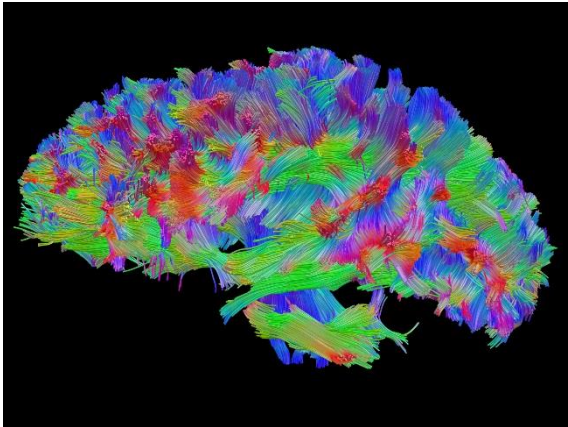


# 주간 뇌 연구 동향

2017-04-28



한국뇌연구원  
뇌연구정책센터

# 01. 국내외 뇌 연구 학술 동향

## 1. 감광성 인간 뇌 오가노이드 모델 연구

Nature. 2017 Apr 26. doi: 10.1038/nature22047. [Epub ahead of print]

### Cell diversity and network dynamics in photosensitive human brain organoids.

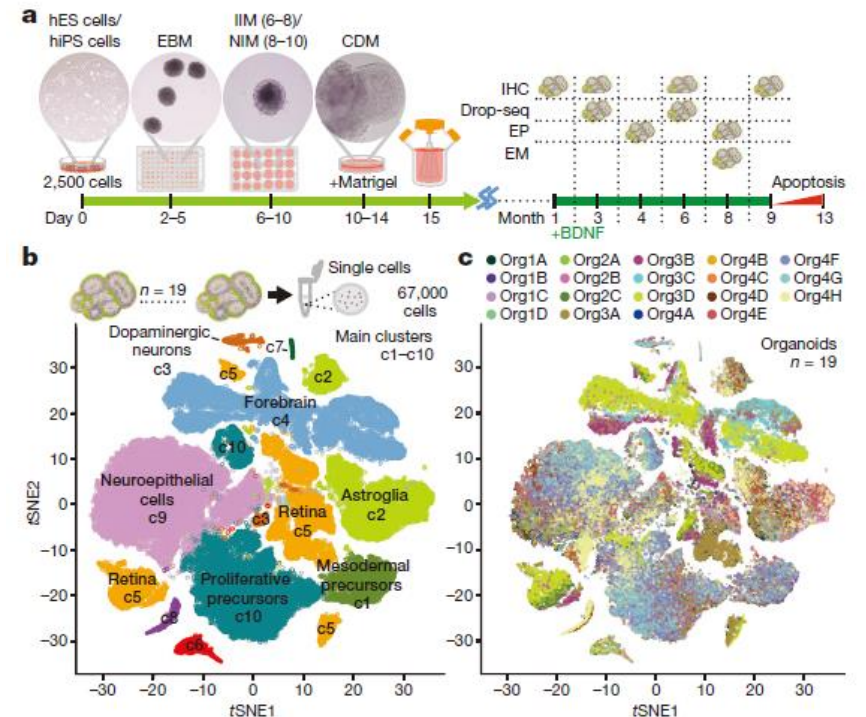
Quadrato G<sup>1,2</sup>, Nguyen T<sup>1,2</sup>, Macosko EZ<sup>2,3</sup>, Sherwood JL<sup>1,2</sup>, Min Yang S<sup>1</sup>, Berger DR<sup>4</sup>, Maria N<sup>1</sup>, Scholvin J<sup>5</sup>, Goldman M<sup>3</sup>, Kinney JP<sup>6</sup>, Boyden ES<sup>5</sup>, Lichtman JW<sup>4</sup>, Williams ZM<sup>7</sup>, McCarroll SA<sup>2,3</sup>, Arlotta P<sup>1,2</sup>.

\* Article: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/?term=Cell+diversity+and+network+dynamics+in+photosensitive+human+brain+organoids>

➤ 3차원 뇌 오가노이드와 같은 뇌 발달 in vitro 모델은 인간의 뇌 발달과 질환 연구를 더욱 활발히 이루어지게 하였다. 그러나 오가노이드 내에서 생성된 세포와 이 세포들이 재현해 내는 뇌영역의 복잡성이나 세포의 다양성 그리고 뇌 회로의 기능 정도는 분명하지 않다. 미국 하버드대학 Paola Arlotta 박사와 Giorgia Quadrato 박사 연구팀은 31개의 인간 뇌 오가노이드에서 분리한 80,000개 이상의 개별 세포로부터 유전자 발현을 분석하였다

➤ 연구팀은 오가노이드가 대뇌 피질 세포, 망막 세포 등 다양한 종류의 세포를 생성해낼 수 있음을 발견하였고, 또한, 오가노이드가 장시간 (9개월 이상) 발달 될 수 있어 수상돌기 형성, 자발적 활성의 신경 네트워크 형성 등 상대적으로 성숙한 특징들도 나타낼 수 있음을 확인하였다. 마지막으로, 연구팀은 오가노이드 내의 신경 활성이 감광성 세포의 빛 자극으로 제어 할 수 있음을 보여줌으로써 오가노이드 모델이 생리적 감각 자극을 사용하여 인간 신경회로의 기능을 추적할 수 있음을 제시하였다

**Large-scale, single-cell sequencing demonstrates development of a broad spectrum of cell types in human brain organoids**



# 01. 국내외 뇌 연구 학술 동향

## 2. 식욕충동 생기는 이유는? 시각정보→식욕전환 '뇌신경회로' 때문 출처: e-헬스통신

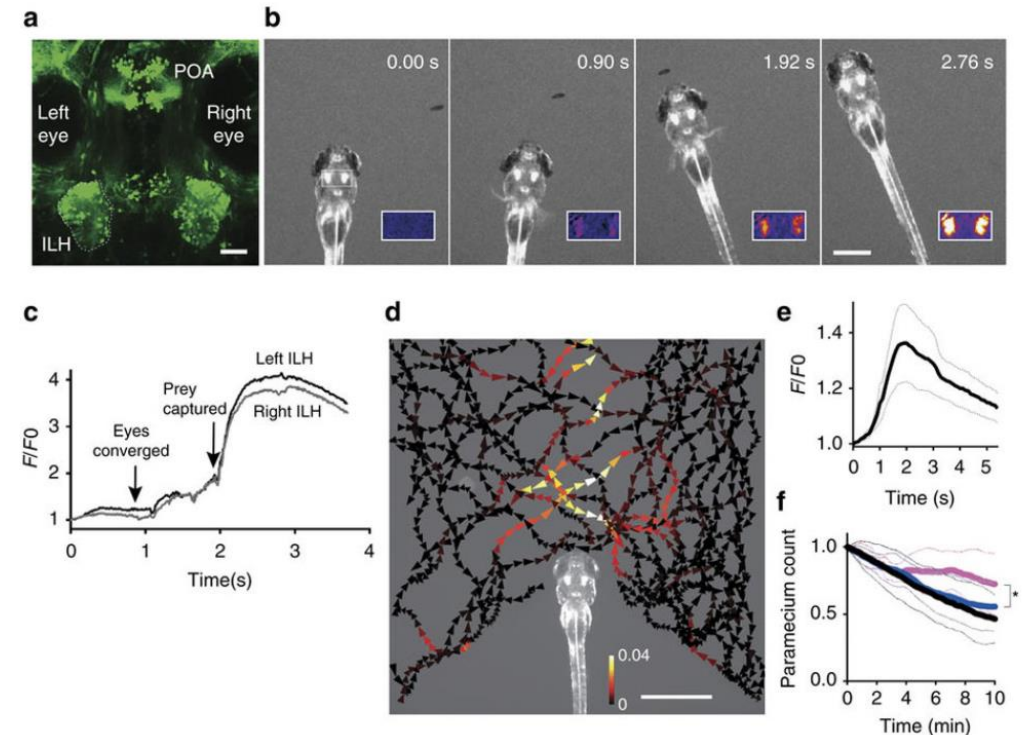
[Nat Commun. 2017 Apr 20;8:15029. doi: 10.1038/ncomms15029.](https://doi.org/10.1038/ncomms15029)

### Activation of the hypothalamic feeding centre upon visual prey detection.

[Muto A<sup>1</sup>](#), [Lal P<sup>1</sup>](#), [Ailani D<sup>1</sup>](#), [Abe G<sup>1</sup>](#), [Itoh M<sup>1</sup>](#), [Kawakami K<sup>1</sup>](#).

\* Article: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/?term=Activation+of+the+hypothalamic+feeding+centre+upon+visual+prey+detection>

- 먹을 걸 보기만 해도 먹고 싶은 충동이 생기는 것은 눈으로 본 정보를 식욕으로 전환하는 뇌속의 신경회로가 작동하기 때문이라는 연구결과가 나왔다
- 식욕충동이 본능적인 것 인지, 아니면 후천적인 경험 때문인지는 규명되지 않았었다. 아기가 손에 잡히는 건 뭐든 입으로 가져가는 행동이나 다이어트에 좀처럼 성공하지 못하는 이유도 이런 신경회로가 원인일 가능성이 있는 것으로 보인다
- 일본 국립유전학연구소의 무토 아키라 조교 팀은 열대어의 일종인 제브라피시 치어를 이용한 실험에서 이런 사실을 확인했다는 논문을 최근 영국 과학지 네이처 커뮤니케이션스에 발표했다고 마이니치(毎日)신문이 전했다
- 연구팀은 특정 신경회로가 흥분하면 빛을 내도록 제브라피시의 유전자를 조작했다. 이렇게 조작한 제브라피시 치어에게 먹이인 짙은벌레를 가까이 갖다 대자 흥분해서 빛을 내는 뇌 속의 신경회로가 새로 발견됐다



<Activity in the inferior lobe of the hypothalamus in the presence of prey>

# 01. 국내외 뇌 연구 학술 동향

## 2. 식욕충동 생기는 이유는? 시각정보→식욕전환 '뇌신경회로' 때문 (계속)

- 이 회로는 시각을 관장하는 부분에서부터 식욕을 통제하는 부분으로 이어져 있었다. 가짜 짚신벌레를 영상으로 보여줘도 빛을 내는 것으로 확인됐다. 유전자 조작으로 이 신경회로가 작동하지 않도록 하자 치어는 짚신벌레에 흥미를 보이지 않았으며 아무것도 먹고 싶어 하지 않았다. 연구팀은 이를 토대로 식욕충동에는 경험이 아니라 신경회로가 작동하는 것으로 해석했다.
- 연구팀의 가와카미 고이치 교수는 "식욕 제어나 섭식장애 치료법 개발로 이어질 가능성이 있다"고 말했다



# 01. 국내외 뇌 연구 학술 동향

## 3. 미주신경 절제하면 파킨슨병 40% 줄어 스웨덴 연구팀, 내장의 중요성 또 밝혀, 출처 : e-헬스통신

Neurology. 2017 Apr 26. pii: 10.1212/WNL.0000000000003961. doi: 10.1212/WNL.0000000000003961. [Epub ahead of print]

### Vagotomy and Parkinson disease: A Swedish register-based matched-cohort study.

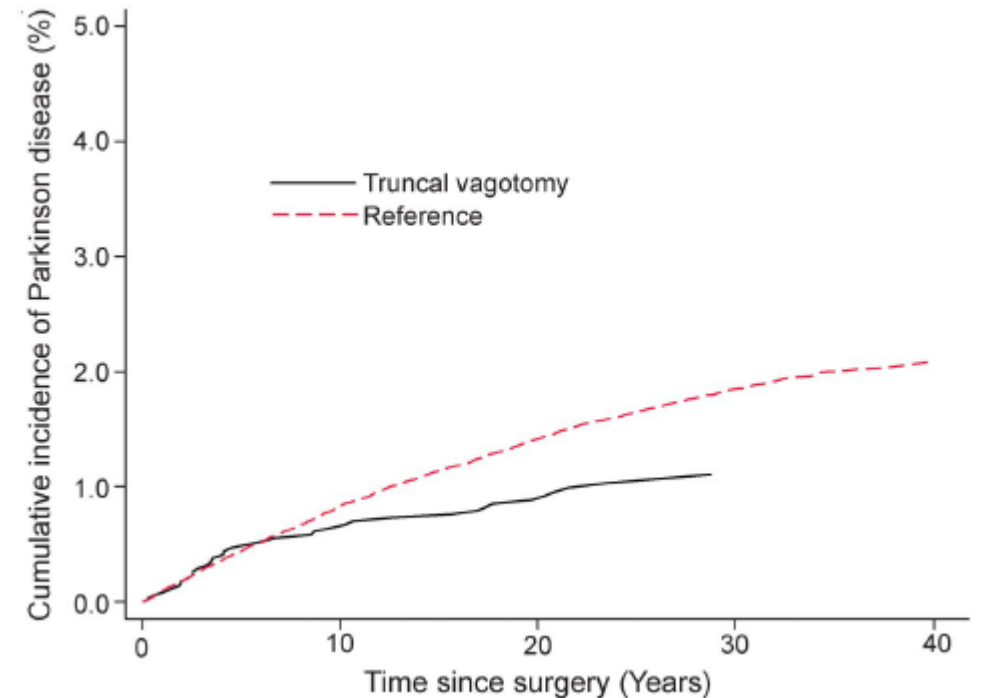
Liu B<sup>1</sup>, Fang F<sup>2</sup>, Pedersen NL<sup>2</sup>, Tillander A<sup>2</sup>, Ludvigsson JF<sup>2</sup>, Ekbom A<sup>2</sup>, Svenningsson P<sup>2</sup>, Chen H<sup>2</sup>, Wirdefeldt K<sup>2</sup>.

\* Article: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28446653>

- 최근 장내 미생물의 역할이 지금까지 알려진 것 보다 훨씬 더 중요하다는 연구가 잇따라 나오고 있다
- 사람의 창자에 있는 장내 미생물이 파킨슨병(Parkinson's disease)이나 자폐증 같은 인지 관련 질병은 물론이고, 뇌질환에도 깊은 관계가 있다는 것을 암시하는 연구들이 계속 나오고 있다
- 이런 가운데 파킨슨병이 아마도 내장에서 시작해서 미주신경(迷走神經 **vagus nerve**)를 거쳐 뇌로 퍼지는 것인지는 모른다는 연구결과가 또 나왔다
- 미국 신경학아카데미(American Academy of Neurology)의 의학저널인 뉴로로지(Neurology®) 26일 온라인에 실린 논문에서 과학자들은 이같이 주장했다

#### 미주신경 절제수술이 파킨슨병 발병 줄여

- 미주신경은 뇌간에서 시작해서 복부로 이어지는 신경으로, 심장박동수나 음식소화 같이 무의식적인 신체 움직임을 통제하는 역할을 한다



Cumulative incidence of PD among truncal vagotomized patients and their matched reference individuals

# 01. 국내외 뇌 연구 학술 동향

## 3. 미주신경 절제하면 파킨슨병 40% 줄어 (계속)

- 이번 연구는 미주신경의 줄기를 제거하거나, 가지를 제거하는 수술인 바고토미(vagotomy) 수술을 받은 환자와 그렇지 않은 환자를 비교하는 방식으로 진행됐다. 병원에서는 궤양을 가진 사람을 대상으로 '미주신경 절제수술'인 바고토미 수술을 한다
- 연구원들은 스웨덴의 국가자료를 이용해서 1970년부터 2010년까지 40년 동안 바고토미 수술을 받은 9,430명과 이 숫자의 40배인 수술을 받지 않은 일반인 377,200명과 비교했다. 이 기간 동안 바고토미 수술을 받은 사람의 1.07%인 101명이 파킨슨병을 앓았다
- 이에 비해 바고토미 수술을 받지 않은 377,200명 중에서는 1.28%인 4,829명이 파킨슨병에 걸렸다. 미주신경 절제수술을 받은 사람이 파킨슨병에 덜 걸리기는 하지만, 불과 0.21%의 차이에 큰 의미를 두기는 어렵다
- 그러나 연구원들이 바고토미 수술을 두 종류로 나눠 조사한 결과는 달랐다. 바고토미 수술은 미주신경의 줄기를 절제하는 '줄기 바고토미'와 미주신경의 가지만 일부 절제하는 '가지 바고토미'로 나눈다. 최소한 5년 전에 줄기 바고토미 수술을 받은 사람은 적어도 5년 전에 수술을 받지 않은 사람보다 파킨슨병으로 발전하는 비율이 적었다
- 미주신경의 주요 부분을 절단하는 줄기 바고토미 수술에서는 신경줄기가 완전히 제거된다. 이에 비해서 선택적인 가지 바고토미 수술에서는 신경세포의 일부 가지만 절제된다
- 최소한 5년 전에 줄기 바고토미 수술을 받은 사람 중 19명은 파킨슨병으로 발전했는데 이는 0.78%에 해당한다. 이에 비해 최소한 5년 전에 이 수술을 받지 않은 사람의 3,932명 다시 말해 1.15%는 파킨슨병이 발병했다
- 또한 최소한 5년 전에 제한적인 '가지 바고토미' 수술을 받은 사람 중 60명이 파킨슨병으로 발전했는데 이는 1.08%에 해당하는 수치이다
- 미주신경을 절제했더니 파킨슨병의 발병이 눈에 띄게 줄었다. 이것은 미주신경을 통해서 파킨슨병이 전달되는 것임을 보여주는 증거이다

# 01. 국내외 뇌 연구 학술 동향

## 3. 미주신경 절제하면 파킨슨병 40% 줄어 (계속)

- 연구원들은 폐기종이나 기관지염 등 고질적인 폐질환을 가진 사람이나 당뇨병, 관절염 같은 다른 부정적인 영향을 미치는 요소를 감안해서 조정했다. 그 결과 최소한 5년 전 줄기 바고토미 수술을 받은 사람은 그렇지 않은 사람보다 40% 정도 적게 파킨슨병이 발병한다는 것을 발견했다고 연구팀은 보도자료에서 발표했다
- 연구팀은 바고토미 수술을 받은 날짜와 파킨슨병을 확인한 날짜를 비롯해서 사망일 및 스웨덴 밖으로의 이민 등의 자료를 조사했다
- 이같은 결과는 파킨슨병이 아마도 사람의 내장에서 시작할지 모른다는 초기 증거를 제공한다고 논문저자인 스웨덴 스톡홀름 카롤린스크 연구소의 이학석사인 보징 리우(Bojing Liu)는 말했다
- 리우는 이어 “파킨슨병을 가진 사람들은 보통 변비 같은 위장의 문제를 가지고 있는데, 변비는 파킨슨병이 발병하기 수 십 년 전에 먼저 시작되곤 한다. 게다가 다른 연구들도 파킨슨병과 장내 미생물 사이의 연관성을 발표하고 있다”고 말했다
- 리우는 파킨슨병에 영향을 미치는 흡연이나 커피 또는 유전적인 요소는 모두 감안하지 못했다고 말했다

### 장내 미생물과 인지장애 관련성 잇따라 드러나

- 이번 연구와는 별도로, 사람의 인지장애와 발달장애가 사람의 장내 박테리아와 관련이 있다는 연구결과 발표는 점점 더 늘어나고 있다. 자폐증을 가진 어린이와 자폐증이 없는 어린이의 미생물 군집이 다르다는 연구도 나와 있다

# 01. 국내외 뇌 연구 학술 동향

## 4. 우울증 개선 새 화합물 밝혀져 출처 : 의학신문, neurosciencenews.com

Mol Psychiatry. 2017 Apr 25. doi: 10.1038/mp.2017.87. [Epub ahead of print]

### A novel 5HT3 receptor-IGF1 mechanism distinct from SSRI-induced antidepressant effects.

Kondo M<sup>1</sup>, Koyama Y<sup>1</sup>, Nakamura Y<sup>1</sup>, Shimada S<sup>1</sup>.

\* Article: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/?term=A+novel+5HT3+receptor%E2%80%93IGF1+mechanism+distinct+from+SSRI-induced+antidepressant+effects>

#### 日 연구팀, 난치성 환자 치료제 개발 기대

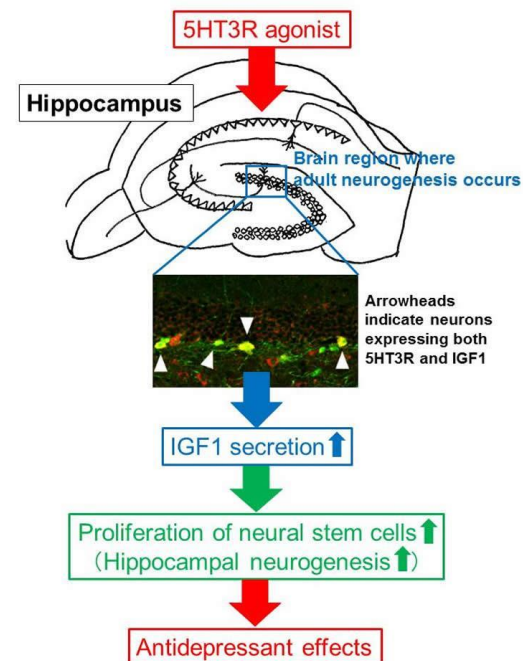
➤우울증을 개선시키는 새로운 화합물이 밝혀졌다

➤일본 오사카대 연구팀은 신경세포를 신생·증가시키는 작용을 하는 화합물을 밝히는 데 성공하고, 새로운 치료제 개발로 이어질 가능성이 있는 연구성과로 주목하고 있다고 발표했다

➤우울증을 개선하기 위해서는 기억을 담당하는 뇌의 해마에서 신경세포가 새롭게 생성되는 것이 중요한 것으로 알려져 있다. 연구팀은 아직 실험용이지만 기존약물이 효과를 보이지 않는 난치성 환자의 치료제가 될 것으로 기대하고 있다고 밝혔다

➤연구팀은 쥐의 해마를 조사해 감정의 움직임 등에 관여하는 뇌내 신경전달물질 '세로토닌'의 자극을 받는 여러 수용체 가운데 '세로토닌3형 수용체'를 가진 신경세포로부터 신경세포의 신생을 촉진하는 '인슐린 유사 성장인자1'(IGF1)이라는 물질이 분비되는 사실을 발견했다

➤이 수용체에 작용하는 화합물을 쥐에 투여하자, IGF1의 분비와 신경세포의 신생이 촉진되고 우울증이 개선된 것으로 확인됐다



☞ Related news : <http://neurosciencenews.com/ssris-action-pharmacology-6507/>



# 01. 국내외 뇌 연구 학술 동향

## 5. 뇌 노화 분석으로 조기 사망 위험 진단 가능 출처: e-헬스통신

Mol Psychiatry. 2017 Apr 25. doi: 10.1038/mp.2017.62. [Epub ahead of print]

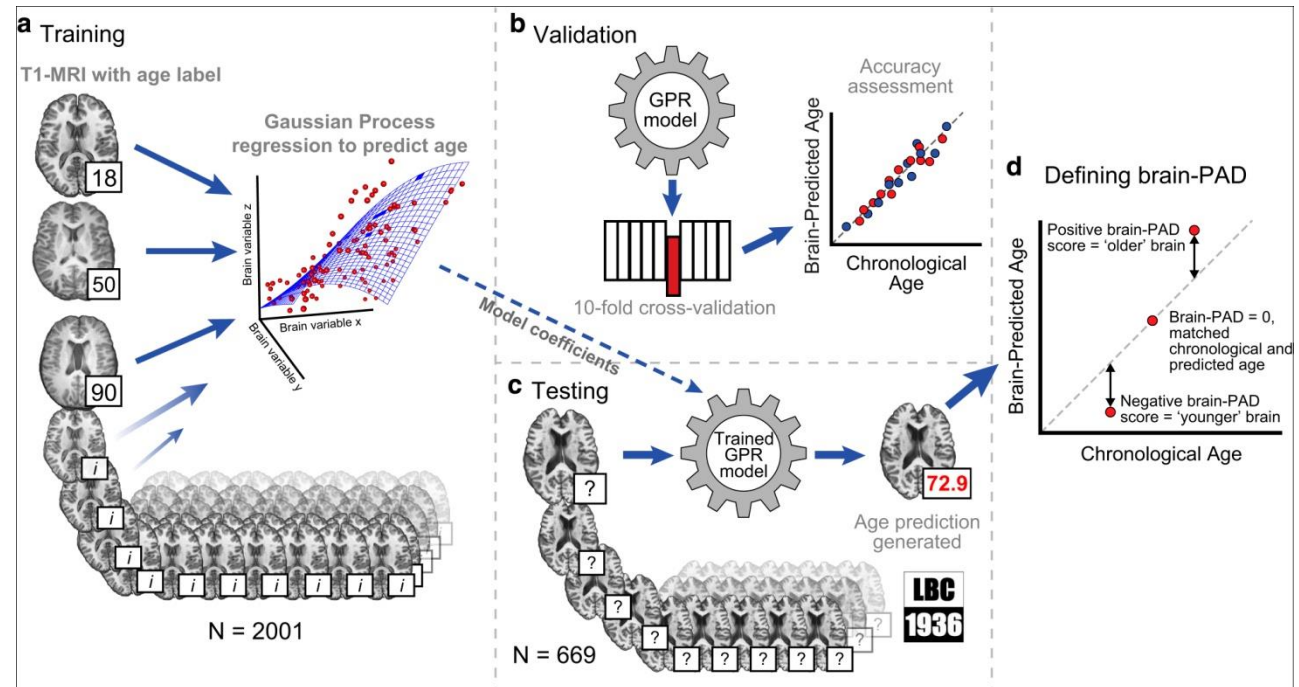
### Brain age predicts mortality.

Cole JH<sup>1</sup>, Ritchie SJ<sup>2,3</sup>, Bastin ME<sup>2,4</sup>, Valdés Hernández MC<sup>2,4</sup>, Muñoz Maniega S<sup>2,4</sup>, Royle N<sup>2,4</sup>, Corley J<sup>2,3</sup>, Pattie A<sup>2,3</sup>, Harris SE<sup>2,5</sup>, Zhang Q<sup>6</sup>, Wray NR<sup>6,7</sup>, Redmond P<sup>3</sup>, Marioni RE<sup>2,5,7</sup>, Starr JM<sup>2</sup>, Cox SR<sup>2,3</sup>, Wardlaw JM<sup>2,4</sup>, Sharp DJ<sup>1</sup>, Deary IJ<sup>2,3</sup>.

\* Article: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28439103>

#### "뇌 나이와 실제 나이 차 클수록 위험 커"

- 뇌의 노화 상태를 분석함으로써 최대 7년까지의 조기 사망 위험을 사전 경고할 수 있다고 영국 과학자들이 밝혔다
- 26일 영국 일간 더타임스와 가디언 등의 보도에 따르면 임페리얼 칼리지 런던 연구진은 의사들이 컴퓨터를 이용해 '뇌의 나이'를 산정해냄으로써 조기 사망 위험성을 사전에 경고할 수 있게 됐다고 밝혔다
- MRI(자기공명영상) 스캔 장치를 이용해 실제 나이와 뇌의 나이를 비교함으로써 노화 진전에 따라 건강상의 위험이 증가하는 정도를 파악할 수 있다는 연구 결과이다
- 신경과학자들로 이뤄진 연구진은 MRI 스캔을 인공지능(AI) 기반의 기계학습알고리즘(machine learning algorithms)과 결합해 컴퓨터가 뇌 세포 용적에 따라 뇌의 나이를 산정하도록 훈련했다



<Overview of study methods>

# 01. 국내외 뇌 연구 학술 동향

## 5. 뇌 노화 분석으로 조기 사망 위험 진단 가능 (계속)

- 이들은 영국 스코틀랜드 지역 73세 노인들을 대상으로 실험한 결과 컴퓨터 추산 나이와 실제 나이 차가 클수록 정신적, 신체적 건강이 악화할 위험이 크고 80세 이전에 사망할 위험도 크다는 점을 밝혀냈다
- 또 실제 나이보다 노화된 뇌를 가진 사람들은 손의 악력과 폐활량 및 걷는 속도 등도 약하거나 느린 것으로 나타났다
- 이러한 기술을 활용하면 의사들은 체질량지수(BMI)와 유사한 방식으로 환자의 뇌가 건강 연령 상태인지, 또는 수준 이하인지를 알려줌으로써 생활습관 변경이나 치료 등을 권고할 수 있다고 신문은 전했다
- 연구를 이끈 제임스 콜 연구원은 "장기적으로 검사의 정확도를 높이면 효과가 지대할 것"이라면서 사람들은 뇌뿐 아니라 장기별 나이를 파악할 수 있게 될 것이라고 지적했다. 예를 들어 흡연자들은 비흡연자들보다 20년이나 '더 늙은' 폐를 갖고 있다는 것 등이다
- 그는 이번 연구 결과 80세 이전 사망 남성의 경우 뇌 나이와 실제 나이 간에 평균 8년의 차이가 있었으며 여성은 2년으로 나타났다고 덧붙였다
- 그는 뇌가 실제 나이보다 늙어 보인다면 '무언가 나쁜 일이 벌어졌거나 벌어지고 있는 것'을 의미한다고 지적했다
- 그는 또 현재로선 검사의 정확도 면에서 5년의 오차가 존재한다면서 향후 정확도 향상을 과제로 지적했다. 또 아직은 비싼 MRI 검사 비용도 문제점으로 지적했다
- 에든버러대 연구진도 함께 참여한 이번 연구 결과는 '분자 정신과학' 저널에 게재됐다

# 01. 국내외 뇌 연구 학술 동향

## 6. 손이 없어도 다른 부위로 손을 대신할 수 있는 이유 출처 : 동아사이언스

Curr Biol. 2017 Apr 19. pii: S0960-9822(17)30352-4. doi: 10.1016/j.cub.2017.03.053. [Epub ahead of print]

### **Representation of Multiple Body Parts in the Missing-Hand Territory of Congenital One-Handers.**

Hahamy A<sup>1</sup>, Macdonald SN<sup>2</sup>, van den Heiligenberg F<sup>3</sup>, Kieliba P<sup>3</sup>, Emir U<sup>3</sup>, Malach R<sup>1</sup>, Johansen-Berg H<sup>3</sup>, Brugger P<sup>4</sup>, Culham JC<sup>5</sup>, Makin TR<sup>6</sup>.

\* Article : <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/?term=Representation+of+Multiple+Body+Parts+in+the+Missing-Hand+Territory+of+Congenital+One-Handers>

신체장애인이 발로 병뚜껑 딸때 '손 담당' 알려진 뇌 영역 활성화

“뇌 영역, 각 신체부위와 연결 아닌 '개별 기능'과 연결된 것일 수도”

➤ 뇌의 특정 영역이 손 등 특정 신체 부위와 각각 긴밀하게 연결돼 있다는 통념을 뒤집는 연구 결과가 나왔다. 뇌의 세부 영역은 신체 부위 자체가 아니라 해당 부위의 '기능'과 연결돼 있다는 얘기다. 오토타케 히로타다(乙武洋匡)나 닉 부이치치처럼 선천적으로 신체 일부가 없는 사람이 다른 부위로 그 역할을 대신할 수 있는 이유다

➤ 타마 마킨 영국 런던대(UCL) 연구원 팀은 한쪽 손 없이 태어난 신체장애인 17명의 뇌를 기능성자기공명영상(fMRI)으로 촬영했다. 한쪽 손이 없는 사람은 병뚜껑을 따거나 돈을 셀 때 팔이나 발, 입 등 여러 다른 신체 부위를 사용한다. 연구진은 이때 뇌의 어느 부위가 활성화되는지 관찰했다

➤ 조사 결과 신체장애인이 손을 사용할 수 없음에도 뇌에서는 그간 '손을 담당하는 부위'로 알려진 영역이 활성화됐다. 뇌의 각 영역이 특정 신체 부위와 긴밀하게 연결돼 있다는 기존 이론으로는 설명하기 힘든 결과다. 연구진은 뇌의 세부 영역이 신체 부위가 아닌 '개별 기능'과 연결된 것일 수 있다고 조심스럽게 결론지었다

➤ 연구진은 손이 없는 사람의 뇌가 다른 부위로 손의 기능을 대체할 수 있도록 적응한 것으로 보았다. 뇌가 외부 자극이나 학습에 의해 스스로 변화하는 가소성 덕분이다. 다만 성인에게선 이런 변화가 제한적으로만 나타났다

➤ 마킨 연구원은 “이번 연구가 맞다면 우리는 상당히 오랫동안 뇌를 잘못 이해하고 있었던 것”이라며 “의수를 이용한 교육 등 신체장애인 정책을 세우는 데 중요한 발견”이라고 말했다. 이 연구 결과는 학술지 '커런트 바이올로지' 20일자 온라인판에 실렸다

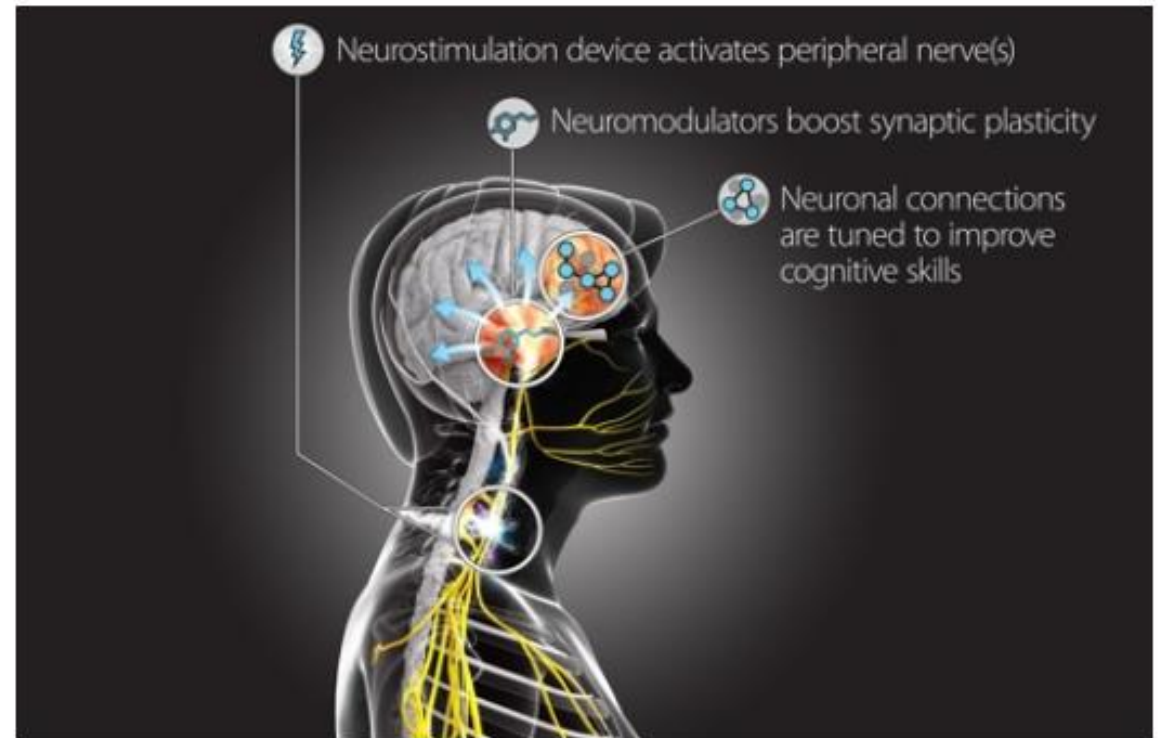
## 02. 과학 기술 정책 및 산업 동향

### 1. 귀 뒤에 전기자극 줘 외국어 빨리 익히는 날 언제 올까? 출처 : 연합뉴스

\*Reated news: <http://www.dailymail.co.uk/sciencetech/article-4449534/DARPA-want-hack-brains-create-superhuman-abilities.html>

美 국방부, 신경자극 학습능력 향상기술 개발에 570억원

- 언젠가는 귀 뒤에 붙인 작은 전극에 전기자극을 주는 방법으로 외국어를 더 빨리 배울 날이 올지도 모른다
- 30일 의학 매체 스타트뉴스 등에 따르면, 미국 국방고등연구계획국(DARPA)은 새로운 것을 학습하는 능력을 향상시킬 기술의 연구 개발을 위해 미국 8개 대학 과학자팀들에 일단 최소 5천만 달러(약 570억 원)를 지원하는 사업을 발표했다
- 국방부 산하 연구기관인 DARPA의 다양한 연구 개발 사업에서 직접 또는 그 결과가 촉매가 돼 나온 기술은 무수히 많다
- 구글 자율주행 자동차나 아이폰의 음성 비서 '시리', 팔을 잃은 사람에게 필요한 생체로봇팔 등도 그중의 하나다
- DARPA는 '신경가소성훈련' 프로그램의 일환으로 하는 이번 사업을 통해 장병이나 정보요원의 외국어 등 각종 학습능력을 30% 향상시키길 기대하고 있다
- 연구 지원에 선정된 팀들은 미주신경(迷走神經)에 관심을 쏟고 있다



말초신경 자극이 인지기능을 향상시키는 과정을 설명하는 그림

신경자극 장치로 말초신경을 활성화 → 신경조절물질이 신경세포의 시냅스 가소성(可塑性)을 향상 → 신경망이 인지적 기술을 향상하도록 조정됨. [미국 국방고등연구계획국(DARPA) 홈페이지에서 캡처]

## 02. 과학 기술 정책 및 산업 동향

### 1. 귀 뒤에 전기자극 쥐 외국어 빨리 익히는 날 언제 올까? (계속)

- 이는 숨뇌에서 나오는 제10 신경으로 여러 개의 가지로 나뉘면서 심장, 인두, 성대, 내장기관까지 뻗어 나가는 신경이다
- 부교감신경, 감각 및 운동 신경의 역할을 하며 호흡, 심장박동, 소화기능의 규제 등 다양한 기능을 한다
- 미주신경에 전기자극을 주어 우울증이나 간질 등을 치료하는 방법은 이미 사용되고 있다
- 현존하는 것들은 병원 등에서 숙달된 전문가가 사용하거나 수술을 통해 심고 제거해야 하는 이식용 장비와 기술이다
- 그러나 **DARPA가 원하는 것은 미주신경이 피부표면과 가장 가까이 지나가는 귀나 목 뒷부위에 간단하게 작은 전극을 붙여 자극하는 휴대용 기술이다**
- 학습력 향상용 기기를 개발하기 위해선 학습 전과 후 그리고 중간 가운데 언제 자극하는 것이 가장 낫고, 어느 지점에 어떤 강도로 자극하는 게 적합한지 파악해야 하고, 미주신경에 연결된 다른 신체 부위를 손상하지 않는지 등을 알아내야 한다
- 이미 과학자들은 실험용 생쥐와 큰쥐, 돼지 등을 대상으로 실험을 시작했으며 일부 팀은 인체 대상 임상시험을 몇 달 내에 시행할 예정이다
- **DARPA는 군인 같은 '건강한 성인'의 학습능력 향상이 목표지만 과학자들은 관련 연구와 기술이 아동의 학습장애나 성인의 기억장애 등 의료용으로도 활용될 수 있을 것으로 보고 있다**
- 이 같은 연구와 기술 개발에 따른 위험도 있다. 오히려 학습능력을 저하하거나 뇌 등 다른 부위에 위험을 초래하거나, 누가 어떤 사람에게 어떤 목적으로 이를 적용하느냐는 등의 윤리적 문제도 제기될 수 있다
- DARPA는 윤리 문제 등을 다룰 워크숍도 조만간 열 것이라고 밝혔다





감사합니다