

ผลการศึกษา

การเจริญเติบโตขั้นต้นของนกหงส์หยก ( Budgerigar ) ศึกษาตั้งแต่ไข่  
ไข่ม้าฟักจนกระทั่งออกมาเป็นตัว แบ่งออกเป็น 2 ตอนคือ การศึกษาการเจริญเติบโต  
ขั้นต้นจากภายนอก ( External development ) และการเจริญทางอวัยวะ  
ภายใน ( Organogenesis )

1. ผลการศึกษาลักษณะภายนอกของการเจริญเติบโตขั้นต้น

ไข่ม้าเมื่อได้รับการผสมแล้วจะมีการแบ่งตัว ( cleavage ) อยู่ภายใน Oviduct  
และเจริญมาจนถึงระยะ gastrulation จึงวางไข่ จากนั้นนำไข่ที่อยู่ในระยะ  
gastrulation มาเขาตุฟัก

ระยะที่ 1

เมื่อฟักจนถึงระยะ 18 ชั่วโมง มี primitive streak เกิดขึ้นที่  
บริเวณของ area pellucida ซึ่งเห็นลักษณะเป็นแถบยาว ทางด้านหน้า  
( anterior ) ของ primitive streak เป็นสันนูนหน้าเรียกว่า Hensen's  
node ( ภาพที่ 5 )

ระยะที่ 2 ระยะฟักได้ 24 ชั่วโมง

ใต้ Hensen's node เห็น notochord เจริญไปทางด้านหน้า และสอง  
ข้างของ notochord มี somites เกิดขึ้น 1 คู่ ( ภาพที่ 6 )

ระยะที่ 3 หรือ 26 ชั่วโมง

Ectodermal development

ระบบประสาท ปรางู neural plate , neural tube

Endodermal development

ระบบทางเดินอาหาร ส่วนหัวมีการยุบหัวขึ้นจากไข่แดง ทำให้เนื้อเยื่อชั้น  
endoderm ที่อยู่ข้างใต้ถูกดึงขึ้นไปด้วย เกิดเป็นทางเดินอาหารส่วนหน้า  
( fore-gut ) และเรียกบริเวณที่ต่อระหว่างทางเดินอาหารส่วนหน้ากับไข่แดงว่า  
anterior intestinal portal ( ภาพที่ 7 )

### Mesodermal development

ระบบการหมุนเวียนโลหิต ที่บริเวณรอยต่อระหว่าง area opaca และ area pellucida มีจุดที่บ่งแสดงปรากฏขึ้นจำนวนมาก เนื่องจากการแผ่ขยายของเนื้อเยื่อชั้น mesoderm บริเวณของ area opaca ที่เนื้อเยื่อชั้น mesoderm แผ่กระจายเข้าไปไม่ถึงเรียกว่า area opaca vitellina ส่วน area opaca ที่อยู่ติดกับ area pellucida และมีเนื้อเยื่อ mesoderm แผ่กระจายเข้าไปถึงเรียกว่า area opaca vasculosa ซึ่งเป็นบริเวณที่มีเส้นเลือดเกิดขึ้น

ระบบกล้ามเนื้อ มี somites เกิดขึ้น 4 คู่

ระยะที่ 4 ระยะ 30 ชั่วโมง

### Ectodermal development

ระบบประสาท neural fold มาบรรจบกันเป็น neural tube ทางด้านหน้าสุดยังเชื่อมติดกันไม่สนิท มีช่องเปิดทางด้านหน้าสุดเรียกว่า anterior neuropore (ภาพที่ 8)

### Endodermal development

ระบบทางเดินอาหาร pharynx ปรากฏขึ้นชัดเจนกว่าระยะ 26 ชั่วโมง (ภาพที่ 8)

### Mesodermal development

ระบบการหมุนเวียนโลหิต เกิด omphalomesenteric vein 2 เส้น ที่ระดับ rhombencephalon (ภาพที่ 8)

ระบบกล้ามเนื้อ มี somites เกิดขึ้น 5 คู่

ระยะที่ 5 เป็นระยะพักได้ 40 ชั่วโมง (ภาพที่ 9)

### Ectodermal development

ระบบประสาท สมองแบ่งออกเป็น 3 ส่วนเห็นได้ชัดเจนคือ

1. สมองส่วนหน้า (fore-brain) หรือ prosencephalon มี optic vesicle เกิดขึ้นที่ด้านข้าง
2. สมองส่วนกลาง (mid-brain) หรือ mesencephalon
3. สมองส่วนท้าย (hind-brain) หรือ rhombencephalon ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ
  - ก. metencephalon
  - ข. myelencephalon

(ภาพที่ 9)

Endodermal development

ระบบทางเดินอาหาร ปรากฏทางเดินอาหารส่วนหน้าจนถึงทางเดินอาหารส่วนกลางซึ่งเปิดสู่ไขแฉะ

Mesodermal development

ระบบการหมุนเวียนโลหิต omphalomesenteric vein 2 เส้นมาเชื่อมติดกันเกิดเป็นหัวใจ แล้วเจริญยาวขึ้นบิดตัวเป็นรูปตัวเอส ปลายด้านหน้าของหัวใจเป็นส่วนของ ventral aorta ซึ่งเจริญอ้อมขึ้นไปทางด้านหลัง (dorsal) เรียกเส้นเลือดนี้ใหม่ว่า dorsal aorta ปลายด้านท้ายเป็น omphalomesenteric vein ซึ่งติดต่อกับ vitelline vein (ภาพที่ 9)

ระบบกล้ามเนื้อ มี somites เกิดขึ้น 12 คู่

ระยะที่ 6 พักได้ 50 ชั่วโมง

มีการบิดตัว (torsion) ตั้งแต่หัวจนถึงระดับหัวใจ และมีการงอตัว (flexion) ที่ระดับ mesencephalon (ภาพที่ 10)

Ectodermal development

ระบบประสาทและอวัยวะรับสัมผัส ด้านข้างของ diencephalon มีตา (optic vesicle) เริ่มปรากฏ (ภาพที่ 10) และที่ระดับ myelencephalon มีหู (otic vesicle) เห็นได้ชัดเจน

Endodermal development

ระบบทางเดินอาหาร มี visceral arches เกิดขึ้น 4 คู่ตรงระดับ rhombencephalon (ภาพที่ 10)

Mesodermal development

ระบบการหมุนเวียนโลหิต ตอนกลางของหัวใจเจริญมากขึ้น แบ่งออกได้ 3 ส่วนคือ atrium 2 ส่วน และ ventricle 1 ส่วน (ภาพที่ 10)

ระบบกล้ามเนื้อ มี somites เกิดขึ้น 22 คู่

ระยะที่ 7 ระยะพักได้ 72 ชั่วโมง

มีการบิดตัว (torsion) เพิ่มมากขึ้นกว่าระยะ 50 ชั่วโมง และมีการงอตัว (flexion) ที่ระดับ mesencephalon และ myelencephalon

Ectodermal development

ระบบประสาทและอวัยวะรับสัมผัส mesencephalon ขยายใหญ่กว่าใน ระยะ 50 ชั่วโมง (ภาพที่ 11)

Endodermal development

ระบบทางเดินอาหาร ทางด้านท้ายของตัวอ่อนยกตัวขึ้นจากไขแฉะ ทำ



ให้เนื้อเยื่อชั้น endoderm ถูกดึงขึ้นมา เกิดเป็นทางเดินอาหารตอนปลาย ( hind-gut ) แต่ทางเดินอาหารตอนกลางยังเปิดสู่ไขแดง ( ภาพที่ 11 )

Mesodermal development

ระบบการหมุนเวียนโลหิต มี omphalomesenteric artery ซึ่งแยกออกจาก dorsal aorta ที่ระดับทางเดินอาหารส่วนกลาง ( ภาพที่ 11 )  
 ระบายค มีปุ่มปึก และปุ่มขาเกิดขึ้น ( ภาพที่ 11 )

ระยะที่ 8 ระยะพักได้ 96 ชั่วโมง

ตัวอ่อนนอนอยู่บนไขแดง เนื่องจากมีการงอตัวดังชั้นรูปลักษณะจึงเห็นเป็นรูปตัวซี มี allantois เกิดขึ้นบริเวณทางเดินอาหารส่วนท้าย มีลักษณะเป็นตุ่มกลมใส ( ภาพที่ 12 )

Ectodermal development

ระบบประสาทและอวัยวะรับสัมผัส telencephalon มีลักษณะโป่งออกแยกออกจาก diencephalon อย่างเห็นได้ชัด ส่วนของ mesencephalon และ metencephalon มีลักษณะโป่งออกใหญ่กว่าส่วนของ diencephalon ( ภาพที่ 12 ) ที่บริเวณ telencephalon มี olfactory pit เกิดขึ้น

Endodermal development

ระบบทางเดินอาหาร เนื่องจากตัวอ่อนยกตัวขึ้นจากไขแดงหมด ทำให้เกิดทางเดินอาหารส่วนกลาง และมีปากเกิดขึ้น

Mesodermal development

ระบบการหมุนเวียนโลหิต มี allantoic vein และ artery เจริญอยู่บน allantois

ระยะที่ 9 อายุพักได้ 120 ชั่วโมง หรือ 5 วัน

Ectodermal development ectoderm เจริญไปเป็น epidermis ห่อหุ้มร่างกาย

Endodermal development

Visceral arches maxillary process เชื่อมติดกับผนังของ narsal groove

Mesodermal development

ระบายค ทั้งปึกและขายาวกวาระยะที่ 8 มาก มีลักษณะเป็นแผ่นกลม ยังไม่มีนิ้วเกิดขึ้น

จงอยปาก มีจงอยปากปรากฏ แต่ยังเห็นได้ไม่ชัดเจน ( ภาพที่ 13 ก )

ระยะที่ 10 อายุได้ 144 ชั่วโมง หรือ 6 วัน

Endodermal development

Visceral arches maxillary process มีลักษณะโค้ง mandibular process มีความกว้างมากขึ้น

Mesodermal development

ระยางค ปุ่มปีก และปุ่มขาที่มีลักษณะเป็นแผ่นกลมในระยะที่ 9 มีรอยยูนปรากฏขึ้น

จงอยปาก เห็นได้ชัดเจน (ภาพที่ 13 ข )

ระยะที่ 11 อายุได้ 168 ชั่วโมง หรือ 7 วัน

Endodermal development

Visceral arches คอยาวมากขึ้น

Mesodermal development

ระยางค มีนิ้วปีกปรากฏ 3 นิ้ว และนิ้วขา 4 นิ้ว (ภาพที่ 13 ค )  
บริเวณปีกมีการหักงอของข้อคอก บริเวณโคนขามีการหักงอเล็กน้อย  
จงอยปาก เจริญมากขึ้น

ระยะที่ 12 อายุได้ 192 ชั่วโมง หรือ 8 วัน

Ectodermal development

หู มีหูภายนอกปรากฏขึ้น

Endodermal development

Visceral arches mandible ยาวขึ้นจนเกือบจรดกับจงอยปาก

Mesodermal development

ระยางค นิ้วที่ 1 ของปีก แยกออกจนเห็นได้ชัดเจน มีพังพืดยึดระหว่างนิ้วอยู่ ที่บริเวณเท้านิ้วแยกกันเห็นได้ชัดกว่านิ้วของปีก (ภาพที่ 13 ง) แต่พังพืดที่ยึดระหว่างนิ้วมีลักษณะเว้าเข้าไป

Scleral papillae ปรากฏขึ้นทางด้านบน 2 อัน และทางด้านล่าง 2 อัน

ระยะที่ 13 อายุ 216 ชั่วโมง หรือ 9 วัน

Ectodermal development

ตุ่มขน มีตุ่มขนเกิดขึ้นเรียงกันเป็นแถวตรงบริเวณร่องระหว่างตากับด้านบนของหัว และพื้นบริเวณ ขามีตุ่มขนเกิดขึ้นประมาณ 12 แถว

Endodermal development

Visceral arches ปลายด้านหน้าของ mandible ยาวจนถึงงอຍปาก visceral cleft เชื่อมติดกัน

Mesodermal development

ระยางค์ พังพืดที่ปรากฏขึ้นระหว่างนิ้วปีก และนิ้วเท้าเว้ามากขึ้น นิ้วแยกจากกันเห็นได้ชัดเจนขึ้น (ภาพที่ 13 จ )

Scleral papillae เกิดขึ้น 12 อัน

ระยะที่ 14 อายุ 240 ชั่วโมง

Ectodermal development

หู เห็นได้ชัดเจนขึ้น

ตุ่มขน มีตุ่มขนเกิดเพิ่มขึ้นบริเวณหลัง และด้านท้องใกล้ๆกับ umbilical cord

Mesodermal development

ระยางค์ เยื่อพังพืดระหว่างนิ้วหดหายไปเกือบหมด ที่ขามีการงอบริเวณโคนขา และหัวขา นิ้วเท้าอันที่ 3 มีลักษณะยาวกว่านิ้วเท้าอันอื่นๆ

ระยะที่ 15 อายุ 264 ชั่วโมง หรือ 11 วัน

ลักษณะที่ปรากฏ ภาพที่ 13 ข.

Ectodermal development

ตุ่มขน เห็นชัดเจนขึ้น มีตุ่มขนเกิดเพิ่มขึ้นที่ปลายทางด้านหลัง คอ และรอบ ๆ หู

หนังตา มี nictitating membrane ยื่นออกมาเกือบถึงตุ่มนัยตา ( scleral papillae )

Mesodermal development

ระยางค์ พังพืดที่ยึดระหว่างนิ้วหายไปหมด นิ้วปีกและนิ้วเท้ายาวขึ้นมาก งอຍปาก เห็นรูจุมูก ความยาวของงอຍปากวัดจากรูจุมูกจนถึงปลายงอຍปาก 1.2 ม.ล. โดยเฉลี่ย

ระยะที่ 16 อายุ 288 ชั่วโมง หรือ 12 วัน (ภาพที่ 13 ค )

Ectodermal development

ตุ่มขน ตุ่มขนบริเวณคอ และหัวเห็นได้ชัดเจน มีตุ่มขนเกิดขึ้นทั่วตัว แต่



ยังไม่มีย่นเกิดขึ้น

หนังตา nictitating membrane เจริญขึ้นแต่ยังคงคลุมไม่ถึง scleral papillae

Mesodermal development

ระยางค นิ้วเท้ามีเล็บเกิดขึ้น แต่ยังมีลักษณะแบน นิ้วเท้าอันที่ 3 มีความยาว 4.7 ม.ล. โดยเฉลี่ย (วัดจาก metatarsal ถึงปลายนิ้ว)

งอຍປາກ ความยาวของงอຍປາກวัดจากรูจมูกถึงปลายงอຍປາກ 2.5 ม.ล. โดยเฉลี่ย

Scleral papillae เกิด 14 อัน

ระยะที่ 17 อายุ 312 ชั่วโมง หรือ 13 วัน (ภาพที่ 13 ฉ)

Ectodermal development

ตุ่มขน ตุ่มขนมีขนาดใหญ่ขึ้น มีขนอ่อนเกิดขึ้นทางด้านหลังใกล้หาง และบริเวณด้านบนของโคนขา

หนังตา เจริญลงมาคลุมปิด scleral papillae จนมืด เหลือเฉพาะบริเวณ cornea

Mesodermal development

ระยางค หนังบริเวณโคนขา มีลักษณะคล้ายเกล็ด ความยาวของนิ้วเท้าอันที่ 3 วัดจาก metatarsal จนถึงปลายเล็บ 4.9 ม.ล. โดยเฉลี่ย

งอຍປາກ ความยาวของงอຍປາກ วัดจากรูจมูกจนถึงงอຍປາກ 3.7 ม.ล. โดยเฉลี่ย

ระยะที่ 18 อายุ 336 ชั่วโมง หรือ 14 วัน (ภาพที่ 13 ข)

Ectodermal development

ตุ่มขน มีขนอ่อนเกิดขึ้นเล็กน้อย บริเวณโคนปีกและรอบหู

หนังตา nictitating membrane คลุม cornea เกือบหมด

Mesodermal development

ระยางค เกล็ดบริเวณขา (tarsals) เห็นชัดเจน มีลักษณะซ้อนกันอยู่ ความยาวของนิ้วเท้าอันที่ 3 5.2 ม.ล.

งอຍປາກ วัดตั้งแต่รูจมูกจนถึงปลายงอຍປາກ 4.5 ม.ล. โดยเฉลี่ย

ระยะที่ 19 อายุ 360 ชั่วโมง หรือ 15 วัน (ภาพที่ 13 ค)

Ectodermal development

ตุ่มขน ขนบริเวณด้านข้างของลำตัวยาวขึ้นมาก มีลักษณะเป็นขนอ่อนสี  
ขาว

หนังตา คลุมมาจนปิดนัยตามิด

Mesodermal development

ระยางค ความยาวของนิ่วเทาอันที่ 3 5.3 ม.ล. โดยเฉลี่ย เล็บ  
ยาวขึ้น และมีลักษณะคุ่มลง

จงอยปาก ความยาวของจงอยปาก 4.8 ม.ล. โดยเฉลี่ย

2. ผลการศึกษาดูการเจริญของอวัยวะภายใน ( organogenesis )

ในการศึกษาตอนนี้ศึกษาจาก serial section โดยการตัดขวาง

ระยะ 18 ชั่วโมง

ส่วนที่เป็น Hensen's node มีกลุ่มเซลล์อยู่อย่างหนาแน่น ที่  
primitive streak กลุ่มเซลล์ด้านบนหมุนตัวกลับเข้าข้างใน เกิดเป็นเนื้อเยื่อ  
3 ชั้นคือ ectoderm, mesoderm, endoderm (ภาพที่ 14c )

ระยะ 24 ชั่วโมง

ectoderm ที่อยู่เหนือ notochord หนาตัวขึ้นเกิดเป็น neural  
plate neural plate ยกตัวขึ้น เกิดเป็นร่องเรียกว่า neural groove  
ด้านข้างของ neural groove มีลักษณะเป็นสันนูนเรียกว่า neural fold  
(ภาพที่ 14)

ระยะพัก 26 ชั่วโมง

006711

Ectodermal development

ระบบประสาท neural fold ทางด้านหน้ายกตัวขึ้นมา จนเกือบจะมา  
เชื่อมติดกัน แต่ neural fold ที่ทางเดินอาหารส่วนหน้ามาเชื่อมติดกันเป็น  
neural tube (ภาพที่ 15b ) neural fold ทางด้านท้ายยกตัวขึ้นเพียง  
เล็กน้อย (ภาพที่ 15c )

Endodermal development

ระบบทางเดินอาหาร เนื่องจากตัวอ่อนยกตัวขึ้นจากไข่แดง จึงทำให้  
เนื้อเยื่อชั้น endoderm ถูกยกขึ้นมาด้วย เกิดเป็นทางเดินอาหารส่วนหน้า ( fore-  
gut ) (ภาพที่ 15b )



### Mesodermal development

ระบบกลามเนื้อ เนื้อเยื่อชั้น mesoderm ทางด้านข้างของ notochord ( Lateral plate mesoderm ) แบ่งออกเป็น 3 ส่วนคือ

1. Epimere เป็นบริเวณที่มีกลุ่มเซลล์อยู่อย่างหนาแน่น หรือเป็นบริเวณที่เรียกว่า somites
2. Mesomere เป็นส่วนที่อยู่ระหว่าง epimere และ hypomere มีลักษณะบางกว่า epimere ( ภาพที่ 15c )
3. Hypomere มีลักษณะเป็นแถบยาว

ระยะ 30 ชั่วโมง

### Ectodermal development

ระบบประสาท neural fold ตั้งแต่ส่วนหัว จนถึงระดับ somites เชื่อมติดกันหมด ( ภาพที่ 16a , b , c และ 17a )

### Endodermal development

ระบบทางเดินอาหาร endoderm ถูกยกขึ้นตามการยกตัวของตัวอ่อน จนถึงบริเวณทางเดินอาหารส่วนกลาง ซึ่งเปิดสู่ไขแดง เรียกบริเวณที่เปิดสู่ไขแดงว่า anterior intestinal portal

### Mesodermal development

ระบบกลามเนื้อ epimere และ mesomere มีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย ยังไม่เจริญไปเป็นอวัยวะใด ส่วน hypomere เซลล์เรียงตัวกันเป็นแผ่นบาง แยกออกเป็น 2 ชั้น ชั้นที่อยู่ติดกับ ectoderm เรียกว่า somatic mesoderm ชั้นที่อยู่ติดกับ endoderm เรียกว่า splanchnic mesoderm มีช่องว่างอยู่ระหว่าง somatic และ splanchnic mesoderm เนื่องจาก somatic mesoderm และ ectoderm อยู่ใกล้กันและมีการเจริญโดยมีการยกตัวไปพร้อม ๆ กัน จึงเรียกรวมกันว่า somatopleure splanchnic mesoderm และ endoderm เรียกรวมกันว่า splanchnopleure

ระบบการหมุนเวียนโลหิต เนื่องจาก somatopleure ยกตัวขึ้นจึงทำให้เกิดช่องว่างด้านข้างของ anterior intestinal portal เรียกว่า pericardial region of the coelom และ splanchnic mesoderm ที่บริเวณหน้าตัวขึ้น เกิดเป็น omphalomesenteric vein 2 เส้น ( ภาพที่ 16c )

ระยะพัก 40 ชั่วโมง

### Ectodermal development

ระบบประสาท neural tube ทางด้านหน้าเจริญไปงอกเป็นสมองแบ่งได้ 3 ส่วน

1. สมองส่วนหน้า ( prosencephalon ) มีลักษณะขยายออกทางด้านข้าง ( ภาพที่ 18 a, b )

2. สมองส่วนกลาง ( mesencephalon )

3. สมองส่วนท้าย ( rhombencephalon )  
สมองส่วนกลางและสมองส่วนท้าย มีขนาดเล็กกว่าสมองส่วนหน้า ( ภาพที่ 18 c, 19 a , b , c )

#### Endodermal development

ระบบทางเดินอาหาร มีลักษณะเป็นท่อเห็นได้ชัดเจน อยู่ตรงกับระดับ mesencephalon ( ภาพที่ 18 c และ 19 a ) ทางเดินอาหารเปิดสู่ไขแฉะ บริเวณทางเดินอาหารส่วนกลาง ตรงกับระดับ myelencephalon ( ภาพที่ 19 b )

#### Mesodermal development

ระบบกลามเนื้อ บริเวณ epimere มีการจัดเรียงตัวของเซลล์ใหม่ ทำให้เกิดช่องว่างภายในเรียกว่า myocoel

ระบบการหมุนเวียนโลหิต omphalomesenteric vein 2 ข้างมาเชื่อมติดกัน เกิดเป็นหัวใจ ( ภาพที่ 19 a ) ซึ่งประกอบด้วยเนื้อเยื่อ 2 ชั้นคือ

-epimyocardium เกิดจากการที่ splanchnic mesoderm หนาตัวขึ้น เจริญเป็นกลามเนื้อหัวใจ

-endocardium เกิดจากการรวมตัวของเซลล์ที่แยกออกไปจาก splanchnic mesoderm

หัวใจขยายใหญ่ขึ้น ทางด้านหน้าของหัวใจ ( cephalic end ) เป็นส่วนของ ventral aorta มีการเจริญต่อไปทางด้านหน้า แล้ววกกลับขึ้นด้านหลัง ( dorsal ) เส้นเลือดตอนนี้เรียกว่า dorsal aorta ( ภาพที่ 18 c )

#### ระยะพัก 50 ชั่วโมง

#### Ectodermal development

ระบบประสาท เกิดปมประสาทสมองคู่ที่ 7 และ 8 บริเวณใกล้กับหู ตรงระดับ metencephalon ( ภาพที่ 21 a ) และเกิดปมประสาทคู่ที่ 10 ที่ระดับ myelencephalon. ( ภาพที่ 21 a )

อวัยวะรับสัมผัส optic placord เจริญเป็น optic cup โดยเนื้อเยื่อชั้น ectoderm เกิดการ invagination เขามาข้างใน ประกอบด้วยเนื้อเยื่อ 2 ชั้น ชั้นในสุดเรียกว่า pigmented layer ถัดออกมาคือ sensory layer ectoderm ที่อยู่ทางด้านบนของ optic cup เวาเขามาเกิดเป็น lens

เกิดหู( otic vesicle ) ที่ระดับ metencephalon

### Endodermal development

ระบบทางเดินอาหาร ที่ระดับ mesencephalon pharynx มีลักษณะแบนตัวลงทางด้านล่าง( dorsoventral ) endoderm บริเวณ pharynx มีลักษณะโป่งออกทางด้านข้างทั้งสองข้าง เกิดเป็น pharyngeal pouches 4 คู่ (ภาพที่ 22a ) ectoderm ตรงบริเวณ pharyngeal pouches บวมตัวเข้ามาเกิดเป็น visceral cleft 4 คู่ (ภาพที่ 21 b ) ตอนปลายของทางเดินอาหารส่วนหน้า เจริญเป็นส่วนของ esophagus มีลักษณะเป็นทอแคบ ๆ ตอนปลายของ esophagus โป่งออกเจริญเป็นส่วนของกระเพาะอาหาร (ภาพที่ 23) ที่ผนังด้านล่างของทางเดินอาหาร( ventral wall ) ตอนท้ายของกระเพาะอาหาร โป่งออกเกิดเป็น liver diverticulum

Thyroid gland บริเวณ floor ของ pharyngeal pouches คู่ที่ 2 โป่งออกเป็นตัง ( diverticulum ) เจริญเป็น thyroid gland

ระบบหายใจ pharynx บวมตัวลงเกิดเป็นทอเรียกว่า trachea ส่วนปลายของ trachea แยกออกเป็น 2 ส่วนเรียกว่า lung bud (ภาพที่ 22 b )

### Mesodermal development

ระบบกล้ามเนื้อ epimere มีการจัดเรียงตัวของเซลล์ใหม่ กลุ่มเซลล์ที่อยู่ติดกับ ectoderm เรียกว่า dermatome ส่วนกลุ่มเซลล์ที่อยู่ถัดเขาไปด้านในเรียกว่า myotome และ sclerotome ตามลำดับ (ภาพที่ 23 b )

ระหว่าง dermatome และ myotome มีช่องว่างเรียกว่า myocoel

ระบบขับถ่าย mesomere ที่ระดับทางเดินอาหารส่วนกลาง เจริญเป็นทอคือ pronephric tubules และ mesonephric tubules

ระบบการหมุนเวียนโลหิต ทอ 2 ทอของ omphalomesenteric vein ที่เชื่อมติดกันกลายเป็นหัวใจในระยะ 40 ชั่วโมง มาในระยะนี้ ปลายส่วนบนของหัวใจ( cephalic end ) และปลายส่วนล่างของหัวใจ( caudal end ) ถูกยึดอยู่กับที่ ทำให้ตรงกลางมีการเจริญมากขึ้น จนบิดและงอพับ แบ่งออกเป็น 3 ส่วนคือ atrium 2 ส่วน อยู่ทางตอนบน และ ventricle อยู่ทางตอนล่าง ตอนปลายส่วนบนของหัวใจ มีเส้นเลือดเรียกว่า ventral aorta วกกลับขึ้นสู่ด้านหลัง( dorsal ) ตรงระดับสมองส่วน diencephalon เรียกเส้นเลือดนี้ใหม่ว่า dorsal aorta ส่วนต่อระหว่าง ventral และ dorsal aorta เรียกว่า aortic arch มี 4 คู่เปิดออกสู่ visceral arches ทั้ง 4 คู่ ที่ระดับของ pharynx ตอนปลายสุด( caudal end )ของหัวใจเป็น omphalomesenteric vein ซึ่งติดต่อกับไขแดง เส้นเลือดที่ทำหน้าที่รับเลือดจากส่วนต่าง ๆ เข้าสู่หัวใจ มีอยู่ 2 คู่คือ

- Anterior cardinal vein รับเลือดทางด้านหัว
- Posterior cardinal vein รับเลือดทางด้านท้าย



ทั้ง anterior และ posterior cardinal vein เปิดรวมกันตรงบริเวณทางเดินอาหารส่วนหน้า เรียกเส้นเลือดนี้ว่า common cardinal vein เปิดเข้าสู่ sino-atrial ซึ่งอยู่ติดกับ omphalomesenteric vein

#### Extra-embryonic membranes

Amnion และ Chorion เนื่องจากตัวอ่อนมีการยกตัวของ somatopleure ขึ้นจากไข่แดง โดยยกตัวขึ้นทางด้านบน (dorsal) ของตัวอ่อนทั้งสองข้าง แล้วเชื่อมติดกัน เกิดเป็นเยื่อหุ้มตัวอ่อน 2 ชั้น ชั้นนอกเรียกว่า chorion และชั้นในเรียกว่า amnion (ภาพที่ 21a )

#### ระยะพัก 72 ชั่วโมง

#### Ectodermal development

ระบบประสาท เกิดปมประสาทสมองคู่ที่ 9 ตรงบริเวณใกล้กับประสาทสมองคู่ที่ 10 บริเวณใกล้กับ spinal cord เกิด spinal ganglion (ภาพที่ 24 a , b ) ที่ระดับพื้น (floor) ของ diencephalon โป่งออกเกิดเป็น infundibulum

อวัยวะรับสัมผัส ที่ optic cup lens จะเจริญปิดส่วนของ optic cup ที่เปิดอยู่ (ภาพที่ 25 b ) ที่ปลายของ telencephalon เนื้อเยื่อชั้น ectoderm เวาเข้ามาเกิดเป็น olfactory pit (ภาพที่ 26 a )

#### Endodermal development

ระบบทางเดินอาหาร ที่ระดับของ pharynx closing plates คู่ที่ 1 , 2 , 3 หายไป เกิด larynx ต่อจากส่วนของ esophagus ในระยะนี้ตัวขยายใหญ่ขึ้น (ภาพที่ 26 c ) ทางด้านท้ายยกตัวขึ้นจากไข่แดงจนถึงบริเวณที่เรียกว่า posterior intestinal portal ที่ระดับของตัว ผ่น้ำลำไส้โพง ออกเป็นตัวอ่อน

#### Mesodermal development

ระบบขับถ่าย mesomere เจริญเป็น pronephrose และ mesonephrose

ระบบหมุนเวียนโลหิต มีแขนงของเส้นเลือดแยกออกไปเลี้ยงส่วนต่าง ๆ จากภาพที่ 25 a ปรากฏ internal carotid artery ซึ่งเป็นแขนงที่แยกออกจาก aortic arch คู่ที่ 1 เจริญขึ้นทางด้านหัวไปสู่บริเวณตา มี umbilical vein เจริญคู่ไปกับ omphalomesenteric vein

ระยางค mesenchymal cell อัดตัวกันแน่น เจริญเป็น limb bud โดยมี ectoderm เจริญหุ้มไว้

#### ระยะ 96 ชั่วโมง

### Ectodermal development

ระบบประสาท เกิด spinal accessory nerves ที่บริเวณ spinal cord เกิด oculomotor nerves ที่ระดับของ mesencephalon (ภาพที่ 28 b ) บริเวณใกล้กับหูเกิด endolymphatic duct ซึ่งมีท่อสั้น ๆ ต่อ อยู่ ระหว่างหู และ endolymphatic duct (ภาพที่ 28 a , b ) ทงทางด้านหลัง ของ diencephalon มีลักษณะยื่นออกไปเป็นติ่งเรียกว่า epiphysis ที่ stomodeum เกิดการ invagination เป็น Rathke's pouch เมื่อตัวอ่อน เจริญขึ้น infundibulum และ Rathke's pouch เจริญรวมกันเป็นต่อมใต้สมอง (pituitary gland ) สมองส่วน telencephalon ด้านข้างมีลักษณะโป่ง ออกเป็น vesicle 2 ข้าง เรียกว่า telencephalic vesicle มีช่องว่างระหว่าง vesicle ทั้งสองกับท่อตรงกลางของสมองเรียกว่า foramina of monro ส่วนของ ectoderm ที่อยู่ระหว่าง telencephalic vesicle เรียกว่า lamina terminalis (ภาพที่ 29 b )

### Endodermal development

ระบบทางเดินอาหาร มี oral opening และ ลิ้นเกิดขึ้น ส่วนของ gut ทางเดินอาหารเจริญมากขึ้น มี duodenum และลำไส้ตอนปลาย (ภาพที่ 31 a, b ) ทางเดินอาหารส่งจบลงที่ cloaca

### Mesodermal development

ระบบการหมุนเวียนโลหิต ทงด้านหน้าหัวมีเส้นเลือดซึ่งเจริญต่อจาก internal carotid artery ขึ้นมาทางด้านหลัง (dorsal) เรียกว่า basilar artery (ภาพที่ 28 b ) ที่บริเวณตับมี hepatic portal vein ไปหล่อเลี้ยง จากเส้นเลือดใหญ่ ก็มีเส้นเลือดฝอยแตกแขนงออกไปยังส่วนต่าง ๆ ทั่วตัว

ระบบกล้ามเนื้อ dermatome เจริญเป็นเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน myotome เจริญเป็นกล้ามเนื้อ sclerotome เจริญเป็นระบบโครงกระดูก

Allantois , เกิดจากเนื้อเยื่อชั้น mesoderm และ endoderm ซึ่ง เจริญมาจากผนังด้านล่าง (ventral wall ) ของทางเดินอาหารตอนปลาย ในระยะ 96 ชั่วโมง allantois เจริญออกมาอยู่นอกลำตัวของตัวอ่อน มีลักษณะ เป็นถุงกลมใส มี allantoic arteries และ veins นำเลือดมาหล่อเลี้ยง