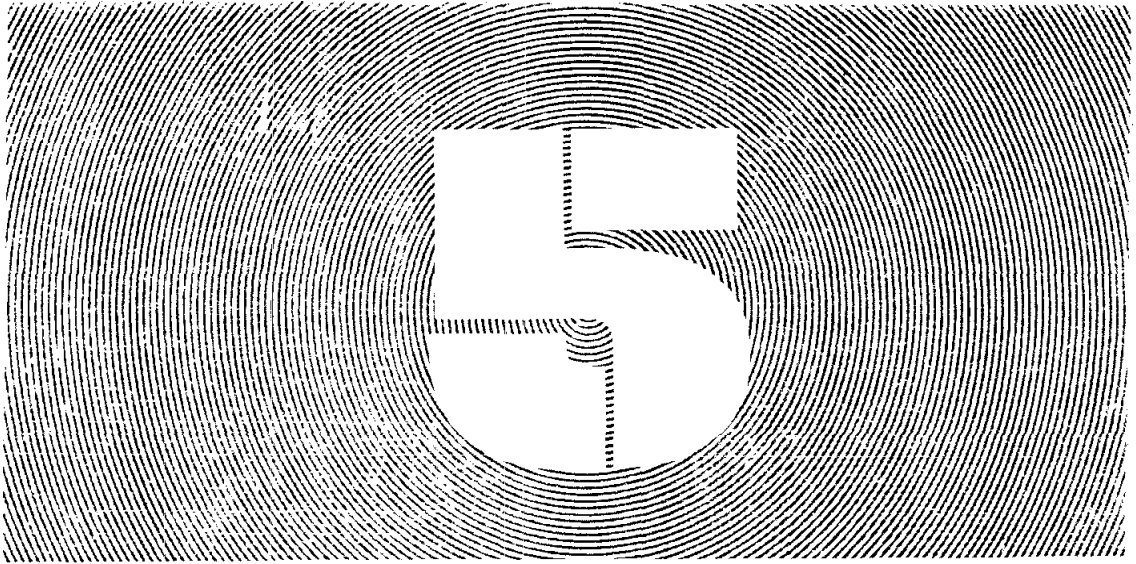


---

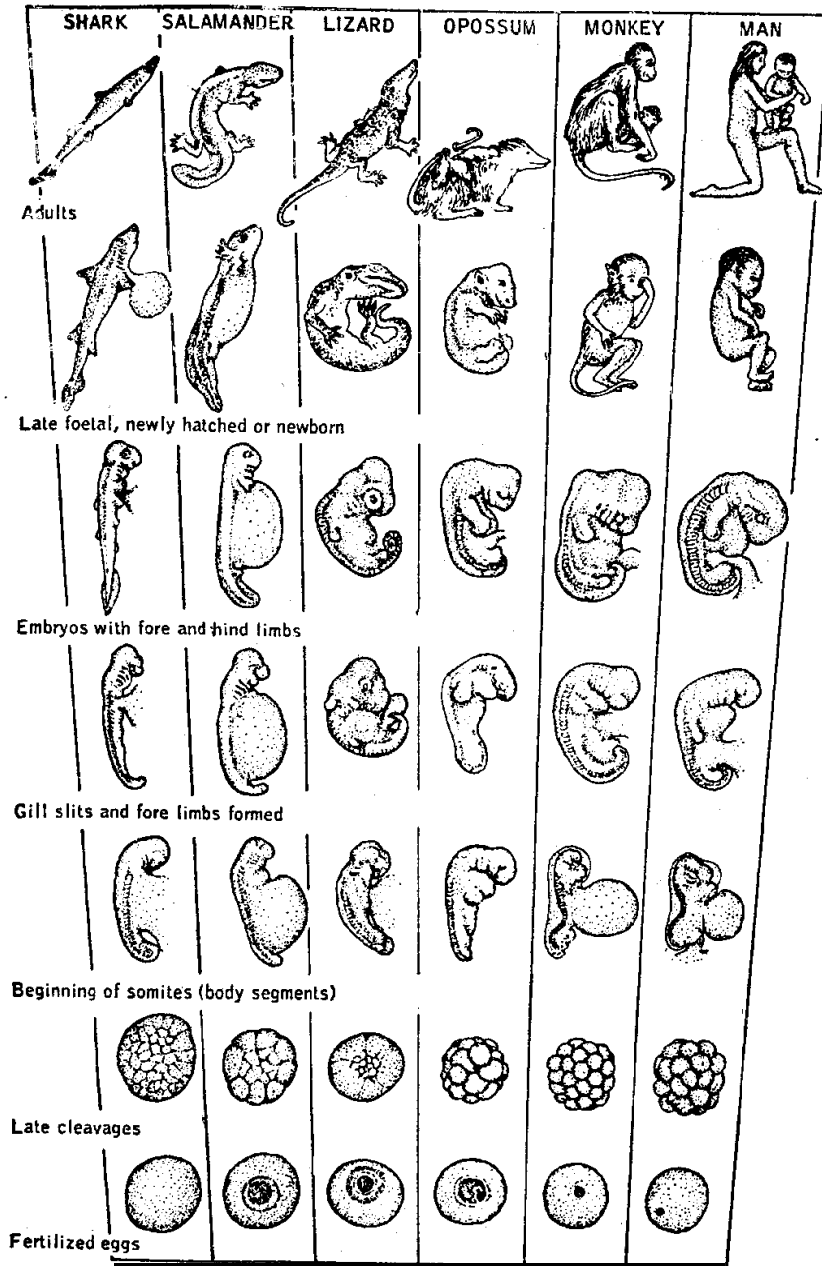
## หลักฐานทางคัพภวิทยา



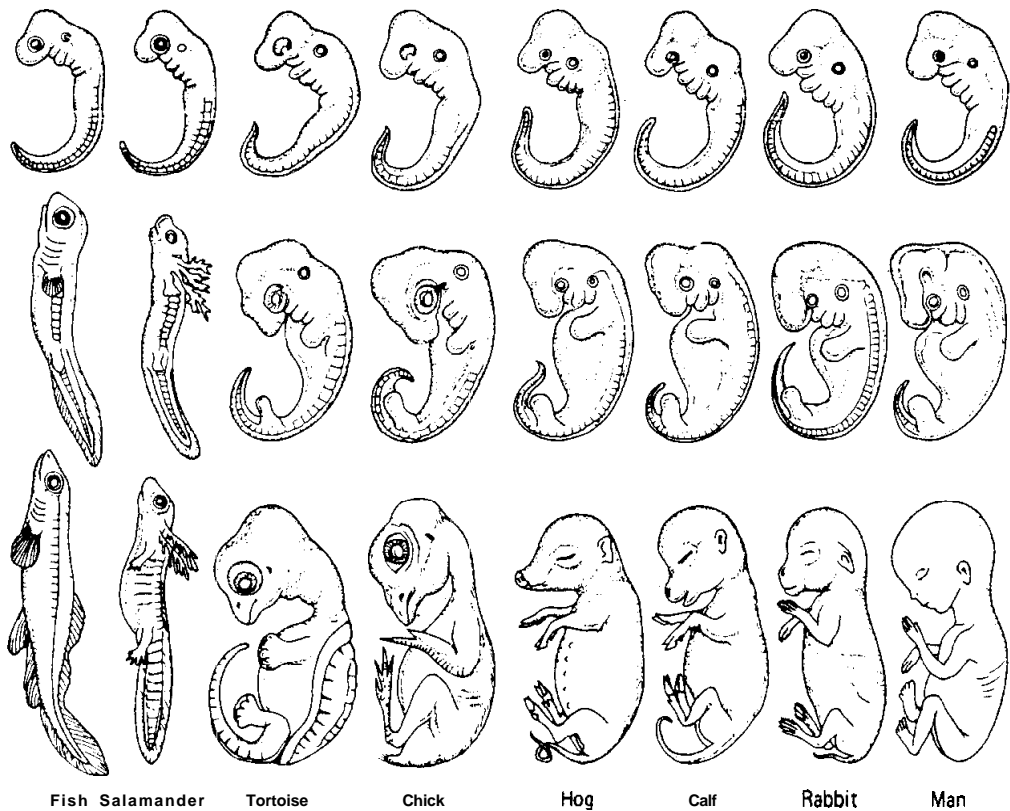
## หลักฐานทางกัพพะวิทยา

ไม่แต่เพียงจะพบหลักฐานการวิวัฒนาการโดยยืนยันได้จากการที่สิ่งมีชีวิตตัวแกมีโครงสร้างแบบแผนเดียวกัน แต่ยังมีหลักฐานยืนยันจากการที่สิ่งมีชีวิตตัวอ่อนมีโครงสร้างแบบแผนเช่นเดียวกันอีกด้วย ความคล้ายคลึงกันของตัวอ่อนและในช่วงระยะของการพัฒนาการ (development) ของชีวิตของสัตว์ต่างชนิดกันแสดงให้เห็นดังรูปที่ 5.1 แสดงถึงการพัฒนาการ 6 ระยะในสัตว์ 6 ชนิด ตั้งแต่ปลาฉลามจนถึงมนุษย์ เริ่มจากไข่ที่ถูกผสมแล้วเห็นว่าต่างก็มีลักษณะคล้ายคลึงกันในสัตว์แต่ละชนิด ไข่ของสัตว์แต่ละชนิดจะมีขนาดแตกต่างกัน ของมนุษย์มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง  $1/250$  นิ้ว ไข่ปลาฉลามขนาด 2 นิ้ว ทั้งนี้ขึ้นกับปริมาณอาหาร (yolk) ที่สะสมในไข่ของสัตว์แต่ละชนิด สำหรับมนุษย์ตัวอ่อนได้รับอาหารจากทางรกของแม่ตลอดเวลาที่อยู่ในครรภ์จึงไม่จำเป็นต้องมี yolk ในปริมาณมาก เห็นได้ว่าในแถวถัดไปขณะที่ตัวอ่อนมีการแบ่งตัวเวลาเริ่มต้นมี somites นั้น ลักษณะตัวอ่อนในสัตว์แต่ละชนิดจะคล้ายคลึงกัน แต่เมื่อมาถึงระยะที่ตัวอ่อนเจริญถึงขั้นมี gill slits และเริ่มมีขาหน้า ปลาและซาลามานเดอร์ (salamander) จะมีลักษณะคล้ายกันในระยะที่ตัวอ่อนเริ่มมีทั้งขาหน้าและขาหลังครบในสัตว์เลื้อยคลาน สัตว์มีถุงหน้าท้อง ถึง มนุษย์ตัวอ่อนมีลักษณะคล้ายคลึงกัน เห็นได้ว่าในระยะที่ตัวอ่อนเพิ่งได้รับการผสมใหม่ ๆ จนถึงระยะต่าง ๆ ของการพัฒนาการตัวอ่อนของสัตว์แต่ละชนิดจะคล้ายคลึงกันและค่อย ๆ มีพัฒนาการการเจริญเติบโตห่างจากกันออกไปเพื่อให้เหมือนลักษณะพ่อแม่ ซึ่งทำให้ได้ข้อคิดที่ว่าอย่างน้อยสัตว์เหล่านี้ต่างก็เคยมีบรรพบุรุษร่วมกันมาก่อน เพราะอย่างไรก็ตามการพัฒนาการเจริญเติบโตในช่วงต้นของสัตว์แต่ละชนิดจะเป็นแบบรูปที่ 5.3 ทั้งสิ้นโดยเริ่มต้นจากเซลล์เดียว จากนั้นก็แบ่งเซลล์เป็น

2, 4, 8, 16.....ต่อไปเรื่อย ๆ จากนั้นก็เริ่มจัดเนื้อเยื่อเริ่มจากชั้นเดียวก่อนแล้วต่อมาเป็น 2 ชั้น และ 3 ชั้น

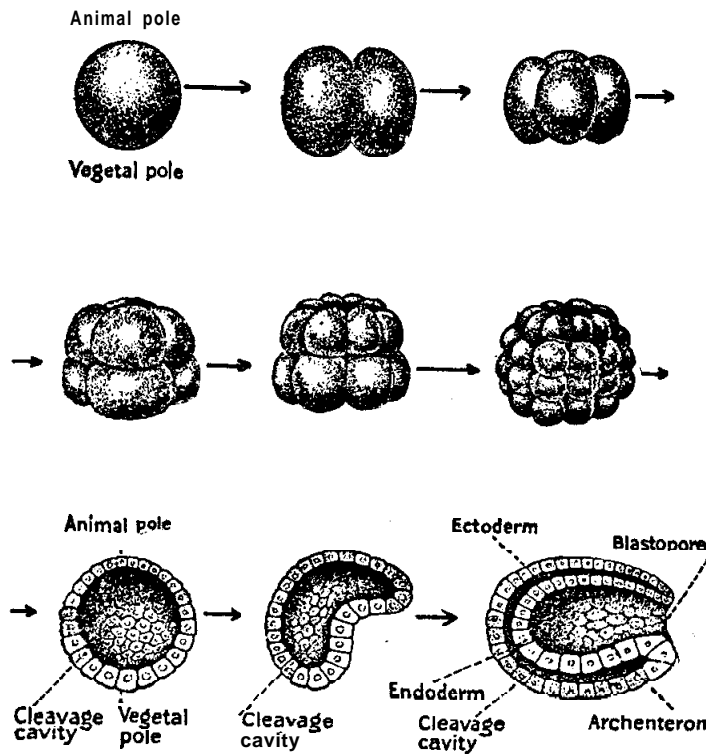


รูปที่ 5.1 เปรียบเทียบรูปร่างของตัวอ่อนในขั้นตอนต่าง ๆ ของการพัฒนาการของพวกปลาจนถึงมนุษย์ (19)



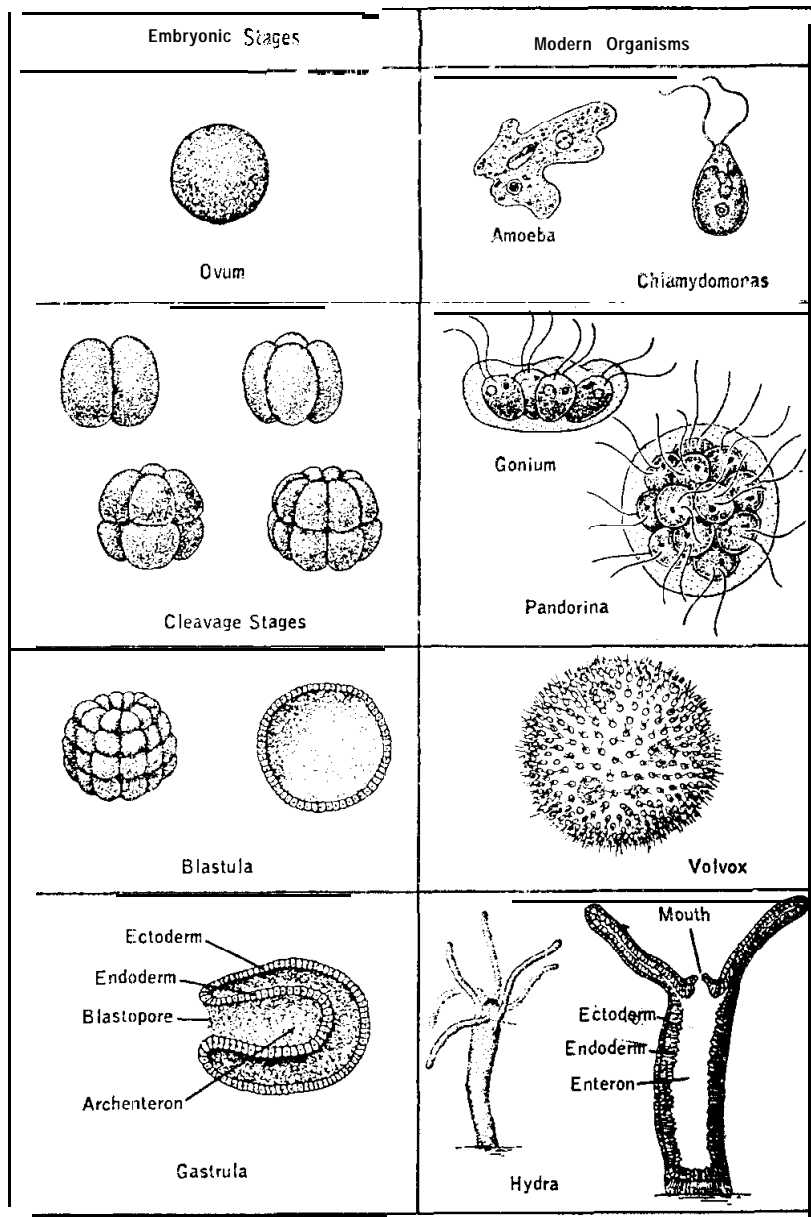
รูปที่ 5.2 เปรียบเทียบการพัฒนาการเจริญเติบโตขั้นต่างๆ ของตัวอ่อนของสัตว์มีกระดูกสันหลังชนิดต่างๆ (29)

**Ernst Haeckel** ชาวเยอรมันให้ข้อคิดเกี่ยวกับ Recapitulation Theory หรือ Biogenetic Law ซึ่งเป็นทฤษฎีที่กล่าวอ้างถึงว่าช่วงชีวิตหนึ่งของสิ่งมีชีวิตในขณะที่มีพัฒนาการจะมีลักษณะรูปร่างเหมือนหรือคล้ายกับรูปร่างลักษณะที่สิ่งมีชีวิตชนิดนั้นเคยเป็นมาก่อนในอดีต และมีวิวัฒนาการมาจากสิ่งนั้น (ontogeny recapitulates phylogeny) ยกตัวอย่างเช่น zygote ของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมซึ่งมีเซลล์เดียวจะมีลักษณะเหมือนสัตว์ชั้นต่ำพวกโปรโตซัว (ดังรูปที่ 5.4) และในขณะที่ zygote ของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมมีการแบ่งตัวถึงขั้น blastula จะมีรูปร่างลักษณะคล้ายกับพวก Volvox ซึ่งอยู่กันเป็น colony เมื่อมาถึงระยะ gastrula ตัวอ่อนเริ่มมีเนื้อเยื่อ 2 ชั้น คือ

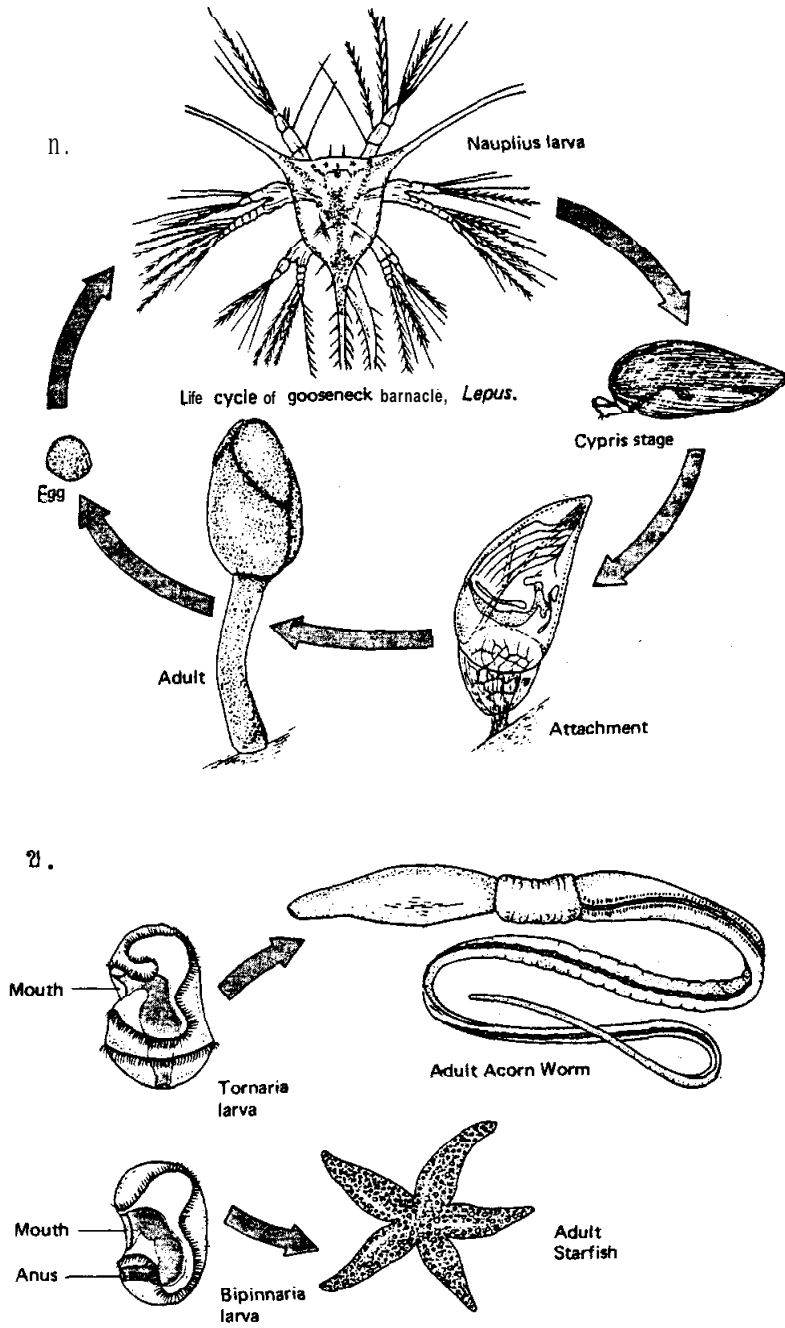


รูปที่ 5.3 แสดงลักษณะที่เป็นตัวอย่างของการพัฒนาการเจริญเติบโตของตัวอ่อนโดยทั่ว ๆ ไป (19)

ชั้นนอกเรียกว่า ectoderm ชั้นในเรียกว่า endoderm ซึ่งมีลักษณะรูปร่างคล้ายสัตว์ชั้นต่ำพวก coelenterate เช่นไฮดรา ปะการัง แมงกระพรุน และดอกไม้ทะเล ต่อมาถึงระยะที่มีเนื้อเยื่อ 3 ชั้น ลักษณะรูปร่างของตัวอ่อนคล้ายกับพวก flatworm (platyhelminth) ตอนเกิด myotome ลักษณะเหมือน annelid ถัดมาเมื่อตัวอ่อนพัฒนาจนถึงขั้นมี dorsal nerve cord (notochord) และ pharyngeal gill slits อันเป็นลักษณะของพวกสัตว์มีกระดูกสันหลังทั้งหลายระยะที่มี gill slits และมี aortic arches 6 อัน ตัวอ่อนมีลักษณะคล้ายปลา ถัดมาระยะที่เริ่มมีระยางค์ตัวอ่อน มีลักษณะคล้ายพวก tetrapods ซึ่งถัดจากระยะนี้จึงจะมีการพัฒนาที่เห็นได้ชัดว่าเป็นลักษณะประจำของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมเริ่มจากมีไตโดยพัฒนาแต่ส่วน metanephros มีถุงน้ำคร่ำ มีกระบังลมที่แยกส่วนนอกและส่วนท้องออกจากกัน มีกระดูกหู 3 ชั้นในหูชั้นกลาง เริ่มมีขน เหล่านี้เป็นต้น



รูปที่ 5.4 เปรียบเทียบการพัฒนาการเจริญเติบโตในขั้นต่างๆ ของสัตว์ชั้นสูง กับลักษณะของสัตว์ชั้นต่ำชนิดต่างๆ (19)



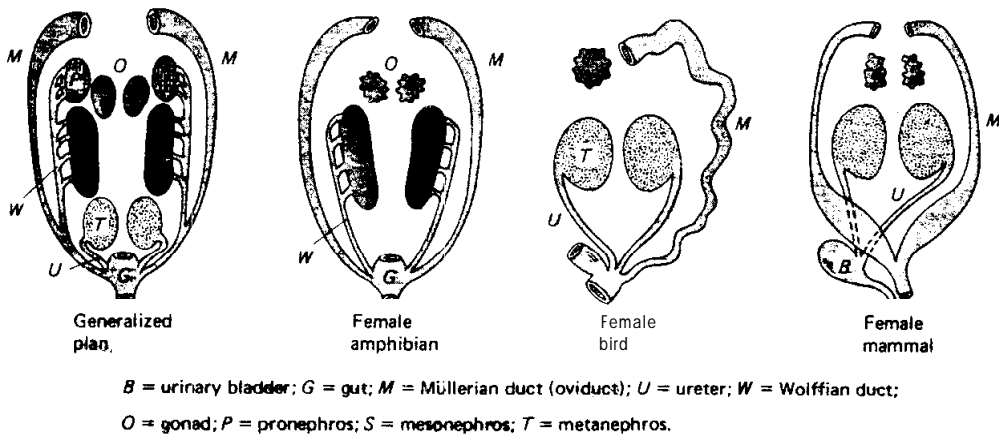
รูปที่ 5.5 (ก) แสดงวงจรชีวิตของ barnacle พวก *Lepus* ซึ่งช่วงหนึ่งของตัวอ่อน (Nauplius larva) มีลักษณะคล้ายพวก crustacean

(ข) ลักษณะที่คล้ายคลึงกันของตัวอ่อนพวก tornaria larva ซึ่งเป็นตัวอ่อนของ Acorn worm (hemichordate) กับ bipinnaria larva ซึ่งเป็นตัวอ่อนของปลาดาว แสดงถึงความสัมพันธ์ในการวิวัฒนาการ (29)

หรือในตัวอ่อนของ barnacles ซึ่งมีชื่อเรียกว่า Nauplius larva มีลักษณะที่คล้ายกับสัตว์พวก crustacean เคลื่อนไหวไปมาได้ แต่เมื่อเป็นตัวแก่จะมีลักษณะที่เปลี่ยนไปคือ เกาะอยู่กับที่ ดังรูปที่ 5.5

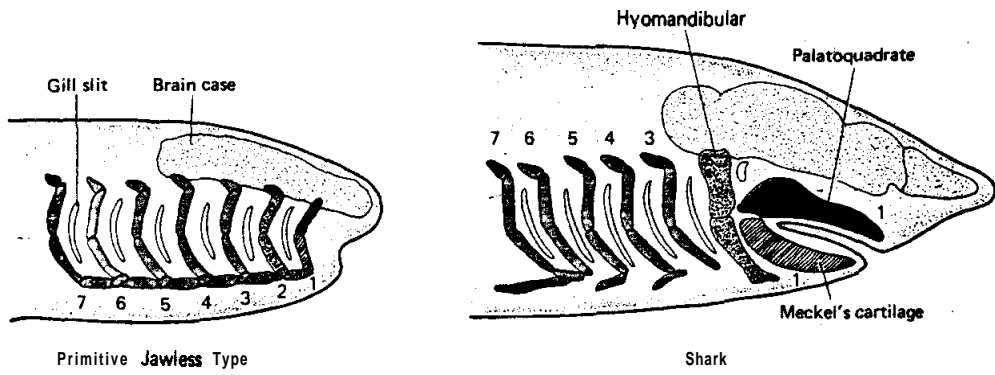
**การเกิดไตของสัตว์มีกระดูกสันหลัง**

การพัฒนาการเจริญเติบโตของไตในสัตว์มีกระดูกสันหลังชั้นต่ำเช่นพวก Lamprey เริ่มจากมีแต่ส่วนของ pronephros เท่านั้นที่ทำหน้าที่รับของเสียจากส่วน body cavity (coelum) แล้วผ่านทาง pronephric ducts ออกสู่ภายนอก แต่ในสัตว์ชั้นสูงถัดมาเช่นปลาและสัตว์ครึ่งบกครึ่งน้ำ จะมีไตที่พัฒนามาจากส่วน pronephros และ mesonephros ทำหน้าที่รับของเสียจากเลือดโดยมีส่วนของ wolfian duct นำออกสู่ภายนอก (ดังรูปที่ 5.6) แต่เมื่อเป็นตัวแก่ทั้งปลาและสัตว์ครึ่งบกครึ่งน้ำจะเหลือไตที่เป็นส่วนของ mesonephros เท่านั้น แต่ในสัตว์พวก amniotes เช่น สัตว์เลี้ยงลูกน นก และสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม ไตส่วน mesonephros จะทำงานตอนเป็นตัวอ่อนเมื่อเป็นตัวแก่จะมีการพัฒนาไตส่วน metanephros มาใช้ อันนี้ชี้ให้เห็นถึงการมีวิวัฒนาการเป็นขั้นตอนของการเกิดไตตั้งแต่ในตัวอ่อนจนถึงตัวแก่

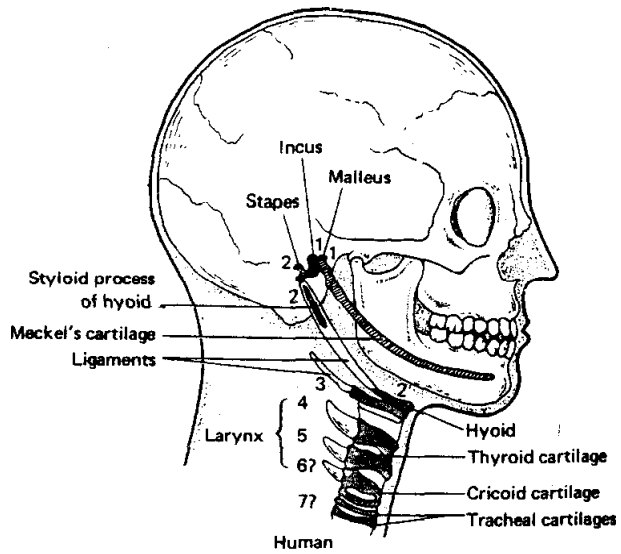


รูปที่ 5.6 แผนภาพแสดงระบบขับถ่ายและสืบพันธุ์เพศเมียของสัตว์มีกระดูกสันหลังชนิดต่าง ๆ (29)





- Gill arch 1 (upper jaw of shark, palatoquadrate)
- Gill arch 2 (lower jaw of shark, Meckel's cartilage)
- Gill arch 3 (hyomandibular of shark; hyoid)
- Gill arches 3-7



รูปที่ 5:8 แสดงวิวัฒนาการของ gill arch ในสัตว์มีกระดูกสันหลัง (29)

## บทบทวน

### หลักฐานทางคัพภวิทยา

- ในสัตว์ต่างชนิดกัน ในระยะที่ตัวอ่อนเพิ่งได้รับการผสมใหม่ ๆ จนถึงระยะต่าง ๆ ของการพัฒนาการของตัวอ่อนของสัตว์แต่ละชนิดจะมีลักษณะคล้ายคลึงกัน แล้วจึงค่อย ๆ มีพัฒนาการในการเจริญเติบโตห่างจากกันออกไป ในระยะหลังเพื่อเหมือนกับตัวพ่อแม่ ซึ่งทำให้ได้ข้อคิดที่ว่าสัตว์เหล่านี้ต่างก็เคยมีบรรพบุรุษร่วมกันมาก่อน

### Recapitulation Theory หรือ Biogenetic Law

- ทฤษฎีที่อ้างถึงว่าช่วงชีวิตหนึ่งของสิ่งมีชีวิตในขณะที่มีพัฒนาการจะมีลักษณะรูปร่างเหมือนหรือคล้ายกับรูปร่างลักษณะที่สิ่งมีชีวิตชนิดนั้นเคยเป็นมาก่อนในอดีตและมีวิวัฒนาการมาจากสิ่งนั้น

### การเกิดไตของสัตว์มีกระดูกสันหลัง

- ในสัตว์มีกระดูกสันหลังชั้นต่ำ ไตมีแต่ส่วน pronephros
- ปลาและสัตว์ครึ่งบกครึ่งน้ำในตัวอ่อนไตเป็นส่วนหนึ่งของ pronephros และ mesonephros เมื่อโตเต็มวัยเหลือแต่ไตที่เป็นส่วนของ mesonephros เท่านั้น
- สัตว์เลื้อยคลาน นก และสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม มีไต ส่วน mesonephros ตอนเป็นตัวอ่อน เมื่อโตเต็มวัยเหลือแต่ไตส่วน metanephros ที่ใช้งานอยู่

### การเกิด aortic arch

- สัตว์มีกระดูกสันหลังส่วนใหญ่มี aortic arch ที่แยกแขนง 6 คู่ และจะเริ่มวิวัฒนาการไปแตกต่างกันในสัตว์แต่ละชนิด การเกิด aortic arch เป็นตัวอย่างหนึ่งที่ชี้ให้เห็นว่าสัตว์มีกระดูกสันหลังมีวิวัฒนาการเริ่มต้นจากการที่มีบรรพบุรุษร่วมกันมาก่อน

## คำถามท้ายบท

1. ทำไมไข่ (ovum) ในมนุษย์จึงมีขนาดเล็กกว่าของปลาฉลาม
2. จงอธิบายและยกตัวอย่างของ Recapitulation Theory
3. จงเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของ aortic arch ในสัตว์แต่ละชนิด