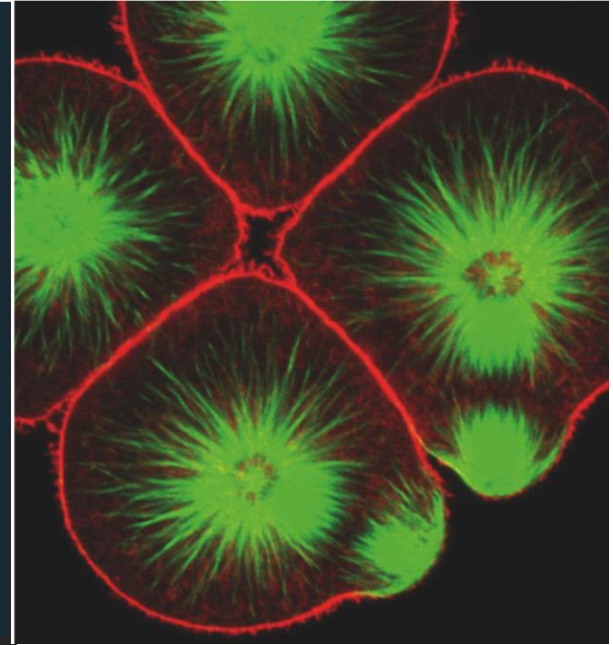
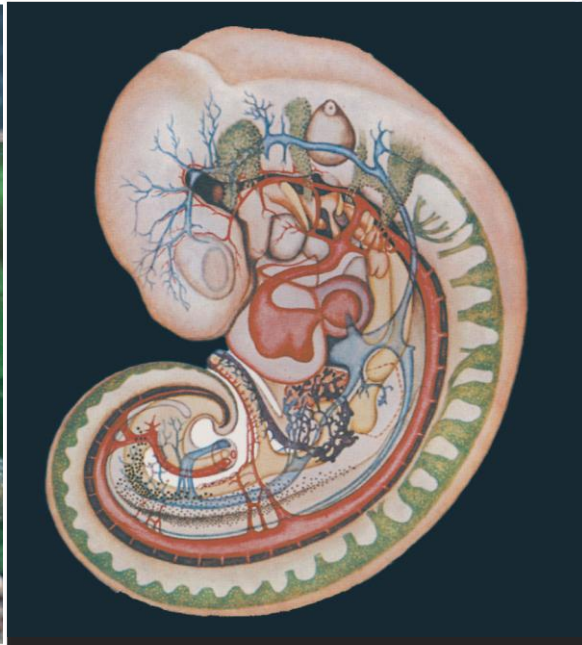


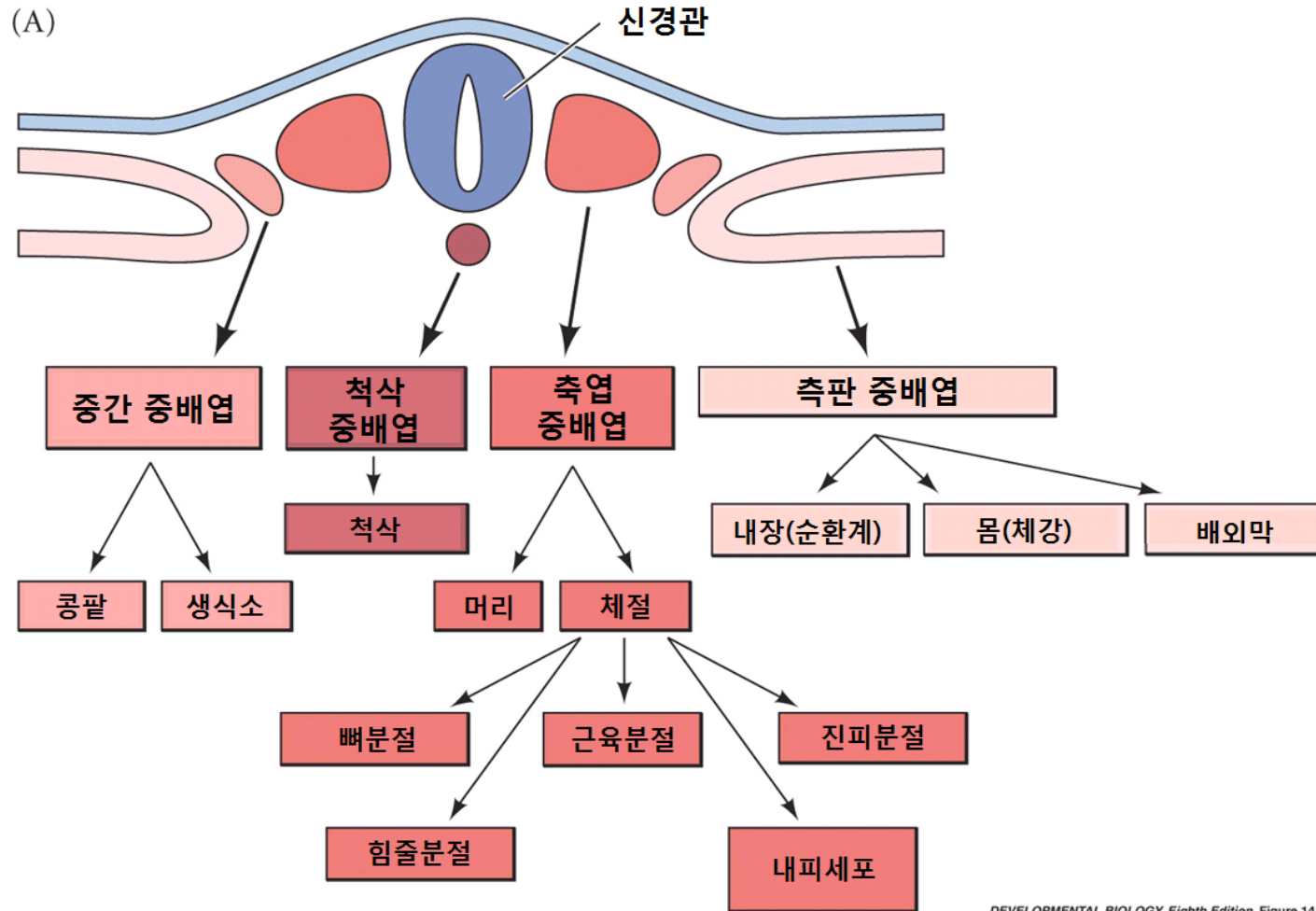
137억년 우주의 진화

제13강 발생학



박문호 박사님의 <137억년 우주의 진화> 제13강 내용을 요약 정리한 것입니다. 강의는 후스유전자와 발생학에 대해 이루어 졌으나 후스유전자 부분은 '제12강 요약정리'의 내용과 상당부분 중복이 되므로 복습을 위해서는 12강 내용을 참조하시기 바랍니다. 여기서는 발생학 부분에 대해서만 초점을 맞춰서 정리를 하도록 하겠습니다.

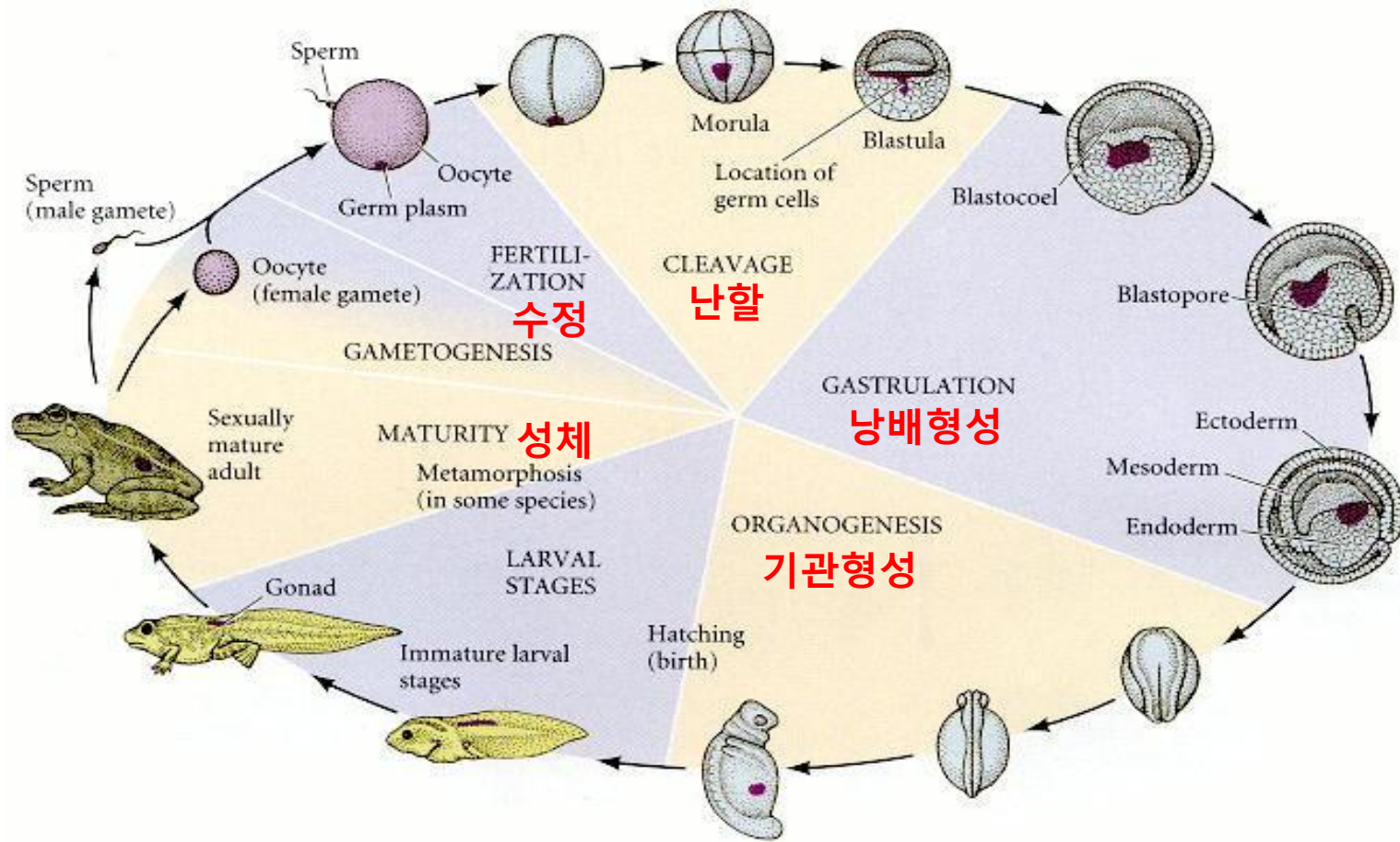
핵심기억-#27 : 척추동물 중배엽의 발달



DEVELOPMENTAL BIOLOGY, Eighth Edition, Figure 14.1 (Part 1) © 2006 Sinauer Associates, Inc.

척추동물 난배기의 중배엽은 외배엽의 벽과 내배엽의 사이의 조직을 말합니다. 중배엽은 중간중배엽, 척삭중배엽, 축엽중배엽, 측판중배엽의 네개로 나뉘며 다시 그림과 같이 여러 신체기관을 발생시키게 되는데 이들 계보를 꼭 기억하시기 바랍니다.

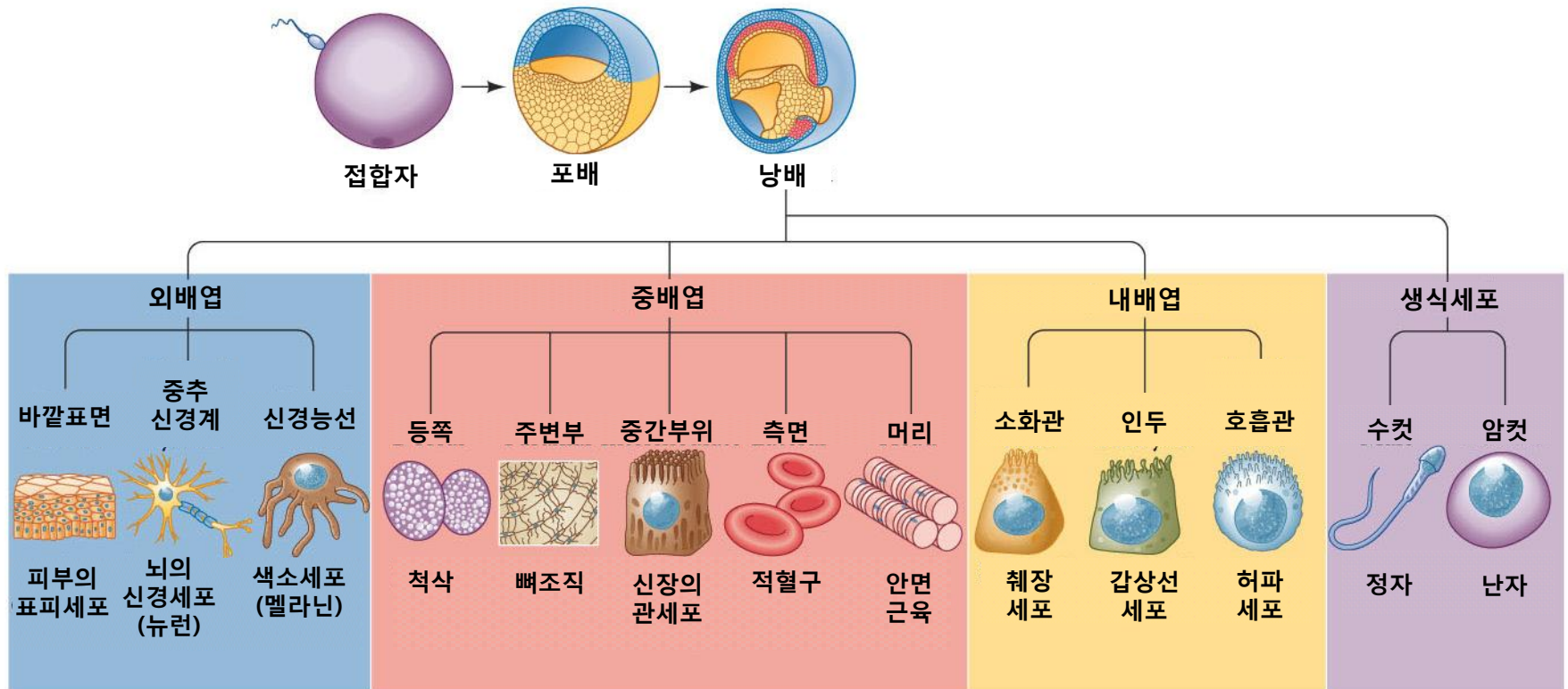
먼저 동물의 발생 과정을 살펴 보겠습니다.



동물의 발생은 수정→난할→포배기→낭배기→기관형성→성체의 과정을 거치게 되는데, 난할은 수정란이 세포분열로 2개, 4개, 8개 식으로 세포의 수를 증가시키고 할구들은 점점 작아지는 것을 말하며, 늘어난 세포들이 표면으로 정렬되어 안쪽에 난할강이라는 공간이 생기는 것을 포배기, 포배의 일부분이 난할강으로 함입되어 외배엽과 내배엽 등으로 구분되어 낭배를 형성하게 되는 것을 낭배기라고 합니다.

난배기의 세 배엽과 세포의 발생

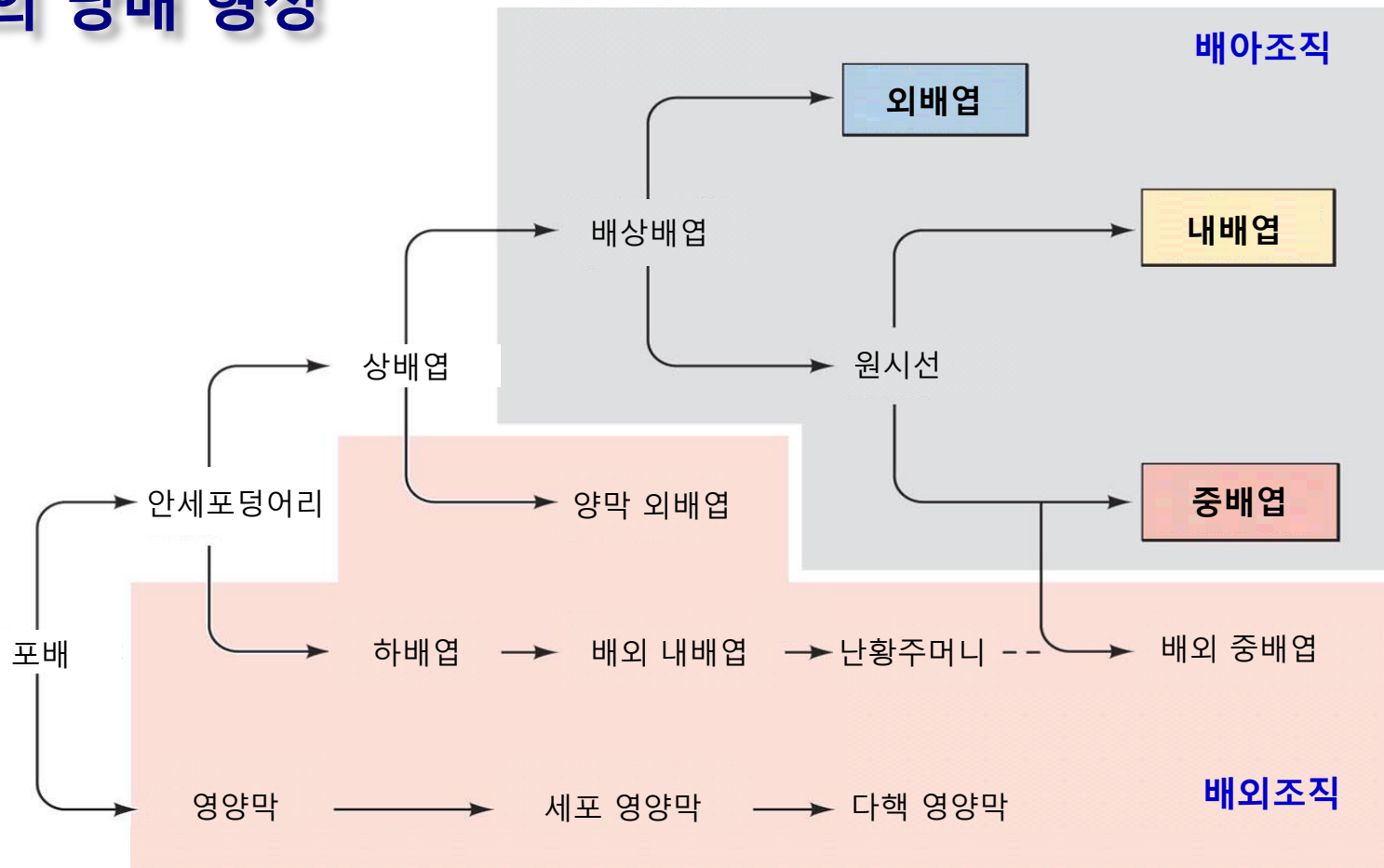
난배 형성기의 배아조직은 세 종류가 있는데 **외배엽(Ectoderm)**은 배아의 바깥층으로 피부 및 뇌와 신경계를 만들고, **내배엽(Endoderm)**은 배엽의 중간의 세포들로 허파와 소화기관 및 배설계를, **중배엽(Mesoderm)**은 외배엽과 내배엽의 사이에 위치한 조직으로 혈액, 심장, 콩팥, 생식소, 근육 및 연결조직 등을 발생시킵니다.



DEVELOPMENTAL BIOLOGY, Eighth Edition, Figure 14.1 (Part 1) © 2006 Sinauer Associates, Inc.

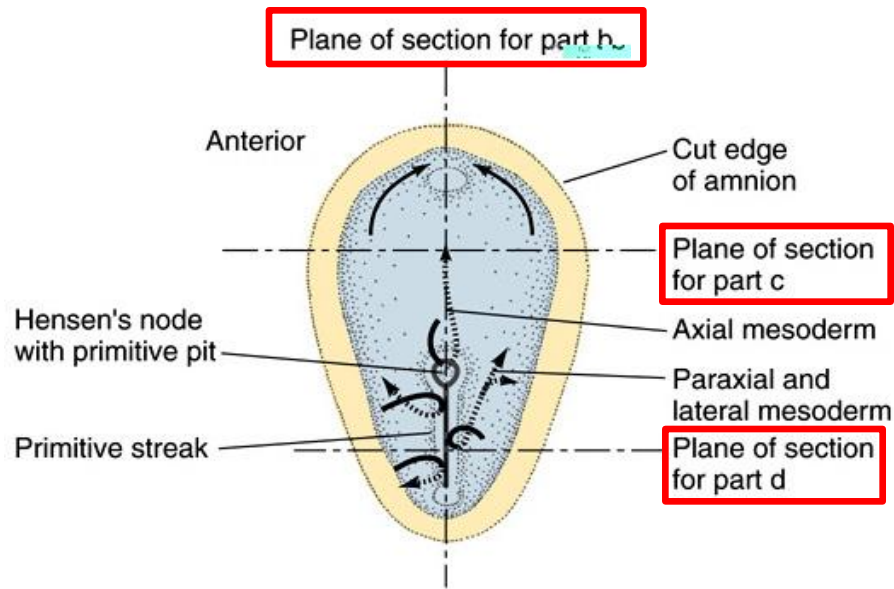
오늘은 세 종류의 배엽과 그로부터 발생하는 여러 세포 및 조직에 대해 알아보겠습니다.

동물의 난배 형성

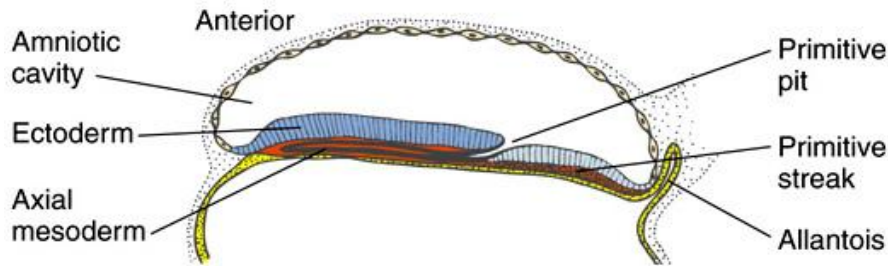


DEVELOPMENTAL BIOLOGY, Seventh Edition, Figure 11.31 Sinauer Associates, Inc.
© 2003 All rights reserved.

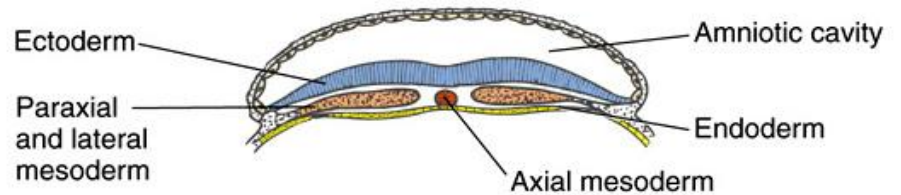
포유동물의 배아에서 배아조직의 발생과정을 보여주는 모식도입니다. 포배에서 발달한 안세포 덩어리에서 일어나는 세포 분리로 인하여 상배엽과 하배엽의 2개 층으로 이뤄진 두겹배아판이 형성되고, 하배엽은 배외내배엽을 거쳐 난황주머니로, 상배엽은 배상배엽과 양막강을 만드는 외배엽으로 발달하게 되며, 배상배엽은 3배엽을 발생시킵니다.



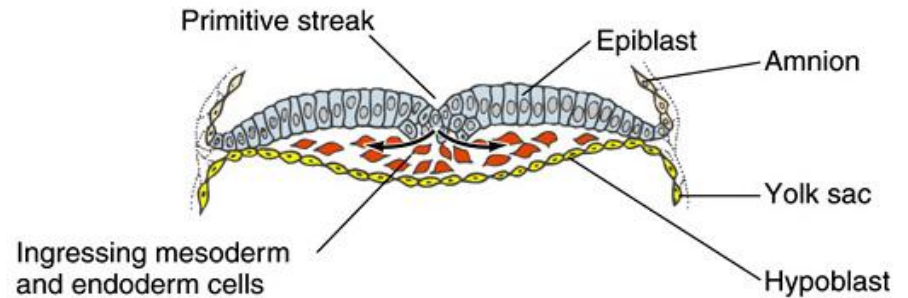
(a)



(b)

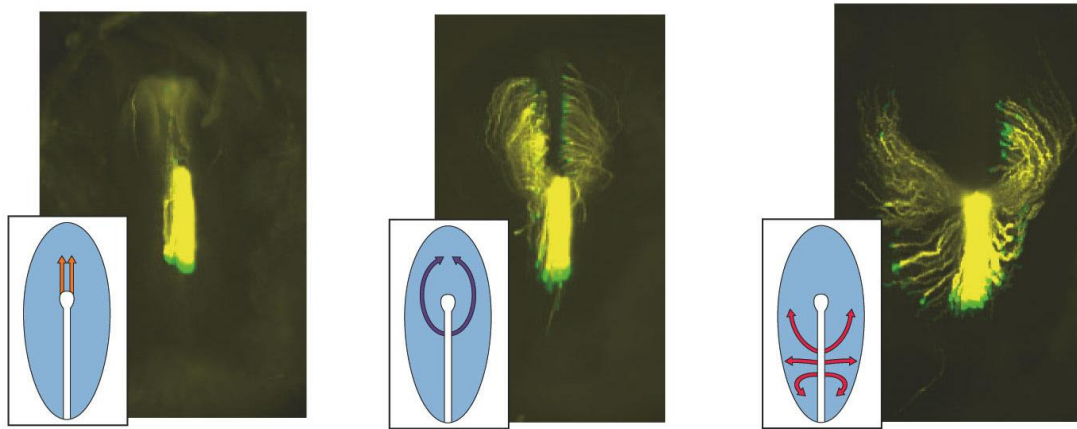


(c)



(d)

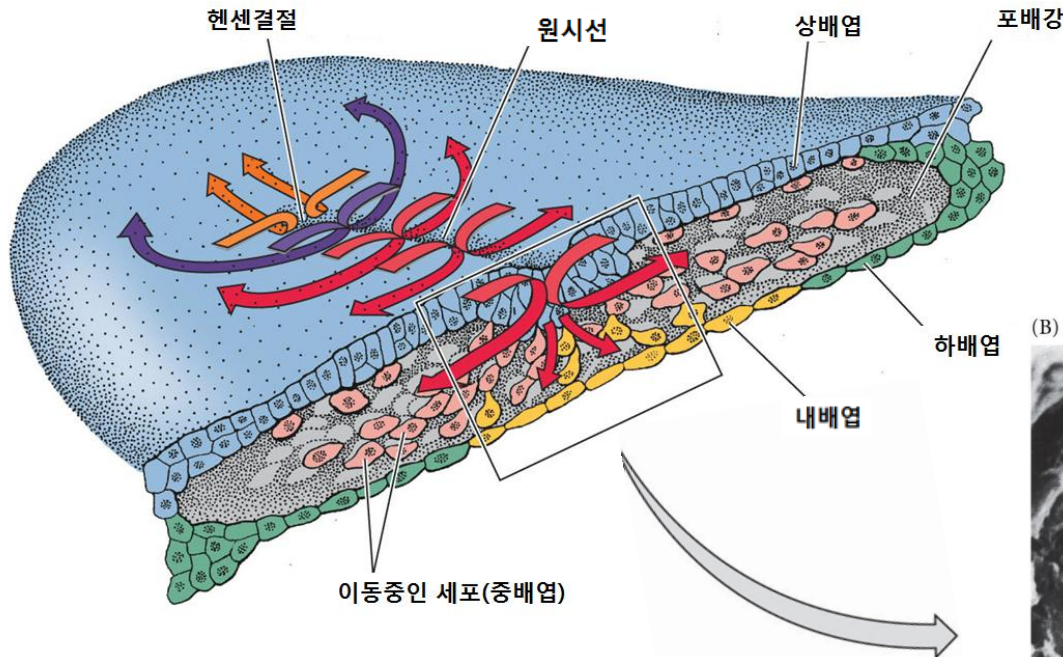
원시선이 발생하고 세포 이동 중인 배아판의 여러 부분을 잘라서 본 단면도입니다. 낭배의 외피인 상배엽(Epiblast)이 원시선으로 말려들어가서 간층조직으로 되었다가 몸의 체통안에 채워지는 많은 기관들을 만들게 되는 것입니다.



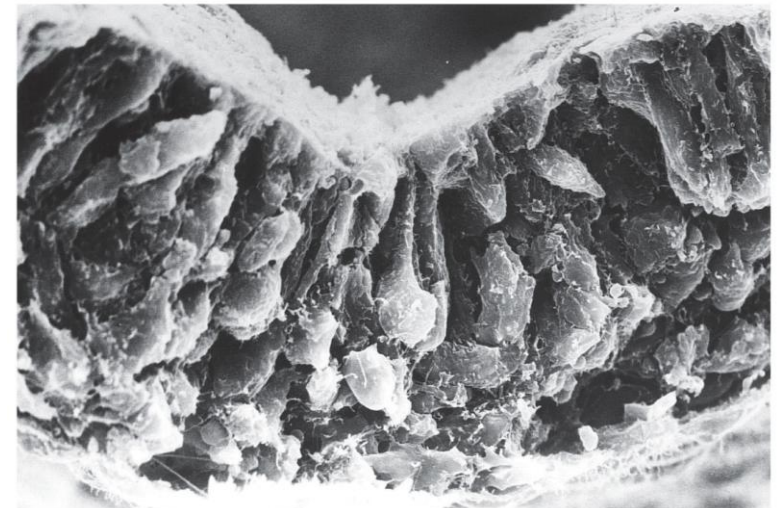
낭배형성중인 닭 배아의 입체그림입니다. 원시선과 이동중인 세포들 그리고 배반엽의 두 층관계를 명확하게 보여줍니다.

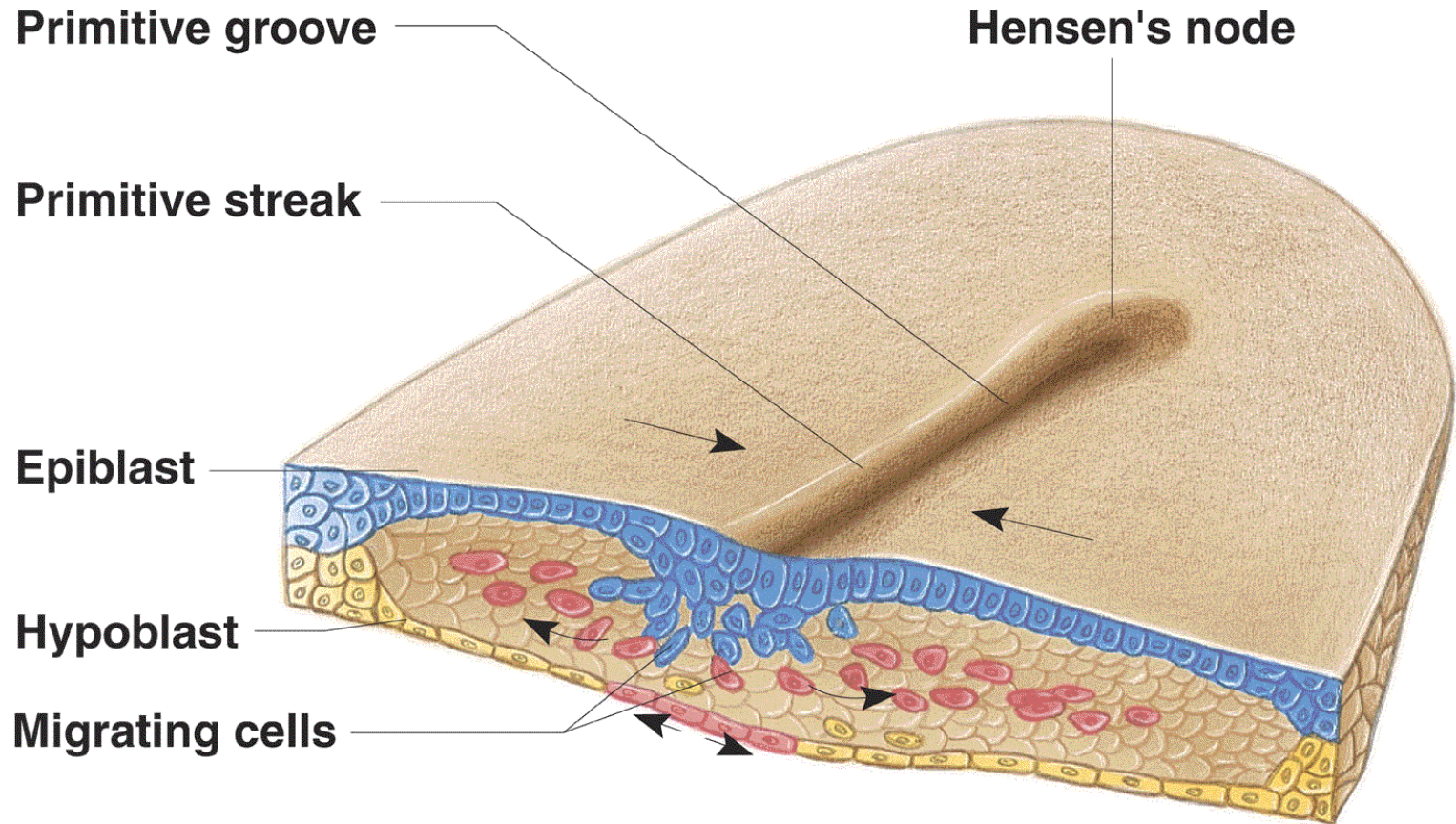
헨센결절을 통해 들어간 세포는 앞쪽으로 이동하여 초기 척삭판과 척삭을 형성하고, 그 다음 앞쪽에서 들어간 세포는 측면으로 이동하고 정중선으로 모여들어 척삭과 체절을 만듭니다.

원시선의 중간부위로 들어간 세포는 중간중배엽과 측판중배엽이 되고, 보다 뒤쪽에서 들어간 세포는 배외중배엽이 됩니다.



(B)

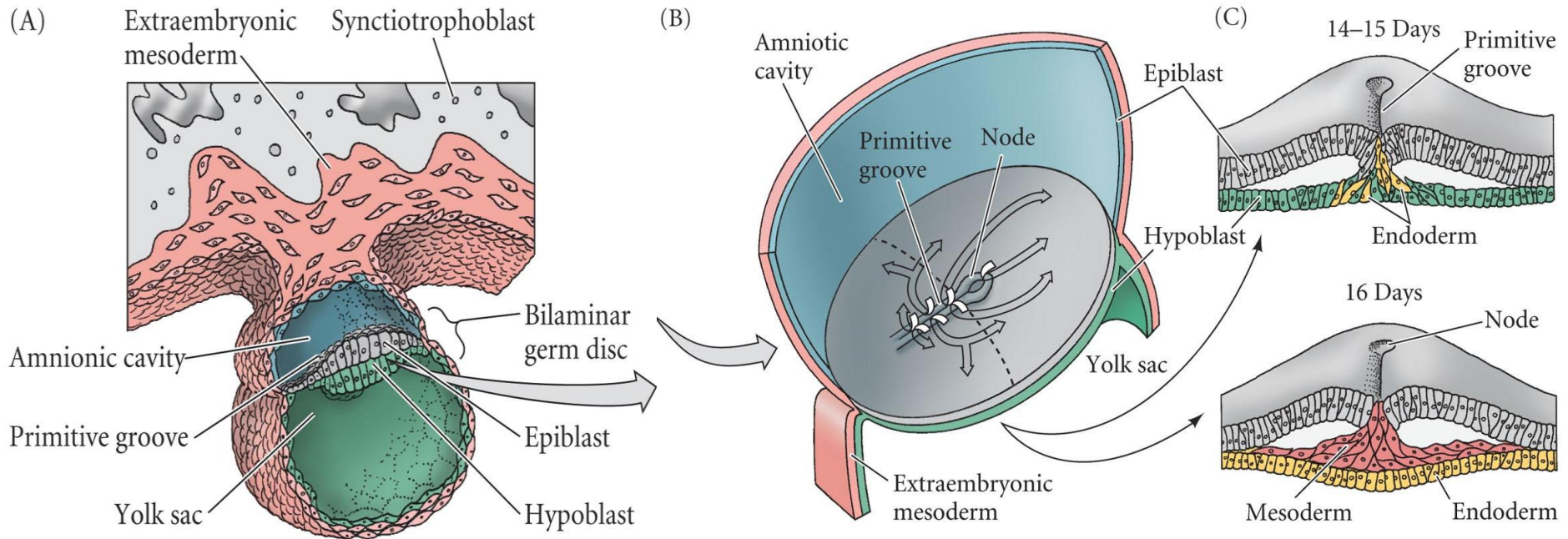




COPYRIGHT © 2002 Thomson Learning, Inc. Thomson Learning™ is a trademark used herein under license.

원시선과 헨센결절의 생성, 그리고 상피세포의 유입과 이동을 보여주는 그림입니다.

Amnion structure and cell movements during human gastrulation (사람 양막의 구조와 낭배형성중의 세포 이동)



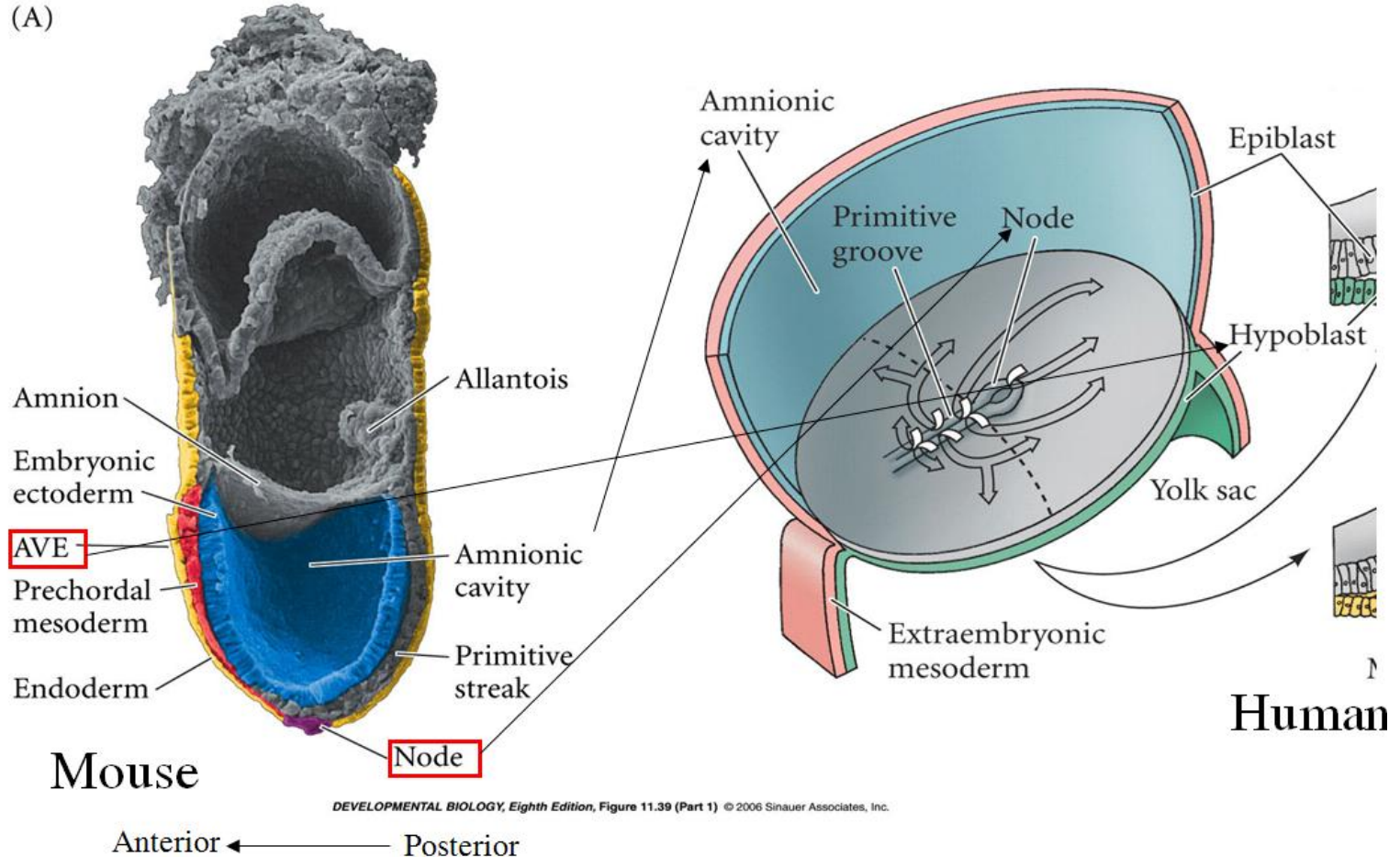
DEVELOPMENTAL BIOLOGY, Seventh Edition, Figure 11.33 (Part 1) © 2003

DEVELOPMENTAL BIOLOGY, Seventh Edition, Figure 11.33 (Part 2) Sinauer Associates, Inc. © 2003 All rights reserved.

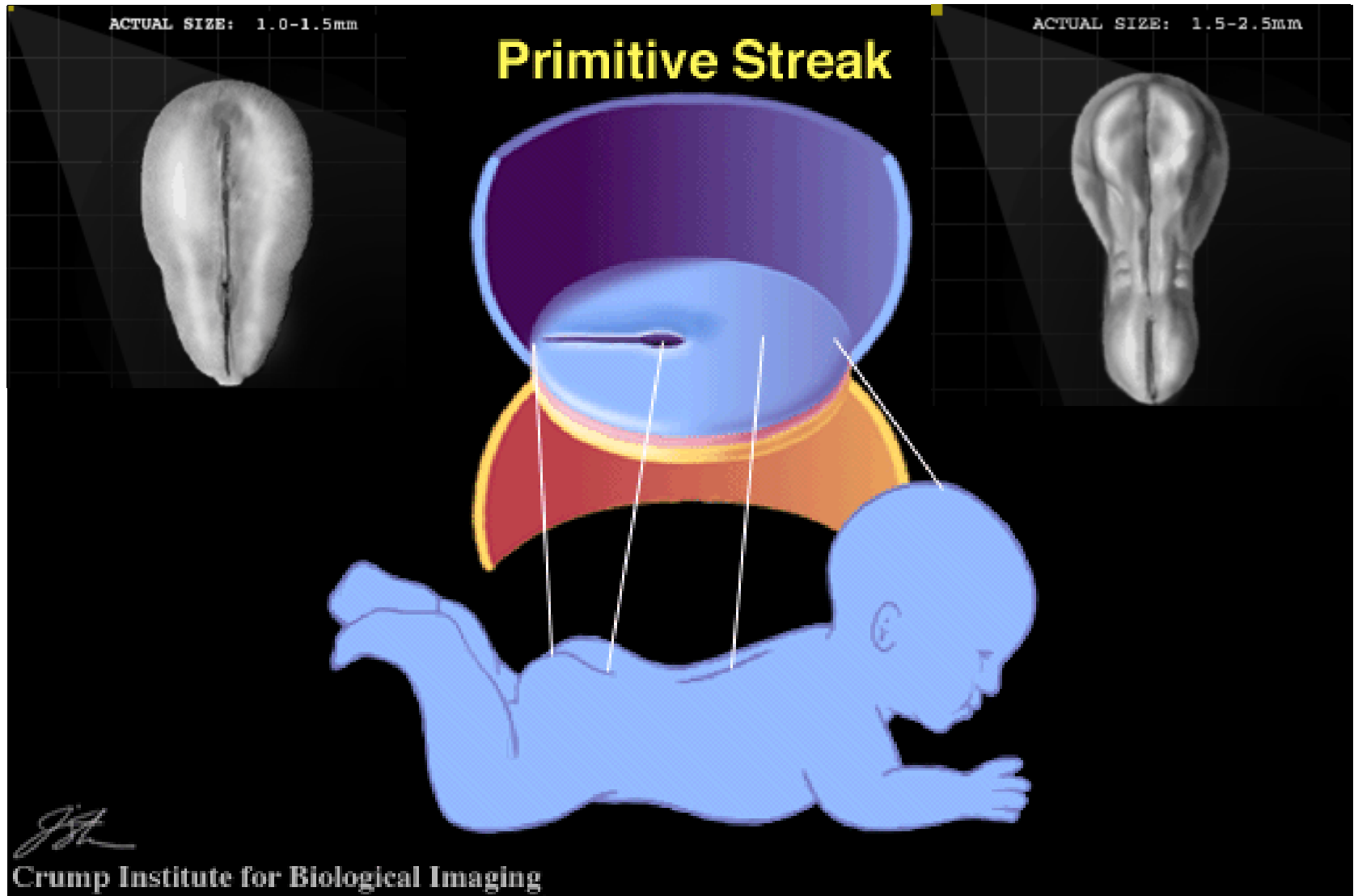
임신 15일째에 자궁에 연결된 사람의 배아 모습입니다. 발생에서 가장 핵심적인 내용은 낭배형성시에 두겹의 배아판에 의해 상배엽과 하배엽이 나누어 지면서 원시선이 생기는 현상입니다. (C)는 원시선의 단면을 본 것인데, 원시선의 구를 통해 상배엽의 상피 세포들이 유입되어 양쪽으로 이동을 하여 내배엽과 중배엽을 형성하는 것을 볼 수 있습니다.

Axis and notochord formation in the mouse (쥐의 축과 척삭의 형성)

(A)



쥐의 배아에서 앞-뒷축과 척삭이 형성되는 그림입니다. 쥐의 상배엽은 컵모양으로 접시모양인 인간의 상배엽과는 다른데, 상배엽의 등쪽면(외배엽)은 양막강과 접하고 있으며 배쪽면은 새로 형성된 중배엽과 접해 있습니다. 이 컵 같은 구조에서 내배엽은 컵의 바깥인 배아의 표면을 덮게 됩니다.



배아판의 원시선과 사람의 태아가 생성되는 각 부분을 매핑한 그림입니다.
아래의 노란색 부분은 난황으로서 배아판에 비해 굉장히 큰 영역이됩니다.

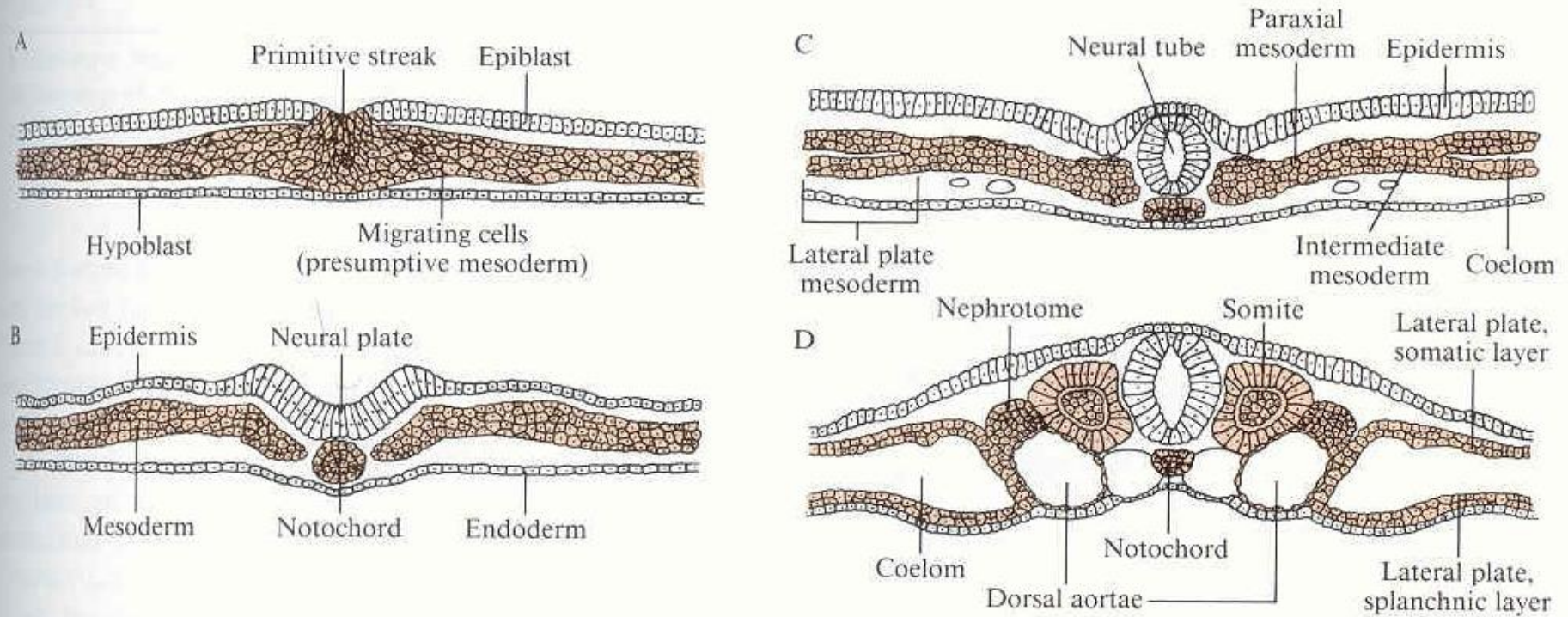


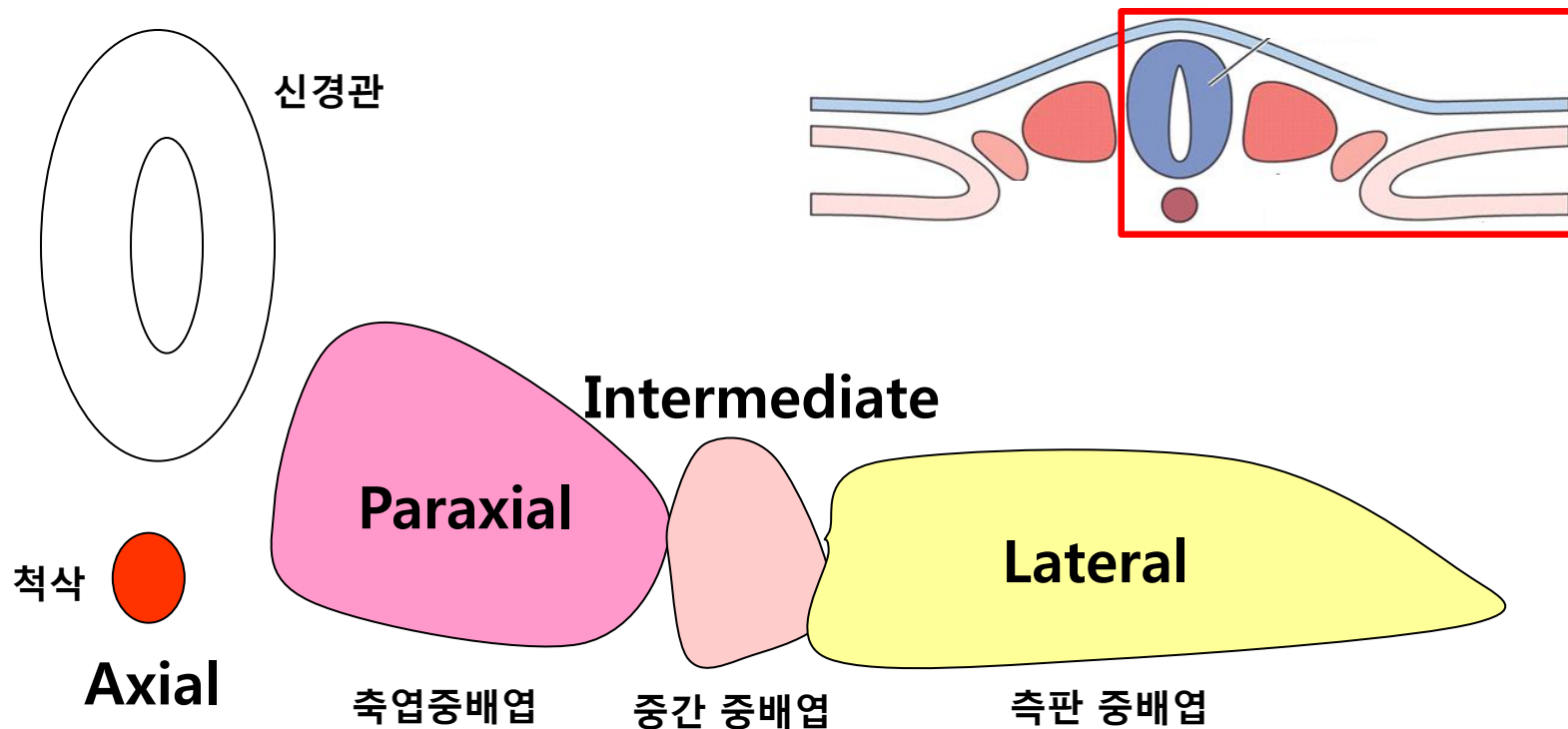
Figure 8.2

난배가 형성되는 과정 동안의 각 배엽의 발생을 보여주는 배아 단면의 그림입니다.

- A. 원시선으로 상피세포들이 밀려들어와 양쪽으로 이동하여 퍼짐
- B. 중앙의 단단한 부위가 뭉쳐서 척삭이 되고 간층의 세포들은 중배엽으로 발달
- C. 이동하는 세포가 두 갈래로 갈라져서 측판중배엽이 되고 체강으로 발달
- D. 신경관을 중심으로 축엽중배엽, 척삭, 중간중배엽, 측판중배엽이 생성된 모습

중배엽의 발생

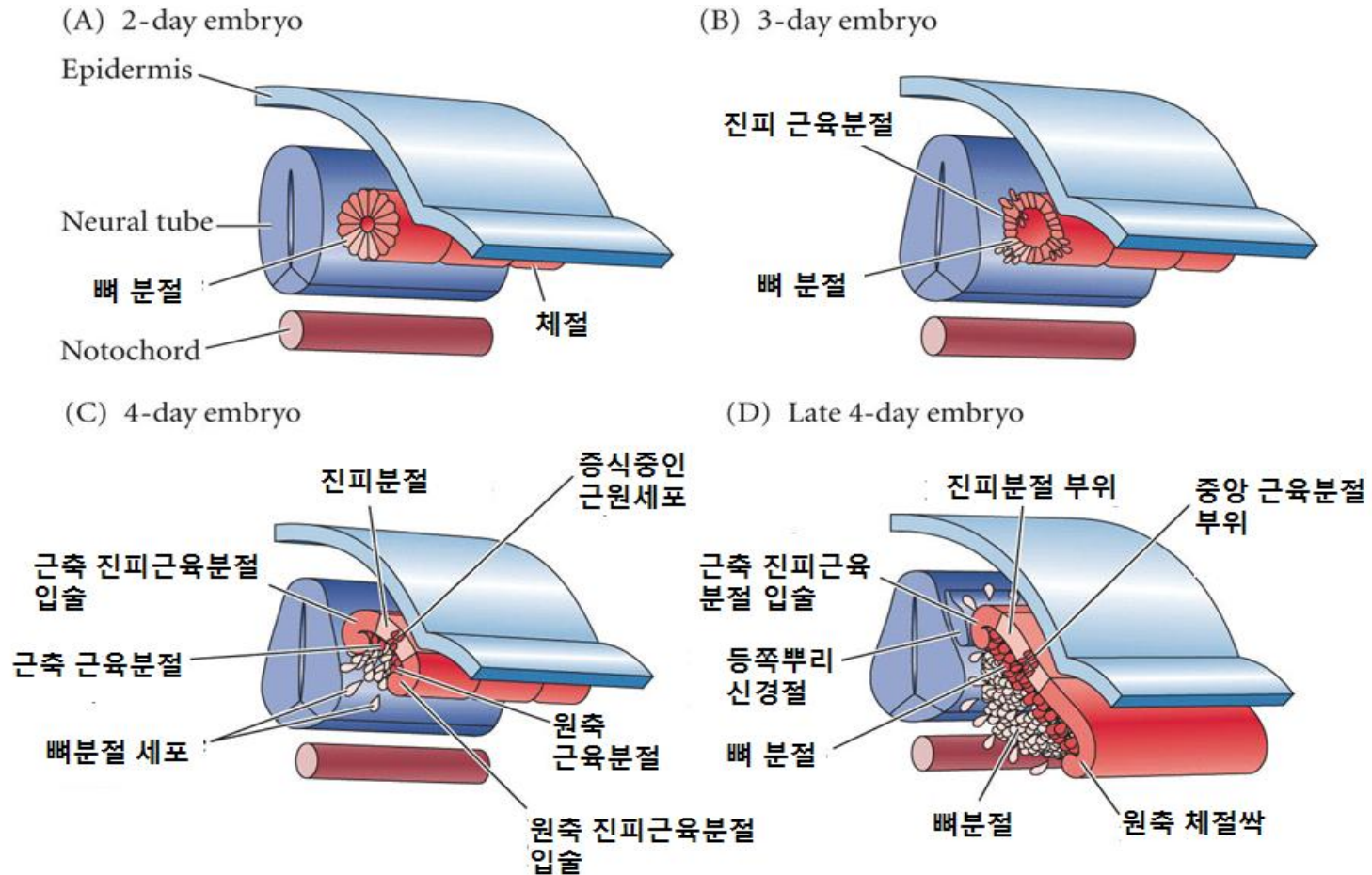
Mesoderm at the neurula stage



중배엽의 발생을 확대한 그림입니다. 중배엽의 발생과정의 한쪽면을 나타낸 것으로 좌측부터 신경관과 척삭, 축엽중배엽, 중간중배엽, 측판중배엽이 순서대로 보입니다.

축엽중배엽 : 체절과 그 파생조직

Diagram of a transverse section through the trunk of a chick embryo on days



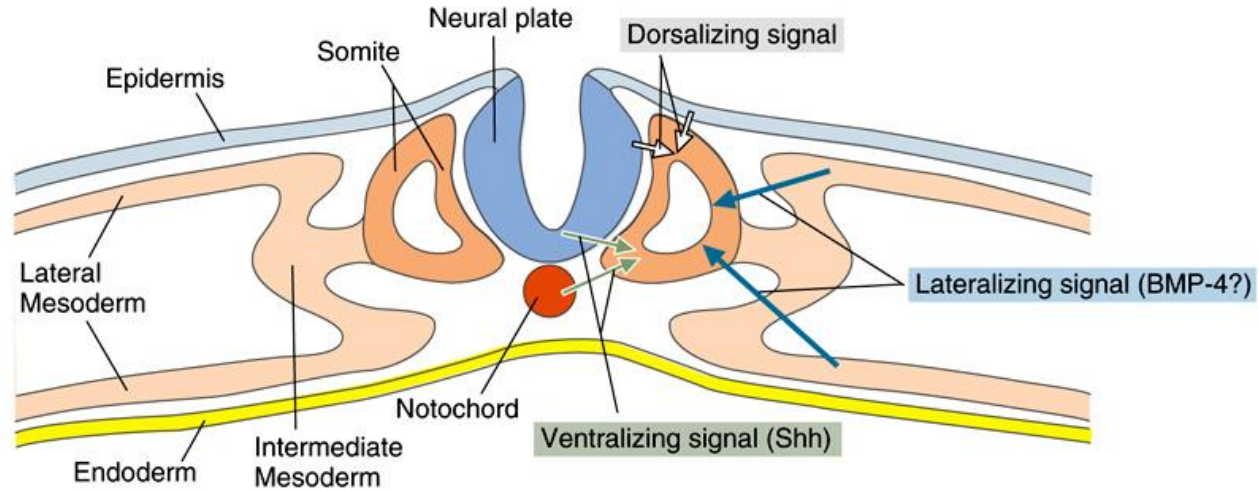
신경관 양측의 축엽중배엽은 체절이라 부르는 세포덩어리로 나누어집니다. 성숙한 체절은 뼈분절, 근육분절, 진피분절의 3개 구획으로 나뉘는데 이들은 다시 등뼈와 갈비뼈의 연골조직, 갈비뼈, 팔다리, 복부벽, 등, 허의 근육, 힘줄, 등쪽 피부의 진피 대동맥과 혈관을 연결하는 혈관세포 등 여러 파생조직으로 분화되어 집니다.

(체질의 형태화에서 주요한 상호작용의 모델)

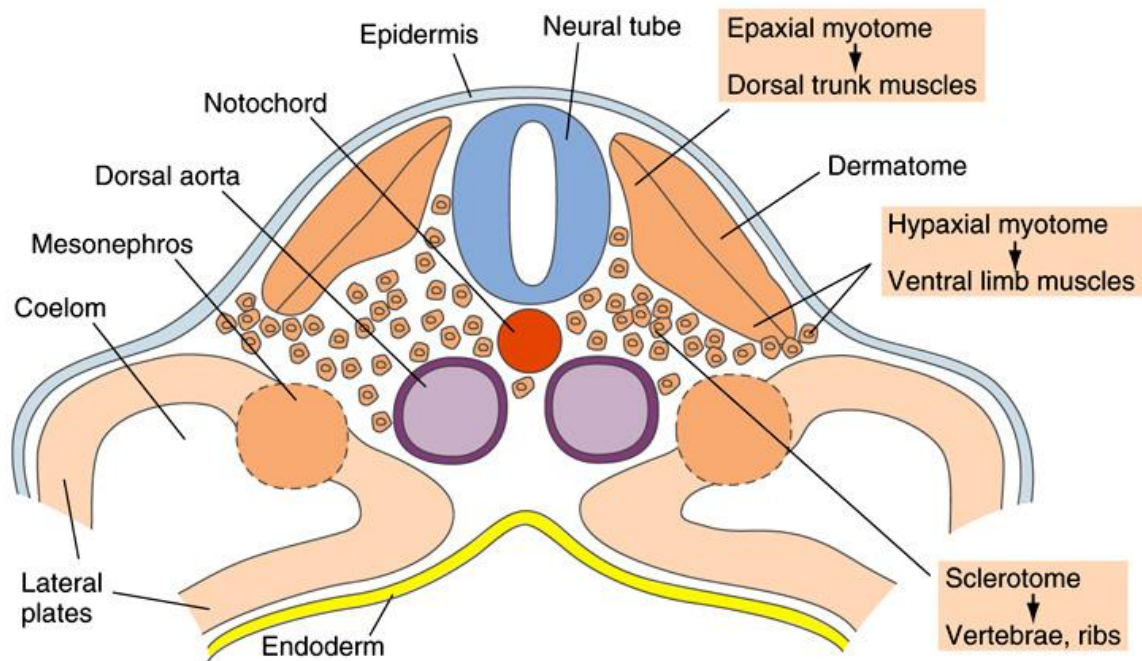


등쪽신경관의 BMP4는 Wnt(Wnt1,Wnt3a..)들의 조합을 유도합니다. Wnt 단백질은 척삭과 바닥판에서 분비되는 저농도의 Shh(Sonic hedgehog)와 함께 근육발생 전사인자인 Myf5를 합성하는 근축 근육분절을 유도하게 되며, 고농도의 Shh는 뼈분절이 될 운명을 가진 세포에서 Pax1의 발현을 유도합니다. 등쪽신경관에 분비되는 NT3는 진피분절을 유도하며 반면에 상피에서 합성된 Wnt단백질은 측판중배엽의 BMP4와 Fgf5와 함께 작용하여 원축 근육 분절을 유도하는 것으로 추정됩니다.

Signals for somite differentiation



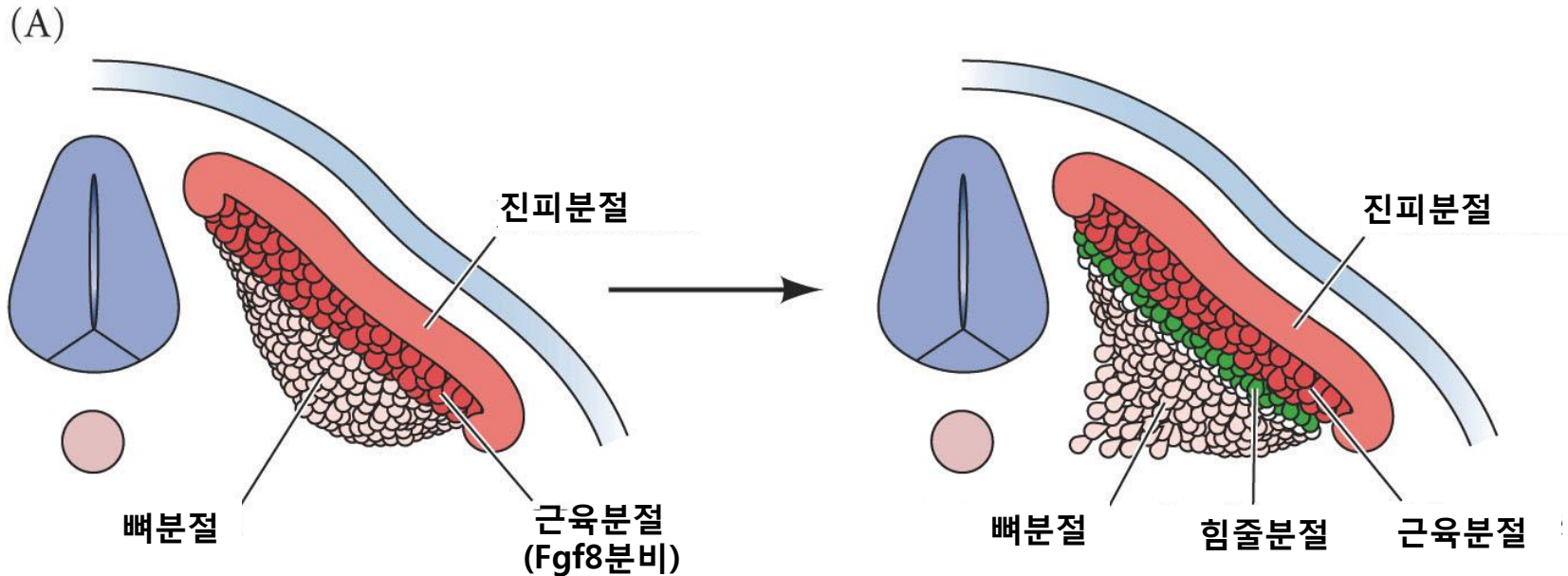
(a)



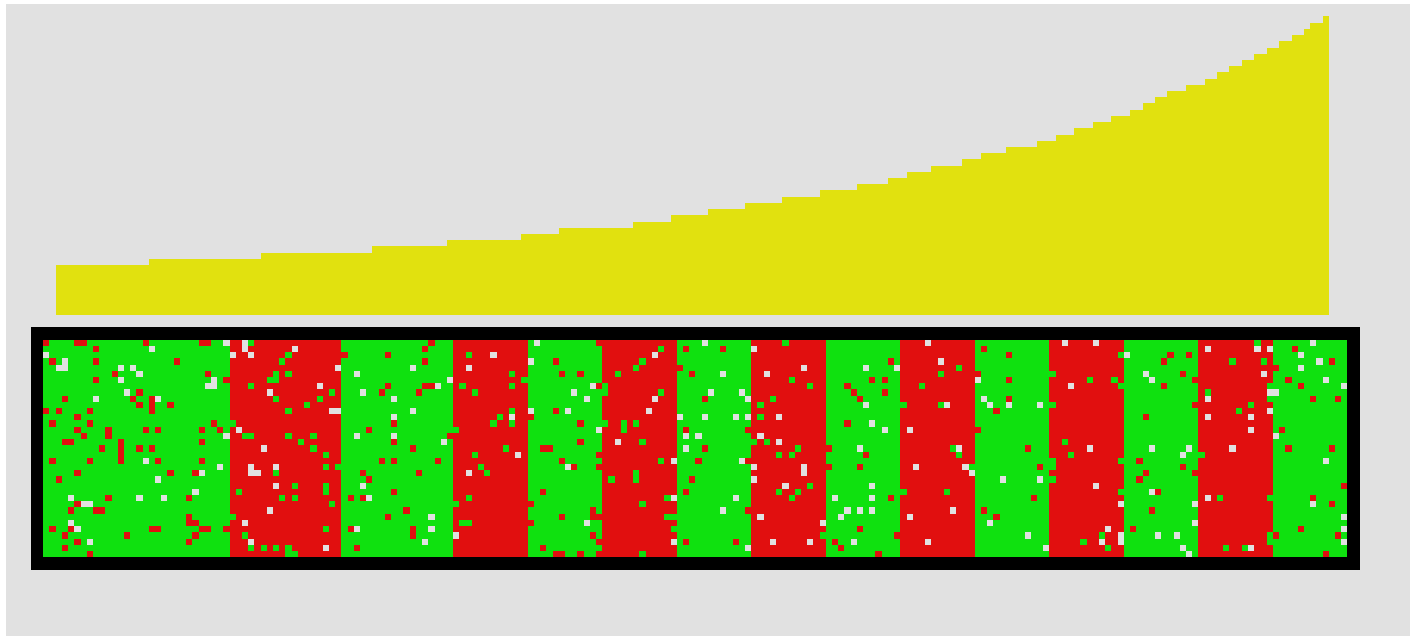
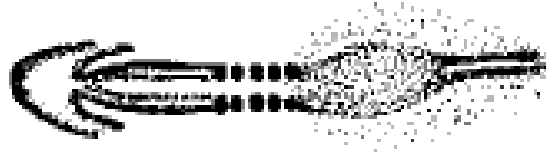
(b)

힘줄분절의 발생

Induction of scleraxis in the chick sclerotome by Fgf8 from the myotome
(닭 배아 근육분절의 Fgf8에 의한 뼈분절의 scleraxis 유전자의 발현 유도)



힘줄분절은 근육분절이 Fgf8을 뼈분절의 바로 인접한 세포층 위에 분비함으로써 형성됩니다.

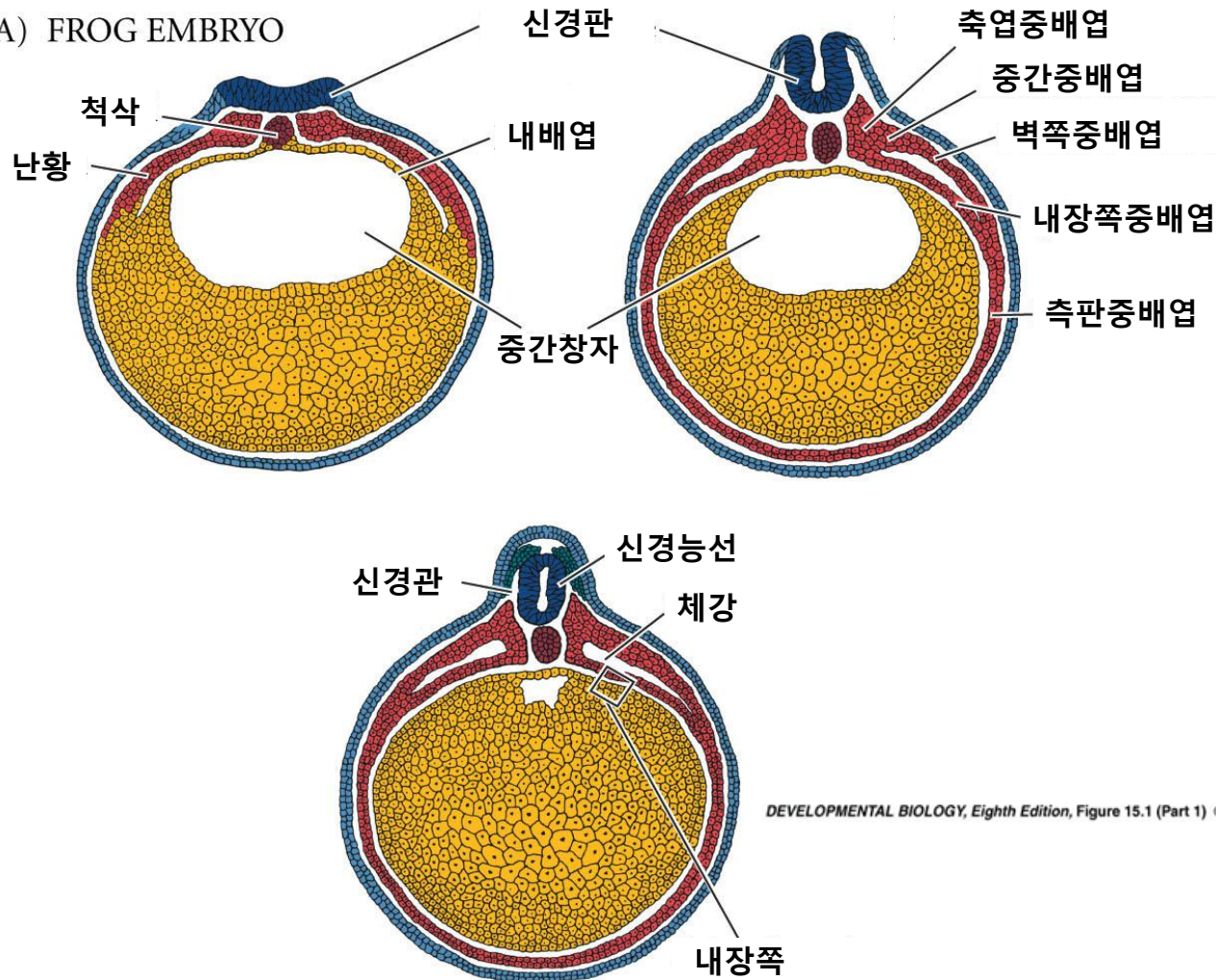


체절이 만들어지는 과정을 나타낸 그림입니다. 위쪽에 보이는 한 마디의 체절을 만들기 위해서는 아래 그림과 같이 단백질의 발현이 하나의 패턴을 이루어 파도가 밀려오듯 덩어리가 쌓이면서 체절을 형성하게 되는데, 쥐 같은 경우에 하나의 체절을 만드는데 약 90여분이 소요된다고 합니다.

측판중배엽의 발생

Mesodermal development in frog embryo

(A) FROG EMBRYO



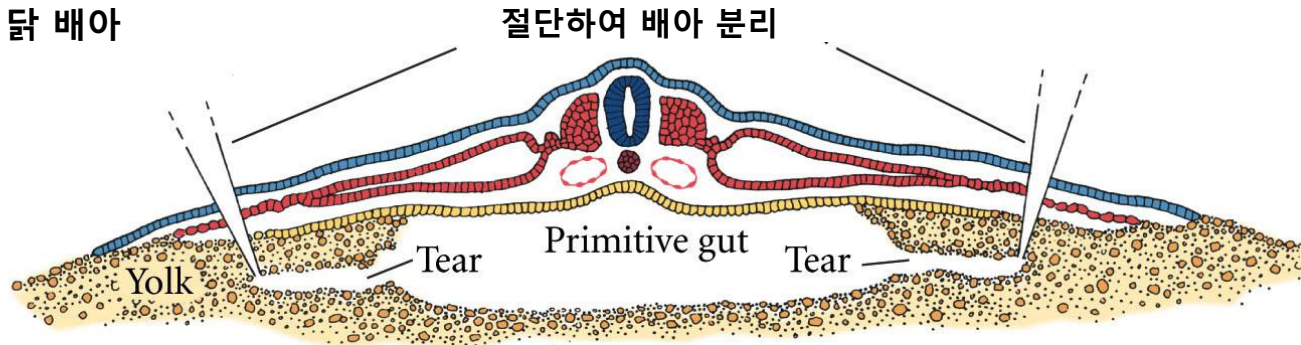
DEVELOPMENTAL BIOLOGY, Eighth Edition, Figure 15.1 (Part 1) © 2006 Sinauer Associates, Inc.

개구리 배아의 중배엽 발생을 보여주는 그림입니다. 측판 중배엽은 두개 층으로 쪼개지는데 등쪽 외배엽 아래의 벽쪽중배엽과 배쪽 내배엽 위에 있는 내장쪽중배엽입니다.

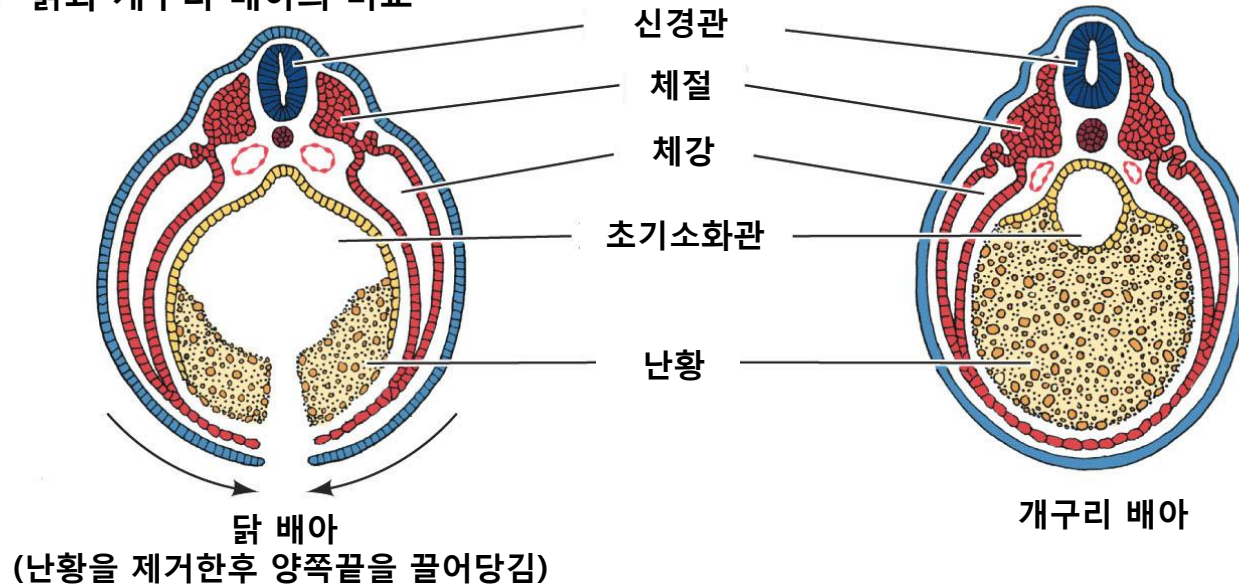
측판중배엽의 두 층사이 공간은 체강이되며, 양측면의 내장쪽중배엽에서 심장이 발생하게 되는데 체강이 만들어지는 과정은 척추동물의 진화에서 거의 변화가 없으며 다음의 그림에서 보듯이 닭 배아의 중배엽 발생은 비슷한 단계의 개구리 배아와 매우 유사합니다.

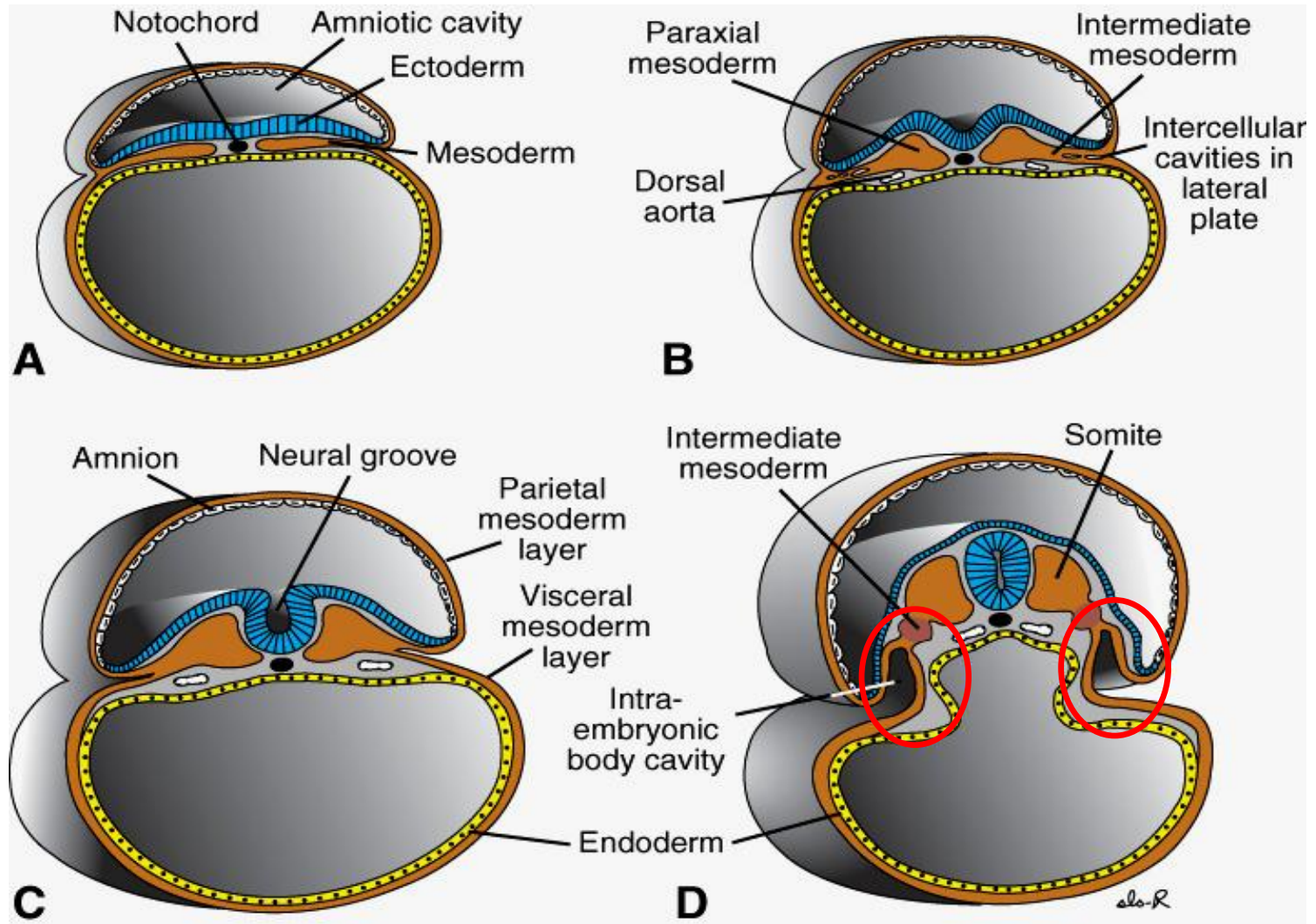
Mesodermal development in chick embryo

(B) 닭 배아

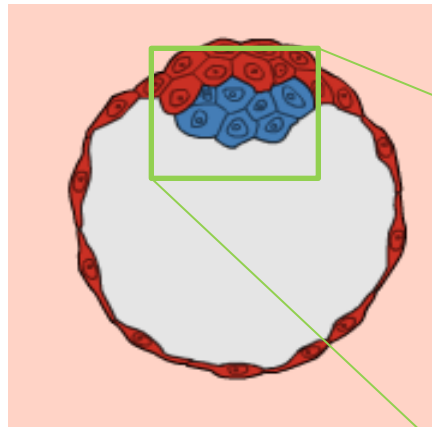


(C) 닭과 개구리 배아의 비교

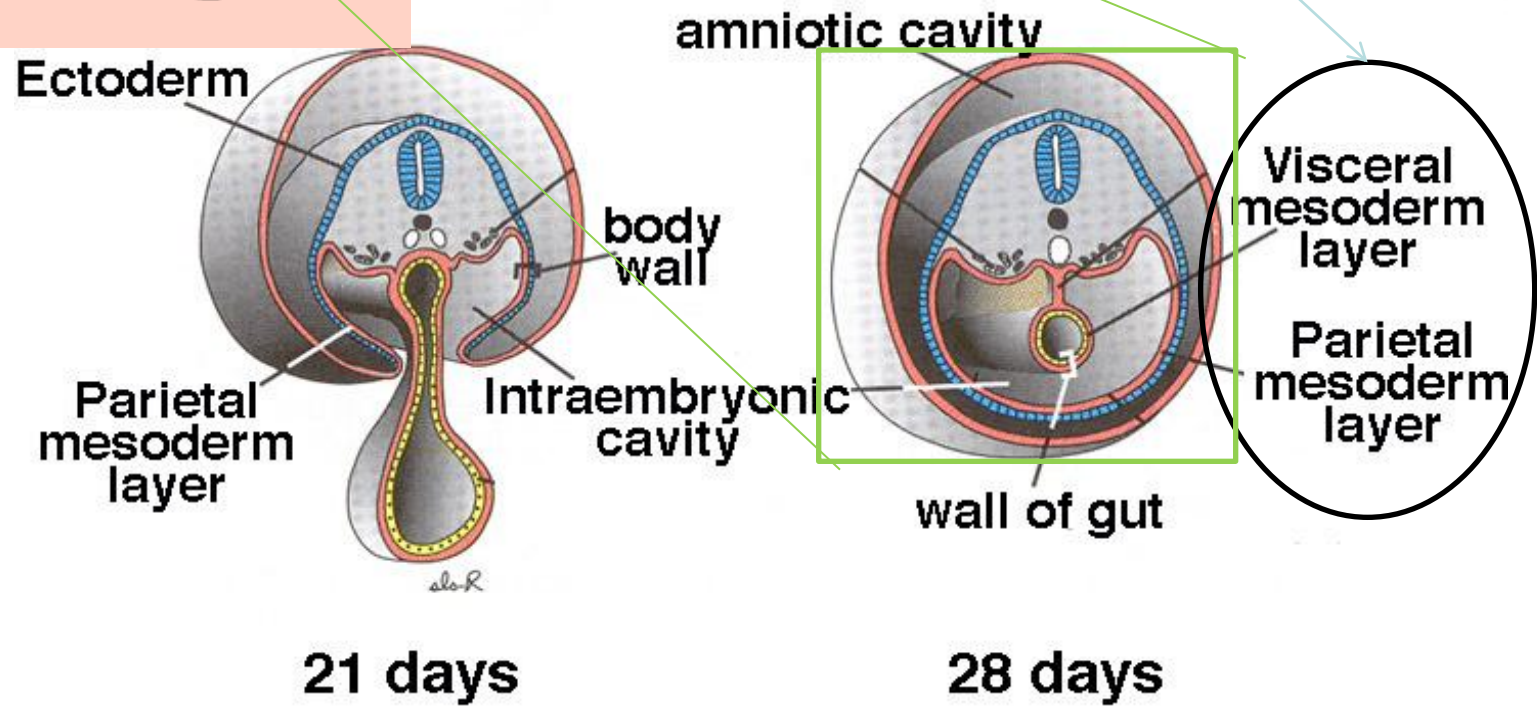




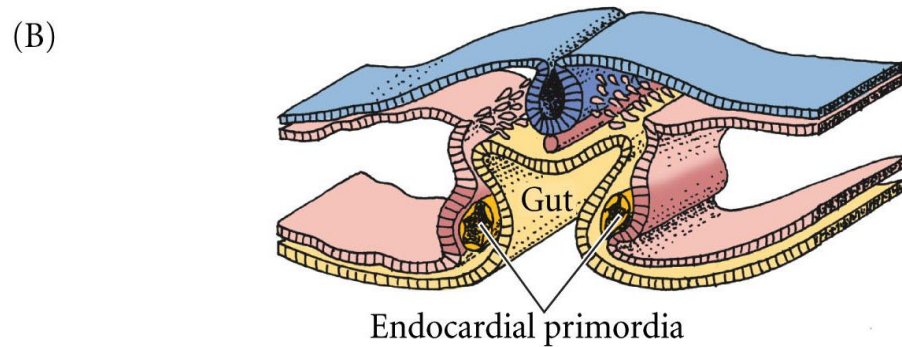
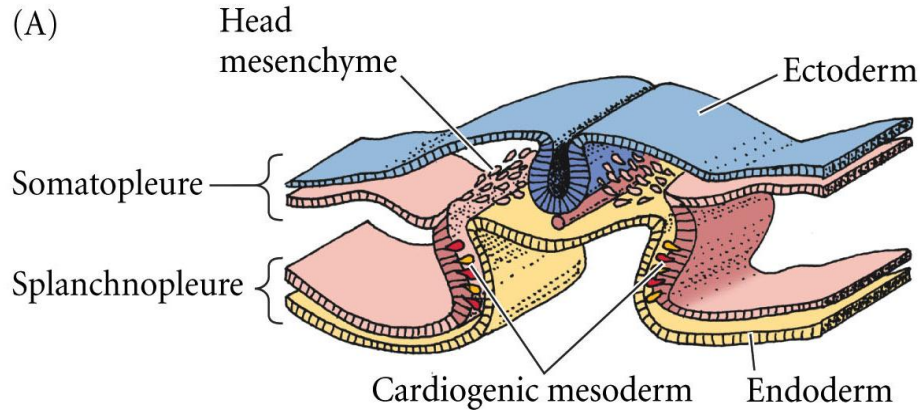
중배엽의 측면이 접혀져서 측판중배엽 및 체강을 형성하는 그림입니다.



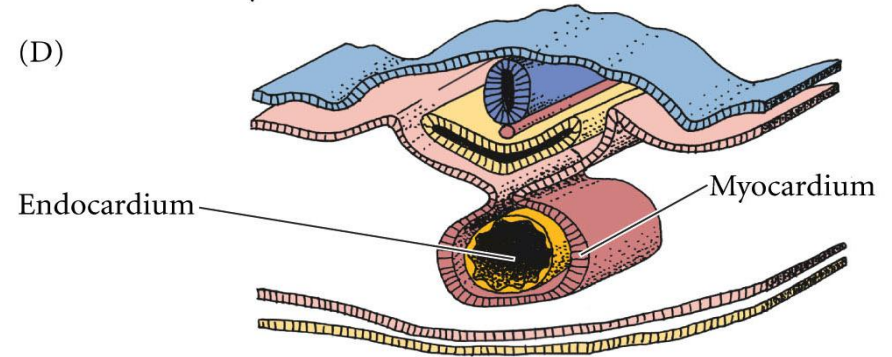
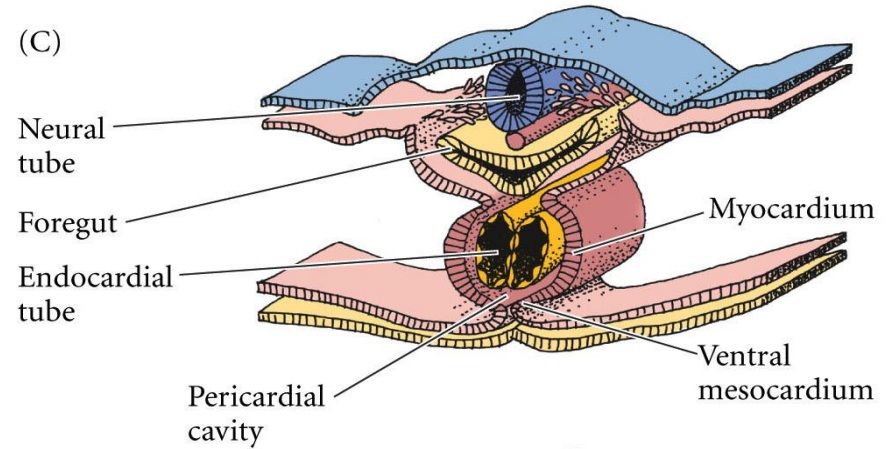
Lateral Mesoderm



내장쪽 측판중배엽에서 심장의 형성



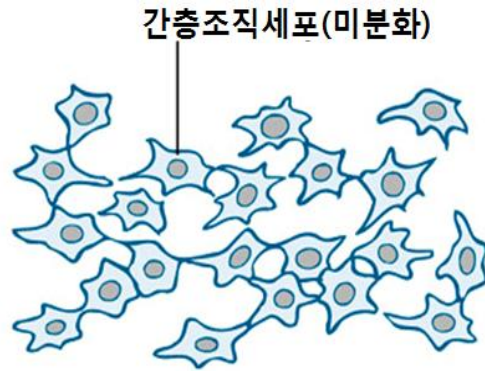
DEVELOPMENTAL BIOLOGY, Eighth Edition, Figure 15.3 (Part 1) © 2006 Sin



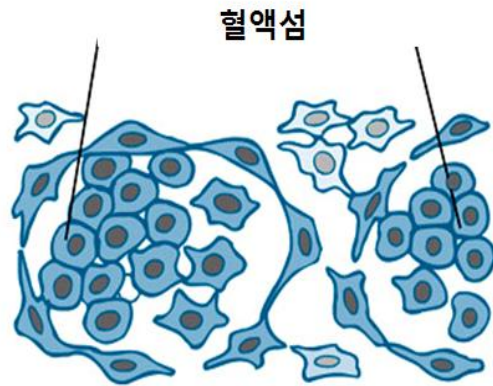
DEVELOPMENTAL BIOLOGY, Eighth Edition, Figure 15.3 (Part 2) ©

닭의 심장생성 과정을 보여 주는 그림입니다. 심장속막은 심장의 안쪽 배열을 형성하고 심장근육층은 심근을 만들며, 나중에 심장 외막이 심장을 감싸게 됩니다.

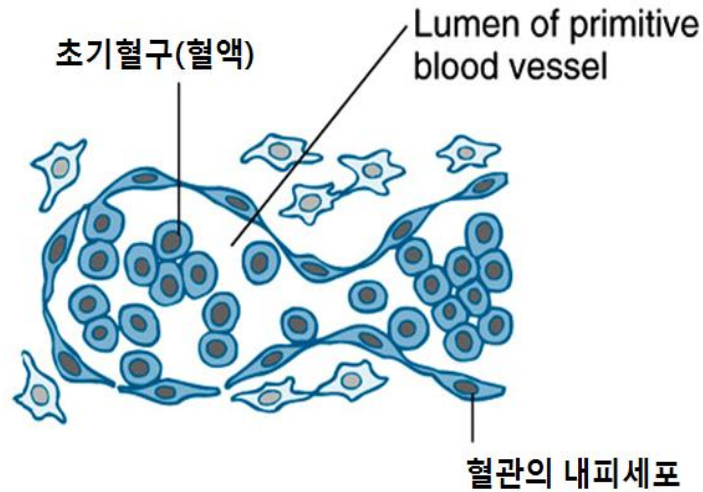
혈액과 혈관의 생성



(a)

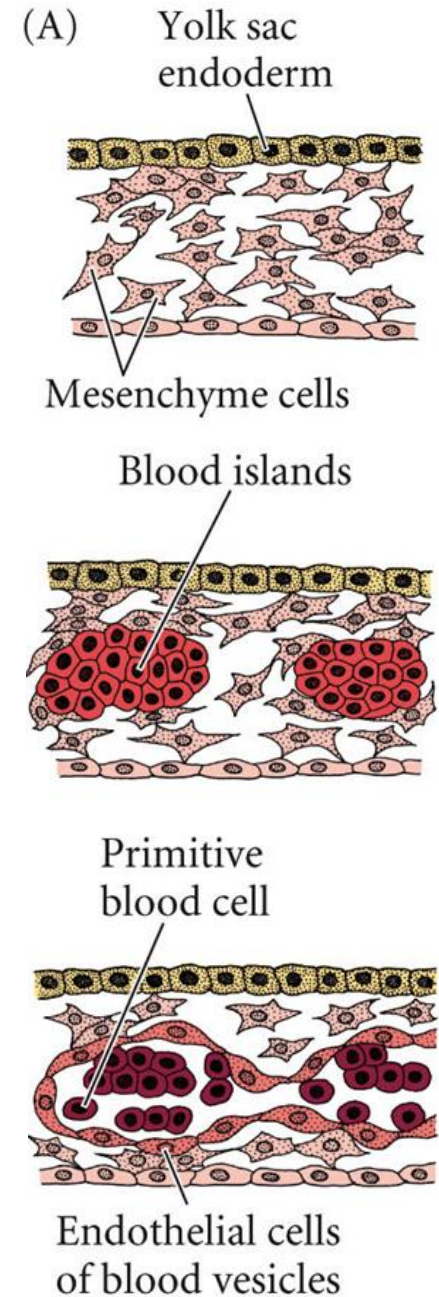


(b)



(c)

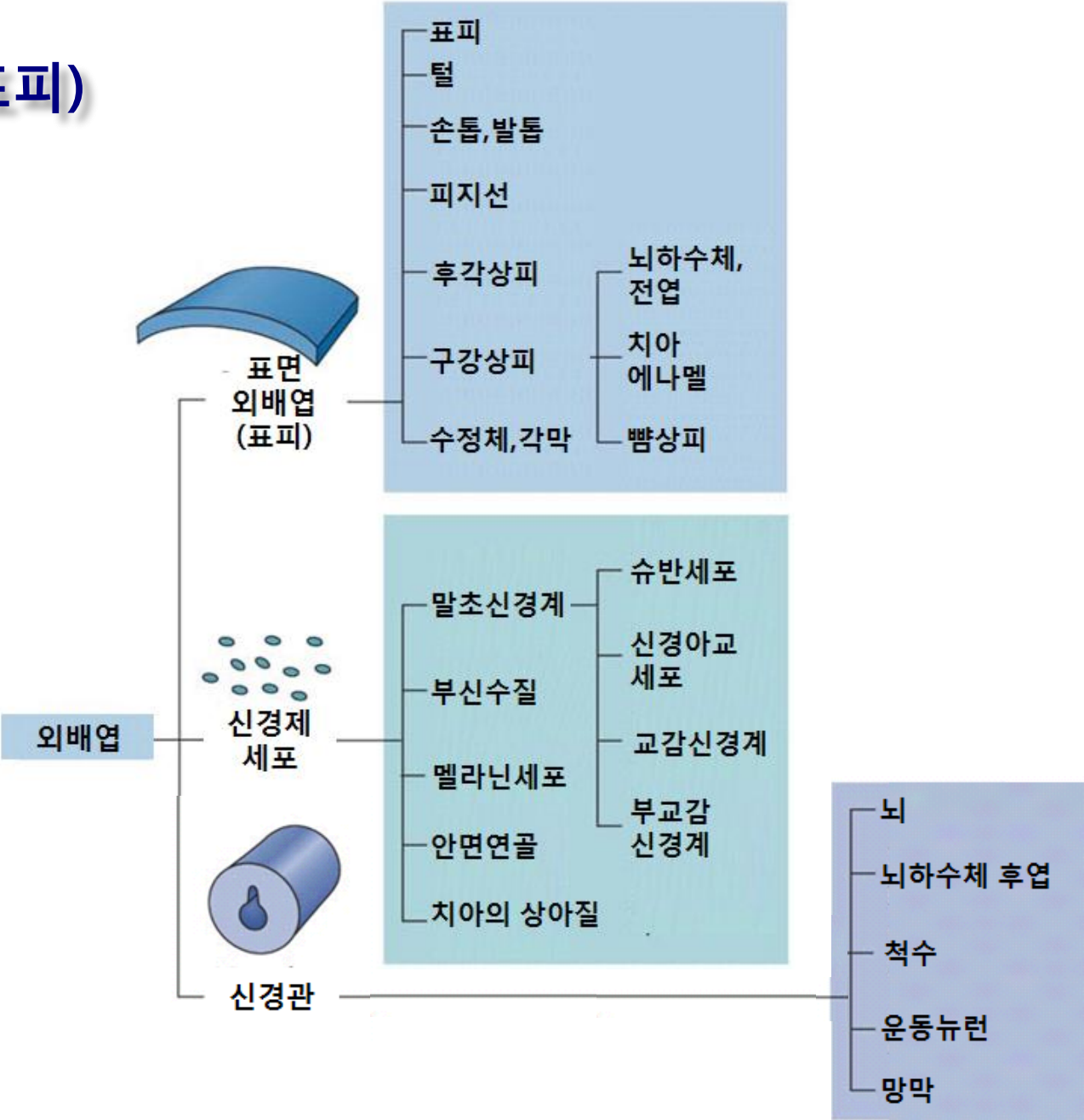
혈액과 혈관이 형성되는 과정으로서 난황주머니 벽의 미분화된 간충 조직세포들이 혈액섬을 만들기 위해 모여드는데, 이들 집합체의 중앙부는 혈액세포(혈구)를 형성하고 바깥쪽은 혈관의 내피세포로 발전하게 됩니다.

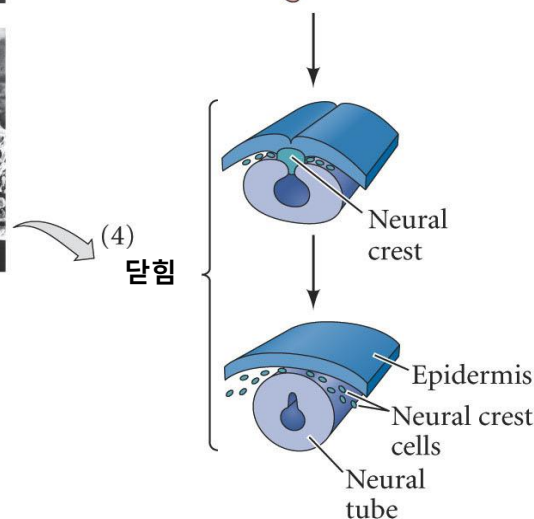
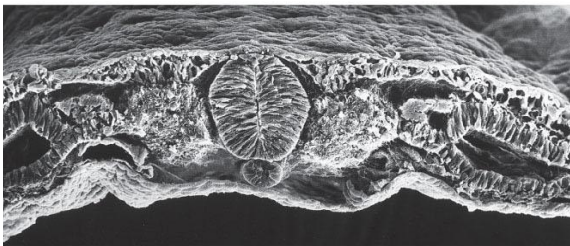
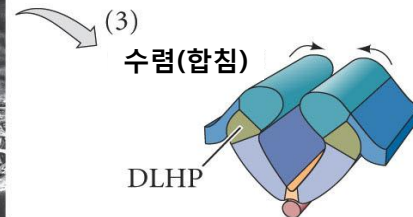
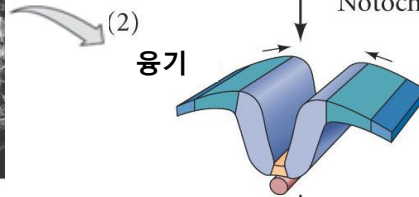
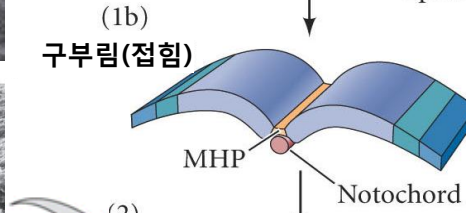
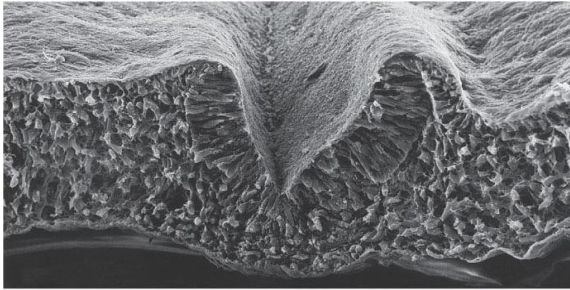
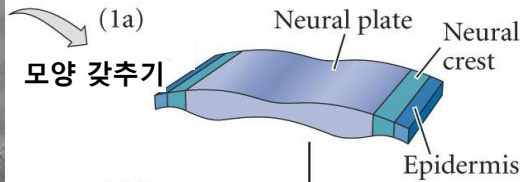
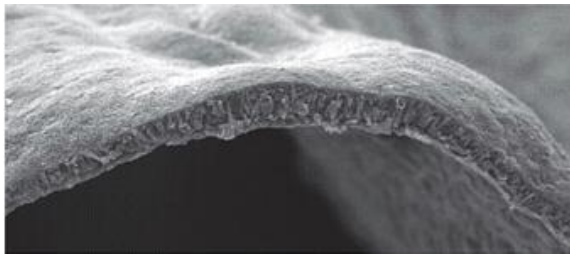


외배엽의 출현 (중추신경계와 표피)

오른쪽 그림은
외배엽에서 기원하는
주요 조직과 세포를
요약한 도표입니다.

외배엽은 세 종류의
주요 영역인
표면외배엽(주로 표피),
신경능선(말초신경세포,
색소,안면연골) 및
신경관(뇌와 척수)로
나뉘어 집니다.





1차 신경관이 형성되는 과정입니다.

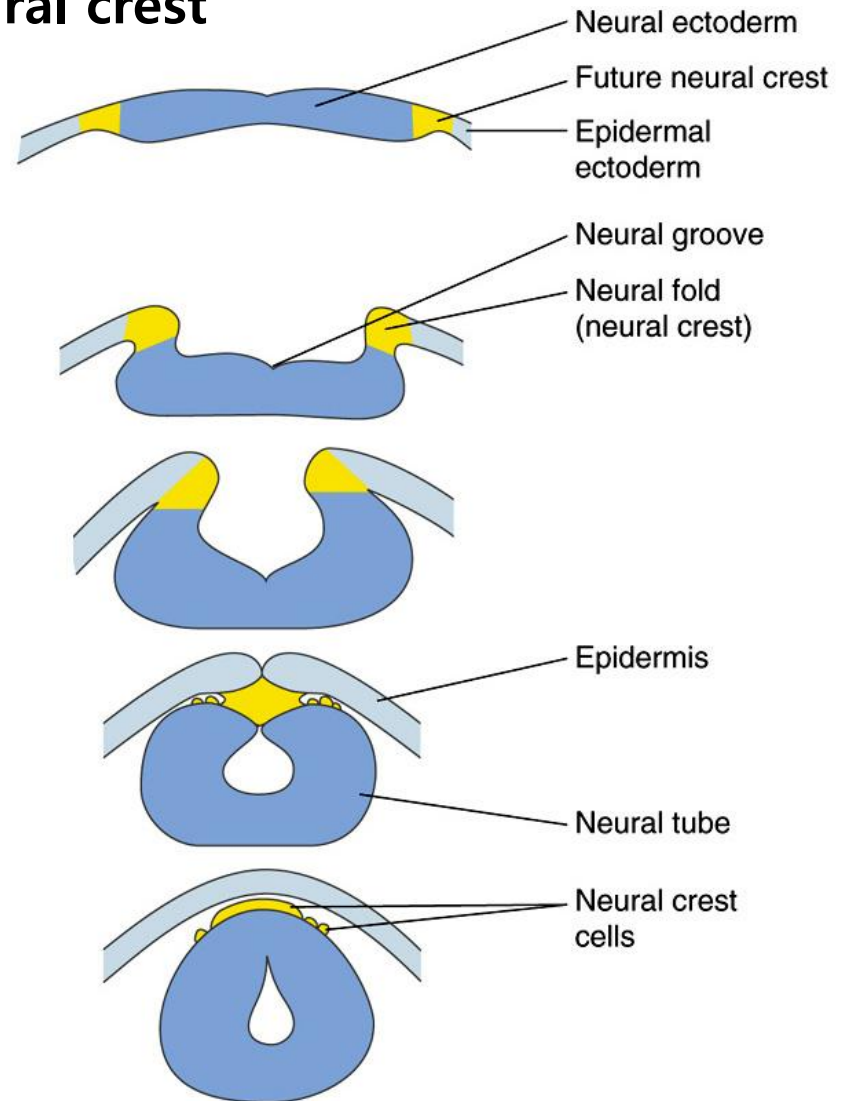
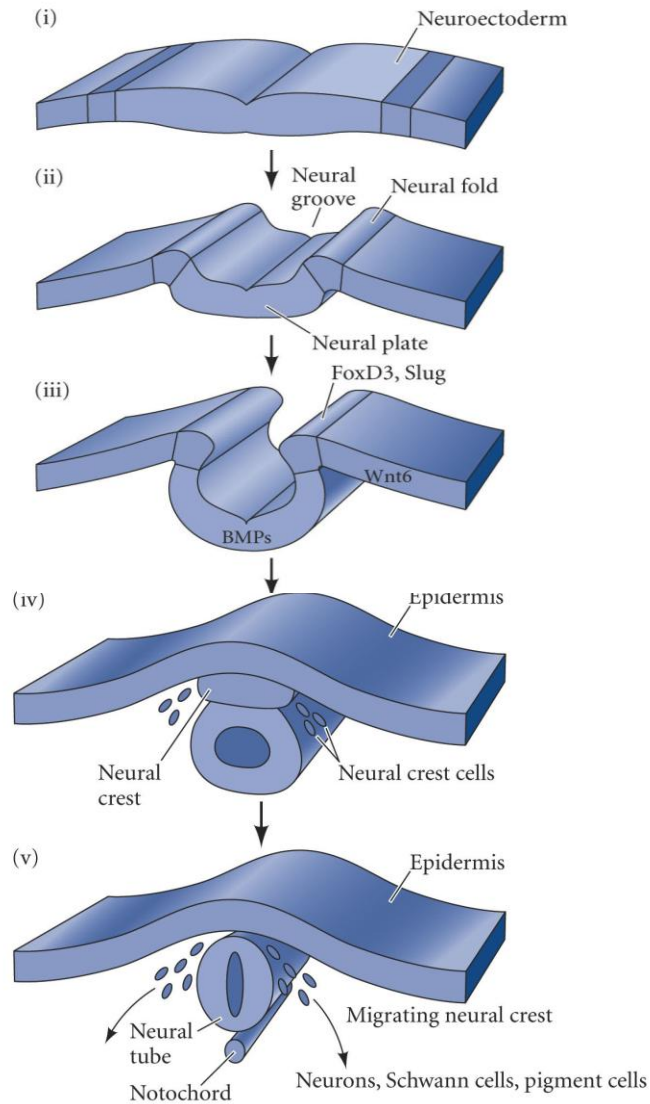
1. 신경판의 세포가 외배엽의 등쪽 부위에서 길어지고, 경첩지점(MHP)의 세포가 척삭에 고정되어 모양을 바꿈에 따라 접힘이 시작됨

2. 예정표피가 등쪽 정중선으로 계속 이동함에 따라 신경주름이 융기

3. 신경주름이 등쪽측면 경첩지점(DLHP)을 뚫기로 표피가 중앙으로 밀려 올라가서 수렴됨

4. 신경주름이 서로 만나고 신경능선세포가 신경관과 표피를 연결한뒤, 신경능선세포가 흩어지면서 신경관이 표피에서 분리됨

Neural crest

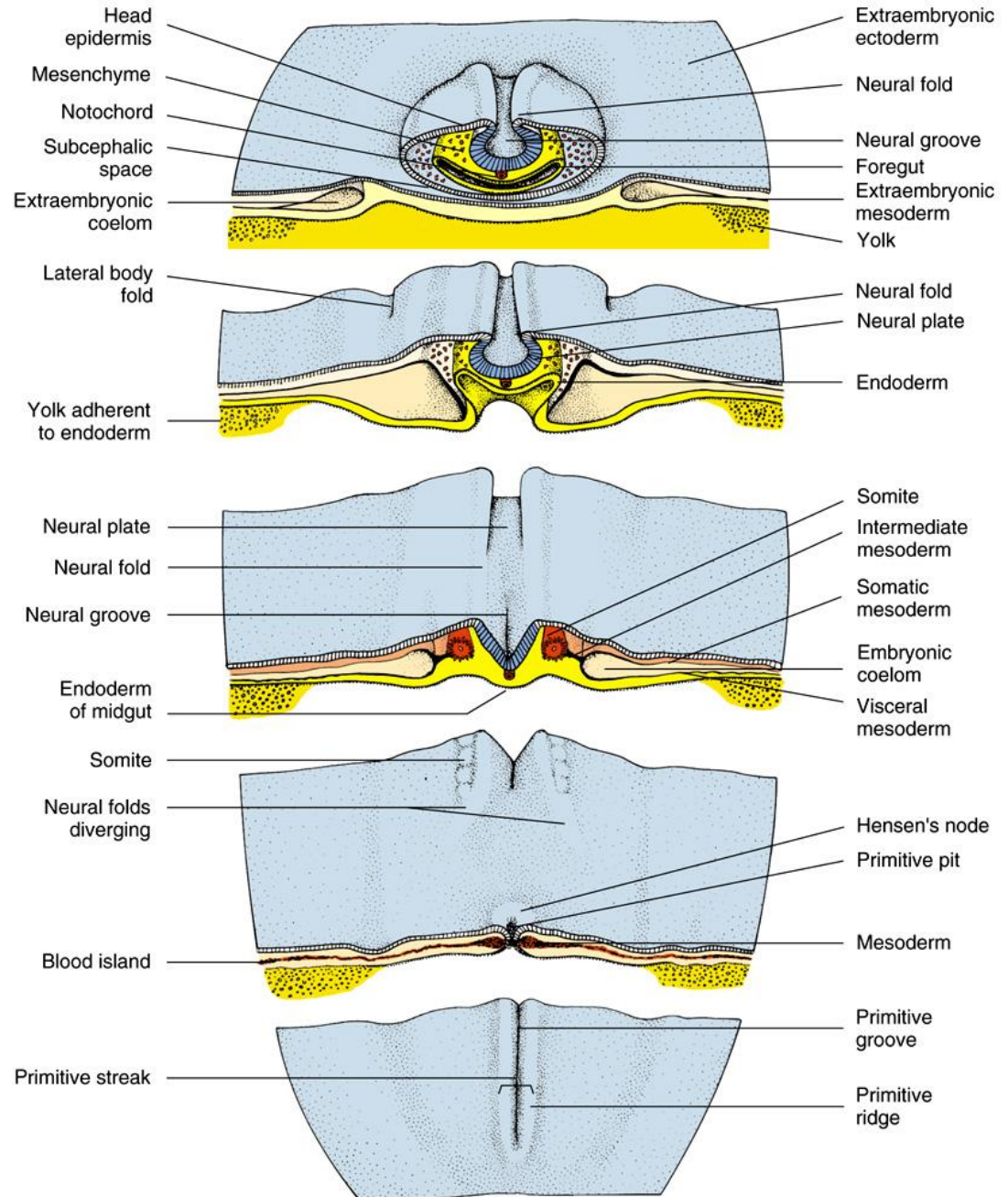


신경관이 접합되는 부위의 세포를 신경제세포 또는 신경능선세포라 부르는데, 이 세포는 Wnt6을 발현하는 표피 외배엽과 BMP를 생성하는 예정 신경 외배엽이 만나는 지점에서 형성되게 됩니다.

오른쪽 그림은 24시간째 닭 배아의 초기 신경관 형성의 과정을 나타낸 그림입니다.

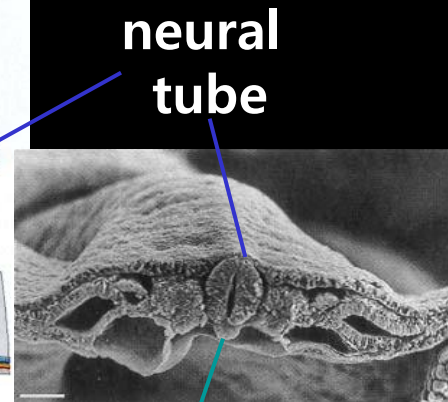
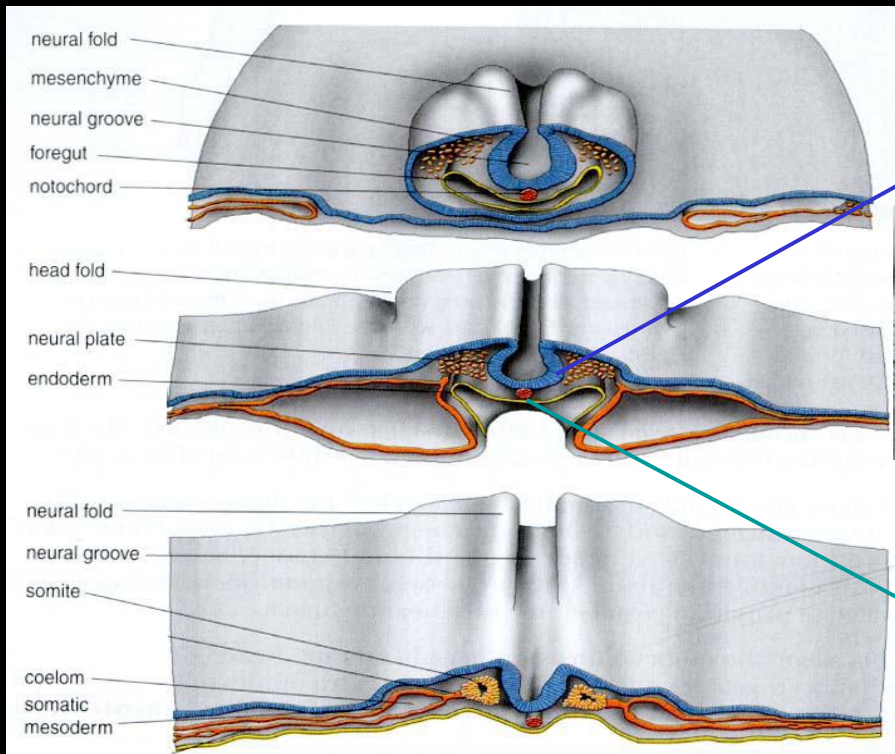
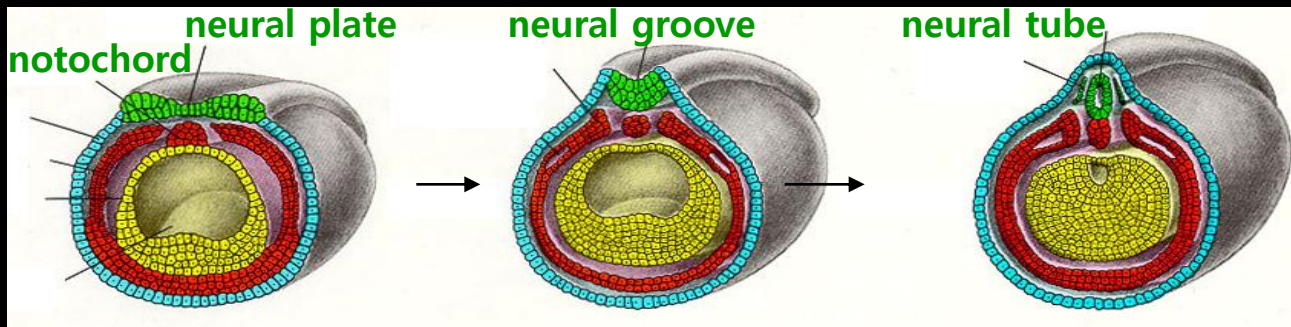
배아판의 원시선으로 부터 신경주름이 접히고 신경관이 형성되는 과정을 확인할 수 있습니다.

머리 부위는 신경관 형성이 끝났지만 꼬리 부위에는 여전히 낭배형성이 진행되고 있는 모습입니다.



notochord and neural tube in contact, just like *Xenopus*

Xenopus



neural tube

notochord

사람 배아의 신경관 형성



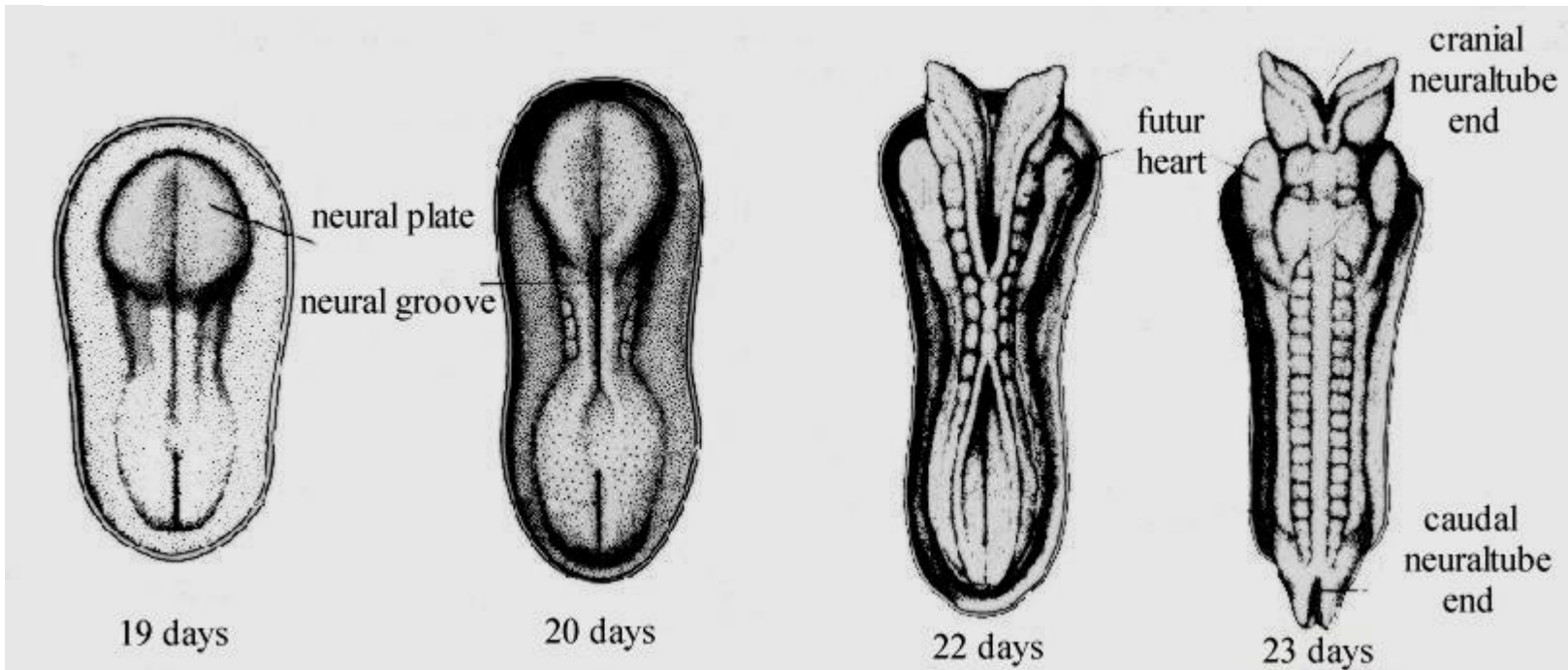
neural plate arises



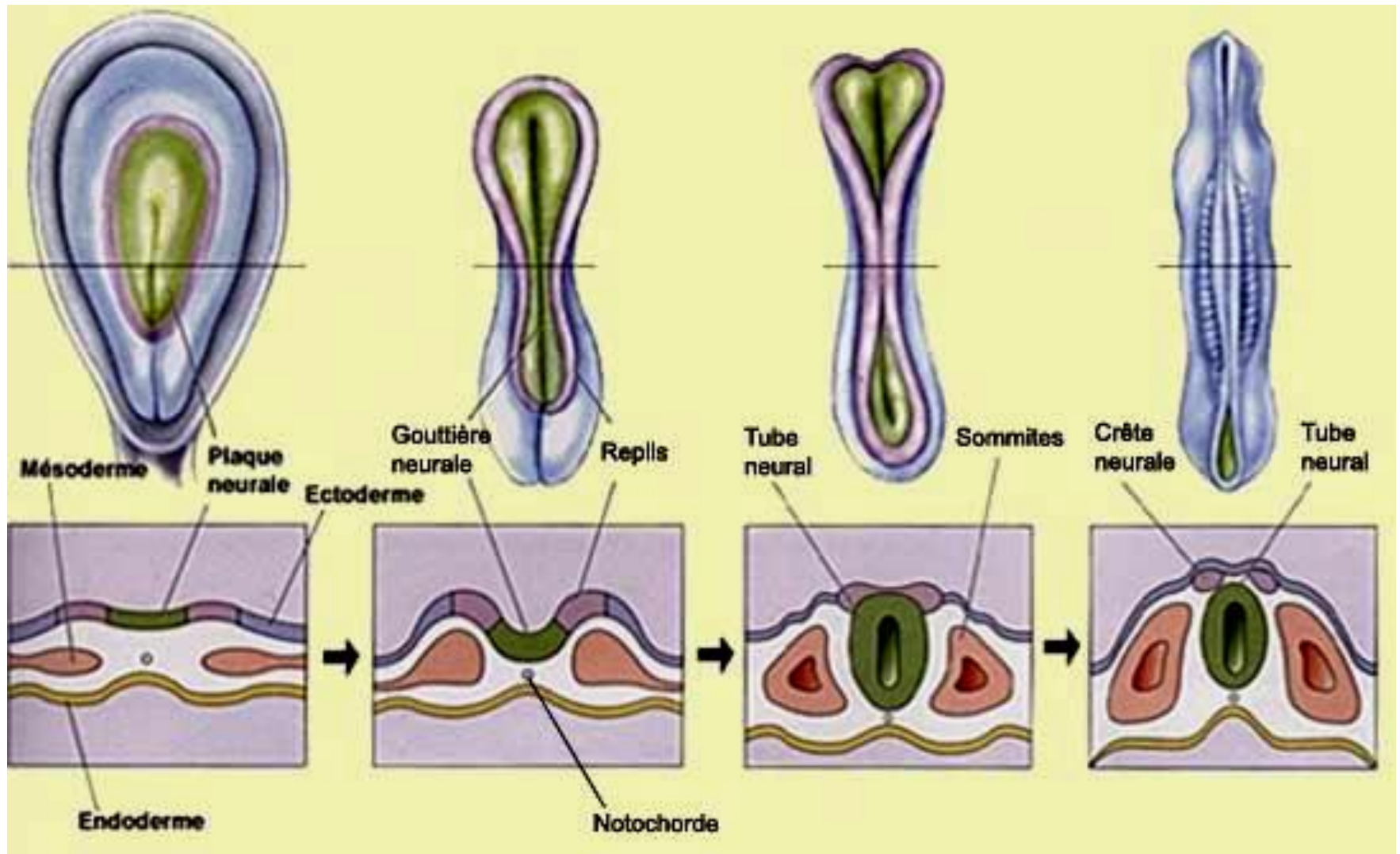
neural groove



neural tube

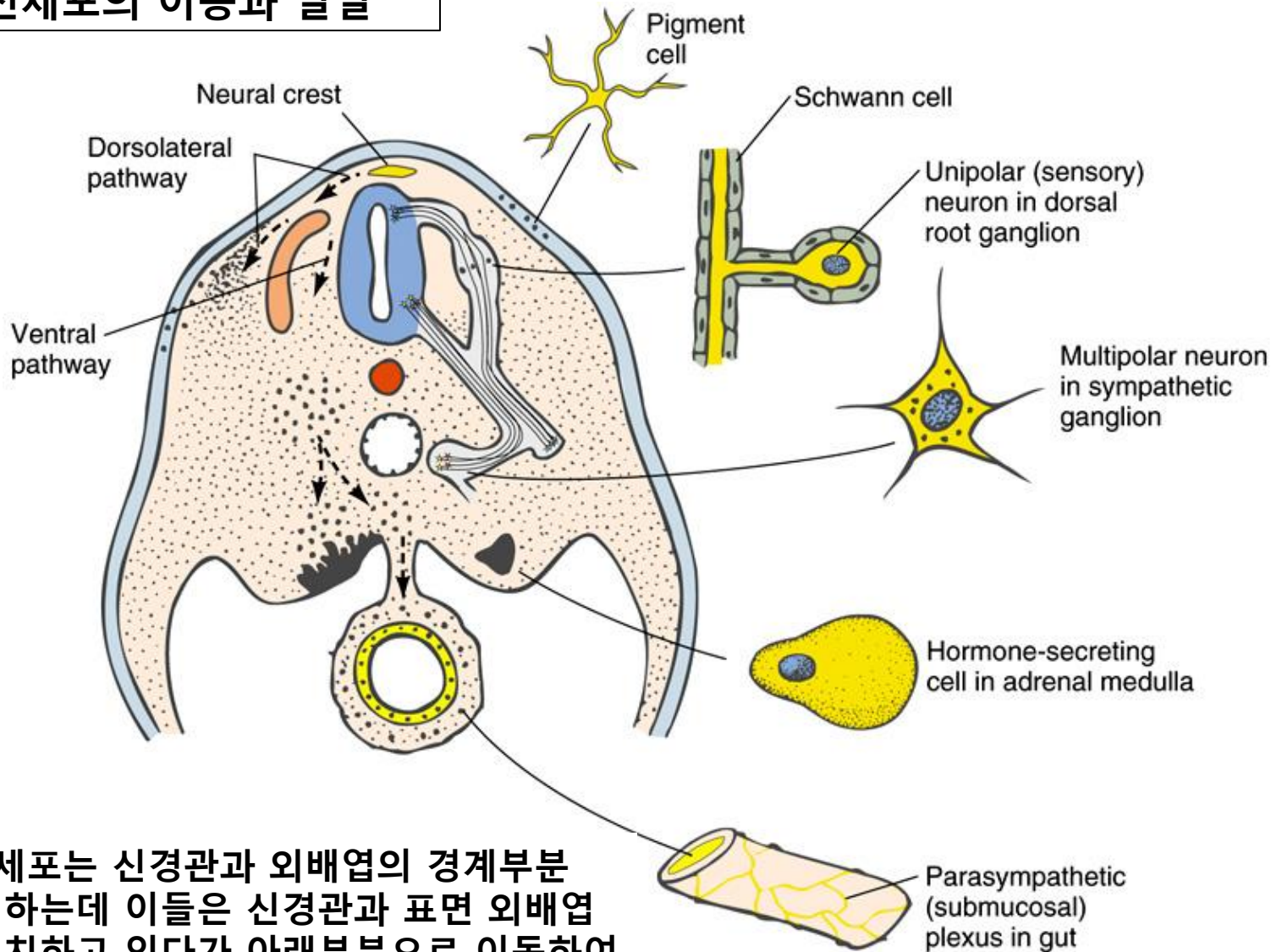
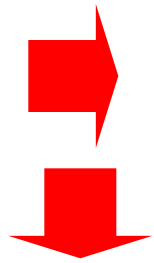


사람 배아의 신경관 형성이 진행되는 그림입니다. 22일째 등쪽에서 본 모습은 앞쪽과 뒤쪽의 신경구멍이 모두 열려 있어 양수와 접하고 있는 것을 볼 수 있습니다.



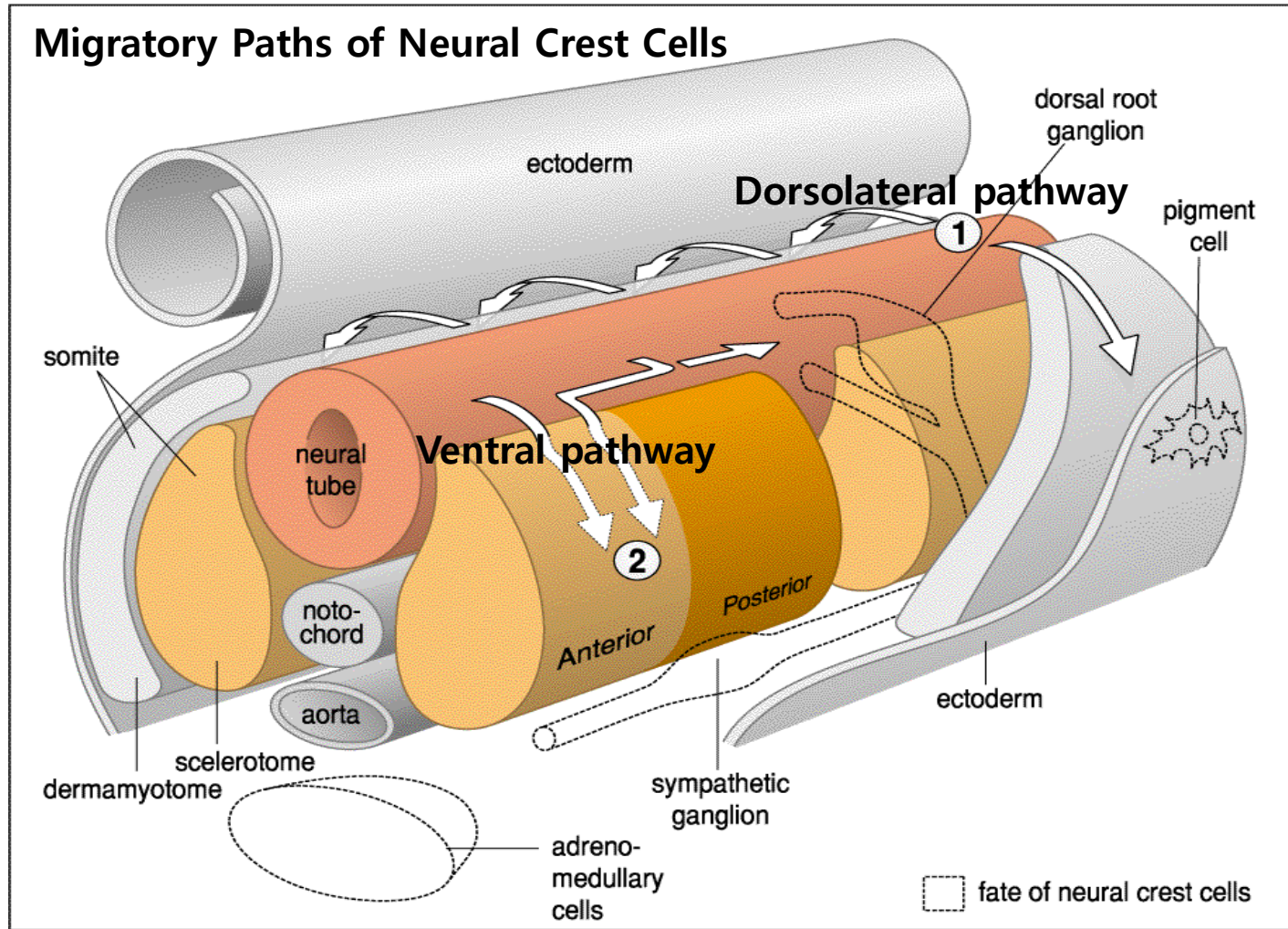
신경관 형성이 진행되는 배아의 절단면 모습을 나타낸 그림입니다.

신경능선세포의 이동과 발달

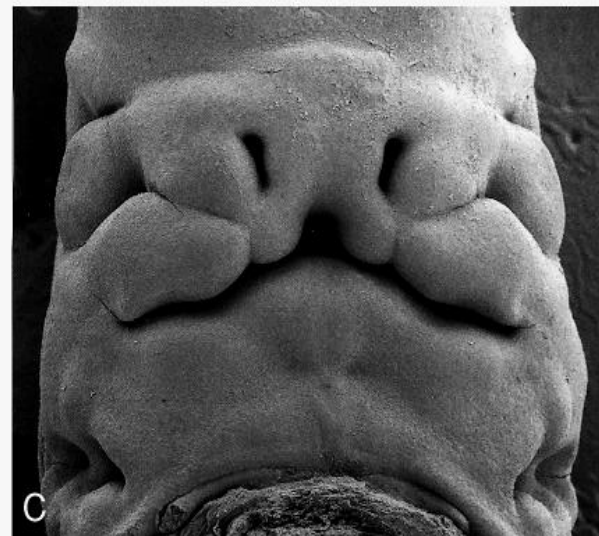
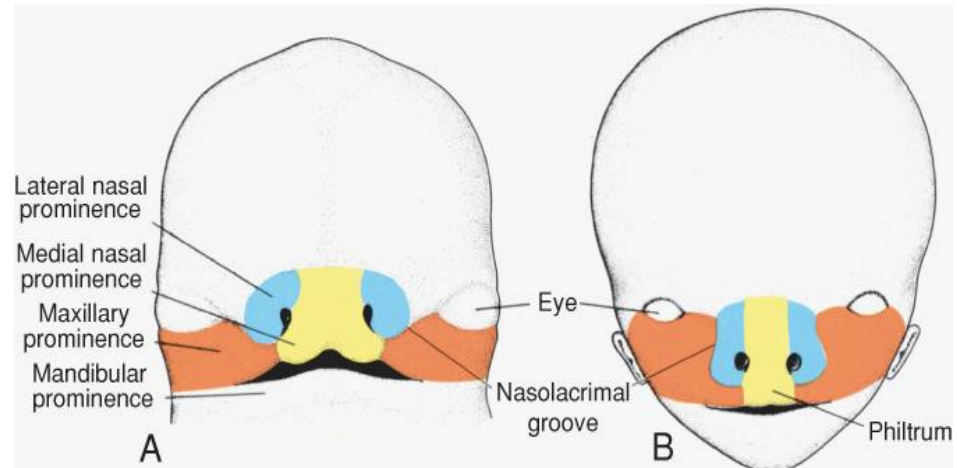
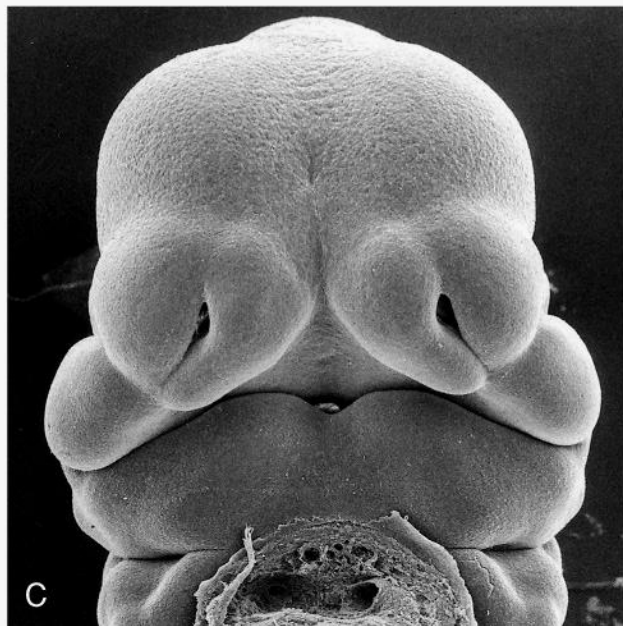
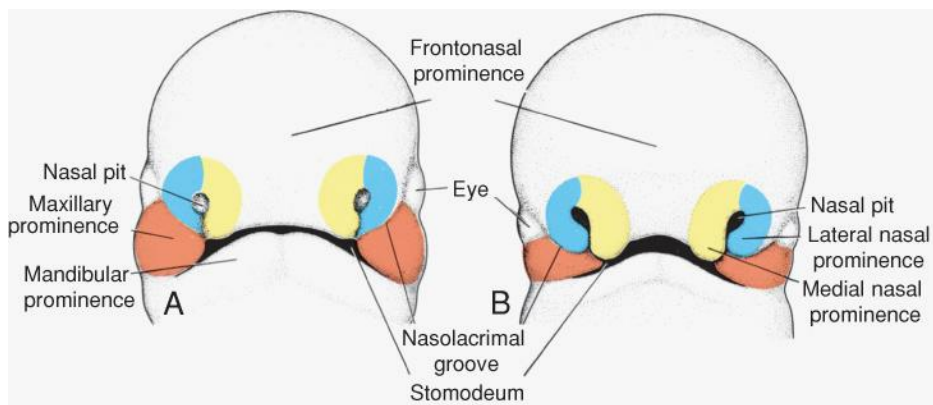


신경능선세포는 신경관과 외배엽의 경계부분에서 발생하는데 이들은 신경관과 표면 외배엽 사이에 위치하고 있다가 아래부분으로 이동하여 말초신경, 신경아교세포 및 색소세포 등을 발생시키게 됩니다.

Migratory Paths of Neural Crest Cells



몸쪽 신경능선세포의 이동은 2가지 방향으로 일어나는데 하나는 뼈분절의 앞쪽 배쪽경로를 통해 아래로 이동하여 부신수질세포와 등쪽뿌리 교감/부교감 신경절을 형성하게 되고 또 하나는 외배엽과 진피분절사이의 등쪽경로를 통해 아래쪽으로 이동하여 색소를 생성하는 멜라닌 세포가 되어집니다.



뇌 신경능선세포는 인두궁으로 들어가 턱의 연골과 내이의 뼈가되며 동시에 이들 세포는 이마코돌기의 뼈, 치아의 치아유두 그리고 뇌신경이 되기도 합니다. 위 그림과 사진은 뇌 신경능선세포의 지속적인 이동을 통해 이마, 코, 윗 입술의 인중, 입천장 등이 만들어 지고 코 용기와 아래턱 용기를 통해 사람의 얼굴이 생성되는 과정을 보여주고 있습니다.

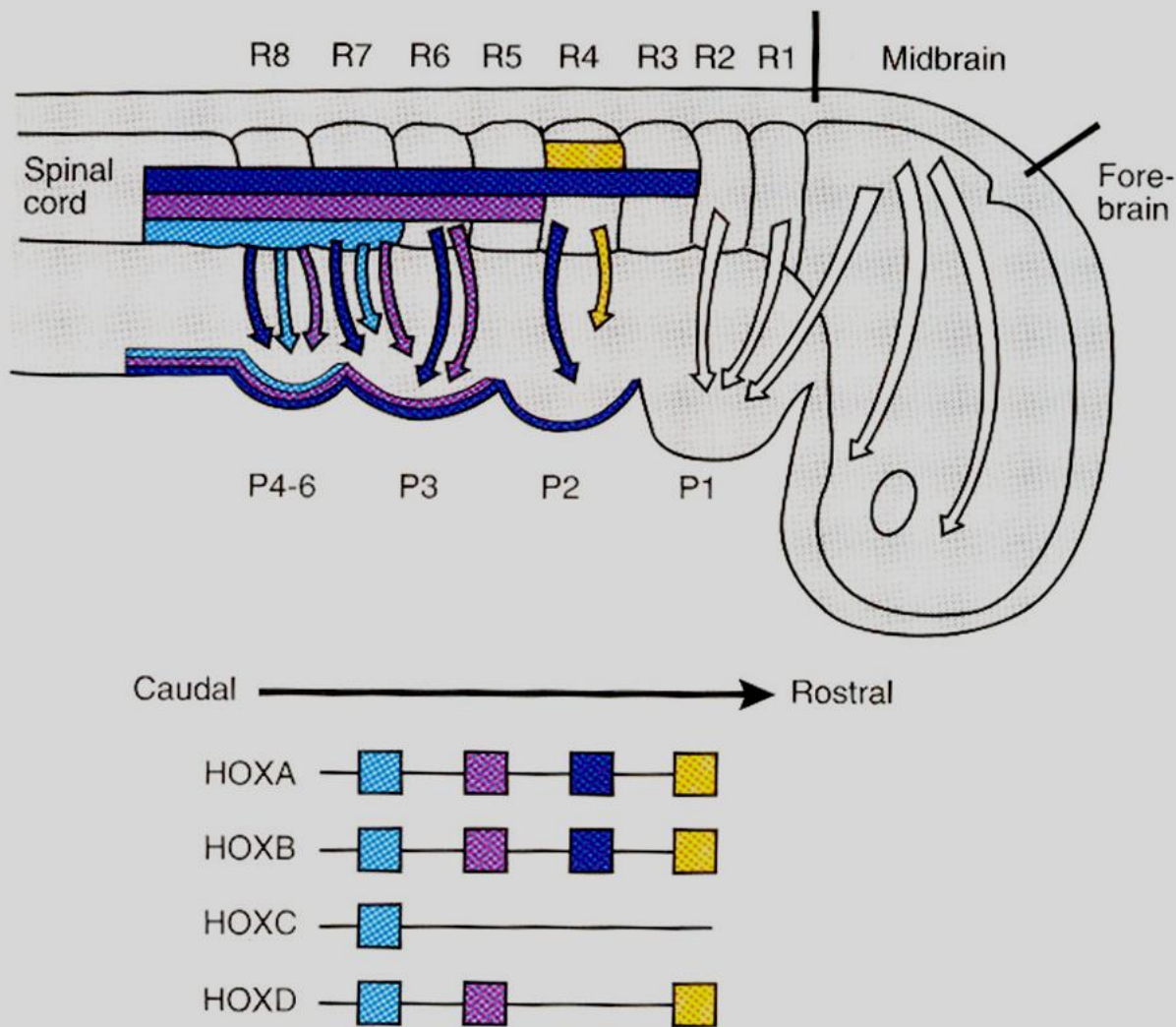


Figure 17.31 . Patterns of *HOX* gene expression in the hindbrain and the pattern of neural crest cell migration into the pharyngeal arches. *HOX* genes are expressed in overlapping patterns ending at specific rhombomere boundaries. Genes at the 3' end of a cluster have the most anterior boundaries, and paralogous genes have identical expression domains. These genes confer positional value along the anterior posterior axis of the hindbrain, determine the identity of the rhombomeres, and specify their derivatives.

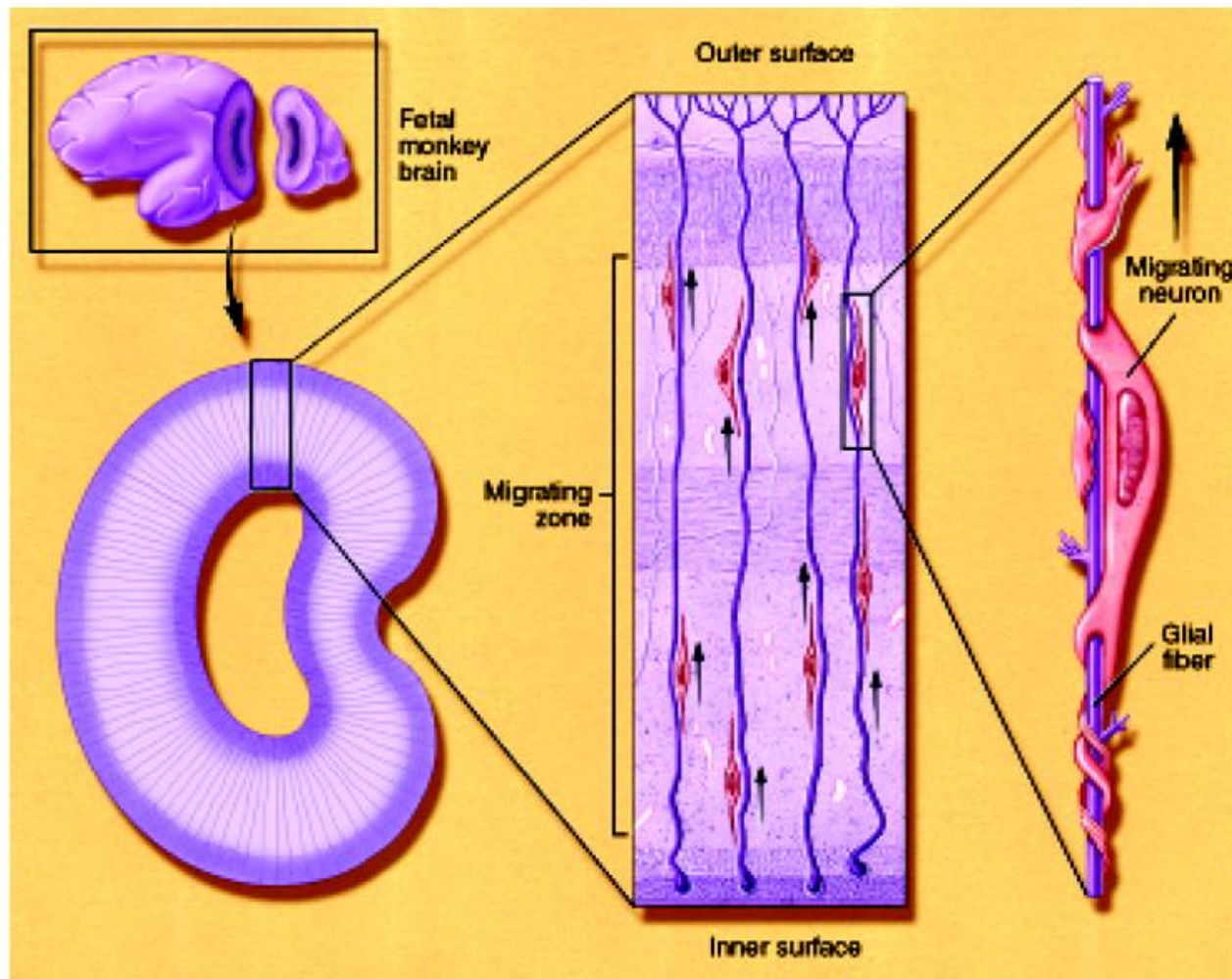
Pharyngeal arch 1 does not express any *Hox* gene.

It gives rise to maxillary and mandibular structures.

Retinoic acid can cause cleft palate and micrognathia

신경능선세포의 운명은
혹스유전자의 영향을
받게 되는데, 이들은
이웃한 세포와의 상호
작용으로 자신만의
혹스유전자 발현 형태를
획득합니다.

뉴런의 이동

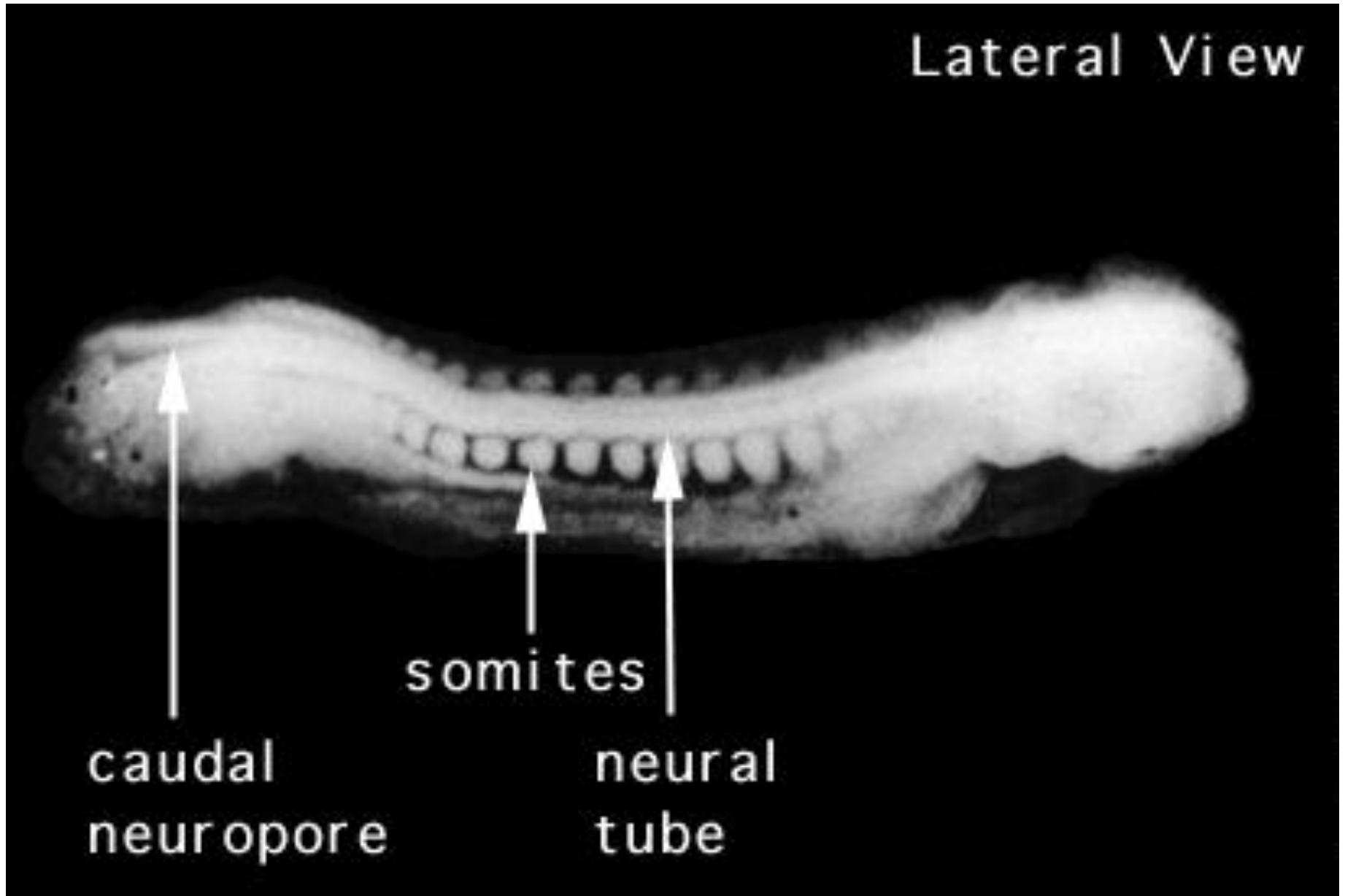


NEURON MIGRATION.

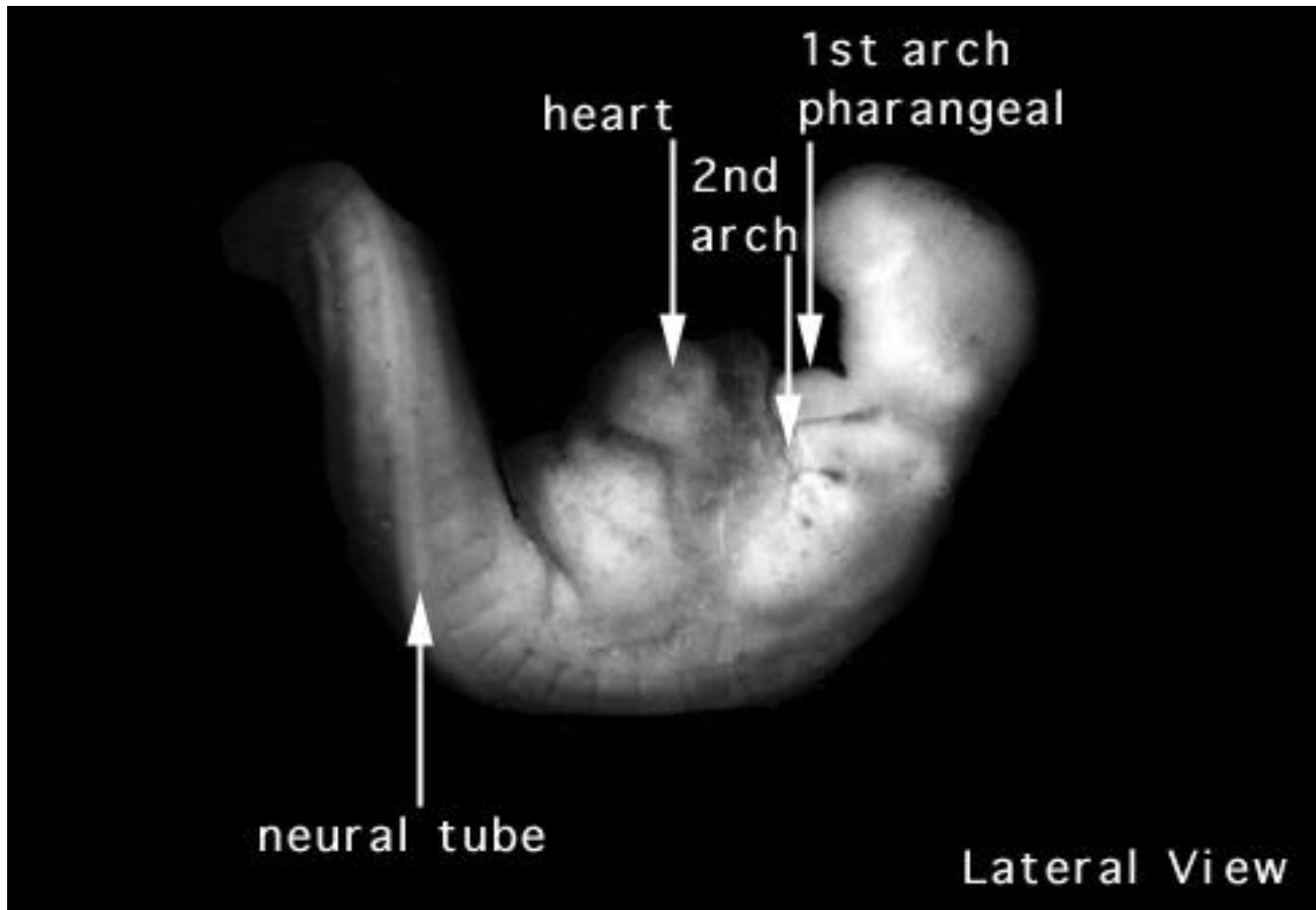
A cross-sectional view of the occipital lobe (which processes vision) of a three-month-old monkey fetus brain (center) shows immature neurons migrating along glial fibers. These neurons make transient connections with other neurons before reaching their destination. A single migrating neuron, shown about 2,500 times its actual size (right), uses a glial fiber as a guiding scaffold. To move, it needs adhesion molecules, which recognize the pathway, and contractile proteins to propel it along.

신경아교세포 돌기에서 이동중인 피질 뉴런의 모식도입니다. 3개월된 원숭이 후두엽의 단면으로서 미성숙한 뉴런이 아교세포를 따라 이동하는 것을 보여주고 있는데, 이 뉴런들은 최종 목적지에 도달하기 전에 다른 뉴런들과 일시적인 연결을 만들게 됩니다.

Lateral View



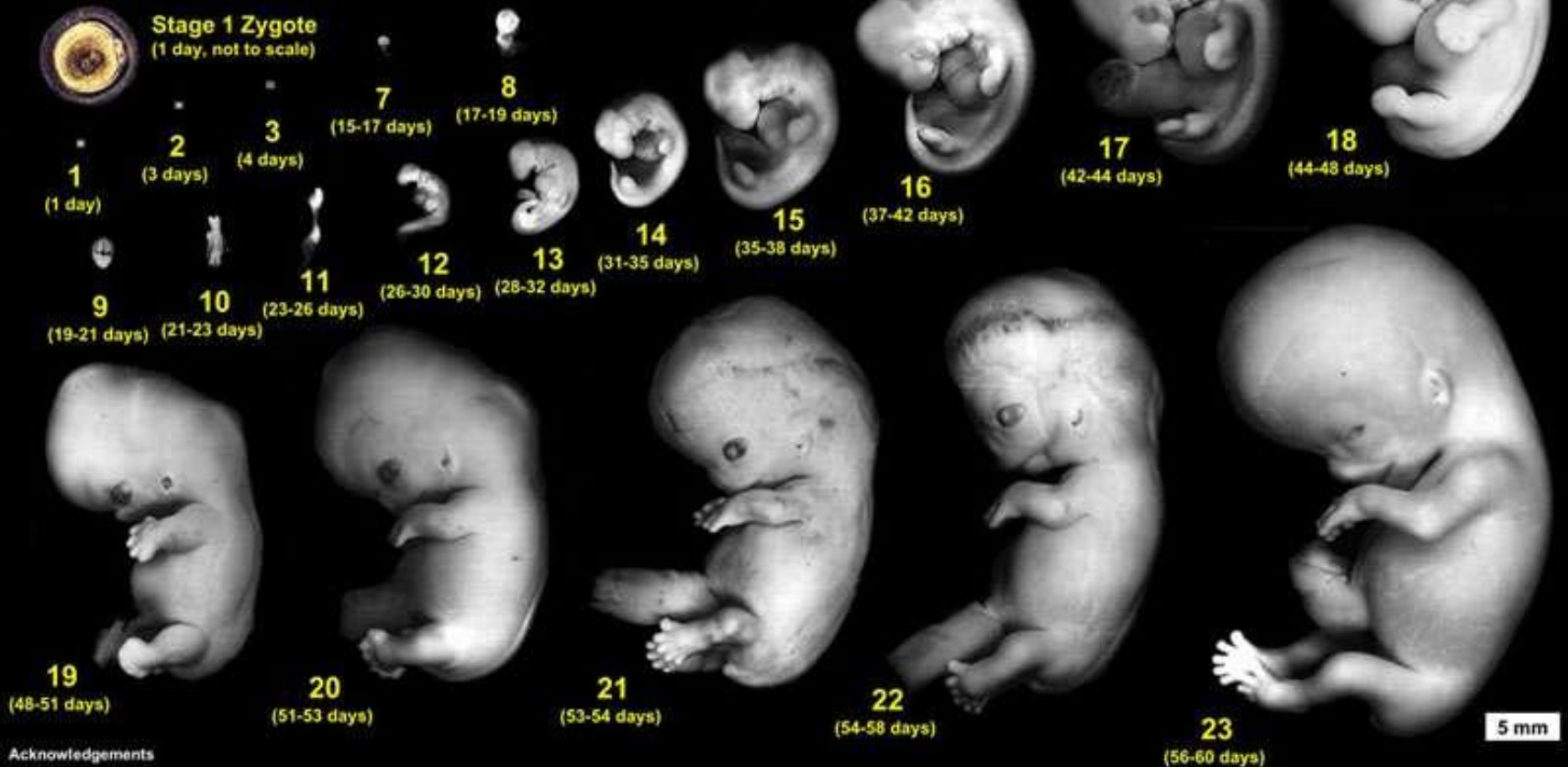
측면에서 본 인간 배아의 사진으로서 뒤쪽 신경구멍과 근육분절, 신경관의 모습이 보입니다.



신경능선세포의 이동에 의해 심장 및 제1, 제2인두궁이 발생한 모습입니다.

Carnegie Stages of Human Development

Dr Mark Hill, Cell Biology Lab, School of Medical Sciences (Anatomy), UNSW



Acknowledgements

Special thanks to Dr S. J. DiMarzo and Prof. Kohel Shiota for allowing reproduction of their research images and material from the Kyoto Collection and Ms B. Hill for image preparation.

© M.A. Hill, 2004

인간 태아의 발생의 각 카네기 단계별 외형상의 특징을 나타낸 사진입니다.

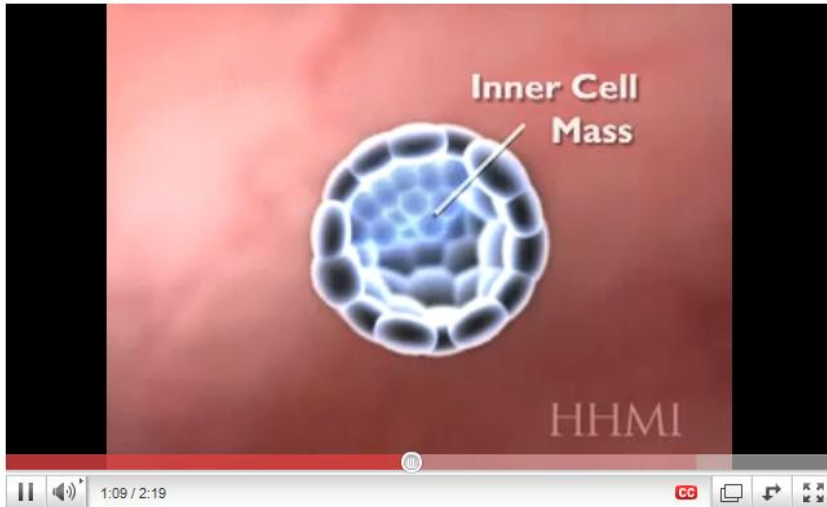
이제까지 설명한 동물의 발생 과정을 몇 편의 애니메이션 동영상을 통해 Review해 보도록 하겠습니다.

human development

incredibleleo

동영상 17개

구독하기



Zebrafish egg development over 24 hours

SBLUKLTD

동영상 4개

구독하기



Abiogenesis - origin of life

DrSim0nSayz

동영상 62개

구독하기



Drosophila gastrulation/ventral furrow formation

tgilab

동영상 32개

구독하기

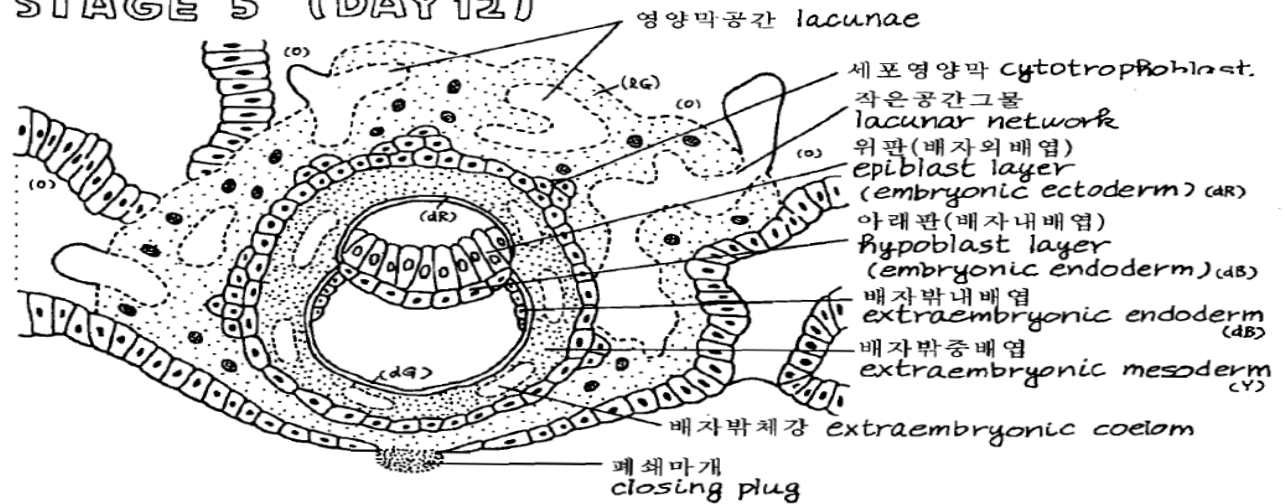


인간 태아의 발생
과정 전체를 그림을
통해 살펴 보도록
하겠습니다.

Stage 5. (12일차)

배자 외배엽과
내배엽의 두 층으로
된 배아판이 생성

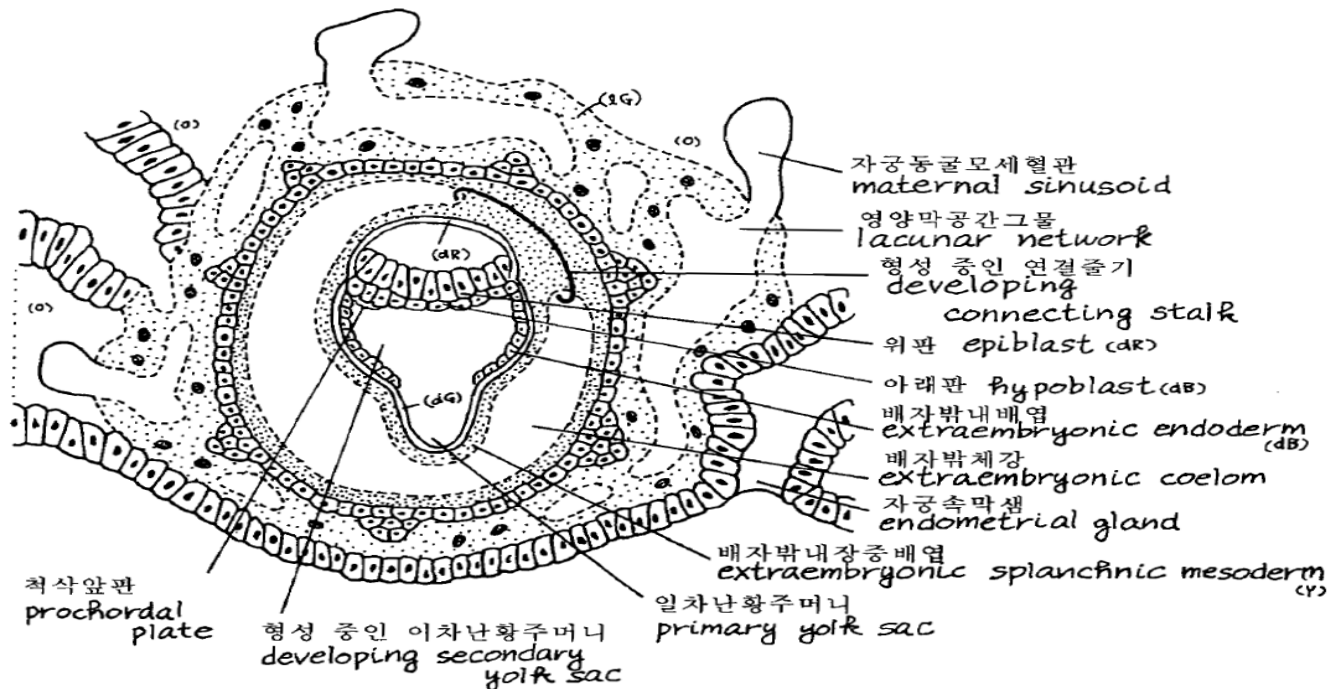
STAGE 5 (DAY 12)



Stage 6. (13일차)

내배엽이 1차, 2차
난황주머니를 형성

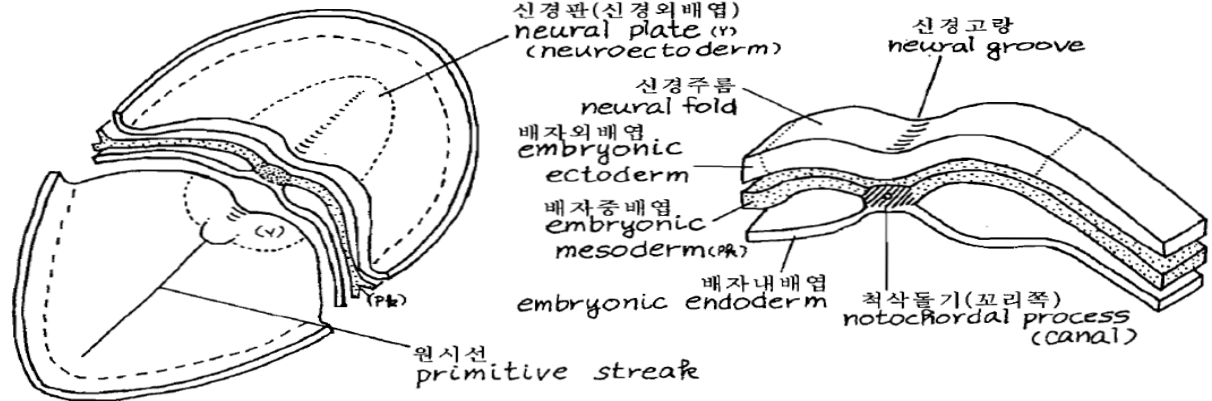
STAGE 6 (DAY 13)



9. NEURAL PLATE, NEURAL TUBE, NEURAL CREST STAGE 8

Stage 8

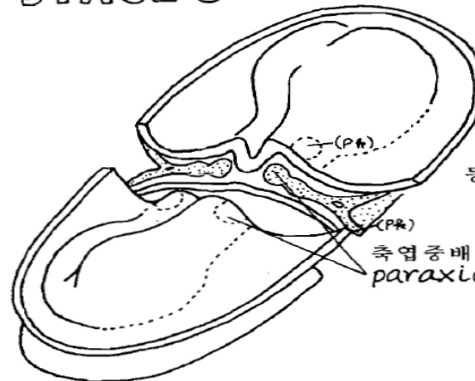
외배엽의 원시선을
중심으로 신경판이
길어지



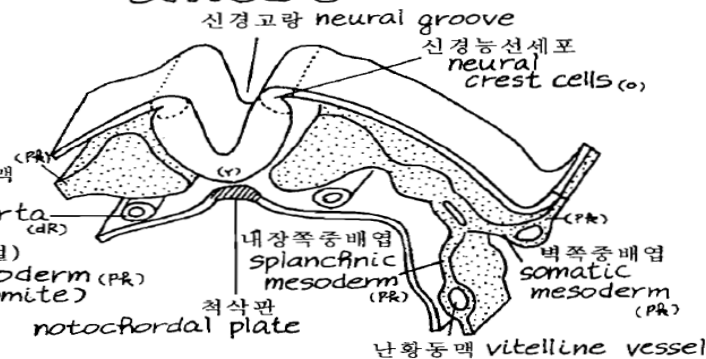
Stage 9

신경고랑을 중심으로
신경주름이 접혀지고
간층조직의 중배엽
조직이 발생

STAGE 9



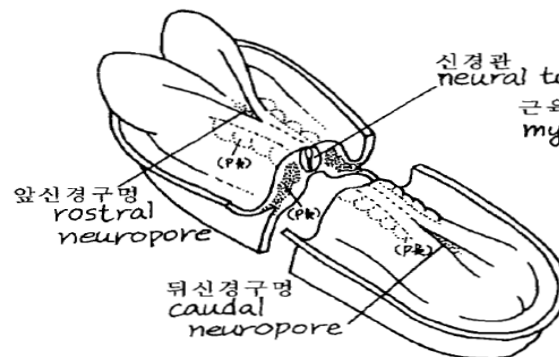
STAGE 9



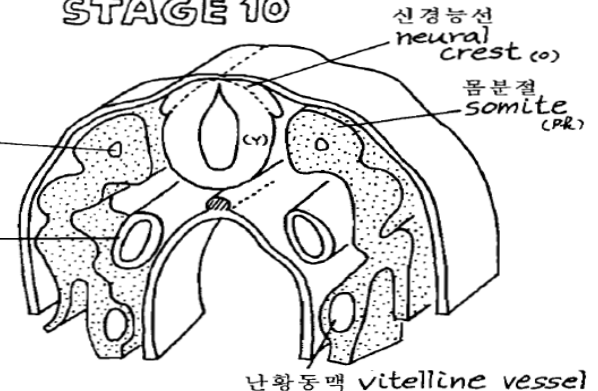
Stage 10

신경주름이 연결되어
신경관이 생기고
신경능선세포 발생,
앞,뒤 신경구멍이
열림

STAGE 10

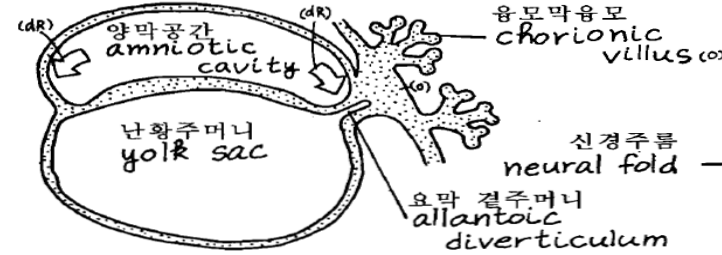


STAGE 10

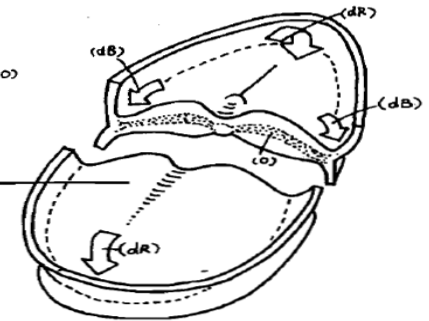


12. HEAD AND TAIL FOLDS

STAGE 8



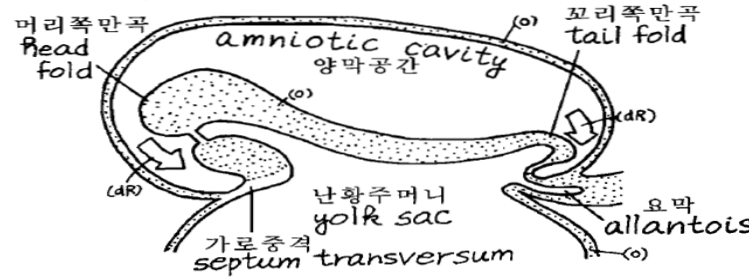
STAGE 8



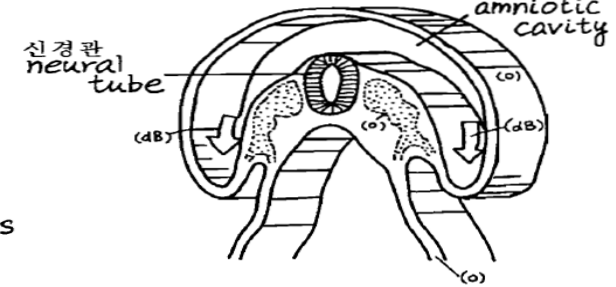
Stage 10

머리쪽 만곡, 꼬리쪽 만곡이 접혀지고 간층조직이 형성됨

STAGE 10



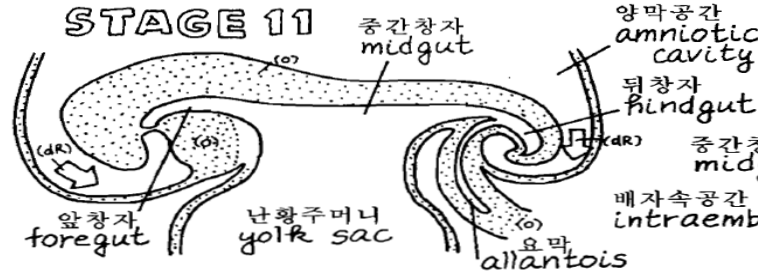
STAGE 10



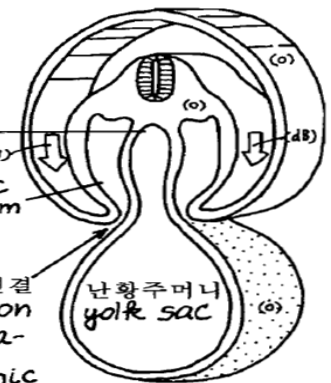
Stage 11

접혀진 내배엽의 위부분을 중심으로 앞창자, 중간창자, 뒷창자 조직 발생

STAGE 11



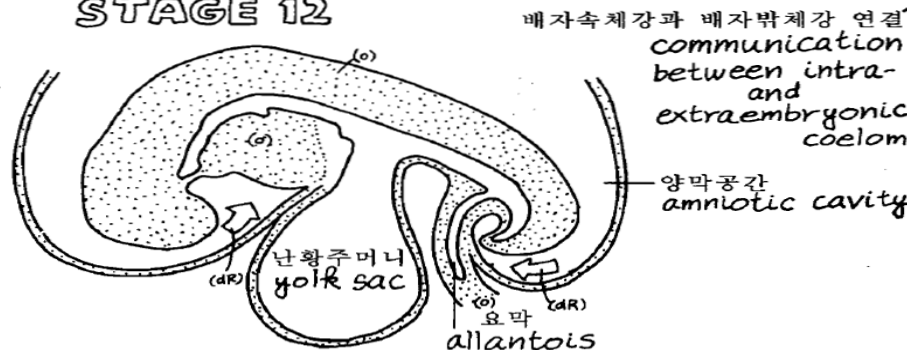
STAGE 11



Stage 12

난황주머니가 축소되고 내장기관으로 발달

STAGE 12



PLACENTA AND FETAL MEMBRANES

13. DERIVATIVES OF THE GERM LAYERS : ECTODERM, MESODERM, AND ENDODERM

외배엽, 중배엽,
내배엽의 발생

외배엽(Ectoderm)

배아의 바깥층으로
피부 및 뇌와 신경계
를 발생

중배엽(Mesoderm)

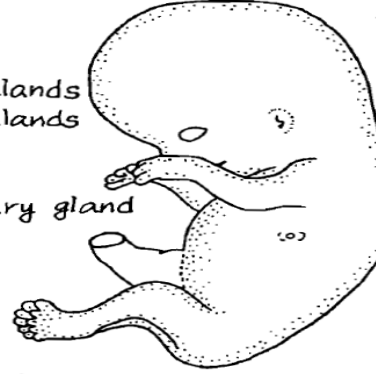
혈액, 심장, 콩팥,
생식소, 근육 및
연결조직 등을
발생시킴

내배엽(Endoderm)

허파와 소화기관 및
배설계 등 내장기관을
발생시킴

SURFACE ECTODERM (E)

표피 epidermis
털 및 손톱, 발톱
hair and nails
피부샘 cutaneous glands
젖샘 mammary glands
치아사기질
enamel of teeth
샘뇌하수체
anterior pituitary gland
속귀 inner ear
수정체 lens



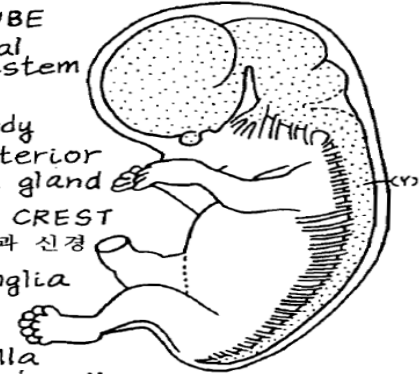
NEUROECTODERM (E)

신경관 NEURAL TUBE
중추신경계 central
nervous system

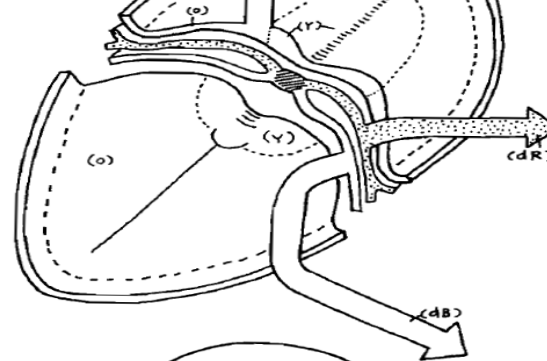
망막 retina
송과체 pineal body
신경뇌하수체 posterior
pituitary gland

신경능선 NEURAL CREST
뇌 및 감각신경절과 신경
cranial and
sensory ganglia
and nerves

부신속질
adrenal medulla
색소세포 pigment cells
인두굽이연골
part of branchial arch cartilages



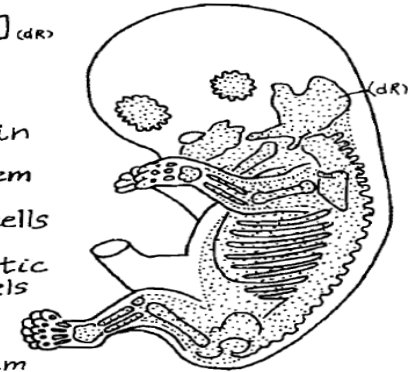
ECTODERM (E)



MESODERM (M)

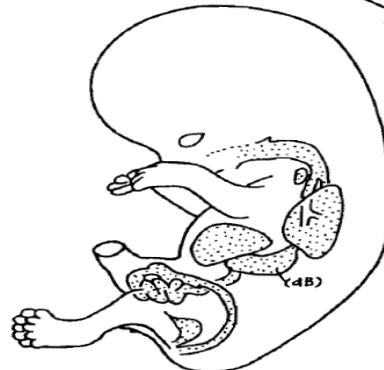
근육 muscle
연골 cartilage
뼈 bone
진피 dermis of skin
비뇨생식계통
urogenital system
혈구 및 림프구
blood and lymph cells
혈관 및 림프관
blood and lymphatic
vessels

장막
serous membrane
가슴막 pleura
심장막 pericardium
복막 peritoneum
부신겉질 adrenal cortex



ENDODERM (E)

상피 epithelium of :
인두주머니파생물
pharyngeal derivatives
기관 및 기관지
trachea and bronchus
폐 lungs
위장관
gastrointestinal tract
간 liver
이자 pancreas
방광 urinary bladder
요막관 urachus



DERIVATIVES OF THE GERM LAYERS : MESODERM AT THE SOMITE STAGE_(R)

중배엽의 발달

Stage 9

배엽의 간층조직으로
축엽중배엽, 중간중배
엽, 측판중배엽 형성

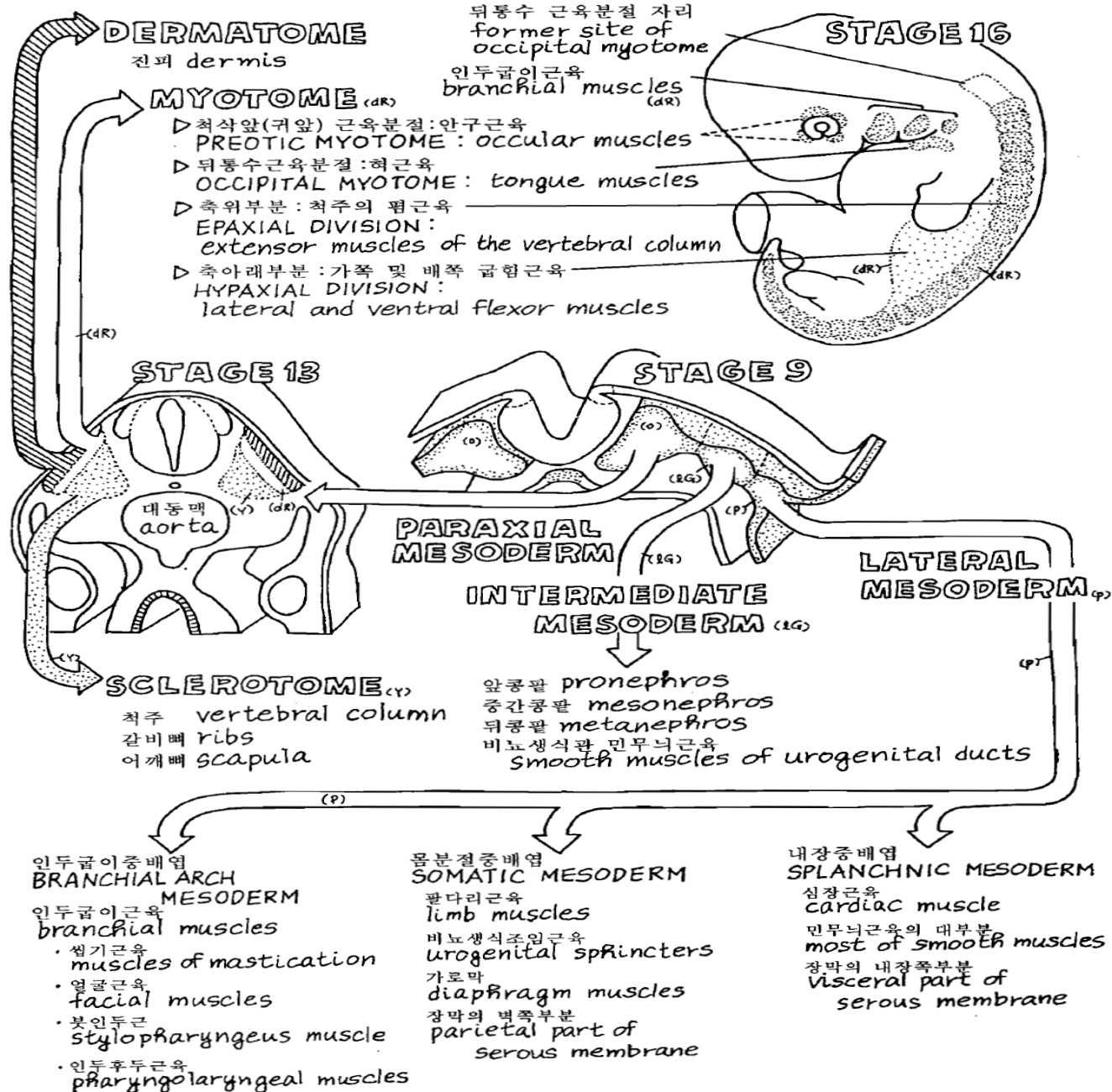
Stage 13

축엽중배엽은 체절을
만들고 다시 뼈, 근육,
진피분절로 발달

Stage 16

근육분절이 안구근육,
혀근육, 척추의 펴근육
과 배쪽 굽힘근육으로
분화

측판중배엽은
인두굽이, 몸분절,
내장중배엽 등으로
분화됨

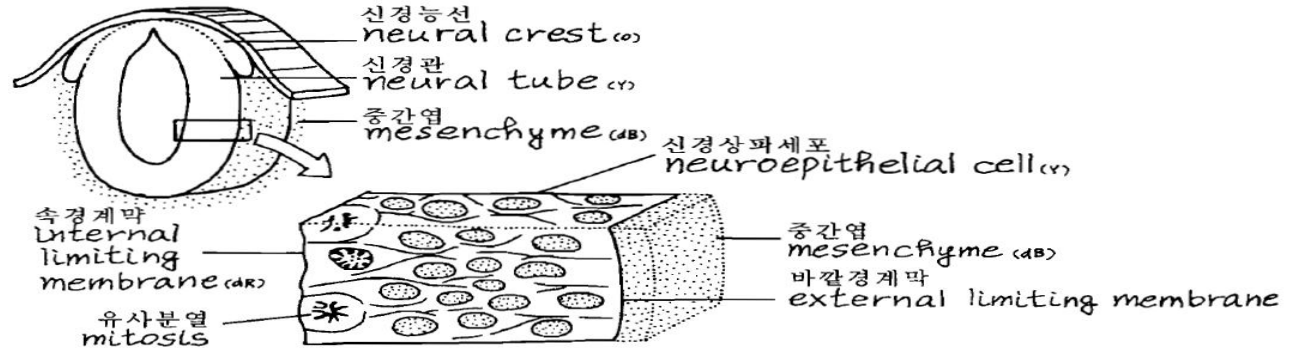


34. EARLY HISTOLOGY OF SPINAL CORD STAGE 10

초기 척추의 발생

Stage 10

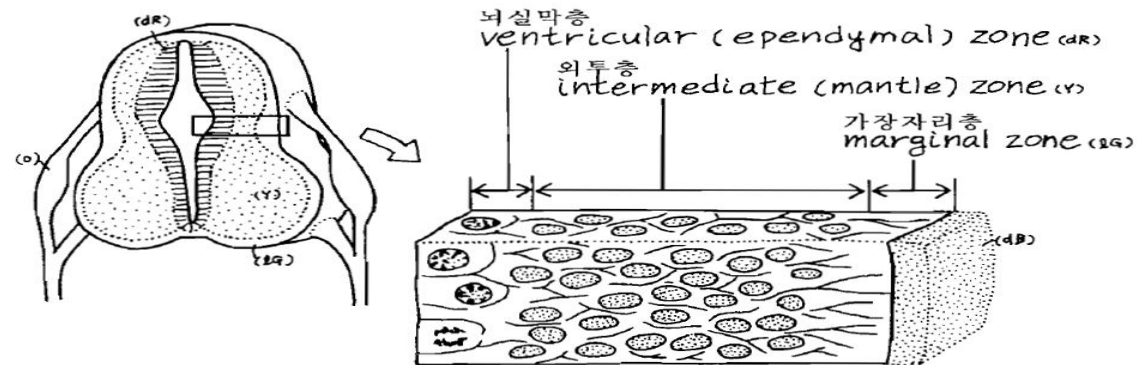
신경관이 말려서
신경능선, 신경관,
중간엽이 발생



STAGE 16

Stage 16

신경관이 발달하여
척수의 뇌실막층,
외투층, 가장자리층
등을 형성



신경모세포 형성

무극신경모세포,
큰아교세포무리,
축삭이 달린 뉴런의
생성

DEVELOPMENT OF THE NEUROBLAST



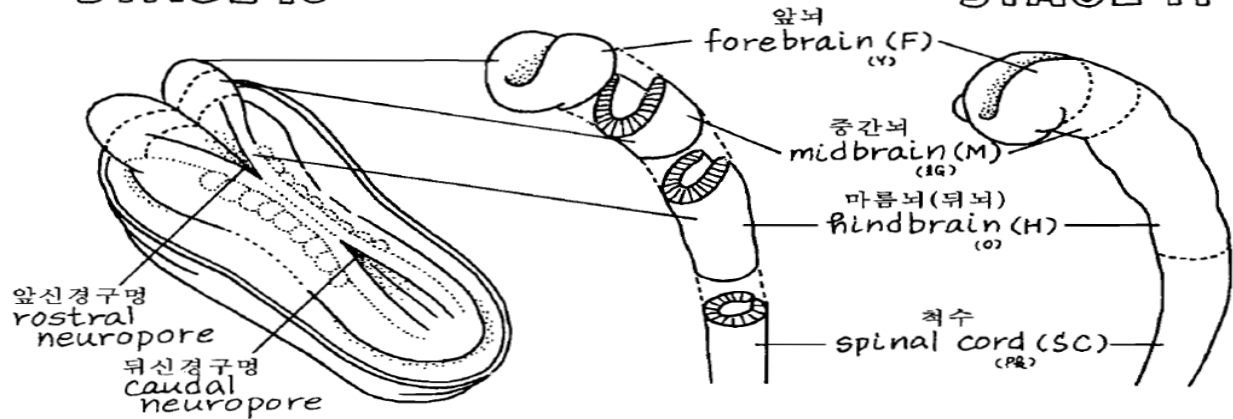
36. BRAIN: EARLY DEVELOPMENT

STAGE 10

뇌의 발생

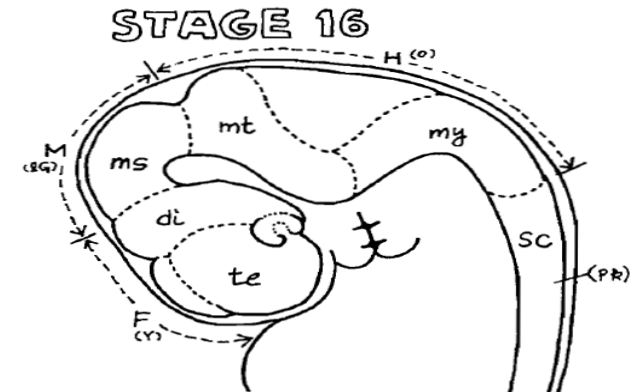
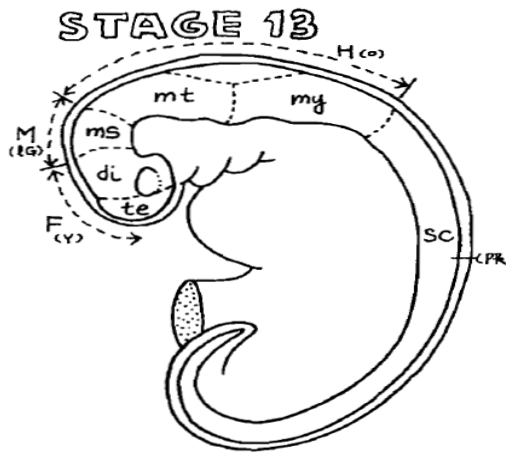
Stage 10~11

신경관이 발달하여
전뇌, 중뇌,
후뇌(능형뇌)
척수가 생성됨



Stage 13~16

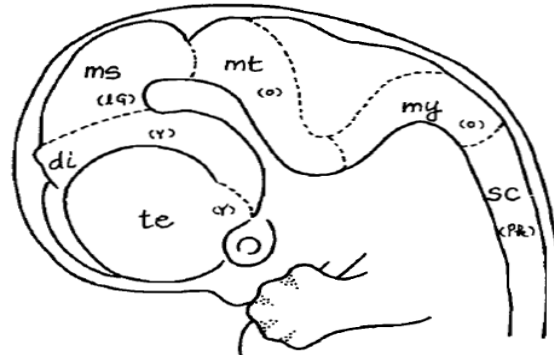
전뇌는 끝뇌와 간뇌,
후뇌는 소뇌와 연수
로 분화됨



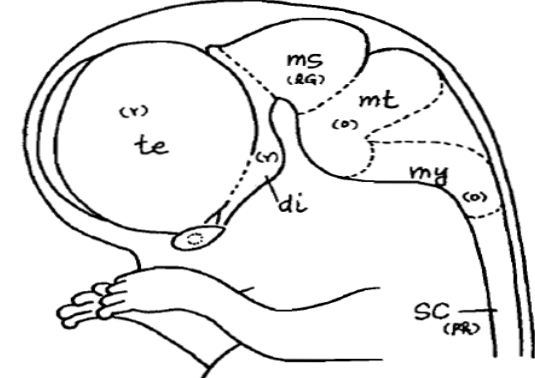
Stage 19~23

대뇌, 후각엽, 해마,
시상 상/하부, 시상,
뇌교, 연수, 척수 등
뇌의 세부기관 형성

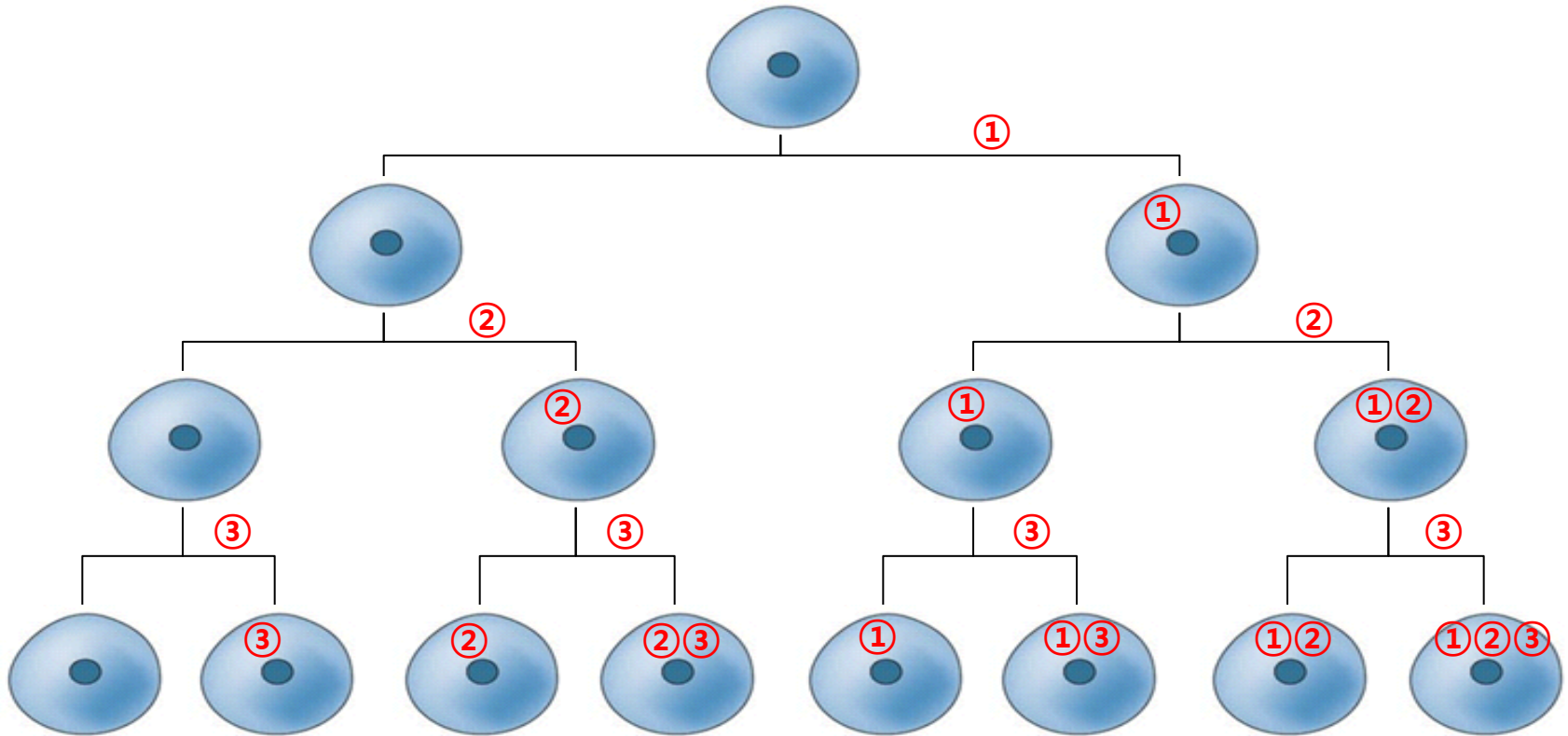
STAGE 19



STAGE 23



핵심기억-#28 : 다양한 종류의 세포 분화



연골, 근육, 힘줄, 창자, 심장세포..등 인간은 대략 250개의 서로다른 종류의 세포가 있습니다. 이러한 다양한 세포가 어떻게 분화되어 왔는가의 원리를 보여주는 도표입니다. 예를 들어 하나의 모 세포로부터 3세대까지의 세포의 분화 과정에 있어서 세대마다 미묘하게 다른 전사조절인자의 작용이 있다고 가정하면 8가지 종류의 서로다른 세포가 출현하게 됩니다. 이러한 유전자의 차별적 발현을 통한 선택적 유전자 활동이 특성화된 세포형태를 만들고 수 많은 종류의 다양한 세포를 분화시키는 기본 원리인 것입니다.

Science News

Share Blog Cite

Print Email Bookmark

Transcription Factors Guide Differences in Human and Chimp Brain Function

ScienceDaily (Dec. 30, 2009) — Humans share at least 97 percent of their genes with chimpanzees, but, as a new study of transcription factors makes clear, what you have in your genome may be less important than how you use it.

See Also:

Health & Medicine

- Genes
- Human Biology
- Nervous System

Mind & Brain

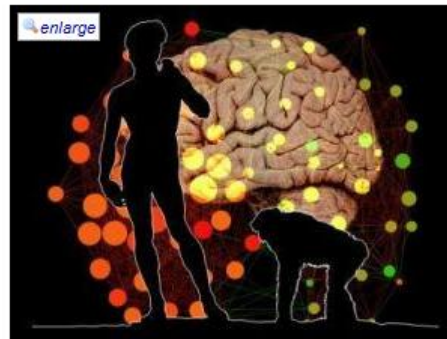
- Gender Difference
- Neuroscience
- Parkinson's

Reference

- Developmental biology
- Protein biosynthesis
- DNA microarray
- Heat shock protein

The study, in *Proceedings of the National Academy of Sciences*, found that broad differences in the gene activity of humans and of chimpanzees, affecting nearly 1,000 genes, appear to be linked to the action of about 90 transcription factors.

Transcription factors are proteins that bind to specific regions of the DNA to promote or repress the activation of many genes. A single transcription factor can spur the transcription of dozens of genes into messenger RNA (mRNA), which is then translated into proteins that carry out the work of the cell. This allows organs or tissues to quickly respond to an environmental change or internal need.



Gene regulatory networks differ between human and chimp brains, the researchers found. (Credit: ...)

The study, in *Proceedings of the National Academy of Sciences*, found that broad differences in the gene activity of humans and of chimpanzees, affecting nearly 1,000 genes, appear to be linked to the action of about 90 transcription factors.

Fast & user-friendly software.

Just In:

Marine Biodiversity Linked to Temperature

Science Video News



Doggy Genes

Molecular biologists have completely sequenced the first dog genome. Understanding how genetics plays a role in canine diseases could lead to new. ... > [full story](#)

- ▶ Sea Urchins' Genetics Add To Knowledge Of Cancer, Alzheimer's And Infertility
- ▶ Neuroscientists Find That Men And Women Respond Differently To Stress
- ▶ Geographers Map Likeliest Places For Big Fires
- ▶ [more science videos](#)

Ads by Google

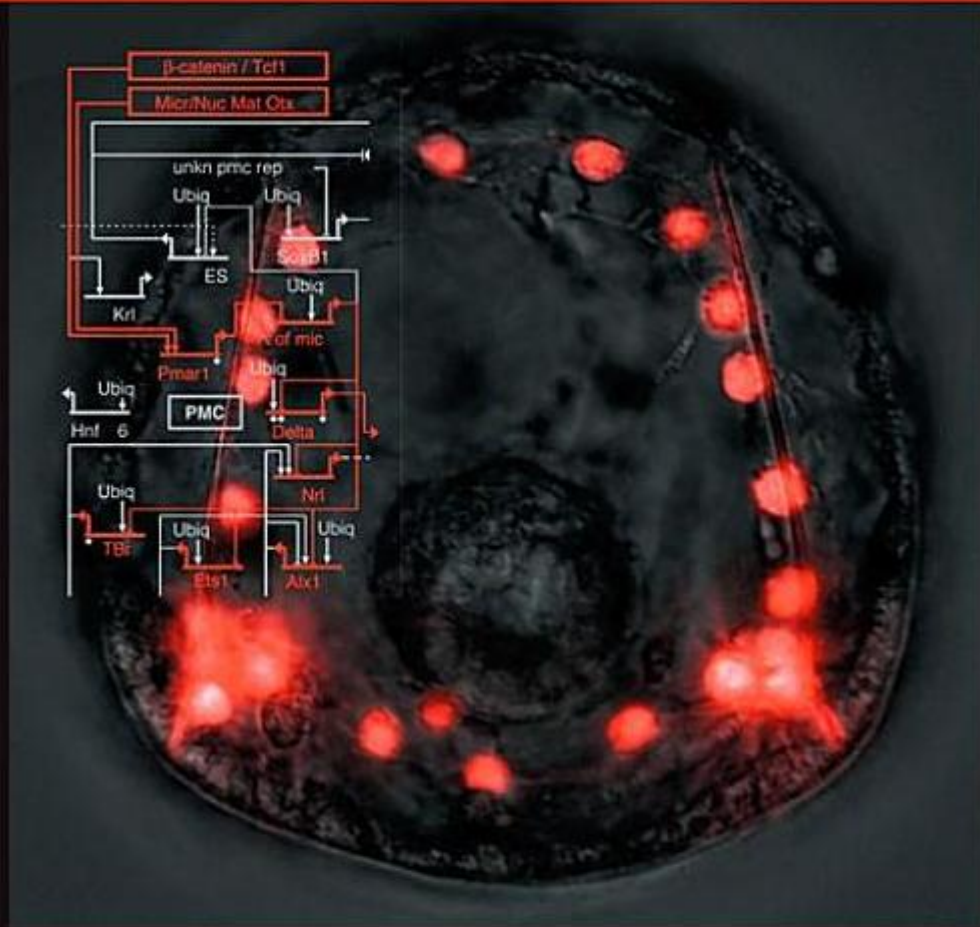
Science Daily 의 기사입니다. 연구에 의하면 인간과 침팬지의 유전자 활동간의 방대한 차이점은 1,000개의 유전자에 있어 90개의 전사조절인자가 작용하는 기능들이 다른데 있다고 합니다. 그동안 계속 언급 했지만 단순한 유전자 수 보다는 결국 전사조절인자와 스위치의 중요함을 다시한번 강조하고 있는 글입니다. 이제 과학은 미묘하고 정교한 부분을 터치하고 있는 수준에 다다르고 있는 것입니다.

Gene Regulatory Networks In Development and Evolution

< *Gene Regulatory Networks
In Development and Evolution* >
이란 책입니다.

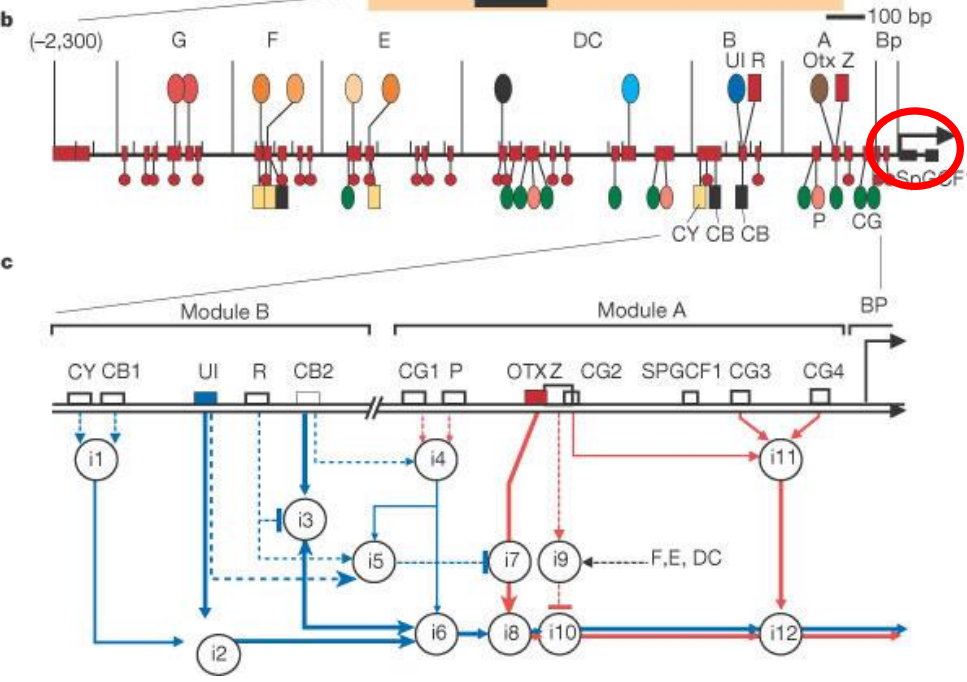
성게알의 발생과 진화에
있어서의 전체 유전자조절
Network에 대해 상세하게
정리된 책입니다.

지난 시간에도 소개했던
전사조절인자 Network과
스위치들에 대한 부분은
모두 이 책의 내용중 일부를
소개해 드린 것입니다.



ERIC H. DAVIDSON

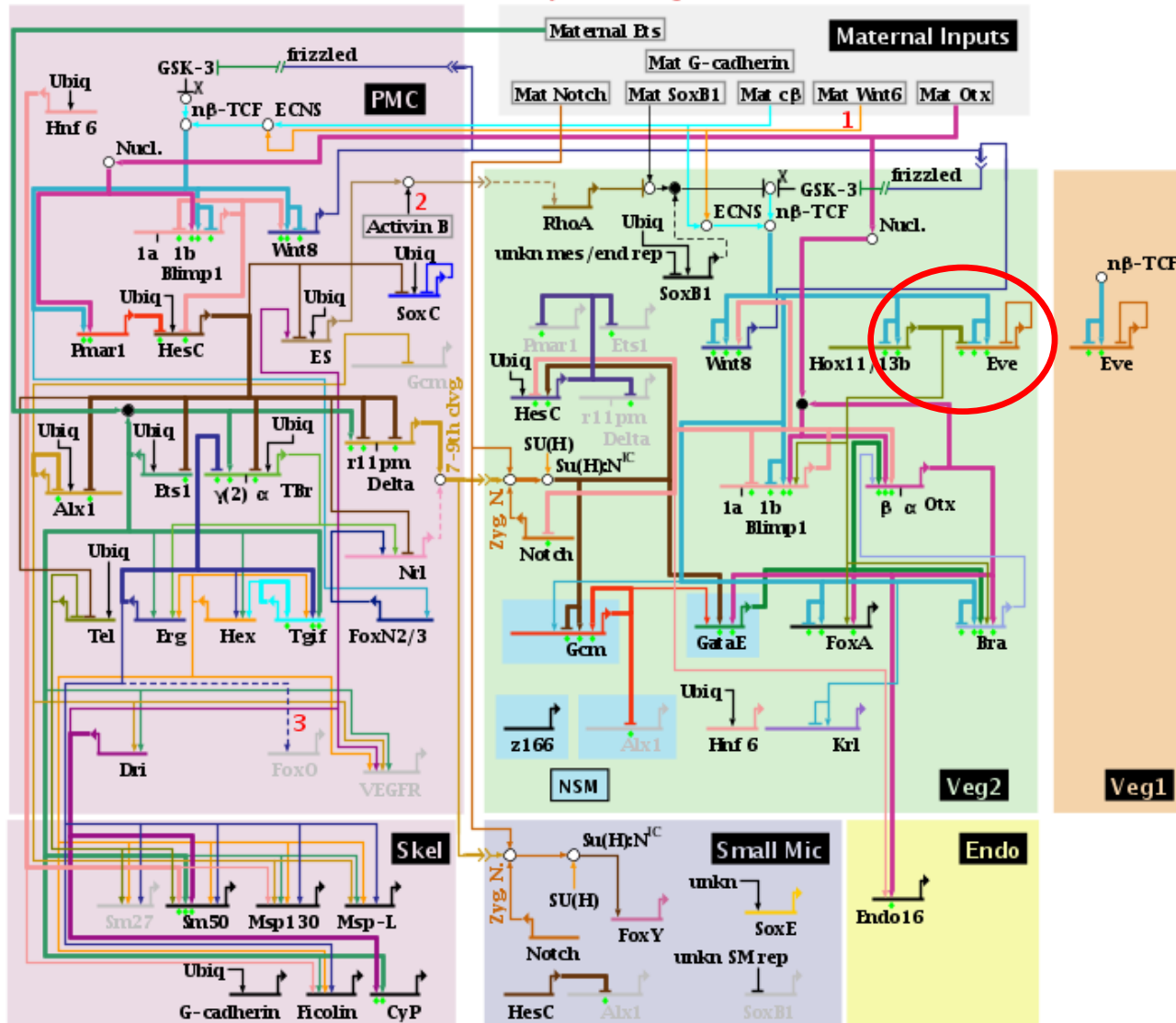
Copyrighted Material



This model is frequently revised. It is based on the latest laboratory data, some of which is not yet published.

Additional data sources for selected notes:

1: McClay lab; 2: Angerer lab



Ubiq=ubiquitous; Mat = maternal; activ = activator; rep = repressor;
 unkn = unknown; Nucl. = nuclearization; χ = β -catenin source;
 n β -TCF = nuclearized β -catenin-Tcf1; ES = early signal;
 ECNS = early cytoplasmic nuclearization system; Zyg. N. = zygotic Notch

Copyright © 2001-2010 Hamid Bolouri and Eric Davidson

한 스위치에서 유전자가
 읽혀서 단백질을 만들게
 되면 그 단백질이 또 다른
 스위치에 연결이되어
 유전자를 조절하게 되기도
 하고, 어떤 경우에는 만들
 어진 단백질이 스스로
 자기를 제어하기도 합니다.

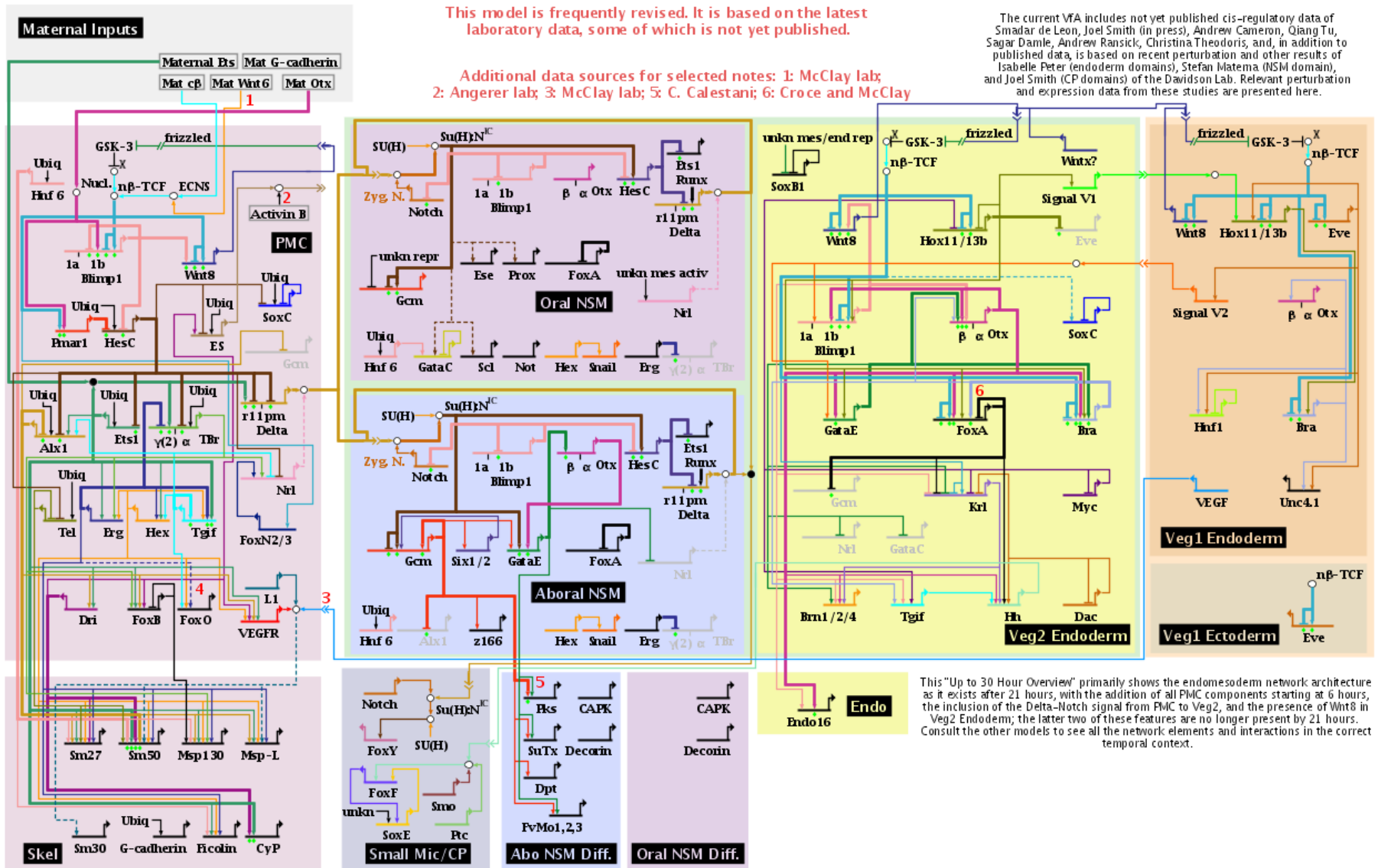
이런 관점에서 Genomics
 는 곧 '단백질이 DNA를
 만나는 현상'에 대한 것
 이되는 것입니다.

한 세포속에 수 만개의
 단백질이 있는데, 그 중에
 1% 정도인 수백개 정도가
 DNA에 붙는 것입니다.
 그 DNA와 결합하는
 단백질 중에서 몸의 형태
 를 만들어 주는 유전자가
 곧 Hox유전자인 것입니다.

This model is frequently revised. It is based on the latest laboratory data, some of which is not yet published.

Additional data sources for selected notes: 1: McClay lab; 2: Angerer lab; 3: McClay lab; 5: C. Calestani; 6: Croce and McClay

The current MFA includes not yet published cis-regulatory data of Smadar de Leon, Joel Smith (in press), Andrew Cameron, Qiang Tu, Sagar Damle, Andrew Ransick, Christina Theodoris, and, in addition to published data, is based on recent perturbation and other results of Isabelle Peter (endomesoderm domains), Stefan Matema (NSM domain), and Joel Smith (CP domains) of the Davidson Lab. Relevant perturbation and expression data from these studies are presented here.

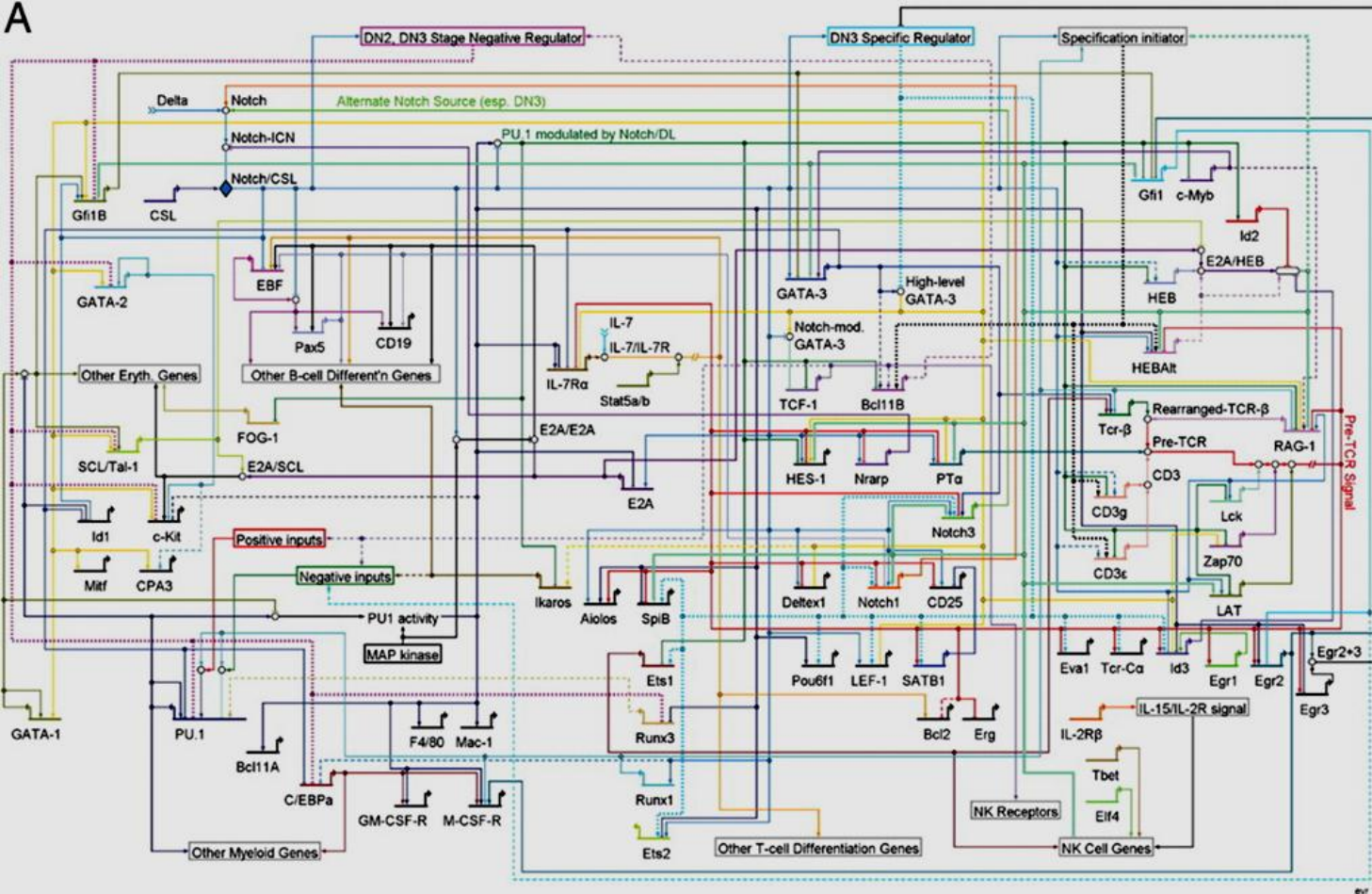


This "Up to 30 Hour Overview" primarily shows the endomesoderm network architecture as it exists after 21 hours, with the addition of all PMC components starting at 6 hours, the inclusion of the Delta-Notch signal from PMC to Veg2, and the presence of Wnt8 in Veg2 Endoderm; the latter two of these features are no longer present by 21 hours. Consult the other models to see all the network elements and interactions in the correct temporal context.

Copyright © 2001–2010 Hamid Bolouri and Eric Davidson

성계알의 내배엽 분화가 일어나는 21~30시간 사이에 일어나고 있는 그 많은 세포들속에 단백질의 발현을 조절하는 시스템에 대한 Network을 표시한 것입니다.

A

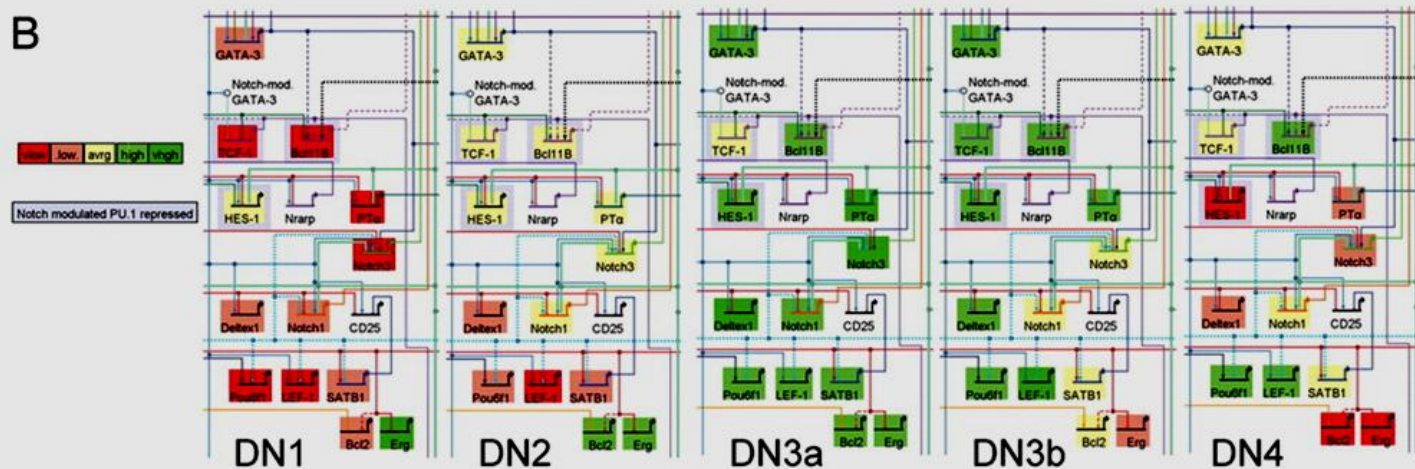


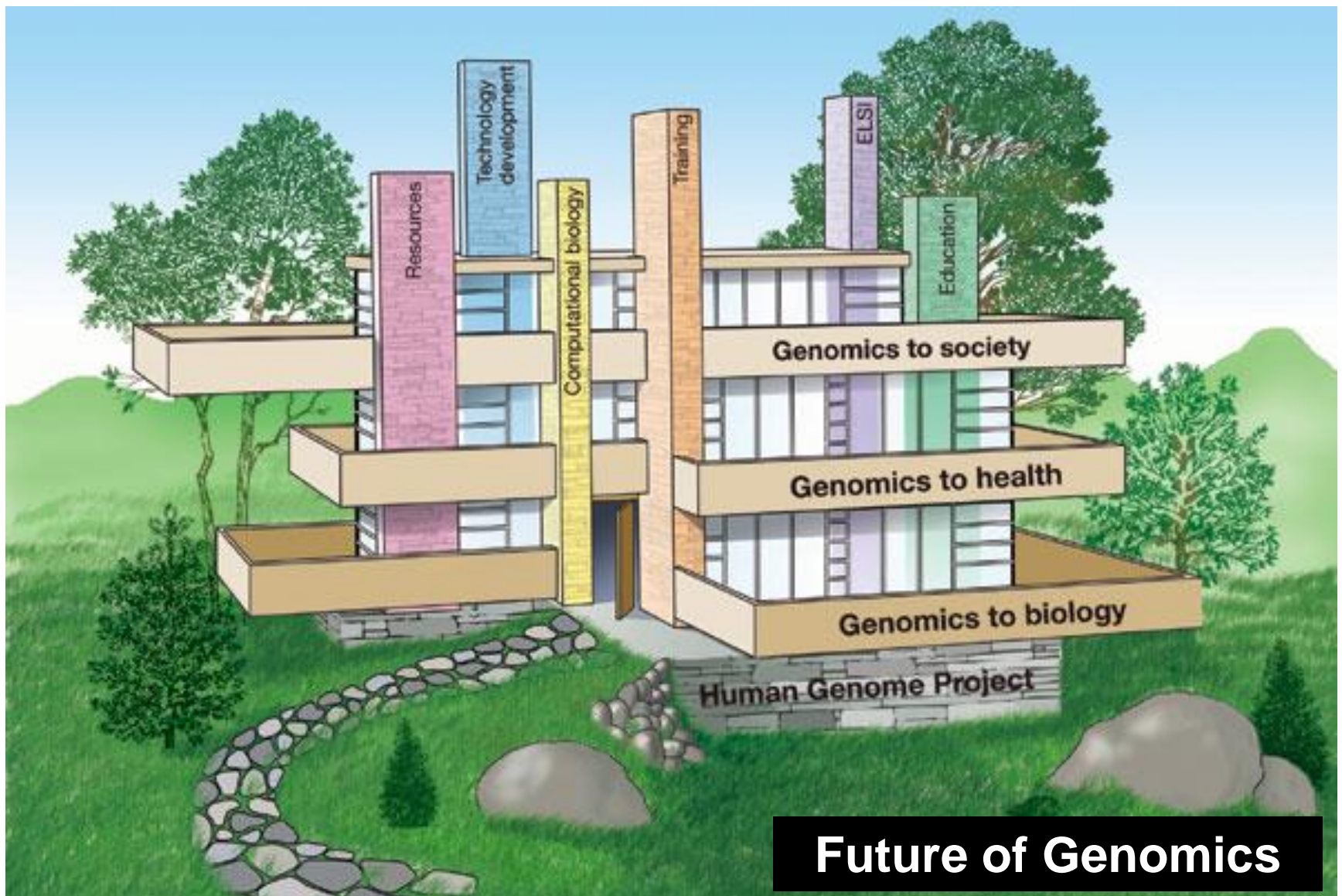
Gene regulatory network model for T cell specification.

(A) View from all nuclei: comprehensive map of relationships included in the network, integrating over all stages.

For sources of each link, see [Table S7](#). For expanded size figure, see [Fig. S4A](#). For predicted differential activity of different network links at different stages, see [Fig. S4 G–K](#). (B) Close-ups of one region of the network with background highlighting indicating differential gene expression levels at five different developmental states.

B

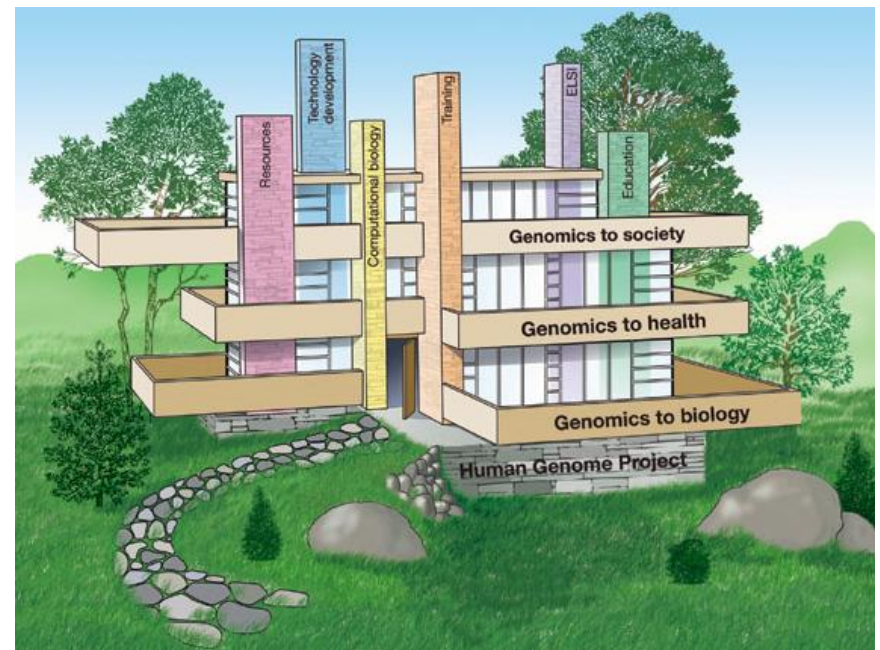
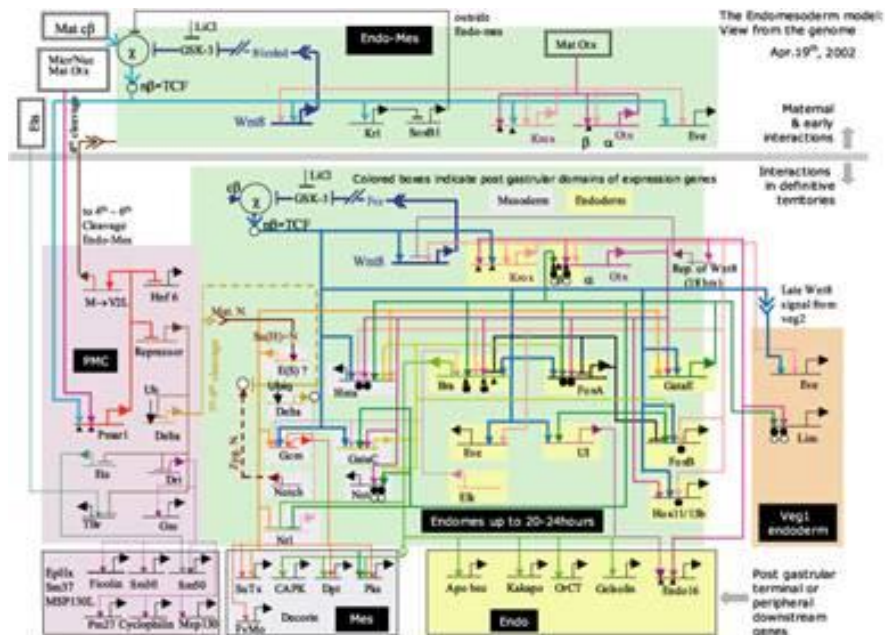
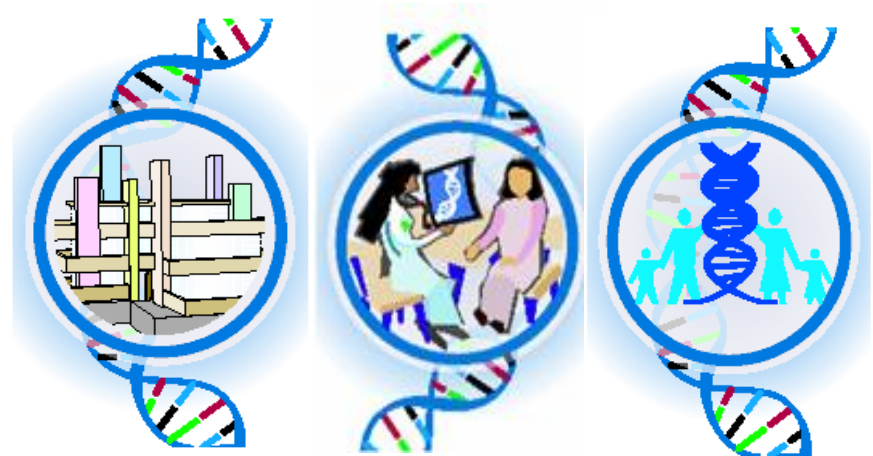
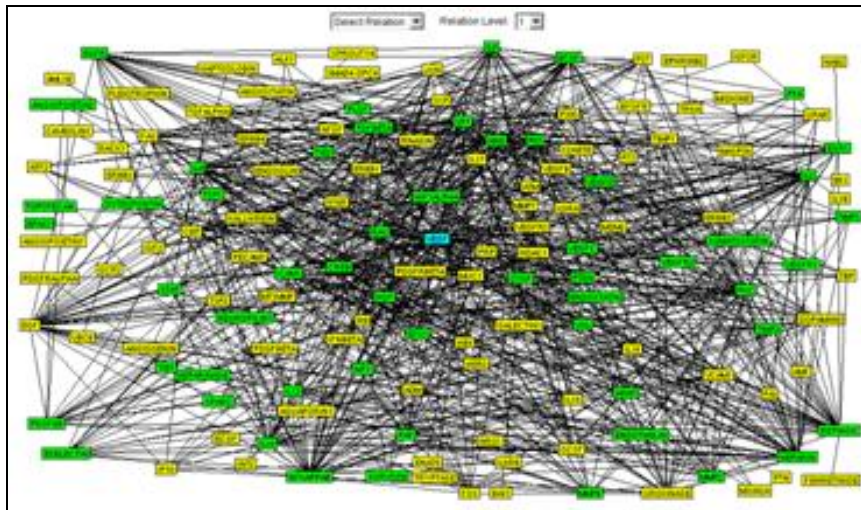




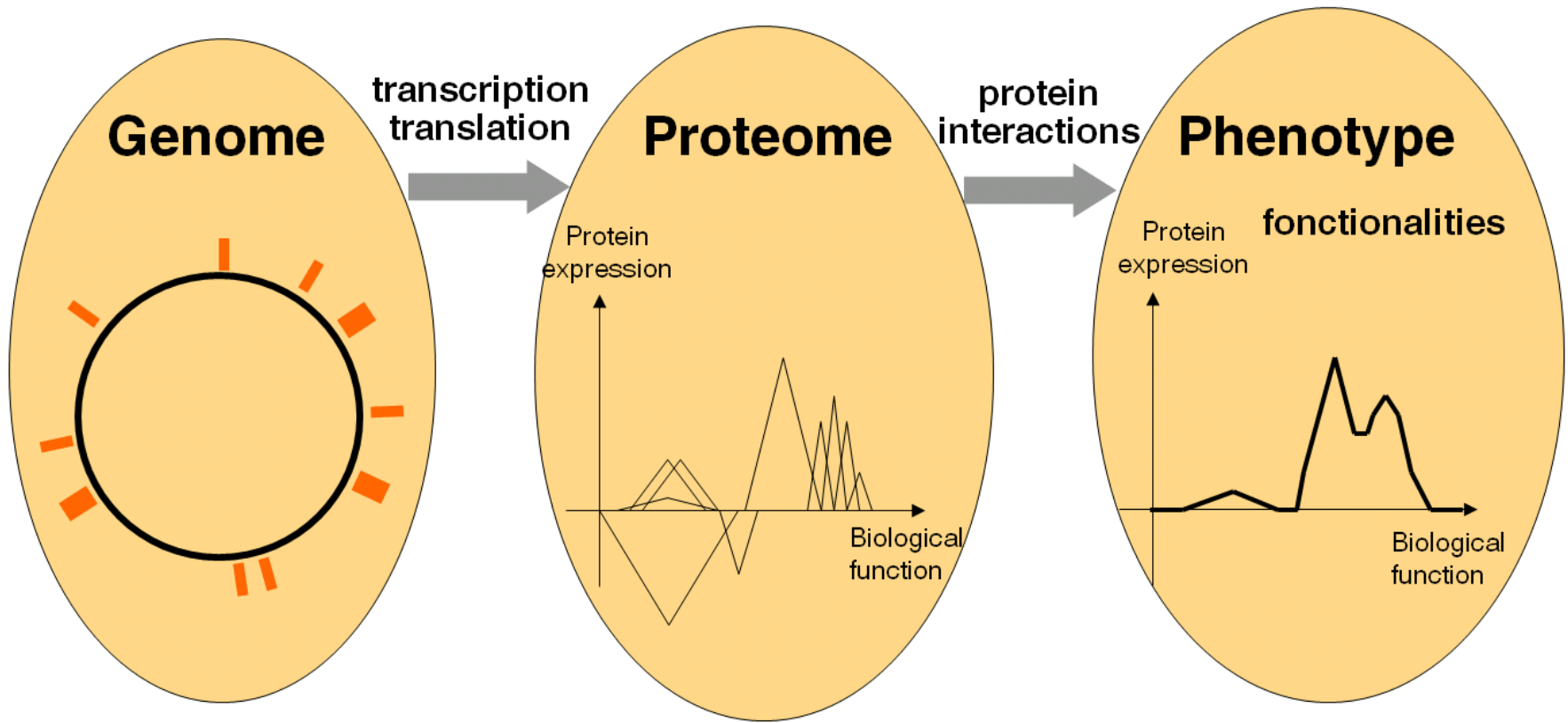
Future of Genomics

The six critically important crosscutting elements are relevant to all three thematic areas. They are: resources ([Box 1](#)); technology development ([Box 2](#)); computational biology ([Box 3](#)); training ([Box 4](#)); ethical, legal and social implications (ELSI, [Box 5](#)); and education ([Box 6](#)). We also stress the critical importance of early, unfettered access to genomic data in achieving maximum public benefit. Finally, we propose a series of 'quantum leaps', achievements that would lead to substantial advances in genomics research and its applications to medicine. Some of these may seem overly bold, but no laws of physics need to be violated to achieve them. Such leaps would have profound implications, just as the dreams of the mid-1980s about the complete sequence of the human genome have been realized in the accomplishments now being celebrated.

Web-based Interaction Viewer

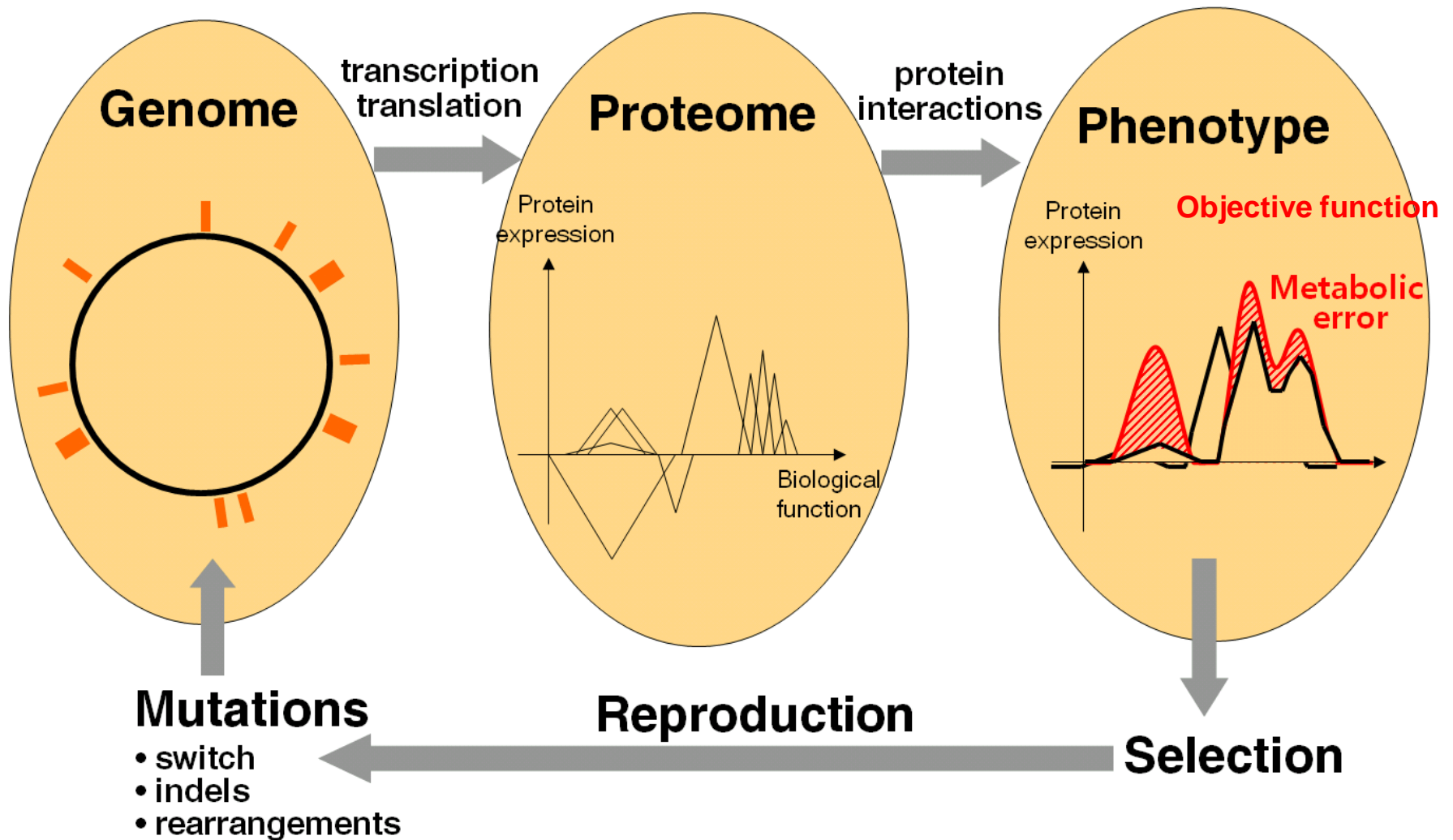


유전자 진화의 개념

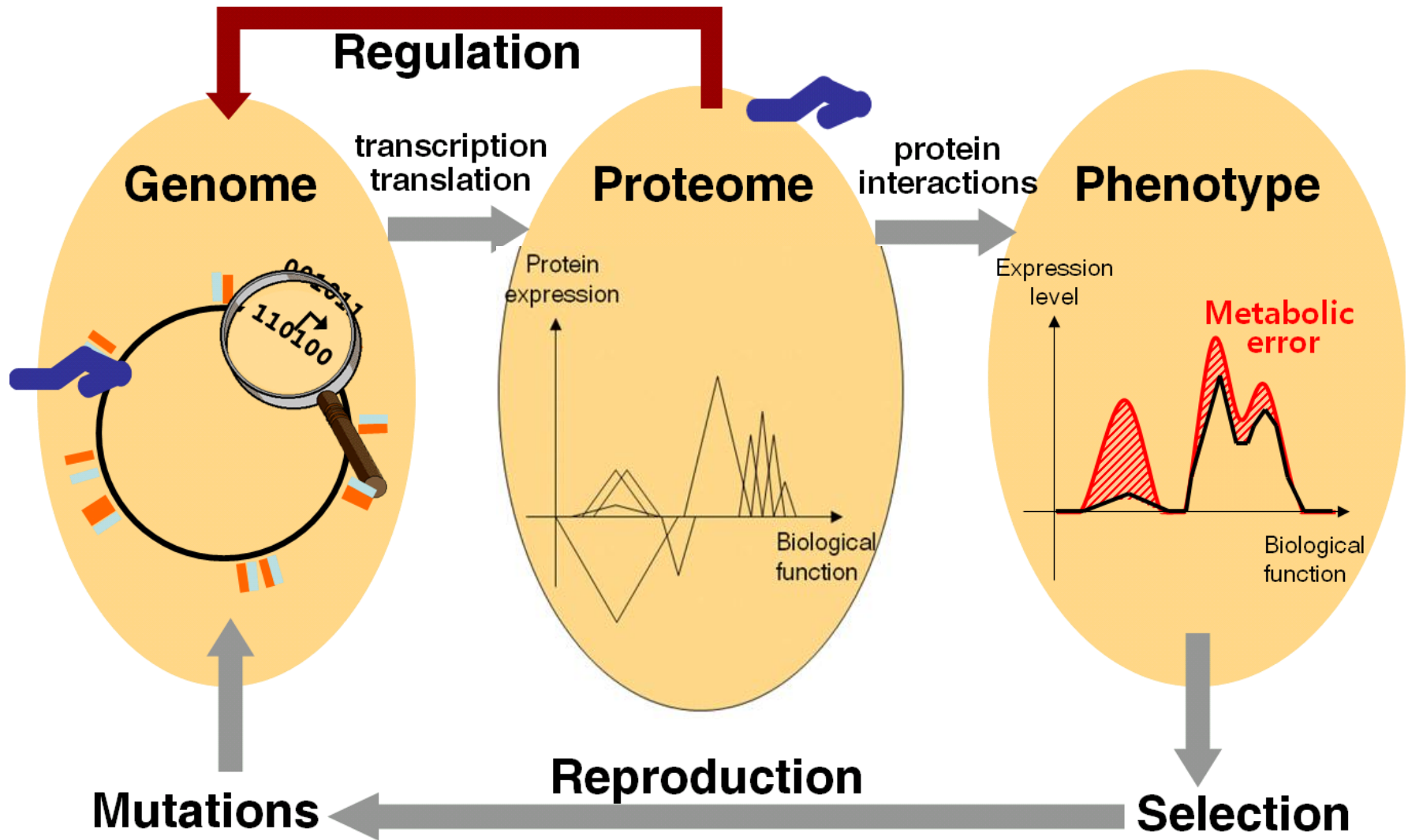


Proteome(단백질체)는 Genome(유전자)의 발현으로 나타나고, 개체의 Phenotype(표현형)은 곧 수많은 단백질의 interaction에 의해 나타나는 것입니다. 이 세가지의 상호관계를 이해하는 것이 중요합니다.

1. Genome에서 여러 개의 유전자가 발현되면 그에 대응하는 단백질들이 생성되고 이들의 작용에 의해 하나의 기능이 나오게됩니다. 이 기능이 곧 개체에 있어 하나의 형태가 되고 표현형이 됩니다.

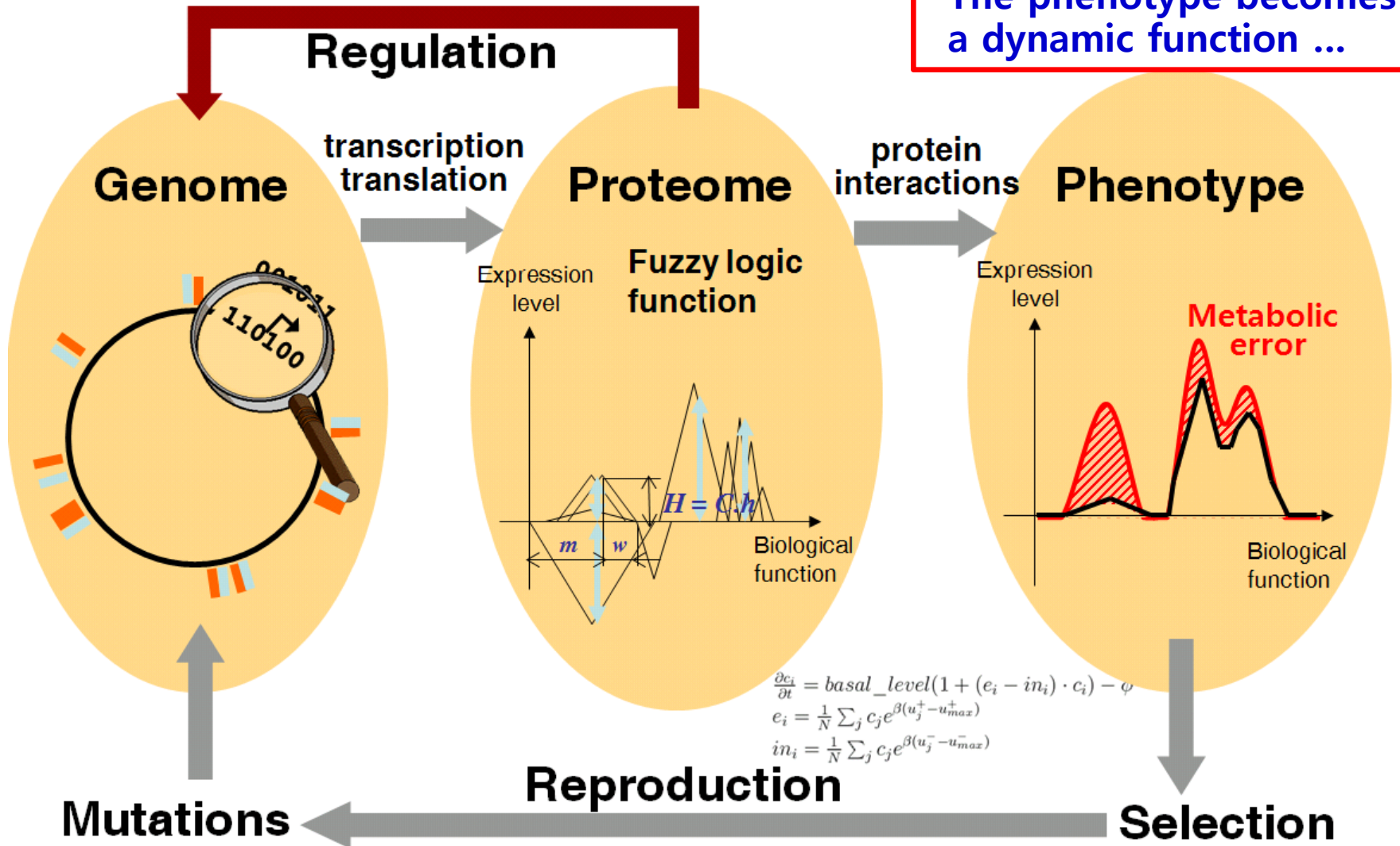


2. 생명체는 극성을 가지므로 어떤 방향성있는 목표 지향적 기능과의 차이에 의해 대사적 error가 발생하게 되고, Genome이 환경에 적응하기 위해서 이 GAP을 지속적으로 Feedback하게 되는 폐회로를 만들고, 이 과정의 시간상 흐름에 따라 Random하게 돌연변이가 발생하는데 그중 일부가 채택되게 됩니다. (5억년동안 선택되어 남은 것이 곧 Hox유전자라 할 수 있음)



3. Selection된 돌연변이에 의해 Genome에서 다른 유전자의 발현이 일어나게 되고, 그 결과로 새로운 단백질이 생성되면 그 단백질이 전사조절인자가 되어 유전자의 조절을 위한 역방향 Regulation으로 피드백하여 동작됩니다.

The phenotype becomes
a dynamic function ...



4. 새로운 전사조절인자에 의해 유전자의 조절이 발생하고 스스로 알아서 기능을 조절하기 위한 단백질의 변화에 의해 종국적으로 표현형은 dynamic function이 되어 환경에 의해 적응하게 됩니다. 이 프로세스가 결국 유전자의 진화인 것입니다.