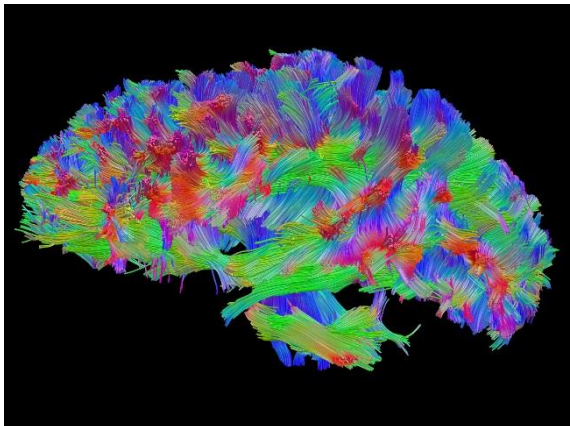


# 주간 뇌 연구 동향

2016-06-03



한국뇌연구원  
뇌연구정책센터

# 01. 국내외 뇌 연구 학술 동향

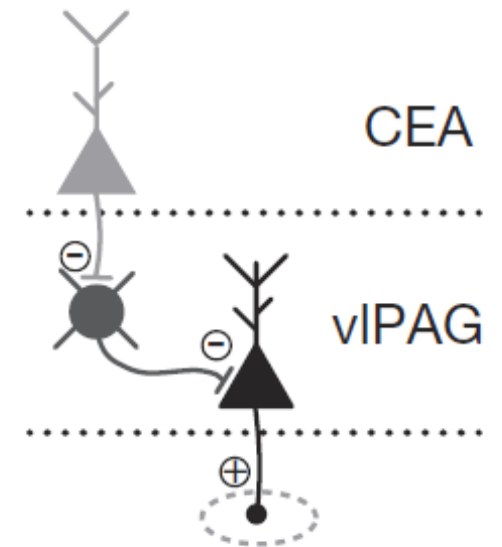
## 1. 방어 행동을 조절하는 중뇌 회로 규명

### Midbrain circuits for defensive behaviour

Philip Tovote<sup>1\*</sup>, Maria Soledad Esposito<sup>1,2\*</sup>, Paolo Botta<sup>1†</sup>, Fabrice Chaudun<sup>3</sup>, Jonathan P. Fadok<sup>1</sup>, Milica Markovic<sup>1</sup>, Steffen B. E. Wolff<sup>1†</sup>, Charu Ramakrishnan<sup>4</sup>, Lief Fenno<sup>4</sup>, Karl Deisseroth<sup>4</sup>, Cyril Herry<sup>3</sup>, Silvia Arber<sup>1,2</sup> & Andreas Lüthi<sup>1</sup>

**Nature**  
Published online 01 June 2016

- 위협적인 상황에서 생존은 적절한 능동적 또는 수동적 방어 반응에 대한 재빠른 선택과 실행에 달려있지만, 아직 뇌 회로가 어떻게 다양한 형태의 방어 행동을 하게하는지에 대한 이해는 분명하지 않음
- 스위스 프리드리히 미셔 생의학연구소 Philip tovote 박사와 Andreas Lüthi 박사 연구팀은 연수(medulla)에 있는 거대 세포핵(magnocellular nucleus, Mc)에서 특정 방어 행동에 대한 중뇌 수도 주위 회색질(periaqueductal grey, PAG) 회로를 정의하기 위해 광유전학 기반 생체 내/생체 외 전기생리학적 및 신경해부학적 추적방법을 이용함. 연구팀은 연수 거대세포핵에서 전운동 영역(pre-motor target)으로 전달되는 복외측 PAG(ventrolateral PAG, vIPAG) 출력신호의 탈억제(disinhibition)를 통해 freezing(경직 반응)을 일으키는 편도체 중심핵(central nucleus of the amygdala, CEA)부터 vIPAG 사이의 억제경로를 규명함. 또한, 연구팀은 회피 행동(flight)을 매개하는 장거리 및 근거리 회로에 대한 해부학적/기능적 상호작용의 증거를 제공함. 이러한 연구결과는 물고기, 설치류 및 영장류 등 많은 종에서 진화적으로 보존되어 나타나는 방어 행동인 freezing 행동의 기초가 되는 신경회로를 정의함. 인간에서 이러한 '생존 회로(survival circuit)'의 조절장애는 불안 관련 장애와 연관이 있음



**Schematic model of a disinhibitory pathway from CEA to vIPAG**

# 01. 국내외 뇌 연구 학술 동향

## 1. 방어 행동을 조절하는 중뇌 회로 규명 (계속)

### GABAergic vIPAG neurons control freezing.

a, Single-unit recordings in the vIPAG of freely moving wild-type mice.

b, Example of a recording site (triangle; scale bar, 200  $\mu$ m).

c, vIPAG neuronal populations showing increased or decreased activity during freezing (n = 8 mice; bin size, 10 ms).

d, Optical identification of GAD2+ single units in the vIPAG.

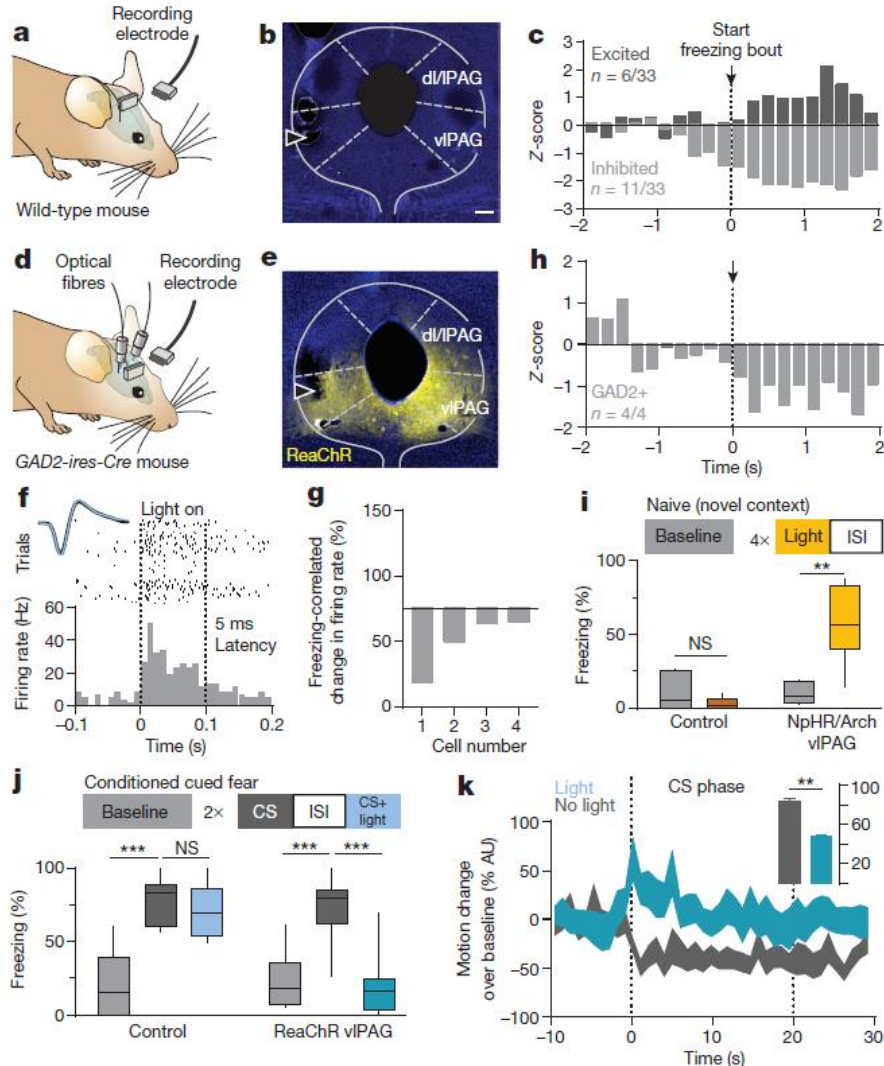
e, Example of ChR2 expression and recording site (triangle; scale bar, 200  $\mu$ m).

f, Identified GAD2+ neuron activated by light with short latency (5 ms; bin size, 10 ms).  
Inset: mean spontaneous and light-evoked spike waveform.

g, h, GAD2+ neurons exhibited reduced firing rates during freezing (four cells from three mice).

i, Optical inhibition of GAD2+ neurons induced freezing in naive mice (n = 6 per group, two-tailed paired Student's t-test).

j, k, Optical activation of GAD2+ neurons impaired CS-evoked freezing (n = 12 per group, two-tailed Friedman test,  $P < 0.0001$ , Dunn's multiple comparison test), and shifted CS-induced fear responses towards active behaviour (n = 12 per group, two-tailed paired Student's t-test).



# 01. 국내외 뇌 연구 학술 동향

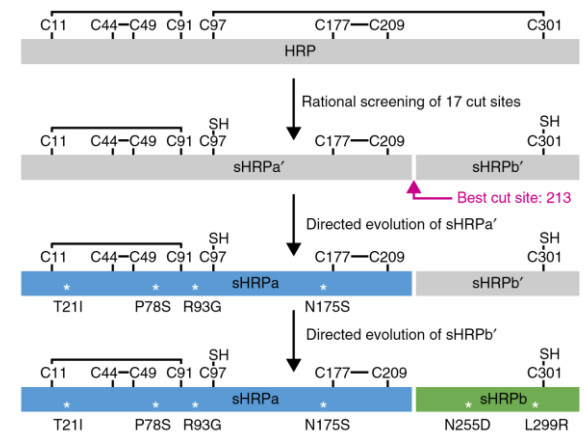
## 2. HRP를 활용한 세포 내 단백질 상호작용 및 시냅스 시각화

A split horseradish peroxidase for the detection of intercellular protein–protein interactions and sensitive visualization of synapses

Jeffrey D Martell<sup>1</sup>, Masahito Yamagata<sup>2</sup>, Thomas J Deerinck<sup>3</sup>, Sébastien Phan<sup>3</sup>, Carolyn G Kwa<sup>1</sup>, Mark H Ellisman<sup>3–5</sup>, Joshua R Sanes<sup>2</sup> & Alice Y Ting<sup>1</sup>

**Nature Biotechnology**  
published online 30 May 2016

- 세포 증식, 면역 반응, 감염 및 시냅스간 전송 등 다양한 생물학적 과정들은 세포 내 단백질-단백질 상호작용(protein protein interactions, PPIs)을 통해 일어나게 됨. 하지만, 이러한 단백질 상호작용들을 시각화하는 것은 기존 기술들의 불충분한 감도와 특이성 때문에 도전과제임
- 미국 하버드대 Joshua R Sanes 박사와 MIT Alice Y Ting 박사 연구팀은 세포 내 PPIs를 시각화하기 위해 높은 감도와 특이성을 갖는 분할 양고추냉이 과산화 효소(split horseradish peroxidase, sHRP) 활용 방법을 보고함. HRP내 17곳의 절단지점 스크리닝과 유전자 진화기술(directed evolution)을 이용하여 제작된 2개의 sHRP 단편들은 단백질간 상호작용이 유도될 때 밝은 형광 또는 전자현미경상에서 명암대비를 만들어 내면서 활성화 형태로 재구성됨. 연구팀은 시냅스 틈새(synaptic cleft)에서 서로 결합하는 neurexin (NRX)과 neuroligin (NLG) 단백질에 sHRP 단편을 융합하여, 쥐 시각계에서 두 가지 유형의 시냅스를 포함하는 신경세포들 사이에서 높은 감도의 시냅스 시각화를 가능하게 함. 이러한 연구결과는 sHRP가 다양한 세포 유형간 통신 기작을 연구하는데 널리 적용될 수 있음을 보여줌

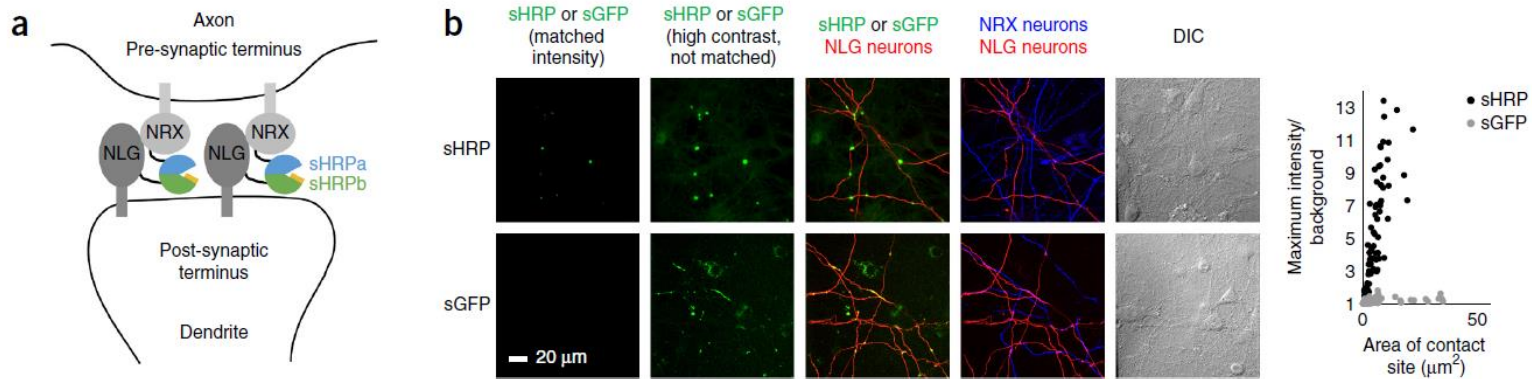


**Overview of sHRP protein engineering**



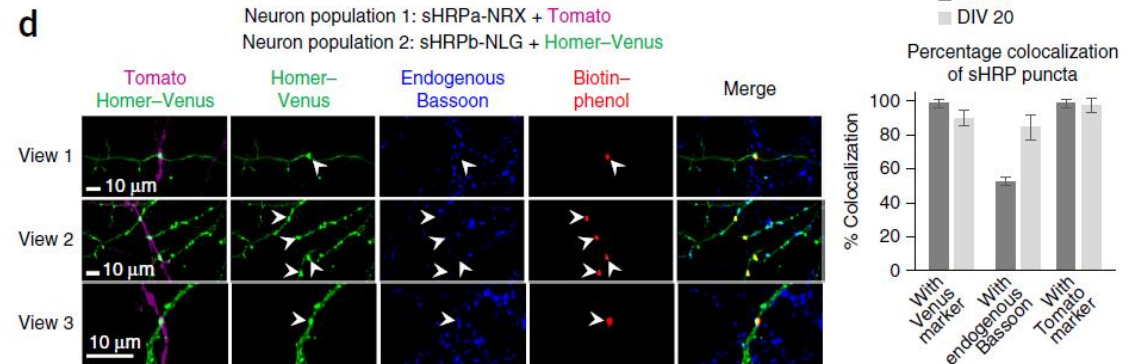
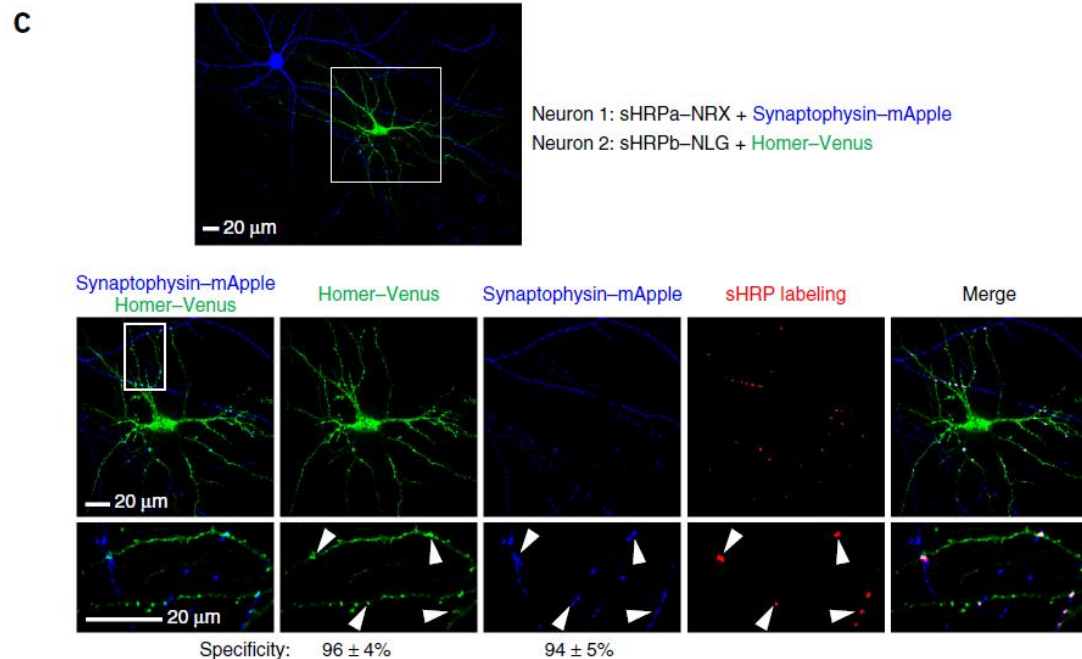
# 01. 국내외 뇌 연구 학술 동향

## 2. HRP를 활용한 세포 내 단백질 상호작용 및 시냅스 시각화 (계속)



### Synapse detection in cultured neurons using sHRP

- Scheme for reconstitution of sHRP by the transsynaptic NRX–NLG interaction in the neuronal synaptic cleft. sHRP constructs are expressed under the synapsin promoter to minimize overexpression artifacts



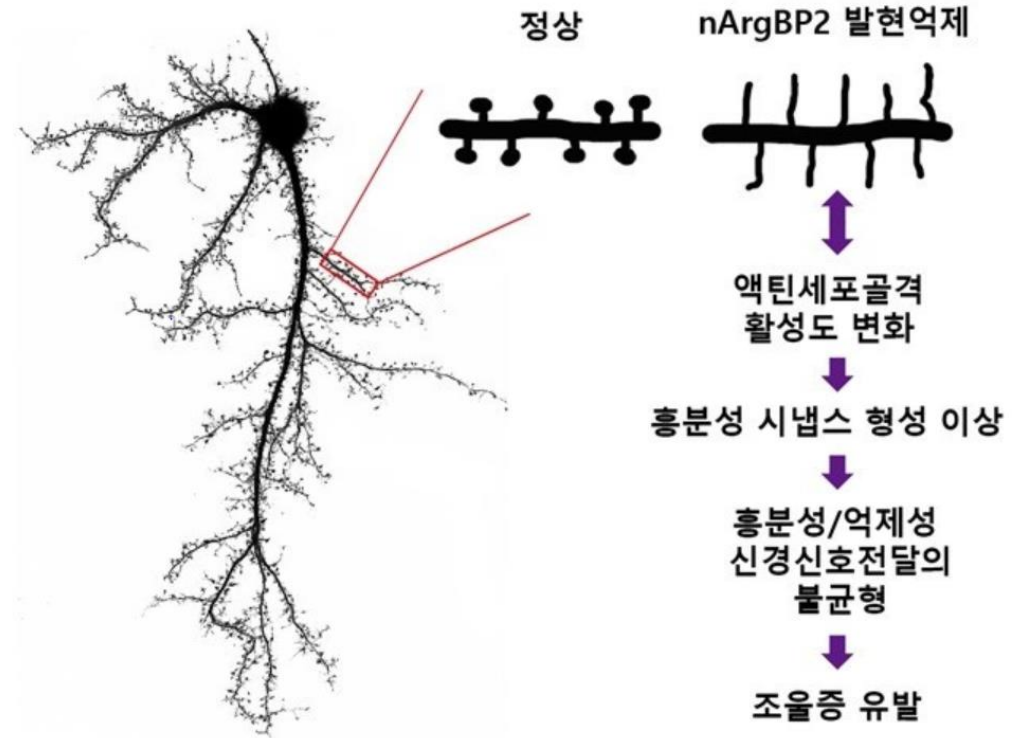
# 01. 국내외 뇌 연구 학술 동향

## 3. 국내 연구진, 조울증 유발 단백질 핵심 메커니즘 규명 출처 : 대덕넷

장성호 교수팀, 단백질 nArgBP2의 흥분성 시냅스 형성 영향 밝혀내

신경정신질환에 새로운 치료법 개발 실마리 제시

- 국내 연구진이 대뇌신경계 신경세포의 조울증 유발과 관련한 중심 단백질의 핵심 역할을 규명했다
- 한국연구재단(이사장 정민근)은 장성호 교수팀(서울대학교)이 신경정신질환에 중요한 영향을 미치는 단백질 'nArgBP2'의 이상 발현이 흥분·억제신경전달의 불균형을 유발함으로써 조울증의 원인이 된다는 사실을 알아냈다고 30일 밝혔다
- 조울증은 우울증과 조증 증상이 반복적으로 나타나는 것이 특징인 기분장애(mood disorder)의 일종이다. 주로 감정조절에 이상이 생겨 지적 활동은 물론 일상생활까지 심각한 영향을 미치는 신경정신질환을 의미한다
- 기존에도 시냅스 액틴세포골격 조절 단백질들 중 하나인 'nArgBP2'가 신경계 내 결핍하면 조울증 등 신경정신질환과 유사한 증상을 유발한다는 연구결과가 있었다



신경세포에서 nArgBP2의 작용기작.<사진=한국연구재단 제공>

# 01. 국내외 뇌 연구 학술 동향

## 3. 국내 연구진, 조울증 유발 단백질 핵심 메커니즘 규명 (계속)

- 그러나 이 단백질이 어떠한 메커니즘을 통해 시냅스 액틴세포골격 활성화에 영향을 미치며, 이를 통해 어떻게 조울증 등의 신경정신질환 증상을 유발하는지는 정확히 밝혀지지 않았다
- 그런 가운데 장성호 교수팀은 **nArgBP2의 발현이 선택적으로 흥분성 시냅스 (excitatory synapse) 형성에 이상을 끼쳐 조울증을 유발한다는 것을 발견했다**
- 흥분성 시냅스는 신경세포에 구성된 수상돌기 표면의 수상돌기가시에 형성된다. nArgBP2의 발현이 억제된 신경세포에서는 액틴세포골격의 활성을 비정상적으로 증가시켜, 비정상적인 형태의 수상돌기가시가 형성된다
- 이는 흥분성 시냅스 형성 과정에서 흥분·억제신경전달의 불균형을 유발함으로써 조울증 같은 신경정신질환을 유발시킨다
- 장성호 교수는 "조울증 환자에서 관찰되는 시냅스 기능 이상이 어떻게 발생하는지에 대한 새로운 발견"이라면서 "이 연구를 바탕으로 **nArgBP2가 관련되는 것으로 알려진 강박증, 자폐증 등 뇌질환모형을 구축함으로써 신경정신질환에 대한 새로운 진단법과 치료법을 개발할 것**"이라고 말했다
- 이번 연구는 미래부의 뇌과학원천기술개발사업의 지원을 받았으며, 연구 결과는 다학제 분야의 세계적 학술지 '미국국립과학원회보(PNAS)'에 지난 25일자로 게재됐다

# 01. 국내외 뇌 연구 학술 동향

## 4. '스트레스' 유발 뇌 변화 약물로 치료될 수 있다 출처 : 메디컬투데이

- 만성적인 스트레스가 불안증과 우울증을 유발할 수 있다는 것은 잘 알려져 있는 가운데 3일 **록펠러대학 연구팀**이 'Molecular Psychiatry' 저널에 밝힌 새로운 연구 결과에 의하면 **스트레스로 인해 생기는 구조적 뇌 변화가 불안증과 우울증을 유발**하게 할 수 있는 것으로 나타났다
- 연구결과 실제로 만성 스트레스가 뇌 편도 영역내 변화를 유발할 수 있는 것으로 나타났다
- 이전 연구들에 의하면 스트레스가 기억과 정서를 담당하는 뇌 영역인 해마 영역내 변화를 일으켜 불안증과 우울증을 유발할 수 있는 것으로 나타난 바 있지만 공포와 불안과 연관된 뇌 영역인 편도에 어떤 영향을 미치는지에 대해서는 조사된 연구는 거의 없었다
- 하지만 쥐를 대상으로 한 이번 연구결과 스트레스가 편도 내측 영역내 신경세포 의사소통을 손상시키는 것으로 나타났다
- 그러나 이 같은 결과가 나쁜 소식만은 아니어서 이를 통해 이 같은 과정을 예방할 수 있는 바 실제로 Acetyl-l-carnitine 이 신경가지 위축을 예방하는 것으로 나타났다
- 실제로 연구팀이 21일간 쥐에게 스트레스를 준 후 일부 쥐에서는 스트레스를 주는 것을 끝내기 3일 전 acetyl-l-carnitine 치료를 한 바, 치료를 받지 않은 쥐들에 비해 치료를 받은 쥐들이 편도 내측 영역내 신경가지가 더 많고 치료 받은 쥐들이 연구 종료 시 더 사교적인 것으로 나타났다
- 연구팀은 "acetyl-l-carnitine 이 스트레스에 대한 반응 시 발생하는 일부 해로운 뇌 변화를 예방할 수 있다"라고 밝혔다



# 01. 국내외 뇌 연구 학술 동향

## 5. 뇌 자극해 쥐 기억력 향상 수면부족 상태에서도 기억력 저하되지 않아, 출처 : 의학신문

日 연구팀, 쥐실험 결과 공개

- 뇌를 자극해 쥐의 기억력을 높이는 실험이 성공했다. 일본 이화학연구소 무라야마 마사노리 팀리더를 비롯한 연구팀은 수면부족 상태에서도 대뇌 일부를 주기적으로 자극하면 기억력이 향상되는 것으로 쥐실험을 통해 확인했다고 발표했다
- 수면부족은 기억력 저하를 초래하는 것으로 알려져 왔다. 수면장애로 인한 기억력 저하를 방지하는 치료로 이어지는 연구성과로서 미국 과학잡지 '사이언스' 인터넷판에 발표됐다
- 연구팀은 뇌에 빛을 대면 신경세포가 자극을 받도록 쥐의 유전자를 조작했다. 촉감이 거칠거칠하다는 지각정보를 기억하는 부분의 신경회로를 인위적으로 조작할 수 있었다
- 쥐가 졸려하면 사육상자를 흔들어 깨웠다. 보통 쥐는 기억력이 크게 저하됐지만 빛을 대어 신경회로를 자극한 쥐는 기억력 저하가 급격하지 않았다. 사람에게 활용할 경우에는 자기나 전류에 따라 뇌를 자극하는 장치를 사용할 수 있다고 연구팀은 설명했다

# 01. 국내외 뇌 연구 학술 동향

## 6. 이물질 차단막 혈뇌장벽 약해지면 치매 발생 출처 : 메디칼트리뷴

- 혈뇌장벽(BBB: blood-brain barrier)의 누출 현상은 알츠하이머병 초기신호라는 연구결과가 나왔다
- 혈뇌장벽은 뇌에 외부 물질이 들어오는 것을 차단하고 대사에 필요한 물질을 받아들여 뇌를 보호하는 기능을 담당한다
- 네덜란드 마스트리흐트대학 발터 바케스(Walter H. Backes) 교수는 "혈뇌장벽은 나이가 들수록 쇠약해져 차단벽의 누출이 생기는데 이때 해로운 물질이 뇌조직으로 침투해 알츠하이머병을 유발할 수 있다"고 Radiology에 발표했다
- 교수는 알츠하이머병 초기환자 16명과 건강한 대조군 17명을 대상으로 뇌영상 MRI촬영 결과를 분석해 혈뇌장벽 누설량을 측정한 결과, 치매환자군이 대조군에 비해 누설량이 크게 높은 것으로 나타났다
- 특히 대뇌피질을 구성하는 회백질에서 광범위하게 나타났는데 누설량이 많을수록 인지능력과 기억력 등은 나뉘었다
- 바케스 교수는 "연구결과는 혈뇌장벽 손상이 인지기능 저하 및 치매 등에 대비할 수 있는 병리학적 징후"라고 지적했다

# 01. 국내외 뇌 연구 학술 동향

## 7. "치매 근본원인은 감염일 수도" 출처: 헬스통신

- 알츠하이머 치매의 주범으로 알려진 뇌의 독성단백질 베타 아밀로이드 응집(plaque)은 감염에 대한 뇌의 자연면역 반응이 가져온 결과로 보인다는 새로운 학설이 제기됐다
- 미국 매사추세츠 종합병원 신경퇴행질환연구소 유전학-노화연구실의 로버트 모이어 박사는 베타 아밀로이드 응집은 뇌의 단순한 노폐물이 아니라 뇌에 침입한 박테리아, 바이러스, 곰팡이균 같은 병원균과 싸워서 생긴 잔유물(remnants)이라는 연구결과를 발표했다고 UPI통신과 사이언스 데일리가 26일 보도했다
- 뇌세포 표면에 있는 베타 아밀로이드 단백질은 나이가 들면서 점차 악화되는 혈뇌장벽(blood-brain barrier)을 뚫고 뇌로 들어온 병원균을 감지, 이를 끈끈한 물질로 둘러싸 죽이며 그 잔해가 쌓여 플라크를 형성하면서 신경세포가 손상을 입게 된다고 모이어 박사는 밝혔다
- 뇌에서 가장 먼저 혈뇌장벽이 악화되는 부위는 치매가 시작되는 기억중추인 해마라고 그는 주장했다
- 혈뇌장벽이란 아주 작은 모세혈관으로 이루어진 특수혈관조직으로 혈류에 섞여 있는 해로운 물질이 뇌로 들어가지 못하게 선택적으로 차단하는 뇌의 '검문소'다
- 말하자면 베타 아밀로이드는 뇌세포를 병원균으로부터 보호하는 "천연 항생제"라고 모이어 박사는 설명했다
- 이제 과학자들은 지난 30년 동안 집중적으로 연구해 왔던 베타 아밀로이드 응집 해소 방법에서 눈을 돌려 베타 아밀로이드 응집을 유발한 염증의 경로와 염증에 대한 자연면역 반응 차단을 치매 치료의 표적으로 삼아야 할 것이라고 그는 강조했다

# 01. 국내외 뇌 연구 학술 동향

## 7. "치매 근본원인은 감염일 수도" (계속)

- 그의 연구팀은 이 새로운 학설을 입증하기 위해 베타 아밀로이드를 만드는 능력이 있는 쥐와 그러한 능력이 없는 쥐들의 뇌를 살모넬라균으로 감염시켰다
- 그 결과 베타 아밀로이드를 만들 수 있는 쥐들은 오래 살고 이러한 능력이 없는 쥐들은 죽었다
- 연구팀은 인간 유전자의 40%이상을 가지고 있어 노화연구에 자주 이용되는 실험생물인 꼬마선충(caenorhabditis elegans)과 시험관에서 배양한 인간의 뇌세포에 같은 실험을 했다. 결과는 마찬가지였다
- 모이어 박사는 다음 단계의 연구는 치매 환자의 뇌에서 베타 아밀로이드 응집을 유발한 병원균의 흔적을 찾아내는 것이라면서 만약 박테리아, 바이러스, 곰팡이균, 효모균 같은 것을 찾아낼 수 있다면 이들을 1차적인 공격표적으로 삼아야 할 것이라고 말했다
- 뇌세포 표면에 쌓이는 베타 아밀로이드 단백질 응집과 뇌세포 안에서 발생하는 타우 단백질 엉킴(tangles)은 뇌세포들 사이의 신호가 전달되는 통로를 차단, 뇌세포가 죽으면서 치매를 유발하는 것으로 알려져 있다
- 이 연구결과는 '사이언스 중개의학'(Science Translational Medicine) 최신호에 발표됐다

# 01. 국내외 뇌 연구 학술 동향

## 8. 아스피린, 뇌졸중 재발 최대 80%까지 낮춰 출처 : 메디칼업저버

미니뇌졸중 재발 위험 최소 17%에서 최대 80%까지 ↓

- 아스피린이 일과성허혈발작 즉 미니 뇌졸중 재발 위험을 낮추는데 탁월한 효능을 발휘한다는 연구결과가 나왔다
- 호주 웨스턴오스트레일리아대학 Graeme J Hankey 교수가 Lancet 5월 18일자 온라인판에 게재된 논문을 바탕으로 "대규모 연구결과를 종합적으로 검토한 결과 아스피린이 뇌졸중 재발 위험을 최소 17%에서 최대 80%까지 낮추는 것을 확인했다"고 밝혔다
- 연구팀은 아스피린을 처방받은 경험이 있는 뇌졸중 환자 5만 6000여 명을 대상으로 미니 뇌졸중 예방 효과를 알아본 대규모 연구결과 15개 이상을 종합적으로 분석했다
- 그 결과 아스피린을 복용한 환자에서 2~4주내 일과성 허혈발작후 조기 뇌졸중 재발 위험은 12% 가까이 줄었고(odds ratio [OR] 0·88, 95% CI 0·79·0·97) 사망 위험 역시 5% 이상 감소했다(OR 0·95, 0·91·0·99)
- 아울러 아스피린의 일과성허혈발작 및 허혈성 뇌졸중 예방효과를 장기적으로 분석한 임상시험 10개도 추가적으로 검토했는데, 아스피린이 3년내 거의 모든 뇌졸중 재발 위험을 17% 낮춘 것으로 확인됐다(relative risk [RR] 0·83, 95% CI 0·72·0·96)
- 특히 급성 일과성허혈발작 또는 중등도 허혈성 뇌졸중을 동반한 환자를 대상으로 알아본 아스피린 효능을 추적관찰한 연구에서는 뇌졸중 재발 위험이 최대 80% 가까이 감소했다는 게 Hankey 교수의 부연설명이다
- Hankey 교수는 "이번 연구결과는 미니 뇌졸중 발생 후 즉각적으로 시행되는 치료에 아스피린을 병용적으로 처방할 경우 뇌졸중 재발 위험을 크게 낮출수 있다는 근거를 보여주는 것"이라고 설명했다



# 01. 국내외 뇌 연구 학술 동향

## 8. 아스피린, 뇌졸중 재발 최대 80%까지 낮춰 (계속)

- 이어 그는 "실제로 미니 뇌졸중 환자 중 치료가 많이 늦어져, 뇌졸중이 재발하는 경우가 많은데, 이번 연구결과를 계기로 아스피린을 즉각적으로 투여하는 치료도 함께 고려될 수 있기를 바란다"고 기대했다
- 한편 미니 뇌졸중이라고 불리는 일과성허혈발작(a transient ischaemic attack, TIA)은 뇌혈관이 아주 좁아져 혈액이 제대로 흐르지 않거나 찢어지거나 뇌혈관을 잠깐 막아서 생긴데, 그 증상이 매우 다양하다
- 세부적으로는 △얼굴과 팔 다리 등 몸의 한쪽이 갑자기 마비되거나 어지러움을 호소하거나 △갑자기 심한 두통을 동반 △생각하는 것을 제대로 표현하지 못하고 △입술과 혀가 굳어져 입을 움직이기 힘들어하고 △다리가 굳어지면서 걷기가 불편해지는 경우가 흔히 발생한다
- 또 미니 뇌졸중을 겪는 사람의 3분의 1 정도에서 5년 이내 뇌졸중이 발생하고, 미니 뇌졸중을 겪은 사람은 그렇지 않은 사람이 비해 뇌졸중 발병 확률이 10배 높고, 치매로 진행될 확률도 2~3배 높은 것으로 알려졌다

## 02. 과학 기술 정책 및 산업 동향

### 1. 미래부, 지능정보사회 도래를 대비한 「뇌과학 발전전략」 수립·발표

출처 : 미래부 보도자료

- '23년까지 뇌연구 신흥강국 도약 기반 마련을 위한 중점 추진과제 제시
- 초고해상도 뇌지도와 뇌질환 지도 등 특화 뇌지도 확보, 차세대 인공지능(AI) 연계기술 및 뇌융합첨단기술등 개발

- 미래창조과학부(장관 최양희, 이하 미래부)는 '2023년까지 뇌연구 신흥강국으로 도약 준비'를 위하여 특화 뇌지도 등 핵심 뇌기술 조기확보와 뇌연구 생태계 확충을 주요내용으로 하는 「뇌과학 발전전략」을 수립, 발표하였다
- 동 발전전략은 '14년 기준 선진국 대비 72%인 기술수준을 '23년까지 90%로 끌어올리고, 특화 뇌기능지도 구축·활용, 세계시장 선점 가능한 제품·서비스 등 세계 최고수준의 뇌연구 대표성과도 10건 이상 창출하는 것을 제시하고 있다

- 해외 선진국들은 지능정보를 근간으로 하는 4차 산업혁명과 지능정보시대에 대비하여, 미래 산업의 새로운 패러다임을 제시할 수 있는 가장 유력한 블루오션 중 하나인 뇌과학분야에서 기술경쟁력을 선점하기 위하여 2013년부터 국가 차원에서 전략적으로 대규모 뇌연구 프로젝트를 추진하고 있다

※ (미국) '13년 BRAIN Initiative (5.5조원/12년) 선포, '14년부터 본격 착수(EU) '13년부터 휴먼 브레인 프로젝트 HBP (1.4조원/10년) 착수 (일본) '14년부터 Brain/MINDS(300억/'14년) 착수

- 이에 따라 미래부는 작년 하반기부터 뇌연구 분야의 전문가들과 함께 해외 정책 및 연구동향에 대해 심도있는 분석을 실시하여 우리나라 뇌과학의 발전방향과 실천과제 도출을 검토하여 왔으며, 뇌연구자 워크숍, 공개포럼 토론회 및 공청회 등을 거쳐 이번 「뇌과학 발전전략」을 마련하였다

※ 뇌과학원천사업 통합 워크숍(1.28), 뇌연구 발전방향 공개포럼(2.18), 뇌연구 발전방향 토론회(4.28), 뇌과학 발전전략 공청회(5.11)

비전

'23년까지 뇌과학 신흥강국 도약 준비

목표



특화뇌지도 등  
핵심 뇌기술 조기 확보



뇌연구  
생태계 확충

- ◆ 선진국 대비 기술수준: 72%('14) → 80%('19) → 90%('23)
- ◆ 세계 최고 뇌연구 대표성과\* 창출: 10건 이상

\* 특화 뇌기능지도 구축 및 공개, 기술이전, 뇌질환 정밀 의학의료분야 임상 성공, 세계시장 선점 가능한 제품 및 서비스 등

< 2대 전략 8개 과제 >

R&D 고도화 전략

과제1 특화 뇌기능 지도 작성

과제2 미래선점 뇌융합 챌린지 기술개발

과제3 차세대 NI-AI 연계를 위한 뇌연구 강화

과제4 생애주기별 맞춤형 뇌질환 극복연구 심화

생태계 내실화 전략

과제1 뇌연구 인력의 융합화 촉진

과제2 뇌연구 자원의 안정적 확보

과제3 글로벌 뇌연구 역량활용 및 협력 강화

과제4 미래 뇌산업 준비

## 02. 과학 기술 정책 및 산업 동향

### 1. 미래부, 지능정보사회 도래를 대비한 「뇌과학 발전전략」 수립·발표 (계속)

➤ 미래부는 이번 「뇌과학 발전전략」을 수립하면서 특히 다음과 같은 사항을 중점적으로 고려하여 전략을 마련하였다.

▲4차 산업혁명과 지능정보사회 도래에 있어 뇌과학의 역할과 발전 방향 ▲뇌연구에 있어서 선진국 추격형에서 선도형으로 연구도약 방안 ▲뇌연구의 이종기술간 융합추세 가속화에 따른 융합형 미래유망 도전기술 확보 ▲고령사회 진입('18년)에 따른 뇌질환 문제와 정밀의학 발전 추세를 고려한 맞춤형 뇌질환 극복 ▲뇌과학의 미래 신성장 산업으로의 발전 가능성과 이를 뒷받침하기 위한 생태계 육성 등

※ 한국은 전세계에서 가장 빠르게 노령화가 진행중. '00년 고령화사회 진입이후 '18년 고령사회, '26년에 초고령사회 진입 예상(KISTEP, 2012)

※ '15년 뇌질환 관련 사회경제적 비용 23조원(The Neurotechnology Industry '15 ~ '16 Report)치매노인 유병율 : ('15) 9.8% (한국보건산업진흥원, 2015)

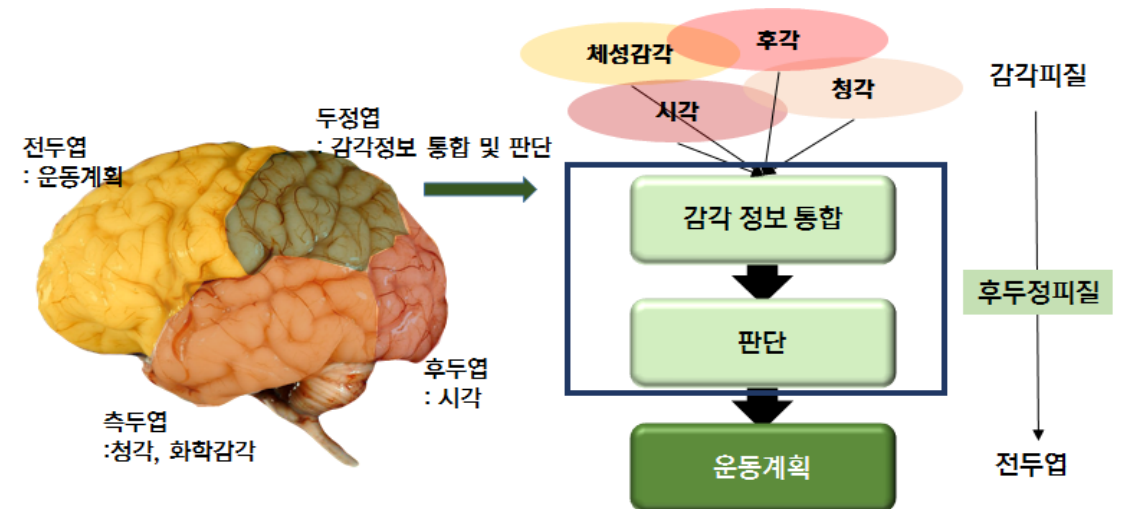
➤ 이번에 수립한 「뇌과학 발전전략」의 주요내용은 다음과 같다.

#### 미래를 대비하는 전략적 R&D 추진

##### < 특화 뇌지도 구축 >

➤ 뇌지도는 뇌의 구조적·기능적 연결성을 수치화·시각화한 데이터 베이스(DB)로, 뇌지도가 있다면 특정 뇌부위·뇌회로의 변화와 긴밀히 연관되어 있는 뇌질환의 정확한 진단·치료에 도움을 줄 수 있다

- 뿐만 아니라, 최근 국소 뇌자극술 등 새로운 방법의 뇌질환 치료 기술이 확장되고 있어서, 뇌지도는 어떤 뇌부위 자극이 뇌질환의 치료에 필요한지에 대한 정확한 좌표 제공이 가능하다



## 02. 과학 기술 정책 및 산업 동향

### 1. 미래부, 지능정보사회 도래를 대비한 「뇌과학 발전전략」 수립·발표 (계속)

- 이에 우리는 既 확보된 핵심기술\*을 바탕으로 선진국과 차별적\*\*으로 고등 인지기능의 첫 관문인 대뇌피질(후두정엽) 설계도 확보를 위한 고위 뇌기능 특화지도와 노화뇌질환 특화뇌지도 DB 2종을 2023년까지 확보할 계획이다.

\* 나노매핑, 뇌투명화기술, 신경세포의 시냅스 생성 활성 모니터링 기술(GRASP), 시냅스 형성여부 전자현미경 관찰법(Array tomography) 등

\*\* 미국은 시각기능 대뇌피질, 일본은 인지기능과 관련된 전전두엽에 집중

#### < 미래선점 뇌융합 챌린지기술 >

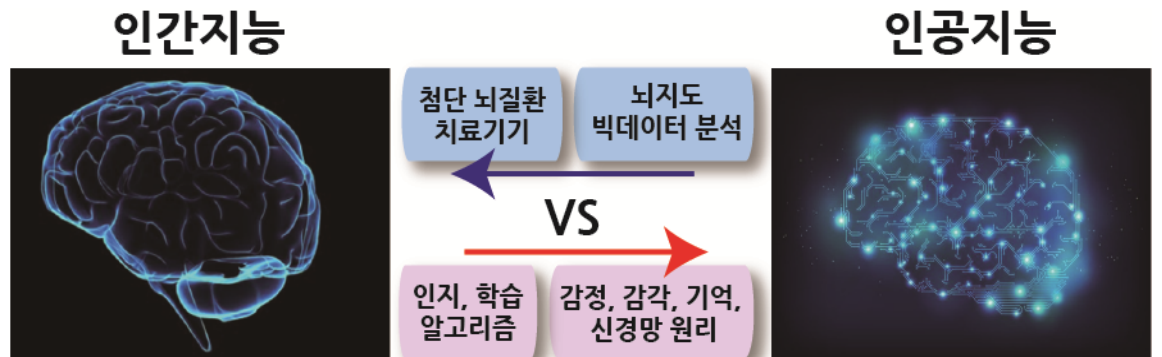
- 인공지능과 정밀의학 시대의 도래를 대비하여 기술성숙도는 낮지만 유망한 기술분야를 발굴, 집중적으로 육성함으로써 미래유망 전략분야를 선점하기 위한 뇌지도 활용기술 개발을 추진한다.
- 국내외 기술수요 예측과 파급력, 성장 가능성, 사회적 시급성 및 국내 연구기반 등을 고려, 5년 내에 가시적인 실용화 성과 도출이 가능한 과제를 적극 발굴·추진하고, 앞으로도 지속적으로 과제를 발굴해 나갈 계획이다.

(예시) ▲단위 뇌세포 분자수준 이미징기술 ▲미니뇌(오가노이드) 제작·활용기술 ▲ICT 융합을 통한 뇌기능 증진기술 ▲로봇팔 제어를 위한 뇌감각 신호 활용기술

▲한국인 특이적 뇌질환 치료기술 등

#### < 차세대 NI-AI연계기술 >

- 인공지능 기술의 도약을 위해서는 인간 뇌의 작동원리 연구를 통한 자연지능(NI:Natural Intelligence)과 인공지능의 연결이 돌파구가 될 것으로 전망되고 있다.



## 02. 과학 기술 정책 및 산업 동향

### 1. 미래부, 지능정보사회 도래를 대비한 「뇌과학 발전전략」수립·발표 (계속)

- 따라서 뇌연구 결과를 인공지능 관련 인공지능망 모델링 및 우수 알고리즘 개발에 활용하여 보다 우수한 뇌 유사 컴퓨터 시스템의 구현에 기여할 수 있도록 관련 뇌연구 분야의 기초원천 연구를 지원해 나갈 계획이다.

< NI-AI 연계 가능 분야 >

뇌연구 분야	연구내용	AI 연계 가능분야
지각판단 회로 연구	인간의 지각판단의 최적화를 위한 신경 회로망 연구	공간·사물인지 등차세대 패턴인식 알고리즘
감각 지능 회로 다계층화 연구	2개 이상의 감각정보를 동시 처리, 종합하는 뇌신경망신호측정 및 제어 기술 연구	다중감각 정보처리 알고리즘
감성 지능 회로 심화 연구	두뇌 감성영역 신경회로 및 작동 원리 규명 연구	생각하고 느끼는 인공지능 개발
뉴런칩 활용 신경 회로망 원리 연구	신경세포간 다중 연결로 형성된 신경회로망 연구용 뉴런칩 개발 연구	고집적 뉴로모픽칩



## 02. 과학 기술 정책 및 산업 동향

### 1. 미래부, 지능정보사회 도래를 대비한 「뇌과학 발전전략」 수립·발표 (계속)

#### < 생애주기별 맞춤형 뇌질환 극복 R&D >

- 사회적 중요 이슈인 뇌질환 극복을 위해 주요 뇌질환 기전규명, 진단장비 및 종합적 진단·치료기술 개발과 함께 지금까지 지원이 부족했던 소아청소년기 질환(자폐, 정신지체 등)에 대한 지원을 확대할 계획이다
- 또한 개개인의 특성을 고려한 정밀의학 개념을 뇌질환에 도입·적용하는 연구개발을 추진하고, 환자의 뇌지도 정보에 기반한 생애주기별 맞춤형 뇌질환 극복기술도 개발해 나갈 예정이다.

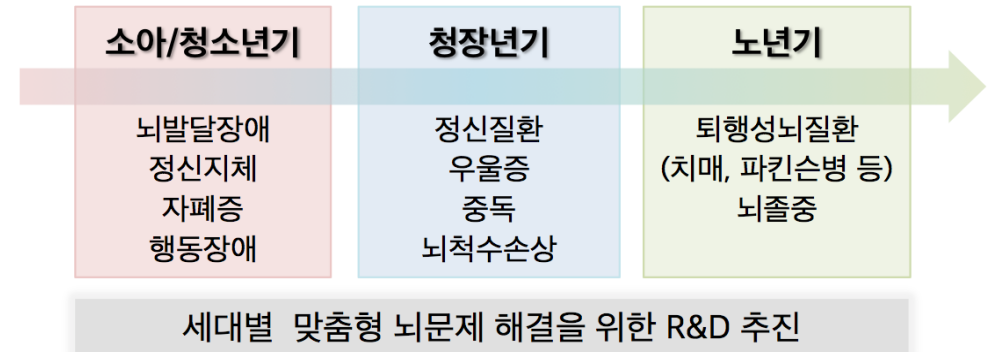
\* (예) 약물중심에서 벗어난 초정밀 뇌회로 제어 기기를 활용한 질환 관련 뇌회로자극기술개발

#### 뇌연구 생태계 기반확충

##### < 뇌연구인력 융합화 촉진 >

- 뇌과학은 본래 기초과학, 의학, 공학 및 심리학 등이 연관되어 있는 융합과학 성격을 가지고 있으며, 또한 IT/NT/BT 기술과 뇌과학을 접목한 뇌중심 융합연구 추세로 발전하고 있음
- 따라서 미래 뇌연구 R&D 추진을 위해서는 **융합형 전문연구인력의 양성이 중요하므로 다양한 프로그램을 확대·운영할 계획**이다
  - ※ 대학 전공 교육과 출연(연)의 국가 R&D사업 참여 기회를 제공하는 학·연 협력 프로그램 확대, 뇌연구 관련 선도연구센터(MRC)는 융합형 전문인력 양성이 가능하도록 연구분야·연구방법 등 운영
- 또한, **AI·컴퓨터·계산과학 등 이종 분야와의 융합인재 양성을 위한 학부 및 대학원 프로그램 확대**를 유도하고, 관계부처와 협력하여 **뇌의학분야의 중개임상연구 전문가 양성 지원**을 확대할 예정이다

[ 연령에 따른 주요 뇌질환/장애 ]



※ 생애 단계별 8대 건강문제 해결을 위해 뇌과학원천사업에서 뇌발달장애('15), 인터넷·게임중독('14), 외상후 스트레스('15), 치매연구('14) 지원('16년 183.62억)

## 02. 과학 기술 정책 및 산업 동향

### 1. 미래부, 지능정보사회 도래를 대비한 「뇌과학 발전전략」 수립·발표 (계속)

#### < 뇌연구 자원 안정적 확보 >

- 병원 이외의 연구기관에서 뇌조직을 이용한 뇌연구가 가능하도록 제도개선과 뇌은행 운영규정 및 윤리지침 등을 제정하고, 연구용 뇌조직의 안정적 확보 및 뇌조직을 이용한 연구가 활성화 될 수 있도록 지원·관리체계를 마련해 나갈 계획이다
- 아울러, 현재 산발적으로 집적되고 있는 국내 뇌연구 데이터를 모으고, 표준화된 데이터 포털 플랫폼을 구축하여 DB 서비스를 통한 융합 연구정보 공유를 촉진해 나갈 예정이다

#### < 글로벌 연구역량 활용 >

- 우리가 가진 강점기술(뇌연구 챌린지 기술) 분야를 중심으로 국제 뇌연구 컨소시엄 및 학술대회 구성·운영을 적극 주도하고, 뇌지도 작성기술 표준화와 뇌지도공유등 목적지향적인 전략적 네트워킹을 위해 Asia Brain Initiative(한·중·일 뇌지도 작성 컨소시엄)를 주도적 추진해 나갈 계획이다
- 뇌지도 작성을 가속화하기 위해 한국뇌은행과 MOU를 체결한 해외 뇌은행과 전략적으로 협력\*해 나갈 예정이며, 동시에 인간 뇌조직도 확보해 나갈 계획이다.

\* 은행운영 및 조직처리 표준화 기술(네덜란드), 인간단백체 공동연구(브라질), 뇌조직 공유(일본) 협력 강화

#### < 미래 뇌산업 준비 >

- 다양한 뇌산업화 모델 및 성공사례 창출을 위하여 뇌연구 분야 중 조기사업화가 가능한 분야는 연구개발 초기부터 기업 참여를 적극 유도하고, 제품개발 지향형 R&D 기획과 수행을 추진할 계획이다
- 허브기관이 집적한 뇌 관련 빅데이터를 활용하기 위한 데이터 공유시스템(온라인 클러스팅)을 구축하고, 인프라인력뇌기술 활용기업이 결합된 소규모 뇌연구·산업 클러스터(오프라인 클러스팅) 조성을 통해 창업 활성화를 지원할 계획이다.

\* 창업기업에 입주공간 제공, 첨단장비·전문인력·맞춤형교육 등 근접지원

## 02. 과학 기술 정책 및 산업 동향

### 1. 미래부, 지능정보사회 도래를 대비한 「뇌과학 발전전략」 수립·발표 (계속)

- 미래부는 뇌과학 발전전략 실행을 위해 향후 10년간 총 3,400억원 규모의 신규 재정투자가 필요할 것으로 보고, 재정당국과 관련 재원마련 방안을 협의해 나갈 계획이다

※ 특화뇌지도 구축에 약 1,900억원 소요(지도작성, 초정밀 장비, DB구축 등)

- 내년에는 뇌지도 구축과 뇌융합 챌린지기술 개발, 인공지능 연계 기술개발 등을 위해 뇌과학원천기술개발사업을 통해 시범사업\*으로 추진하되 2023년까지 지도 작성을 완료하고, 이후에는 실용화 기술개발을 중심으로 연구를 진행할 계획이다.

\* 2017년 시범사업 : 뇌지도 작성, 미래선점 뇌융합챌린지기술 및 NI-AI 연계기술, 맞춤형 뇌질환 극복연구 등 총 100억원 규모로 추진 예정

- 한편, 2016년도 국내 뇌연구비 규모는 1,331억원 수준으로, 미래부 1,115억원, 복지부 145억원, 교육부 48억원 그리고 산업부 23억원 등이다.
- 미래부는 향후 특화 뇌지도 및 뇌융합 챌린지기술 확보 등을 통해 미래 블루오션인 뇌연구 분야에서 새로운 산업의 창출로 신성장 동력을 제공할 수 있을 것으로 기대하고 있다
- 또한 뇌지도 정보와 인공지능 및 유전체 의학기술 등의 활용으로 개인 맞춤형 정밀의학이 발전되어 뇌질환 극복을 앞당길 수 있을 것으로 예상하고 있다
- 미래부 홍남기 제1차관은 “뇌분야는 인류가 해결해야 할 미지의 영역이면서 차세대 블루오션의 하나”라고 말하며, “그간 뇌분야에 투자된 기반과 성과를 바탕으로 보다 선제적이고 전략적인 투자를 통해 뇌과학 신흥강국으로의 도약과 미래 신산업 창출을 도모해 나가겠다”고 밝혔다.

## 02. 과학 기술 정책 및 산업 동향

### 2. 보령제약, 바이오벤처와 치매치료제 패치 공동개발 출처 : 매일경제

- 보령제약은 바이오벤처기업 '라파스'와 경구용 치매 치료제 '도네페질 제제'를 패치 형태로 공동 개발하는 계약을 체결했다고 2일 밝혔다. 보령제약은 라파스의 '용해성 마이크로니들' 제조 기술을 활용해 '도네페질 마이크로니들 패치'를 개발하고 전 세계 판권을 보유하게 된다.
- 용해성 마이크로니들이란 생체 분해되는 미세바늘로, 패치로 만들어 피부에 부착할 경우 통증 없이 각질층을 통과해 유효성분을 체내로 전달해준다.
- 보령제약 측은 치매 치료제에 마이크로니들 기술이 적용될 경우 체내 유효성분 전달률이 높아져 기존 먹는 약보다 적은 용량으로도 동등한 효과를 나타낼 것으로 기대하고 있다.
- 보령제약 관계자는 "패치 부착 시간이 짧고 크기도 작아 기존 제품 대비 피부 자극도 거의 없는 게 장점"이라며 "패치 형태이기 때문에 먹는 약 복용이 어려운 중증 치매 환자의 편의성을 증대시켜 고령의 환자들에게 좋은 대안이 될 것으로 본다"고 말했다.

## 02. 과학 기술 정책 및 산업 동향

### 3. 정부출연 연구소, 개발 의료기기 기술이전 '활발' 미래부·섬유개발·표준과학 등 국내외 기술이전, 출처 : 헬스통신

- 내용 중 일부

- 지난 달 한국표준과학연구원(KRISS)은 생체신호센터 이용호 박사팀이 개발한 뇌자도 측정장치 제작기술을 호주 컴퓨메딕스사(Compumedics Limited)에 성공적으로 기술이전 했다
- 뇌자도 장치는 뇌신경회로의 미세한 전류에 의해 발생하는 자기장 신호를 측정하는 장비로 뇌기능 연구 및 기능성 뇌질환을 진단하는데 사용된다
- 뇌자도 장치를 이용한 검사기술은 인체에 해가 전혀 없고 뇌신경회로의 미세한 전류에 의해 발생하는 뇌활동 측정이 가능해 그동안 정확한 진단이 어려웠던 뇌전증 (간질), 파킨슨병, 자폐증, 치매 등 신경계질환의 진단이 가능하다
- 또 뇌 전기활동을 초당 1000장까지 영상화할 수 있어 순간적으로 일어나는 신경전류 변화를 알 수 있으며 비접촉·비침습적 진단 기술로 뇌 활동부위에 대한 3차원적인 정보를 얻을 수 있다
- 이번에 기술 이전한 뇌자도 장치는 150개의 스쿼드 센서로 이루어진 150채널 뇌자도 측정 장치로 뇌 전체의 전기 활동 정보를 1회 측정만으로 알 수 있다
- 또 출력신호도 기존 장치에 비해 10배 이상 크다
- 아울러 센서의 감도가 뛰어나고 외부 자기잡음을 제거해 신호품질을 향상시켰으며 센서장치, 회로장치, 냉각장치, 자기차폐장치 등을 단순화해 경제성을 높였다
- 기술이전에 따른 기본기술료는 12억 원이며 기술 실시기간(2016년~2036년)동안 3.5%의 경상기술료를 받게 된다
- KRISS는 앞으로 기술료 수입이 300억 원에 달할 것으로 내다봤다





감사합니다