

전주시 평생학습관 인문학

몸과 마음, 공생의 존재론

1강

결정론과 자유의지, 뇌가소성과 나의 몸

2026년 3월 10일

최종덕(현대자연철학 전공, philonatu.com)

오늘 강의를 위한 준비

- 과학이 어렵다는 편견에서 벗어나기
- 과학과 철학은 상호의존의 관계임을 알기
- 단순지식은 AI에게 맡기고, (자아관찰) 성찰하기

<장자>

관상쟁이 이야기

당대 최고의 관생쟁이 계함을 열자라는 사람이 호자에게 데리고 갔다.

계함이 호자의 관상을 보고 곧 죽을 거라고 했다.

호자는 일부러 계함에게 그런 얼굴을 지어 보였을 뿐이다.

열자는 다시 계함을 두번째로 호자에게 데리고 가서 관상을 보게 했다.

두번째 호자는 편안한 관상을 보여주었고 관상쟁이 계함은 그렇게 관상을 평가했다.

세번째 열자가 다시 계함을 호자에게 데리고 가서 관상을 보게 했는데,

그때도 다른 관상이 나오자 관상쟁이 계함은 놀라 도망갔다.

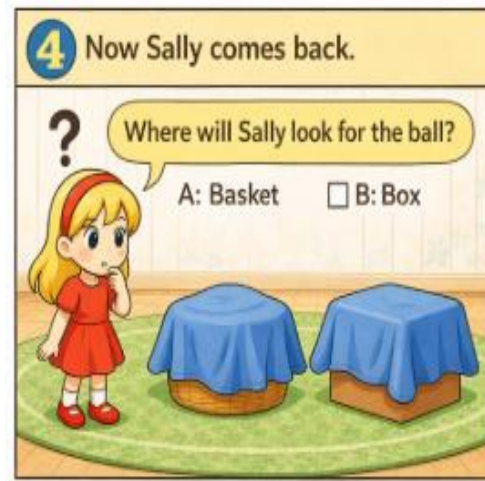
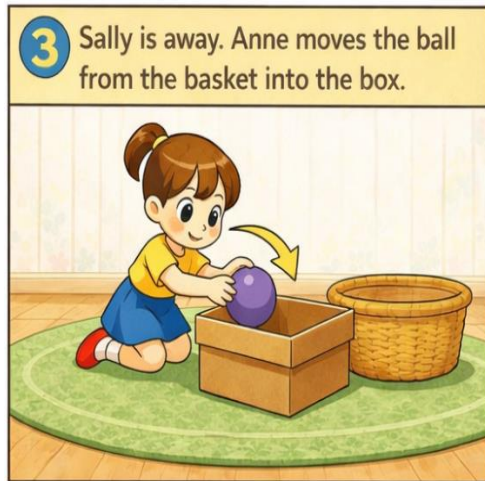
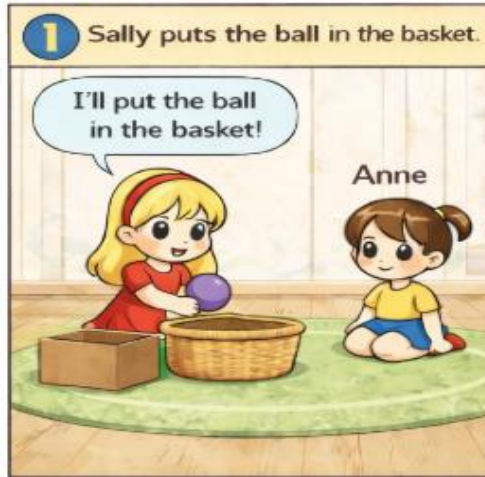
출처: 전호근 <장자 강의> 동녘, 2015, 492-494쪽

심리학/인지과학에서 본 마음이론 Theory of Mind; ToM

- 타인의 심적 상태를 인지함으로써 타인의 행동을 설명하고 예측할 수 있는 능력을 기술하는 데 사용되는 용어
- 무엇을 지향한 행위를 인지하는 것은 마음이론의 능력을 반영하며, 그런 능력은 타인의 행동을 이해하거나 예측하거나 그리고 타인의 행동에 영향을 주려는 시도를 허용한다.
- 마음이론의 발달은 뇌의 전두엽 발달과 성장에 일치한다.
- 마음이론과 달리 도덕을 이해하고 도덕적 판단에 대한 관점은 사회적 환경과 문화적 경험에 따라서 변할 수 있다.

셀리와 앤 실험

(Baron-Cohen, Leslie, Frith 1985)



점쟁이의 신체적 특징

생물학적 공감

타자에 대한 민감성

누구나 공유하는 능력

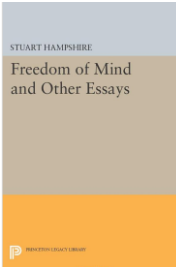
**** 타자의 마음읽기 : 점쟁이 실험(경희대 국문과 서정범 교수 논문)

그는 나를 읽는 것이 아니라 내가 생각한 것을 읽어내는 것이다.

스피노자 Ethica 2부 정리 13 주석에서

“인간의 정신을 조직하는 것은 신체다.”

(인간 정신은 인간 신체의 관념이다. / 정신과 신체는 하나의 실체다)



자연 안의 내재적 필연성이란 절대적 인과관계이지만 초월적 인과성은 아니다. (Stuart

Hampshire 1972, "A Kind of Materialism"



인간은 자신의 욕망을 의식하지만 그것을 결정하는 원인을 모른다.



자유는 원인 없는 선택이 아니라, 자신의 본성에 따라 필연적으로 행동하는 것이다.

껍질

속



가소성의 가능성

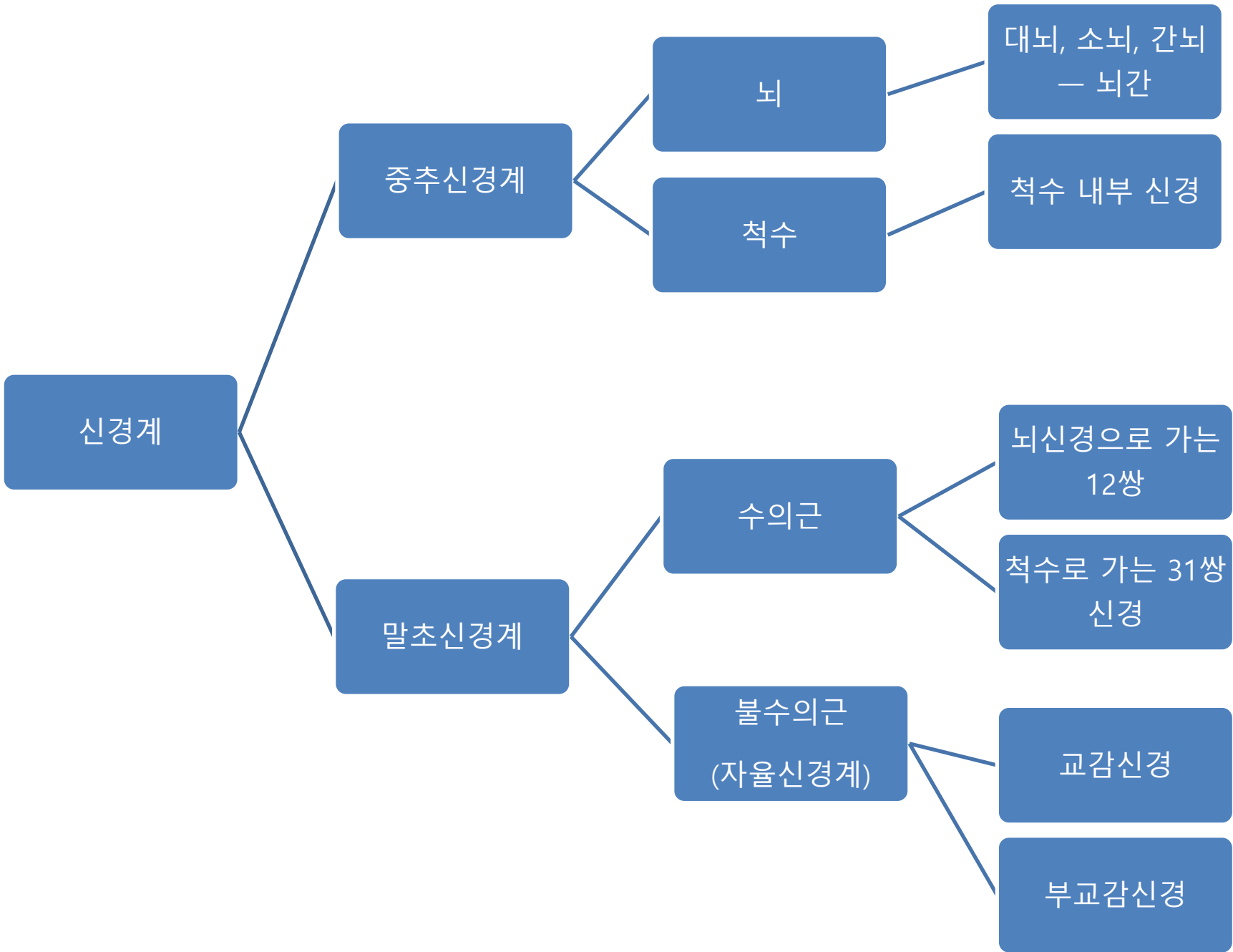
- 신경생물학의 철학
- 시냅스 존재론의 새로운 접근방식
- 후성유전학과 후천적 자아형성

- **가소성이라는 용어 번역**

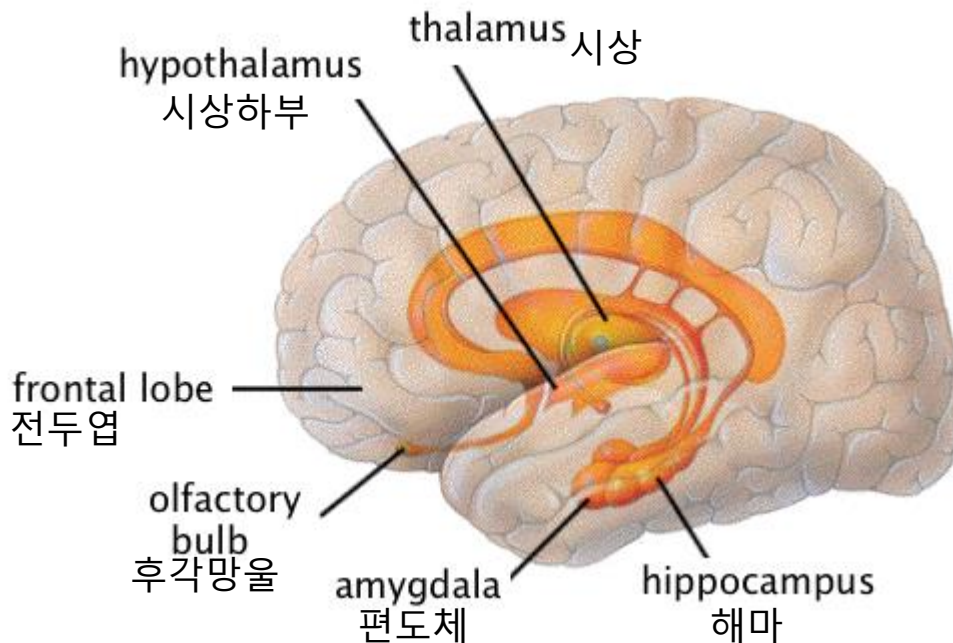
plasticity 가소성 – 비가역적 irreversible

elasticity 탄력성, 유연성 –가역적 reversible

**비가역적 특성이 중요하므로 "가소성" 번역을 일단 수용하기로 함.



중추신경계 (central nervous system: CNS) – 변연계 limbic system

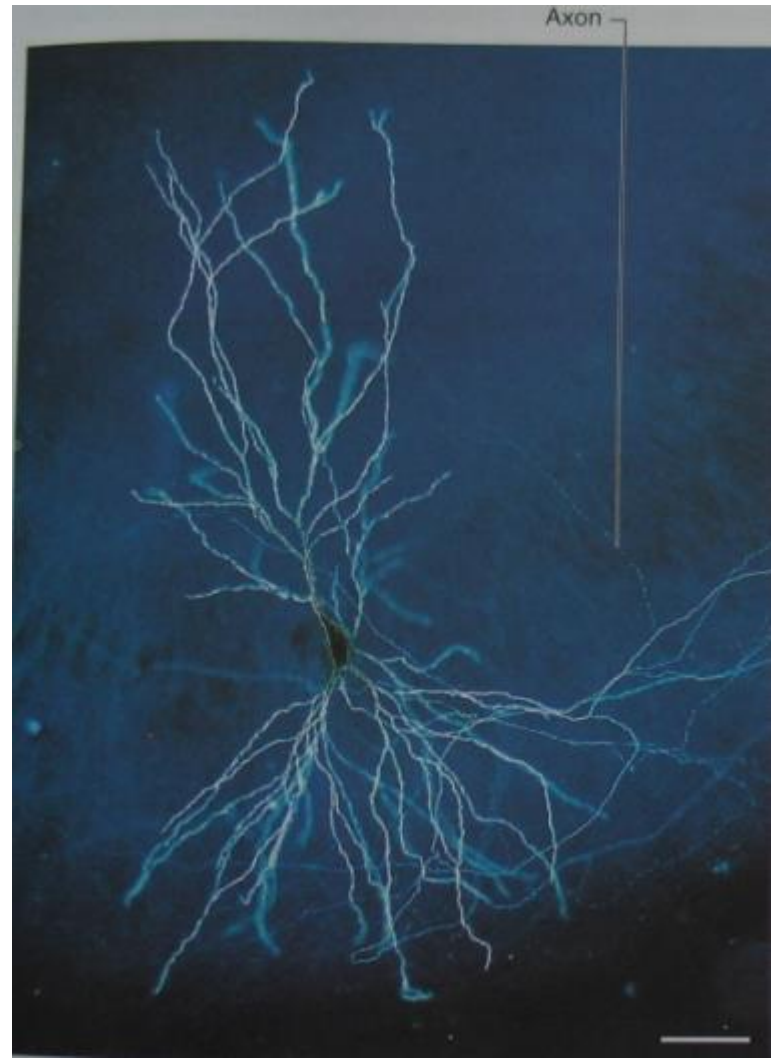
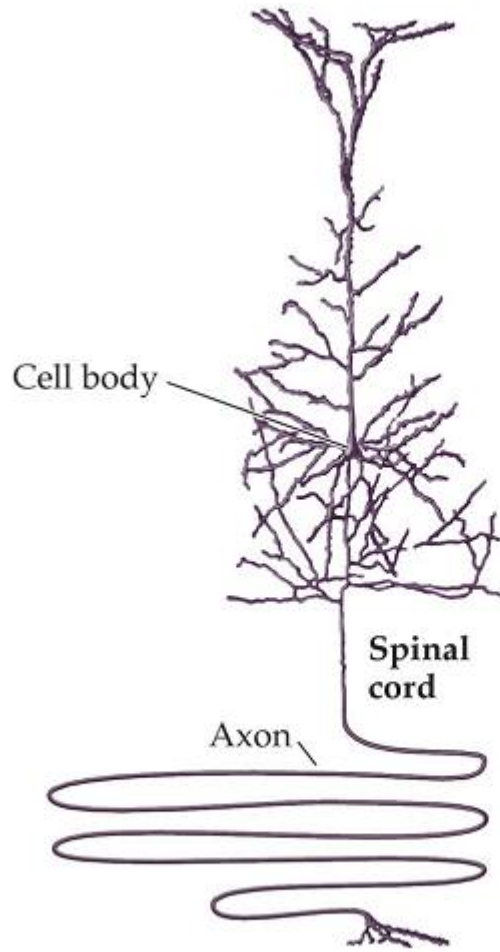


감정 충동 중추 - 시상 및 시상하부로 연결

감정과 행동 관여:

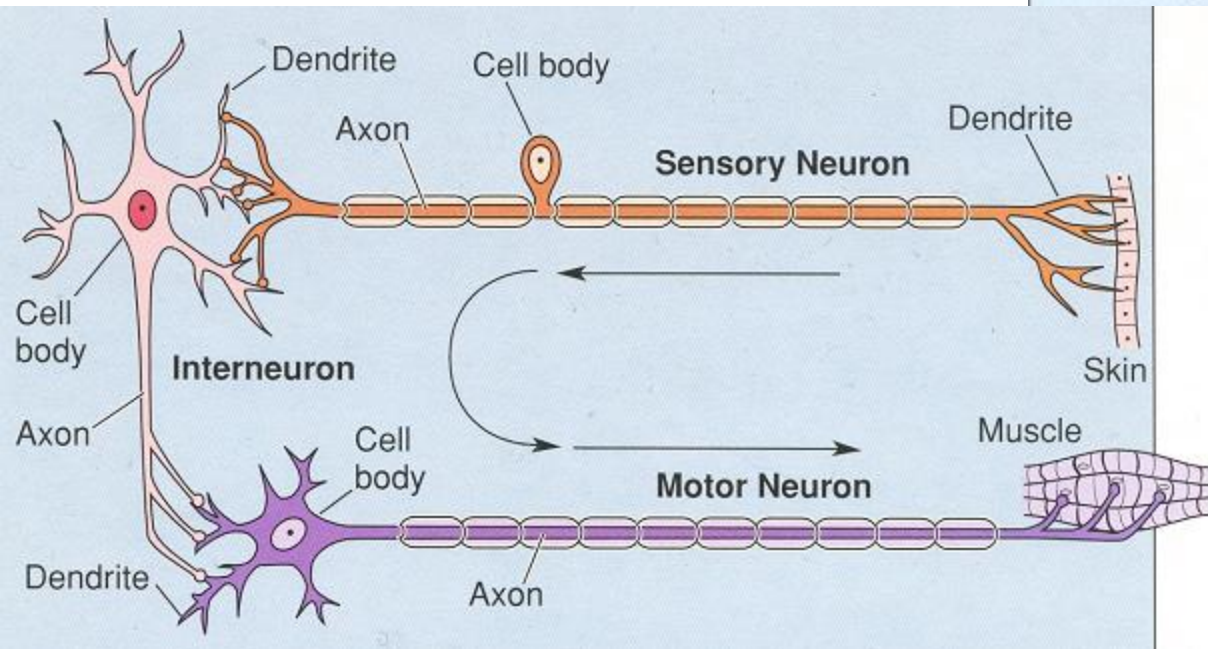
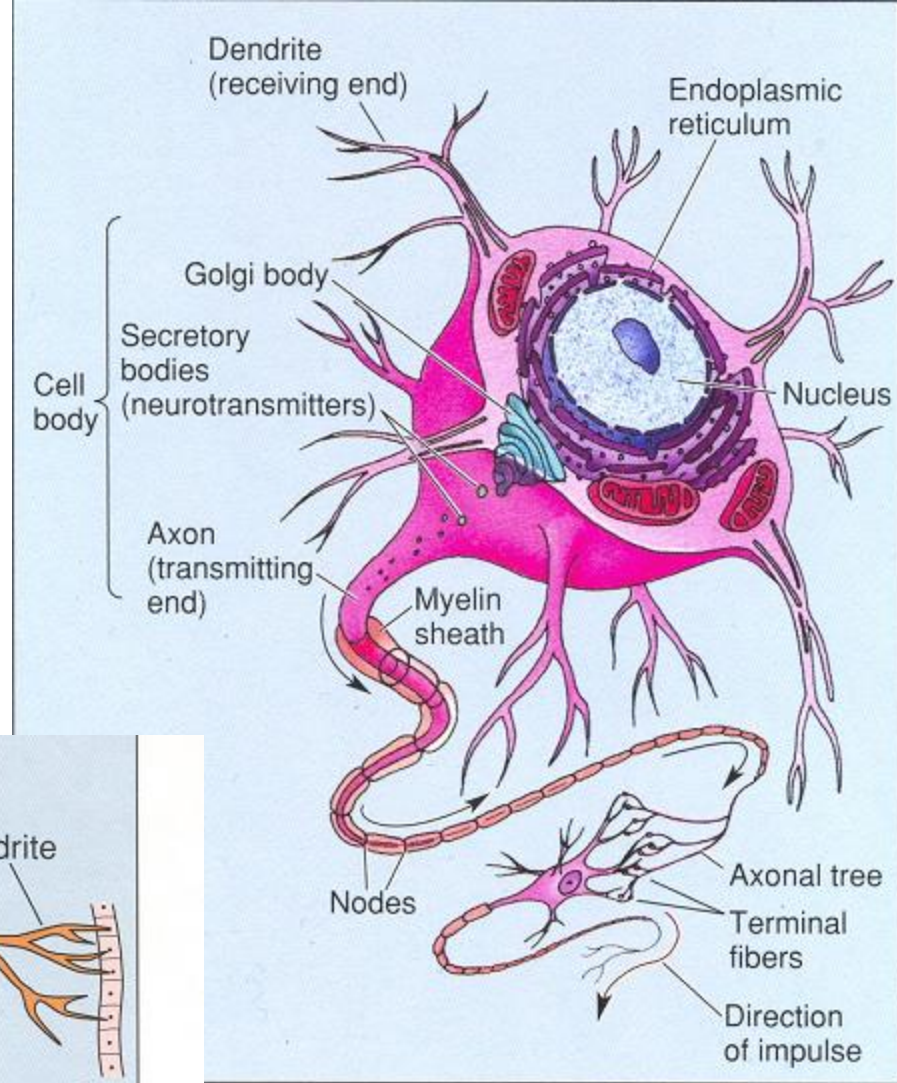
성적 충동, 공격성, 희로애락, 공포, 분노

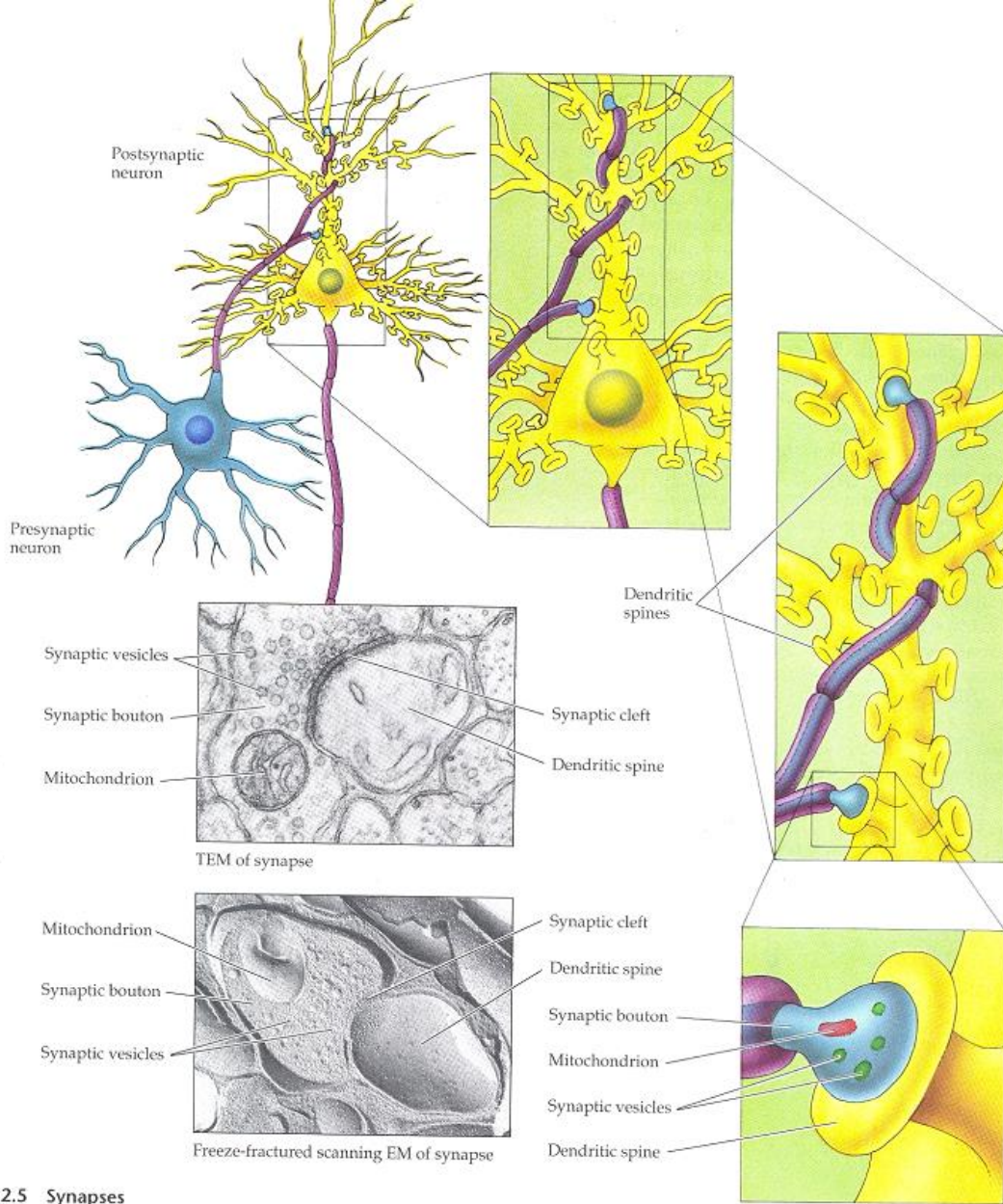
대뇌 신피질이 발달하면서(두꺼워
지면서) 변연계에 닿는 시냅스 연
결이 상대적으로 줄어든다. 이런
해부학적 변화는 감정 발현과 제어
를 하기 어려운 이유로 추정된다.



LIFE: THE SCIENCE OF BIOLOGY, Seventh Edition, Figure 44.2 Neurons (Part 3)
© 2004 Sinauer Associates, Inc. and W. H. Freeman & Co.

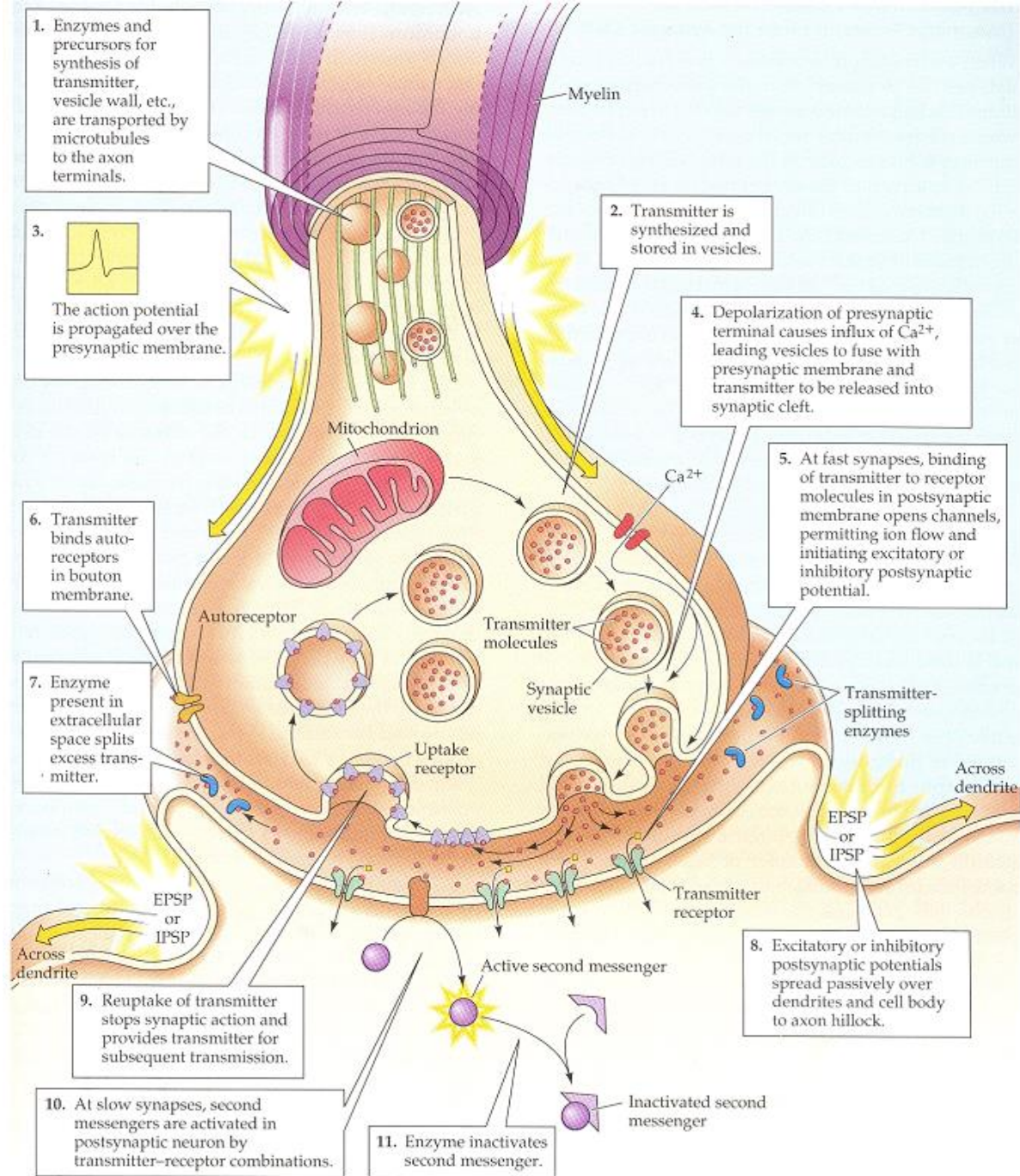
세포 안 K^+ 이온, 세포 밖 Na^+ 이온으로 인해 신경세포 정보전달에 필요한 전기 $-70mV$ (밀리볼트)가 형성된다.





2.5 Synapses

Axons may form a synapse upon the cell body or dendrites of a neuron. On dendrites, synapses may form upon dendritic spines or upon the shaft of a dendrite. Electron micrographs (*insets*) reveal the fine structure of synapses. Micrographs from Peters, Palay, and Webster, 1991



현재 알려진 신경전달물질(neurotransmitter) 100여 종

아세틸콜린: 아미노산과 유사한 화학물질

모노아민: 아미노산의 변화, 아민기(NH₂) 포함

인돌아민: 세로토닌

카테콜아민: 도파민, 노르에피네프린, 에피네프린

아미노산: 글루타민산, **GABA**, 글라이신, 아스파르트산

펩티드: 엔돌핀, **P**물질, 뉴로펩티드 등 다수

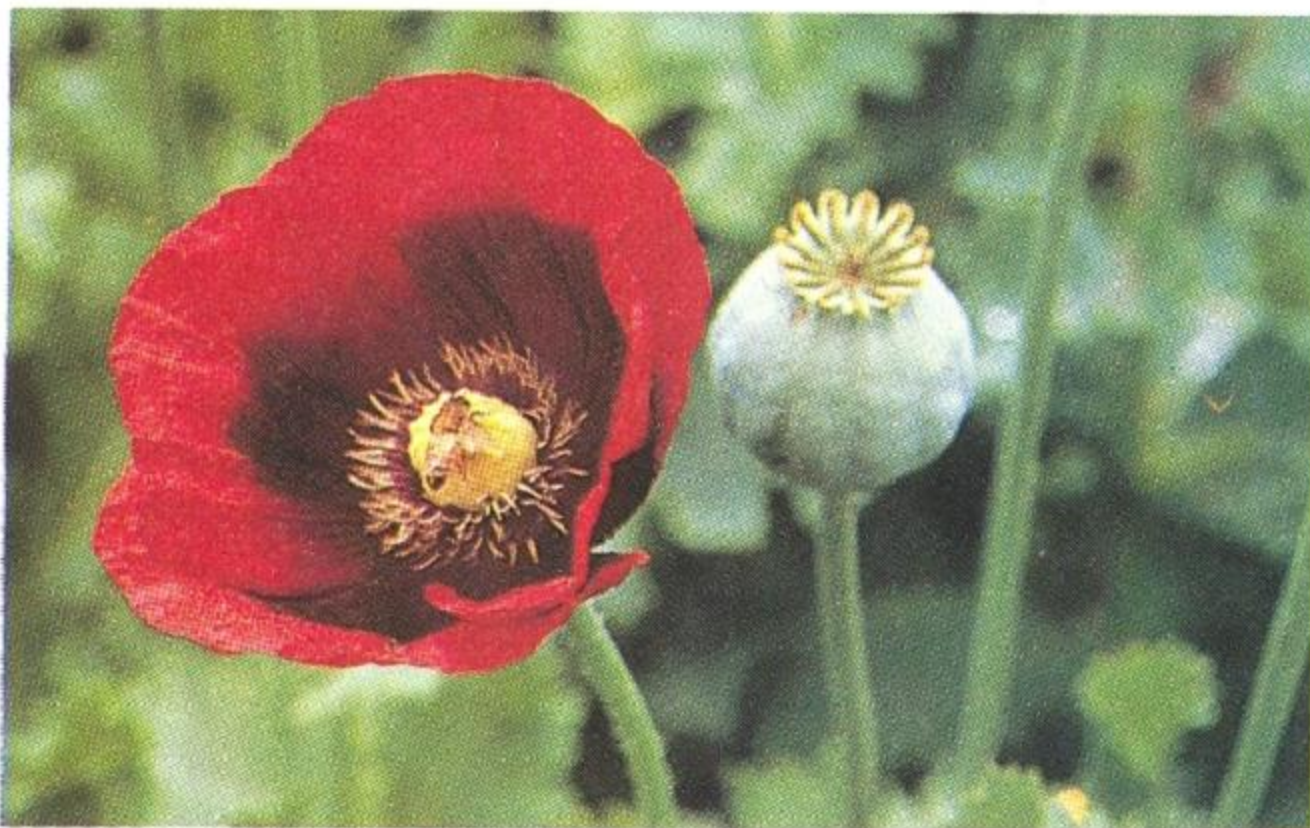
퓨린: 아데노신과 유도물질들 아데노신, **ATP** 등

기체- 일산화질소(**NO**)

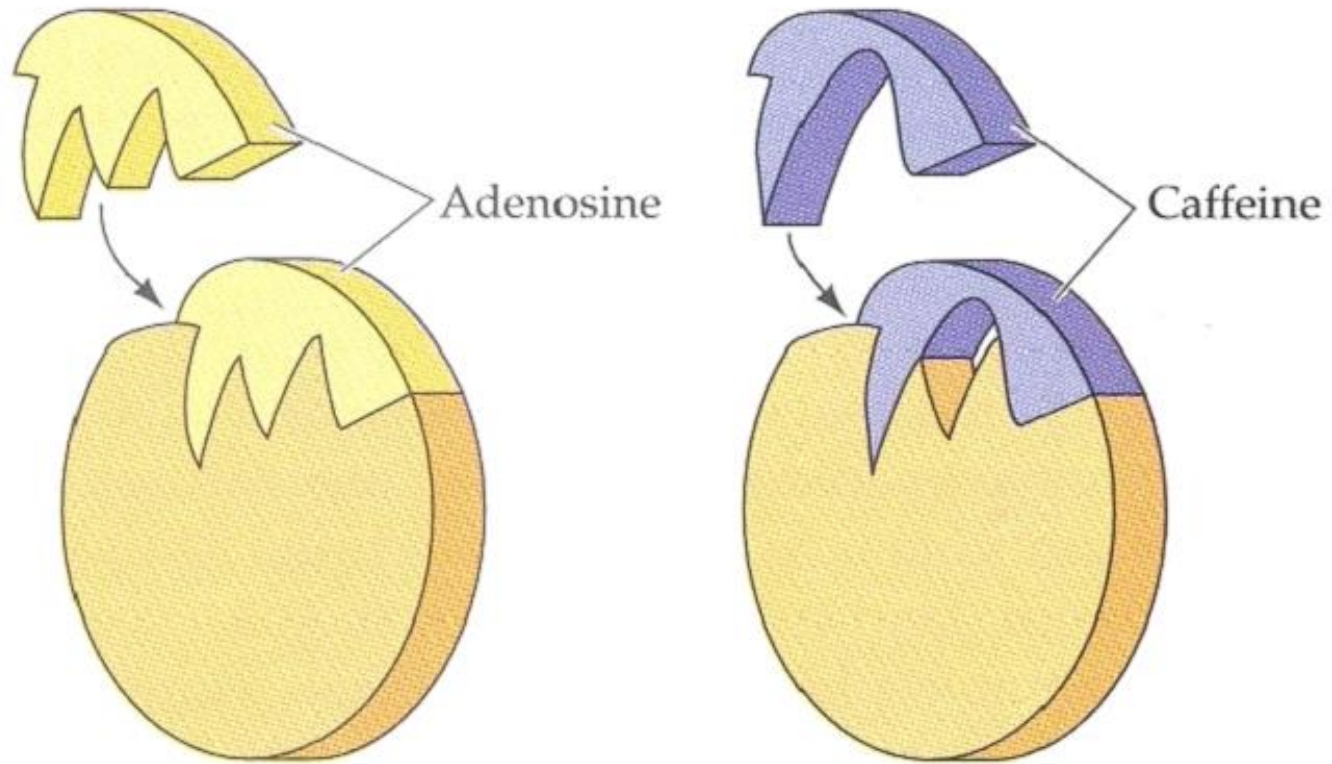
글루타메이트: AMPA 수용체로 들어온 Na⁺ 자극으로 NVDA 수용체 Mg⁺⁺로 닫혀진 채널을 열어 칼슘이온을 받아들이면서 거꾸로 AMPA 채널을 더 작동시키는 가소성을 일으켜 장기기억을 시작한다

자극성 약물

- 도파민: 흥분감, 각성, 기분의 상승, 피로감소, 운동활동의 증가,
- D2-D4 : 도파민 수용체의 직접, 간접 활성화
- 암페타민 : 흥분, 기민함, 기분의 고조, 피로 감소,
- 코카인 : 흥분, 기민함, 기분의 고조, 피로 감소, 도파민, 노르에피네프린, 세로토닌 재흡수 차단, negative feedback(시냅스틈의 잉여도파민이 autoreceptor 자극, 우울한 상태 유도)
- 모르핀 : 아편계 약물- 모르핀, 헤로인 : 엔돌핀 시냅스 자극, 간접적으로 도파민 분비 증가(엔돌핀은 GABA시냅스 억제작용이 있고 GABA는 도파민 억제능력 - 내인성 아편)
- 대마초- 신경전달물질 아난다마이드와 유사한 구조($\Delta 9$ -THC) 포함 세로토닌 작용 억제
- 환각유발 물질- LSD, 메스칼린(mescaline) 세로토닌 시냅스 수용체에 결합하여 지각을 왜곡
- 카페인 : 심박률 증가, 뇌로 가는 혈관 수축(혈류 감소) 신경전달물질 아데노신 효과 방해(-->글루타민산, 도파민 증가)
- 알코올- Na의 유입 방해, 세로토닌 활동 감소 GABA 수용체 활동 촉진(억제효과 증가) 복수의 유전자로 인해 중독성이 나타남
- 에틸알코올---> 아세트알데히드----> 아세트산 아세트알데히드탈수소효소 간경화, 기관 손상 ; 조기 발병의 유전성(** 파킨슨병, 알츠하이머 치매, 헌팅턴병 등)
- 니코틴- 수상돌기에 니코틴 수용체(니코틴성 아세틸콜린 수용체 자극)를 갖고 있는 뉴런은 다수가 축삭말단에서 도파민을 방출



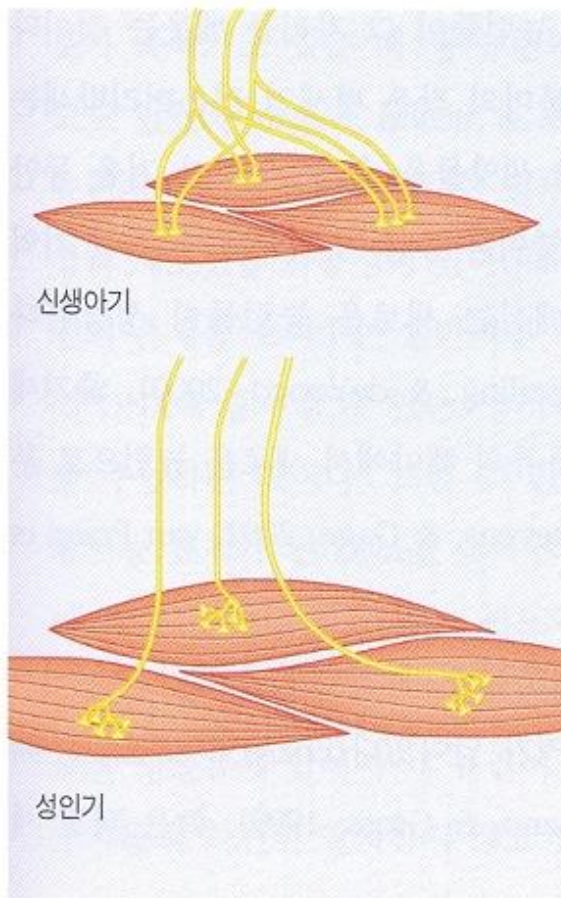
6.5 The Source of Opium and Morphine
The opium poppy flower and pod.



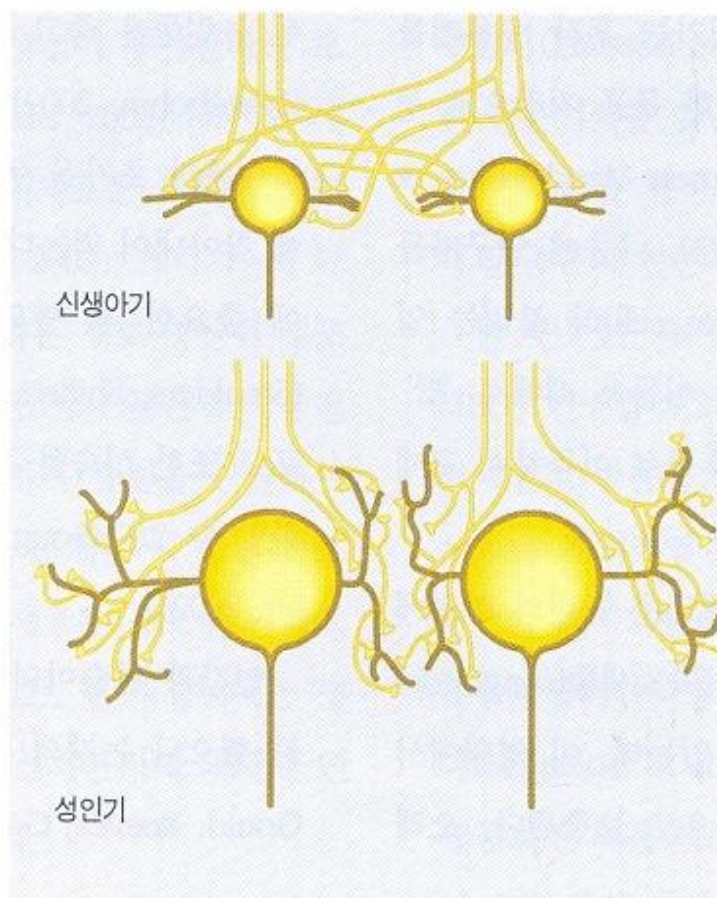
6.6 How Caffeine Stimulates

Caffeine stimulates neurons by competing with adenosine for presynaptic sites.

-----> 글루탐산, 도파민 증가



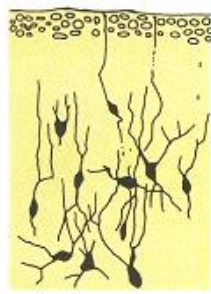
(a) 근섬유



(b) 교감신경절 세포

그림 5.9 시냅스의 제거를 통한 발달

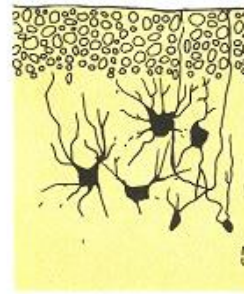
(a) 발달 초기에 개개의 근섬유는 여러 운동뉴런의 축삭 가지들로부터 시냅스를 받는다. 각 근섬유는 점차로 한 축삭과의 시냅스는 강화시키고 다른 축삭들과의 시냅스는 거부한다. (그러나 하나의 축삭은 많은 근섬유들과 시냅스를 형성할 수 있다.) (b) 발달 초기에 교감신경계의 신경절에 있는 뉴런들은 많은 축삭으로부터 시냅스를 받는다. 나중에 각 뉴런은 어떤 뉴런들로부터 입력되는 축삭은 제거하고 다른 뉴런들로부터 들어오는 축삭은 받아들인다. 비록 한 뉴런 전체로 보면 많은 뉴런들로부터 축삭을 받아들이지만, 일반적으로 각각의 수상돌기는 오직 하나의 축삭과만 지속적인 시냅스를 형성한다. 그렇지만 그 축삭은 아주 많은 가지를 형성하여 그 수상돌기에 아주 많은 시냅스를 형성할 수도 있다. 출처 : Purves & Lichtman, 1980



12th fetal week



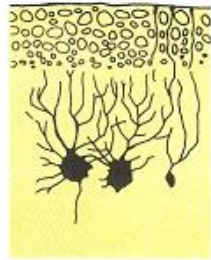
15 weeks



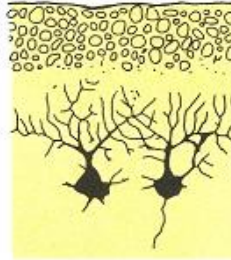
18 weeks



22 weeks



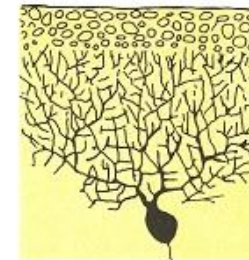
28 weeks



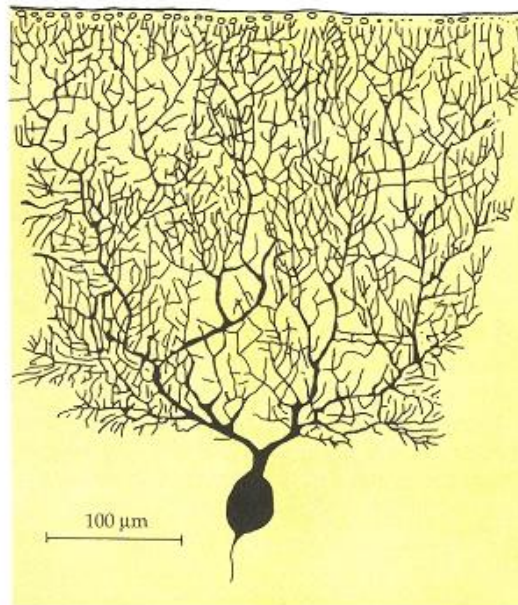
32 weeks



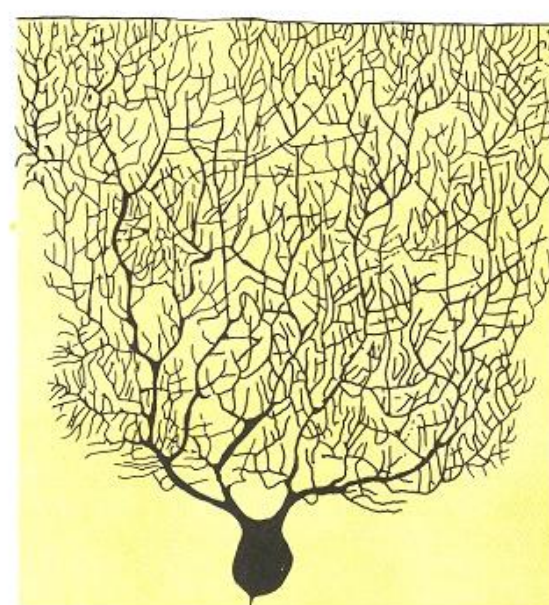
35 weeks



Birth

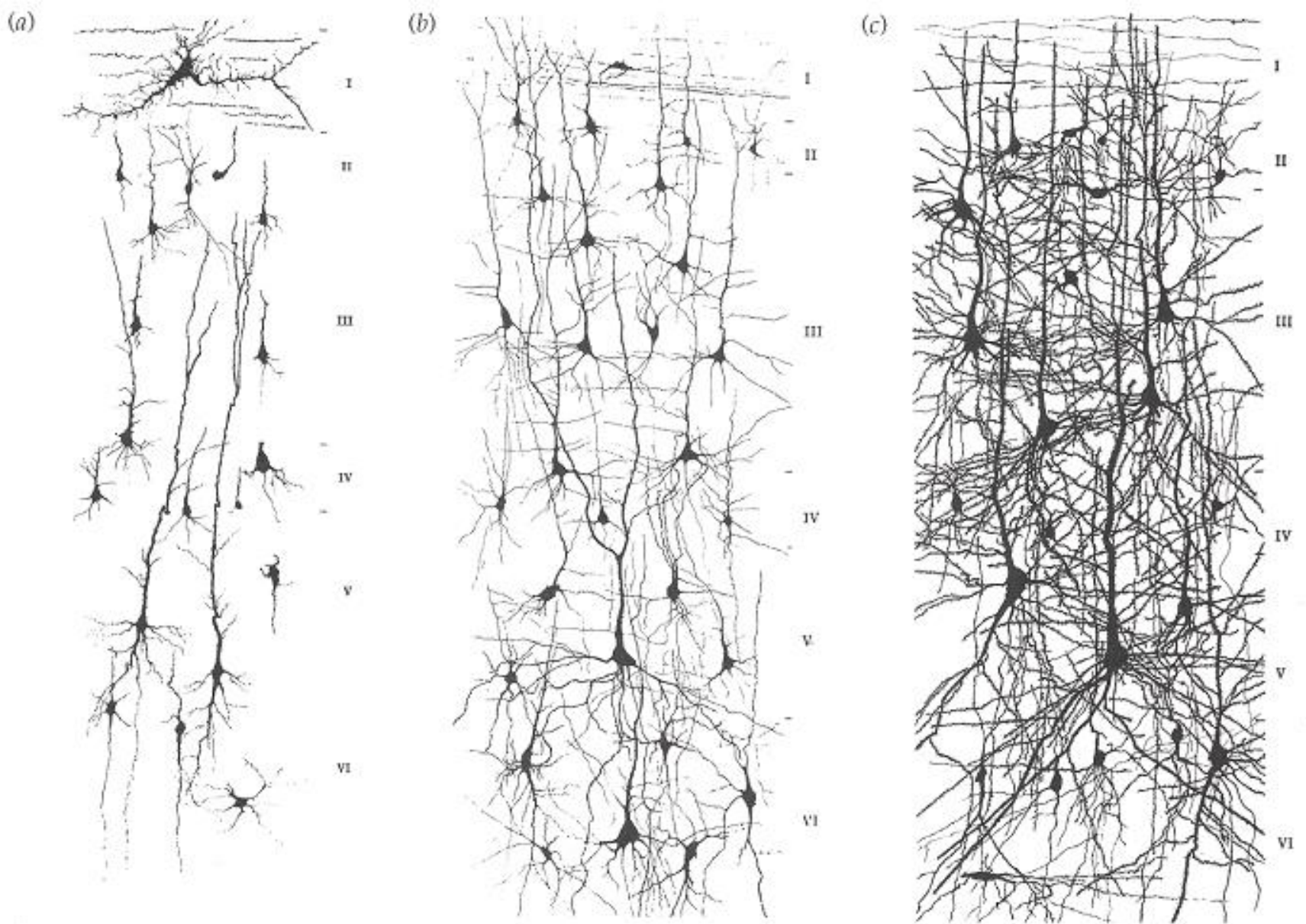


11 months postnatal



Adult

4.9 Development of Purkinje Cells in the Human Cerebellum
After Zecevic and Rakic, 1976.

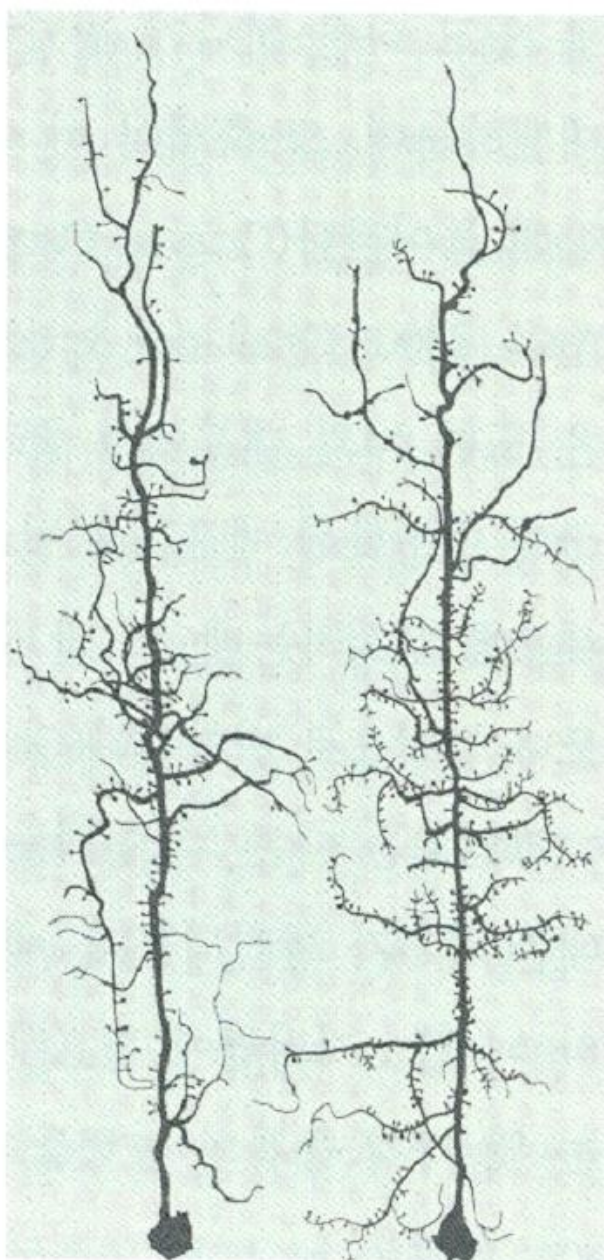


4.16 Cerebral Cortex Tissue in Early Development of Humans
 (a) In a newborn. (b) Three months after birth. (c) Two years old. Numerals refer to the six cortical layers. From Conel, 1939, 1941, 1959.

출생 이후 대뇌피질의 발달

시냅스 연결고리의 결합과 분리

- 화학적 친화력
- 경험과 학습의 결과



(a)

(b)

Richard Coss

그림 5.10 뉴런의 가지 뻗기에 미치는 자극적인 환경의 효과

(a) 격리되어 길러진 주엘 시클리드 (jewel fish)라는 물고기의 뉴런은 가지가 더 적다. (b) 다른 물고기들과 함께 길러진 주엘 시클리드의 뉴런은 더 많은 가지를 갖고 있다.

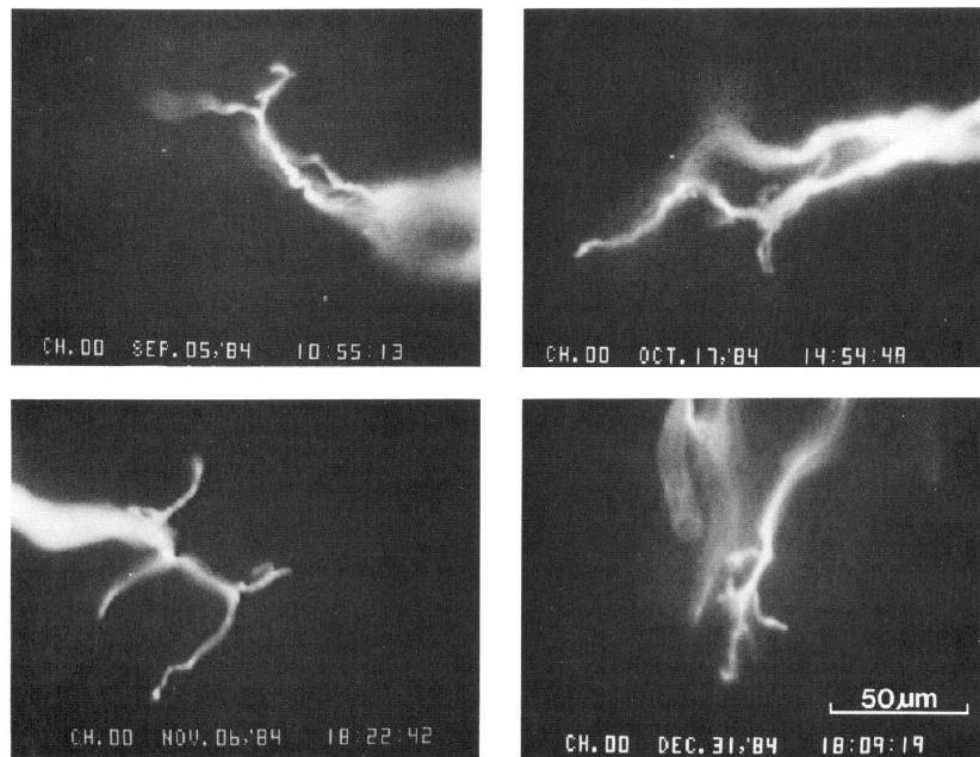
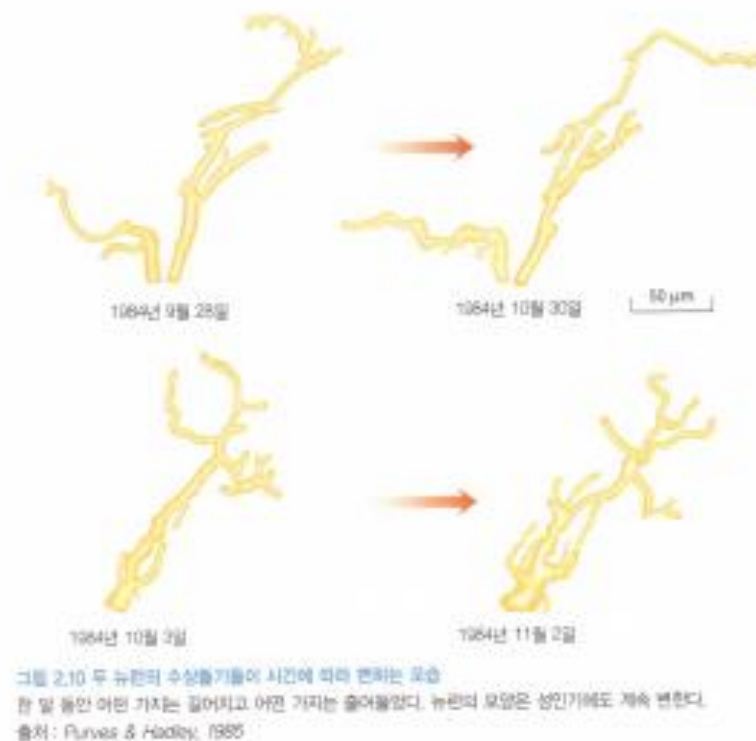


Figure 5. Low-light-level photomicrographs taken from the video monitor show single optical sections through a portion of the dendritic arbor of four different superior cervical ganglion cells. The pictures were taken about 10 min after injection of the neuronal cell body with 5(6) carboxylfluorescein. These examples were chosen to show that the terminal portions of the dendritic arbors appear to be filled completely; delicate terminal branches on the order of $1\ \mu\text{m}$ in diameter are easily seen. The dendritic arbors observed in this way were not different in appearance from mouse superior cervical ganglion cells visualized *in vitro* after filling with HRP (Purves and Lichtman, 1985b).



Dynamic Changes in the Dendritic Geometry of Individual Neurons Visualized Over Periods of Up To Three Months in the Superior Cervical Ganglion of Living Mice

Dale Purves, Robert D. Hadley, and James T. Voyvodic

Department of Anatomy and Neurobiology, Washington University School of Medicine, St. Louis, Missouri 63110



Opposing Effects of Neuronal Activity on Structural Plasticity

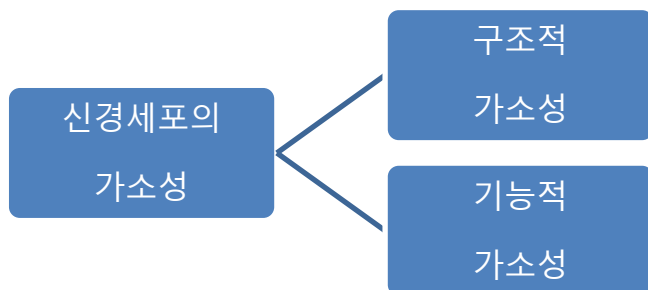
Michael Fauth^{1,2*} and Christian Tetzlaff^{2,3}

¹ Department of Computational Neuroscience, Third Institute of Physics - Biophysics, Georg-August University, Göttingen, Germany; ² Bernstein Center for Computational Neuroscience, Göttingen, Germany; ³ Max Planck Institute for Dynamics and Self-Organization, Göttingen, Germany

The connectivity of the brain is continuously adjusted to new environmental influences by several activity-dependent adaptive processes. The most investigated adaptive mechanism is activity-dependent functional or synaptic plasticity regulating the transmission efficacy of existing synapses. Another important but less prominently discussed adaptive process is structural plasticity, which changes the connectivity by the formation and deletion of synapses. In this review, we show, based on experimental evidence, that structural plasticity can be classified similar to synaptic plasticity into two categories: (i) Hebbian structural plasticity, which leads to an increase (decrease) of the number of synapses during phases of high (low) neuronal activity and (ii) homeostatic structural plasticity, which balances these changes by removing and adding synapses. Furthermore, based on experimental and theoretical insights, we argue that each type of structural plasticity fulfills a different function. While Hebbian structural changes enhance memory lifetime, storage capacity, and memory robustness, homeostatic structural plasticity self-organizes the connectivity of the neural network to assure stability. However, the link between functional synaptic and structural plasticity as well as the detailed interactions between Hebbian and homeostatic structural plasticity are more complex. This implies even richer dynamics requiring further experimental and theoretical investigations.

Keywords: structural plasticity, architectural plasticity, timescales, synaptic plasticity, network topology

INTRODUCTION



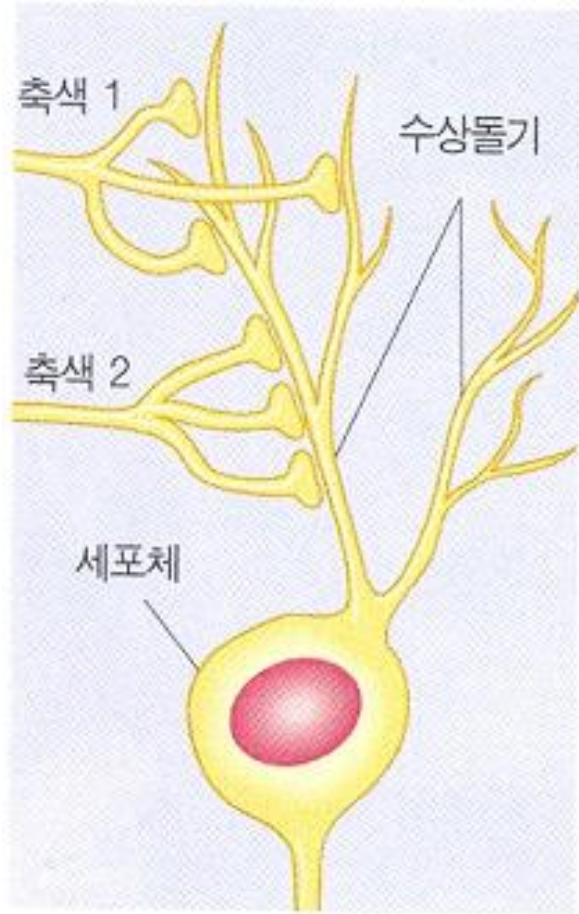
OPEN ACCESS

Edited by:

Anjen Van Ooyen,
Vrije Universiteit (VU), Netherlands

Reviewed by:

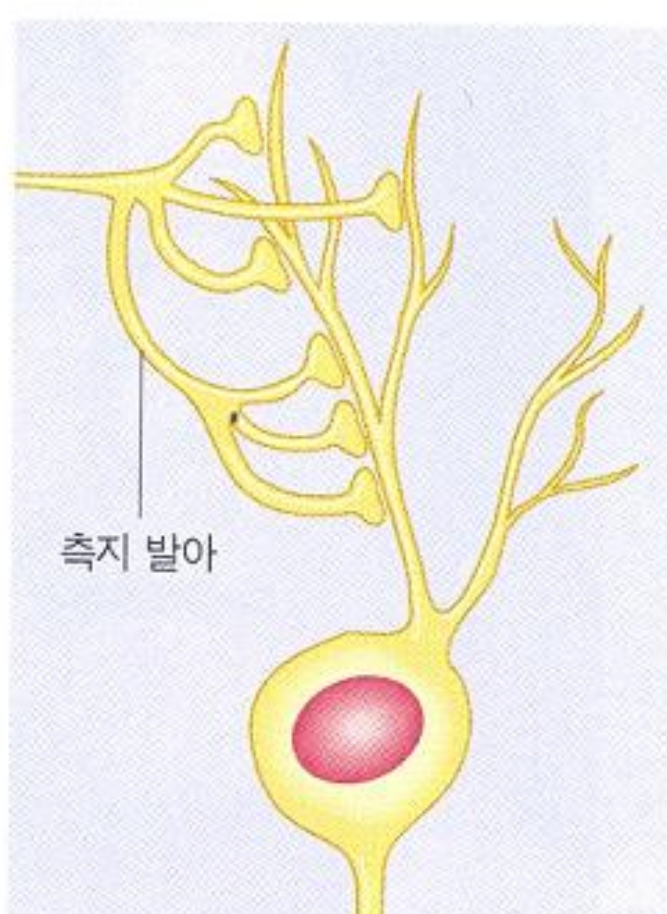
Jochen Triesch,
Johann Wolfgang Goethe University



처음 상태



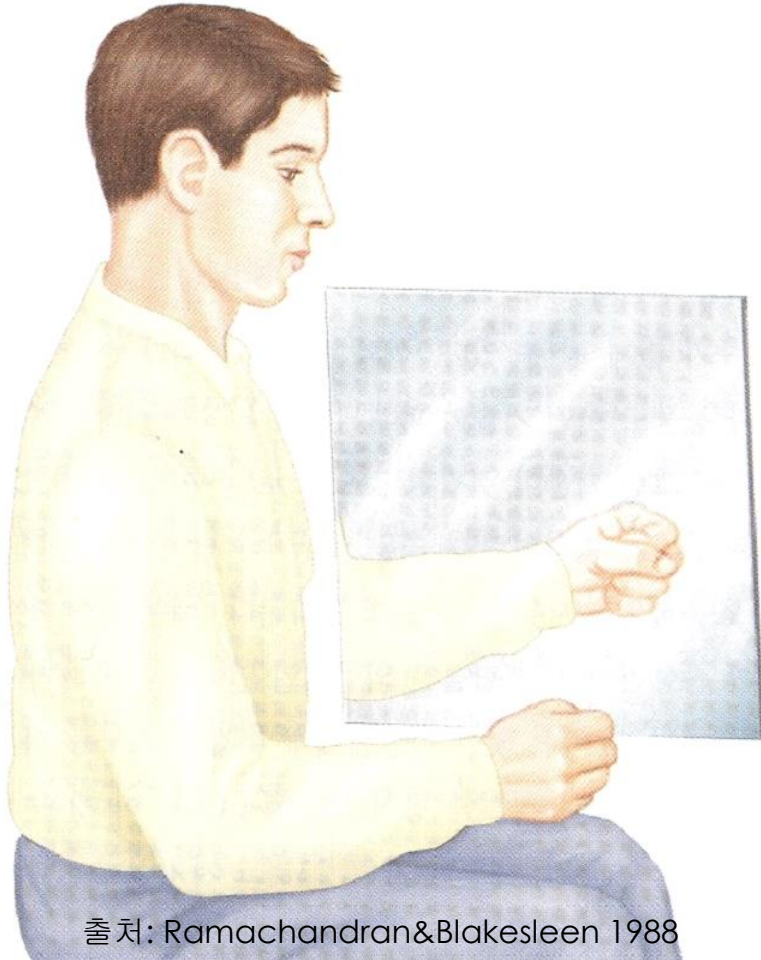
축색의 상실



빈 시냅스를 채우는 발아

그림 5.25 축지 발아

생존한 축색이 새 가지를 뻗어 손상된 축색이 점유했었던 시냅스를 대체한다.



출처: Ramachandran&Blakesleen 1988

라마찬드란 환상지phantom limb 실험

(1) 몸의 감각은 실제 몸이 아니라 **뇌의 지도(body map)**에 의해 결정

(2) 우리가 느끼는 몸은 실제 몸 자체가 아니라 **뇌가 구성한 몸의 모델**

“몸은 단순한 물리적 신체가 아니라 세계 속에서 행동하기 위한 **지각-운동 구조**이다.”

(Maurice Merleau-Ponty, 『지각의 현상학』)

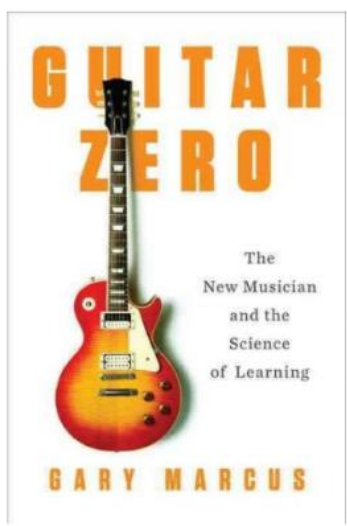
지팡이가 몸의 일부로 느껴지듯이, 스마트폰이 그런 경우

BOOKS

Guitar Zero

The New Musician And The Science Of Learning

by GARY MARCUS

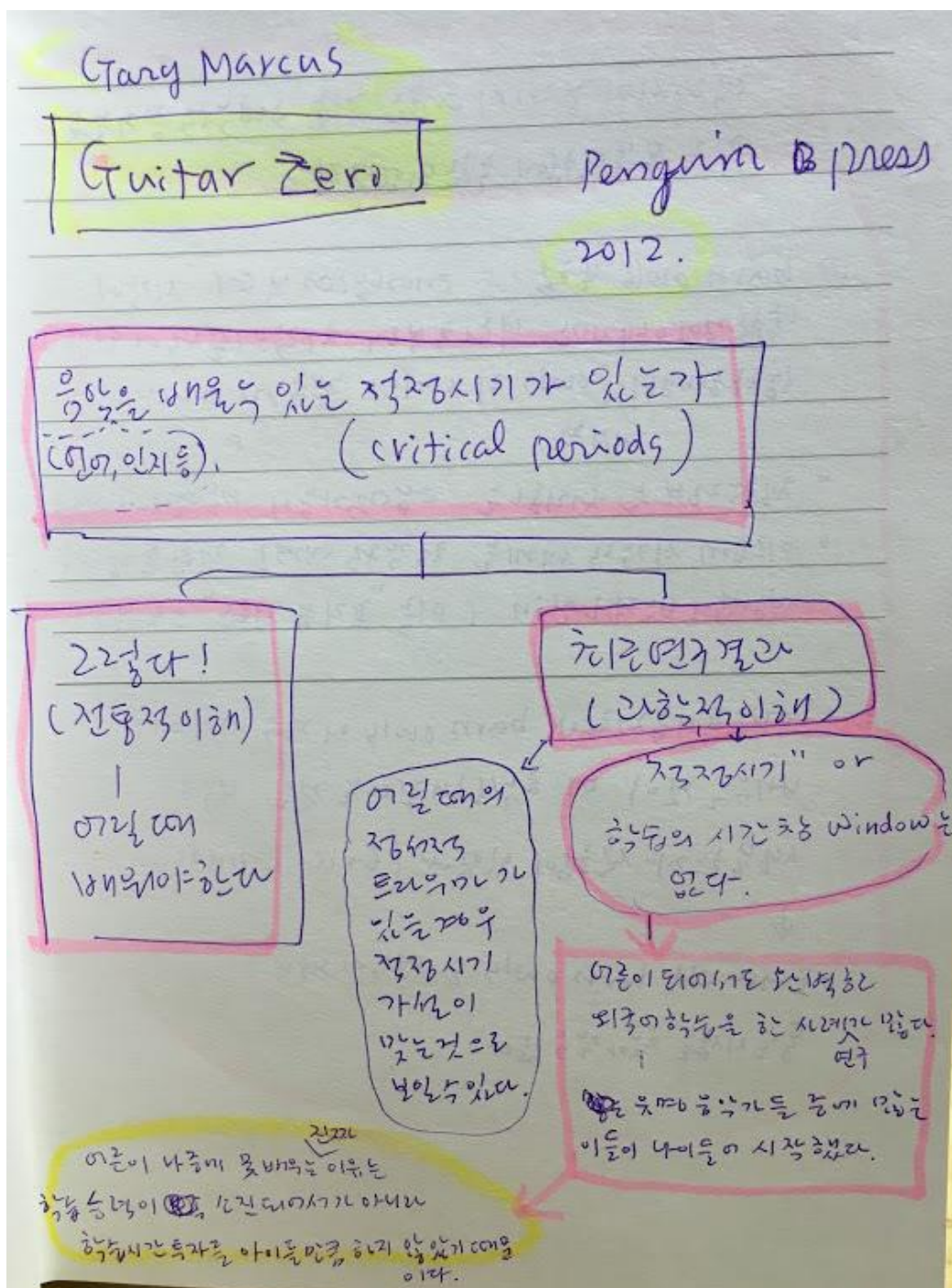


Hardcover, 274 pages, Penguin Group USA, List Price: \$25.95

[purchase](#)

Book Summary

An NYU professor of psychology describes how he was able to learn to play the guitar in midlife in spite of a limited musical aptitude, revealing what he learned about the brain's capacity for musical proficiency at any time of life and how



JOHN COLTRANE

REMASTERED FROM THE ORIGINAL ANALOG TAPES
HARD-BOUND BOX - PHOTOS BY LEE FRIEDLANDER

6-CD
6-LP+7"
BOXED
SETS

MONO
amazon music

- 나는 재주가 없다.
- 무엇을 배우기 때 나는 나이가 들었다



• 천천히 배운 그것을 하려는 생각을 먹는다.



연습이 더 중요하다는 리듬을 ~~느끼~~ 느끼기
 가능하다 (나이가 많아도)



계획과 연습이
 더 중요



음악적 재능/발음의
 생각이 잘못된
 것임을 리듬적으로
 보여준다.



나아가 인간의
 한계를 이해하고서
 하나씩 (2) 나이 무관, 재능 무관하게
 (음악)인을 성취할 수 있는 지를 이해하고자 한다.

그 사례로

이기는 다른 ~~이~~ 이웃
 저자의 개인적인 경험
 이기든 하리만
 악기 ~~이~~ 연습도 매우
 복잡한 인지기능을
 연하기 때문이다.



음악의 발생
 (생물학 + 물리학)



Access

To read this story in full you will need to login or make a payment (see [nature.com](#))

[nature.com](#) > [Journal home](#) > [Table of Contents](#)

Brief Communication

Nature Neuroscience **12**, 1370 - 1371 (2009)

Published online: 11 October 2009 | doi:10.1038/nn.2412

Training induces changes in white-matter architecture

Jan Scholz¹, Miriam C Klein^{1,2}, Timothy E J Behrens^{1,2} & Heidi Johansen-Berg¹

Although experience-dependent structural changes have been found in adult gray matter, there is little evidence for such changes in white matter. Using diffusion imaging, we detected a localized increase in fractional anisotropy, a measure of microstructure, in white matter underlying the intraparietal sulcus following training of a complex visuo-motor skill. This provides, to the best of our knowledge, the first evidence for training-related changes in white-matter structure in the healthy human adult brain.

Here we used DTI to measure white matter changes, and voxel-based morphometry (VBM) to measure gray matter changes, in a longitudinal study of individuals learning a novel visuo-motor skill - juggling. 48 healthy adults gave informed consent to participate and were allocated to a training group (n=24) and an untrained control group (n=24). The training group were scanned before (scan 1) and after (scan 2) a six-week training period and following a subsequent four-week period without juggling (scan 3) ([Supplementary Methods](#)). After training, all subjects could perform at least two continuous cycles of the classic '3-ball cascade' ([Supplementary Fig. 1](#)).

We fitted a diffusion tensor model to DTI data to create whole brain maps of FA which we compared between time points using Tract Based Spatial Statistics (TBSS) ([Supplementary Methods](#)). Comparisons between scan 2 and scan 1 in the trained group revealed significant training-related increases in FA within white matter underlying the right posterior intraparietal sulcus (IPS) ($p < 0.05$, corrected, $t_{\max} = 4.57$, $x = 31$, $y = -59$, $z = 31$) ([Fig. 1](#)). We carried out a series of post hoc tests to probe this difference further, demonstrating that it was specific to the trained group and remained elevated relative to baseline after a four week period without juggling ([Supplementary Results](#)).

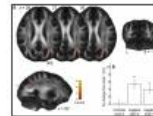


Figure 1

FA increases after juggling training. (a) Colored voxels represent clusters (corrected $p < 0.05$) of significant FA increase from scan 1 to scan 2, superimposed on the mean FA map. (b) Mean FA change from scan 1 from within the cluster shown in (a). ...

[저글링을 할 줄 모르는 48명 성인 대상 실험: 저글링훈련 그룹24명\(매일 30분 연습, 주 1회 개인교습\)과 비훈련 그룹 24명으로 나누어 6주 후 실험참가자 두 그룹 사이의 뇌구조 변화 관찰\(fMRI\) 결과 :저글링을 연습한 그룹에서 모두 뇌구조가 변해 있었다. 미엘린 생성으로 뇌 백질 5%씩 증가 <Ref.> Nature Neuroscience 12, 1370-1371\(Oct. 2009\)](#)

연습은 뇌도 바꾼다

@philonatu

저글링 반복연습(6주) 그룹이 비훈련
대조그룹보다 fMRI 관찰결과 뇌의
미엘린 백질(시냅스 형성) 5% 증가.

리

nature
neuroscience

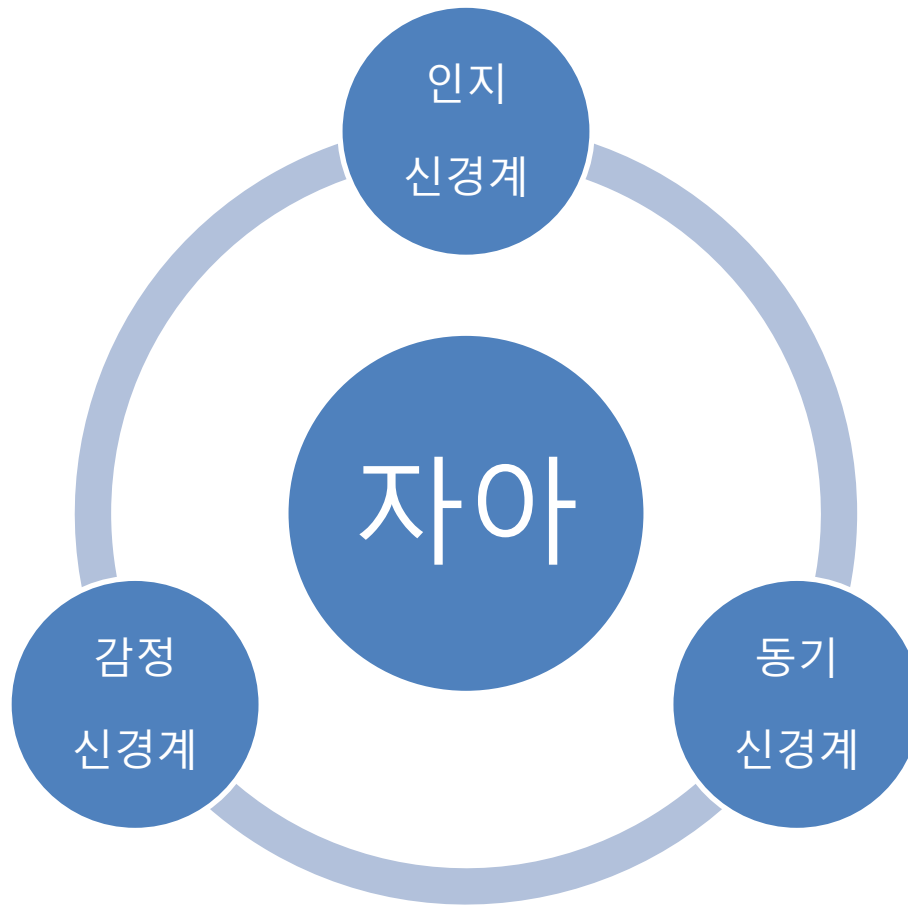
Nature Neuroscience 12 (Oct. 2009)

뇌가소성의 과학적 근거는 충분하다

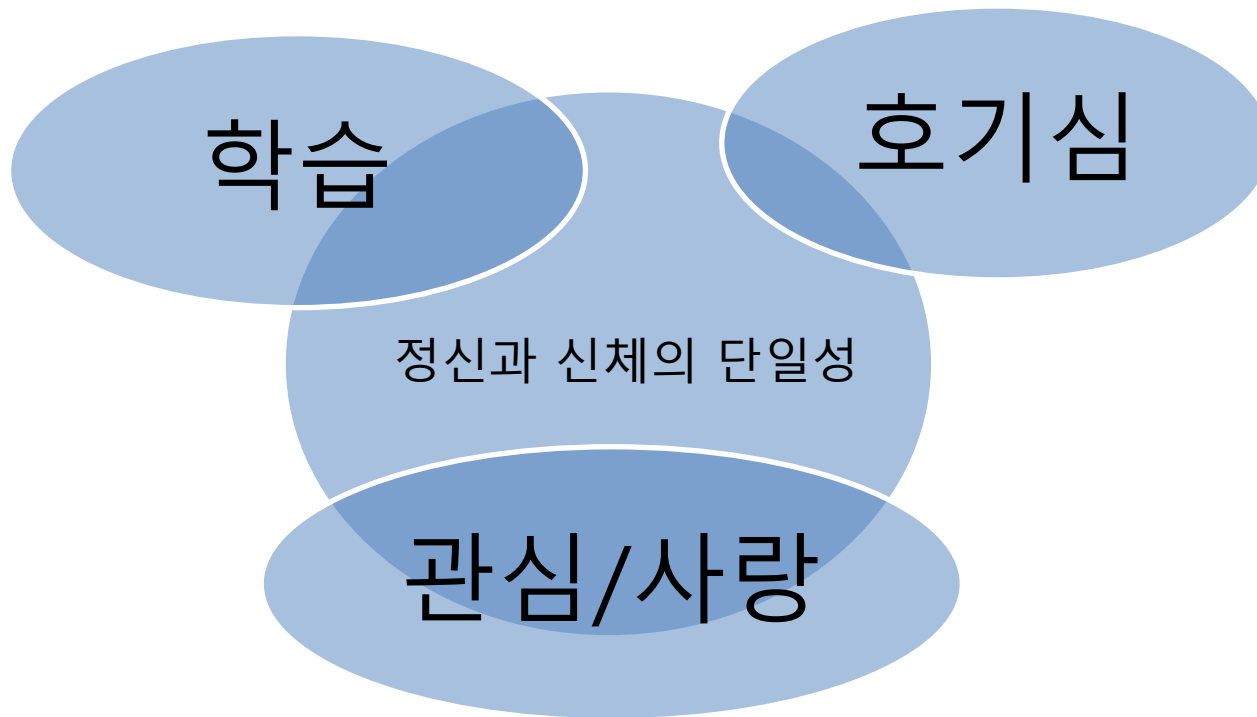
- Michael I.; McGarvey, Metta; Quinn, Brian T.; et al. (28 November 2005). "Meditation experience is associated with increased cortical thickness". *NeuroReport* 16 (17): 1893–97. doi:10.1097/01.wnr.0000186598.66243.19. PMC 1361002. PMID 16272874.
40. ^ Lutz, A.; Greischar, L.L.; Rawlings, N.B.; Ricard, M.; Davidson, R. J. (16 November 2004). "Long-term meditators self-induce high-amplitude gamma synchrony during mental practice". *PNAS* 101 (46): 16369–73. doi:10.1073/pnas.0407401101. PMC 526201. PMID 15534199. Retrieved 8 July 2007.
41. ^ Sharon Begley (20 January 2007). "How Thinking Can Change the Brain". <http://www.dalailama.com>. External link in `|publisher=` (help)
42. ^ Davidson, Richard; Lutz, Antoine (January 2008). "Buddha's Brain: Neuroplasticity and Meditation" (PDF). *IEEE Signal Processing Magazine*. Archived from the original on 12 January 2012.
43. ^ Chris Frith (17 February 2007). "Stop meditating, start interacting". *New Scientist*.
44. ^ Tarumi T, Zhang R (January 2014). "Cerebral hemodynamics of the aging brain: risk of Alzheimer disease and benefit of aerobic exercise". *Front Physiol* 5: 6. doi:10.3389/fphys.2014.00006. PMC 3896879. PMID 24478719. "Exercise-related improvements in brain function and structure may be conferred by the concurrent adaptations in vascular function and structure. Aerobic exercise increases the peripheral levels of growth factors (e.g., BDNF, IGF-1, and VEGF) that cross the blood-brain barrier (BBB) and stimulate neurogenesis and angiogenesis (Trejo et al., 2001; Lee et al., 2002; Fabel et al., 2003; Lopez-Lopez et al., 2004)."
45. ^ Szuhany KL, Bugatti M, Otto MW (October 2014). "A meta-analytic review of the effects of exercise on brain-derived neurotrophic factor". *J Psychiatr Res* 60C: 56–64. doi:10.1016/j.jpsychires.2014.10.003. PMC 4314337. PMID 25455510. "Consistent evidence indicates that exercise improves cognition and mood, with preliminary evidence suggesting that brain-derived neurotrophic factor (BDNF) may mediate these effects. The aim of the current meta-analysis was to provide an estimate of the strength of the association between exercise and increased BDNF levels in humans across multiple exercise paradigms. We conducted a meta-analysis of 29 studies (N = 1111 participants)
- review. doi:10.1016/j.jpsychires.2014.10.003. PMC 4314337. PMID 25455510.
51. ^ Guiney H, Machado L (February 2013). "Benefits of regular aerobic exercise for executive functioning in healthy populations". *Psychon Bull Rev* 20 (1): 73–86. doi:10.3758/s13423-012-0345-4. PMID 23229442. "Executive functions are strategic in nature and depend on higher-order cognitive processes that underpin planning, sustained attention, selective attention, resistance to interference, volitional inhibition, working memory, and mental flexibility ... Data to date from studies of aging provide strong evidence of exercise-linked benefits related to task switching, selective attention, inhibition of prepotent responses, and working memory capacity; furthermore, cross-sectional fitness data suggest that working memory updating could potentially benefit as well. In young adults, working memory updating is the main executive function shown to benefit from regular exercise, but cross-sectional data further suggest that task-switching and post-error performance may also benefit. In children, working memory capacity has been shown to benefit, and cross-sectional data suggest potential benefits for selective attention and inhibitory control.... Support for the idea that higher levels of aerobic activity gain [gein] 얻다, 획득하다, 달성하다 superior brain structure has been gained through cross-sectional studies in older adults and children (for a recent review, see Voss, Nagamatsu, et al., 2011). ... only those in the aerobic exercise group exhibited improved connectivity between the left and right prefrontal cortices, two areas that are crucial to the effective functioning of the fronto-executive network. ... Together, these studies provide evidence that regular aerobic exercise benefits control over responses during selective attention in older adults. ... aerobic fitness is a good predictor of performance on tasks that rely relatively heavily on inhibitory control over prepotent responses (e.g., Colcombe et al., 2004, Study 1; Prakash et al., 2011) and also that regular aerobic exercise improves performance on such tasks ... Overall, the results from the span and Sternberg tasks suggest that regular exercise can also confer benefits for the volume of information that children and older adults can hold in mind at one time."
52. ^ Buckley J, Cohen JD, Kramer AF, McAuley E, Mullen SP (2014). "Cognitive control in the self-regulation of physical activity and sedentary behavior". *Front Hum Neurosci* 8: 747. doi:10.3389/fnhum.2014.00747. PMC 4179677. PMID 25324754.
- Vol. I (1945) and Vol. II (1950), Open Access
80. ^ Stratton G.M. (1896). "Some preliminary experiments on vision without inversion of the retinal image". *Psychological Review* 3 (6): 611–7. doi:10.1037/h0072918.
81. ^ Gonzalo, J. (1952). "Las funciones cerebrales humanas según nuevos datos y bases fisiológicas. Una introducción a los estudios de Dinámica Cerebral". *Trabajos del Inst. Cajal de Investigaciones Biológicas* XLIV: pp. 95–157. [Facsimil edition as 'Splemento I' in *Dinámica Cerebral* (2010), Open Access. Complete English translation, Open Access
82. ^ *Brain Science Podcast* Episode #10, "Neuroplasticity"
83. ^ "Wired Science . Video: Mixed Feelings". PBS. Retrieved 12 June 2010.
84. ^ "Shepherd Ivory Franz". Rkthomas.myweb.uga.edu. Archived from the original on 2012-02-03. Retrieved 12 June 2010.
85. ^ Colotta, Victor A.; Bach-y-Rita, Paul (2002). "Shepherd Ivory Franz: His contributions to neuropsychology and rehabilitation" (PDF). *Cognitive, Affective & Behavioral Neuroscience* 2 (2): 141–148. doi:10.3758/CABN.2.2.141. Archived from the original on 1 March 2012.
86. ^ Maguire, E. A.; Frackowiak, R. S.; Frith, C. D. (1997). "Recalling routes around London: Activation of the right hippocampus in taxi drivers". *The Journal of neuroscience : the official journal of the Society for Neuroscience* 17 (18): 7103–7110. PMID 9278544.
87. ^ Woollett, K.; Maguire, E. A. (2011). "Acquiring "the Knowledge" of London's Layout Drives Structural Brain Changes". *Current Biology* 21 (24): 2109–2114. doi:10.1016/j.cub.2011.11.018. PMC 3268356. PMID 22169537.
88. ^ Maguire, E. A.; Gadian, D. G.; Johnsrude, I. S.; Good, C. D.; Ashburner, J.; Frackowiak, R. S. J.; Frith, C. D. (2000). "Navigation-related structural change in the hippocampi of taxi drivers". *Proceedings of the National Academy of Sciences* 97 (8): 4398–4403. Bibcode:2000PNAS...97.4398M. doi:10.1073/pnas.070039597. PMC 18253. PMID 10716738.
89. ^ <http://www.kavliprize.org/prizes-and-laureates/prizes/2016-kavli-prize-neuroscience>
90. ^ Hubel, D.H.; Wiesel, T.N. (1 February 1970). "The period of susceptibility to the physiological effects of unilateral eye closure in kittens". *The Journal of Physiology* 206 (2): 419–436.

정리

- 신경세포 자체는 증가하지 않지만, 신경세포의 가지는 환경과 의지에 따라 증감한다
- (신경세포의 수 약 천억개, 세포 하나당 가지의 가능수 4,000개에서 만개 수준)
- 신경세포와 신경세포들이 연결되는 시냅스 synapse(몸)는 마음씀과 행동(행동이행과 습관)에 따라 변화가능하다.
- 기억, 인식, 사랑, 호기심, 즐거운 감정, 자율적 학습의 중요성
- 마음은 몸과 같이 간다.



신경세포가 가소성이라는 의미는
결국 정신과 마음이 단일한 상태임을 포함한다.



- *정신과 신체의 단일성이란? 몸이 마음에 영향을 주지만 그 거꾸로 마음이 몸에 영향을 준다는 뜻.

의식은 지능과 다르다

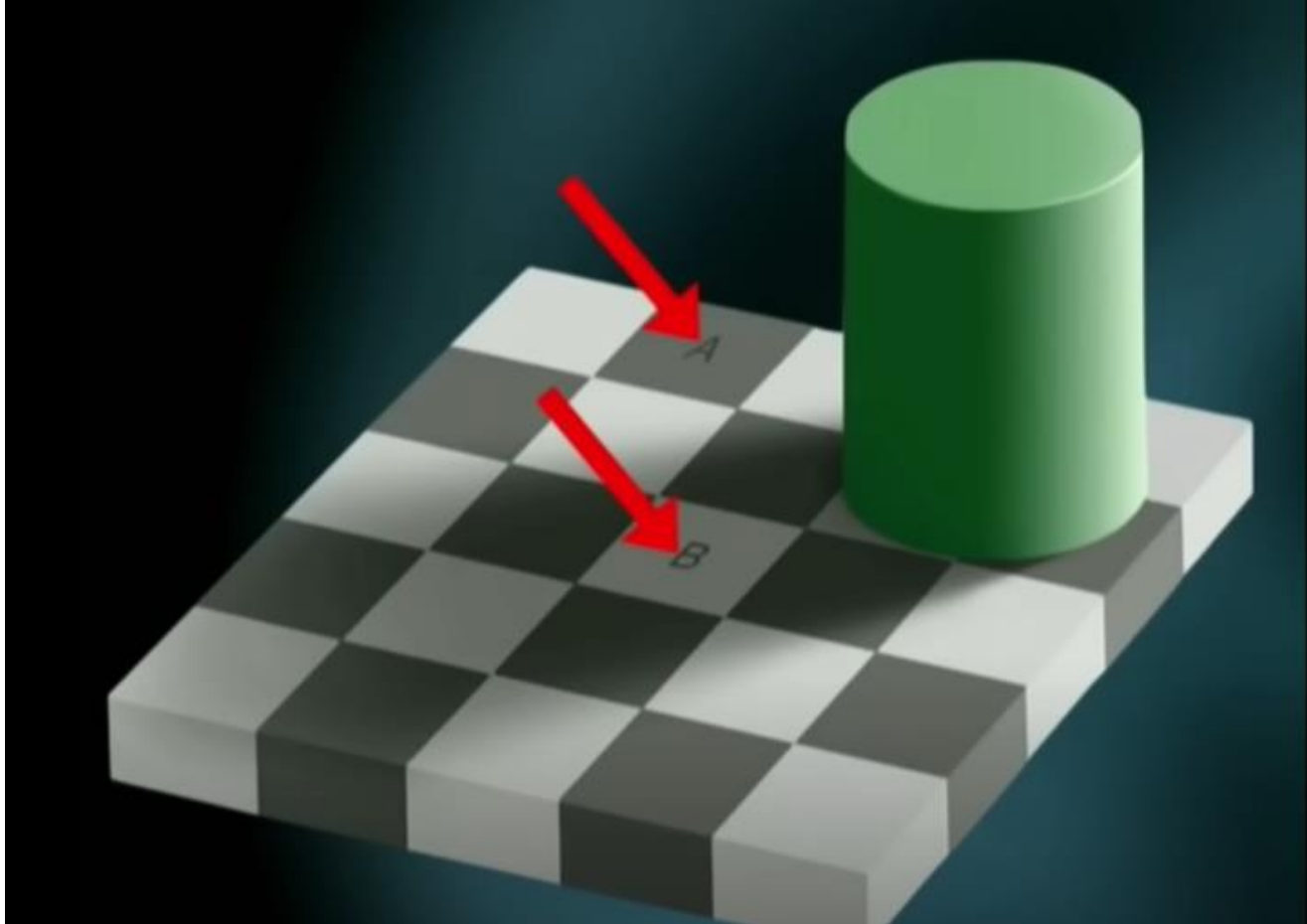
뇌의 물리적 구조에 기인한 지능 그 자체는

가소성이 없지만

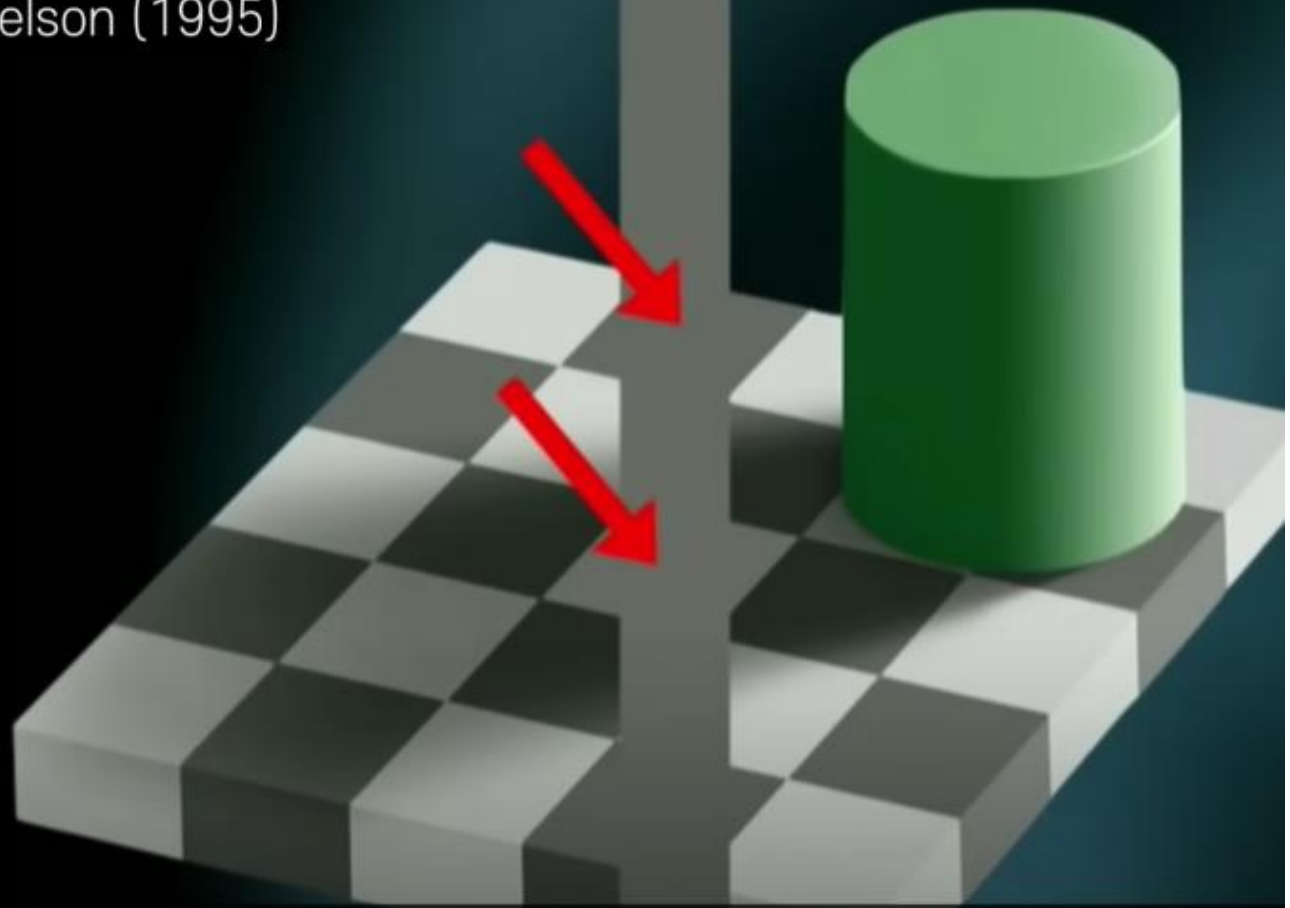
의식은 가소성으로부터 형성되기 때문이다.

그래서 **의식의 뇌는 복제되기 어렵다.**

주변세계에 관한 의식




Edward H. Adelson (1995)



가소성 II

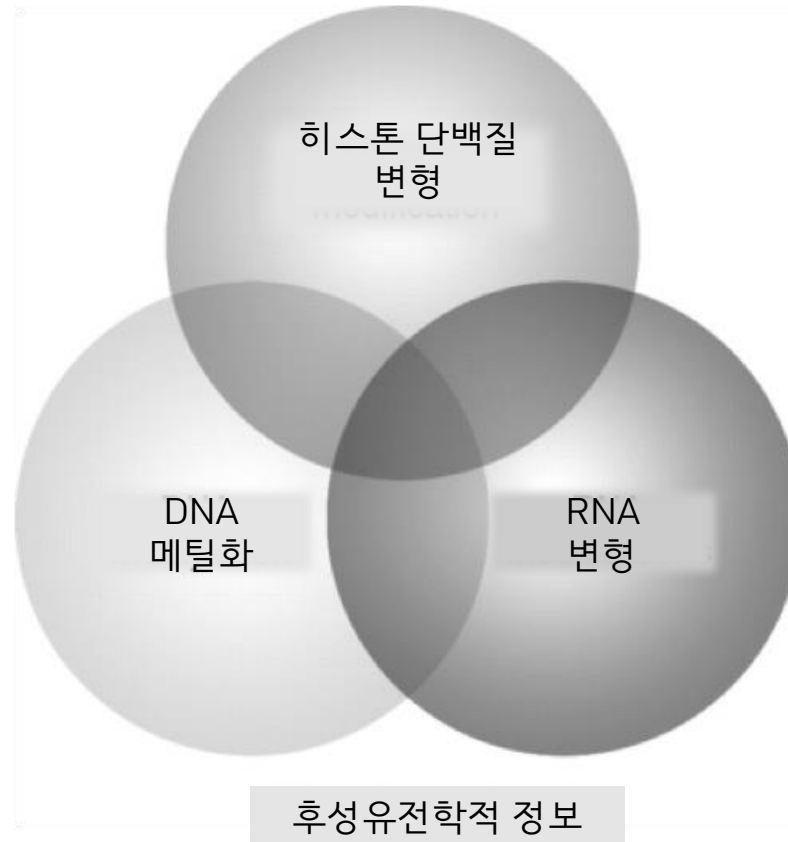
- 후성유전학과 자기생성 -

유전형genotype / 표현형phenotype

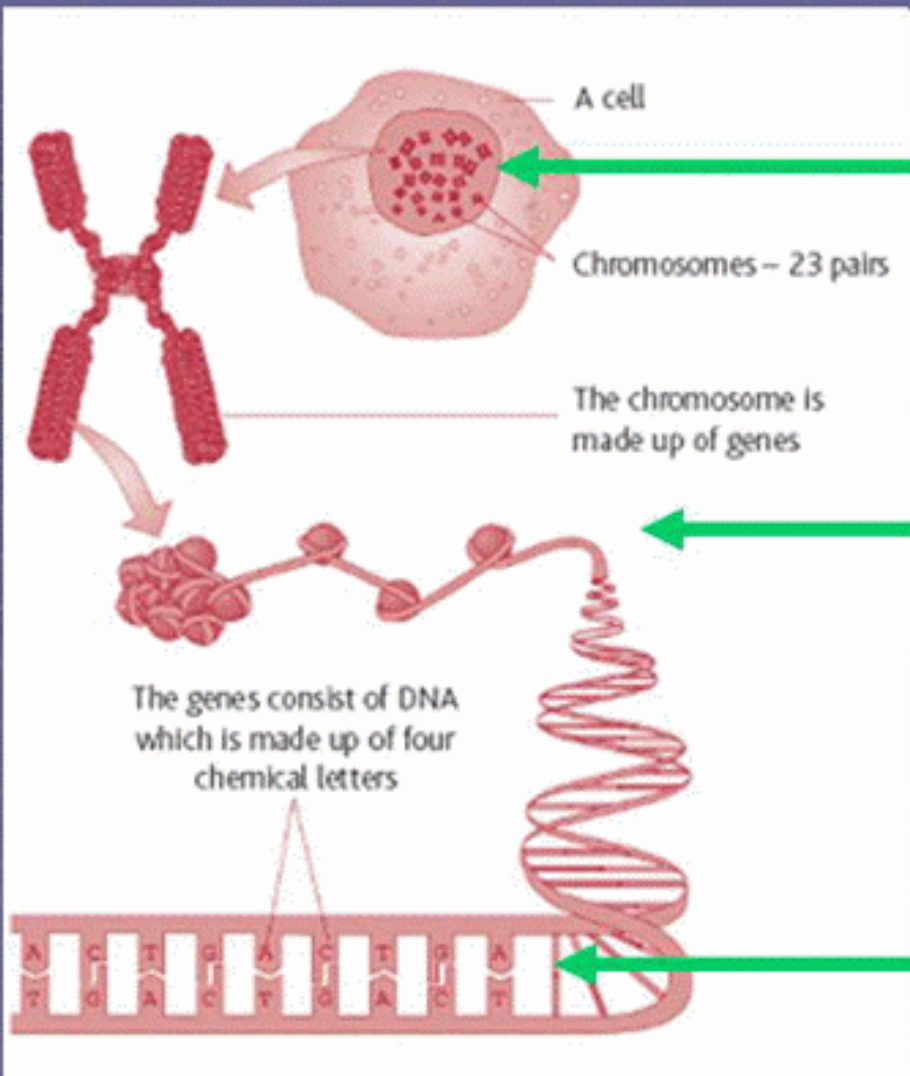
- ① 유전형은 유전자 정보이며, 표현형은 유전자의 조합으로 형성된 외형을 말한다.
- ② 유전형이 같아도 표현형이 다를 수 있다. (환경에 영향을 받는다는 뜻) 그 역도 성립한다.
- ③ “표현형을 지시하는 1:1 대응방식의 유전형은 없다.”  “유전형마다 그 유전자에 1:1 대응하는 고유한 표현형은 없다.”

후성유전학 (Epigenetics)

- 유전자의 발현은 DNA 메틸화 및 히스톤 변형 등과 같은 화학적 가역반응에 의해 조절된다
- DNA 염기서열의 변화 없이 크로마틴의 구조적 변화, 즉 '크로마틴 리모델링'에 영향을 주어 유전자 발현이 조절되는 기전에 대한 연구분야를 '후성유전학'(Epigenetics)이라고 한다.



[되돌아가기](#)



HUMAN GENOME
~25,000 genes
packaged in every
human cell

EPIGENETICS:

Environment (temperature, radiation, food, drugs, nutrients produce immediate effects that can be imprinted long-term

MUTATION HERE CAN PRODUCE GENOTYPES OR RARE GENETIC DISORDERS

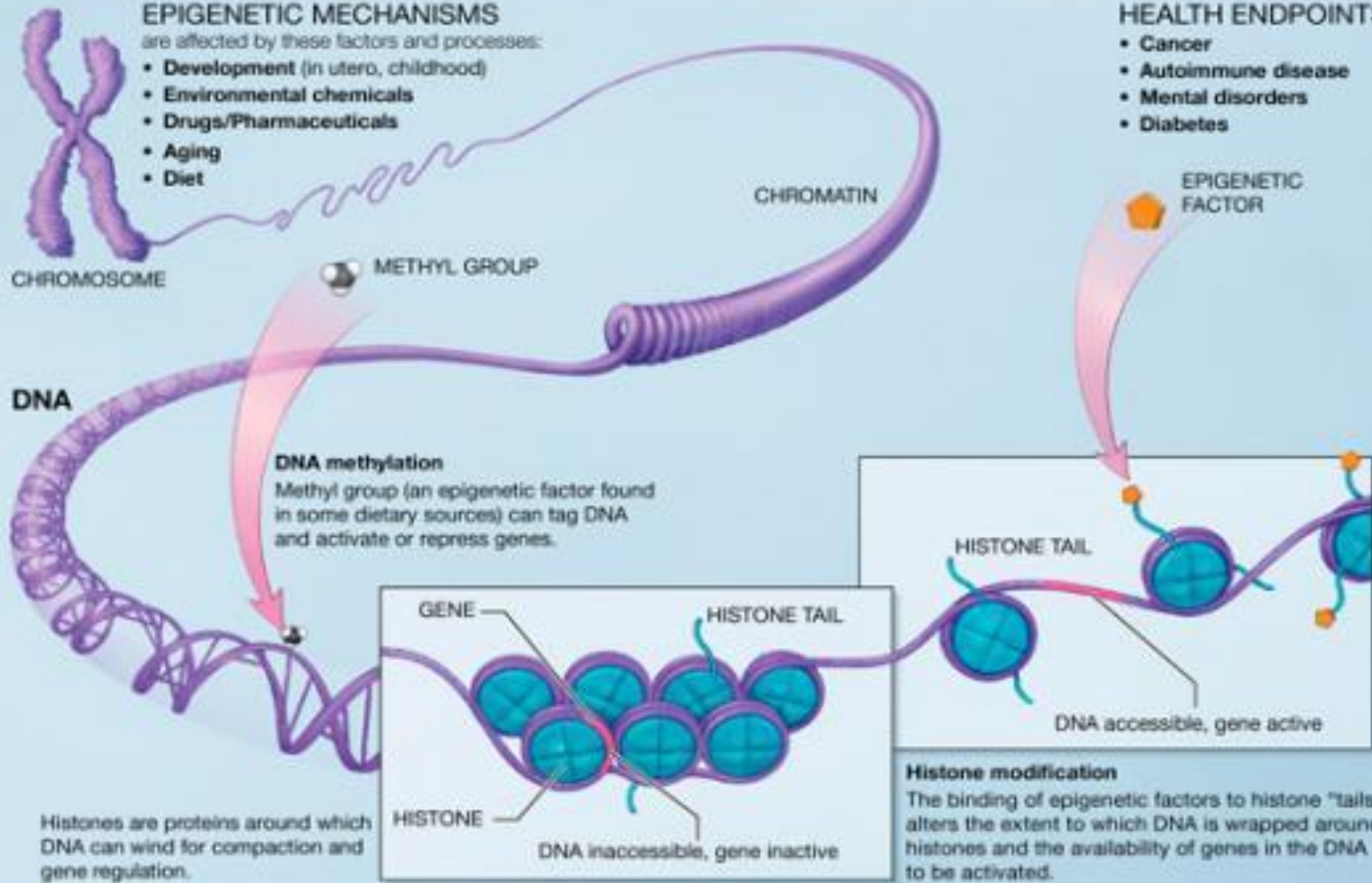
EPIGENETIC MECHANISMS

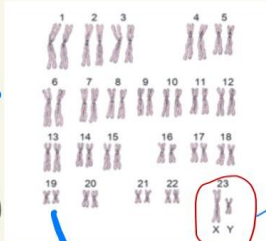
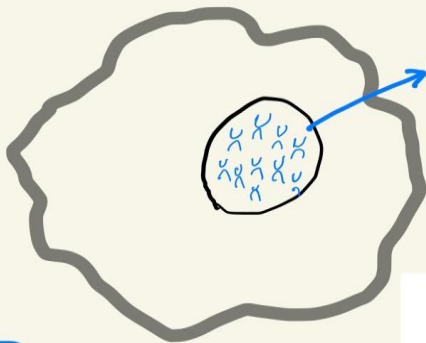
are affected by these factors and processes:

- Development (in utero, childhood)
- Environmental chemicals
- Drugs/Pharmaceuticals
- Aging
- Diet

HEALTH ENDPOINTS

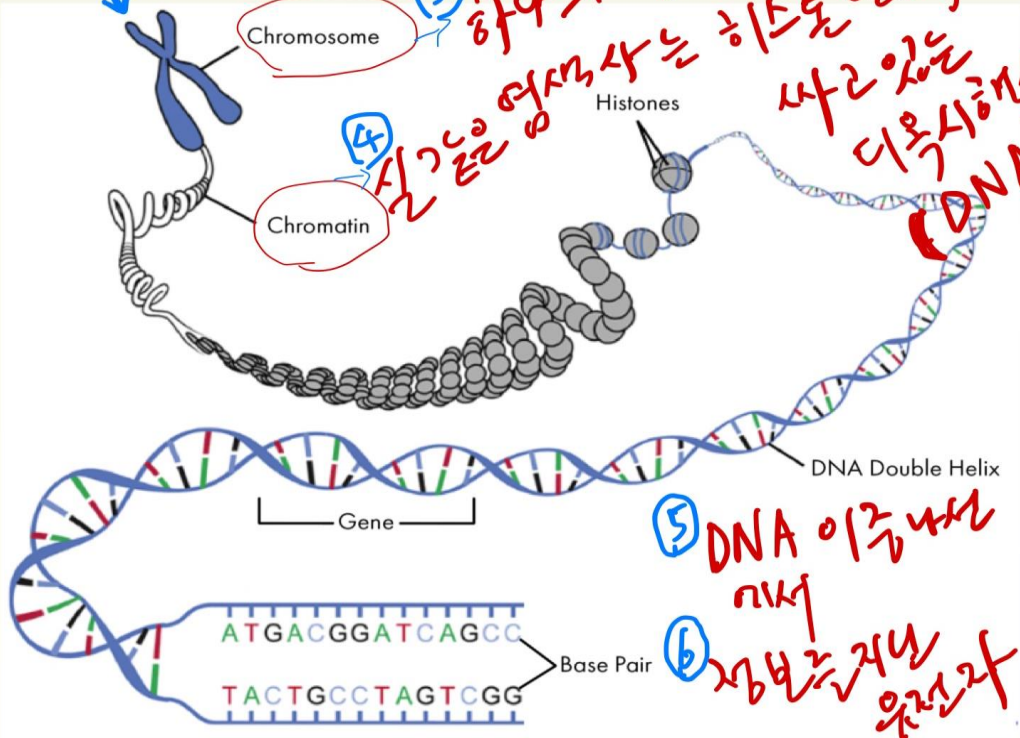
- Cancer
- Autoimmune disease
- Mental disorders
- Diabetes





① 생자나 여자를 가르는 서염색체 포함

② 세포마다 23 쌍의 염색체 (인간)



③ 하나의 염색체를 풀면 나선 구조를 이루고 있는 DNA

④ 나선 구조를 이루고 있는 DNA

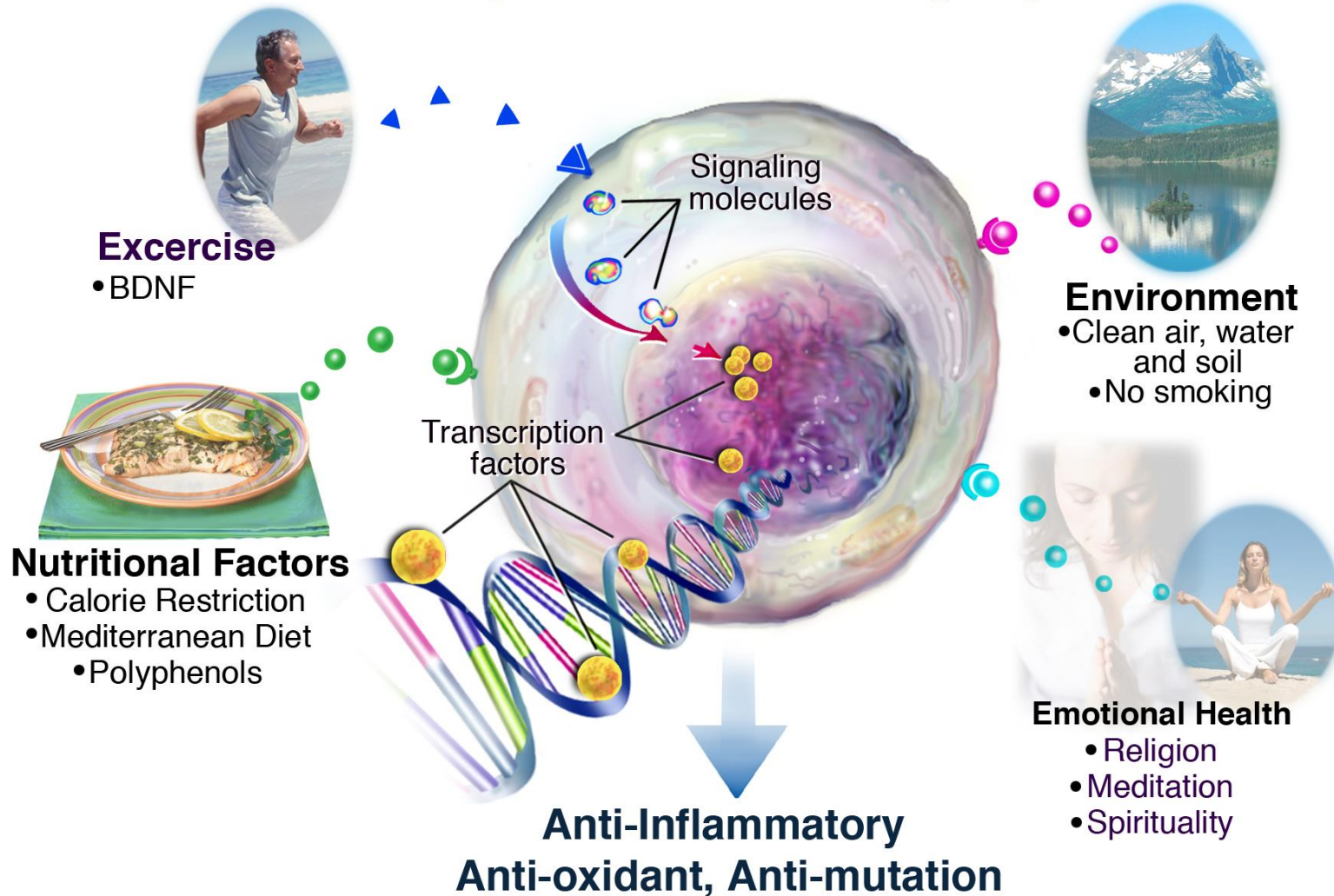
⑤ DNA 이중 나선

⑥ 자반주변 유전자

되돌아가기

Phisonatu

Epigenetics and Gene Activation for Improved Health and Longevity



후성유전자

- 임신 중 음식이 후성유전자를 통하여 유전자에 영향을 줄 수 있다: 음식 태교 만약 산모가 임신 중에 영양섭취가 부실하면 태어난 아기가 40대까지는 별 문제가 없다고 하더라도 40대가 지나면 여러 가지 질병에 잘 걸린다. 심장병 / 당뇨병 / 유방암
- 음식 / 사람이 태어나서 노인이 될 때까지 채소 및 과일이 후성유전자를 통하여 유전자에 영향을 줄 수 있다
- 환경오염(중금속)이 후성유전자를 통하여 유전자에 영향을 줄 수 있다
- 술, 담배, 약물, 바이러스 등
- 행동 / 문화 / 스트레스 / 명상, 차분한 생각
- 운동과 생활환경

후성유전학과 라마르크 획득형질론을
연결하는 것은 오류이며,

주의!

후성유전학을 형이상학적 자유의지론으로
직접 해석하는 것도 무리입니다.

가소성 비교

• 신경세포의 가소성

- 신경세포 자체는 증가하지 않지만, 신경세포의 가지는 환경과 의지에 따라 증감한다
- (신경세포 천억개 수준, 세포 하나당 가지의 가능수 4,000개에서 만개 수준에서 결하면 약 100조개의 시냅스 가능함)
- 신경세포와 신경세포들이 연결되는 시냅스synapse(몸)는 마음에 따라 변화가능하다.
- 기억, 반복인식, 사랑, 호기심, 즐거운 감정유지, 자율적 학습의지가 뉴런세포의 가소성을 결정한다.

• 후성유전학의 가소성

- 유전자 자체는 변화하지 않지만, 유전자 스위칭의 변동에 따라 유전자의 활성화가 이루어지느냐, 아니면 잠재적으로 닫혀있게 되느냐가 결정된다.
- 그런 스위칭의 변동은 후천적 환경과 행동수행력에 달려있다.
- 유전학이 결정론적 철학이라면 후성유전학은 환경론과 상호성 사유철학과 연결될 수 있다.
- 환경조건, 변화의지와 성격, 운동과 식습관이 후성유전의 가소성을 좌우한다.

정리

- 신경세포 자체는 증가하지 않지만, 신경세포의 가지는 환경과 의지에 따라 증감한다.(신경세포의 수 약 860억개, 세포 하나당 가지의 가능수 4,000개에서 만개 수준의 시냅스) → 결국 시냅스 가능수는 100조개 이상
- 신경세포와 신경세포들이 연결되는 시냅스synapse(몸)는 마음씀과 행동(행동이행과 습관)에 따라 변화가능하다.
- 마음은 몸의 연장이다.
- 기억, 인식, 사랑, 호기심, 즐거운 감정, 자율적 학습의 중요성

마음과 몸이 하나라는 생각의 습관을 유지한다면,
그런 나는 남에게 휘달리는 소위 운명론에 자유로워진다.

결정론적 사유	환경론적 사유
유전학 genetics	후성유전학 epigenetics
유전자만이 정보를 계승한다.	DNA메틸화, 히스톤 변형
환경에 무관	환경 의존적
선천적 요인이 중요	연습, 학습, 반복 등의 후천적 요인 중시

생명 = 마음 + 몸

차있음	비어있음
<p>간직하려고 함 conserve</p> <p>머물고자 함</p> <p>과거를 지키려는 데 힘을 씀</p> <p>대상을 신비화시키고 이상화시킴</p>	<p>채우려 함</p> <p>나아가려 함 progress</p> <p>미래로 나갈 수 밖에 없음</p> <p>현실을 중시함</p>