local thickening เกิดเป็นบริเวณ ที่เรียกว่า neural plate หรือ medullary plate และขยายมาทางด้านท้ายของลำตัว ต่อมาขอบสองข้างของเพลทนี้ยกขึ้นเป็นสันที่เรียกว่า neural fold แนวของ neural fold ทั้งสองข้างจะเคลื่อนตัวเข้ามาหากัน ทำให้เห็นเป็นร่องตรงกลางไปตามยาวลำตัว เรียกร่อง neural groove ในที่สุดจะเกิดการเชื่อมตัวของสัน neural fold เกิดเป็นท่อประสาท (neural tube) โดยจะเกิดการเชื่อมตัวจากทางด้านหน้าก่อนและเกิดทางด้านท้ายของลำตัวตามลำดับ แต่พบว่าทางตอนหน้าสุด จะมีตำแหน่งที่ neural fold เชื่อมกันไม่สนิทเห็นเป็นแผ่น neural plate อยู่ เรียกตำแหน่งนี้ว่า anterior neuropore ท่อประสาทนี้เป็นท่อยาวอยู่ทางด้านบนตรงกลางลำตัว (mid-dorsal line) และมีชั้นของ ectoderm บาง ๆ ที่เรียกว่า epidermal ectoderm คลุมอยู่อีกชั้น

ในการเจริญช่วงหลัง ท่อประสาทนี้ จะเจริญเปลี่ยนแปลงไปเป็นอวัยวะของระบบประสาท คือทางด้านหน้า (anterior part) เกิดรอยคอดเป็นส่วน ๆ และเจริญขยายได้เป็นส่วนของสมอง (brain vesicle) ทางด้านท้าย (posterior part) เจริญเป็นส่วนของไขสันหลัง (spinal cord)

การศึกษาการเจริญของเอมบริโอกบ ระยะนิวรูลา สามารถติดตามตั้งแต่ระยะที่มีการสร้าง neural plate เข้าสู่ระยะ neural fold และเจริญถึงระยะ neural tube

ในระหว่างมีการเจริญที่เห็นได้ชัดจากภายนอกของระบบประสาทนั้น ภายในเอมบริโอมีการเปลี่ยนแปลงเพื่อสร้างเป็นอวัยวะต่างๆ เกิดขึ้น เริ่มตั้งแต่ท่อทางเดินอาหาร เริ่มยืดยาวมากขึ้น แบ่งได้เป็น 3 ส่วน ตอนหน้าสุดขยายกว้างเรียก Fore gut ตอนกลางเรียก Mid gut ยังแคบอยู่ และท้ายสุด Hind gut ซึ่งติดต่อกับภายนอกเอมบริโอที่ช่อง blastopore ซึ่งระยะนี้เห็นเป็นช่องเล็ก ๆ พื้นส่วนท้ายของ foregut เจริญเข้าไปใน yolk สร้างเป็นส่วนของตับ (liverdiverticulum) ผนังท่อทางเดินอาหารด้านบน (roof) จะได้แก่กลุ่ม endoerm ที่เคลื่อนผ่าน Dorsal - lip of blastopore ในขณะที่กลุ่ม macromere จะเป็นส่วนพื้น (floor) ของท่อนี้ ท่อทางเดินอาหารจึงล้อมรอบด้วยเนื้อเยื่อ endoderm ทั้งสิ้น

กลุ่ม mesoderm ที่เคลื่อนเข้าไปเป็นหลังคาของท่อทางเดินอาหาร ส่วนหนึ่งจัดตัวเป็นแนวยาวที่เรียกว่า notochord อยู่ใต้แผ่น neural plate ส่วนที่อยู่สองข้างของแนว notochord คือ axial mesoderm จับเป็นกลุ่มของ somite และด้านข้างของ somite มีกลุ่มเซลจัดตัวเป็นแผ่นบาง ๆ กระจายออกทั้งสองข้างลงสู่ด้านล่าง และพบกันทางด้านล่างของเอมบริโอ เรียก lateral mesoderm ซึ่งจะแทรกอยู่ระหว่างชั้น epidermal ectoderm กับ endoderm ที่ล้อมรอบท่อทางเดินอาหาร

วัตถุประสงค์ บทปฏิบัติการนี้ มีวัตถุประสงค์ให้นักศึกษา

1. อธิบายเหตุการณ์ ลำดับระยะการเจริญเอมบริโอกบ ตั้งแต่ระยะของไข่ที่ยังไม่มีการปฏิสนธิ การเจริญเปลี่ยนแปลงของไซโกตเข้าสู่ระยะบลาสตูลา ระยะแกสตรูลา จนถึงระยะที่มีการเจริญของระบบประสาทช่วงต้น จากการศึกษาลักษณะภายนอกของเอมบริโอทั้งตัว (whole mount) และลักษณะภายในโดยการตัดเซคชั่นผ่านเอมบริโอตามแนวกลางลำตัว (median sagittal section)

2. อธิบายการเกิดเนื้อเยื่อ (germ layer) ชั้นต่าง ๆ และการเกิดระบบประสาทช่วงต้นของเอมบริโอกบได้

3. เปรียบเทียบการเจริญของเอมบริโอกบระยะแรกกับการเจริญขั้นต้นของสัตว์ชนิดอื่นในบทปฏิบัติการก่อน และบทปฏิบัติการต่อ ๆ ไปได้

วัสดุอุปกรณ์

1. รูปปั้น และภาพ แสดงเอมบริโอกบทั้งตัว ตั้งแต่ระยะของไข่ที่ยังไม่มีการปฏิสนธิ ระยะคลีเวจ ระยะบลาสตูลา ระยะแกสตรูลา และระยะนิวรูลา

2. สไลด์ถาวร รูปปั้น และภาพของเอมบริโอกบที่ตัดผ่านแนวกลางลำตัวในระยะคลีเวจ ระยะบลาสตูลา ระยะแกสตรูลา และระยะนิวรูลา

3. กล้องจุลทัศน์

การศึกษา

จากรูปปั้น และภาพศึกษาการปฏิสนธิของไข่กบ ดังนี้

1. **ไข่ที่ยังไม่มีการปฏิสนธิ** (unfertilized egg) สังเกต
   - การกระจายของ yolk ในไซโตพลาสซึม
   - การกระจายของเม็ดสีที่ผิวไข่
     animal pole
   - vegetal **pole**
2. **ไข่ที่ได้รับการปฏิสนธิ** (fertilized egg) สังเกต

– แนว gray crescent

– animal pole

– vegetal pole

จากสไลด์ถาวร รูปปั้น และภาพ ศึกษาการเจริญของเอมบริโอกบ ระยะต่าง ๆ ดังนี้

1. เอมบริโอระยะคลีเวจ

1.1 เอมบริโอทั้งตัว สังเกต

– แนวการแบ่งครั้งที่ 1,2,3,4

– ขนาดและการจัดตัวของ blastomere

– micromere อยู่ขั้วใดของเอมบริโอ

– macromere อยู่ขั้วใดของเอมบริโอ

1.2 เอมบริโอ ตัดผ่านกลางลำตัว สังเกต

– แนวการแบ่ง แต่ละครั้ง

– micromere, macromere

– animal pole, vegetal pole

2. เอมบริโอระยะบลาสตูลา

2.1 เอมบริโอทั้งตัว สังเกต

– micromere, macromere

– animal pole, vegetal pole

2.2 เอมบริโอ ตัดผ่านกลางลำตัว สังเกต

– micromere, macromere

– animal pole, vegetal pole

– blastocoel

3. เอมบริโอระยะแกสตรูลา ช่วงต้น

3.1 เอมบริโอทั้งตัว สังเกต

– dorsal lip of blastopore

– ectoderm (micromere)

– endoderm (macromere)

3.2 เอมบริโอตัดผ่านกลางลำตัว สังเกต

– dorsal lip of blastopore

– blastopore

– blastocoel

– gastrocoel (archenteron)

– yolk

4. เอมบริโอระยะแกสตรูลา ช่วงหลัง (ระยะ yolk plug)

4.1 เอมบริโอทั้งตัว สังเกต

– blastopore

– yolk plug

– ectoderm

– endoderm

–

4.2 เอมบริโอตัดผ่านกลางลำตัว สังเกต

– dorsal lip of blastopore

– ventral lip of blastopore

– yolk plug

– yolk

– gastrocoel (archenteron)

- blastocoel
- ectoderm, mesoderm
- endoderm

เอมบริโอ ระยะนิวรูลา

5.1 ระยะ neural fold

5.1.1 เอมบริโอทั้งตัว สังเกต

- neural plate
- neural fold
- neural groove
- blastopore

5.1.2 เอมบริโอตัดผ่านกลางลำตัว สังเกต

- neural plate
- mesenchyme
- notochord
- archenteron
- liver diverticulum
- yolky endoderm
- blastopore

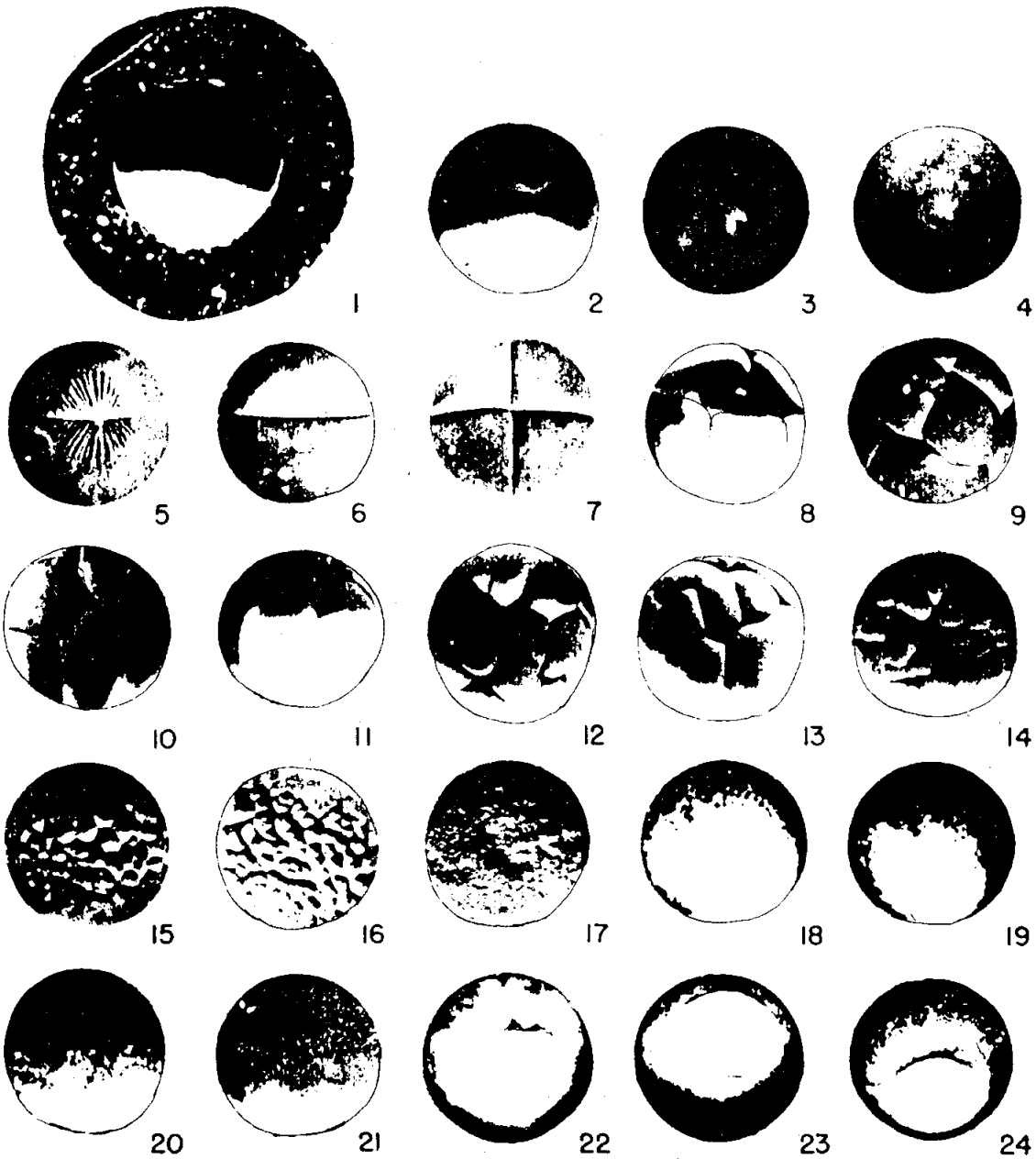
5.2 ระยะ neural tube

5.2.1 เอมบริโอทั้งตัว สังเกต

- Prosencephalon
- Mesencephalon
- Rhombencephalon
- Sensory plate
- adhesive gland
- gill plate area
- heart region
- tail bud

5.2.2 เอมบริโอตัดผ่านกลางลำตัว สังเกต

- Prosencephalon
- Mesencephalon
- Rhombencephalon
- neurocoel
- neural tube
- notochord
- liver diverticulum
- fore gut
- mid gut
- hind gut
- yolky endoderm



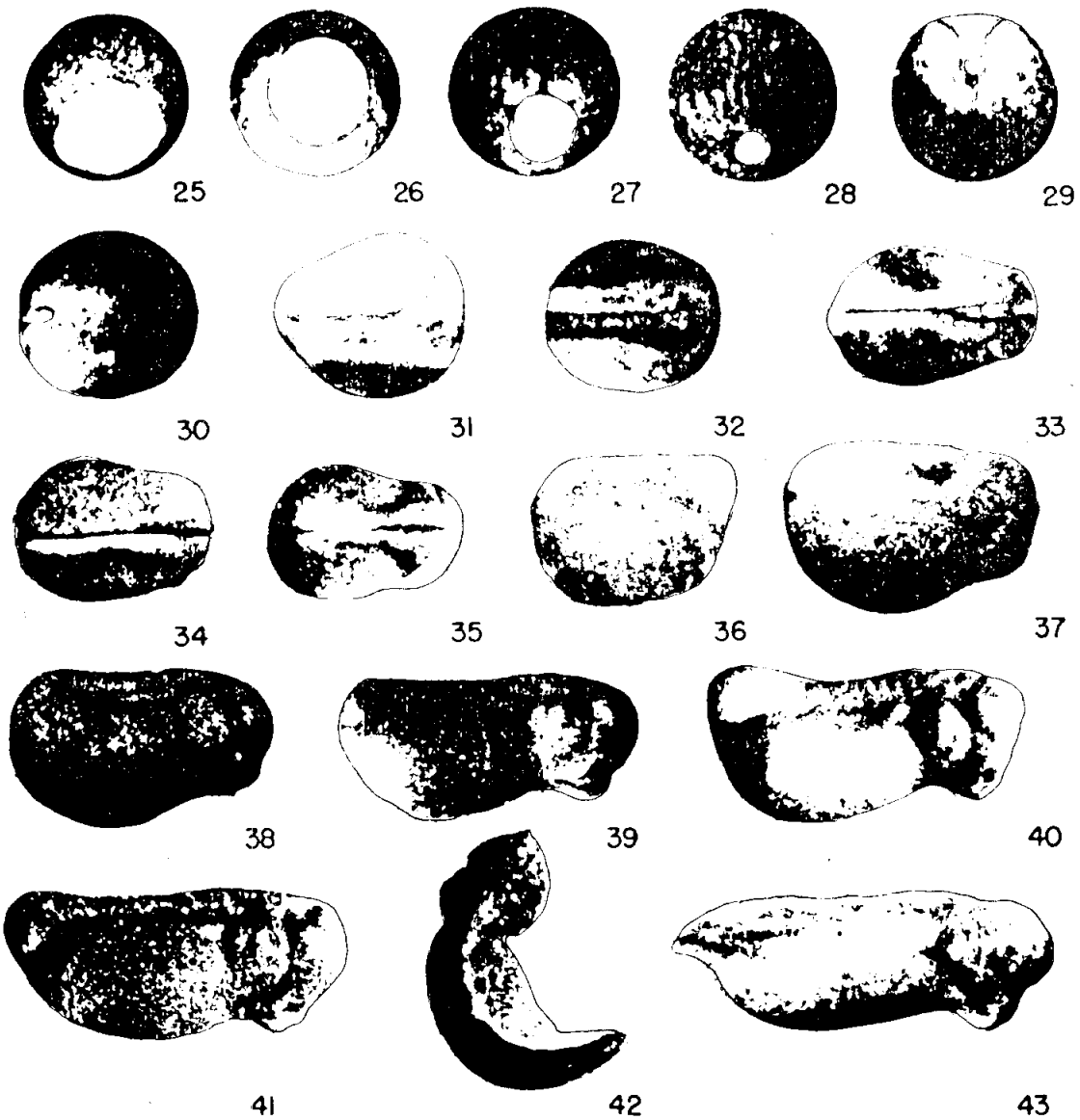
The above developmental stages of the frog have been given stage numbers by Dr. Waldo Shumway (The Anatomical Record vol. 78, 1940) as follows:

Photograph Number	Shumway Stage	Developmental Stage
1	1	Unfertilized egg
2	2	Grey crescent
4		Polar body extrusion
5		Clevage tension lines
6	3	Two-cell stage
7	4	Four-cell stage
8 - 11	5	Eight to 16-cell stage
12 - 13	6	Early blastula
14	7	Sixty-four + cells
15 - 16	8	Pre-gastrulation
17 - 21	9	Epiboly of pigment
22 - 24	10	Involution of gastrulation

EARLY DEVELOPMENT OF THE FROG EMBRYO
RANA PIPIENS

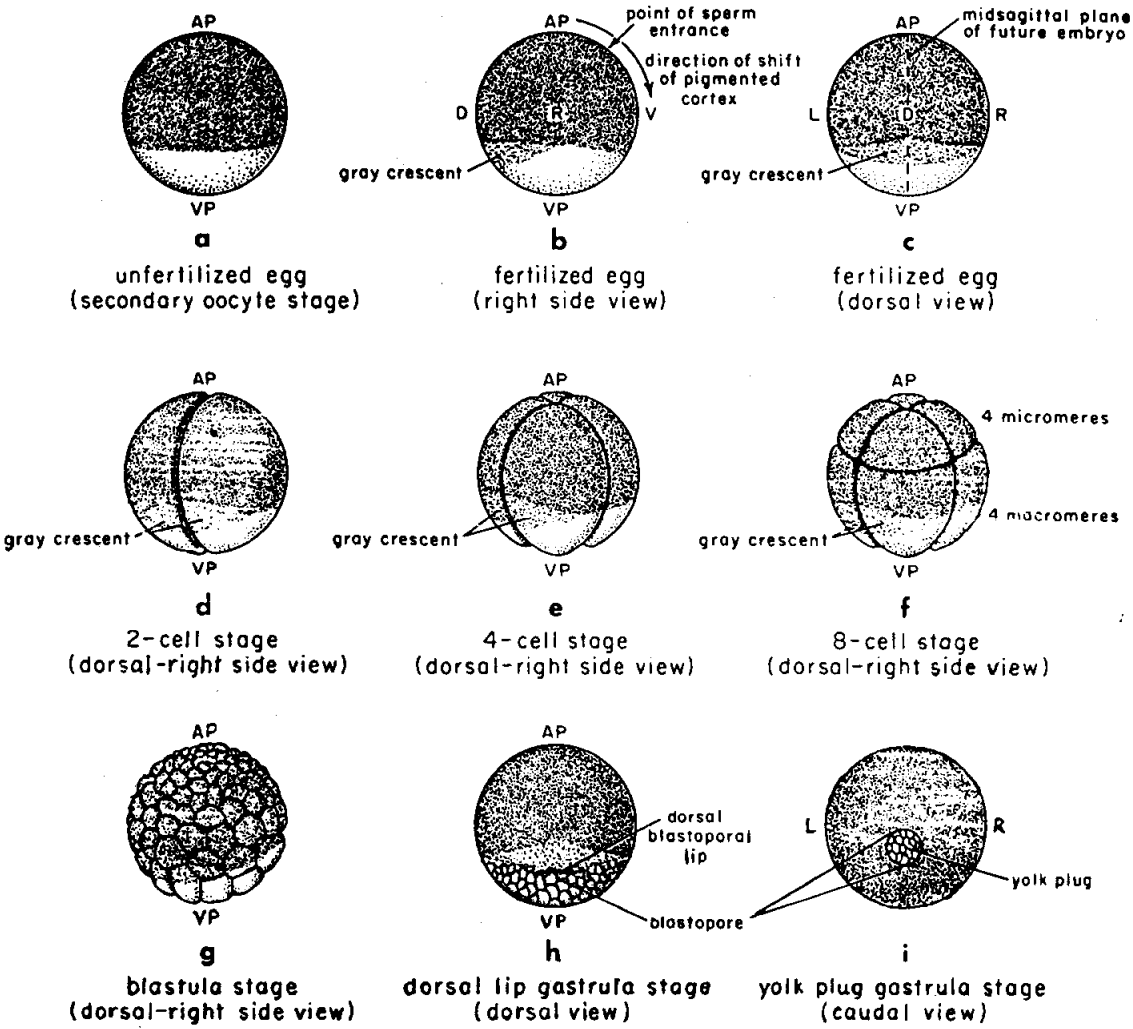
ภาพที่ 3.1 แสดงลำดับการเจริญของเอมบริโอกบ

(จาก Rugh, 1962)



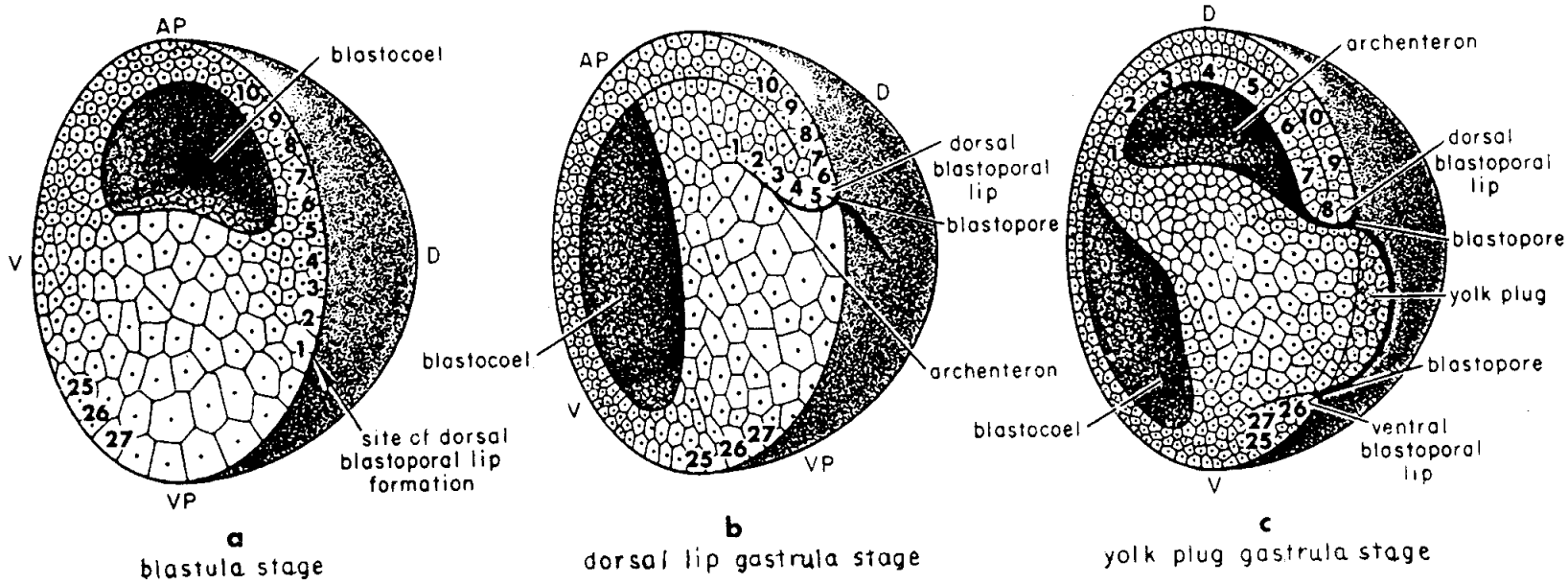
Photograph Number	Shumway Stage	Developmental Stage
25 - 26	11	Early yolk plug
27 - 28	12	Disappearing yolk plug
29 - 30	13	Neurenteric canal stage
31 - 32	14	Early neural plate
33 - 36	15	Neural folds
37 - 38	16	Neurula, closed tube
39 - 40	17	Body elongation
41 - 42	18	First body movements
43	19	Tail bud stage

LATE DEVELOPMENT OF THE FROG EMBRYO

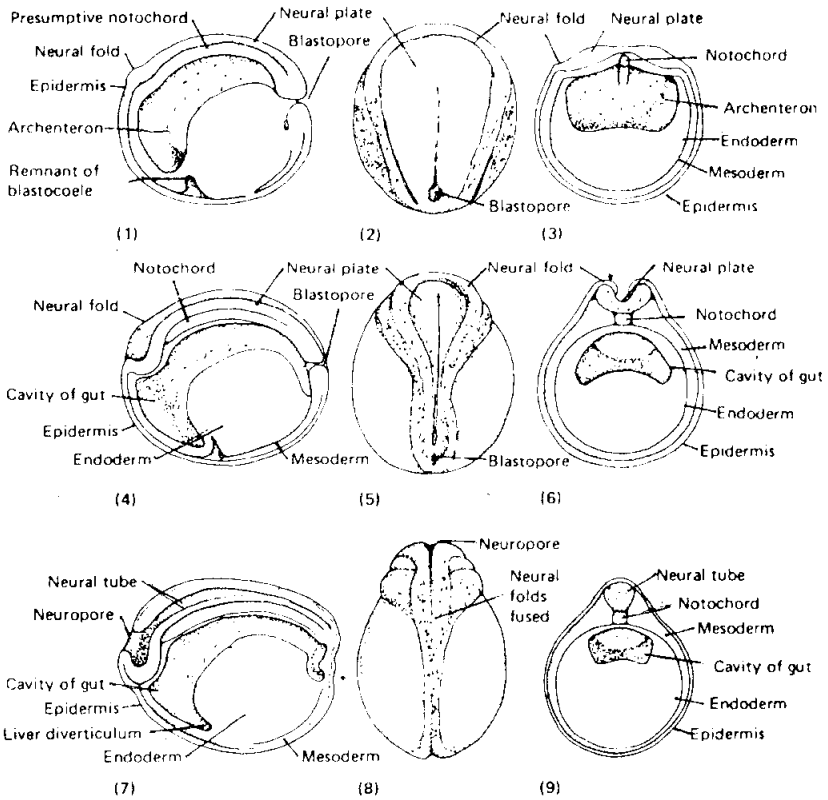


ภาพที่ 3.2 แสดงการเจริญของเอมบริโอกบ ระยะแรก (จาก Watterson และคณะ, 1979)

AP, animal pole; D, dorsal side; L, left side; R, right side; V, ventral side; VP, vegetal pole.



ภาพที่ 3.3 แสดงการเจริญของเอมบริโอกบจากระยะบลาสตูลาเข้าสู่ระยะแกสตรูลา
หมายเลข 1-10 แสดงบริเวณของระยะบลาสตูลา ที่เคลื่อนผ่านตำแหน่ง dorsal lip of blastopore ด้วยขบวนการ involution
หมายเลข 25-27 แสดงบริเวณของระยะบลาสตูลาที่เคลื่อนผ่านตำแหน่ง ventral lip of blastopore ด้วยขบวนการ involution
AP-animal pole, D-dorsal side, V-ventral side, VP-vegetal pole
(จาก Watterson, และคณะ 1979)



ภาพที่ 3.4 แสดงลำดับการเกิดระบบประสาท ของเอมบริโอกบ

(1,2,3) เอมบริโอระยะนิวรูลาช่วงต้น (ระยะ neural plate)

(4,5,6) เอมบริโอระยะนิวรูลาช่วงกลาง (ระยะ neural fold)

(7,8,9) เอมบริโอระยะนิวรูลาช่วงท้าย (ระยะ neural tube)

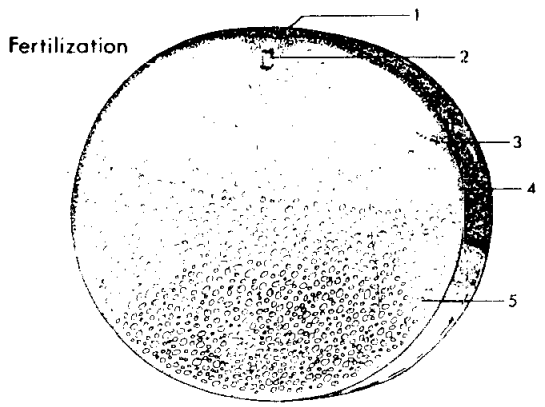
ภาพในแนวตั้ง ทางซ้ายมือ แสดงเอมบริโอผ่าตามยาวกลางลำตัว

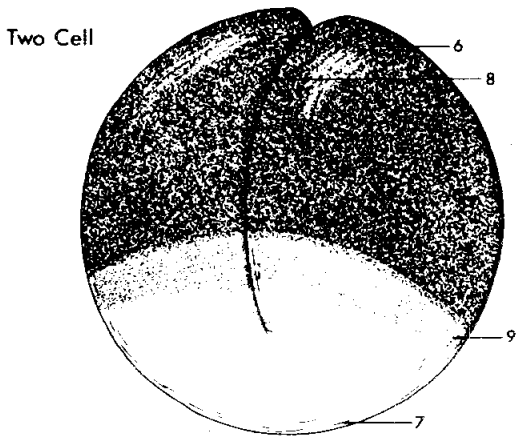
แถวกลาง แสดงเอมบริโอที่มองจากด้านบน

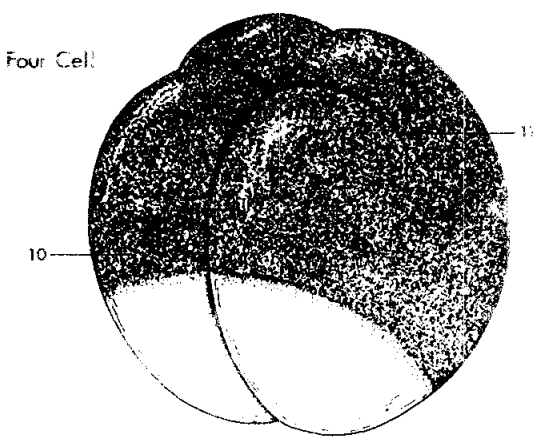
ทางขวามือ แสดงเอมบริโอ ตัดขวางผ่านช่วงหน้าของลำตัว

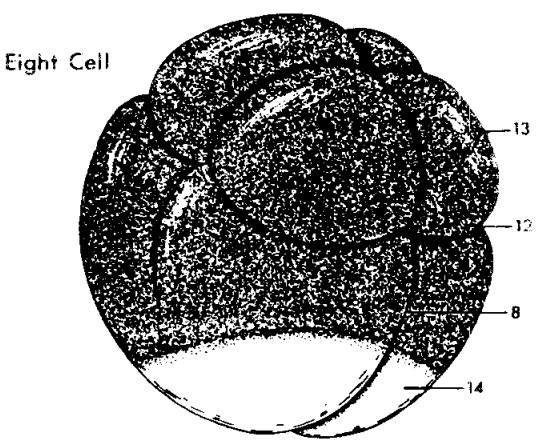
(จาก Brookbank, 1978)

FROG DEVELOPMENT 1.







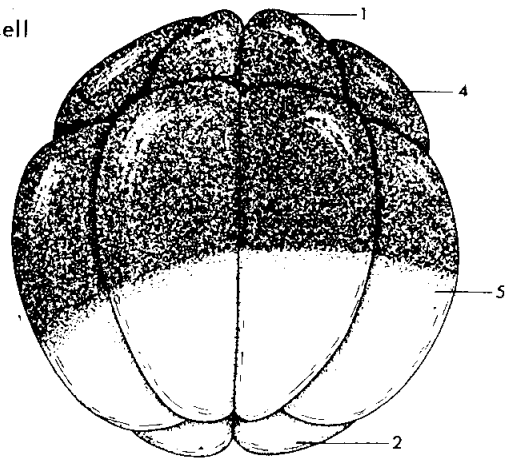


1. Polar body I
2. Polar body II (metaphase)
3. Sperm
4. Pigment granules
5. Yolk
6. Animal pole
7. Vegetal pole
8. First cleavage furrow
9. Gray crescent
10. Blastomere
11. Second cleavage furrow
12. Third cleavage furrow
13. Micromere
14. Macromere

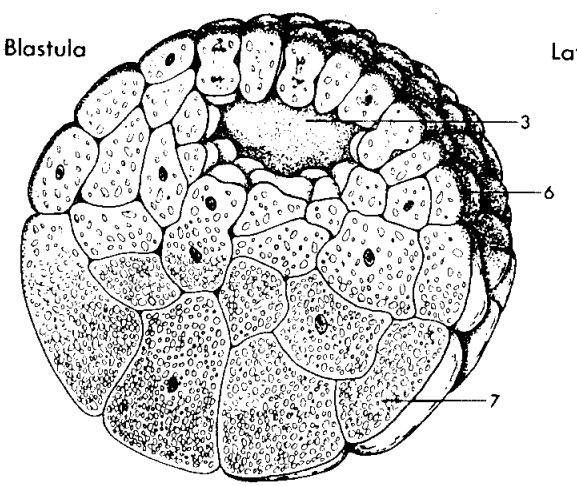
FROG DEVELOPMENT 2.

Blastula

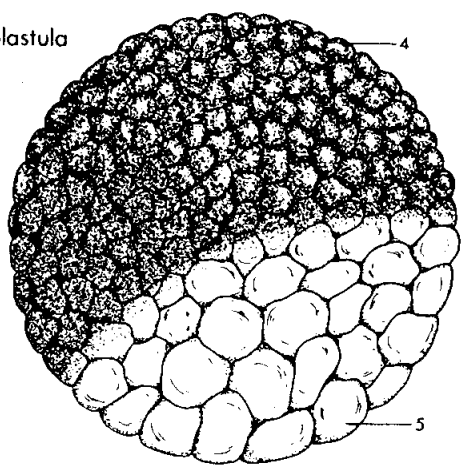
Sixteen Cell



Early Blastula



Late Blastula

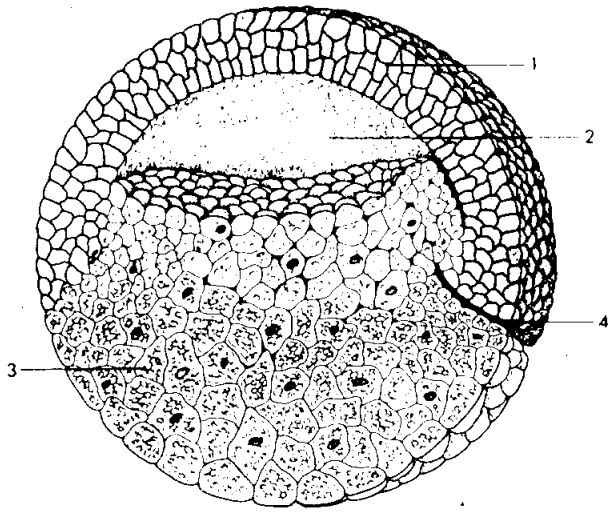


1. Animal Pole
2. Vegetal Pole
3. Blastocoel
4. Micromere
5. Macromere
6. Pigment Granules
7. Yolk

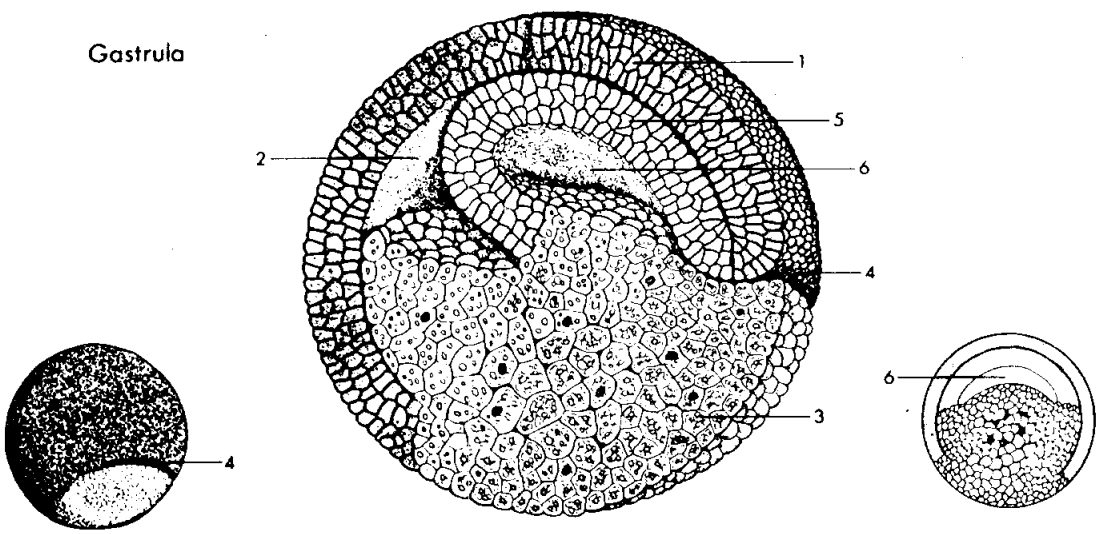
FROG DEVELOPMENT 3.

Gastrula

Late Blastula



Gastrula

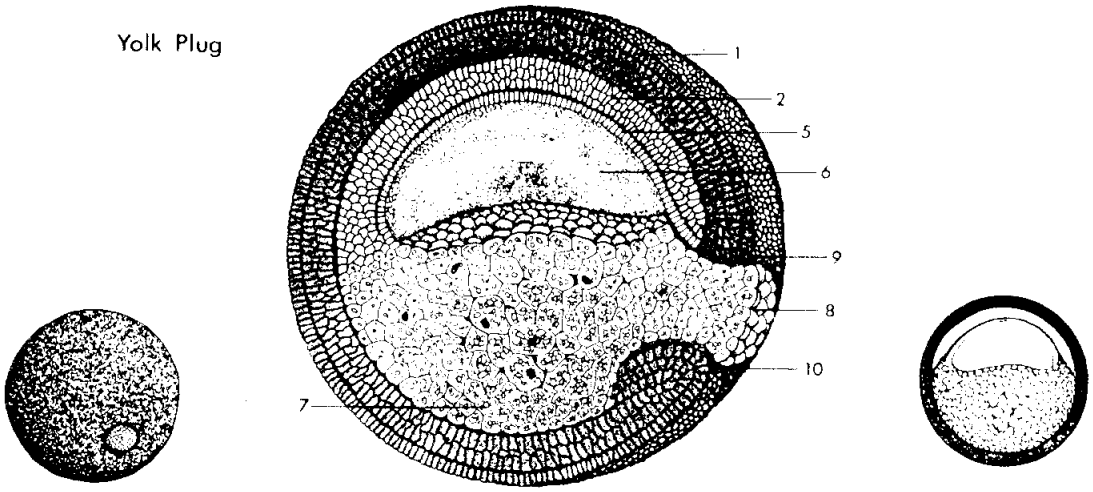


1. Ectoderm
2. Blastocoel
3. Yolk
4. Dorsal lip
5. Undifferentiated mesoderm
6. Archenteron

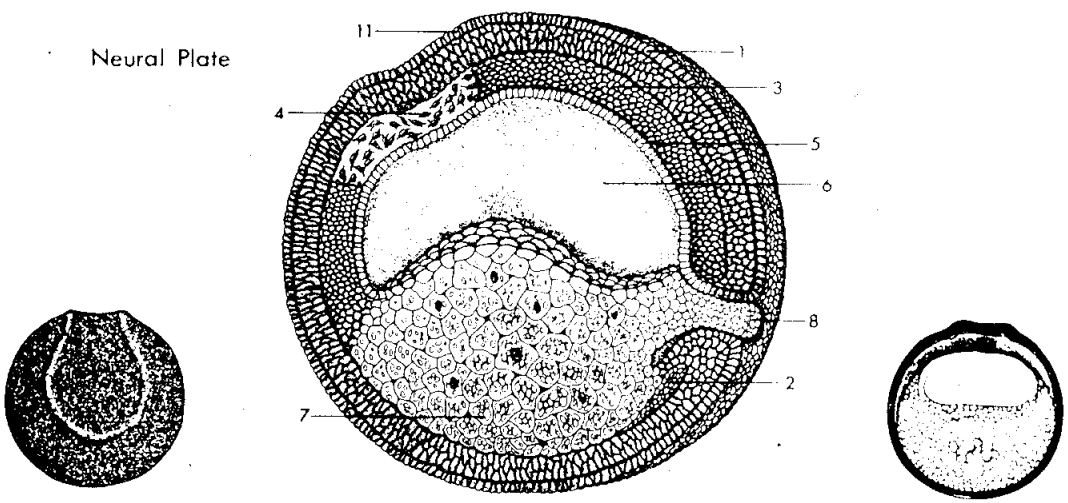
FROG DEVELOPMENT 4.

Neural Plate

Yolk Plug

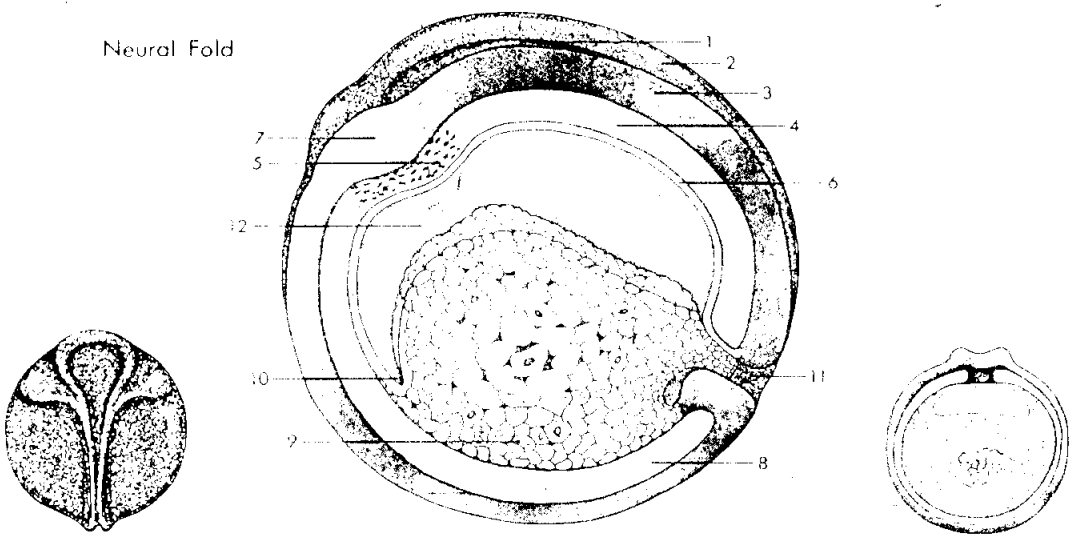


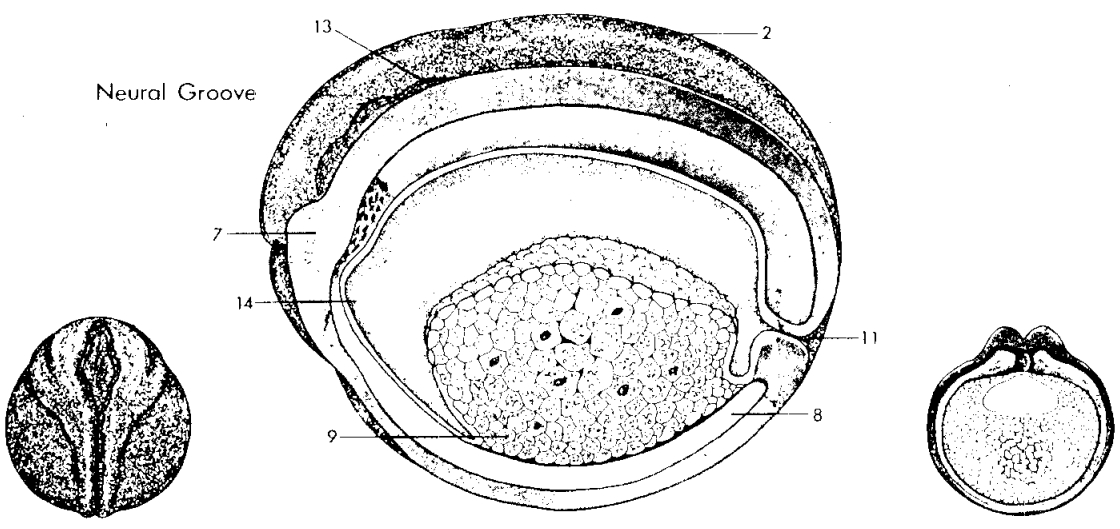
Neural Plate



1. Ectoderm
2. Mesoderm
3. Chordamesoderm
4. Mesenchyme
5. Endoderm
6. Archenteron
7. Yolk
8. Yolk plug
9. Dorsal lip of the blastopore
10. Ventral lip of the blastopore
11. Neural plate

FROG DEVELOPMENT 5.
Neural Groove

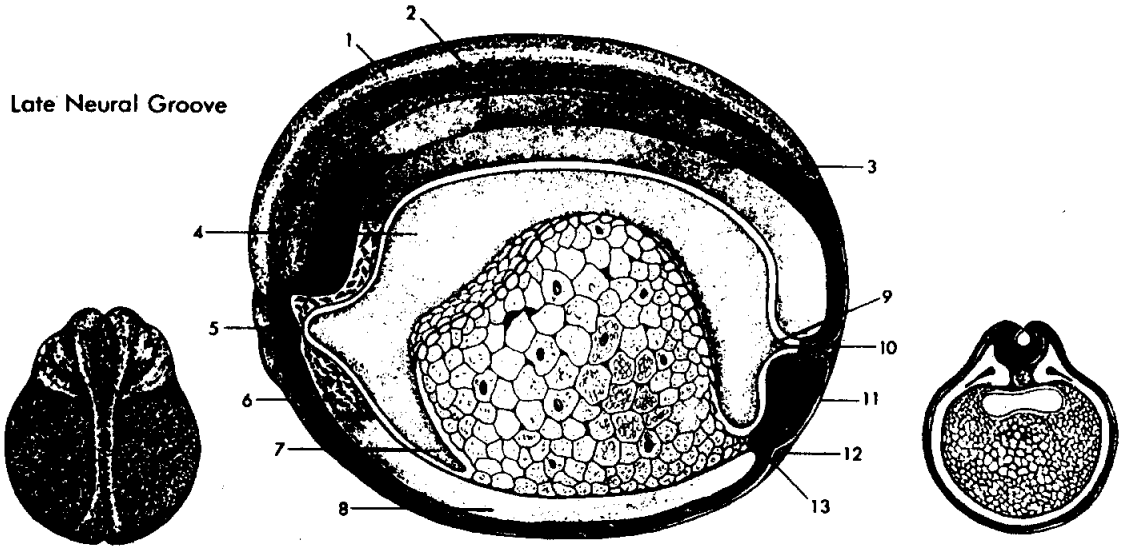




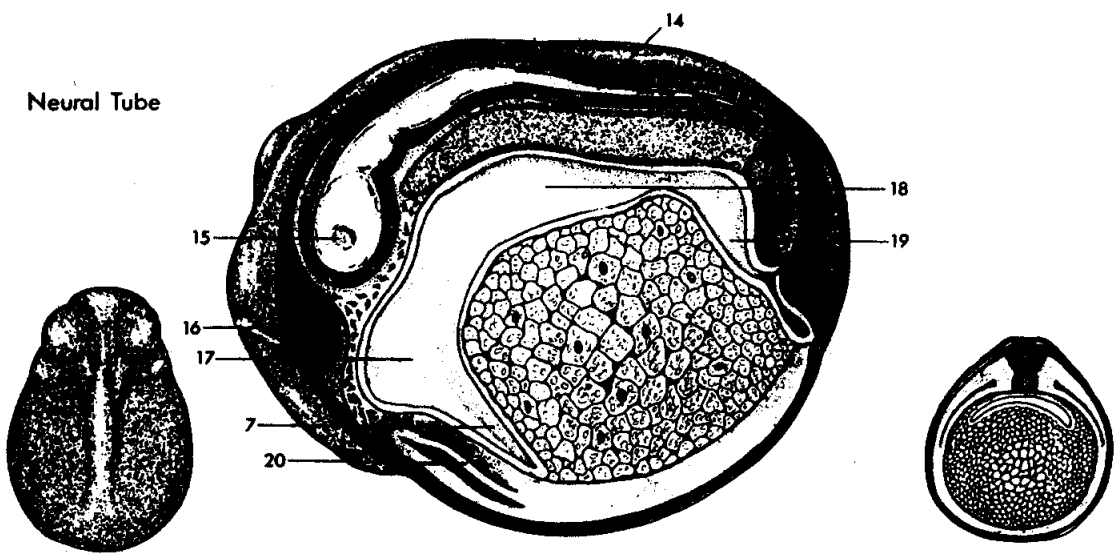
1. Neural plate
2. Neural fold
3. Ectoderm
4. Notochord
5. Mesenchyme
6. Endoderm
7. Medullary plate
8. Mesoderm
9. Yolk
10. Liver diverticulum
11. Blastopore
12. Archenteron
13. Neural groove
14. Foregut

FROG DEVELOPMENT 6.
Neural Tube

Late Neural Groove



Neural Tube



1. Neural fold
2. Neural groove
3. Notochord
4. Archenteron
5. Oral plate
6. Mesenchyme
7. Liver diverticulum
8. Mesoderm
9. Postanal gut
10. Primitive pit
11. Primitive streak
12. Anal pit
13. Anal plate
14. Neural tube
15. Optic vesicle
16. Hypophysis
17. Foregut
18. Midgut
19. Hindgut
20. Heart primordium

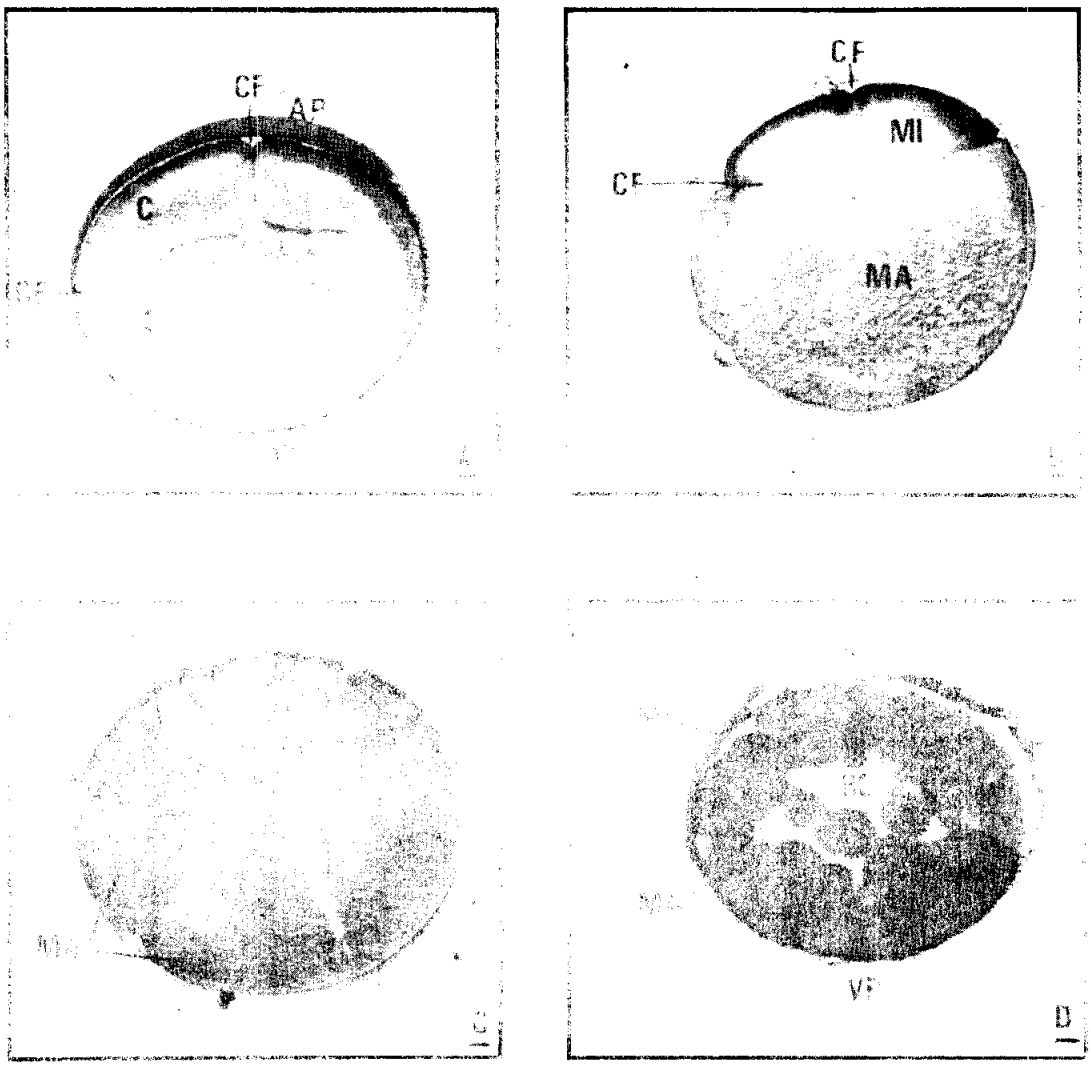
ภาพที่ 3.5 แสดงการเจริญของเอมบริโอกบในระยะต่าง ๆ ตัดผ่านกลางลำตัว

A, B เอมบริโอ ระยะ cleavage ช่วงต้น

C, D เอมบริโอ ระยะ cleavage ช่วงหลัง

คำอธิบายประกอบภาพ

AP	animal pole
BC	blastocoel
C	cleavage cell (blastomere)
CF	cleavage furrow
MA	macromere
MI	micromere
VP	vegetal pole


CF
C
CF
MI
MA
D

ภาพที่ 3.6 แสดงการเจริญของเอมบริโอกบในระยะต่าง ๆ ตัดผ่านกลางลำตัว

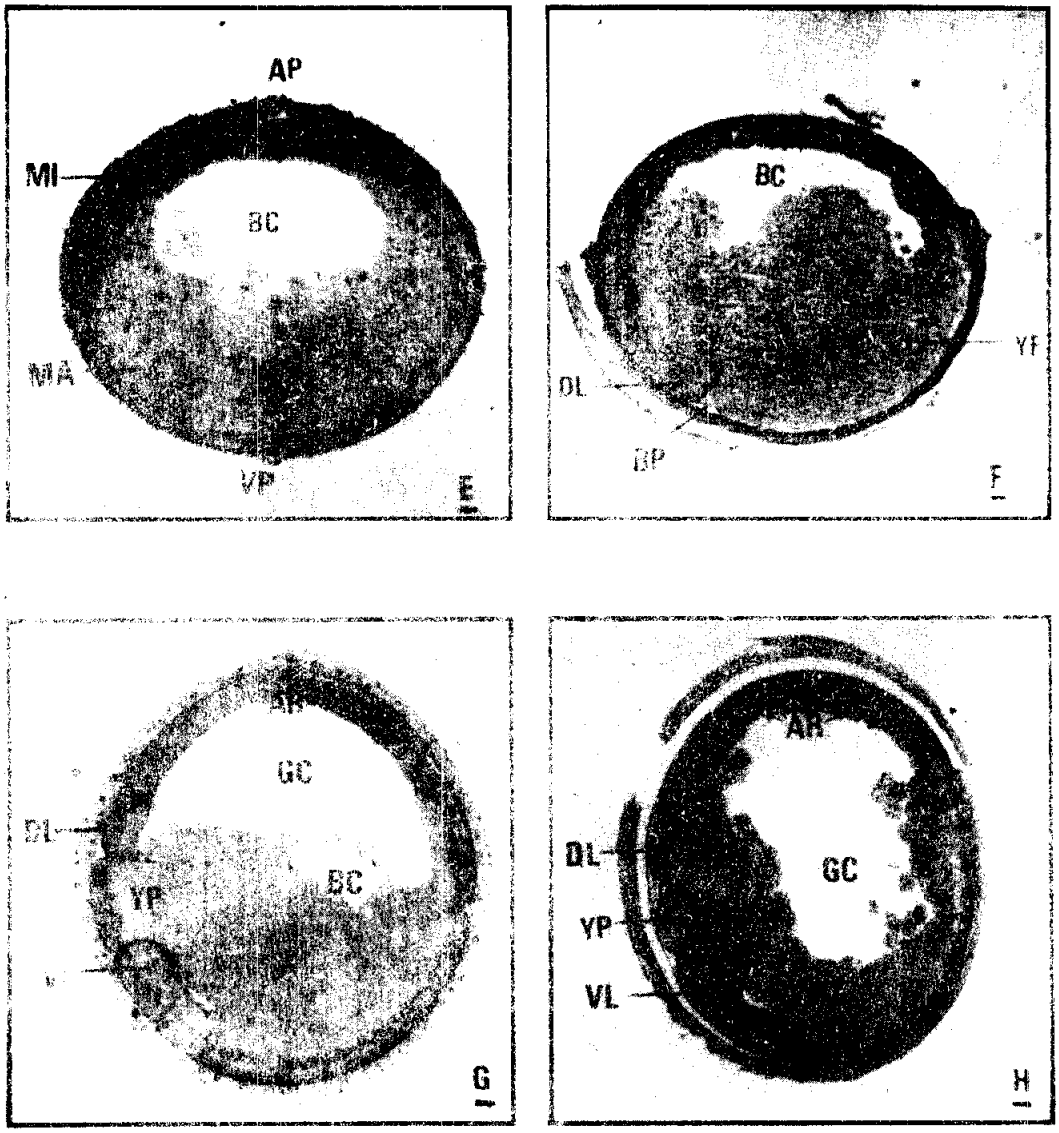
E เอมบริโอระยะบลาสตูลา

F เอมบริโอระยะแกสตรูลา ช่วงต้น

G,H เอมบริโอระยะแกสตรูลา ช่วงหลัง (yolk plug stage)

คำอธิบายภาพ

AP	animal pole
AR	archenteron roof
BC	blastocoel
BP	blastopore
DL	Dorsal lip of blastopore
GC	gastrocoel
MA	macromere
MI	micromere
VL	Ventral lip of blastopore
VP	vegetal pole
YF	yolk-filled endodermal cells
YP	yolk plug


AP
MI
BC
MA
VP
E
BC
YF
DL
BP
F
GC
DL
YP
BC
G
AP
DL
GC
YP
VL
H

ตำราอ่านประกอบ

1. Adamstone, F.B. and Shumway, W. 1967. *A Laboratory Manual of Vertebrate Embroylogy*. 3rd ed. New York: John Wiley & Sons.
2. Arey, L.B. 1974. *Development Anatomy*. Rev. 7th ed. Philadelphia : Saunders.
3. Balinsky, B.I. 1976. *An Introduction to Embryology*. 4th ed. Philadelphia: Saunders.
4. Brookbank, J.W. 1978. *Developmental Biology. Embryos, Plants and Regeneration*. New York : Harper & Row.
5. Eichler, V.B. 1978. *Atlas of Comparative Embryology*. Saint Louis : C.V. Mosby.
6. Freeman, W.H. and Bracegirdle, B.1975. *An Atlas of Embryology*. 3rd ed. London : Heinemann Educational Books.
7. Lehman, H.E.1977 *Chordate Development*. Winston Salem : Hunter.
8. Mathews, W.W. 1978. *Laboratory Studies in Animal Development*. New York : Macmillan.
9. _____ , 1982. *Atlas of Descriptive Embryology*. 3rd ed. New York: Macmillan.
10. Rugh, R. 1962. *Experimental Embryology*. 3rd ed. Minneapolis: Burgess.
11. _____ , 1977. *A Guide to Vertebrate Development*.7 th ed. Minneapolis : Burgess.
12. Watterson, R.L., Schoenwolf, G.C. and Sweeney, R.M.1979. *Laboratory Studies of Chick, Pig and Frog Embryos*. 4th ed. Minneapolis : Burgess.