

제 44회 과학리딩

(박문호 박사님 강의를 요약 정리한 내용입니다)

박자세의 공부법칙: 순서화, 모듈화, 대칭화

지식이 흩어져 있으면 안 된다. 지식을 활용하기 위해서는 지식을 모아서 concise 하게 정리해야 한다.

박자세의 공부 방법은 순서화, 모듈화, 대칭화이다. 30년 공부한 결론이다.

1)순서화

우주는 시작이 있다. 137억년 되었다. 우주의 모든 것은 그 이후에 생겼다. 그래서 역사든 철학이든 생물학이든 우주에서 일어난 모든 일은 시간 순서대로 배열할 수 있다. 시간 순서대로 배열하면 인과관계가 보인다.

순서의 법칙에는 시간이 존재하는 한 예외가 없다.

2)모듈화

자연에는 구조가 있다. 브레인에도, 세포에도, 아파트 설계에도 구조가 있다. 자연에 구조가 있기 때문에 우리가 자연을 이해할 수 있다.

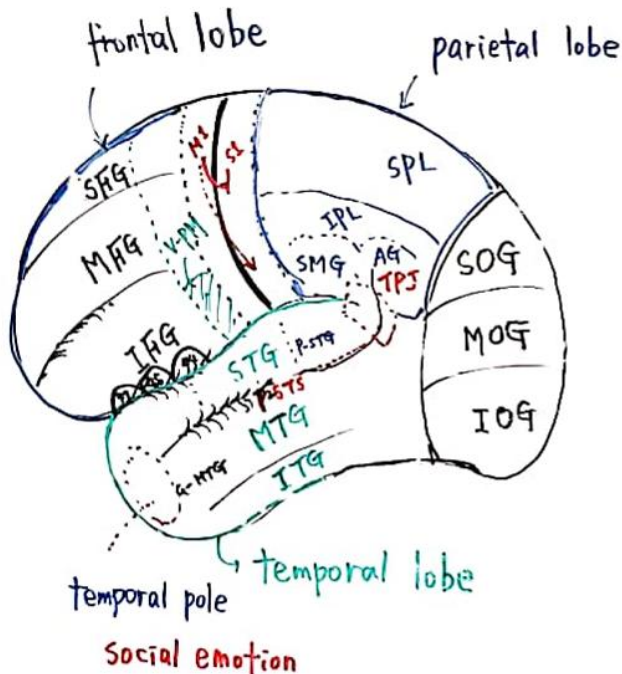
뛰어난 백정은 칼 하나로 평생을 쓴다고 한다. 짐승의 몸이 구조화 되어 있으므로 연골 부위만 자르면 평생을 써도 칼이 무뎠지 않는다는 것이다. 그것을 모듈화라고 한다. 모듈화 되면 조작이 가능하다. 그리고 교환이 가능하다. 화폐가 십진법으로 모듈화 되어 있어 교환이 가능하다. 징기스칸의 군대도 십진법으로 조직되어 있었기에 강했다.

3)대칭화

우주는 대칭으로 되어 있다. 대칭의 법칙을 쓰면 얼마나 공부하기 편한지 알게 될 것이다.

공부를 많이 했는데도 실력이 늘지 않을 때는 순서화, 모듈화, 대칭화가 되어 있는지 돌아봐야 한다.

먼저 브레인 구조를 알아야 한다. 간단하지만 대단히 유용한 그림이다.



브레인은 4개의 엽(lobe)로 되어 있다.

전두엽(frontal lobe), 측두엽(temporal lobe), 두정엽(parietal lobe), 그리고 후두엽(occipital lobe)이다.

가로와 세로로 구분하는 커다란 고랑이 있다. 세로로 전두엽과 두정엽을 가르는 고랑이 central sulcus이다. 가로로 전두엽과 측두엽을 가르는 고랑이 lateral(Sylvian) fissure이다.

대뇌 피질에서 이랑을 gyrus라고하고 고랑을 sulcus라고 한다. Sulcus는 깊이가 3cm에 이르는 것도 있다. 면적이 gyrus에 못지 않게 넓다.

Central sulcus 앞 뒤에 전 운동 영역(M1)인 precentral gyrus 와 1차 체 감각 영역(S1)인 postcentral gyrus가 있다.

전두엽은 상 중 하로 나누어 SFG(superior frontal gyrus), MFG(medial frontal gyrus), IFG(inferior frontal gyrus)가 있다. 측두엽에도 STG(superior temporal gyrus), MTG(medial temporal gyrus), ITG(inferior temporal gyrus)가 있다. 후두엽도 SOG(superior occipital gyrus), MOG(medial occipital gyrus), IFG(inferior occipital gyrus)가 있다.

두정엽은 3부분이 아니고 2부분으로 나눈다. SPL(superior parietal lobe)과 IPL(inferior parietal lobe)이다. SPL과 IPL을 나누는 것이 IPS(intraparietal sulcus)이다. 지나가는 날파리 혹은 모기를 본인도 모르게 손으로 낚아채는 행동을 일으키는 뇌 영역이다. IPS는 시각에 가이드된 반사적 손 운동이 일어나는 영역이다. IPL 속에 SMG(supra marginal gyrus)와 AG(angular gyrus)가 있다.

그리고 두정엽과 측두엽의 경계에 TPJ(temporoparietal junction)가 있다. TPJ는 p-STG(posterior superior temporal sulcus)와 만난다. TPJ에서 sensory-motor transition이 일어난다.

P-STG는 눈동자와 입술의 움직임을 탐지(detect)하는 역할을 한다.

유아기에 어린이들이 사람의 얼굴을 뻘뻘 쳐다본다. 유아가 보는 것이 말하는 사람들의 입술이다. 발음과 입술 모양을 본다. 그리고 발음과 입술 모양을 기억한다. 1-2살 때는 혼자 중얼거린다. 웅알이라고 한다. 웅알이는 대상이 없을 때 혼자 한다. 혼자 발성을 리허설 하는 것이다. 모두 p-STG에서 일어난다. 초등학교 2-3학년 때가 되면 다른 사람의 말을 따라 한다. 말 따라 하기는 곧 사라진다. 말 따라 하기가 없어지지 않으면 일종의 정신병이다.

그리고 측두엽 앞 부분을 측두극(TP: Temporal pole)이라고 하며 사회적 감정(social emotion)의 센터이다. Social은 언어를 쓰는 공동체이다.

말하기에서 가장 중요한 요소는 상대방의 얼굴이다. 우리는 말할 때 항상 상대방의 얼굴을 보고 이야기한다. 허공에 대고 이야기하는 사람을 미쳤다고 한다.

선진국일수록 길거리에서 사람 얼굴을 보기 어렵다. 사람은 빌딩 속이나 차 속에 있다. 몽골이나, 브라질에서는 얼굴이 넘쳐난다. 언어에서 가장 핵심은 얼굴이다.

인간이 할 수 없는 2가지는

목적 없는 행동과 다른 사람의 얼굴을 보고 감정이 생기지 않는 것이다.

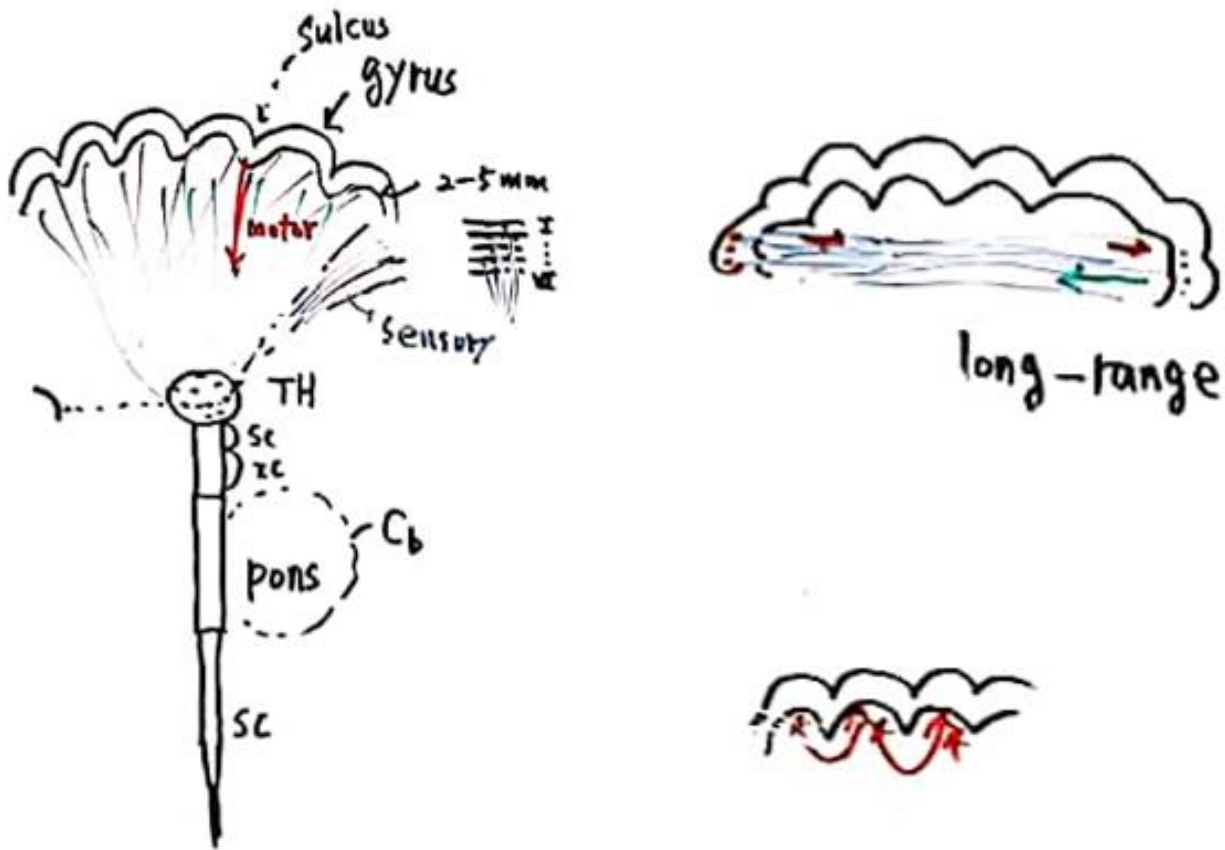
사이보그와 인간을 구별하는 방법은, 마주 했을 때 감정이 생기지 않으면 사이보그라는 것이다.

그만큼 언어 생활에서는 상대방의 얼굴이 중요하다. 그 감정을 담당하는 부위가 측두극(temporal pole)이다.

얼굴을 볼 때 생기는 감정이 social emotion이다.

피질의 두께는 2-5mm 정도이다. 대뇌 피질은 6층 구조로 되어 있다.

브레인에는 3가지 형태의 신경 섬유 연결이 있다.



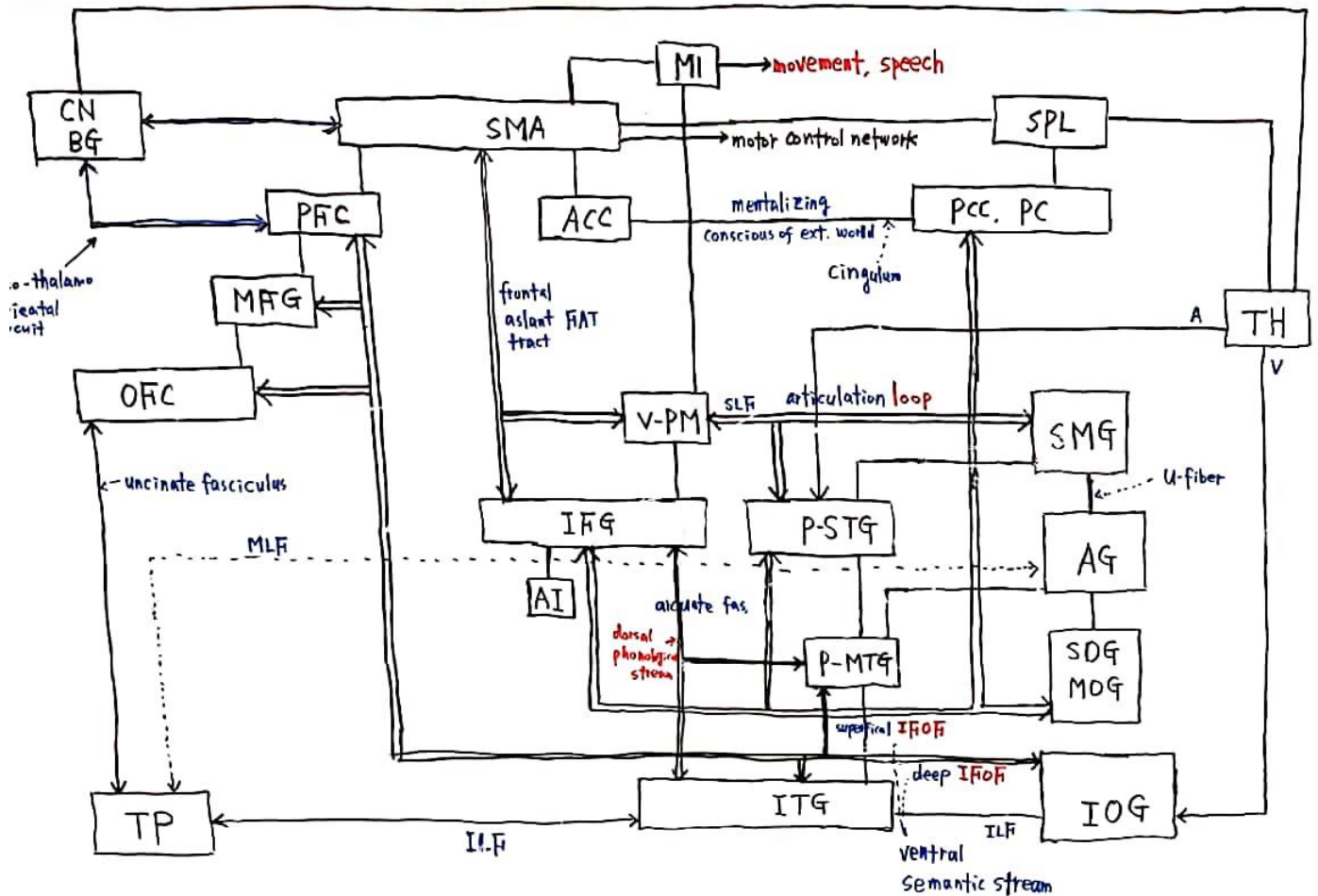
첫 번째는 대뇌 피질에서 시상을 거쳐 척수까지 내려가는 수직형태의 연결이다. 상행감각과 하행운동을 전달한다.

두 번째는 멀리 떨어진 대뇌 피질간의 양 방향 연결 형태이다. Long range 연결이다. 이런 연결을 tract 또는 fasciculus이라고 한다.

세 번째는 이웃한 피질 간의 연결이다. U fiber 연결이다. Short association fiber라고 한다. M1과 S1 사이에도 U Fiber가 있다. M1에서 운동 신호를 척수로 내려 보낼 때, 옆에 있는 S1에 통보한다. 그래서 운동이 실행되기 전에 감각이 먼저 알게 된다. 언어 회로에는 Long range fasciculus와 U fiber가 많이 이용된다.

다음 도표는 language에 대한 2015년 review paper에 나오는 도표이다.

review paper는 저널의 편집자가 어떤 분야의 대가들에게 그 분야를 총괄하여 설명해 달라고 요청하여 정리된 paper이다. 논문을 볼 때에는 먼저 리뷰 페이퍼부터 보아야 한다. 어떤 분야의 최신 주류 이론을 정리한 것이기 때문이다.



먼저 시상(thalamus)에서 시작한다.

시상에서 visual signal이 IOG로 간다. IOG에서 ILF(inferior longitudinal fasciculus)를 타고 ITG로 간다. 여기서 visual recognition이 일어난다. ITG에서 TP(temporal pole)로 간다. TP는 주로 a-MTG(anterior MTG)부분이다. TP와 AG가 MLF(medial longitudinal fasciculus)로 연결된다. 양방향으로 연결된 하이웨이이다. TP에 있는 얼굴의 인상, 느낌 같은 것들이 AG에서 추상적 개념으로 바뀐다. AG에서 개념을 만들어 준다. 언어는 모두 개념으로 되어 있다.

AG는

- 1) 모든 감각이 교차하는 곳이다.
- 2) episodic memory에 접근이 가능하다.(Access to episodic memory). 모든 기억을 인출할 수 있다. 기억을 실시간으로 트래킹 한다. 해마에서 일어나는 모든 정보처리를 실시간으로 보고 있다.
- 3) self-awareness가 가능하다. Self를 모니터링 한다. Self의 축을 바꿀 수 있다.
- 4) 그래서 AG를 건드리면 out of body 현상이 일어난다.
- 5) 모든 감각이 모이므로, 감각을 대상(對象)으로 바꿔서 언어로 mapping 하는데, 그것이 개념이다. 즉 categorization을 한다. AG가 브레인에서 개념을 만드는 핵심 센터이다.
- 6) 그리고 주위(attention)를 shift 한다.

AG와 SMG가 U fiber로 연결되어 있다. 또한 AG는 SOG와 MOG와도 U fiber로 연결된다.

SMG는 p-STG(posterior STG)와 U fiber로 연결된다. 그리고 P-STG는 P-MTG 및 p-ITG와도 U fiber로 연결된다. AG는 P-MTG와 U fiber로 연결된다. P-MTG와 p-ITG 영역은 lexicon 사전이 있는 곳이다.

다음은 발음을 해야 한다.

우리가 사과를 보고 사과라고 발음을 하는 데는 약 600ms정도 걸린다.

VOT(vocal onset time)이라는 개념이 있다.

입술이 벌어지고 얼마 후에 발음이 되는가 하는 개념이 VOT이다.

영어 "b"와 "p"를 구분하는 것이 발음 시작의 시간차이라는 것이다. 입술을 떼는 시각을 0으로 했을 때 "b"는 0-25ms에 시작되고, "p"는 25ms 이후에 시작된다는 것이다. 파킨슨병 환자는 "b"와 "p"를 말하기와 듣기에서 구분하지 못한다. 건장한 사람도 해발 5000m이상에서는 "b"와 "p"를 구분하여 발음하지 못한다고 한다.

그래서 언어학의 방향이 바뀌었다. 핵심은 그렇게 발음할 수 있도록 만든 정교한 운동신경의 진화이다.

그래서 언어는 듣기보다 말하기가 중심이다.

모든 포유동물들은 같은 종속끼리 커뮤니케이션에 문제가 없다. 같은 동물끼리 내는 소리는 잘 듣는다.

동물들이 내는 소리는 종 별로 정해져 있다. 동물들이 종별로 내는 소리를 듣는 회로는 오랜 기간 동안 진화되어 회로에 박혀 있다. 태어나자마자 바로 들을 수 있다. 인간도 동일하다. 인간도 태어날 때 듣기 회로는 완성되어 태어난다. 그러나 말하기 회로는 완성되지 않은 상태로 태어난다. 말하기는 Inner talking을 통해서 만들어 진다. 말하기는 후두와 vocal fold의 정교한 운동이다. 미세한 운동 신경의 컨트롤이 필요하다.

인간에서는 운동 명령이 대뇌 기저핵에서 후두와 vocal fold로 직접 전달된다. 손 운동과 마찬가지로. 직접 연결되기 때문에 인간은 정교한 손 운동이 가능하다. 그러나 침팬지는 발성이 직접 연결되지 않고 결가지로 연결된다. 인간은 지난 20년동안 말하는 운동능력을 놀라울 정도로 진화시켜 왔다. 그래서 언어는 듣기보다 말하기가 더 중요하다. 말하는 것은 후두와 vocal fold의 운동 신경을 매우 정교하게 컨트롤 해야 한다. "b"와 "p"발음에서 명확하게 드러난다. 25ms 시간차로 의미가 달라진다.

formant는 소리가 공명되는 특정 주파수 대역을 말한다. 에너지 소비가 가장 적은 공진 주파수이다.

인간 두뇌는 formant 구조를 자동적으로 탐지하는 detector를 갖고 있다. 또한 인간은 통사 구조를 갖고 태어난다.

통사구조는 문장에서 단어의 배열 방식이다. 주어, 동사, 목적어를 배열하는 방식이다.

"작은 소년이 빨간 모자를 쓰고 있다."는 문장은

-소년은 키가 작다

-모자는 빨강다.

-소년이 모자를 쓰고 있다. 세 문장이 합해진 것이다.

세 문장을 합할 수 있는 것은 통사구조를 갖고 있기 때문이다.

통사 구조를 사용하면 커뮤니케이션 속도를 빠르게 할 수 있다. 우리의 working memory는 대개 7개 정도이다.

언어도 마찬가지이다. 그런데 통사구조를 쓰면 한꺼번에 15-25개 단어를 듣고 말할 수 있다. 2초만에 50개 단어

를 말할 수 있다. 침팬지보다 3-5배 빠르게 커뮤니케이션 할 수 있다.

사람은 인간의 목소리를 detector할 수 있는 구조를 장착하고 태어났다. 인간은 통사구조를 갖고 태어난다. 단 그것이 문화 속에서 발현되어야 한다.

영장류도 말을 하지만, 정서적 압박을 받았을 때에만 말을 한다. 감정이 묻지 않은 상태에서 영장류가 발성하는 경우는 거의 없다. 언어는 social emotion과 같이 진화해 왔다. 그러나 인간은 감정과 관계 없이 말하는 것이 가능하다.

맥락 없이 대꾸할 수 없다. 언어적 상황이 전제되지 않고 대꾸하면 정신이상자로 취급 받는다.

언어적 상황이 필요하다. 사람도 혼자 있을 때는 말하지 않는다. 대부분의 시간은 말하지 않고 있다.

언어적 상황이 먼저 있어야 말을 한다.

언어적 상황이 있으면 말(운동)을 해야 한다. 운동 영역 피질이 필요하다.

IFG가 등장한다. 브로카 영역 즉 브로드만 44,45번이다. 발음에는 AF(arcuate fasciculus)가 관련된다. 브로카 영역과 베르니케 영역을 연결한다. IFG와 ITG가 양방향으로 연결되면서 lexicon 사전이 있는 p-MTG와 T자 형태로 연결된다. 이 회로를 dorsal phonological stream이라고 한다.

TH에서 SPL로 체 감각(somatic sensory) 정보가 들어간다.

마찬가지로 TH에서 청각 정보(auditory sensory)가 p-STG로 들어 간다.

대뇌피질은 행동을 만들어 준다.

감각이 모여 기억이 되고 그 기억을 매 순간 불러와서 PFC에서 행동을 선택한다. 행동 중에서 가장 대표적인 것이 언어이다. 언어는 거의 모든 피질을 사용한다. 언어에는 대뇌피질 20여개 영역이 연결되어 있다. 피질 각 부위들의 연결형태가 중요하다.

SPL은 SMA와 U fiber로 연결된다

운동에는 개별운동, 꺾적운동 연속운동이 있다.

개별운동은 M1이 꺾적운동은 PM이, 그리고 연속운동은 SMA가 담당 한다.

가장 대표적인 연속운동이 말하기이다. SMA가 언어의 중심 축이다. SMA에 이상이 생기면 말할 의욕이 사라져 무 언어증이 생긴다.

SMA는 Acc와 U fiber로 연결된다.

<뇌의식의 탄생>이란 책에서 Acc를 자동 항법장치라고 표현한다

의식은 눈 사태 같은 것이다. 의식이 진화한 이유는 생각을 지속할 수 있게 하기 위해서 이다.

의식은 하나의 생각을 트리거 하면 생각이 눈사태처럼 생기는 현상이다. 의식(conscious)이라는 강력한 네트워크에 의해 생각이 만들어 진다. 생각은 그냥 되는 것이 아니다. 무의식에서는 생각을 지속하기가 어렵다.

생각은 언어이다. 생각은 의식화된 언어이다. 의식화되지 않은 언어도 많이 있다.

의식은 p 300ms 이후에 진행된다. 300ms 전에 빠른 동작이 필요할 경우를 위해 진화된 것이 자동항법장치이다. 자동항법장치는 자동으로 동작한다. 그것이 Acc이다. Acc는 기억회로 전체와 연계되어 있다. SPL은 Pcc 및 PC(precuneus)에 연결되어 있다. Acc와 Pcc는 cingulum으로 연결되어 있다. 기억회로의 핵심이다.

언어적 맥락에서 발음이 시작된다.

IFG에서 시작한다. IFG는 브로카 영역이다.

브로카 영역을 순수하게 언어적 기능에 사용한 것은 인간에서만 특별하다. 영장류에도 있는 브로카 영역을, 인간은 언어적 상황에 특화되게 사용하였다.

IFG가 기억회로인 Pcc/PC와 양 방향으로 연결된다. 동시에 p-STG 및 시각 피질인 SOG/MOG와 연결된다.

이 회로를 superficial IFOF라고 한다. 얼굴표정과 말의 발성 그리고 기억회로가 동시에 연결된다.

이 회로에서 말하고자 하는 단어가 만들어 진다. 문장이 아니다. 간단한 말대꾸에 사용하는 단어이다.

IFG와 AI(anterior insula)가 연결되어 있다.

PFC가 MFG 및 OFC와 연결된다.

TP가 OFC와 uncinated fasciculus로 양방향으로 연결된다.

PFC와 IOG가 연결된다. 동시에 lexicon 사전인 p-MTG와 p-ITG에 연결된다. 동시에 MFG와 OFC와도 연결된다.

이 연결회로를 deep IFOF라고 한다.

SMA가 M1과 연결되고, M1은 v-PM과 연결된다.

V-PM은 SMG와 연결되고 또 p-STG과도 T자 형태로 연결된다. 이 회로에서 articulation이 이루어 진다.

v-PM과 IFG도 상호 연결되어 있다.

최종적으로 M1에서 movement와 speech가 나온다.

실시간 운동 컨트롤은 CN(caudate nucleus)과 BG(basal ganglia)가 PFC와 조율한다.

조율된 상황을 CN/BG에서 TH에 보내 준다.

SMA에서 motor control network이 작동된다.

말을 하고 싶은 의욕을 촉발해주는 회로가 FAT(frontal aslant tract)이다.

SMA가 IFG와 연결되고 동시에 v-PM과 T자 형으로 연결된다.

TP-IFG-IOG를 연결하는 신경 섬유 다발이 ILF이다.

TP와 OFC를 연결하는 신경섬유다발이 UF(uncinated fasciculus)이다.

Acc와 Pcc를 연결하는 것이 cingulum인데, 타인의 마음을 읽는 mentalizing 역할을 담당한다.

타인의 마음을 알기 위해서는 그 사람의 과거 history를 알고 있어야 한다. 기억에 접근할 수 있어야 한다.

그리고 이 회로를 통해 conscious of external world 즉 바깥 세계가 출현한다.

IFOF에는 superficial과 deep이 있다.

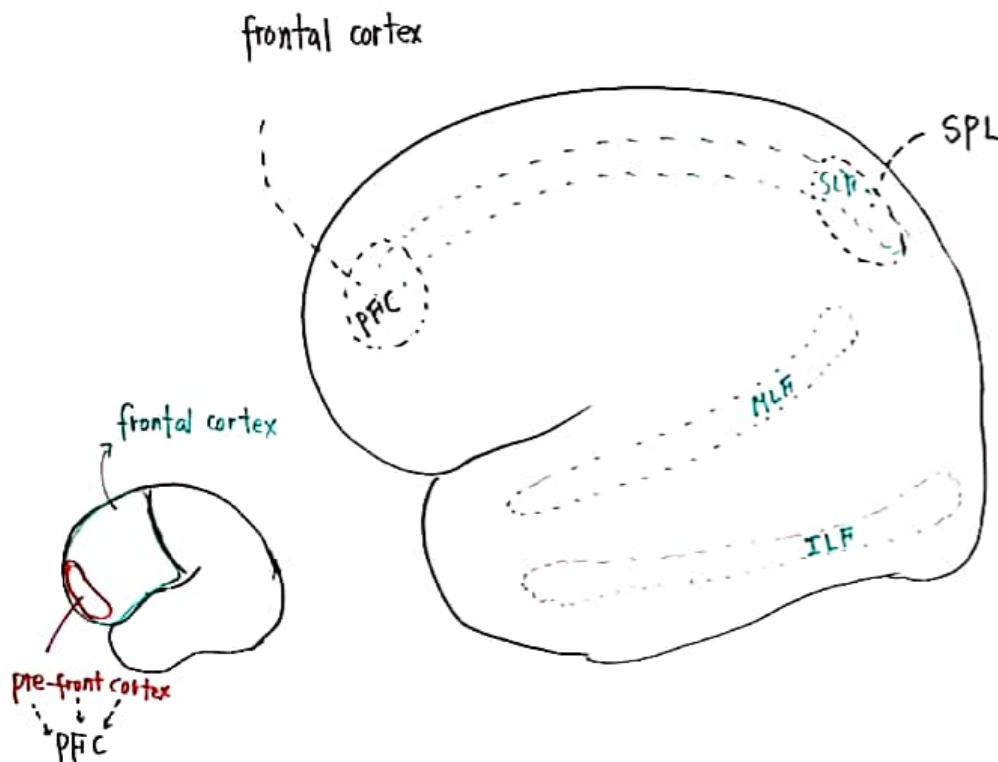
v-PM과 SMG를 연결하는 회로가 articulation loop이다. 계속 돌아가는 articulation loop를 우리의 생각이라고 한다. 청각의 고유한 속성은 내부에서 반복한다. 메아리 친다. 언어는 반향이다. 어릴 때 웅얼이가 inner talking으로 바뀌고 그것이 계속 남아 있다.

IFG와 p-MOG, p-IOG를 연결하는 신경다발이 AF(arcuate fasciculus)이다. 이 회로를 dorsal phonological stream이라 한다. Deep과 superficial IFOF는 ventral semantic stream이라 한다.

CN/BG와 PFC그리고 SMA와 관련된 회로를 cortico-striatal-thalamic circuit라고 한다.

이 도표에서 화살표 없는 선은 U fiber이다.

<2교시>



브레인의 앞 뒤를 연결하는 3개의 긴 하이웨이가 있다.

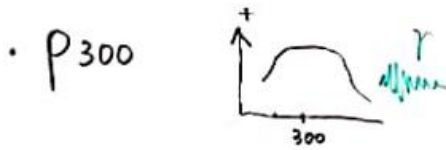
제일 아래에 있는 것이 ILF(inferior longitudinal fasciculus)이고, 가운데에 있는 것이 MLF(medial longitudinal fasciculus) 그리고 맨 위에 있는 것이 SLF(superior longitudinal fasciculus)이다.

SLF은 PFC와 SPL을 연결하는 경부고속도로 같은 것이다.

프랑스 인지신경촬영연구소 소장 스타니슬라브 데하네는 <뇌의식의 탄생>에서 의식이 나타났다고 인정할 수 있는 근거로 4가지를 들고 있다.

의식의 지표

- frontal-parietal long range activation



- P300 동반한 γ 대역 진동

- long-range θ oscil.

1) frontal-parietal long range activation

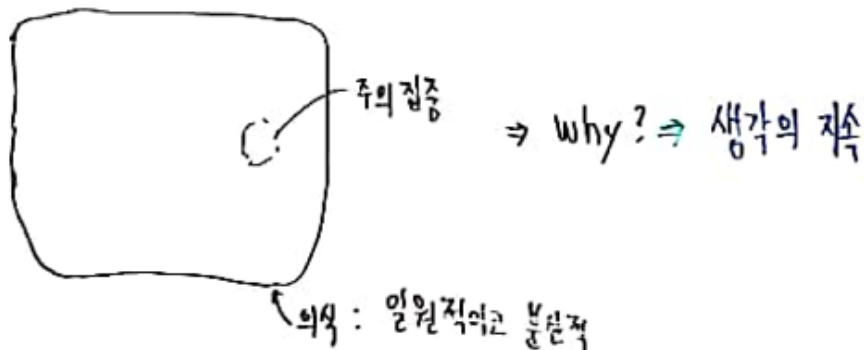
2) p 300ms signal

300ms에서 포지티브한 전압펄스가 생긴다.

3) p 300ms signal 후에 동반하여 감마 band oscillation이 일어난다.

4) long range에서 세타파를 동반한 oscillation이 일어난다.

결국 의식은 최소 300ms가 지나야 일어난다.



주의 집중이나 자각은 의식의 구성 요소 중 하나이다.

에델만을 비롯하여 브레인의 대가들이 의식을 정의한 공통 부분은 "의식은 일원적이고 분산적이다"라는 것이다.

왜 의식은 진화되어 왔는가?

의식이 없으면 생각이 지속되지 못하고 분열된다. 의식이 통합되지 못하고 분열된 것이 정신분열증(조현병)이다. 하나의 정신작용이 다음 정신작용과 인과적으로 연결되지 못한다. 맥락이 맞지 않는다. REM 수면은 정신분열 상태이다. 정상인의 정신 작용은 인과적으로 촘촘하게 연결되어 있다. 정상인도 REM 수면 상태에 들어가면 정신 분열 상태를 하루 1시간 정도씩 경험한다. 정신분열과 정상인의 기본 요소는 같다. 동아줄과 짚은 기본 요소는 동일하지만, 짚으로 새끼를 꼬면 거대한 동아줄도 만들 수 있으나 날개로 있으면 짚일 뿐이다.

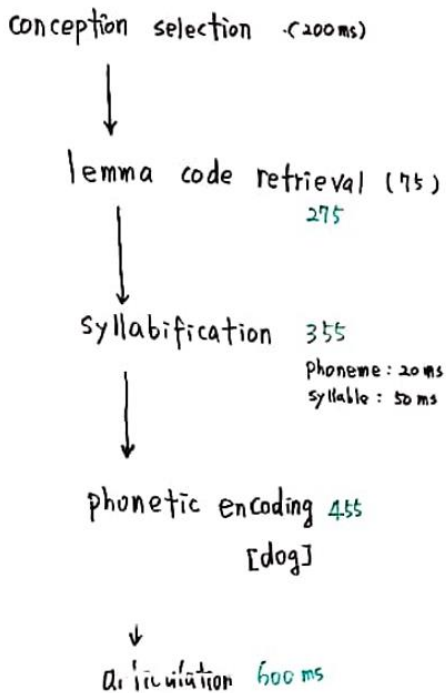
두 상태의 정신적 시간이 다르다. 인과로 연결된 정신의 상태는 진득하게 길다. 중요한 것은 생각의 지속시간이다. 인간 브레인 은 그냥 두면 하나의 생각을 오래 지속하도록 되어 있지 않다. 생각이 유지 되는 것은 브레인 속에 하이웨이가 구성되어 있기 때문이다. High way가 있기 때문에 인과적 생각이 가능하다.

앞의 도표에서 연결 선이 한 곳만 끊어져도 어그러진다.

의식은 생각을 지속하게 하는 힘이다. 생각을 지속 시킨다는 것은 대단히 어려운 일이다. 생각을 지속 시키기 위해서는 "화두"나 도표 같은 것이 있어야 한다. 도표와 용어가 몸에 붙어야 한다.

의식은 생각을 오래 동안 할 수 있도록 붙잡아 두는 메카니즘이다. 생각을 붙잡아 두지 못하면 생각은 분열된다.

다음은 언어를 발음하는 과정이다.



1) conception selection:200ms

그림을 보면 먼저 범주 개념이 일어난다. 그것이 과일인지, 자동차인지, 동물인지를 분별한다. 200ms정도 걸린다.

2) lemma code retrieval: 275ms

복수, 단수 등 통사론 구조의 back born 구조까지 나오는데 275ms가 걸린다.

3) syllabification 355ms

음절로 바꾸는 데까지: 355ms

phoneme 20ms, syllable 50ms

그 중에 음소처리에 20ms, 그리고 음절을 처리하는데 50ms가 걸린다.

4) phonetic encoding: 455 ms

그리고 음성 부호화(예, [dog])까지 455ms가 걸린다.

5) articulation: 600ms

마지막으로 최종 발음까지 600ms가 걸린다.

꽃잎 : 단어

Phoneme → syllable → morpheme → word

음소 ㄱ, ㄴ, ㅅ, ㅈ, ㅊ, ㅋ, ㆁ, ㅇ, ㅏ, ㅑ, ㅓ, ㅕ, ㅗ, ㅛ, ㅜ, ㅠ, ㅡ, ㅣ
 음절 V
 CV
 CVC
 형태소 : 의미 최소 단위
 꽃, 잎

phonological : 국민 → 궁민, 좋아 → 조아, 만형 → 마형, 밥물 → 뱀물
 ㄱ → ㅇ 교체 ㅎ → 필박 ㅌ + ㅎ → ㅌ 축약 ㅂ → ㅁ 동화

꽃잎은 하나의 단어이다.

"ㄱ", "ㄴ", "ㅅ", "ㅈ", "ㅊ", "ㅋ", "ㆁ", "ㅇ", "ㅏ", "ㅑ", "ㅓ", "ㅕ", "ㅗ", "ㅛ", "ㅜ", "ㅠ", "ㅡ", "ㅣ" 등이 음소(phoneme)이다.

syllable은 음절이다. 모음(v), 자음+모음, 자음+모음+자음으로 음절을 이룬다.

morpheme은 형태소이다. 의미의 최소단위이며, 꽃, 잎 등이 형태소이다.

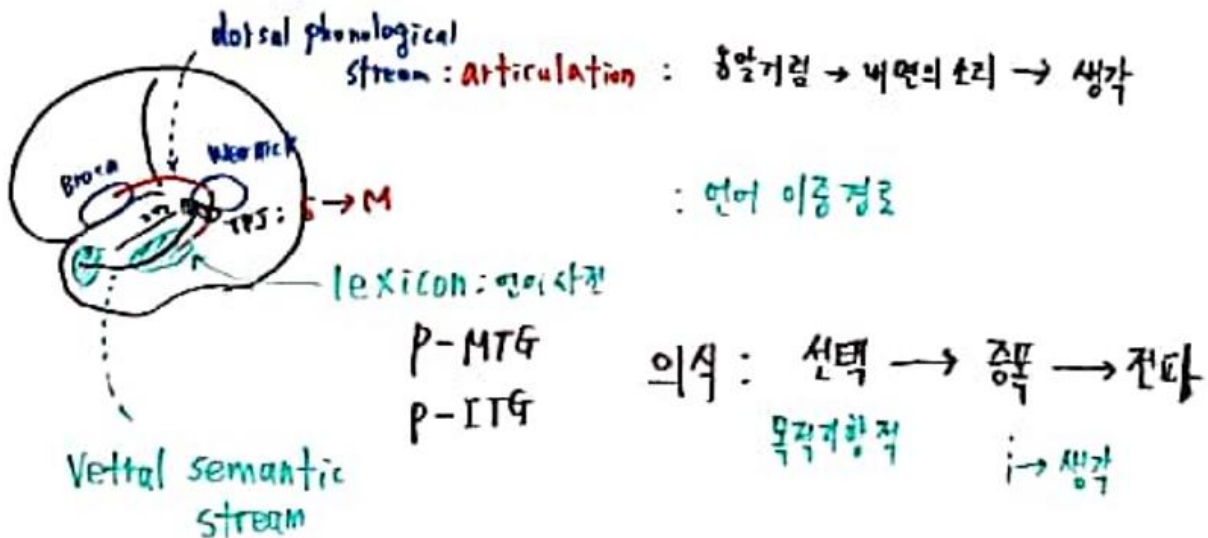
word는 단어이다. 하나의 형태소 또는 2개 이상의 형태소가 모여 단어가 된다.

음소, 음절, 형태소, 단어를 확실히 이해해야 한다.

음운론(phonological): 특정 언어 또는 범 언어적으로 소리체계를 연구하는 학문이다.

우리나라 한글에서는

국민을 "궁민"으로, 좋아를 "조아"로, 만형을 "마형"으로, 밥물을 "뱀물"로 읽는다.



브로카 영역에서 나와 베로니케 영역과 측두엽 후미를 연결하는 흐름을 dorsal phonological stream 이라고 한다.

여기서 발성(articulation)이 일어난다. P-MTG와 p-ITG에 lexicon 사전이 있다.

TP에서 lexicon을 거쳐 지나가면서 TPJ영역을 지난다. TPJ는 감각을 운동으로 변환시킨다.

즉 청각을 입술 모양(시각)과 결합시킨다. 청각과 시각을 결합시킨 목록이 만들어 진다. 목록이 만들어 지면 웅알이를 한다. 웅알이는 기억한 청각 기억을 입술 움직임으로 리허설하는 과정이다. 청각패턴을 입술 운동으로 바꾸는 과정이다. 즉 소리 감각을 입술 운동으로 변환시키는 것이다.

그래서 밑의 흐름을 ventral semantic stream이라고 한다.

이것을 언어의 dual stream이라고 한다.

ventral은 소리를 듣고 의미를 이해하는 회로이고, dorsal은 의미를 소리로 발음하는 회로이다.

ventral이 듣기이고, dorsal이 말하기이다. 서로 같은 회로를 쓴다. 분해하고 결합한다.

병어리도 말을 듣는 데는 문제가 없다.

개, 돼지 같은 짐승들도 태어날 때부터 자기들이 쓰는 언어 사전이 결정되어 있기 때문에 듣는 데는 문제가 없다. 그래서 언어는 듣기보다 말하기가 더 중요하다. 인간은 어린 시절 웅알거림을 통해 말하기를 배운다.

웅알거림은 inner talking이다. 내면의 목소리이다. Inner talking이 후에 생각이 된다.

의식은 선택을 한다. 그 선택된 것이 증폭된다. 그리고 전파한다.

선택은 목적 지향적이다. 증폭하기 위해서는 브레인의 많은 피질을 동원하여야 한다.

피질을 동원하는 것이 생각이다. 증폭단계 이후를 생각이라 한다. 생각을 놓치지 않게 하는 것이 의식이다.

언어적 상황이 어떤 것인지 생각해 봐야 한다. 그리고 언어와 얼굴과의 관계를 깊이 고민해 봐야 한다.

언어의 마지막 단계는 의식화 된다. 그것이 생각이다.

음소, 음절, 형태소가 몸에 익어야 한다.

수고하셨습니다

(PPT 강의는 동영상을 참고하시기 바랍니다.)