

제 42 회 과학리딩 노트

(박문호 박사님 강의를 요약 정리한 내용입니다)

15일부터 2박 3일 동안, 국립과학관, 민 연구소, 호미 곳 박물관으로 학습탐사를 간다.

자연사 박물관에 가면 식물은 대부분 화석으로 남아 있고, 동물은 뼈가 남아 있다.

공부 잘 하는 법 2 가지를 말씀 드리겠다

Vector(방향성)를 맞추어야 한다.

브레인 공부하는 중에 암석학을 하면 브레인 공부도 안되고 암석학도 안 된다.

물리학을 공부하고 있는데 철학을 같이 공부하는 것은 파괴적이다. 둘 다 망친다. 공부 할 때가 있다.

자연사 박물관에 갈 때는 준비를 해야 한다.

자연사 박물관에 가서 강의를 듣는 기회는 몇 년에 한번 온다. 놓치면 앞으로 2-3년 이내에는 그런 기회가 없다.

대부분의 사람들이 준비를 하지 않는다. 공부는 연습 밖에 없다. 연습이 복습 보다 공부 효율이 3배 이상 높다. 연습하고 가면 현장에서 거의 90% 정도 흡수할 수 있다. 뒷북 치지 말자.

그래서 오늘 뼈를 이야기 한다, 왜냐면 뼈만 남아 있기 때문이다.

사전 지식이 없으면 이해하기 어렵기 때문이다.

공부는 계획이 있어야 한다

하나도 모르는 상태에서는, 공부는 반드시 나누어서 해야 한다. 3개월 정도는 한 분야에 몰입해야 한다.

공부는 3개월 이상 몰입하기 어렵다. 그래서 100일 동안 기도한다.

100일 기도, 3개월이 그냥 만들어 진 것이 아니다. 사람은 더 이상 집중하기 어렵다. 최대 3개월이다.

제가 하는 프로그램도 대개 3개월을 넘지 않는다. 3개월 공부한 것을 패키지를 잘해야 한다.

그것을 플랫폼, 또는 모듈이라고 한다.

척추동물 진화관련 모듈을 모르고 자연사 박물관에 가면 지식이 와 붙지 않는다.

컨테이너 화물이 와도 내려놓을 항구가 없는 것과 같다.

3개월 공부를 해도 플랫폼 5-6개 정도 밖에 되지 않는다.

그것을 라벨링해서 포장을 잘 해 놓아야 한다.

내년도에 다시 137억년 우주의 진화 강의를 할 때 보자기를 풀어야 한다.

보자기를 풀었을 때 각각의 모듈들이 하나도 훼손되지 않아야 한다, 보관을 잘해야 한다.

지식도 물건과 같은 것이다. 함부로 방에 어지럽게 놓아두면 금방 사라진다.

이렇게 하지 않으면, 공부는 많이 하는데 남는 것이 없다.

세월이 흘러도, 의견은 많은데 과학적 사실은 하나도 없다. 과학적 지식이 쌓이지 않는다.

공부는 vector 이고 방향성이 있다.

오늘 시작은 뼈이다.
중요한 프레임 이다

axial skeleton

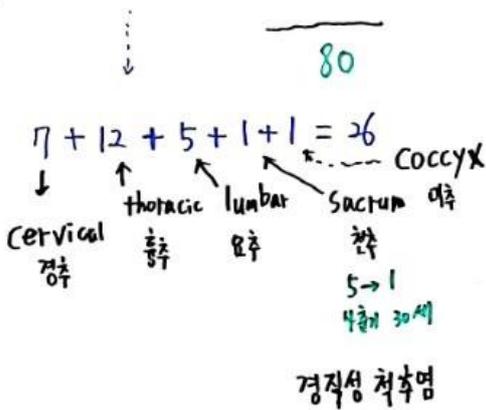
skull → cranium 8
face 14

hyoid 1

auditory ossicle 6
 - 망치, 모루, 등자
 - 파종류 mandibula 3 조각
 - 2개 → 속귀뼈

thorax → sternum 1
 rib 24
 - 복강뼈
 true rib 1-7
 false rib 8-12
 floating rib 11, 12

vertebral column 26



apendicular skeleton

pectoral girdle → clavicle 2
scapula 2

upper limb → humerus 2

radius 2 ulna 2
 - 2골
 - 척골

carpal 16

metacarpal 10

phalange 28

pelvic girdle → pelvic 2

lower limb → femur 2

adult skeleton tibia 2 fibula 2

= 30 + 126 = 206

patella 2

tarsal 14

metatarsal 10

phalange 28
 126

Patella, Ulna

강그리 모르는 이름들이다.

인간 어른의 뼈는 206개이다. 물고기부터 인간까지 공통이다

뼈는 axial skeleton 과 appendicular skeleton으로 크게 나뉜다. 축상 뼈에는 먼저 skull이 있다

Skull은 cranium이 8개 face 뼈가 14개 있다.

얼굴에 뼈가 많은 것은 근육이 많다는 것이다. 근육이 22개 인데 대부분 진피에 붙어 있다.

좌우를 계산에 넣어야 하므로 짝수이다.

(이후 숫자는 좌우 양쪽을 합한 숫자 임)

다음은 hyoid로 설골이다. 우리 몸에 1개만 있다.

Auditory ossicle은 귓속뼈이다. 모루뼈(incus), 망치뼈(malleus), 등자뼈(stapes)가 있다. 좌우 합해서 6개이다. 망치 뼈와 마루 뼈가 파충류의 아래 턱 뼈(mandibular)에서 진화한 것이다. 소리의 세기가 20배 증폭된다.

중생대 때 포유류가 밤으로 진출하는데 결정적 역할을 했다. 수 천만년이 걸린 진화의 핵심이다.

다음은 흉부 뼈인 thorax 인데 복장 뼈(sternum) 1개와 갈비뼈(rib) 24개가 있다.

복장 뼈는 3개부분으로 구성되어 있으나 융합된 관계로 1개로 계산한다.

복장 뼈는 맨 위 부분에 쇠골이 붙는다. 복장 뼈의 맨 아래 부분은 연골이다.

물 펌프 손잡이 역할을 해서 호흡에 도움을 준다.

갈비 뼈는 연골 파트와 경골파트가 있다. 복장 뼈에 직접 붙는 real rib이 7개(1-7)이고, false rib이 3개(8-10) 그리고 복장 뼈에 붙지 않은 floating rib이 2개(11-12)이다. 갈비 뼈는 복장 뼈에는 한 군데 붙으나 척추 뼈에 붙는 부위는 2군데 이다.

상어는 갈비 뼈가 없다. 상어가 모래사장에 떠밀려 온다면 갈비 뼈가 없어 체중 무게에 의해 내부 장기가 괴사되어 죽는다. 연골은 경골 무게의 1/2 이다. 그래서 가볍다. 상어는 부레가 없다.

척추(Vertebral column)뼈가 26개 있다. $7+12+5+1+1=26$ 이다.

경추(cervical) 7, 흉추(thoracic) 12, 요추(lumbar) 5, 천추(sacrum) 1, 미추(coccyx) 1이다.

뼈는 나이에 따라 개수가 다르다. 태 속에 있을 때는 800개, 출생 시는 450개, 그리고 사춘기 때와 어른이 되었을 때 뼈 개수가 다르다.

천추는 사춘기 이후에 5개가 1개로 변한다. 30대가 되어야 완성된다.

천추가 골반에 붙는 부위에 염증이 생기는 병이 경직성 척추염이다. 척추를 타고 올라가 눈까지 영향을 미친다. 유전적 경향이 있다.

30대 이전에는 나이마다 뼈 개수가 다르다. 오늘은 어른을 기준으로 한다.

Axial skeleton은 모두 합해서 80개이다.

다음은 부속지 뼈(appendicular skeleton)이다.

거치대(Girdle)가 2개 있다. 앞쪽 거치대가 어깨이고 뒤 거치대가 골반이다.

앞에 있는 거치대를 pectoral girdle이라고 하며, 쇠골(clavicle) 2개와 어깨뼈(scapula) 2개로 구성되어 있다.

조류에는 쇠골을 차골이라고 부르며 V자 형태이다. 파충류에는 쇠골이 없다. 서양에서는 wish bone이라고도 한다. 사람에게서는 팔을 넓게 벌려 운동하는데 도움이 된다.

어깨뼈(clavicle)와 위팔(humerus)이 연결되는 곳이 관절와(glenoid cavity)이다. 골반(pelvic)과 대퇴골(Femur)이 연결되는 곳이 Acetabulum이다.

다음은 upper limb 이다.

upper limb에는 위팔 뼈(humerus) 2개, 아래 팔뼈 인 radius 2개, ulna 2개가 있다,

그 아래에 손목 뼈(carpal)가 16개 있다. 손등 뼈 (metacarpal)가 10개 있다.

맨 끝에 손가락뼈(phalange) 28개가 있다

뼈가 보이면 동물이 보인다. 그리고 뼈가 보이면 움직임이 보인다. 이것이 뼈를 공부하는 이유이다.

자세와 모든 움직임이 뼈를 기반으로 한다. 신경 시스템, 근육, 피부를 공부하기 전에 뼈부터 공부해야 한다. 근육과 피부는 남지 않는다. 유일하게 남는 것은 뼈이다.

뼈의 개수를 계산하는 법칙은 인대를 녹였을 때 나오는 독립된 뼈를 센다.

아래 쪽 girdle이 골반(pelvic)이다. 골반 뼈는 좌우 1개씩 2개이다. 앞 쪽이 인대로 붙어 있다.

하지 (low limb)는 숫자가 upper limb와 거의 같다.

대퇴골(femur) 2개, 정강이 뼈(tibia) 2개, 종다리 뼈(fibula) 2개 그리고 upper limb에는 없는 슬개 골(patella)이 2개 있다.

발목 뼈(tarsal)는 14개이다. 손목 뼈(carpal)에 비해 2개 작다.

발등 뼈(metatarsal)는 손등 뼈와 같은 10개이며, 발가락 뼈(phalange)도 손가락 뼈와 같은 28개 이다.

그래서 부속지 뼈(appendicular skeleton) 합계가 126개이다.

어른 뼈(adult skeleton)는 $80+126=206$ 개가 된다.

플랫폼이므로 모두 암기해야 한다. 이것을 암기해야 동물의 움직임이 보인다.

그때서야 인간의 움직임, 자세, 운동을 공부할 수 있게 된다. 이것이 과학이다.

과학의 본질은 디테일이다.

몇몇 직종을 제외하고는 뼈 종류와 숫자를 암기하지 않는다.

그래서 동물이 무엇인지 모르고, 인간의 움직임을 모른다.

손가락을 보면 물고기 지느러미가 그대로 보인다. 자연은 이렇게 만나는 것이다. 기억을 통해서 만난다.

며칠 전에 자연사 박물관에 가서 뼈 밖에 보지 않았다. 공룡, 고래, 사자, 원숭이, 너구리 모두 뼈 밖에 없다.

이 플랫폼을 외우고 자연사 박물관에 가면 여러분은 황재하는 것이다. 국립 과학관 자연사 박물관이 뼈 컬렉션 중에는 베스트이다. 넓은 공간에 비교가 가능하도록 잘 배치되어 있다.

사전 지식이 없이 뼈를 본다는 것은 지루하기 짝이 없다.

자연사 박물관에 가서 뼈를 볼 때 실력의 차이가 드러난다.

초등학생부터 대학생까지 헛갈리는 것이 공룡의 골반이다.

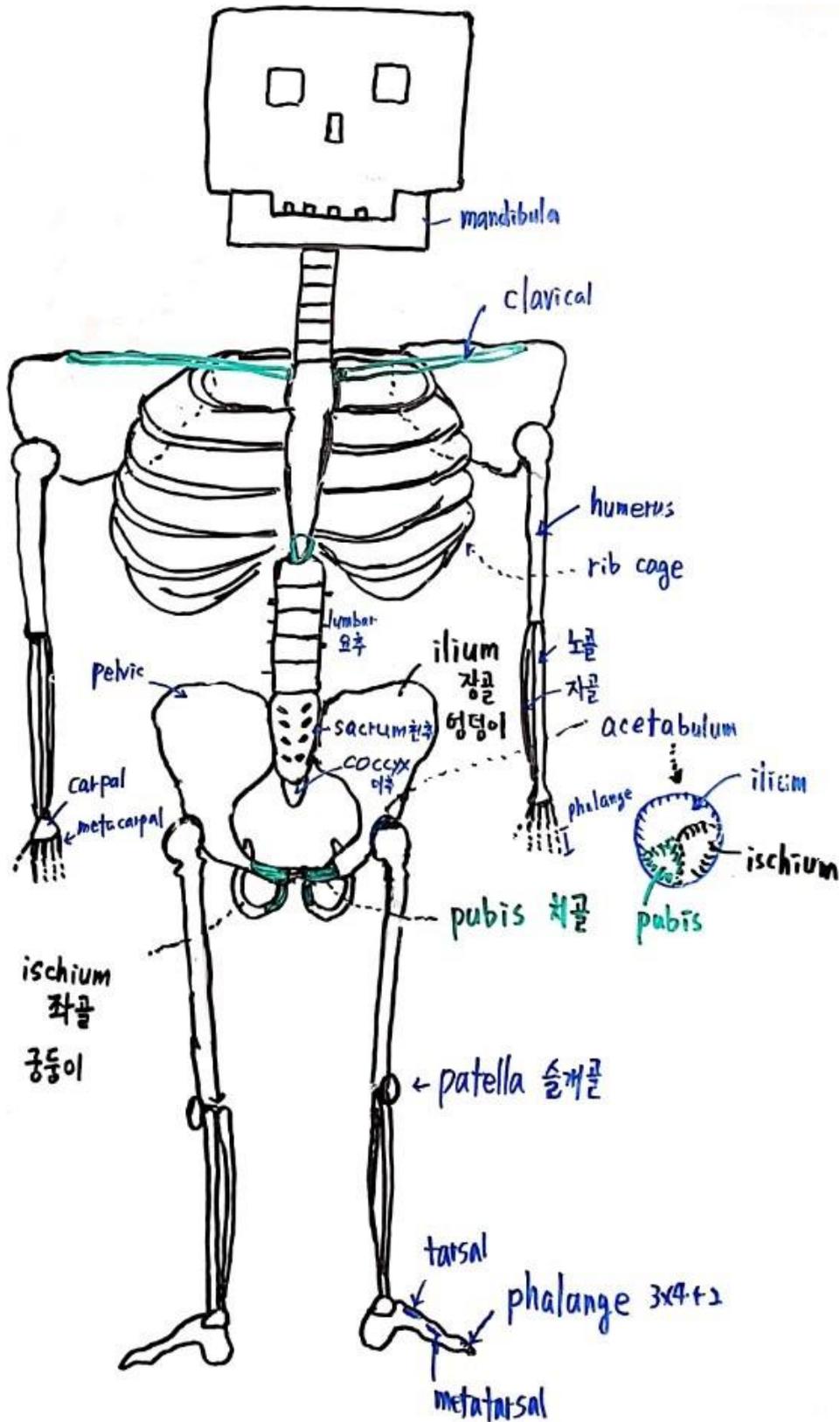
여러분들이 이 플랫폼을 암기하고 가면 놀라운 것을 보게 될 것이다.

형태는 바뀌어도 봉합 선을 보면 보인다.

물고기, 공룡, 새, 사람을 각각 공부해서 망했다. 따로 공부할 필요가 없다.

유사성과 변형을 추적해 보면 모두 같은 것이 바뀐 것이다.

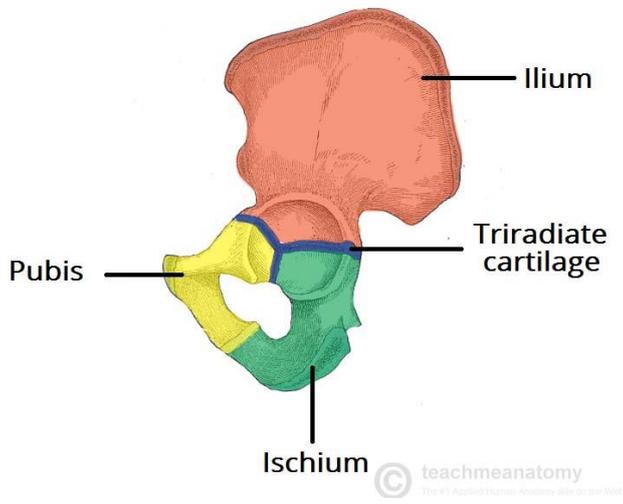
원수는 외 나무 다리에서 만난다. 피해가서는 안 된다.



경추 7개를 그린다. 다음 복장뼈를 그린다. 경추보다 조금 굵게 그린다. 갈비뼈는 흉추 1번부터 붙는다. 갈비뼈는 복장 뼈에 7개가 붙는다. real rib(1-7번)은 복장 뼈에 직접 붙고, false rib(8-10번)은 합해져서 7번에 붙는다. floating rib(11- 12번)은 복장 뼈에는 붙지 않는다.

영장류는 몸통이 원추형으로 생겼고 인간으로 오면서 새장(cage)처럼 생겼다.

요추가 경추보다 굵다. 천추는 5개 뼈가 합쳐진 것이다. 구멍이 4개가 있다.
 좌 우 골반이 가운데에서 인대로 연결되어 있다. 호르몬에 의해 출산 때 늘어나게 된다.
 요추 옆에 가로 돌기가 난다. 그 크기가 진화 과정에서 모두 다르다.
 극 돌기와 회 돌기의 크기가 다르면 그곳에 부착되는 근육의 크기도 달라진다.
 임신을 한 산모의 배가 불러오면 무게 중심이 내려 가도록 천추의 5개 뼈 중 밑에 있는 3개가 더 휘게 되었다.
 그래서 천추는 사춘기가 지나고 30세 전후에 모양이 완성된다.
 골반(pelvic)과 대퇴골(femur)이 고 관절(acetabulum)에서 연결된다.
 대퇴골은 수직이 아니고 약간 안쪽으로 기울어져 내려온다.
 침팬지는 수직에 가깝다. 살짝 안으로 들어와야 직립이 된다.
 어깨뼈(scapula)는 갈비뼈 뒤로 붙는다. 어깨뼈와 humerus가 붙는 부위가 glenoid이다.
 쇄골(clavicle)은 어깨뼈와 복장 뼈를 연결한다.
 브레인을 그릴 때는 아래 턱(mandibular)을 먼저 그린다. 그리고 이빨과 두개골을 그린다.
 얼굴은 민감하므로 조금만 달라도 이상하게 보인다. 아예 로봇처럼 그려도 좋다.
 그러보면 우리가 정말 동물이라는 것을 느낀다. 이 그림을 눕히면 포유 동물이 보인다.
 눕혔을 때 어깨뼈와 골반의 역할이 드러난다. 핵심은 척추에 있다.
 이것은 인간뿐만 아니라 모든 동물을 공부하는 프레임이다.



궁둥이와 엉덩이를 구분해야 한다.
 궁둥이는 좌골(ischium)을 싸고 있는 근육 부위이고, 엉덩이는 장골(ilium)을 싸고 있는 근육 부위이다.
 치골(pubis)은 앞쪽에 있다. 궁둥이와 엉덩이를 합친 것이 볼기이다.
 acetabulum은 연골 구조로 되어 있으며 지방 샘이 있어 윤활유가 나온다.
 뼈를 다 알고 나면 갈비 뼈에 근육 붙는 것을 공부해야 한다.
 흉추와 요추의 입체 구조를 알아야 한다.
 206개 독립된 뼈 마디를 연결하여 리듬체조나 아이스 댄싱하는 것을 생각해 보자. 기적은 바로 그곳에 있다.

206개 뼈가 협연하여 음악에 맞추어 얼마나 우아하게 움직이느냐에 따라 점수가 주어진다. 정말 놀라운 일이다.

5억년 동안 물고기에서 인간까지 오는 동안 모든 동작을, 206가지 뼈로서 추적해 보고 싶은 욕망이 생겼다.

이 프레임을 외우고 그림을 그리는데 한달 투자하는 것이 책 3-4권 읽는 것 보다 낫다.

이런 것이 결정적 지식이다. 정면 승부해야 한다.

그 동안 물고기, 물개, 도마뱀, 악어, 사람 각각 공부하려 했다. 그렇게 해서는 안 된다. 한꺼번에 알아야 한다.

우리의 동작은 하나의 역학적인 형태 만이 아니다. 우리의 동작 하나 하나는 예술이다.

영화 배우들이 제대로 된 표정하나 짓기 위해서 체중까지 감량하면서 엄청난 노력을 한다.

처음에는 모양이 좋지 않더라도 그리고 또 그려야 한다. 1년 후에도 다시 그려야 한다.

여기에 5억년 척추동물의 진화 사가 아로새겨져 있는데, 1년 만에 나오지 않는다.

206개 뼈로서 물고기부터 인간까지 5억년 진화 사를 이 프레임에 싣고 싶다. 1년 혹은 3년이 걸릴 수도 있다.

어쩌면 10년이 걸릴 수도 있다. 그러나 이것이 완성이 된다면 다른 세계가 펼쳐지게 될 것이다.

내가 바로 물고기라는 것을 뼈를 통해서 알 수 있다. 뼈에 근육이 붙어 자세와 움직임을 만든다.

동물이 움직이는 것이 그냥 움직이지 않는다. 반드시 목적이 있다.

그기에 인간의 감각, 지각이 갖다 붙으면서 중추신경을 통해서 근육을 조절한다.

지난 15년간 연구 했던 브레인 과학과 그냥 만난다. 눈에 불을 켜고 공부하고 싶어 진다.

206개 뼈마디를 갖고 어떻게 해서 쇼팽과 베토벤 같은 사람이 나오는가? 김연아는 어떻게 나오는가?

기적 같은 이야기 이다. 그런 마디를 찾아야 한다.

척추 뼈에 근육이 붙는 과정을 입체적으로 그릴 수 있을 때, 그때서야 인간의 움직임, 운동이 왜 중요한가를 알게 된다.

9시 뉴스 맨 뒤에 나오는 것이 스포츠뉴스이다. 우리나라 방송이 처음부터 그렇게 하지는 않았다.

인간이 하는 행위 중에서 스포츠가 맨 위로 올라간다.

인간의 진화는 새로운 운동 개수를 개발하는 일이다. 노래로 전 인류가 하는 경연 대회는 없다.

올림픽을 비롯해서 스포츠만이 전 인류가 기원 전부터 한 곳에서 경기를 했다.

네로 황제도 올림픽에 참가했다. 로마, 그리스 시대에는 정치 지도자들도 올림픽 경기에 참가하는 것을 영광으로 생각했다. 전 인류의 공통된 측정 기준을 정해준 것이 올림픽이다. 운동이다.

음악이나 다른 예술 분야에는 없다. 스포츠를 제외하고는 전 인류에 공통된 종목은 없다.

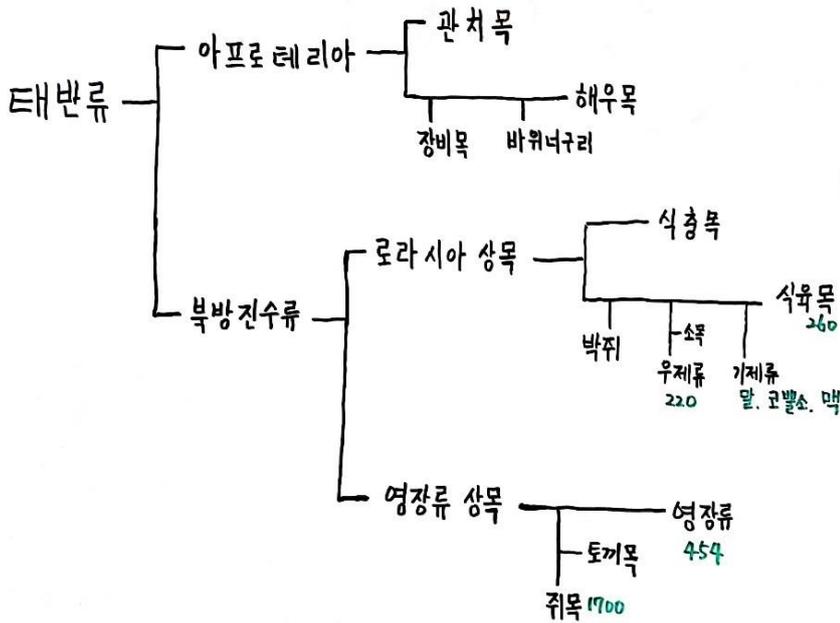
추상적 운동 결과가 추상적 사고를 낳는다.

화이트 헤드는 "문명의 진보는 내가 의식하지 않고 무의식적으로 하는 운동의 개수가 늘어나는 것이다."라고 했다.

자동차 운전은 무의식적으로 할 수 있다. 그것이 바로 문명의 진보이다.

무의식적 운동의 개수가 늘어나는 것을 인간의 진화로 보았다.

전 인류가 공통으로 하는 종목은 스포츠 하나뿐이다. 스포츠를 다시 보아야 한다.
 운동을 알려면 운동 근육이 붙은 척추 즉 뼈를 공부해야 한다.



포유류는 단공류, 유대류, 태반류가 있다.

우리와 직접 관련이 있는 태반류부터 살펴보자.

태반류는 크게 3가지로 나눈다.

태반류는 현화식물(꽃)과 같이 약 1억 3천만년 전인 중생대 백악기에 출현한다.

과학리딩에서는 프레임만 제시하고 구체적인 것은 11회 137억년 우주의 진화에서 다시 다룰 것이다.

태반류는 크게 3가지로 나눈다.

아프로테리아는 아프리카에서 출현한 짐승이란 뜻이다.

아프로테리아에는 관치목이 있는데 땅 돼지 1종 남아 있다.

또 한 갈래에는 장비목, 바위너구리, 해우목이 있다.

북방진수류에는 로라시아 상목과 영장류 상목이 있다.

로라시아 상목에는 식충목과 식육목이 있다. 로라시아는 북미 대륙과 유럽이 합쳐진 대륙이다.

식육목 갈래에서는 박쥐, 우제류, 기제류가 갈라져 나왔다.

개, 고양이는 식육목이다. 식육목에는 260종이 있다.

기제류에는 말, 코뿔소, 맥이 중요하다.

아칸소스테가는 발가락이 8개였다. 그 후 진화를 거치면서 고생대가 끝날 무렵 거의 모든 동물의 손가락 발가락은 유전적으로 5개로 고정되었다. 말은 빨리 달리는 쪽으로 진화하면서 발굽이 3개 그리고 1개가 되었다.

발굽이 홀 수라서 기제류라 한다.

우제류는 220 종이 있다. 발굽이 짝수 개 있다. 소와 염소, 양, 등 대부분의 초식 가축이 여기에 포함된다.

다음은 영장류 상목이다. 여기에서 쥐 목이 갈라져 나온다. 쥐 목이 1700종이다. 포유 동물의 1/3이다.

"우리는 쥐다"라고 생각하면 된다. 특히 중생대 때 포유류는 10cm 정도로 쥐만하였다.

토끼목이 따로 갈라져 나왔다. 영장류는 454종이 있다.

우리나라 사람들이 출산 후 몸을 따뜻하게 해야 한다는 사고나 티벳 인들이 윤회사상을 믿는 것은 민족 전체의 집단적 학습의 결과이다. 그것이 과학적 증거를 이야기하는 것은 아니다.

역사적으로 어떤 민족이 집단적으로 강한 신념체계를 형성할 수 있다.

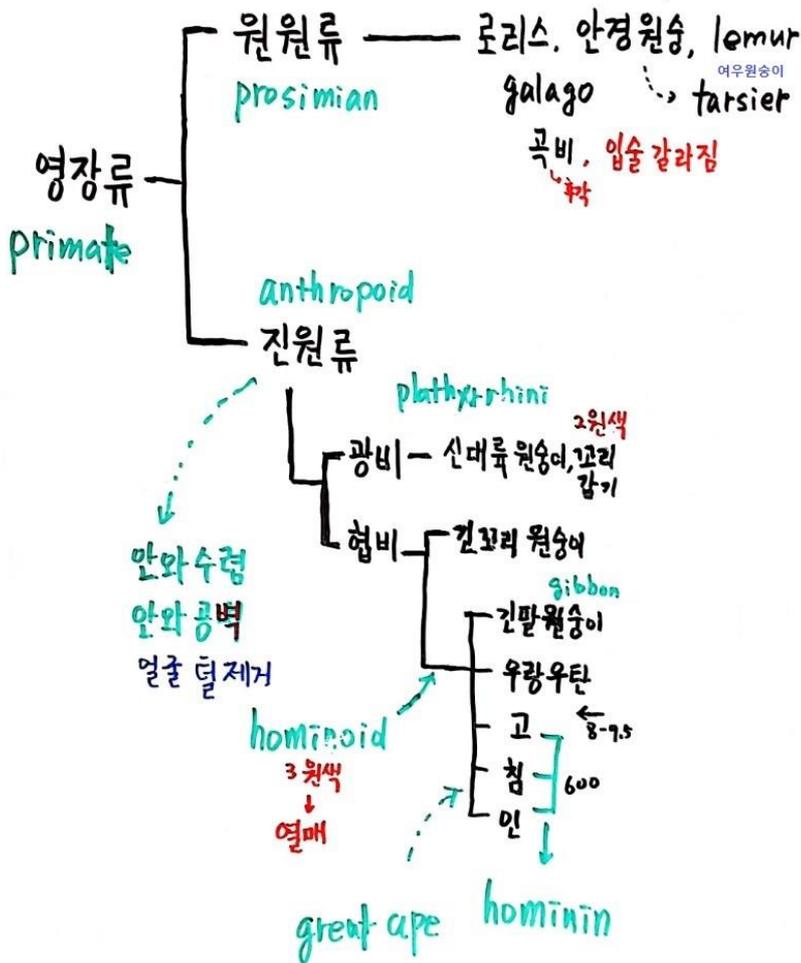
그들 민족에게는 그것이 맞느냐 틀리느냐의 문제가 아니고 현상의 효과가 있다.

태풍의 눈은 없다. 태풍의 눈은 구멍이다. 인공위성으로 촬영하면 태풍의 눈이 보인다.

뇌 과학에선 마음이 판자에 난 구멍 같다고 한다. 판자에 난 구멍은 구멍이므로 실제론적으로는 없다고 해야 한다. 그러나 현상론적으로는 있다. 실제론과 현상론을 구별하면 헛갈리지 않는다.

전생이 있다는 것은 우리에게는 허망한 얘기 이지만 그들에게는 실제론적으로는 없지만 현상론적으로는 있다.

현상론적으로 있다는 것은 물리적 실체는 아니지만 그 현상은 있다는 것이다. 영향을 받고 있기 때문이다.



다음은 영장류로 간다.

영장류(Primate)는 2가지로 나눈다. 초기 원숭이인 원원류와 진원류가 있다.

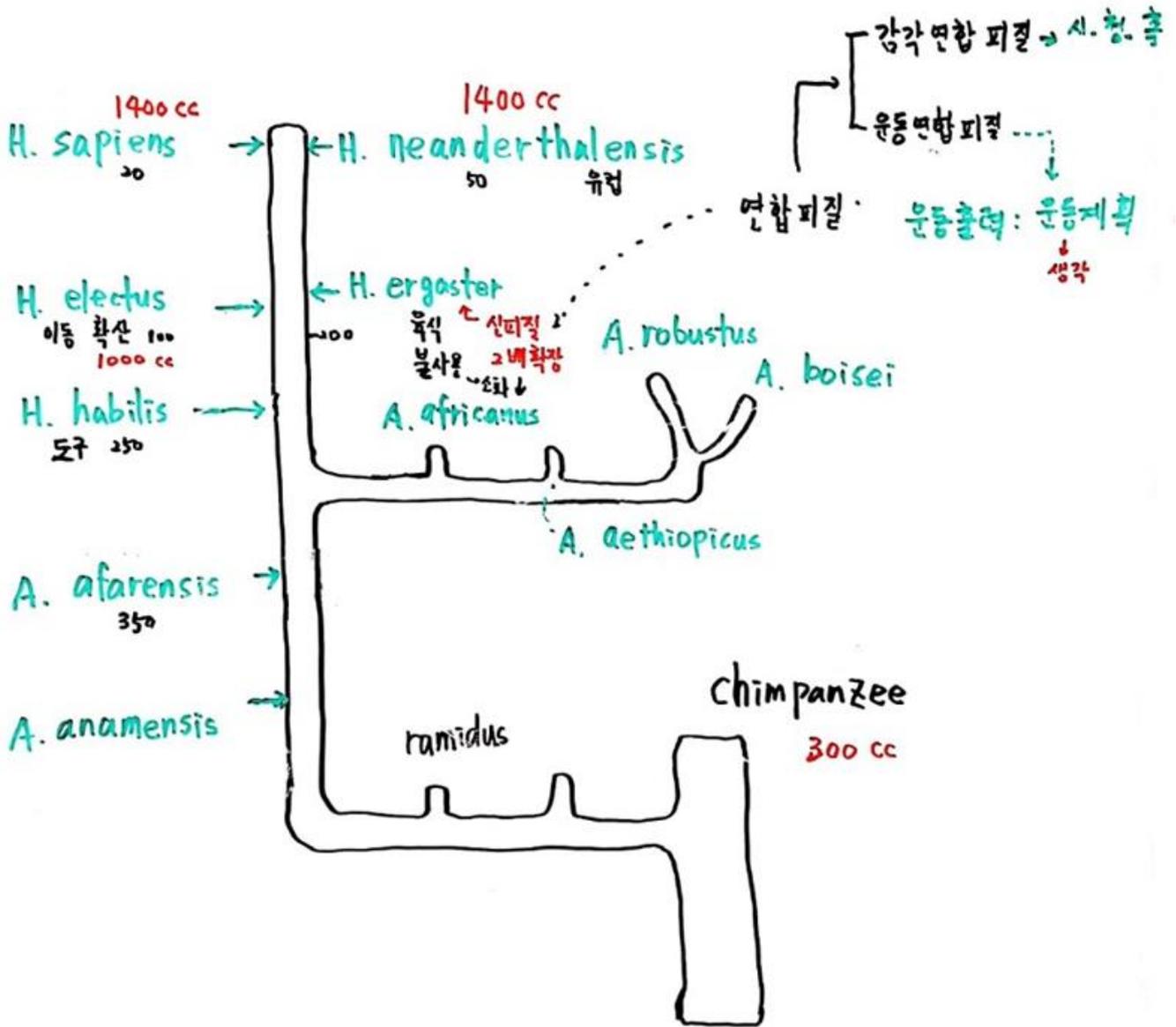
원원류(prosimian)에는 로리스(lories), 안경원숭이(tarsier) 여우원숭이(lemur) 등이 있다.
코가 굵은 꼭비류라고 하며 후각이 주 감각이다. 입술이 갈라져 있다.

진원류(Anthropoid)는 2가지이다. 코가 넓은 광비류와 코가 좁은 협비류가 있다.
광비류(platyrrhini)는 신대륙 원숭이 들이다. 꼬리 감기가 능하다. 2원색 밖에 보지 못한다.
협비류(catarrhini)는 긴꼬리 원숭이류와 Hominoid 로 나눈다.
Hominoid에는 긴팔원숭이(gibbon), 오랑우탄 그리고 고릴라, 침팬지, 인간이 있다.
고릴라, 침팬지, 인간을 Hominin이라 한다. Hominin에 오랑우탄을 포함하여 Great Ape라 한다.

(2교시)

국내 학습탐사는 올해 20번 째이다.
이번 학습탐사의 하이라이트는 국립 자연사 박물관이다. 개관한지 4년 정도 되었다.
다음은 민 자연사 연구소이다. 일반인에게는 오픈 하지 않는다. 4년 전에 학습탐사를 가서 3시간 보냈다.
한국에서 개인소장으로 광물이 제일 많은 곳 중 하나이다 남한산성 부근에 있다.

금요일 1:30 분 집합하여 민 자연사 박물관에 먼저 간다. 광물에 대한 강의 및 3시간 정도 볼 것이다
그리고 버스 편으로 대전에 가서 1박한다. 숙소는 국립 과학관에 준비되어 있다.
다음 날 국립 과학관 자연사 박물관을 약 3시간 관람하고 포항으로 내려 간다.
포항 호미 곳 박물관에서 여러 화석을 관람한다. 호미 곳은 해안 단구가 유명하다. 동해가 융기한다는 것을 볼
수 있다. 호미 곳은 대한팔경 중 한 곳이다. 감포에서 장기 곳 가는 길은 드라이브코스 유명한 곳이다.
문무 대왕릉 부근에서 1박 할 예정이다. 그리고 울산 해양 박물관을 관람 후 서울로 올 예정이다.



호모 사피엔스

침팬지에서 호모 사피엔스가 되기까지 600만년의 역사이다.

호모 사피엔스는 침팬지와 600만년 전에 분기 되었다.

침팬지와 오랑우탄은 8-9.5백만년 전에 분기되었다. DNA 분석에 의해 나온 결과이다.

침팬지의 뇌 용량은 300cc이다.

먼저 라미두스(ramidus)가 갈라져 나온다.

다음은 A. Anamansis와 A. Afarensis가 갈라져 나온다.

Afarensis가 루시이다. 350만년전이다. <태초의 인간 루시>에 잘 기술되어 있다.

계열이 갈린다

A. africanus, A. aetiopicus, A. robustus, A. boisei 모두 멸종했다

여기서부터 homo족이다

맨 처음 나타나는 것이 H. habilis 호모 하빌리스이다. 250만년 경이며 최초로 도구를 사용하였다.

다음은 H. erectus이다. 전세계로 이동 확산해 나갔다. 약200만년에서 100만년전으로 본다.

H. erectus의 뇌 용량은 1000cc 정도였다.

H. ergaster(호모 에르가스터)는 육식을 했다. 신 피질이 2배로 증가하였다. 200만년전이다.

마지막이 H. sapiens 와 H. neanderthalensis이다.

전체 19종 중 호모 사피엔스 만 남고, 모두 멸종했다. 현재 세계 인구 70억은 단일 종 호모 사피엔스이다.

호모 네안데르탈인은 유럽에서 약 50만년 전에 출현 했고, 호모 사피엔스는 아프리카에서 20만 년 전에 시작했

다. 네안데르탈인은 많을 때는 50만명 정도였고 호모 사피엔스와 같은 공간을 점령하고 있었다.

두 종이 일부 피를 섞었다고 보고 있다. 그래서 호모 사피엔스에는 많지는 않지만 네안데르탈인의 DNA가 있다.

네안데르탈인의 두개골 용량은 사피엔스와 동일한 1400cc 였다.

H. ergaster 때 뇌 용량이 2배가 늘어났다.

주로 연합피질이 늘어났다. 연합피질에는 감각연합 피질과 운동 연합피질이 있다.

감각연합피질은 시각, 청각, 촉각을 연합하고, 운동 연합피질에서 운동계획을 담당하게 되었다.

운동계획이 생각이

언어와 상징을 쓰면서 생각이 만들어졌다. 그 과정이 H. ergaster 때 시작되었다.

연합피질이 커지면서 운동출력 이전에 더 정밀한 프로세서가 일어났다.

고민에 빠진 동물이 출현했다. 거래가 일어난다. 타인의 수를 읽어야 한다. 복미 회담도 마찬가지였다.

타인의 수를 읽기 위해서는 표정과 제스처를 봐야 한다. 눈동자 돌리는 것과 손가락 움직임을 보면 안다.

그것이 운동계획 단계이다. 마지막 사인을 하면 끝난다.

위대한 계획! 국가 운명도 그 한 순간에 결정된다

판단보류.

인간이 할 수 있는 훌륭한 능력 중 하나이다.

지금 단계에 해결책이 나오지 않으면 언젠가 해결책이 있을 것이라고 생각하고 현 단계에서 선불리 결정하지 않는다. 그것이 위대한 것이다. 동물은 판단보류를 할 수 없다. 인간만이 할 수 있다.

계획보다 계획의 수정이 중요하다.

목표를 효율적으로 달성하기 위해서는 지금처럼 복잡한 사회에서는 계획을 수정해야 한다.

수정을 많이 할수록 목적지에 바르게 간다

환경이 변하기 때문에 목표를 수정해 주어야 한다

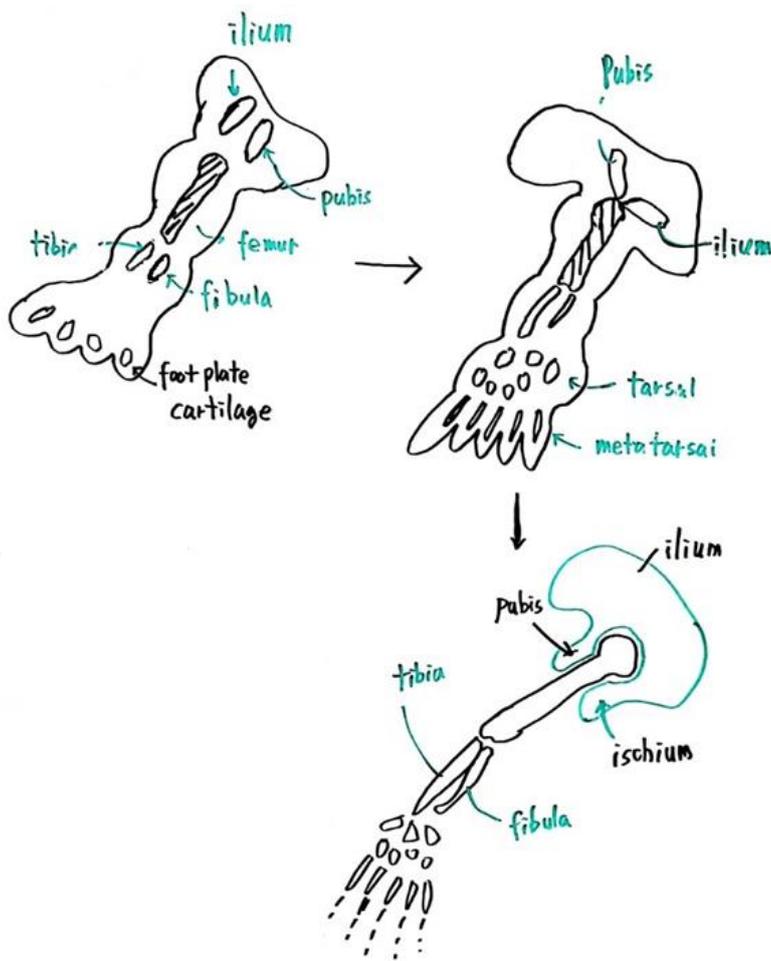
환경이 변하는데 처음 정한 목표만 향한다면 목적지에 제대로 도달할 수 없다. 환경은 고정되어 있지 않다

반드시 정교한 튜닝이 필요하다. 계속 수정해야 한다. 운동 출력보다 운동계획이 중요하다.

후회는 유용하게 진화되어 왔다. 후회를 하면 다음에 에러할 확률이 점점 줄어 든다
 후회 없는 사람은 위험하다. 같은 실패를 할 가능성이 높다. 후회하는 것이 환경적응에 도움이 된다.
 가슴치고 후회해 보아야 한다.

호모 에르가스테르에 와서 신 피질이 2배로 늘어난 것은 육식과 불의 사용 덕분이다.
 짐승은 대부분 생식이다. 소화에너지가 많이 소모된다.
 불을 사용함으로써 소화에너지가 줄었다.

단백질 섭취와 기후 변화로 사바나에서 맹수 속에 있으면서 항상 주위를 집중해야 하므로, 브레인 진화의 압력이 가해져 대뇌피질이 2배로 늘어났다고 본다. 1차 피질이 아니고 연합 피질이 늘어났다는 것이 중요하다.
 시각, 청각, 촉각을 연합한 것이 상징으로 넘어갈 수 있는 전 단계로 갔다. 상징의 대표는 언어이다.
 언어는 공(共) 감각이다. 감각이 서로 만나야 한다.

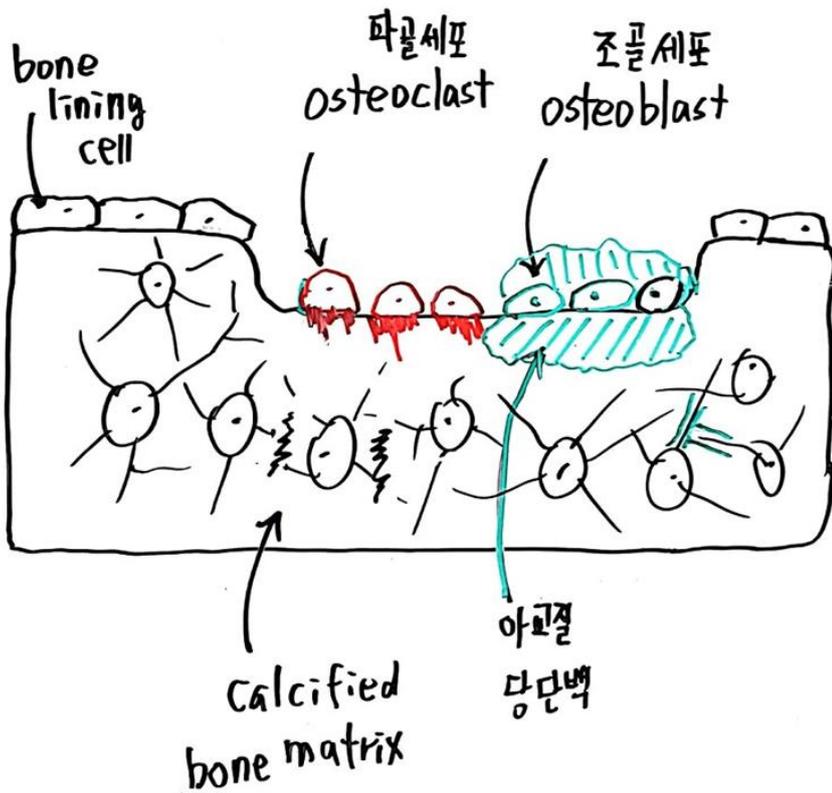


물고기의 Low limb이 다리로 바뀌는 과정이다
 장골. 치골에 붙는 것이 대퇴골이다. 총기류에서 양서류로 바뀌는 과정에서 초기 단계가 나온다.
 그 밑에 tibia와 fibula가 붙는다. 그리고 발 원기 연골(footplate cartilage)이 온다

피부가 둘러 싼다. 양서류 뒷다리 같다. 인간 태아 발생 때도 이런 형태가 된다.

다음 단계는 장골이 치골 밑으로 내려온다. 대퇴골이 장골과 치골에 붙게 된다. Tibia와 fibula도 대퇴골과 붙는다. 이 단계에서 tarsal이 나타난다. Tarsal이 7개 이다. 그리고 metatarsal 5개가 형태를 갖춘다 뒤 다리가 태 속에서 어떻게 형성되는가를 보면 양서류 때 뒷다리가 어떻게 만들어 졌는지를 유추해 볼 수 있다.

마지막 단계는 골반으로 바뀌는 과정이다. 골반이 대퇴골을 둘러싼다. 그래서 고 관절이 형성된다. 장골, 치골, 좌골이 자리를 잡는다. 이 과정을 유심히 보기 바란다. 그리고 metatarsal 밑에 phalange가 자리 잡는다. 물고기 지느러미에서 다리로 바뀌는 과정이다.



뼈가 부러져서 아무는 데 3-4개월 걸린다.

뼈의 맨 바깥 층이 bone lining cell 이다. 파골세포와 조골세포 개념을 정확히 알아야 한다.

뼈가 부러지면 그 파편들을 청소를 해야 한다. 그 청소를 담당하는 세포가 파골세포(Osteoclast)이다.

파골 세포가 부러진 부위에 붙어서 녹인다. 그 부위에 혈관을 타고 조골세포(Osteoblast)가 들어와서 아교질과 당 단백질(glycoprotein)을 분비한다. 파골세포는 임무를 완수하고 나면 죽는다. 그러나 조골세포는 자신이 분비한 아교 질과 당 단백질 속에 갇히어 버리지만 살아 남는다. 갇힌 조골세포끼리 연결한다. 바깥은 골화되어 있다. 골화된 것 을 Calcified bone matrix라 한다. 뼈가 쪼개 졌다는 것은 조골세포가 고립된다는 것이고 고립되면 죽는다.

쪼개질 때 생기는 부스러기는 파골 세포가 처리해 준다. 뼈는 쓸수록 골 밀도가 단단해 진다.

주둥이 줄어들음. 이마 확장

척추 동물 : 내골격 → 몸크기 ↑. 얼굴

절지 동물 : 외골격

몸의 크기 ∝ 뇌의 크기

곤충은 외골격이다. 키틴질로 싸여 있다. 근육도 안에 있다. 곤충이 커지기 위해서는 탈피 밖에 없다
공기도 기문을 통해 들어간다. 그래서 1m가 넘는 곤충은 없다.

지렁이는 산소와 수분이 확산해서 들어 간다. 그래서 지렁이 3cm를 넘을 수 없다.

외골격 동물은 신체 사이즈가 제한된다.

척추동물은 내 골격이다. 근육과 피부가 바깥에 있고 뼈가 안에 있다. 그래서 몸집크기가 제한 없다
그래서 고래나 공룡처럼 큰 동물이 나온다.

브레인 크기는 몸무게에 비례한다. 코끼리, 돌고래의 브레인이 인간보다 크다.

브레인이 하는 일은 몸을 컨트롤 한다. 몸이 크면 컨트롤 할 대상이 많으므로 브레인이 커 졌다.

호미노이드의 특징은 원원류에 비해 몸집이 크다. 우리는 큰 원숭이(great ape)에서 나왔다.

그래서 처음부터 두뇌가 크다

진원류의 특징이 세 가지이다.

1)안와수렴: 눈동자가 수렴 되면서 입체시가 가능해 졌다. 양안부동이라 한다.

2)안와공벽: 눈 뒤에 공벽이 있다. 근육이 붙을 수 있다.

눈 구멍이 7개의 뼈로 구성되고, 눈 운동에 쓰이는 근육이 6개 이다.

3)얼굴 면에서 털이 제거되었다.

얼굴이 중요해 졌다.

얼굴 진화로 턱이 들어 갔다. 얼굴은 가운데가 분리 되어 있었다. 태 속에서 코가 떨어져 있다가 가운데로 모인
다. 봉합 선이 생긴다. 입술도 2개로 갈라져 있었다. 고양이를 보면 입술이 갈라져 있다.

원원류는 입술이 갈라져 있다 진원류부터 입술이 모아진다. 입술이 갈라지면 발음이 샌다.

곡비류는 시각보다 후각을 많이 쓴다. 후각이 예민하기 위해서는 액체에 녹아야 한다.

물속 동물들은 후각과 미각이 같이 붙어 있다.

감각은 기체성 감각과 액체성 감각이 있다.

액체를 매개로 하는 감각이 후각과 미각이다. 동물 중 중에서 미각이 가장 탁월한 종은 금붕어, 잉어이다.

미각을 처리하는 미주엽이 대뇌피질만큼 크다.

기체성 감각은 대기를 통해서 감각 신호가 오는 시각과 청각이다.

얼굴 진화에 결정적인 것이 주둥이가 사라지는 것이다.

턱이 들어 간다. 주둥이가 사라진다. 동시에 이마 확장된다.

짐승들은 주둥이로 음식을 먹는다

짐승과 사람의 다른 점은 "짐승은 입이 음식으로 가고 사람은 음식이 입으로 온다"

음식에 입을 가져가면 보기 흉하다. 음식이 입으로 와야 하는 것이다

씹을 때는 음식을 내려 놓아야 한다. 음식을 들고 있는 것만큼 흉한 것이 없다.

음식을 먹는다는 장면이 아름다운 것이 아니다.

주둥이가 사라졌다는 것은 손을 사용하여 음식을 먹으라는 것이다

몽골에서 전통 고급요리는 반드시 손으로 먹는다. 포크나 스푼이 있음에도 손을 사용한다

손이 자유로워 지면서 맨 처음 한 것이 먹고 남은 고기 덩어리를 타인에게 준 것이다

음식 나눠먹기가 진화에서 인간이 집단적 활동하는 데에 결정적 요인이다. 매개 역할을 했다

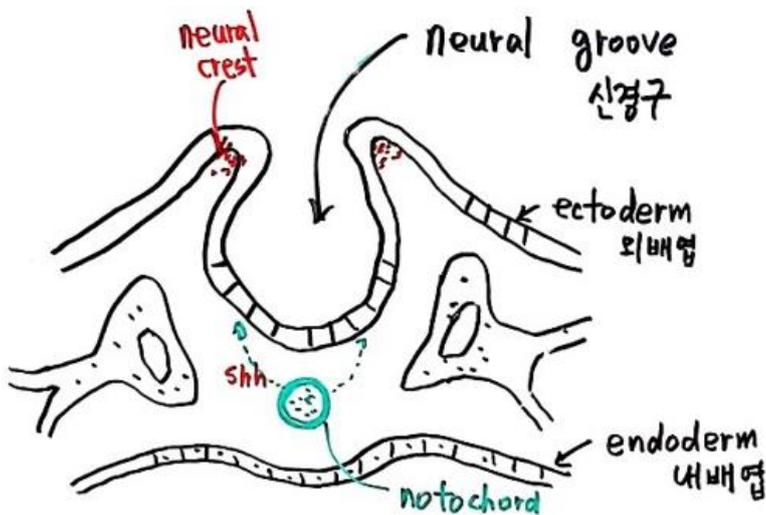
그래서 콩 한 쪽도 나눠 먹는 것이다

주둥이가 사라지고 이마가 확장됐다

이마확장으로 전두엽의 용량이 커졌다. 전두엽은 충동을 억제한다

시각 위주로 가면서 attention 기능이 강화되었다

신대륙 원숭이 는 아직도 2원색이다. Hominoid 부터 3원색이다. 붉은 색소는 열매와 관계가 있다



뼈의 기원을 찾아야 한다.

그림에 보이는 구멍이 neural groove이다. Neural groove는 외배엽(ectoderm)에서 출현한다.

neural groove 아래에 노트코드가 있다.

가운데에 축엽 중배엽이 있다. 노트코드 밑에 내배엽(endoderm)이 있다. 인간은 3배엽 동물이다.

입술, 팔약근, 브레인 이 외배엽에서 나왔다. 키스를 좋아하는 이유는 입술부근이 예민하기 때문이다

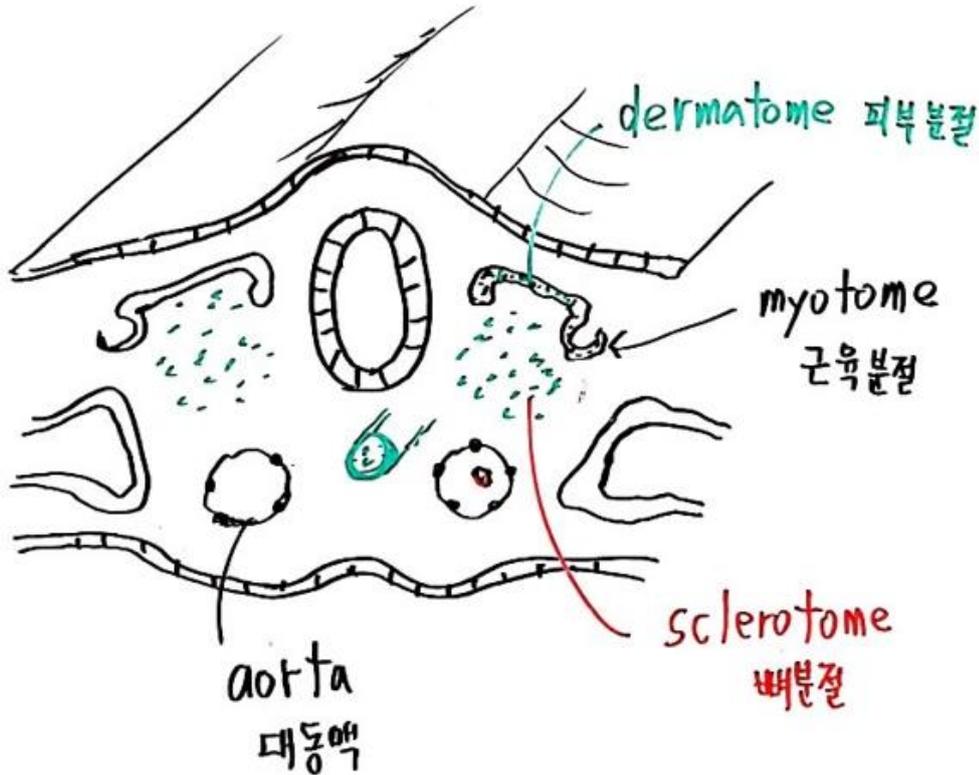
노트코드에서 shh 라는 케미칼이 나와서 뉴런들에게 영향을 미친다 Shh에 의해서 분화가 이루어 진다.

Neural groove가 neural tube로 바뀐다. 그래서 척수(spinal cord)가 생긴다

발생학에서 가장 중요한 세포 집단이 neural crest 이다

제4 배엽이라 할 정도로 중요하다. Neural crest는 이동한다. 줄기세포와 같다

Neural crest가 이동해서 여러 세포를 만든다. 자율 신경이 neural crest에서 만들어 진다. 피부도 여기서 나온다.



다음 단계에서는 중배엽에서 새로운 분절이 생긴다. 피부분절(dermatome)과 근육분절(myotome)이 같이 있다.

뼈 분절(sclerotome)은 중배엽에서 석류 씨처럼 빠져 나온다.

여기서 연골 뼈들이 만들어 진다. 태 속에서는 경골 뼈가 없다.

중배엽에서 나와 몸의 체통을 만들어 주는 부분도 있다.

내배엽은 아래에 그대로 있다.

대동맥(aorta) 단면도 보인다. 빨간 것은 적혈구이다.

혈관도 세포로 구성되어 있다. 세포가 연결되어 혈관을 만든다. 기적 중의 기적이다

모세혈관의 경우 세포 사이에 갭이 있어 적혈구가 빠져 나온다 브레인에서는 갭이 없다. 그래서 브레인에 들어갈 수 있는 약물은 정해져 있다. 대부분의 약물은 혈관벽을 통과하지 못한다. 브레인에 독극물이 들어오지 못하도록 안전 장치가 되어 있다. 보통 혈관은 갭이 있다. 그 갭 사이로 백혈구 가 빠져 나와 병원균과 싸운다.

노트코드가 척추 디스크가 된다. 뼈들이 노트코드를 둘러싼다. 그것을 자르면 척추 뼈가 된다. 그때 노트코드가 포로가 된다. 척추 뼈 속에 노트코드가 갇히게 된 것이다. 뼈가 되는 부분의 노트코드는 사라진다. 가운데 노트코드는 살아 남아 척추의 속질 핵이 된다. 중배엽 세포들이 섬유질 테가 된다.

두께가 500원 동전 3-4 개 정도이다. 젤 상태로 액체가 많다. 나이가 들면 500원 동전 1개 정도로 얇아진다, 나이가 들면 키가 줄어든다. 압력을 받아 속질 핵이 빠져 나오게 되면 디스크 탈골이 된다

근육이 위 아래 척추를 모두 연결해야 한다.

척추간 디스크가 존재함으로써 유연해진다. 그리고 쿠션 역할도 한다. 모두 노트코드 덕분이다 이것이 자연과학을 공부하는 묘미이다

우리는 우리의 선배들이 얻었던 형질을 버리지 않는다. 그대로 갖고 온다. 몸의 유연성을 느낄 때마다 창고기부터 5억년 생명의 진화를 느껴야 한다. 창고기는 머리가 없었다. 창고기는 성체가 되어도 노트코드가 그대로 있다. 창고기는 턱이 없다. 머리도 없다.

다음 단계 진화는 아가미 뼈들이 이동하여 입이 된다

인간은 태 속에서 출생 할 때쯤에 노트코드가 사라진다. 척추 간 디스크로서 남는다. 자유롭고 유연한 운동이 가능하게 된 것이다

창고기가 우리의 선조이다

마지막으로 정리하면

파골세포, 조골세포에서 뼈가 나오는 과정을 알아야 한다.

진원류의 진화에서

안와수렴, 안와공벽, 얼굴의 진화를 이해해야 한다.

호미닌에서 호모 사피엔스로의 진화에 있어 결정적인 것이 주둥이가 사라진 것이다.

주둥이가 있으면 주 감각이 후각이 된다.

주둥이가 사라지면서 주 감각이 후각에서 시각으로 바뀐다.

기체 성 감각은 멀리서 온다. 감각 신호가 오는데 시간이 걸린다. 오는 동안 예측할 수 있다.

예측 가능한 브레인이 시작됐다. 브레인이 예측 머신으로 바뀌게 되었다.

접촉하는 액체성 감각(후각, 미각)에서 공간 거리가 있는 기체 성 감각(시각, 청각)으로 바뀌었기 때문이다.

시각이든 청각이든 멀리서 오는 감각 신호는 밀리 세컨드가 걸린다. 브레인 안에서는 신호 처리가 밀리 세컨드 단위로 이루어진다. 신호가 오는 동안 예측할 수 있다. 예측이 모여서 미래를 설계할 수 있게 되었다. 과거 기억을 바탕으로 미래를 예측하기 시작했다.

주둥이가 사라지면서 거대한 정보를 입수하는 시스템이 바뀌었다. 시각이 주 감각이 되었다.

결정적으로 색기를 박은 것이 3원 색이다.

WPWP에 의해서 사바나 기후로 바뀌니까 열대밀림에 있던 영장류가 숲에서 내려와야 했다. 1000만년 넘게 진행되었던 사건이다. 사바나로 내려 오니 먹이 경쟁이 심해 졌다, 처음에는 영장류들이 풀잎이나 곤충을 먹었다. 숲이 사라지니 먹이가 모자랐다. 관목들에 열린 열매에 주목했다.

열매 익은 색깔이 붉은 색이다. 붉은 색깔을 인식하기 시작한 것이 3천만년이 되지 않았다. 인간 형질 진화에서 충천연색을 보는 것은 가장 최근에 진화된 능력이다. 그래서 아직 인류의 10%는 적록색맹이다. 아직 진화가 완전히 정착되지 못했다. 진화 중이다.

인체는 206개 뼈로 이루어져 있다. 만약 10개의 뼈로 이루어져 있다면 다양성이 있을 수 없다. 206개 뼈가 있는데 그 중에서 압도적으로 많은 것이 phalange이다. 로마시대 전투의 밀집대형을 말한다

손. 발가락 합하면 56개이다. 전체 뼈의 1/4 이다. 그래서 운동 진화의 마지막이 손가락이다.

손가락을 통해서 문자, 언어를 만들었다. 기술문명을 만들었다.

5억년 진화 사에서 가장 위대한 것은 손가락과 관련 있다.

손가락을 컨트롤하기 위해 피질 척수로라는 하이웨이가 만들어 졌다.

손가락 움직임이 종교적 철학적 개념으로 승화한다. 중세 귀족들은 자녀들에게 가만히 있을 때 손을 점잖게 놓는 방법을 가르쳤다. 서양 유화를 보면 귀족들의 손 자세가 정해져 있다.

방송에서 손을 어떻게 처리하느냐가 가장 어렵다.

신문 사진에서 정치 지도자들이 손을 어떻게 처리하는지 유심히 보기 바란다.

마지막 수행은 손 처리에 있다. 불상 마다 손 모양이 모두 다르다.

종교 현상부터 모든 것을 손가락 끝으로 모두 연결할 수 있다.

미켈란젤로의 천지창조 그림에서 손가락을 맞춘다. 위대한 그림이다. ET영화 포스트도 손가락 맞추는 것이다.

자연과학을 하는 사람은 인문학의 본질 속으로 들어 갈 수 있다.

미켈란젤로의 천지창조 그림의 본질이 무엇인지가 너무나 명확하게 보인다.

56개 phalange가 호모사피엔스를 어디로 인도할지 너무나 놀랍다.

수고하셨습니다.