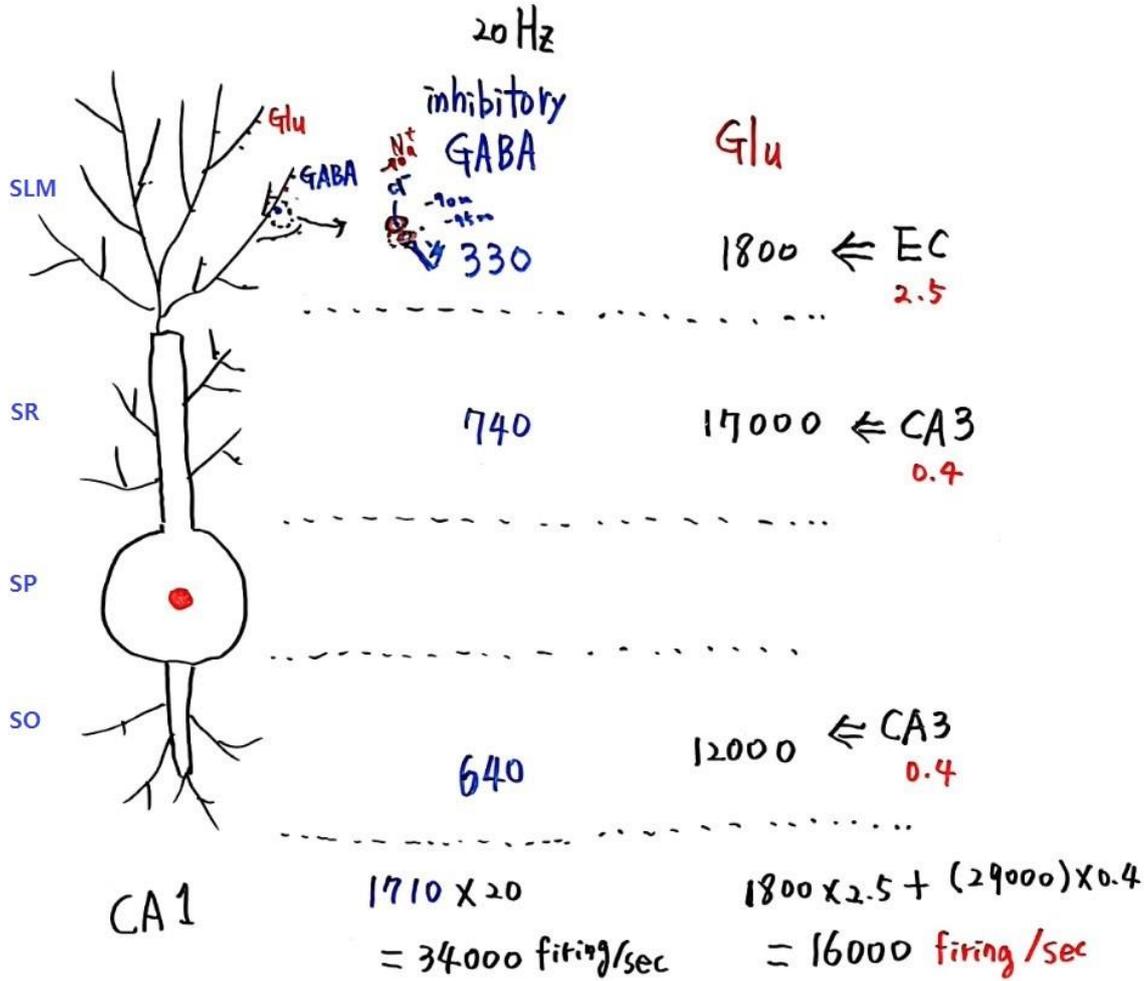


제 11 회 특별한 뇌 과학 4 강 노트

(박문호 박사님 강의를 요약 정리한 내용입니다)

해마에 있는 CA1 세포이다. 전형적 신경세포 모양이다. 대뇌피질에 이런 세포가 100 억개 정도 있다.



수상돌기에 2 종류의 시냅스가 있다. 다른 세포에서 와서 시냅스 한다. 신경전달물질은 흥분성은 Glu 이고 억제성은 GABA 이다.

신경세포 각 부분별 이름이다.

SLM: Stratum Lacunosum Moleculare 소강층 분자층

SR: Stratum Radiatum 방사층

SP: Stratum Pyramidale 피라미드층

SO: Stratum Oriens 지향층

억제성 시냅스가 SLM(Stratum Lacunosum Moleculare) 에는 330개, SO (Stratum Oriens)에는 640개 그리고 SR(Stratum Radiatum)에는 740개 정도 시냅스 한다.

합해서 1,710개의 억제성 시냅스가 있다. 20Hz로 firing한다. 총 34,000 firing/sec이 일어 난다.

흥분성 신호는 SLM에 1800개, SR에 17,000개, 그리고 SO에 12,000개가 시냅스 한다. SLM에는 EC에서 나온 뉴런이 시냅스하고, SR과 SO에는 CA3에서 온 뉴런이 시냅스 한다. SLM에는 2.5 Hz, SR과 SO에는 0.4Hz이다. 셋을 합하여 계산하면 16,000 firing/sec가 된다.

억제성 시냅스가 일어 나면 상대 신경세포에 Cl^- 이온이 들어가서 전압을 낮춘다. 평소 전압이 -70mv이던 것이 -75 mv로 낮아진다. 그러면 점점 흥분하기 어려워진다. 그것을 억제라고 한다.

반대로 흥분성 시냅스로 Glu를 방출하면 상대 세포에는 Na^+ 이온이 들어간다. 그러면 전압이 오르게 된다. -70mv에서 -60mv, -50mv 그리고 -40mv가 되면 발진이 일어난다. Action potential이 일어난다. 이것이 우리의 정신 작용이다. 빠를 때는 이런 pulse가 1초에 1000개가 나올 수도 있다.

눈을 감으면 아무것도 보이지 않는데, 눈을 뜨면 총천연색 파노라마가 펼쳐진다. 단 0.1초 사이에 어떻게 이런 일이 가능해 질까? 이것을 설명할 수 있어야 한다. 시각은 50msec(0.05초)까지는 의식되지 않는다. 눈을 감았다 떠는 시간이 0.3초라고 하면 300ms는 의식이 된다.

보이는 것은 간상세포의 retina 속의 단백질 분자 구조의 변화에 의한다. trans구조와 cis구조로 바뀐다. Photon 알갱이 10개 이하로도 trans가 cis로 변환될 수 있다.

눈의 동공으로 들어오는 photon의 수는 10^{15} 개/sec이다.

이 정도의 포톤 수라면 눈 감았다 떴을 때 파노라마처럼 보이는 것은 어렵지 않다. 칼라 TV 한 화소의 정보량이 10^6 개 정도면 그림 하나가 된다. 10^{15} 개 photon이면 상상을 초월하는 파노라마를 모두 만들 수 있다.

CA1 세포 하나에 초당 모두 50,000회 이상의 신호가 CA1 뉴런을 흔들고 있다.

브레인에는 뉴런이 100억개 정도 있다. 원숭이 시각 1차 피질에 1억여개의 뉴런이 관여한다. 인간도 최소 1억개의 뉴런이 동작한다. 초당 5천억회 이상의 신호가 이루어진다. 파란색과 빨간색 LED를 5000억개를 켜면 모든 자연의 총천연색 파노라마를 펼칠 수 있다.

우리나라 강원도에서 밤하늘에 별이 500개만 되어도 엄청나게 많아 보인다. 호주에서 별이 많다고 감탄할 때에도 실제 별은 3000개 정도이다. 5000개가 되면 압도되어 숨이 막혀 버린다.

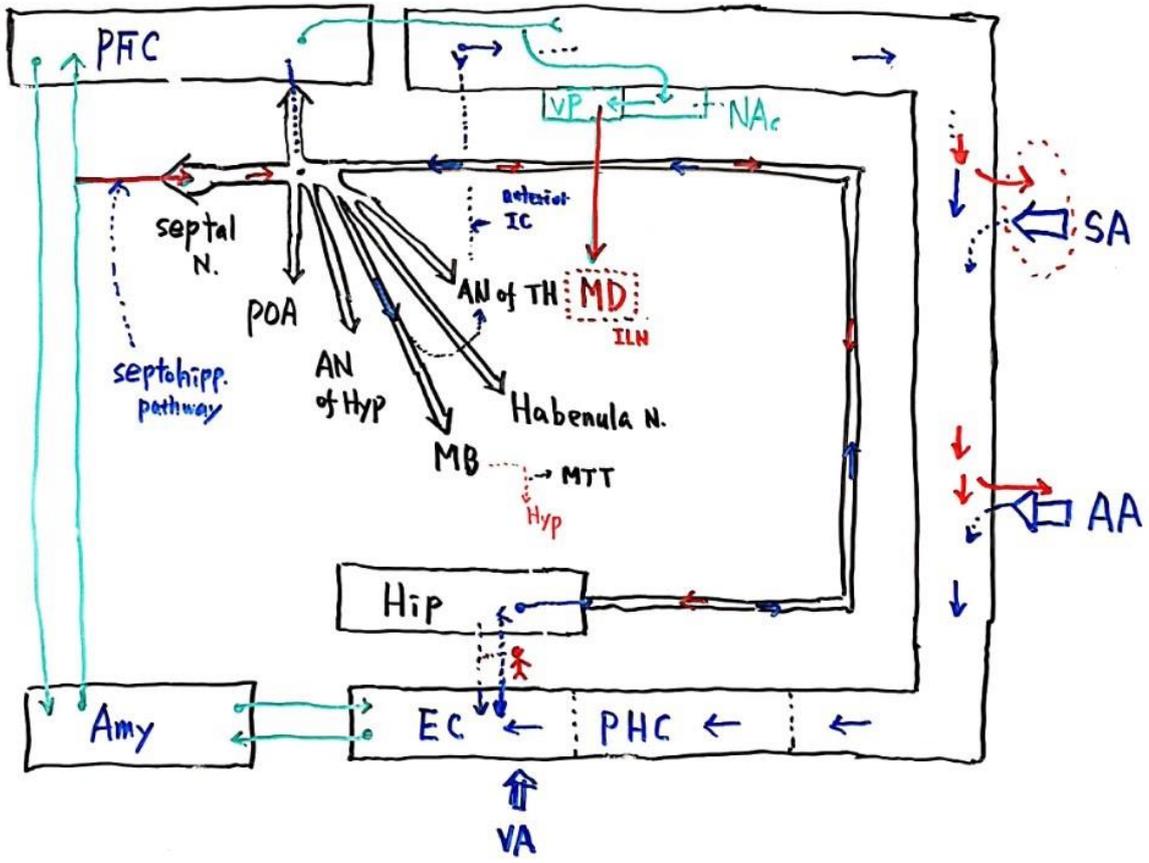
5천억개면 5000개의 1억 배이다. 그것이 모두 화소가 되어 이런 장관을 만들고 있다.

과학은 항상 에러를 고쳐가는 과정이므로 과학은 믿을 만 하다.

잘 못된 것을 고쳐가는 시스템은 지구상에 과학밖에 없다.

눈을 감으면 모든 것이 사라지고 눈을 뜨면 나타나는 이 현상을 설명할 수 있어야 한다.

감각이 모이면 해마로 간다. 해마와 편도로 들어간 감각은 기억으로 만들어 진다.
 기억이 만들어지면 7군데로 간다.



MD, ILN : 무관심, 무언어, 무행동
 → 시상상 기억상실

모든 감각이 모여서 해마로 간다. 구조상 막다른 골목으로 되어 있어 해마로 갈 수 밖에 없다.
 감각은 해마에 모여서 기억이 된다. 그 기억이 fornix를 거쳐 7군데로 간다.
 PFC, septal nucleus, POA(preoptic area), AN(anterior nucleus) of hypothalamus, MB(mammillary body), habenular nucleus, AN(anterior nucleus of thalamus)
 기억은 만들어지는 것과 동시에 여러 곳으로 간다.
 서로 상호 작용하면서 시간이 지나면서 모든 point가 update된다.

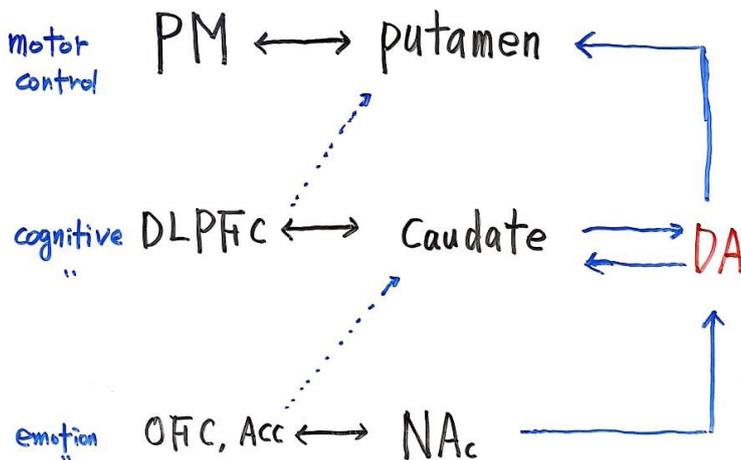
MB에서 AN으로 간다. AN에서 내낭전지(anterior branch of internal capsule)를 통해 대상회로 간다.
 대상회에서 PHC(parahippocampal gyrus)와 EC(entorhinal cortex)를 거쳐 다시 해마로 간다. 회로를 돌아간다.
 대상회에 SA, AA, VA에서 연합감각이 들어온다. 보고 듣고 만진 것이 통합되어 들어간다. 계속 돌아간다.
 해마보다 PHC에 문제가 생기면 기억이 더 망가진다. 해마와 EC는 상호 연결되어 있다. 항상 모든 point가 업데이트 된다.

EC가 해마만큼 크다. 대뇌 피질의 면적이 크면 의식화 된다. 의식화 되면 그 상태를 알게 된다. 브레인에서는 크면 중요하다. 시각을 처리하는 면적이 압도적으로 크다. 마카크 원숭이의 경우는 시각을 처리하는 피질이 70%를 차지한다. 청각과 촉각을 합하면 전체 피질의 80%가 감각을 처리한다. 물고기는 신 피질이 없고 최 상위 브레인이 선조체이다. 3억년 전 파충류 때부터 신 피질이 생겼다. 3억년의 진화를 거쳐 신 피질이 브레인 전체를 덮어 버렸다. 처음에는 90%가 감각을 처리했다. 기본적으로 대뇌피질은 감각 처리 기관이다. 초기에는 Sensory motor였다. 감각과 운동이 붙어 있었다. 감각 중 일부 영역이 선조체에서 담당하던 운동능력을 Take off 해 왔다. Brain stem에 있던 감정이 신피질과 link 되기 시작했다. 기억에 감정이 실린다. 기억과 감정은 분리될 수 있다. 기억에 감정이 없으면 이야기를 만든다. 눈으로 보면 내 남편인데 감정이 생기지 않으니 도깨비라고 돌려댄다.

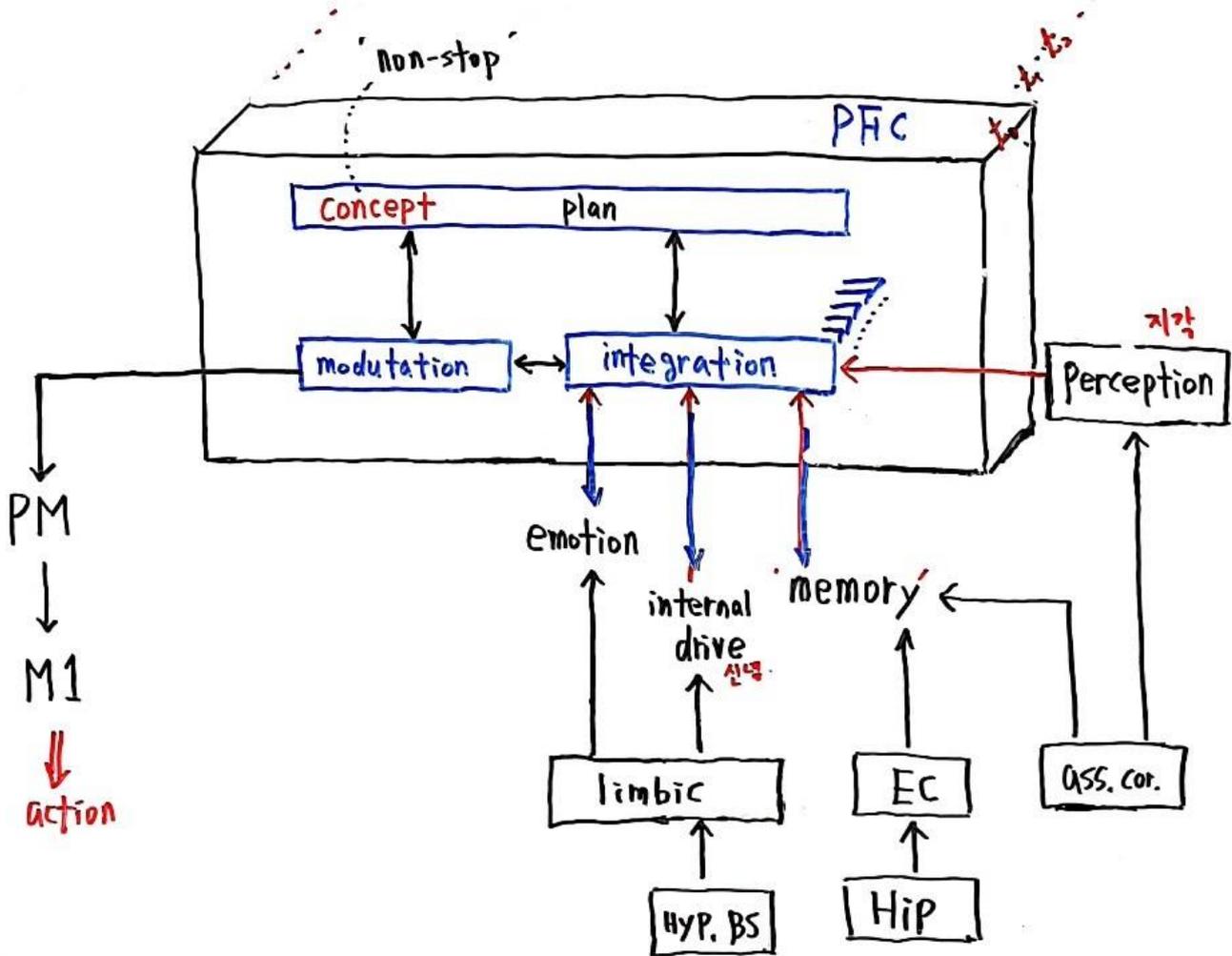
감각이 모여 해마에서 기억이 만들어 지면 그 기억을 다시 연합피질로 보낸다. 기억에 감정을 실어 주는 곳이 amygdala이다. Amygdala가 PFC와 상호 연결된다. 편도체에서 전전두엽으로 가는 결가지가 Septal nucleus로 간다. 기억에 감정이 들어간다. 이 회로를 septohippocampal pathway라고 한다. 편도체와 EC도 상호 연결되어 있다. MB는 MTT(Mamillo tegmental tract)를 통해 감정의 센터인 시상하부로 간다. PFC- Acc- NAc- VP-MD-PFC 로가는 Limbic 회로가 돈다. 이것이 motivation 이다. 뭔가 되고 싶은 마음이다. 동기는 행동의 힘이다. 기억에 감정과 동기가 더해진다.

MD 와 ILN(intralaminar nucleus)에 문제가 생기면 무관심, 무 언어, 무 행동증이 생긴다. MD 에 문제가 생기면 시상성 기억 상실증도 생긴다. 기억이 있으면 관심이 있다. 관심이 있어야 말도 하고 행동도 한다. 기억이 없으므로 무관심, 무 언어, 무 행동증이 된다.

인지 작용에는 운동, 인지, 감정 3 가지가 동시에 일어난다.



운동시스템에는 PM 과 putamen 이 관여한다. 구체적 외부 운동이다. 인지 시스템은 배외측전전두엽(DLPFC)과 꼬리핵(caudate)이 관계하고, 감정 시스템에는 OFC 와 Acc 그리고 NAc 가 관계된다. DLPFC 와 putamen 도 연결되고, OFC, Acc 와 caudate 도 연결되어 있다. 3 가지 시스템 모두에 DA(dopamine)이 관여한다.



역시 전전두엽(PFC)이다. PFC의 기능을 가장 잘 표현해 주는 그림이다.

PFC가 emotion과 internal drive 그리고 memory를 통합한다.

그림은 순서가 중요하다. 순서에 모든 인과적 정보가 들어 있다.

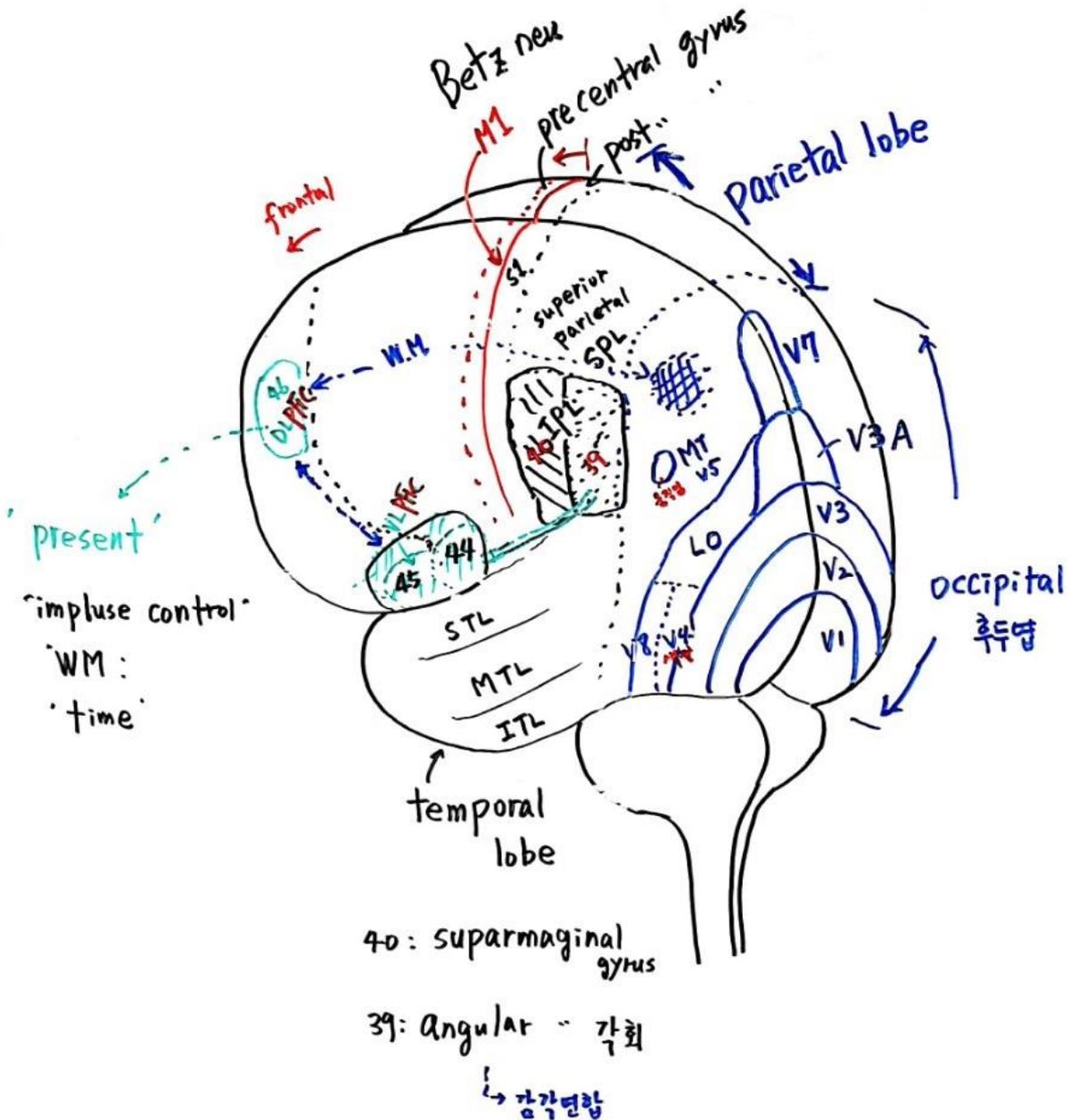
emotion과 internal drive는 limbic 시스템에 의해 영향을 받는다. Limbic에는 amygdala와 해마가 포함되어 있다. Limbic 시스템은 본능 시스템인 hypothalamus와 brain stem으로부터 영향을 받는다.

기억은 해마와 EC에서 온다. 연합감각피질에서 기억으로 간다. 그리고 연합감각 피질에서 지각으로 간다.

저장된 기억을 실시간으로 인출하여 현재의 감각과 비교하는 과정이 지각이다. 지각이 PFC로 들어간다.

4가지가 통합된다. 통합된 결과가 PM-M1을 거쳐 행동(action)으로 나간다. 그 행동에 대한 상대방의 대응이 다시 피드백 되어 계속 업데이트 된다.

매 순간 나의 감정과 신념이 바뀌고 그리고 나의 지각도 바뀐다.



시각을 처리하는 브레인 이다. 시각을 처리하는 피질은 V1, V2, V3, V3A, 그리고 V7 이 있다. 그리고 사물에 대한 정보를 처리하는 LO(lateral occipital) 영역과 그 밑에 V4 와 V8 이 있다. V4 는 색깔의 항등성을 처리한다. 움직임을 처리하는 V5 영역이 있다. MT 영역이라고도 한다.

중심 열 앞 쪽인 precentral gyrus 가 M1 영역이다. 중심 열 뒤쪽인 postcentral gyrus 가 S1 영역이다.

파란색으로 점선으로 표시한 부분이 시각을 처리하는 후두엽(Occipital lobe)이다.

중심 열에서부터 후두엽 사이가 두정엽(parietal lobe)이다.

두정엽은 SPL(superior parietal lobe)과 IPL(inferior parietal lobe)로 나눈다.

하 두정엽(IPL)에 두 영역이 있다. 앞쪽이 브로드만 번호 40 번 supramarginal gyrus 이고 뒤 쪽이 39 번 angular gyrus 이다. 39 번은 감각 연합, 숫자 계산, 공간좌표 등을 담당한다. 수술할 때 잘못 건드리면 body image 가 분리되어 유체이탈이 일어나기도 하는 부위이다. 39 번에 베르니케 영역이 있다. 그래서 베르니케 영역(39 번)과

브로카 영역(44,45 번) 사이에 하이웨이기가 있다. Arcuate fasciculus 이다. Tone 과 phoneme 을 처리하는 전용 라인이다.

Arcuate fasciculus 에 문제가 생기면 전도성 실어증이 생긴다. . Arcuate fasciculus 는 턱과 입술 움직임에 관여한다. 인간은 자연의 소리 일부를 흉내 내어 그 음소를 결합하여 쓰면서 arcuate fasciculus 를 사용하기 시작했다. 브로드만 번호 22 번에서 tone-phoneme-word-sentence 를 처리한다.

측두엽은 STL(superior temporal lobe), MTL(medial temporal lobe), ITL(inferior temporal lobe)로 나눈다.

중심엽 앞 쪽이 전두엽(frontal lobe)이다. 전두엽 중에서도 앞 쪽이 전전두엽(PFC: prefrontal lobe)이다. PFC 에는 DLPFC(46 번), VLPFC(44, 45 번 영역), MPFC, OFC 등이 있다.

DLPFC 의 기능은 present itself 이다.

구체적으로는 Working memory, impulse control, time consciousness 를 담당한다.

브레인 은 6 개 시스템으로 구성되어 있다.

motor system : PM, SMA, M1 TH: VPM

alarm : (PI, SA), (AI, Acc) ↑
pain 통증 ↑
고통 ↑

reward : VS, VP, Septal N
NAc

mirror : PM, AIS

Self : MPFC, PC, PCC

Social: DMPFC, VLPFC
mind '사회인어' '사회 행동'
심리

운동은 PFC→PM→M1 으로 간다. 운동은 PFC 에서 결정 된다. 그것을 운동 선택(Action selection)이라고 한다.

두 번째는 경고 시스템(alarm system)이 있다.

경보 시스템을 담당하는 부위는 PI(posterior insula), SA(somatic Association area), AI(anterior insula), Acc 이다 PI 와 SA 는 통증(pain)을 처리하고, AI 와 Acc 는 고통(suffering)을 처리한다 고통에 관한 신호는 시상의 VPM 으로 간다.

세 번째는 보상 시스템(reward system)이다. VS(ventral striatum), VP(ventral pallidus), Septal nucleus에서 담당한다. VS가 측좌핵(NAc)이다.

대뇌 신 피질은 보상이 없는 자극은 망각하고 보상이 있는 자극은 강화하도록 진화해 왔다. 신 피질은 보상이 있는 것은 기억하고 보상이 없으면 잊는다.

네 번째는 거울 뉴런(Mirror system)이 있다. 담당 부위는 PM(premotor), AIPS(anterior inferior parietal sulcus)이다. 다른 사람의 행동을 따라 하는 것이다.

다섯 번째가 자아시스템(Self system)이다. Self는 MPFC, PC(precuneus), Pcc(post cingulate cortex)에서 처리한다.

여섯 번째가 사회시스템(social system)이다. 심리 시스템(mind system)이라고도 한다.

DMPFC(dorsomedial PFC)와 VLPFC(ventrolateral PFC) 에서 담당한다. 심리는 타인의 마음을 읽는 것이다. 언어도 social 시스템에 들어간다. 말로서 타인의 신체예산을 통제하는 것이 가능하다.

DMPFC는 사회적 언어만 사용한다. 욕을 하면 안 된다. 욕에는 성과 관련된 용어가 많다. 욕은 해본 사람이 한다. 욕하는 것은 전형적 습관이다. 욕을 하는 사람은 정신 분열자 이거나 강패들이다. 술이 취했거나 싸울 때이다. 인간은 욕을 하지 않도록 진화적 압력을 받으며 살아 왔다. 욕을 하면 사회가 붕괴된다. 사회가 허용하는 말만 해야 한다.

VLPFC는 사회가 허용하는 행동만 한다. 거짓말 하거나 사기 치면 안 된다.

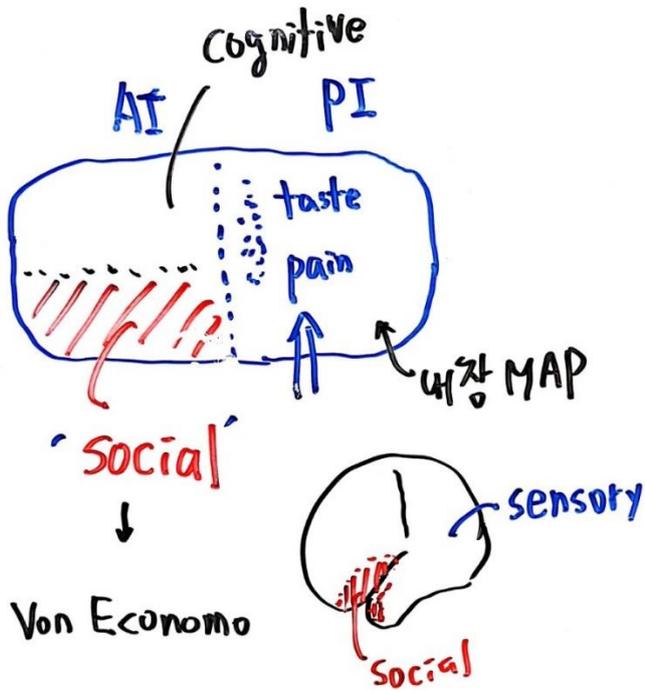
사람은 다른 사람이 보고 있으면 행동을 조심한다.

유교에서는 신독(慎獨)을 강조한다. 신독은 혼자 있을 때에도 몸을 가지런히 한다는 말이다.

DLPFC와 VLPFC가 연결되어 있다. 외부를 보는 것은 DLPFC이다. DLPFC는 연합 감각피질에서 온갖 기억들을 실시간으로 불러온다. 그것이 working memory이다. 모든 시각적 정보는 DLPFC에 모인다. DLPFC에서 VLPFC에 정보를 준다.

Mind는 social에서 생긴다. 혼자서는 self가 성립하지 않는다. 최소한 2사람 이상이 있어야 mind가 생긴다.

감정, 느낌 모두 social에서 나온다. 사회는 내 몸 바깥에 있다. 바깥 세상은 PFC(prefrontal cortex)가 PPC(posterior parietal cortex)와 연결을 통해서 본다. PPC에는 다중 감각이 모인다. 다중감각이 SLF(superior longitudinal fasciculus)를 통해 PFC로 간다. PFC에서 DMPFC로 가서 mind가 생긴다.



Insula는 브레인 속의 작은 브레인이다. 앞 쪽이 AI이고 뒤 쪽이 PI이다. PI에는 내장에서 오는 pain과 taste를 처리한다. 심장 박동도 관련된다. 내장 map이 PI에 있다. AI는 아래 부분이 social을 위 부분이 cognitive를 처리한다. 우리 브레인은 뒤 쪽이 sensory를 처리하고 social은 전두엽과 측두엽 사이에서 처리한다.

Insula와 brain의 처리하는 형태가 같다. 내장과 social이 가까이 있다. 그래서 사촌이 땅을 사면 배가 아프다.

Von Economo neuron

⇒ 인간, 침팬지, 고래, 코끼리 : 사회적

Acc, Insula
고통

브레인에 사회성을 다루는 특별한 뉴런이 Von Economo 뉴런이다.

Betz neuron은 M1에 있다. 굉장히 독특한 피라미드세포이다. Betz neuron을 건드리면 단발성 운동이 나온다.

소뇌에는 푸키니 세포가 있다.

Von economo neuron은 사람을 비롯하여 침팬지, 고릴라, 고래, 돌고래, 코끼리 등에서만 발견되었다. 극단적 사회적 동물들이다. 주로 Acc와 AI(anterior insula)에 분포한다. 사회성을 처리하는 뇌 부위이다.

동물과 인간의 사회성은 다르다.

동물은 같이 있어도 옆에 있는 동료와 커뮤니케이션 하지 않는다. 양은 각자 풀만 뜯지 옆의 양과 interaction하지 않는다. 결국 옆을 보지 않는다. 인간을 비롯한 사회성 동물은 옆을 본다.

인간은 네트워크 속에서 상호 교류한다. 한 포인트가 움직여서 사회 전체가 영향을 받기도 하고 사회가 바뀌면 그 속의 개인도 영향을 받는다.

사회가 중요해 지고 있다. 과학에서 개인의 역할에 대한 부분이 점차 줄어들어 든다. 창의성도 개인의 역량이 30% 사회적 역량이 더 클 수도 있다.

개인의 삶에 영향을 미치는 것은 어느 부모에게서 태어나느냐 보다 어느 국가에서 태어났느냐가 더 중요해 진다. 구체적으로 어느 도시에서 태어났느냐 이다. 평균 수명을 결정하는 것은 살고 있는 도시이다.

우리나라에서 수명이 가장 긴 곳은 강원도나 제주도가 아니라 서초, 강남이다. 병원시스템과 관계 있다.

모든 창의성은 도시에서 나온다. 농업혁명 다음으로 중요한 것이 도시화 혁명이다. 윤리도 도시에서 나왔다.

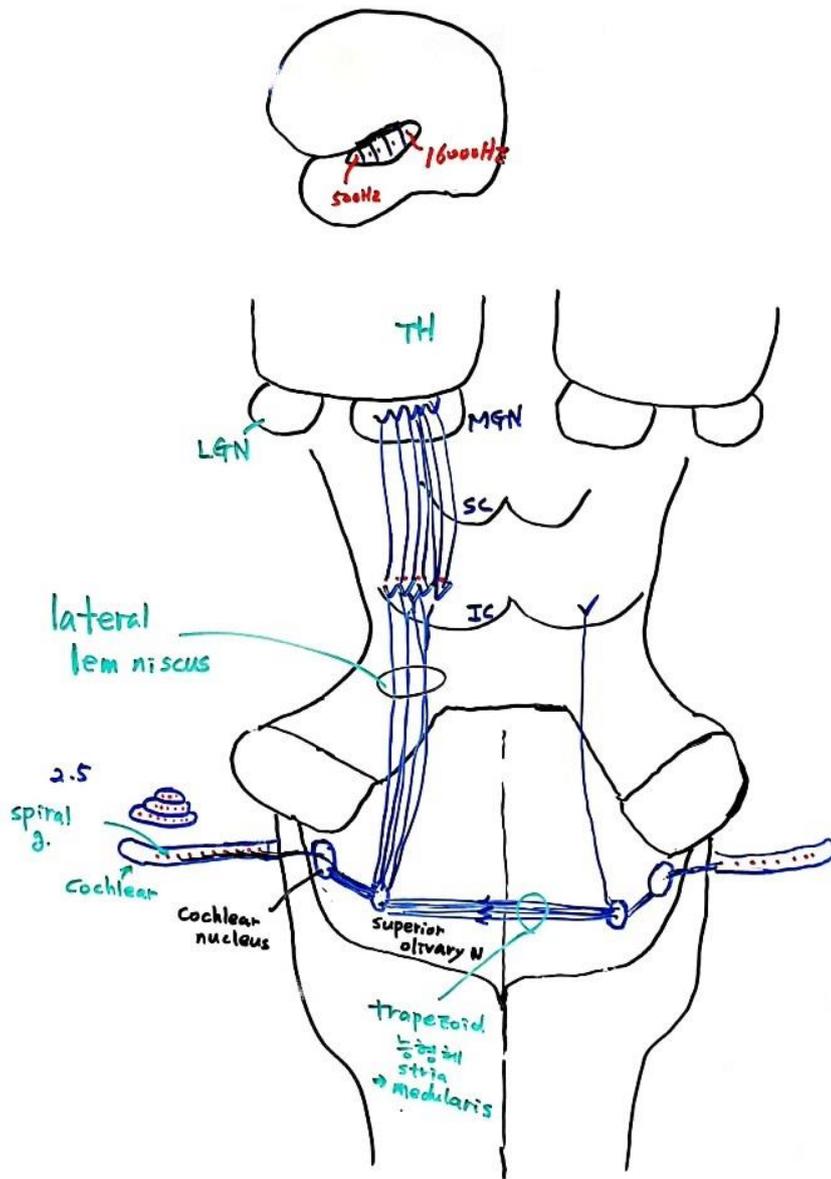
도시는 문제가 많다. 그 문제를 해결하는 과정에서 도시가 발전했다. 도시가 창의적이 되었다.

밀도가 운명이다. 인구 밀도가 낮으면 농업이 주가 된다. 그러면 발전하기 어렵다. 밀도가 높으면 농업으로는 살 수가 없다. 그러면 상업을 하게 되고 상업은 금융 산업의 발전을 부른다. 금융 자산이 형성되면 사회가 변화한다.

Acc는 타인의 고통을 느끼는 부위이다. self가 여기서 생긴다.

왕따는 살인 행위와 같다. Social communication을 끊기 때문이다. 왕따 시키지 말고 잊어라.

(2교시)



청각 map에 관한 내용이다. 뇌간의 뒤 부분을 간략하게 그린다.

달팽이 관이 2.5회 turn 한다. 달팽이 관에 나선 신경절(spiral ganglion)이 있다. 펼치면 신경세포들이 일렬로 배열되어 있다. 신경 세포가 하나 하나 나와서 DCN(dorsal cochlear nucleus)와 VCN(ventral cochlear nucleus)에 모여 상 올리브 핵에 시냅스 한다. 상 올리브 핵에서 하구(IC: inferior colliculus)로 간다. 90%가 반대 편으로 넘어가 교차하고 10%가 같은 편으로 올라간다. 주파수 별로 올라간다. 하구(IC: inferior colliculus)에서 내측 설상체(MGN: medial geniculate nucleus)로 간다. 섞이지 않고 피아노 줄처럼 올라간다. MGN에서 1차 청각영역(41,42번)으로 간다. 청각 map이 500Hz에서 16000Hz까지 주파수 별로 나열되어 있다.

감각의 특징은 감지하는 특정 부위가 있고, 감지할 수 있는 강도가 있으며, 감각의 지속시간 있다.

마지막으로 감각은 전용라인을 타고 와서 map을 그린다.

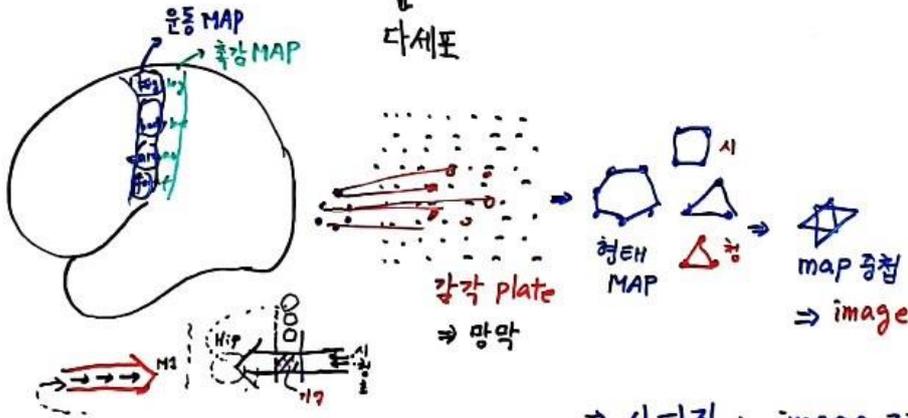
모든 감각의 1차 영역에는 map이 있다.

눈을 깜빡이느라 눈을 감고 있는 시간이 하루 90분이다.

감각 : 부위. 강도. 지속시간. 전용라인

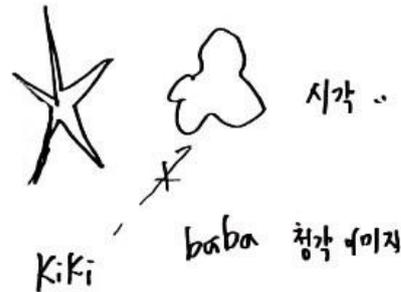
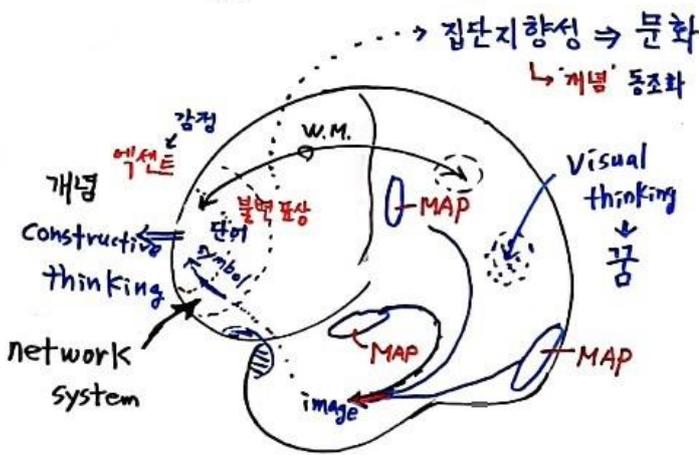
↳ MAP

다세포



⇒ 심피질 : image 조작 symbol → phoneme

⇒ 번역 : gesture ↔ 소리
 생각 ↔ 소리
 ↓
 단어



지각은 개념을 넘어설 수 없다.

체 감각과 운동 모두 1차 영역에는 homunculus가 있다. Leg-trunk-arm-face 순으로 되어 있다.

이것이 map이고 modularity이다.

감각의 가장 중요한 속성은 map으로 되어 있다는 것이다. Map은 실제 그대로를 맵핑 한다. 브레인은 1차적으로 바깥 세상의 거울이다.

시각 청각 촉각이 모두 모이는 영역이 39번이다. 감각은 모여서 해마로 간다.

처음 공부를 할 때는 범주화가 도움이 된다.

범주화는 필요악이다. 범주화는 개념을 만든다. 개념은 창문이다. 우리는 창문으로만 바깥 세상을 본다.

지각은 개념을 넘어설 수 없다. 개념의 부분 집합이 지각이다. 지각은 개념에 종속된다. 지각은 개념으로 구성되어 있다.

개념이 새로운 것을 만나는데 방해 요소가 된다. 다른 쪽을 보기 위해서는 탈 범주화가 필요하다.

그리고 나서 내가 원하는 쪽으로 재 범주화가 가능하다. 재 범주화가 되면 새로운 의미가 생긴다.

개념은 기억에서 나온다.

감정과 욕구는 잘 바뀌지 않는다. 감정과 욕구를 합해서 그 사람의 개성, 기질, 특성 이라고 한다.

바뀔 수 있는 부분이 기억이다. 공부하면 기억이 바뀐다. 기억이 많이 바뀌면 감정과 욕구도 무력화 시킬 수 있다. 이것이 과학의 힘이다. 학습이 감정과 욕구를 덮을 수 있다. 기억이 바뀌면 concept이 바뀐다.

concept의 가장 큰 특징은 non stop이다. 형성되고 나면 spot하지 않는다.

시각 청각 촉각이 모두 모이는 영역이 39번이다. 감각은 모여서 해마로 간다. 해마로 들어갈 때는 개별 감각이 아니라 통합된 감각이다. 장면이 만들어 지고 맥락이 존재한다. 기억은 해마에서 PFC로도 간다 해마에서 만들어진 기억은 다시 연합피질로 가서 저장 된다. 새로운 기억은 옛날 기억을 통과한다. 감각이 들어와 기억을 통과하면서 옛 기억과 비교한다. 지금 들어온 감각이 옛 기억과 비교하는 과정이 지각이다.

해마는 장소와 사물, 맥락과 사건을 연합한다. 장면을 형성한다. 장면이 이미지이다.

이미지가 시간상으로 연결된 것이 생각이다. 이 때 생각은 시각적 생각(visual thinking)이다. 낮에는 거의 일어나지 않고 꿈에서는 90%가 visual thinking이다.

이미지가 전두엽에 갈 때 단어가 결합한다. 그래서 전두엽에서는 이미지가 아니라 symbol로서 작동된다.

이미지와 상징을 분리하는 훈련을 해야 한다. 쉽지 않다. 상징에서 대표적인 것이 숫자이다. 숫자를 말로 세지 말고 숫자의 이미지를 떠올려 본다. 어떤 단어는 발음보다 시각적으로 먼저 떠오르는 경우도 있다.

1차 감각은 map이다. Map이 모인 것이 이미지이다. 전전두엽에서는 이미지가 상징으로 번역된다.

전전두엽은 이미지가 아니라 상징만 처리한다. 이미지가 아니라 이미지를 대표하는 상징(단어, 숫자)만 갖고 간다. 그래서 이미지와 상징을 분리하는 실험을 해 보면 가능하다.

동물은 이미지만으로 처리한다. Visual thinking을 한다.

템플 그래틴의 <나는 그림으로 생각한다>에 잘 나타나 있다. 시각적 이미지가 상징으로 번역되지 않고 머무는 것이 자폐증이다. 시각적 이미지가 언어로 넘어가지 못하면 개념적 사고를 하기 어렵다.

감각은 map이다.

다세포 생물이 출현하여 신경시스템이 생겼다. 세포들이 많아져 뉴런이 2차원 평면에 배열되었다.

그 평면을 감각판이라고 한다. 망막이 대표적 감각판이다. 만일 육각형의 LED 불 빛을 보면 감각 판에 육각형 모양의 자극이 남는다. Map이 형성된다. Map을 형성하면 윤곽선이 나온다. 윤곽선을 따온 것이 형태이다.

감지하는 세포가 2차원 평면으로 배열되면 당연히 자극을 흉내 낸다.

하나의 대상에서 나온 시각, 청각, 촉각 map이 overlap되면 이미지를 형성한다. Map의 중첩 즉 이미지가 기억이 된다. 그 기억이 다시 연합감각 피질로 가서 저장된다.

신 피질의 역할은 이미지를 조작한다. 이미지에 감정을 입힌다. 이미지를 조작하는 행위 중 가장 놀라운 행위가 번역이다. 운동 영역에서 감각 이미지가 overlap되면 감각을 그대로 운동으로 흉내 낸다.

라마찬드란의 도형과 소리(KiKi와 BaBa)의 연결 문제이다. 시각(형태)과 청각(소리)을 연결한다.

입을 오므리고 "large" 발음을 하면 잘 안 된다. 이미지들이 독립되어 있지 않고, 청각과 시각이 overlap 되고 운동과 감각이 overlap된다. 가위로 색종이를 오릴 때 시각과 입술 운동이 overlap된다.

이미지의 overlap이 번역의 출발이다. 이미지를 소리와 제스처로 링크한다. 링크 과정이 상징의 출현이다.

Symbol을 대규모의 phoneme로 연결하는 것이 언어의 출현이다. 음소(phoneme)의 연결이 단어이고, 단어를 연결한 것이 문장(sentence)이다.

전두엽으로 들어 갈 때 이미지가 symbol(단어)로 바뀐다. 어휘(Lexicon)가 10만 단어가 넘어서면서 우리의 생각은 constructive thinking이 된다. 2차 시각 영역에서는 시각적 사고(visual thinking)가 일어난다. 인간도 꿈을 꿀 때는 visual thinking을 한다. 꿈 속에서는 의식이 있다. 언어를 사용하면 의식이 된다.

훈련된 침팬지는 약 1000개의 단어를 사용한다. 사람은 100,000 단어까지 쓴다.

사람은 단어의 순서를 조작할 수 있다. 어순을 바꾼다. 언어에 감정이 링크 되면서 엑센트가 생긴다. "어" 다르고 "아"다르게 된다.

상징을 사용하면서 불변표상이 생겼다. Symbol이 불변표상이다. 인간은 불변표상을 사용함으로써 집단지향성이 생겼다. 집단 지향성의 결과로 민족의 문화가 형성된다. 문화가 브레인으로 들어오는 route이다.

함께 바라보고 함께 꿈꾼다. 민주주의, 경제개발, 비행기 등 모든 것이 집단적으로 만들어 낸 것이다.

Dream이 함께 모여야 한다. 그러기 위해서는 한 방향으로 보아야 한다. 한 방향으로 보기 위해서는 개념의 동조화가 이루어 져야 한다. 모든 사회 갈등은 개념이 다르기 때문이다. 브레인에 관한 모든 이야기는 concept로 convergence 된다. 개념은 형성 되면 항상 동작하기(non-stop) 때문이다.

브레인에서 항상 동작하는 것은 2가지 이다. 습관운동과 개념이다.

전두엽의 주된 기능이 working memory 이므로 기억을 불러 오는 일이다. 그런데 개념이 무서운 것은 기억을 불러 올 때 개념에 의해서 편향되어 버린다. 편향된 정보에서 편향된 판단을 한다.

개념이 발목을 잡는다. 피질 척수로는 운동인데 그 구성 성분을 보면 PM에서 30%, SMA에서 30%인데 반해 SA에서 40%가 온다. 운동과 감각이 어느 순간에는 뚜렷이 구분 되지 않는다는 새로운 개념을 받아 들여야 한다.

초기에는 MAP으로 되어 있다. 조금 더 가면 map이 연합이 된다. 다중 연합이 되고 나면 출처를 알기 어렵다.

그 때가 되면 network 형태가 된다. 특히 전전두엽으로 들어 오면 뉴런의 연결이 network로 된다.

브레인 공부가 우리를 자유롭게 해 준다.

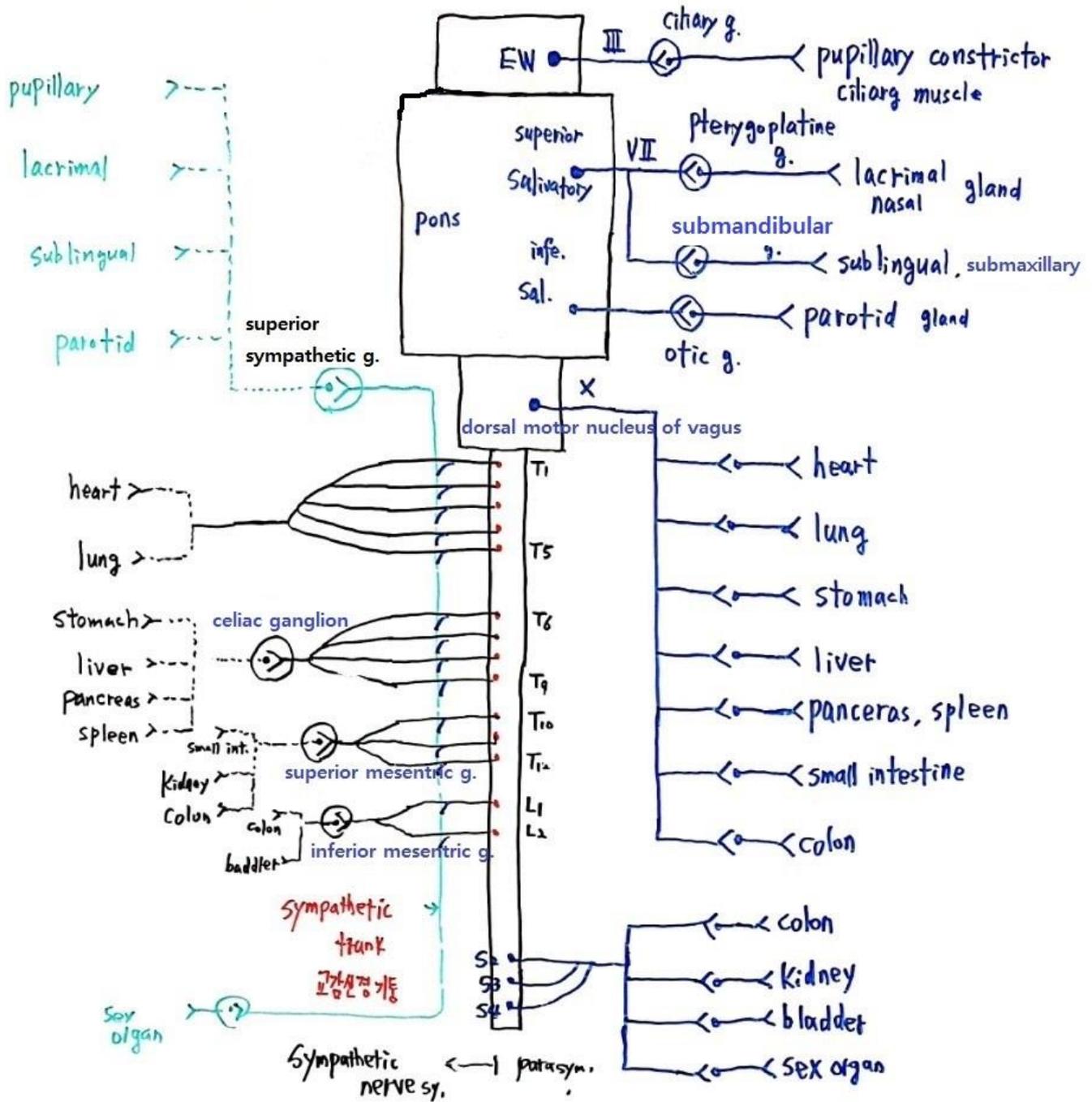
브레인의 뒤 쪽은 이미지를 연합하고, 전두엽으로 오면서 이미지를 번역한다. 이미지의 번역이 언어의 출현이다.

사과라는 이미지가 있고 사과라는 단어가 있다. 전두엽으로 갈 때는 사과라는 이미지는 두고 사과라는 단어만 올려 보낸다.

전두엽은 모두 concept 공간이다.

지각은 개념을 넘어서 수 없다. 개념에 종속되어 있다. 자신의 개념(창문)을 통해서만 지각을 불러 온다. 정보는 본질적으로 편향될 수 밖에 없다.

그러면 다시 internal drive 를 다루어 보자. 척추와 자율 신경을 이해해야 한다.



자율신경에는 교감신경과 부교감 신경이 있다.

자율신경이 내장 전체를 컨트롤한다. 복잡한 것을 간략하게 변형했다.

그림의 오른쪽은 부교감 신경, 왼쪽은 교감 신경이다.

중뇌, 교뇌, 연수, 척수를 직사각형으로 표시한다.

부교감 신경은 에너지를 Save 한다. 소화할 때 부교감 신경이 동작한다. 침이 많이 나오게 한다.

먼저 중뇌(mid brain)에서 3번 동안신경 부교감 신경(EW: Edinger Westphal nucleus)에서 나와 섬모체 신경 절(ciliary ganglion)에 시냅스하고 동공수축근(pupillary constrictor ciliary muscle)을 자극한다.

동공을 줄여 준다. 줄여주는 것이 부 교감 신경이다.

신경 절(ganglion)은 신경세포가 수천 개 혹은 수만 개 모인 것이다.

교뇌에서는

7 번 안면신경 상타액핵(superior salivatory nucleus)에서 두 곳으로 간다.

하나는 익구개신경절(pterigopalatine ganglion)에서 시냅스하고 눈물샘(lacrimal gland)과 콧물 샘(nasal gland)을 자극한다. 다른 한 가지는 아래턱 신경 절(submandibular ganglion)에서 시냅스하고 혀 밑 샘(sublingual gland)과 턱밑 샘(submaxillary gland)을 자극한다.

9 번 설하신경 하타액핵(inferior salivatory nucleus)에서 나온 신경은 귀 신경절(otic ganglion)에서 시냅스하고 이하선(parotid gland)를 자극한다.

연수에서는

10 번 미주신경 등쪽 운동핵(dorsal motor nucleus of vagus)에서 심장과 내장으로 간다.

심장(heart), 폐(lung), 위(stomach), 간(liver), 췌장과 비장(pancreas, spleen), 소장(small intestine), 대장(colon)으로 간다. 미주신경이 내장 전체를 컨트롤한다. 그 map 이 insula 에 있다.

천수 S2-S5 에서 나온 신경은 한곳에 모여 시냅스 한 후 대장(colon), 신장(kidney), 방광(bladder), 그리고 sex organ 으로 간다.

교감신경은 갑작스런 위험에 직면했다든지 급박한 상황에서 심장을 빨리 뛰게 하거나 눈을 크게 뜨게 하고 또 땀샘을 열어서 식은땀이 나게도 한다

교감 신경은 교감 신경 기둥(sympathetic trunk)에서 나온다. 교감신경기둥은 척추 옆으로 길게 이어져 있다.

상 교감 신경 절(superior sympathetic ganglion)에서는 4 군데로 나간다.

1)동공확대(pupillary dilator), 2)눈물샘(lacrimal gland), 콧물샘(nasal gland), 3)혀밑샘(submaxillary gland), 턱밑 샘(submandibular gland), 4)이하선(parotid gland)으로 간다.

척수는 위쪽부터 경수 8 개(1 번~8 번), 흉수가 12 개(1 번~12 번), 요수 5 개(1 번~5 번), 천수가 5 개(1 번~5 번)가 있다.

그리고 미주 신경 1 개를 포함하여 인간의 척수 신경은 모두 31 개 이다.

각각의 척수신경과 교감신경은 연결돼 있다

척수는 T1-T5, T6-T9, T10-T12, L1-2 이렇게 4 그룹으로 나눈다.

신경 연결이 점선으로 된 것은 무수신경이다.

T1- T5 에서 신경이 나와 한곳에 모여 시냅스 한 후 다시 heart 와 lung 두 군데에 시냅스 한다.

T6-T9 은 복강 신경절(celiac ganglion)에 시냅스 한 후 4 군데로 간다.
위장(stomach), 간(liver), 췌장(pancreas), 비장(spleen)이다.

T10-T12 는 상 장간막 신경절(superior mesenteric ganglion)에 시냅스 한 후 3 군데로 간다.
small intestine 과 kidney, colon 이다.

L1-L2 는 하 장간막 신경절(inferior mesenteric ganglion)에 시냅스 한 후 2 군데로 나간다.
colon, bladder 이다.

마지막에 sex organ 이 연결되어 있다.

상 교감 신경 절에서 나온 축삭 다발이 교감신경 기둥(sympathetic trunk)를 형성한다.
척추 각 각에 교통 가지를 뺀어 신호를 전달한다.
교감, 부교감은 운동성 밖에 없다. 감각성은 없다.
브레인이 몸에 심어져 있다.

시작은 map이다. 다세포 동물이 출현하면서 신경시스템에 수 억 개 뉴런이 배당 되면서부터 외부 환경을 감지하
기 위한 map을 형성했다. Map이 중첩 되면서 이미지가 되고 그 이미지를 번역하는 과정에서 언어가 출현했다.
언어는 기억이다. 모든 공부는 기억이다.
이미지와 단어가 너무 순간적으로 결합되므로 우리가 그 과정을 잘 인식하지 못한다. 브레인 공부의 출발은 이
것이 결합되기 전을 보는 것이다. 순수한 상징은 숫자 1,2,3,4 이다. 일, 이, 삼, 사를 발음하지 않고 글자만 떠 올
리는 연습을 해 보라. 연습을 하면 떠 올려지고 그 이미지들이 결합을 한다. 그것이 바로 꿈이다.

꿈에는 전전두엽이 동작하지 않는다. 전전두엽이 동작하지 않으므로 상징을 쓰지 않는다. "날 이미지"를 그대로
쓴다. 날 것으로 보는 것이 탈 범주화이다.

겉으로 관계가 없는 것끼리 연결한다. 그것을 은유라고 한다. 시인들이 쓰는 은유는 경계선이다. 선이 끊어지기
직전까지 간다. 예술은 반 발 앞에 간다. 한발 나가면 따라가지 못한다. 그래서 경계에서 꽃이 핀다고 한다.
의미와 무 의미의 경계선에서 새로운 의미를 만들어 내는 사람들이다. 날 이미지는 단어에 붙어 있는 모든 누더
기들을 걷어낸 것이다. 걷어 내어야 새 옷을 입을 수 있다. 새로운 옷을 입듯이 새로운 관점, 새로운 개념을 시도
해 보아야 한다. 새로운 개념을 시도하자. 새로운 옷을 사 입듯이 새로운 개념도 사야 한다. 그러면 우리의 관점
이 바뀔 수 있다. 관점이 창문이다. 다른 창문을 통해 세상을 볼 수 있다.

개념이 어떻게 만들어지는지, 개념과 예측의 관계는 어떤지 다음시간에 조금 더 할 예정이다.
개념과 예측의 관계가 명확해 져야 운동으로 들어갈 수 있다.
인간 운동을 이해하기 위해 동물을 면밀하게 관찰해야 한다.
탈 범주화를 많이 해 봐야 새로운 범주화가 가능해 진다. 그때 가서야 새로운 세계가 열린다.
수고하셨습니다.

