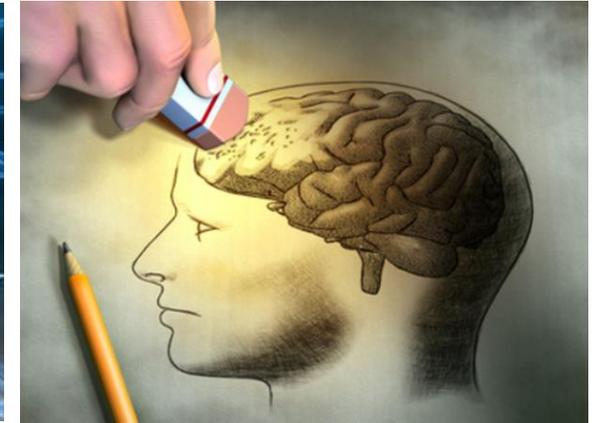


# 주간 뇌 연구 동향

2016-11-11



한국뇌연구원  
뇌연구정책센터

# 01. 국내외 뇌 연구 학술 동향

## 1. 간지럼과 신경의 상관관계

### Neural correlates of ticklishness in the rat somatosensory cortex

S. Ishiyama<sup>1</sup> and M. Brecht<sup>1,2\*</sup>

\* Article: <http://science.sciencemag.org/content/354/6313/757>

➤ 쥐는 사람이 간지럽히면 초음파 발성(ultrasonic vocalization)을 방출한다. 간지럼(tickling)은 도파민성 기작을 통한 보상(rewarding)이지만 간지럼의 기능과 신경 상관관계는 아직 잘 알려져 있지 않다

➤ 독일 베른슈타인 계산신경과학 연구센터(Bernstein Zentren fuer Computational Neuroscience, BCCN) M. Brecht 박사 연구팀은 간지럼이 쥐의 발성과 접근, 그리고 자발적 점프 (Freudensprünge)를 유발함을 확인하였다. 연구팀은 쥐 체성감각 피질(somatosensory cortex) 체간 영역(trunk region)에서의 신경활동 기록 결과를 통해 대부분의 뉴런에서 강렬한 간지럼 유발 신경 활성이 일어남을 확인하였고, 소수의 세포들에서는 간지럼에 의해 신경 활성이 억제되는 것을 확인하였다. 간지럼에 대한 반응은 놀이 행동(play behavior)에 대한 비촉각 신경 반응(nontactile neural response)을 예측하였고, 이는 간지럼과 놀이 행동 사이의 신경 상관관계를 제시한다. 불안정한 상태(anxiogenic condition)는 간지럼 유발 발성과 체간 피질 활성(trunk cortex activity)을 억제하였다. 심층 체간 피질 뉴런(deep-layer trunk cortex neuron)은 발성이 일어나는 동안 활성이 방전되었고(discharged), 심층 미세 자극은 발성을 유발하였다. 이러한 연구결과는 간지럼과 신경의 상관관계로서 심층 체간 피질 활성에 대한 증거를 제공한다

# 01. 국내외 뇌 연구 학술 동향

## 1. 간지럼과 신경의 상관관계 (계속)

A



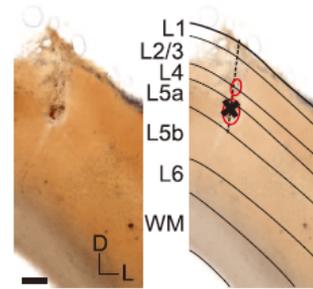
Tickling of the ventral trunk of a rat.

F

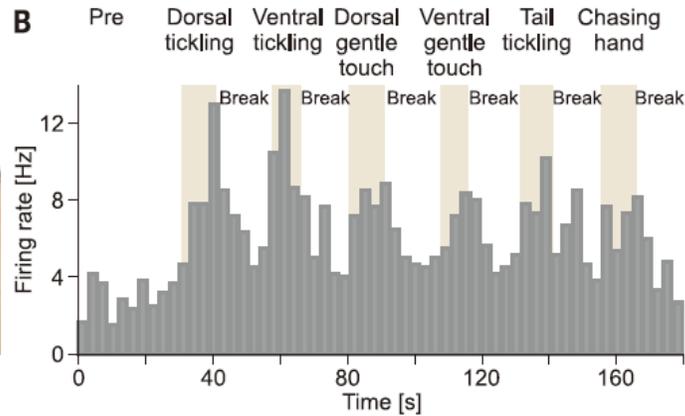


Play behavior: a rat chasing the experimenter's hand.

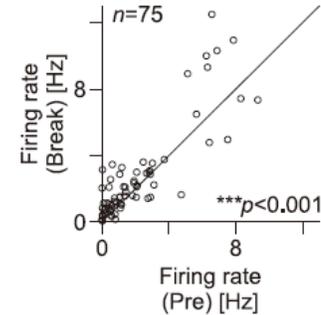
A



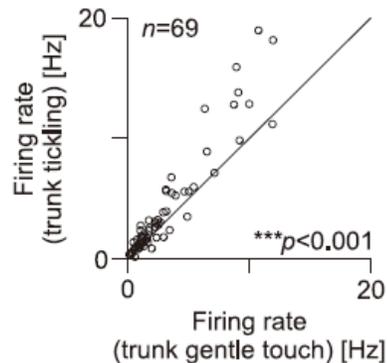
B



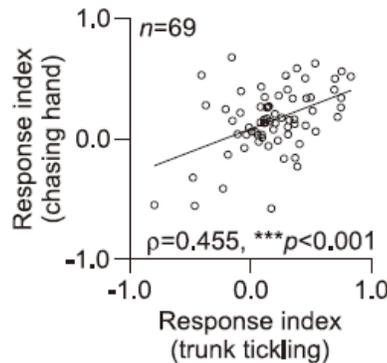
C



D



E



### Tickling and play behavior (chasing hand) modulate firing rate in trunk somatosensory cortex neurons

(A) Left: Cytochrome oxidase stain of a coronal trunk somatosensory cortex section (scale bar, 200  $\mu$ m; D, dorsal; L, lateral; WM, white matter). Right: Histology [black curves, layers; red ovals, lesions; dashed line, tetrode track; cross, recording site of (B)]

(B) Histogram of firing rate in a layer 5a cell during tickling, touch, and play (beige boxes; Pre, pre-interaction). Data were binned into 3-s intervals

(C) Firing rates in pre-interaction (Pre) versus in break (Wilcoxon signed-rank test)

(D) Firing rates during trunk gentle touch versus trunk tickling (Wilcoxon signed-rank test)

(E) Population data indicating a correlation between trunk tickling and chasing hand response indices ( $r$ , Pearson linear correlation coefficient; data fitted with line;  $n$  denotes number of cells)

# 01. 국내외 뇌 연구 학술 동향

## 2. 미토콘드리아의 활성화와 기억의 연관 연구

Nature. 2016 Nov 9. doi: 10.1038/nature20127. [Epub ahead of print]

### A cannabinoid link between mitochondria and memory.

Hebert-Chatelain E<sup>1,2,3</sup>, Desprez T<sup>1,2</sup>, Serrat R<sup>1,2</sup>, Bellocchio L<sup>1,2,4</sup>, Soria-Gomez E<sup>1,2</sup>, Busquets-Garcia A<sup>1,2</sup>, Zottola AC<sup>1,2</sup>, Delamarre A<sup>1,2</sup>, Cannich A<sup>1,2</sup>, Vincent P<sup>1,2</sup>, Varilh M<sup>1,2</sup>, Robin LM<sup>1,2</sup>, Terral G<sup>1,2</sup>, García-Fernández MD<sup>5,6</sup>, Colavita M<sup>1,2,7</sup>, Mazier W<sup>1,2</sup>, Drago F<sup>7</sup>, Puente N<sup>8,9</sup>, Reguero L<sup>8,9</sup>, Elezgarai I<sup>8,9</sup>, Dupuy JW<sup>10</sup>, Cota D<sup>1,2</sup>, Lopez-Rodriguez ML<sup>11</sup>, Barreda-Gómez G<sup>5</sup>, Massa F<sup>1,2</sup>, Grandes P<sup>8,9,12</sup>, Bénard G<sup>1,2</sup>, Marsicano G<sup>1,2</sup>.

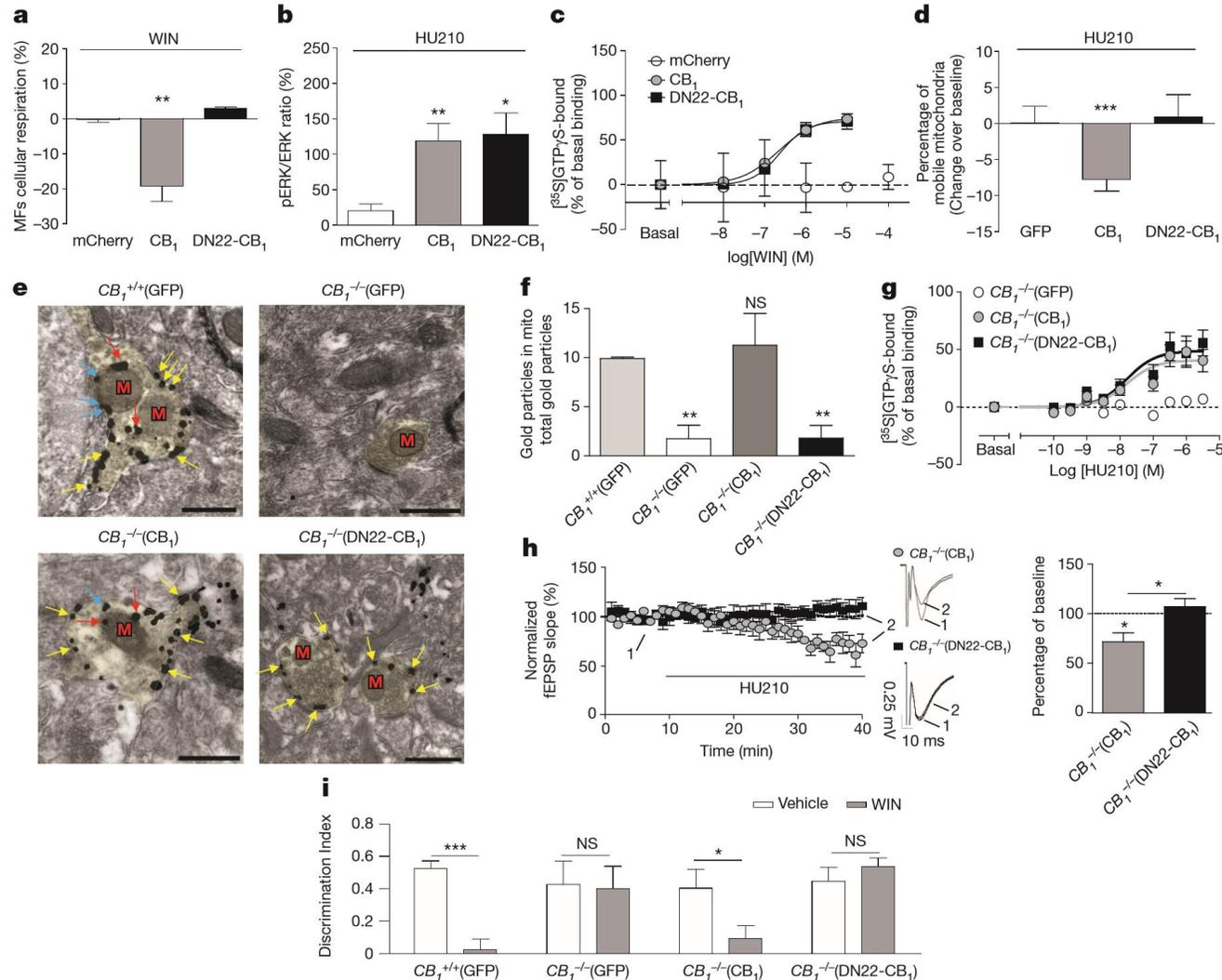
\* Article: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/?term=A+cannabinoid+link+between+mitochondria+and+memory+>

▶ 뇌에서의 세포 활동은 미토콘드리아(ATP를 생성하기 위해 에너지를 사용하는 세포 소기관)에서 제공되는 고에너지 공급에 의존한다. 급성 카나비노이드 중독(cannabinoid intoxication)은 사람과 동물에서 기억 상실(amnesia)을 유도하게 되며, 뇌 미토콘드리아 막에 존재하는 유형 1 카나비노이드 수용체(mtCB1) 활성화는 직접적으로 미토콘드리아 에너지 활성을 변화시킬 수 있다. 뇌에서의 만성적 미토콘드리아 기능 장애에 대한 병리학적 영향에 대한 연구는 활발하지만, 학습과 기억을 포함한 고위 뇌기능과 관련한 미토콘드리아의 급격한 조절에 의한 영향은 잘 알려져 있지 않다

▶ 프랑스 국립보건의학연구원 (INSERM) Giovanni Marsicano 박사 연구팀은 쥐에서 해마 mtCB1 수용체의 활성화를 통해서 급성 카나비노이드 유도 기억 손상이 일어남을 보여주었다. 연구팀은 해마의 미토콘드리아에서 CB1 수용체의 유전자 삭제가 카나비노이드 유발 미토콘드리아 운동성, 시냅스 전송 및 기억 형성의 감소를 억제함을 확인하였다. mtCB1 수용체는 미토콘드리아 내 Gαi 단백질 활성화와 그에 따른 용해성 아데닐 사이클라제 (sAC)의 억제를 통해 신호전달을 하였고, 결과적으로, 미토콘드리아 전자전달계의 특정 서브 유닛의 단백질 키나아제 A (PKA) 의존 인산화의 억제는 결국 세포 호흡감소로 이어졌다. 해마 sAC 활성화의 억제 또는 미토콘드리아 내 PKA 신호전달의 조절 또는 복합체 I 서브 유닛 NDUFS2의 인산화는 카나비노이드의 생체 에너지 효과와 기억 상실 효과를 억제하였다. 따라서, G 단백질 연결 mtCB1 수용체는 미토콘드리아 에너지 대사의 제어를 통해 기억 과정을 조절함이 확인되었다. 이러한 연구결과는 미토콘드리아의 활성화와 기억 형성을 직접적으로 연결 지음으로써 생체 에너지 과정이 인지 기능의 주요한 조절자임을 보여준다

# 01. 국내외 뇌 연구 학술 동향

## 2. 미토콘드리아의 활성화와 기억의 연관 연구 (계속)



**Requirement of mtCB1 receptors for cannabinoid effects on mitochondrial respiration and mobility, synaptic transmission and memory.**

i, Cannabinoid-induced impairment of novel object recognition (NOR) memory requires mtCB1-receptor activation in the hippocampus. Discrimination index values in the object-recognition test of *CB1*<sup>+/+</sup>(GFP), *CB1*<sup>-/-</sup>(GFP), *CB1*<sup>-/-</sup>(CB1) and *CB1*<sup>-/-</sup>(DN22-CB1) mice treated with vehicle (white bars) or the CB1 agonist WIN.

# 01. 국내외 뇌 연구 학술 동향

## 3. 뇌-척수에 전극 심어 '하반신 마비' 걷게 한다 출처 : 동아사이언스

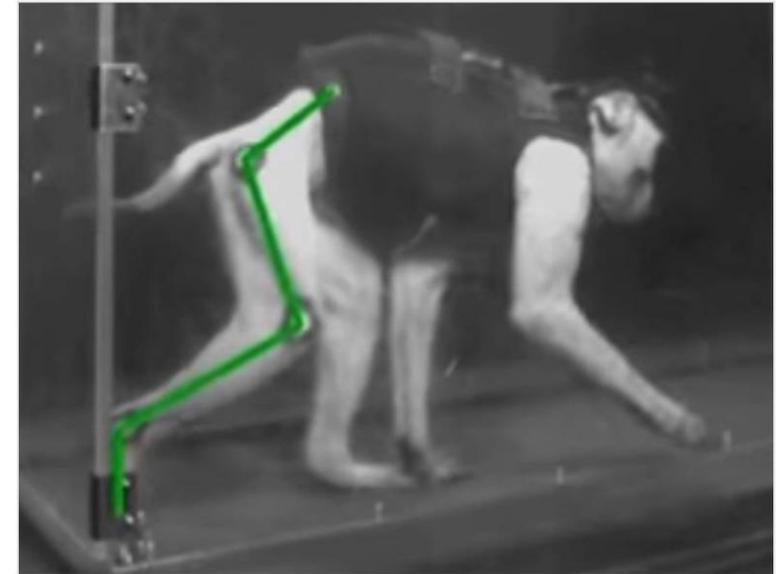
### A brain–spine interface alleviating gait deficits after spinal cord injury in primates

Marco Capogrosso<sup>1,2\*</sup>, Tomislav Milekovic<sup>1\*</sup>, David Borton<sup>1,3\*</sup>, Fabien Wagner<sup>1</sup>, Eduardo Martin Moraud<sup>2</sup>, Jean-Baptiste Mignardot<sup>1</sup>, Nicolas Buse<sup>4</sup>, Jerome Gandar<sup>1</sup>, Quentin Barraud<sup>1</sup>, David Xing<sup>3</sup>, Elodie Rey<sup>1</sup>, Simone Duis<sup>1</sup>, Yang Jianzhong<sup>5</sup>, Wai Kin D. Ko<sup>5</sup>, Qin Li<sup>5,6</sup>, Peter Detemple<sup>7</sup>, Tim Denison<sup>4</sup>, Silvestro Micera<sup>2,8</sup>, Erwan Bezdard<sup>5,6,9,10</sup>, Jocelyne Bloch<sup>11</sup> & Grégoire Courtine<sup>1,11</sup>

\* Article: <http://www.nature.com/nature/journal/v539/n7628/full/nature20118.html>

전기 신호 주면 정상 걸음걸이, 스위스 대학, 원숭이 실험 성공, "10년내 인간에 적용 가능"

- 사고로 척수 신경이 손상된 하반신 마비 환자를 치료할 수 있는 기술의 단초가 마련됐다. 하반신 마비 환자는 매년 세계적으로 25만~50만 명 생겨나고 있지만 지금까지는 마땅한 치료법이 없었다
- 그레구아르 쿠르틴 스위스 로잔연방공대 교수팀은 하반신이 마비된 원숭이의 뇌와 척수에 신경을 대신할 전기전극을 심어 정상적으로 걷게 하는 데 성공했다고 9일(현지 시간) 과학 학술지 네이처를 통해 발표했다
- 쿠르틴 교수팀은 사람의 신경세포 역시 미약한 생체전기로 신호를 주고받는다는데 주목했다. 연구진은 흉추 7번 부근의 척수 신경이 손상된 원숭이 두 마리의 뇌에 소형 전극을 심은 다음, 여기서 발생한 전기신호를 무선으로 허리까지 전달하는 장치를 고안했다. 뇌에서 내린 명령이 즉시 허리에 심은 전극을 거쳐 다리로 전달되도록 고안한 것이다. 실험 결과 두 마리 원숭이 모두 정상적인 걸음걸이를 회복했다
- 쿠르틴 교수는 논문을 통해 "이번 연구에서 사용된 신경신호 해독, 전달 방식 등의 기술은 실제 하반신 마비 환자 치료에 활용될 수 있을 것"이라고 밝혔다

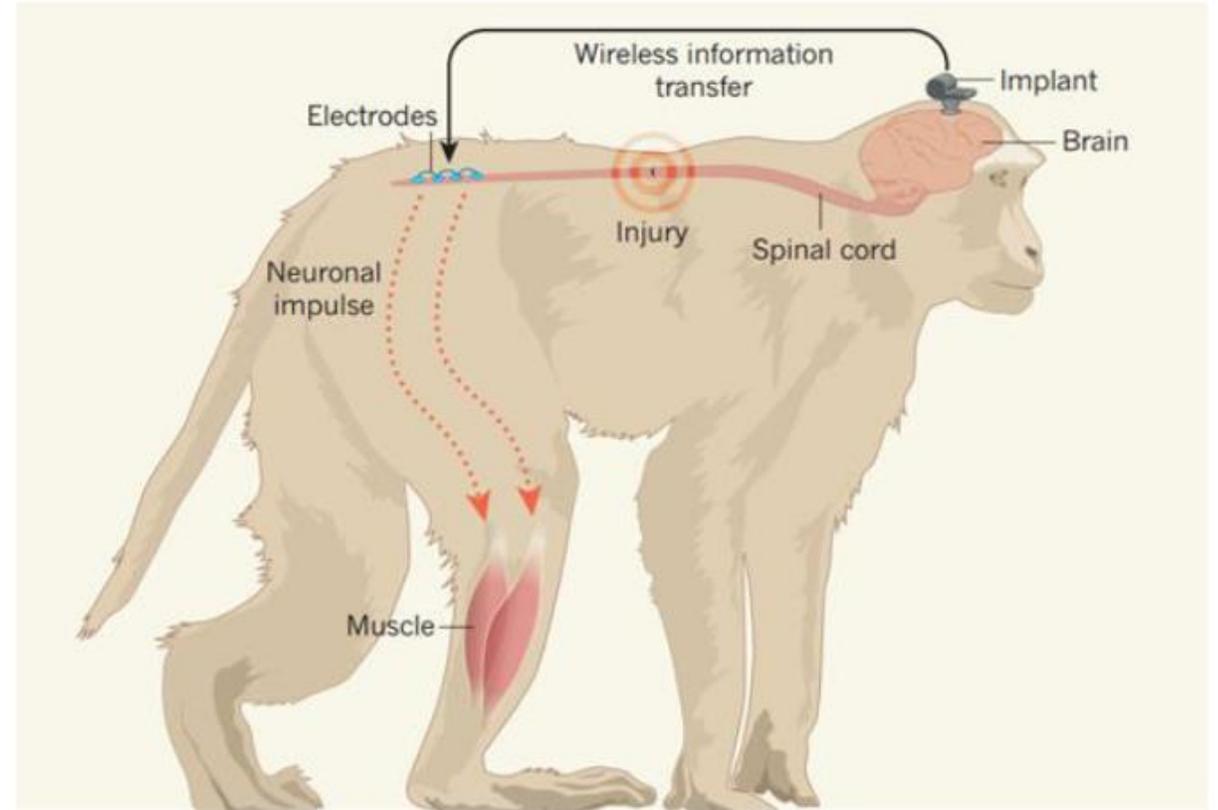


척수 신경에 손상을 입은 원숭이의 뇌와 척수에 전극을 이식하자 정상적인 걸음걸이를 회복했다. 로잔연방공대 제공

# 01. 국내외 뇌 연구 학술 동향

## 3. 뇌 신경세포 자극하는 신경전극 개발...뇌졸중 치료 (계속)

- 앤드루 잭슨 영국 뉴캐슬대 신경과학연구소 연구원은 "뇌와 컴퓨터를 연결하는 기술이 2008년 원숭이에게 적용된 후, 4년 만에 바로 사람을 대상으로 실험하기 시작했다"라며 "이번 쿠르틴 교수의 기술도 10년 안에 인간에게 적용할 수 있을 것"이라고 전망했다
- 지금까지 하반신 마비 환자를 치료하려는 연구는 많았지만 이처럼 완전한 치료 효과를 보인 것은 이번이 처음이다. 의학계에선 환자의 척수신경을 되살리는 '줄기세포' 치료법을 주로 연구하고 있지만 아직 영장류에 적용해 성공한 사례는 없다
- 김대수 KAIST 생명과학과 교수는 "뇌의 신호를 로봇팔 등으로 전달한 실험은 있었지만 다리 쪽 척수로 연결한 것은 이번이 처음"이라며 "신경을 실제로 살리지 않고도 기능을 회복한 것으로 놀라운 결과"라고 말했다



△스위스로잔연방공과대 연구진은 척수마비로 두 다리를 사용하지 못하는 원숭이의 뇌와 척수에 센서와 전극을 심어 보조기기 도움 없이 걷게 하는데 성공했다. <사진제공=네이처>

# 01. 국내외 뇌 연구 학술 동향

## 4. "생체시계 불안정 교대근무자, 암 발병률 높다" 출처 : e-헬스통신

Proc Natl Acad Sci U S A. 2016 Nov 9. pii: 201607984. [Epub ahead of print]

### **Model-driven experimental approach reveals the complex regulatory distribution of p53 by the circadian factor Period 2.**

Gotoh T<sup>1</sup>, Kim JK<sup>2</sup>, Liu J<sup>1</sup>, Vila-Caballer M<sup>1</sup>, Stauffer PE<sup>1</sup>, Tyson JJ<sup>3</sup>, Finkielstein CV<sup>4</sup>.

\* Article: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/?term=Model-driven+experimental+approach+reveals+the+complex+regulatory+distribution+of+p53+by+the+circadian+factor+Period+2+>

- 국내 연구진이 **인체 내 암 억제 유전자의 양이 24시간 주기로 변화하는 원리를 수학 미분방정식을 이용해 규명했다**
- **한국과학기술원(KAIST)**은 최근 원내 수리과학과 김재경 교수가 수학 모델링을 이용해 어떤 원리로 생체시계가 암 억제 유전자인 'p53' 단백질의 24시간 주기 리듬을 만들어내는지 규명했다고 10일 밝혔다
- 뇌 속 뇌하수체에 있는 생체시계는 24시간 주기의 리듬을 일정하게 만듦으로써 우리 몸의 행동이나 생리적 현상을 조절한다. 오후 9시가 되면 뇌 속 멜라토닌 호르몬이 분비돼 일정한 시간에 수면을 취하게 되는 것도 생체시계 때문이다. 만성적인 야근과 교대근무 등으로 생체시계가 교란되면 당뇨, 암, 심장병, 치매 등 다양한 현대병을 유발할 수 있다
- 연구팀은 2014년 선행 연구를 통해 p53의 양이 일정한 것이 아니라 24시간을 주기로 변화한다는 것을 관찰했다. 하지만 어떤 원리로 생체시계가 p53의 양을 조절하는지는 알 수 없었다. p53은 세포 조절 시스템 중에서도 매우 복잡해 실험만으로는 작동 원리를 밝혀내기 쉽지 않기 때문이다
- 연구팀은 **미분방정식을 이용한 컴퓨터 시뮬레이션**을 통해 수백만 경우의 수에 달하는 가상 실험을 수행, **p53이 작용하는 원리를 밝혀냈다**. 이 과정에서 뇌하수체 속 생체시계 단백질인 'period2'가 p53의 생체리듬과 깊은 관련이 있는 것으로 나타났다



# 01. 국내외 뇌 연구 학술 동향

## 5. 사람의 뇌 흉내 낸 최초의 기계장치! 출처: 동아사이언스

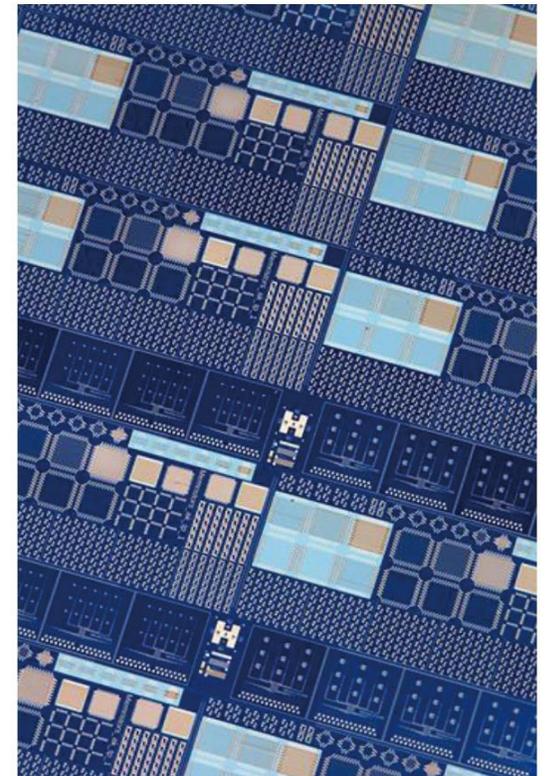
Nat Commun. 2016 Sep 29;7:12611. doi: 10.1038/ncomms12611.

### Unsupervised learning in probabilistic neural networks with multi-state metal-oxide memristive synapses.

Serb A<sup>1</sup>, Bill J<sup>2,3</sup>, Khiat A<sup>1</sup>, Berdan R<sup>4</sup>, Legenstein R<sup>2</sup>, Prodromakis T<sup>1</sup>.

\* Article: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/?term=Unsupervised+learning+in+probabilistic+neural+networks+with+multi-state+metal-oxide+memristive+synapses>

- 영국 연구팀이 인간의 뇌를 모방해 명령을 내릴 수 있는 나노미터(100만 분의 1mm)크기의 인공시스템을 만드는 데 성공했다
- 영국 사우스햄튼대 전자컴퓨터과학과 알렉스 서브 교수팀은 뇌의 복잡하고 정교한 네트워크를 흉내 내는 데 금속산화물 '멤리스터'를 이용했다. 멤리스터는 '메모리(memory)'와 '저항(resistor)'의 합성어다. 입력된 정보가 지워지지 않는 나노미터 크기의 비활성 메모리 칩이며 여러 개를 연결하기에 편리한 것이 장점이다
- 이런 멤리스터가 신경세포 사이에 위치한 시냅스 역할을 해서 적은 에너지로도 뇌의 전기적 신호를 저장하거나 전달할 수 있는 새로운 통로역할을 하게 된다
- 연구팀은 여러 개의 멤리스터를 연결한 뒤 컴퓨터 소프트웨어를 이용해 제어하면 향후 뇌의 작동방식과 닮은 인공신경망을 구현할 수 있을 것으로 전망했다
- 이번 연구를 함께한 나노전자기학 더미스 프로드로마키스 교수는 "나노크기의 멤리스터를 통해 신경회로의 빅데이터를 실시간으로 관리하고 공식화할 것"이라며 "뇌를 이해하는 기술적인 패러다임 자체를 바꿀 수 있다"고 말했다. 이 연구는 '네이처 커뮤니케이션' 10월 7일자에 발표됐다



# 01. 국내외 뇌 연구 학술 동향

## 6. 뇌 활성화 늦추는 '자폐증' 연관 유전자 변이 규명 출처 : 메디컬투데이

### DIXDC1 Phosphorylation and Control of Dendritic Morphology Are Impaired by Rare Genetic Variants

Vickie Kwan,<sup>1,2</sup> Durga Praveen Meka,<sup>3</sup> Sean H. White,<sup>1,2</sup> Claudia L. Hung,<sup>2</sup> Nicholas T. Holzapfel,<sup>1,2</sup> Susan Walker,<sup>4,5</sup> Nadeem Murtaza,<sup>1,2</sup> Brianna K. Unda,<sup>1,2</sup> Birgit Schwanke,<sup>3</sup> Ryan K.C. Yuen,<sup>4,5</sup> Kendra Habing,<sup>1,2</sup> Chloe Milsom,<sup>1,2</sup> Kristin J. Hope,<sup>1,2</sup> Ray Truant,<sup>2</sup> Stephen W. Scherer,<sup>4,5</sup> Froylan Calderon de Anda,<sup>3</sup> and Karun K. Singh<sup>1,2,6,\*</sup>

\* Article: [http://www.cell.com/cell-reports/pdf/S2211-1247\(16\)31467-X.pdf](http://www.cell.com/cell-reports/pdf/S2211-1247(16)31467-X.pdf)

- 뇌 연결 발달을 방해하고 뇌 활성을 늦추는 자폐증을 앓는 일부 사람에서의 유전자 변이가 규명, 이를 바탕으로 새로운 자폐증 치료법이 개발될 수 있을 것으로 기대되고 있다
- 9일 맥마스터대학 연구팀이 'Cell Reports'지에 밝힌 새로운 연구결과에 의하면 자폐증을 앓는 일부 사람에서 DIXDC1 유전자내 변이가 시냅스 성장 손상과 뇌 활성화 감소와 연관된 것으로 나타났다
- 연구결과 자폐증을 앓는 일부 사람에서 DIXDC1 유전자내 변이가 DIXDC1 단백질이 뇌 세포가 시냅스를 생성하도록 지시하지 못하게 하는 것으로 나타났다
- 실제로 자폐증을 앓는 일부 사람들은 DIXDC1 유전자가 발현이 안되게 하는 변이를 가지고 있어 시냅스가 미성숙 상태로 남아 있고 뇌활성도 감소되는 것으로 나타났다
- 현재 자폐증에 대한 치료법은 없으며 단지 행동 요법을 통해 주요 증상을 줄이고 약물을 통해 기능을 개선 시키는 바 이번 연구를 통해 연구팀은 "근원적으로 자폐증을 치료할 수 있는 새로운 방법을 개발하는데 한 걸음 다가설 수 있게 됐다"라고 밝혔다

# 01. 국내외 뇌 연구 학술 동향

## 7. '의식이 일어나는 곳', 뇌 영역 연결망 찾았나? 하버드의대, 뇌간손상 환자 36명 연구논문, 출처 : 사이언스온

Neurology. 2016 Jun 7;86(23):2187-95. doi: 10.1212/WNL.0000000000002741. Epub 2016 May 11.

### Network localization of hemichorea-hemiballismus.

Laganier S<sup>1</sup>, Boes AD<sup>1</sup>, Fox MD<sup>2</sup>.

\* Article: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/?term=Network+localization+of+hemichorea-hemiballismus>

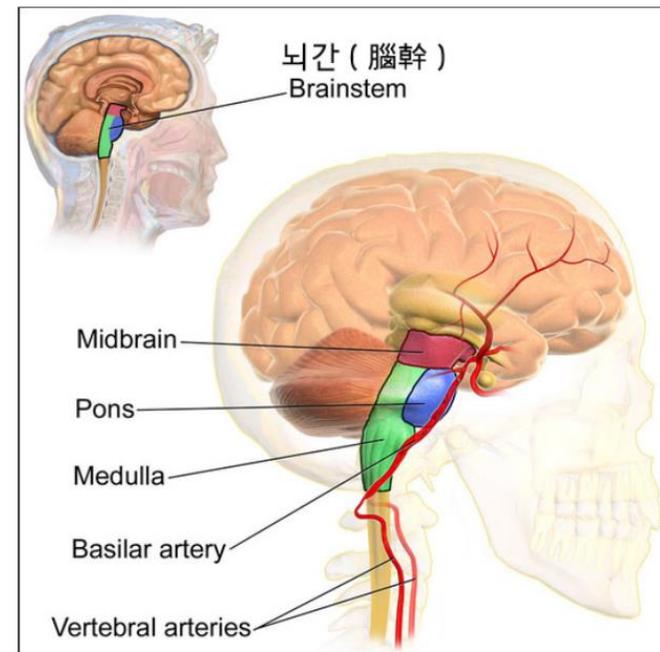
#### “각성-지각 일으키는 뇌영역간 연결망 찾아”

#### 후속검증 확인땀 뇌손상 혼수상태 치료 기대

▶사전의 뜻을풀이를 보면, “의식(consciousness)”은 자신과 자신 주변을 지각 또는 감각하는 정신작용 또는 그 상태를 말한다. 그러나 신경과학에선 의식과 관련해 여전히 많은 수수께끼가 남아 있다. 무엇보다 뇌에서 의식이 어디에서, 어떻게 생겨나는지가 밝혀지지 않았다

▶이런 가운데, 미국 하버드대학 의과대 베스이스라엘의료센터(Beth Israel Deaconess Medical Center; BIDMC)의 연구진은 의식의 조절과 유지에 중대한 구실을 하는 것으로 보이는 특정 뇌 영역들과 그 연결망을 찾아냈다고 연구결과를 학술지 <뉴롤로지(Neurology)>에 보고했다

▶논문의 공동 책임저자인 마이클 폭스(Michael Fox)는 의료센터 보도자료에서, “의식을 일으키는 두 가지 필수조건이 각성(arousal)과 지각(awareness)인데, 우리 연구진이 각성과 관련한 뇌간 영역, 그리고 지각과 관련한 피질 영역들을 이어주는 연결(a connection)을 처음으로 찾아냈다”고 말했다. 그는 “많은 증거들이 인간 의식에서 역할을 하는 이 연결망(network)의 존재를 보여준다”고 덧붙였다



» 뇌간(brainstem). 출처/ Wikimedia Commons

# 01. 국내외 뇌 연구 학술 동향

## 7. '의식이 일어나는 곳', 뇌 영역 연결망 찾았나? (계속)

▶ 연구진은 뇌간 손상 환자 36명을 대상으로 연구를 진행했다. 환자 36명 가운데 12명은 무의식 혼수상태에 빠져 있었으며 24명은 뇌간 손상을 입었으면서도 의식 상태에 있었다.

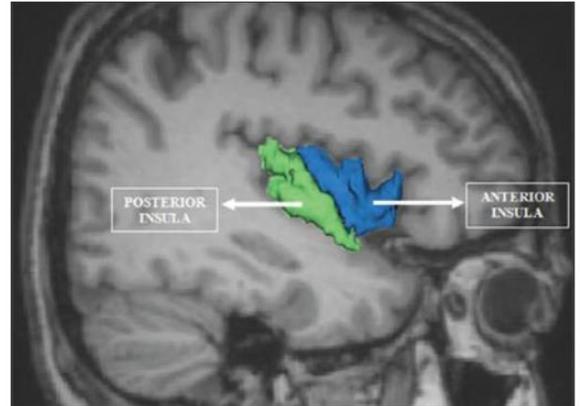
▶ 해외매체 보도와 의료센터 보도자료, 그리고 논문 초록을 보면, 연구진은 똑같이 뇌간 손상을 입었는데도 일부 환자는 혼수상태에 빠지고 일부 환자는 의식상태를 유지하는 이유를 설명해줄 만한 뇌간의 특정 손상 부위를 찾아나섰다. 이 연구에서, 뇌간에 있는 작은 영역인 '위쪽 배외측 교뇌피개(rostral dorsolateral pontine tegmentum)'가 혼수상태와 뚜렷하게 연관되어 있는 것으로 나타났다. 혼수상태의 뇌간 손상 환자 12명 중 10명한테서 이 지점이 손상된 것으로 관찰됐으며, 의식상태의 뇌간 손상 환자 24명 중에선 1명만이 이곳의 손상이 확인됐다.

▶ 이처럼 특정 뇌간 영역의 손상이 혼수상태와 연관될 가능성을 확인한 연구진은, 더 나아가 건강한 성인의 뇌 지도를 이용해 이 특정 뇌간 지점이 다른 뇌 부위의 어느 영역들과 연결되어 있는지를 추적했다.

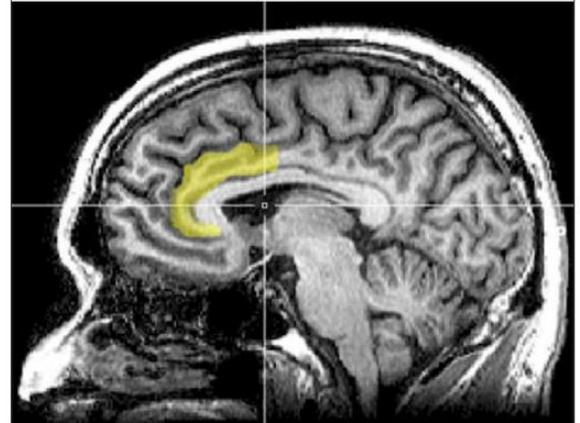
▶ 연구진은 이런 작업을 통해 문제의 특정 뇌간 영역이 대뇌 피질에 있는 좌측 '앞배쪽 섬엽'(ventral anterior insula; AI)과 '앞쪽 대상피질'(pregenual anterior cingulate cortex; pACC)이라는 두 영역과 연결망을 이루고 있음을 찾아냈다. 이 두 영역은 이미 각성이나 지각 기능과 관련한 곳으로 주목을 받았으나, 이번 연구에선 두 영역이 특정 뇌간 지점과 연결망을 이루고 있다는 사실이 처음 밝혀진 것이다.

▶ 연구진은 기능성 자기공명영상(fMRI)을 이용해 혼수나 식물인간 상태에 빠진 환자 45명의 뇌를 관찰해, 이들한테서 이 연결망이 망가져 있는(disrupted) 것을 확인했다고 한다

» 대뇌 피질에 있는 두 영역, 즉 '앞배쪽 섬엽'(ventral anterior insula; AI)과 '앞쪽 대상 피질'(pregenual anterior cingulate cortex; pACC). 출처/ Wikimedia Commons



AI (ventral anterior insula; 앞배쪽 섬엽)  
출처: pinterest.com



pACC (pregenual anterior cingulate cortex; 앞쪽 대상피질). 출처: wikipedia.org

# 01. 국내외 뇌 연구 학술 동향

## 7. '의식이 일어나는 곳', 뇌 영역 연결망 찾았나? (계속)

▶ 이번 발견은 특정하기 힘든, '의식'과 관련한 뇌 영역들 간의 연결망을 식별해냈다는 점에서 큰 주목을 받고 있다. 이와 함께 놀라운 결과인 만큼 더 많은 후속 검증 연구들이 뒤따를 것으로 기대된다. 후속 연구들에서 더 많은 뇌간 손상 환자들한테서 이런 의식의 연결망이 확인되고 또한 그 연결망의 구조와 기능이 더욱 자세히 밝혀진다면, 특정 연결망의 손상으로 무의식 혼수 상태에 빠진 환자들의 의식장애를 치료하는 의학 연구에도 도움을 줄 수 있을 것으로 기대된다고 연구진은 전했다

### ■ 논문 초록

**목적:** 혼수상태(coma) 유발 손상과 관련한 특정 뇌간 부위와 그 기능적 연결 네트워크(functional connectivity network)의 특성을 규명하고자 한다.

**방법:** 우리 연구진은 복셀(voxel) 기반의 병변-증상 매핑 기법을 이용하여 혼수상태를 일으킨 뇌간 손상의 12건 사례를 뇌간 손상 대조군의 24건 사례와 비교하여, 혼수상태와 유의미하게 연관되는 지점(site)을 찾고자 했다. 이어 우리는 건강한 집단(cohort)에 나타나는 휴식상태의 기능적 뇌 연결성을 이용하여, 특정 뇌간 지점에 기능적으로 연결된 영역들의 연결망(network)을 찾고자 했다. 더 나아가 우리는 그 공간 지형을 이미 알려진 연결망 지형과 비교하고, 또한 의식장애 환자들에 나타나는 기능적 연결성을 평가하는 방식으로, 이런 연결망을 이루는 피질 영역을 조사했다.

**결과:** 상부 배외측 교뇌피개(rostral dorsolateral pontine tegmentum) 안의 작은 영역은 유의미하게 혼수상태 유발 손상과 연관되어 있었다. 건강한 성인에서, 이 뇌간 지점은 좌측의 앞배쪽 섬(ventral anterior insula; AI), 그리고 앞쪽 대상피질(pregenual anterior cingulate cortex; pACC)에 연결되어 있었다. 이런 피질 지역들은 이전에 휴식상태 연결망으로 정의된 지역과 잘 어울리지 않았으며, 폰 이코노모 뉴런들(von Economo neurons)의 분포와 더 잘 일치했다. 결국, 의식장애 환자들에서는 AI와 pACC 간의 연결성이 망가진(disrupted) 것으로 나타났으며, 그 정도는 다른 뇌 연결망들과 비교할 때 더 큰 것으로 나타났다.

**결론:** 교뇌피개(pontine tegmentum) 안 작은 영역의 손상은 혼수상태와 유의미하게 연관된다. 이 뇌간 지점은 AI와 pACC라는 두 피질 영역에 기능적으로 연결되어 있다. 의식장애 상태에서는 두 영역의 연결이 끊어진다. 뇌 영역의 이런 연결망은 인간 의식 유지에서 어떤 역할을 하는 것으로 여겨진다.

# 02. 과학 기술 정책 및 산업 동향

## 1. 국제학술지 '뉴런'에 한국 뇌과학 전략 기사 게재 출처 : 뇌연구정책센터

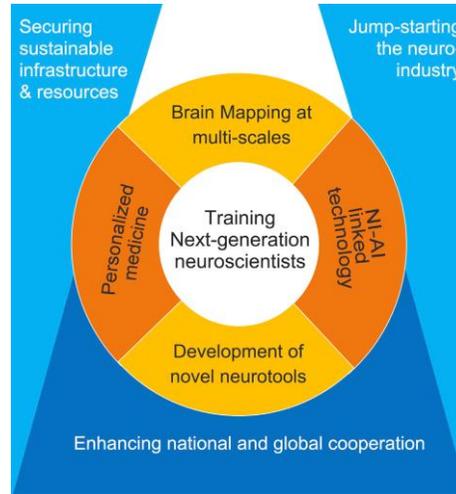
Neuron  
**NeuroView**

**Korea Brain Initiative: Integration and Control of Brain Functions**

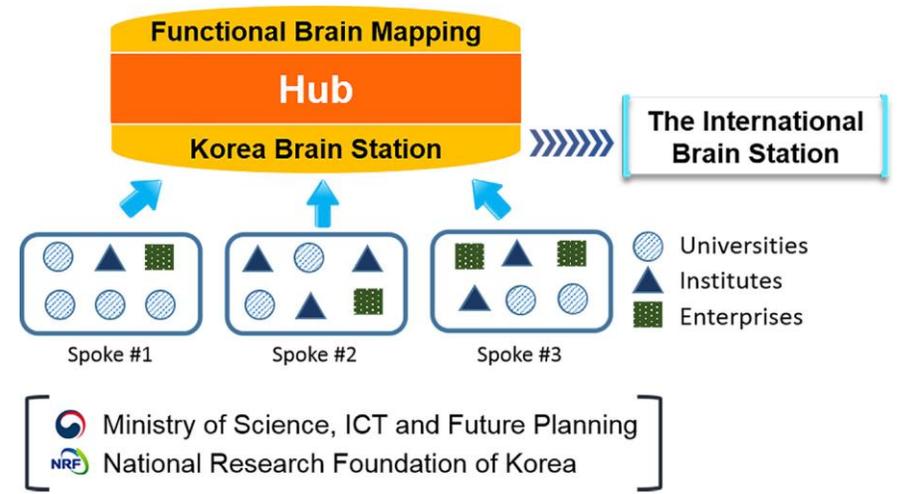
Sung-Jin Jeong,<sup>1</sup> Haejin Lee,<sup>1</sup> Eun-Mi Hur,<sup>2,3</sup> Youngshik Choe,<sup>1</sup> Ja Wook Koo,<sup>1</sup> Jong-Cheol Rah,<sup>1</sup> Kea Joo Lee,<sup>1</sup> Hyun-Ho Lim,<sup>1</sup> Woong Sun,<sup>4</sup> Cheil Moon,<sup>5</sup> and Kyungjin Kim<sup>1,5,\*</sup>

<sup>1</sup>Korea Brain Research Institute, 61 Choeomdan-Ro, Dong-Gu, Daegu 41068, Korea  
<sup>2</sup>Brain Science Institute-Center for Neuroscience, Korea Institute of Science and Technology, Seoul 02792, Korea  
<sup>3</sup>Convergence Research Center for Diagnosis, Treatment and Care System of Dementia, Korea Institute of Science and Technology, Seoul 02792, Korea  
<sup>4</sup>Korea University College of Medicine, 145 Anam-ro, Seongbuk-gu, Seoul 02841, Korea  
<sup>5</sup>Department of Brain Cognitive Science, Daegu Kyeongbuk Institute of Science and Technology, 333 Techno Jungangdae-Ro, Hyeonpoong-myeon, Dalseong-gun, Daegu 42988, Korea  
 \*Correspondence: kyungjin@kbri.re.kr  
<http://dx.doi.org/10.1016/j.neuron.2016.10.055>

\* 논문 출처: [http://www.cell.com/neuron/pdf/S0896-6273\(16\)30805-4.pdf](http://www.cell.com/neuron/pdf/S0896-6273(16)30805-4.pdf)



**Korea Brain Initiative:**  
Dual-Track Strategy of R&D and Ecosystem



**Operating Strategy of the Korea Brain Initiative:**  
Hub-and-Spoke Model

- 한국의 『뇌과학 발전전략』\*이 뇌과학 분야 최고의 학술지인 '뉴런(Neuron)'에 게재되었다. 이 논문에서는 한국의 뇌연구 역사와 함께 2023년까지 뇌연구 신흥강국 도약 기반 마련을 위한 뇌지도 구축 및 뇌연구 생태계 확충 등 뇌과학 발전전략 전반에 대한 내용이 실렸다. 뇌과학 발전전략 중심으로 투자와 연구가 본격화되고 있는 한국 상황이 소개되면서 향후 국제 협력 연구에 탄력을 받을 전망이다

\*미래창조과학부는 '2023년까지 뇌연구 신흥강국으로 도약 준비'를 위하여 특화 뇌지도 등 핵심 뇌기술 조기확보와 뇌연구 생태계 확충을 주요내용으로 하는 「뇌과학 발전전략」을 수립·발표함(2016.5.30)

# 02. 과학 기술 정책 및 산업 동향

## 2. 전기로 두뇌 자극...'수퍼 솔저' 만든다 출처 : 조선닷컴

두피에 미세한 전류 흘리면 드론 조종사 집중력 향상

각성제·카페인보다 효과 높아

美·英 특수부대 '뇌도핑' 훈련, 전기자극으로 훈련효과 극대화

안전성 검증 필요·악용 우려도

- 전장에서 이기려면 적보다 강한 군대가 있어야 한다. 이제 군비(軍備) 경쟁이 무기를 넘어 군인의 두뇌로도 확대되고 있다. 뇌를 전기로 자극해 드론(무인기) 조종사의 집중력을 높이고, 특수부대원의 훈련 효과도 극대화한다. 뇌에 칩을 이식해 전투로 인한 정신적 후유증도 치료한다. 잠자던 뇌를 깨워 초능력의 군인, '수퍼 솔저(super soldier)'를 만드는 것이다

◇전기 자극으로 약물·커피보다 집중도 높여

- 미국 공군연구소는 지난 4일 국제학술지 '첨단 인간 신경과학'에서 두피에 전류를 흘려 지상 작전 요원의 집중력을 높일 수 있음을 입증했다고 밝혔다. 연구진은 평균 나이 31.1세의 실험 참가자 20명을 두 그룹으로 나눴다. 한 그룹에는 실험이 진행되는 36분 동안 계속 뇌에서 정보를 처리하는 이마 쪽 전전두엽피질에 2밀리암페어의 미세한 전류를 흘렸다. 다른 그룹은 처음 30초 동안만 같은 전류를 흘렸다

- 참가자들은 모니터 이곳저곳을 옮겨 다니는 원에 십자선을 맞추면서 동시에 아래쪽 화면에서는 다른 게임을 했다. 무장 드론을 조종하는 군인들이 모니터를 계속 지켜보며 다양한 정보를 챙겨야 하는 상황을 실험실로 옮겨놓은 것이다

**'수퍼 솔저(super soldier)' 만드는 뇌 연구**

**1. 두피를 통한 전기 자극**  
드론 조종사의 집중도를 높임  
양극: 뇌세포 기능 촉진  
음극: 뇌세포 기능 억제

**2. 두뇌 도핑**  
특수부대원의 훈련 능력 극대화  
① 고무 패드를 통해 뇌에 전기자극  
② 전기자극이 운동중추 자극  
③ 신경회로가 훈련에 맞춰 재조직

**3. 뇌 이식 칩**  
전투로 인한 정신적 충격 치료  
① 전극으로 뇌 전기신호 감지  
② 통신 칩이 중앙통제장치로 신호 전달  
③ 중앙통제장치가 신호 해독  
④ 전기자극으로 뇌세포 기능 촉진

자료: 미 공군연구소, 국방부 방위고등연구개발국, 로렌스 리버모어 연구소

# 02. 과학 기술 정책 및 산업 동향

## 2. 전기로 두뇌 자극...'수퍼 솔저' 만든다 (계속)

- 실험 결과 전기 자극을 계속 받은 그룹은 처음에만 전기 자극을 받은 그룹보다 30% 더 많은 정보를 처리했다. 그만큼 여러 작업을 동시에 하는 능력이 높아졌다는 말이다. 연구진은 "두피를 통한 전기 자극이 드론 조종사처럼 같은 작업을 오랫동안 하는 군인들의 집중력을 높일 수 있다"고 밝혔다. 앞서 공군연구소 연구진은 두피 전기 자극이 각성제나 커피에 들어있는 카페인보다 각성 효과가 높다는 사실도 입증했다

### ◇특수부대 훈련 효과 높이는 '뇌 도핑'

- 뇌 전기 자극은 스포츠계에서 먼저 효능을 입증했다. 지난 3월 국제학술지 '네이처'는 불법 약물 대신 뇌를 전기로 자극해 훈련 효과를 높이는 이른바 '뇌 도핑(brain doping)' 연구가 활발하게 이뤄지고 있다고 소개했다. 미국 올림픽 스키점프 대표선수들은 헬로 뉴로사이언스가 개발한 뇌자극용 헤드폰을 쓰고 훈련해 균형감각을 80%나 높였다
- 헬로사의 헤드폰 안쪽에는 뇌 운동중추에 전기 자극을 주는 돌기가 있다. 뇌는 새로운 경험이나 학습을 받아들이기 위해 끊임없이 신경회로를 재조직한다. 전기 자극은 이런 뇌의 재조직 능력을 극대화시켜 새로운 정보를 더 잘 받아들이게 한다는 것. 뿐만 아니라 미군에 이어 영국군 특수부대도 훈련에 헬로 뉴로사이언스의 뇌자극용 헤드폰을 도입할 것으로 전해졌다
- 미 육군연구소는 뇌파를 전기 신호로 바꿔 컴퓨터와 정보를 주고받게 하는 '뇌-컴퓨터 인터페이스(BCI)' 연구도 하고 있다. 원래 마비 환자의 생각을 읽어 로봇팔을 움직이는 데 쓰이던 기술이다. 이를 전투에 적용하면 컴퓨터를 매개로 부대원끼리 뇌파로 교신하는 텔레파시도 가능하다.

### ◇전투로 인한 정신적 후유증도 치료

- 뇌를 자극해 전투 능력을 높이는 연구는 2014년 미국 국방부 방위고등연구계획국(DARPA)이 시작했다. 처음에는 전투에 참가한 뒤 심각한 정신적 후유증을 앓는 군인들의 치료가 목적이었다. 이른바 '외상후스트레스장애(PTSD)' 환자를 치료하기 위해 5년간 7000만달러(약 802억원)를 투자해 파킨슨병 환자 치료에 쓰이는 것과 비슷한 뇌 자극 기술을 개발하기로 했다. 이것이 다양한 분야로 확대된 것이다

## 02. 과학 기술 정책 및 산업 동향

### 2. 전기로 두뇌 자극...'수퍼 솔저' 만든다 (계속)

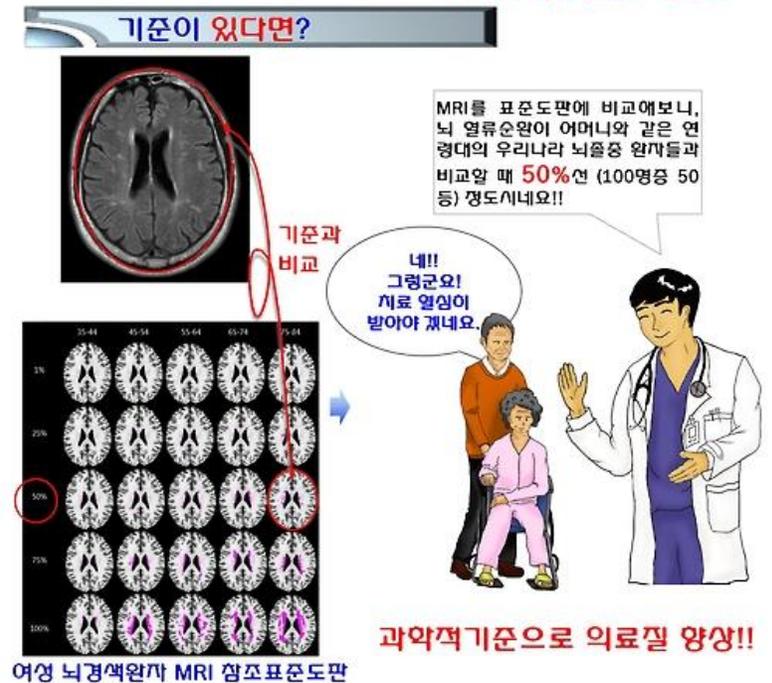
- 전투 후유증 치료를 위해서는 현재 UC샌프란시스코와 로런스 리버모어 국립연구소가 의료기기 업체 메드트로닉과 함께 국방부의 지원을 받아 뇌 신호를 해독하고 그에 맞춰 전기 자극을 주는 뇌 이식 장치를 개발하고 있다. 전극에서 뇌의 이상 신호를 포착하면 중앙처리장치가 이를 해독해 다른 전극으로 치료용 전류를 흘린다. 이를 통해 나쁜 기억을 지우거나 잊어버린 기억을 되살릴 계획이다
- 군대의 뇌연구에 대해서는 찬반 의견이 엇갈린다. 영국 옥스퍼드대 신경윤리센터의 닐 레비 부소장은 "전기 자극으로 군인의 집중력을 높이는 방법은 약물보다 더 안전하다"고 평가했다. 하지만 뇌자극이 장기적으로도 안전하고 효율적인지에 대해서는 회의적인 의견도 많다. 또 뇌에 이식한 칩이 정신적 장애를 치료하는 데 그치지 않고 두려움을 없애 전투 의욕을 높이는 데에만 악용될 가능성이 있다는 우려도 나온다



## 02. 과학 기술 정책 및 산업 동향

### 3. 당신의 '뇌 건강 나이'로 뇌경색 예후 예측한다 (계속)

- 뇌경색이 발병한 뒤 3개월 후 뇌경색 후유증으로 인한 장애 정도를 분석한 결과, 평소 뇌허혈 점수가 81~100등인 환자는 1~20등 환자에 비해 예후가 나쁠 가능성이 100% 가까이 높아졌다
- 나머지 61~80등, 41~60등, 21~40등 환자도 각각 1~20등 환자와 비교해 증세가 악화될 가능성이 각각 70%, 40%, 30%씩 증가했다
- 연구팀은 11개 종합병원에 입원한 5천35명의 급성 뇌경색 환자의 MRI 영상 빅데이터를 토대로 이번 결과를 도출했다
- 이번 연구에는 동국대 일산병원 신경과 김동억·류위선 교수, 분당 서울대병원 신경과 배희준 교수 등이 참여했다. 연구 결과는 국제학술지 '브레인' 내년 1월호에 실릴 예정이다
- 김동억 교수는 "뇌졸중은 한국인 6명 중 1명에게 발병할 정도로 흔하며, 사망률과 영구 장애율이 높아예방이 무엇보다 중요하다"면서 "한국인 허혈 뇌지도를 이용해 뇌경색 환자의 예후를 예측하고 뇌경색을 예방하는데 기여할 수 있다"고 말했다





감사합니다