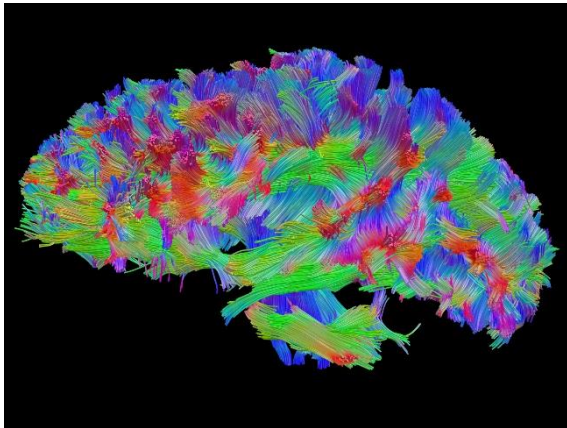


주간 뇌 연구 동향

2017-11-28



한국뇌연구원
뇌연구정책센터

01. 국내외 뇌 연구 학술 동향

1. “스트레스 받으면 위험한 결정 내린다” 출처: 연합뉴스

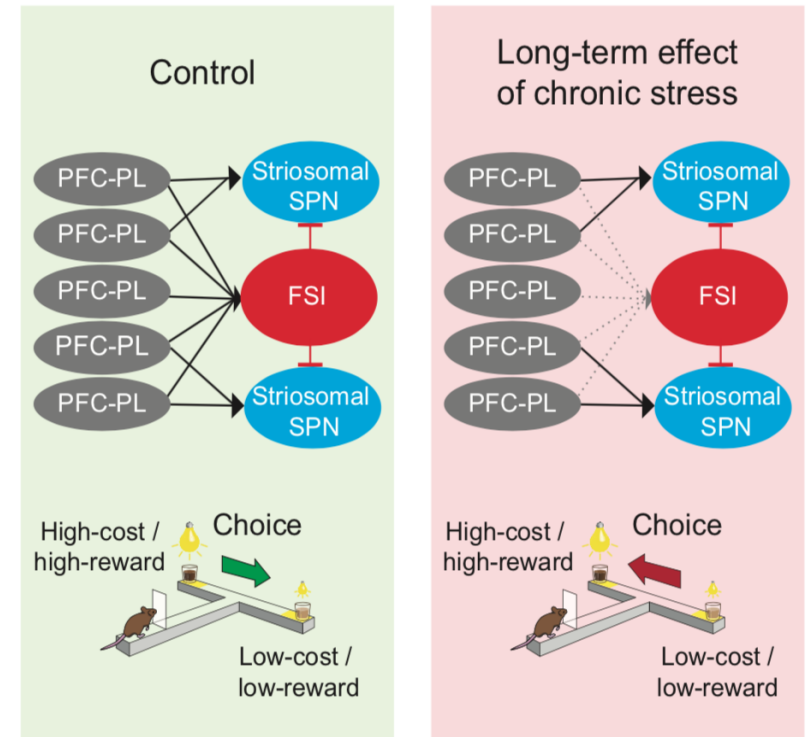
Cell. 2017 Nov 16;171(5):1191-1205.e28. doi: 10.1016/j.cell.2017.10.017.

Chronic Stress Alters Striosome-Circuit Dynamics, Leading to Aberrant Decision-Making.

Friedman A¹, Homma D¹, Bloem B¹, Gibb LG¹, Amemori KI¹, Hu D¹, Delcasso S¹, Truong TF¹, Yang J¹, Hood AS¹, Mikofalvy KA¹, Beck DW¹, Nguyen N¹, Nelson ED¹, Toro Arana SE¹, Volder Bruegge RH¹, Goosens KA¹, Graybiel AM².

Article: [http://www.cell.com/cell/fulltext/S0092-8674\(17\)31239-4](http://www.cell.com/cell/fulltext/S0092-8674(17)31239-4)

- 만성적으로 스트레스를 받으면 뇌 신경 회로에 이상이 생겨 위험하고 정상에서 벗어난 일탈적인 결정을 내리기 쉽다는 연구결과가 나왔다. 그동안 심리학자들은 스트레스를 받으면 잘못된 결정을 내리기 쉽다고 말해왔다. 정신적 긴장과 중압감이 심하면 무엇이 실제 더 중요한지를 잊고 판단력이 흐려진다는 것이다.
- 비용과 이익 중 어느 것이 더 큰지에 대한 평가는 동물의 생존에 핵심 능력이다.
- 만성 스트레스를 받거나 우울증이나 불안증 등 신경정신학적 장애가 있는 사람들의 경우엔 두 요소를 저울질해 균형을 잡아 최적의 합리적 결정을 내리는 능력이 떨어지고 일탈적 선택을 하고 고위험 행동을 하는 일이 더 잦다는 연구결과들도 있다.
- 미국 매사추세츠공대(MIT) 앤 그레이빌 교수팀은 이를 동물을 대상으로 한 뇌 실험을 통해 신경과학 차원에서 확인했다고 발표했다.
- MIT [보도자료](#) 등에 따르면, 일상에서 결정은 늘 쉬운 일이 아니다.



만성 스트레스에 노출되 쥐는 전두엽(PFC)과 선조체(Striatum) 회로의 이상이 생겨 위험한 결정을 내린다.

01. 국내외 뇌 연구 학술 동향

1. “스트레스 받으면 위험한 결정 내린다” (계속)

- 특히 봉급은 많지만 노동시간이 긴 일과 임금은 적지만 근무시간은 짧은 일자리처럼 좋은 점과 나쁜 점이 뒤섞인 것 가운데 하나를 선택하는 일은 더 어려운 법이다.
- 그레이빌 교수팀은 이처럼 이른바 '비용과 편익이 충돌하는 상황'에서 만성 스트레스가 결정 능력에 매우 큰 영향을 주며 이는 뇌 신경 회로의 변화 때문임을 발견했다. 쥐를 대상으로 실험했더니 스트레스를 받을수록 '비정상적으로 고위험-고수익을 선택하는 경우'가 매우 많아졌다는 것이다.
- 그레이빌 교수는 지속적으로 스트레스를 받으면 뇌의 정보 통합 능력에 이상이 생기고 합리적 행동을 하는 데 필요한 '촉진과 억제 간 균형'을 취할 능력을 잃게 되는 셈이라고 설명했다.
- 그는 특히 광유전학 기술을 이용해 뇌 신경을 조작함으로써 이런 신경 회로 이상을 정상으로 회복시킬 수 있었다고 밝혀 시선을 끌고 있다.
- 아직 쥐를 대상으로 한 실험결과이며 추가 연구가 필요하지만 이를 인간에게도 적용해 우울증, 탐닉이나 중독, 불안증 같은 장애로 비정상 결정을 할 위험이 큰 환자들에게 도움을 줄 길이 열릴 가능성을 보여줘서다.
- 연구팀은 이미 지난 2015년 쥐 실험을 통해 비용-편익 충돌 상황에서 결정을 내릴 때 사용되는 뇌 신경 회로를 찾아낸 바 있다.
- 이 회로는 기분 통제에 관여하는 부위인 안쪽 전두엽(frontal lobe)의 피질(celebral cortex)에서 시작해 선조소체까지 이어졌다. 선조소체는 뇌 중간 선조체(striatum) 속의 신경세포(뉴런)가 밀집한 작은 부위로 습관 형성, 동기 유발, 보상 강화 등에 관여한다.
- 2015년 연구에선 쥐를 대상으로 '미로 선택' 실험도 했다. 쥐들이 꺼리는 밝은 빛이 있는 쪽에 더 좋아하는 고농축 초콜릿 우유를 놓고, 어두운 곳에는 묽게 희석한 초콜릿 우유를 놓아두어 선택하게 하는 것이다.

01. 국내외 뇌 연구 학술 동향

1. “스트레스 받으면 위험한 결정 내린다” (계속)

- 광유전학 기술을 이용해 대뇌 전두엽 피질 신경세포들과 선조소체 간 연결 회로에 장애를 일으켰더니 쥐들의 선택이 흐린 빛-묶은 초콜릿 우유(저위험-저수익)에서 밝은 빛-고농축 초콜릿 우유(고비용-고수익) 쪽으로 확연하게 바뀌었다.
- 이번에 발표한 연구에선 이 광유전학 기술을 이용한 신경회로 조작은 하지 않고 대신에 쥐들을 2주 동안 매일 짧은 시간 스트레스를 주며 유사한 실험을 했다.
- 스트레스를 받기 전에는 쥐들이 맛이 덜한 희석 초콜릿 우유가 놓인 불빛이 흐린 쪽을 찾아가는 비율이 절반 정도였으며, 불빛 흐린 쪽의 초콜릿 우유 농도를 차츰 높이자 이를 택하는 비율이 급상승했다.
- 그러나 만성 스트레스를 받은 쥐들은 불빛 흐린 쪽 초콜릿 우유 농도를 높여도 여전히 불빛이 밝은 쪽을 계속 택했다. 이는 광유전학적 조작으로 전두엽피질-선조소체 간 신경회로에 장애가 생긴 쥐들에게서 나타난 현상과 동일한 것이다.
- 연구팀에 따르면, 이 회로는 여러 선택 방안의 장단점 관련 정보들을 통합해 뇌의 최종 결정에 도움을 주는 역할을 한다.
- 그런데 스트레스를 받으면 이 회로에 이상이 생겨 피질 뉴런들의 선조소체 차단기능이 너무 늦게 작동, 과도하게 흥분하고 이에 따라 비정상적 결정이 초래된다고 설명했다. 또 일단 이런 변화가 일어나면 그 영향은 몇 달 동안이나 지속됐다.
- 주목할만한 점은 광유전학 기술로 특정 뉴런을 자극한 결과 이 신경회로가 정상으로 회복됐다는 것이다.
- 이번 연구결과는 국제학술지 '세포'(Cell)에 16일(현지시간) 실렸다.

01. 국내외 뇌 연구 학술 동향

2. “전자석으로 뇌자극, 음악 싫어하던 이도 음반 사게 만들어” 출처: 조선일보

Modulating musical reward sensitivity up and down with transcranial magnetic stimulation

Ernest Mas-Herrero, Alain Dagher & Robert J. Zatorre

Article: <https://www.nature.com/articles/s41562-017-0241-z>

- 음악에 대한 기호는 잘 바뀌지 않는 것으로 알려져 있다. 하지만 뇌가 바뀌면 사정이 달라진다. 캐나다 맥길대 로버트 자토르 교수 연구진은 지난 20일 국제학술지 '네이처 행동'에 "뇌 보상 중추와 연관된 영역에 전자석으로 자기 신호를 보내면 음악에 대한 호감이 달라질 수 있다"는 연구 결과를 발표했다.
- 연구진은 실험 참가자 17명에게 여러 음악을 듣게 하고 선호도를 조사한 후 일정액의 돈을 주고 들었던 음악 파일을 살 수 있게 했다. 다음 두피를 통해 이마 왼쪽의 뇌 배외측 전전두엽 피질로 자기 신호를 보냈다. 실험 결과, 해당 뇌 영역을 자극하는 자기 신호를 받으면 음악에 대한 선호도가 높아졌다. 반대로 이 영역을 억제하는 자기 신호를 받으면 음악에 대한 호감이 줄어들고 음악 구매에 쓰는 돈도 15% 줄었다. 배외측 전전두엽 피질은 뇌 안에서 도파민을 분비하는 선조체의 활동을 조절한다. 도파민은 쾌감을 느끼는 보상 중추의 신호 전달 물질이다. 앞서 연구에서 음악을 듣고 즐거움을 느낄 때 선조체가 활발하게 작동하는 것으로 드러났다. 즉 자석으로 이마 왼쪽의 뇌를 자극하면 선조체의 활동이 바뀌면서 음악에 대한 기호가 변하는 것이다.
- 자토르 교수는 "이번 연구는 뇌 보상 중추가 손상된 환자를 치료할 새 방법도 제시했다"고 밝혔다. 파킨슨병이나 우울증에 걸리면 뇌 보상 중추가 작동하지 않아 즐거움을 느끼지 못한다. 반대로 중독이나 강박장애에 걸리면 보상 중추가 지나치게 작동해 문제가 된다. 두피에 자기 자극을 주는 방법으로 보상 중추의 수위를 적절히 조절하면 양극단의 두 환자를 치료할 수 있을 것으로 기대된다.

01. 국내외 뇌 연구 학술 동향

3. “뇌 성상세포, 치매와 관련있다”

출처: 연합뉴스

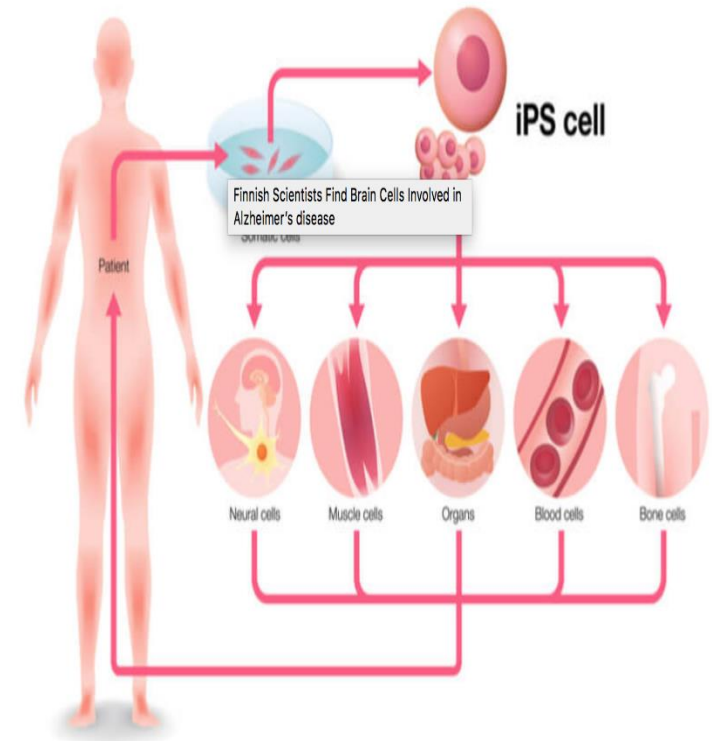
Stem Cell Reports. 2017 Nov 12. pii: S2213-6711(17)30471-X. doi: 10.1016/j.stemcr.2017.10.016. [Epub ahead of print]

PSEN1 Mutant iPSC-Derived Model Reveals Severe Astrocyte Pathology in Alzheimer's Disease.

Oksanen M¹, Petersen AJ², Naumenko N¹, Puttonen K¹, Lehtonen Š¹, Gubert Olivé M¹, Shakirzyanova A¹, Leskelä S¹, Sarajärvi T³, Viitanen M⁴, Rinne JO⁵, Hiltunen M⁶, Haapasalo A¹, Giniatullin R¹, Tavi P¹, Zhang SC⁷, Kanninen KM¹, Hämäläinen RH¹, Koistinaho J⁸.

Article: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221367111730471X?via%3Dihub>

- 뇌를 구성하고 있는 3가지 주요 세포 중 하나인 성상세포(星狀細胞: astrocyte)가 알츠하이머 치매 발생에 매우 중요한 역할을 하는 것으로 보인다는 연구결과가 나왔다.
- 성상세포는 뇌의 신경세포를 여러 가지 방법으로 돕는 별 모양의 지지세포(support cell)로 뇌에 필요한 에너지를 만들고 철분과 수소이온 농도(pH)를 조절하고 뇌세포의 신호전달 통로인 시냅스(synapse) 형성에 관여한다. 한마디로 뇌의 살림살이를 맡고 있는 세포라 할 수 있다.
- 그러나 치매 환자의 뇌에서는 이 성상세포가 유전자 변이를 일으켜 뇌의 염증을 촉진하고 특히 신경세포의 신호전달과 에너지 생산을 약화시킨다는 연구결과가 '줄기세포 리포트'(Stem Cell Reports) 최신호에 발표됐다.



유도만능 줄기세포(iPS)를 피부세포 등에서 얻어서 다시 분화시키는 과정

01. 국내외 뇌 연구 학술 동향

3. “뇌 성상세포, 치매와 관련있다” (계속)

- 핀란드 동부대학 신경생물학 연구실의 민나 옥사넨 박사는 가족성 알츠하이머 치매(familial Alzheimer's Disease) 환자의 피부세포로 만든 유도만능줄기세포(iPS)를 성상세포로 분화시켜 살펴본 결과 이 같은 사실이 밝혀졌다고 말했다.
- 옥사넨 박사는 먼저 가족성 알츠하이머 치매 환자와 정상인의 피부 섬유 모세포를 iPS로 환원시킨 다음 iPS를 다시 신경세포와 성상세포로 분화시켜 시험관에서 비교 관찰했다. 이는 섬유 모세포 소유자의 유전적 요소를 그대로 지니고 있는 뇌세포들이다.
- 그 결과 우선 치매 환자의 성상세포는 정상인의 성상세포와는 달리 프레세닐린 1(presenilin 1) 유전자가 변이돼 있다는 사실이 밝혀졌다. 또 치매 환자의 성상세포는 치매를 유발하는 신경세포의 독성 단백질 베타 아밀로이드를 훨씬 많이 만든다는 사실도 밝혀졌다.
- 치매 환자의 성상세포는 이 밖에도 정상인의 성상세포보다 염증을 일으키는 단백질 사이토카인을 많이 만들고 에너지 대사도 비정상적이어서 유해산소인 활성산소가 많이 만들어지고 신경세포의 중요한 에너지 기질인 유산 생산이 감소하는 것으로 나타났다.
- 옥사넨 박사 연구팀은 치매 환자의 성상세포, 신경세포를 정상인의 성상세포, 신경세포와 함께 배양해 봤다. 그 결과 치매 환자의 성상세포가 정상인의 성상세포에 비해 신경세포의 신호전달 활동에 큰 변화를 일으키는 것으로 밝혀졌다. 이는 치매 환자의 성상세포가 치매 특유의 병리학적 변화를 유발한다는 사실을 처음으로 보여주는 것이라고 옥사넨 박사는 설명했다.
- 성상세포는 치매 초기 단계에서 신경세포의 기능을 퇴화시키는 변화를 유발하는 것으로 보인다고 그는 밝혔다. 이는 최소한 가족성 알츠하이머 치매에 관한 한 성상세포의 비정상 기능과 연관이 있음을 보여주는 것이라고 옥사넨 박사는 지적했다. 이 새로운 사실은 치매 치료에 새로운 길을 열어 줄 것으로 기대된다.

01. 국내외 뇌 연구 학술 동향

4. “치매 전 단계, 사람 얼굴 인식 능력 저하” 출처: 연합뉴스

Sci Rep. 2017 Oct 30;7(1):14344. doi: 10.1038/s41598-017-14585-5.

Face-specific memory deficits and changes in eye scanning patterns among patients with amnesic mild cognitive impairment.

Kawagoe T^{1,2}, Matsushita M³, Hashimoto M³, Ikeda M^{3,4}, Sekiyama K^{5,6}.

Article: <https://www.nature.com/articles/s41598-017-14585-5>

- 치매 전 단계에서 사람 얼굴을 알아보는 능력에 문제가 생긴다는 연구결과가 나왔다. 일본 구마모토(熊本)대학 세키야마 가오루 명예교수는 치매로 이어질 수 있는 경도인지장애(MCI: mild cognitive impairment) 노인은 한번 본 얼굴을 단기간에 알아보는 능력이 정상인에 비해 떨어진다는 결과를 사이언스 리포트에 발표했다.
- MCI 노인은 또 사람 얼굴을 기억할 때 얼굴을 눈여겨보는 부분이 정상인과는 다르다고 세키야마 교수는 밝혔다.
- 그의 연구팀은 이들에게 사람 얼굴과 주택 사진 하나씩을 따로따로 보여주면서 잘 기억해 두라고 주문한 뒤 얼마 있다가 여러 사람 얼굴과 주택 사진들을 보여주면서 아까 봤던 얼굴과 주택을 찾아내라고 했다. 그 결과 MCI 노인들은 주택 사진에 비해 얼굴 사진에 대한 기억력이 떨어지는 것으로 나타났다. 정상 노인들은 두 사진을 모두 잘 찾아냈다. 얼굴을 바라보는 시선이 향하는 부분은 두 그룹 사이에 차이가 있었다.
- MCI 노인들은 정상 노인들보다 얼굴 중 눈을 바라보는 시간이 적은 데 비해 입을 바라보는 시간이 많았다. MCI 노인들은 정상 노인들보다 얼굴 전체를 폭넓게 바라보았다. 사람 얼굴 전체를 기억하려면 눈을 바라보는 것이 무엇보다 중요하다고 세키야마 교수는 지적했다.
- MCI 노인들의 시선이 얼굴의 눈보다 다른 부분으로 많이 가는 이유는 뇌 기능 저하를 보상하기 위해 시선을 분산시키려 하기 때문일 수 있다고 그는 설명했다.
- 이 새로운 사실은 MCI 노인 가운데 장차 치매로 발전할 가능성이 높은 사람을 선별하는 데 도움이 될 것으로 보인다.

01. 국내외 뇌 연구 학술 동향

5. “고강도 운동, 기억력 증진에도 효과” 출처: 연합뉴스

J Cogn Neurosci. 2017 Nov;29(11):1895-1907. doi: 10.1162/jocn_a_01164. Epub 2017 Jul 12.

The Effects of Physical Exercise and Cognitive Training on Memory and Neurotrophic Factors.

Heisz JJ¹, Clark IB¹, Bonin K¹, Paolucci EM¹, Michalski B¹, Becker S¹, Fahnestock M¹.

Article: http://www.mitpressjournals.org/doi/abs/10.1162/jocn_a_01164?journalCode=jocn

- 적절한 수준의 고강도 운동이 기억력 증진에 효과가 있으며, 운동 전후에 두뇌 훈련을 병행하면 기억력과 체력 증진에 더 큰 효과를 준다는 연구결과가 나왔다.
- 미국과학진흥협회(AAAS) 운영 과학뉴스 사이트 유레크얼러트 등에 따르면, 캐나다 맥마스터대학 제니퍼 헤이스 교수팀은 젊은 남녀 대학생 95명을 대상으로 실험한 결과 이같이 나타났다고 발표했다.
- 실험 참여자들은 모두 운동을 하지 않는 사람이었고, 실험 시작 전에 혈액검사 등으로 유산소운동 체력과 기억력 검사를 받았다.
- 이후 무작위로 3그룹으로 나눠 한 그룹은 평소대로 생활토록 했다. 한 그룹은 6주 동안 전문 코치의 지도를 받으며 1주일 3회 20분씩 실내자전거 등을 이용해 고강도 인터벌 운동(고강도로 짧게 운동한 뒤 약하게 운동하는 것의 반복)을 시켰다. 나머지 한 그룹은 고강도 운동 전후에 20분간 기억력 두뇌 훈련을 받았다.



운동과 뇌 @게이티이미지뱅크

01. 국내외 뇌 연구 학술 동향

5. “고강도 운동, 기억력 증진에도 효과” (계속)

- 6주 뒤 검사한 결과 운동을 전혀 하지 않은 그룹은 기억력 성적에 변화가 없었으나 운동한 두 그룹은 체력뿐만 아니라 전반적으로 기억력이 향상됐다 특히 '고간섭 기억력'(high-interference memory)이 눈에 띄게 좋아졌다. 이는 같은 차종이더라도 남의 차와 내차를 구분하는 등 유사한 사물과 인물 등의 세부 차이를 빨리 파악해내는 기억력이다.
- 또 운동만 한 사람들보다 운동과 두뇌 훈련을 병행한 사람들의 기억력 성적이 항상 폭이 더 컸다.
- 아울러 체력이 훨씬 더 향상된 사람들일수록 혈액 속의 '뇌 유리 신경 성장 인자'(BDNF)와 인슐린 유사 성장인자-1이 더 많았다. 이 성장인자들은 기억력을 관장하는 뇌 해마 신경세포의 생존과 성장, 기능, 새 세포 생성 등을 촉진하는 물질이다.
- 연구팀은 이는 고강도 운동이 뇌 조직과 기능에 직접 영향을 줘 기억력을 향상하고, 운동과 뇌 훈련이 상호보완 작용을 해 상승(synergy)효과를 낼 수 있음을 보여준다고 밝혔다.
- 또 비교적 단기간의 운동 등으로 효과가 나타난 점에 비춰 노화에 따른 기억력 감퇴나 치매 등을 운동으로 예방 또는 개선하는 효과가 클 가능성도 시사한다고 설명했다. 다만 이번 연구에서 운동만 또는 운동과 뇌 훈련을 병행한 그룹 중 일부 학생의 경우 기억력 개선 효과가 별로 없었다.
- 이에 대해 연구팀은 이들의 경우 운동 강도가 너무 높아 체내에서 스트레스 호르몬이 다량 분비된 탓일 것으로 추정했다. 연구팀은 노인들을 포함한 더 많은 사람을 대상으로 운동 강도와 뇌 훈련 유형을 다양화한 추가 연구에 착수했다고 덧붙였다.
- 이 연구결과는 학술지 '인지 신경과학 저널(Journal of Cognitive Neuroscience)'에 실렸다.

01. 국내외 뇌 연구 학술 동향

6. “노인들 ‘근력 강화 운동’하면 정신건강 좋아진다”

출처: 메디컬투데이

Qual Life Res. 2017 Nov 9. doi: 10.1007/s11136-017-1733-z. [Epub ahead of print]

Effects of a 9-month resistance training intervention on quality of life, sense of coherence, and depressive symptoms in older adults: randomized controlled trial.

Kekäläinen T^{1,2}, Kokko K³, Sipilä S³, Walker S⁴.

Article: <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2Fs11136-017-1733-z.pdf>



- 흔히 웨이트트레이닝이라고 말하는 저항 트레이닝(resistance training)이 고령자에서 정신적 웰빙의 일부 측면에서 이로울 수 있는 것으로 나타났다.
- 25일 핀란드 이위베스퀼레(Jyväskylä)대학 연구팀이 'Quality of Life Research'지에 밝힌 65-75세 연령의 106명을 대상으로 한 연구결과에 의하면 저항 운동을 9개월간 하는 것이 신체활동도가 높지 않은 고령자에서 정신건강에 이로운 것으로 나타났다.
- 국제보건기구 WHO에 의하면 신체적으로 활동적인 사람들이 더 오래 살고 2형 당뇨병과 심혈관질환 그리고 일부 암을 포함한 각종 질환 발병율이 낮아 WHO는 65세 이상 고령자들이 주당 최소 150분 이상의 중등도 이상 유산소 운동을 할 것을 권고하고 있다. 또한 이들이 주 근육들을 운동시키는 저항운동 혹은 근력강화운동을 주당 최소 이틀 이상 할 것도 권고하고 있다.
- 근력강화운동이 고령자에서 근력과 신체기능에 이롭다는 것은 이미 잘 알려져 있지만 정신 기능에 미치는 영향에 대해서는 그 동안 별로 알려진 바 없는 바 근력강화운동을 한 적이 없는 유산소 운동도를 WHO가 권고하는 이하로 하는 65-75세 연령이 106명을 대상으로 진행한 이번 연구결과 근력 강화 운동을 하지 않은 사람에 비해 한 사람들이 운동 3개월 후 삶의 질이 개선된 것으로 나타났다. 또한 주 당 두 번 이상 근력강화운동을 한 경우 9개월 후 정신 건강도도 크게 개선된 것으로 나타났다. 연구팀은 "고령자들이 근력강화운동을 통해 자신의 환경과 생활을 개선할 수 있다"라고 강조했다.

01. 국내외 뇌 연구 학술 동향

7. “비알콜성지방간 앓는 사람 뇌 일찍 늙는다” 출처: 메디컬투데이

JAMA Neurol. 2017 Nov 20. doi: 10.1001/jamaneurol.2017.3229. [Epub ahead of print]

Association of Nonalcoholic Fatty Liver Disease With Lower Brain Volume in Healthy Middle-Aged Adults in the Framingham Study.

Weinstein G¹, Zelber-Sagi S^{1,2}, Preis SR^{3,4}, Beiser AS^{3,4,5}, DeCarli C⁶, Speliotes EK^{7,8}, Satizabal CL^{4,5}, Vasan RS^{4,5,9}, Seshadri S^{4,5}.

Article: <https://jamanetwork.com/journals/jamaneurology/article-abstract/2662748>

- 과도한 음주와 연관이 없는 지방간질환이 정상적인 노화시 생기는 것보다 뇌 위축이 더 많이 되는 것과 연관된 것으로 나타났다. 24일 이스라엘 하이파대학 연구팀이 '신경학지'에 밝힌 연구결과에 의하면 비알콜성지방간질환과 연관된 뇌 용적 감소가 60대와 70대 초인 사람에서는 4.2년, 60세 이하에서는 7.3년 추가로 더 노화되는 정도인 것으로 나타났다.
- 최근 연구들에 의하면 비알콜성지방간질환이 다른 것 보다도 사고력을 손상시키고 뇌 활성을 줄이는 것으로 나타난 바 있는 바 766명의 중년 남녀를 대상으로 뇌 MRI 검사를 통해 뇌 용적을 측정하고 복부 CT 검사를 통해 지방간 여부를 확인한 이번 연구결과 비알콜성지방간질환이 뇌 용적 감소와 연관된 것으로 나타났다.
- 참여자중 18% 가량이 지방간 질환을 앓는 가운데 연구결과 비알콜성지방간질환이 총 뇌 용적 크기가 크게 줄어드는 것과 연관이 있으며 특히 75세 이상에서도 지방간질환이 없는 사람에서 뇌 용적이 1.5년 추가로 늙는 것 정도로 감소되는 것으로 나타났다. 반면 비알콜성지방간질환은 뇌 손상이나 뇌졸중의 다른 증후와는 연관이 없는 것으로 나타났다.
- 연구팀은 "비알콜성지방간질환이 건강한 식습관과 신체활동 증가등 생활습관 교정만으로도 개선될 수 있는 바 뇌 용적 감소를 막기 위해서라도 건강한 생활습관을 가지는 것이 중요하다"라고 강조했다.

01. 국내외 뇌 연구 학술 동향

8. “자가 치유하는 로봇의 능력” 출처: sciencetimes

Self-healing soft pneumatic robots

Seppie Terryn^{1,2}, Joost Brancart², Dirk Lefeber¹, Guy Van Assche² and Bram Vanderborght^{1,*}

Article: <http://robotics.sciencemag.org/content/2/9/eaan4268>

- 1편을 능가했다는 평가를 받은 1991년작 <터미네이터2>에서 가장 인상적인 것은 악당 T-1000의 존재다. 아무리 신무기로 공격을 받아도 상처는 금방 말끔하게 복구되고 아무 일도 없다는 듯 무표정하게 다시 주인공들을 쫓는다.
- 냉동상태에서 산산조각난 T-1000이 고온이 되자 액체 금속들이 하나둘씩 모여들어 다시 온전한 로봇으로 합체될 때는 오싹한 기분까지 든다. 미래 기계들의 자가 치유 능력과 이로 인한 인간의 두려움이 잘 드러나는 장면이다.
- 자가 치유는 마블코믹스의 캐릭터인 울버린에게도 있는 능력이다. 체내의 치유인자 덕분에 불사에 가까운 치유 능력을 가진다. 울버린이 등장하는 최근 작 <로건(2017)>에서는 몸에 이식된 아다만티움 중독으로 치유 능력을 잃어가지만 울버린을 최강의 히어로로 만들어준 것은 바로 자가 치유 능력이다.



브뤼셀 리브레데크교에서 자가 치유 소재로 개발한 로봇 손, 그리퍼, 근육(왼쪽부터). © 브뤼셀 리브레대학

01. 국내외 뇌 연구 학술 동향

8. “자가 치유하는 로봇의 능력” (계속)

- 영화에서 등장하는 로봇의 자가 치유는 그 형태가 극적일 뿐 상상의 산물이 아니라 자연 세계에서 늘 일어나는 일이다. 사람의 신체도 손이 베이거나 발이 빠거나 근육이 찢어지는 등의 상처가 나더라도 시간이 지나면 어느 정도 스스로 치유되는 능력이 있다.
- 소프트 로봇 개발이 활발해지면서 이 특성을 반영한 자가 치유, 셀프 복원 기술 개발도 함께 진행되고 있다. 소프트 로봇은 유연하고 부드러운 반면 높은 압력과 날카로운 물체에 변형되기 쉽고 소재 고유의 특성을 잃어버리기도 한다. 때문에 자가 치유가 가능한 소재 개발에서부터 이를 로봇 공학에 적용하는 움직임까지 중요하게 다뤄지고 있다.
- 시장 조사기업 마켓앤마켓은 자가치유 소재 분야의 세계 시장 규모가 2021년까지 24억 4700만 달러에 이를 것으로 전망했다. 단지 로봇에만 적용되는 것이 아니라 의료, 우주, 섬유, 통신 기기 등 다양하게 활용할 수 있어 쓰임새가 크다.
- <터미네이터2>에서는 자가 치유가 인간에게 위협이 됐지만 현실에서는 매우 유용하고 의미있는 기술이다. 로봇이 사회 각 영역으로 확대되고 그 숫자가 많아지면 로봇에 대한 유지보수와 운영관리가 매우 중요해진다. 로봇을 관리하는 기업 입장에서 문제가 생겼을 때마다 일일이 부품을 교환하고 수리를 한다면 비용이 높아질 수밖에 없다. 작은 상처나 문제를 자체 치유할 수 있도록 함으로써 공백없는 서비스는 물론 비용 부담도 줄일 수 있다.
- 자가 치유는 기본적으로 고분자(Polymer) 물질을 생성하는 방법과 이를 어떤 구조로 복원에 활용하느냐의 문제다. 전문가들은 이 메커니즘을 3가지로 구분하고 있다. 첫번째는 캡슐형으로 손상 부위가 생기면 캡슐 내의 물질들이 흘러나와 주위 촉매와 접촉해 중합되면서 손상 부위가 치유되는 방법이다. 두번째는 가역적인 공유 결합을 이용해 자가 복원성을 부여하는 방법으로 열, 빛, 라디칼 반응 등에 의해 결합을 지원하는 형태다. 마지막으로 고분자에 초분자 형태의 네트워크 구조를 형성시켜 분자간 상호작용이 재형성돼 치유하는 방법이다. 미국, 유럽의 대학들은 이들 방법을 혼용해 자기 치유 물질을 생성하고 이를 로봇에 적용하고 있다.

01. 국내외 뇌 연구 학술 동향

8. “자가 치유하는 로봇의 능력” (계속)

- 브뤼셀 리브레대학교 연구팀은 자가 치유 특성을 소프트 로봇에 접목한다는 목표 하에 관련 소재를 개발하고 있다. 연구팀은 고무 중합체로 만든 부드러운 로봇을 만들어 손상을 입힌 다음 실험을 진행했다. 로봇 그리퍼, 로봇 손, 인공 근육을 대상으로 진행됐는데 손상을 입자 이들 소재는 모양부터 우선 회복시킨 후 시간이 지나 기능까지 완전히 자가 복구한 것으로 알려졌다.
- 복구의 방법은 열이다. 80°C에서 40분간 가열하면 손상된 로봇을 치유할 수 있으며 25°C에서 24시간이 지나면 손상된 로봇의 강도와 유연성도 회복됐다. 딜스 알더(Diels-Alder) 반응을 일으키는 교차 결합 네트워크로 구성되어 있어 여기에 사용된 고분자 물질이 복원 기능을 수행한 것이다.
- 이 대학 브람 반데르보흐트 교수는 “열을 가함으로써 폴리머 물질에 보다 많은 이동성을 부여하게 돼 분자가 손상된 틈새를 메울 수 있었다”며 “치유가 끝나면 재료가 냉각되고 초기 특성은 거의 완전히 회복된다”고 설명했다. 이 연구는 사이언스 로보틱스 저널에 게재됐으며 유럽 연구위원회(European Research Council)의 후원을 받고 있다. 연구팀은 로봇의 건강 상태 및 새로운 물질 감지를 위해 센서 네트워크를 추가할 계획이다.
- 올해 초 미국 리버사이드 대학과 콜로라도 대학 공동연구팀도 스스로 치유하는 물질 개발에 성공해 이 결과를 어드밴스드 머티리얼즈에 게재했다. 아예 올버린에서 영감을 얻었다고 밝혔다. 합성 이온 전도체로 명명된 이 물질은 고 이온강도 소금과 신축성있는 극성 폴리머 혼합물로 구성됐다. 분자가 흘러나와 흠이나 틈을 이어붙이도록 전기 전도성을 부여한 것.
- 특히 원래 길이의 50배까지 늘어나는 탄성이 있어 찢어져도 24시간 내 실온에서 완전 치유된다는 것이 연구팀의 설명이다. 당초 전기자동차 리튬 이온 배터리를 염두에 두고 개발했지만 로봇이 자기 치유능력을 갖는 분야에도 적용할 수 있는 것으로 알려졌다.

01. 국내외 뇌 연구 학술 동향

8. “자가 치유하는 로봇의 능력” (계속)

- 스위스연방공대는 지난 10월 캐나다 밴쿠버에서 열린 지능형 로봇시스템 국제 컨퍼런스(IROS 2017)에서 식용 로봇의 가능성을 발표해 주목받았는데 이 역시도 자가 치유가 가능한 특성을 지니고 있다. 로봇이 식용 가능해지려면 트랜지스터, 커패시터, 전극 및 기타 부품이 먹을 수 있는 물질이어야 한다.
- 특히 여기에서 전기를 물리적 운동으로 변환시키는 액추에이터 역할이 무엇보다 중요하다. 스위스연방공대가 개발한 액추에이터는 젤라틴, 글리세린, 물을 몰드에 부어서 만들기 때문에 생분해성, 생체적합성을 준수하는 것은 물론 녹을 수 있는 젤라틴을 사용하면 액추에이터가 잠재적으로 입을 손상에 대비해 자가 치유가 가능해진다.
- 지난해에는 스탠포드대학 재료공학자인 제난 바오가 연구팀과 함께 자가 치유 기능이 있는 인공 근육을 개발했다. 폴리머 소재의 이 인공 근육은 생체 근육과 유사하게 전기장에 반응하며 축소 혹은 확장된다. 특히 2.5cm가 최대 2.5m까지 늘어나는 뛰어난 탄력성을 자랑한다.
- 새롭게 개발된 폴리머 소재는 기계적인 강도를 부여하는 강한 결합과 망가지더라도 쉽게 복원 가능한 약한 결합을 통합 구현한 것이다. 실온에서도 자가 치유 효과를 발휘할 수 있는 게 특징. 그동안 로봇이나 보철 장비에 필요한 전자 피부 개발을 주로 해온 제난 바오는 이번 인공 근육 개발로 특정 부분이 찢어지거나 구멍이 생기더라도 사람의 근육처럼 금방 복원되는 자가 치유 로봇 구현이 가능할 것으로 기대하고 있다.
- 이밖에 펜실베이니아대학 연구팀은 오징어 빨판에서 영감을 얻어 자가 치료가 가능한 플라스틱을 개발했다. 오징어 빨판을 연구한 결과 여기에 위치한 고리 치아는 손상되어도 물에 담그면 자가 치유되는 특성이 있다. 연구팀은 손상된 고리 치아를 복구하는 유전자 코드를 해명하는데 성공한데 이어 이를 이용해 탄성이 있는 자가 치료 플라스틱을 만들어낸 것이다. 하나의 플라스틱을 반으로 자른 상태에서 물을 한방울 떨어뜨린 다음 45°C에 놔두자 플라스틱 2개가 다시 하나로 붙었다. 내구성 역시 자르기 전과 같은 상태였다고 한다.

02. 과학 기술 정책 및 산업 동향

1. “살아있는 인간의 뇌세포, 최초로 데이터베이스 수록” 출처: 브릭

- ▶ 신선한 인간의 뇌조직은 신경과학자들에게 매우 희귀한 자료원이다. 이제, 수술 과정에서 폐기되는 '살아있는 인간 뇌조직'의 작은 조각이 공개적으로 접근 가능한 데이터베이스(publicly available database)에 수록되었다. 10월 25일 신경과학 도구(예: 대규모 데이터베이스, 뇌지도)를 작성하는 앨런 뇌과학연구소의 연구진은 "살아있는 인간 뇌세포에서 입수한 데이터를 최초로 출판했다"라고 발표했다.
- ▶ 인간의 뇌에 대한 연구들은 대부분 두 가지 중 하나를 이용한다. 하나는 지원자들의 뇌를 영상화함으로써 얻은 기능성 뇌(functioning brain)의 이미지이고, 다른 하나는 시체에서 추출한 죽은 뇌(dead brain)의 절편(slice)이다. 이러한 연구에서 얻은 이미지와 정보가 데이터베이스에 수록되면, 많은 연구자들로 하여금 개별 뇌세포, 즉 뉴런의 분자적 내용(molecular content)을 분석하게 함으로써, 궁극적으로 뇌세포들이 행동하는 근거를 생물학적으로 규명하게 할 수 있다. 그러나 지금까지 그러한 데이터베이스에 수록된 자료는 생쥐의 뇌에서 얻은 정보가 고작이었다.
- ▶ 수술 과정에서 잘라낸 인간의 뇌 샘플을 이용한 소규모 연구는 1970년대에 매우 시험적으로 시작되었지만, 이제 앨런 연구소가 다량의 인간 데이터를 출판함으로써 인간 뇌의 독특한 특성을 확인하는 데 크게 기여할 것으로 전망된다. 뇌과학계에서는 사상 유례없이 광범위하고 체계적'이라고 평가하며 환영하고 있다.
- ▶ 미국 시애틀 지역의 신경외과 의사들은 환자들의 동의를 얻어, 수술 중에 폐기하는 것이 관행으로 되어있는 '작은 뇌 조각'을 기증했다. 이것은 대뇌피질(cerebral cortex)이라고 불리는 뇌의 바깥층에서 나온 것으로, 뇌 심층부의 병든 조직에 접근하기 위해 잘라낸 것이다.
- ▶ 대뇌피질은 높은 수준의 활동, 이를테면 인간 특유의 깊은 성찰(deep introspection)이나 추상적 추론(abstract reasoning)을 담당하는 것으로 알려져 있다. "생쥐와 인간의 뇌가 어떻게 다른지를 세부적으로 밝혀내면, 인간을 독특한 종(種)으로 우뚝 서게 만든 요인이 뭔지를 이해하는 데 도움이 된다"라고 앨런 연구소의 사장 겸 과학총책임자(CSO)인 크리스토프 코흐 박사는 말했다

02. 과학 기술 정책 및 산업 동향

1. “살아있는 인간의 뇌세포, 최초로 데이터베이스 수록” (계속)

- ▶ 이번에 처음 수록된 다량의 인간 데이터는 36명에게서 채취한 300가지 상이한 유형의 뉴런에 관한 것인데, 그중 일부는 거미집 형태(spidery shape)를 3D로 재구성한 것과, 그 전기적 행동(electrical behaviour)을 시뮬레이션한 컴퓨터 모델을 포함하고 있다. 또한 그것은 다른 세 명에게서 채취한 개별 뉴런 16,000개의 유전자발현 프로파일도 포함하고 있다. 이제 전 세계의 과학자들은 이 데이터를 생쥐의 데이터와 비교함으로써, '양자(兩者)의 핵심적인 차이가 어디에 있는가'에 관한 가설을 세울 수 있다.
- ▶ "이번 데이터베이스는 과학계에 제공된 커다란 서비스다"라고 암스테르담 대학교의 신경과학자로서 신선한 인간 뇌세포 연구의 초기 개척자인 하위프 만스벨더르(Huib Mansvelder) 박사는 말했다. 예컨대 그는 동료들과 함께 "인간의 뉴런은 생쥐보다 정전용량(capacitance)이 작아, 빠른 발화(firing)와 정보전달이 가능하다"라고 밝힌 바 있다. 또한 인간의 뉴런은 매우 복잡한 형태를 띠고 있는 것으로 밝혀졌다. "그러나 앨런 연구소의 대규모 접근방법은 뇌과학을 완전히 새로운 차원으로 끌어올렸다"라고 만스벨더르 박사는 말했다.
- ▶ 연구진이 기증받은 인간의 조직 덩어리들은 각설탕만 한 크기로, 생쥐의 뇌 전체 부피와 비슷하다. 300-350 μ m 두께로 썰어도 세포들이 3일간 살아서 활동하므로, 과학자들이 다양한 분석과 측정을 하는 데 필요한 시간을 충분히 확보할 수 있다. 그에 반해 생쥐의 뉴런은 몇 시간 내에 퇴화하는 경향이 있다.
- ▶ 전 세계에서 신선한 인간 뇌조직을 연구하는 기관은 몇 군데밖에 없는데, 그 이유는 부분적으로 지금껏 뇌수술을 집도한 외과의사들 중에서 뇌조직을 연구를 하려고 생각한 사람들이 거의 없었기 때문이었다. 그러나 최근 생물학 연구도구가 신속하게 발달하면서, 그러한 연구에 대한 과학적 메리트가 증가하고 있다.
- ▶ 앨런 연구소에서는 데이터베이스에 수록되는 인간 뇌세포의 수와, 각각의 세포에서 입수된 정보의 양을 늘릴 계획이다. 그들의 궁극적인 목표 중에는 RNA의 완전한 프로파일을 수록함으로써 뇌조직에서 활성화된 유전자가 무엇인지를 알려주는 것도 포함되어 있다.

02. 과학 기술 정책 및 산업 동향

1. “살아있는 인간의 뇌세포, 최초로 데이터베이스 수록” (계속)

- 그 다음 단계로 뇌세포 간의 연결성을 분석할 수도 있겠지만, 생쥐의 뇌를 이용한 연구만큼 포괄적일 수는 없을 것이다. 왜냐하면 생쥐의 경우에는 뇌 전체를 분석할 수 있지만, 살아있는 인간 뇌의 경우에는 매우 작은 조각만을 다루기 때문이다.
- 살아있는 인간의 뇌조직을 연구하는 데는 또 한 가지 문제점이 있다. 비록 외견상 건강하게 보일지 몰라도, 뇌세포는 뇌종양 수술이나 심각한 뇌전증 치료 과정에서 잘라낸 것이 대부분이므로, 병리학적 환경에서 변형되었을 가능성을 배제할 수 없기 때문이다. 그러나 만스벨더르 박사에 의하면, "암 환자에게서 채취한 대뇌피질 조직과 뇌전증 환자에게서 채취한 대뇌피질 조직을 비교해본 결과, 매우 유사한 것으로 밝혀졌다"고 한다. 앨런 연구소에서도 만스벨더르 박사의 연구결과를 재차 확인했다.
- 인간의 대뇌피질 조직을 이용하는 데는 이점도 있다. 신경외과 수술팀은 수술 전후에 환자들로부터 뇌기능에 대한 정보를 광범위하게 수집한다. 따라서 적절한 익명화(anonymization) 조치를 취한다면, 이 정보들을 세포의 속성과 연관시킬 수 있다. 예컨대 지난 9월 20-23일 헝가리 페치(Pécs)에서 열린 유럽 신경학회연합 모임에서, 만스벨더르 박사는 "지능지수(IQ)와 세포발화 임계치 간의 상관관계"를 입증하는 데이터를 발표한 바 있다. 그에 따르면, IQ가 높을수록 세포발화의 임계치가 낮다고 한다.
- 10월 23일, 만스벨더르 박사는 신경과학의 또 다른 선구자인 헝가리 세게드(Szeged) 대학교의 가보르 터마시(Gábor Tamás) 박사, 이스라엘과 스웨덴의 연구진, 앨런 연구소와 손을 잡고, 미 국립보건원(NIH)으로부터 1,940만 달러의 연구비를 지원받아 인간 뇌 데이터베이스(human-brain database)를 더욱 확장할 계획이라고 발표했다. (참고: <https://www.youtube.com/watch?v=JLiyTEPnU2U&feature=youtu.be>)

02. 과학 기술 정책 및 산업 동향

2. “경찰, 범죄 피해자 심리지원에 뇌과학 힘 빌린다” 출처: SBS, 연합뉴스

- 경찰이 뇌과학 연구 전문기관과 손잡고 범죄 피해자를 위한 위기관리 기법을 개발한다. 경찰청은 이화여대 뇌융합과학연구원과 '뇌인지과학 기반 범죄 피해자 위기관리 플랫폼 개발 공동연구회'를 발족했다. 연구원 소속 전문가 6명과 경찰청 소속 피해자 심리 전문요원 5명이 참가한다.
- 2013년 설립된 이화여대 뇌융합과학연구원은 뇌과학을 기반으로 각종 재난이나 범죄 피해자들의 외상 후 증후군 등 심리적 문제 진단과 연구를 하는 기관이다.
- 두 기관은 지난해 4월 업무협정을 체결해 범죄 피해자 심리 진단과 치료 연구를 위해 피해자 400여명을 연계하는 등 협력해 왔다.
- 연구회는 형사사건 진행 절차에 따라 범죄 피해자에게 맞춤형으로 권리·지원 관련 정보를 제공하고, 심리 안정화 교육 기능을 탑재한 '스마트 정보제공 시스템' 개발을 추진하기로 했다.
- 범죄 피해자의 신체 활동량과 심박수, 수면 패턴 등 생체신호를 이용해 범죄 발생 초기에 외상후증후군을 완화하도록 심리 안정을 유도하는 프로그램도 개발하며 피해자 전담 경찰관과 피해자를 연결하는 플랫폼도 고안할 예정이다.
- 경찰 관계자는 "연구를 적극 추진해 논문 등 성과를 축적하고, 실용화 단계를 거쳐 연구 결과를 경찰의 피해자 보호·지원 정책에 활용하겠다"고 말했다.

02. 과학 기술 정책 및 산업 동향

3. “DGIST 뇌질환 치료 의료기기 원천기술 개발에 도전” 출처: 연합뉴스

- 9일 DGIST에 따르면 뇌기능항상성연구단이 과학기술정보통신부와 한국연구재단 2017년도 7차 바이오·의료기술개발사업에 선정돼 2022년까지 85억8천만원(국비 78억원·시비 7억8천만원)을 지원받는다. 연구단은 뇌 기능 항상성 유지를 위한 멀티모달 뇌 기능 센싱 및 제어기술을 연구한다.
- 뇌 신경회로 활성 변화를 탐지하고 제어하는 시스템을 개발해 파킨슨병, 알츠하이머병과 같은 뇌 질환 치료 의료기기 원천기술을 개발하는 것이 목표다.
- DGIST 정보통신융합전공 최지웅·이정협, 장재은·황재윤 교수, 뇌·인지과학전공 문제일·오용석·전현애 교수, 로봇공학전공 김진영 박사와 장경인·최홍수 교수, DGIST 부설 한국뇌연구원 라종철·최준호 박사 등 뇌과학, ICT, 의료 분야 전문가들이 참여한다. 국가영장류센터 이영전·진영배 박사도 함께한다고 DGIST는 설명했다.
- 최지웅 교수는 "파킨슨병, 치매, 인지장애 등 뇌 질환 치료 원천기술과 의료기기 개발에 주력하겠다"고 말했다.
- 신약, 줄기세포, 유전체, 차세대 의료기술 등 미래 바이오·의료기술 연구개발과 바이오 인프라 구축을 목표로 한 이번 공모사업에는 DGIST와 경북대, 한양대가 선정됐다.

02. 과학 기술 정책 및 산업 동향

4. “나노물질 광다이오드, 이미지 센서에 활용가능” 출처: ScienceTimes

- 국내 연구진이 나노물질로 새로운 광다이오드를 개발했다. 광다이오드는 디지털카메라 및 휴대전화 카메라에 이미지 센서로 들어가는 부품이다.
- 한국과학기술연구원(KIST)은 광전소재연구단의 박민철·황도경 박사팀이 임성일 연세대 물리학과 교수팀과 함께 평면(시트) 구조의 나노물질과 선 구조의 나노물질을 합친 ‘하이브리드 광다이오드 반도체’를 개발했다고 15일 밝혔다.
- 시트나 선 구조의 나노물질을 활용한 반도체를 통틀어 ‘저차원 나노 반도체’라고 부른다. 이런 반도체는 다양한 물리·화학적 특성을 구현할 수 있어 차세대 반도체 후보로 꼽히며, 최근 연구가 활발하게 진행되고 있다.
- 연구진은 새 저차원 나노 반도체를 개발하려, 텅스텐 디셀레나이드(Tungsten diselenide) 나노시트와 산화아연 나노선을 소재로 택했다. 텅스텐 디셀레나이드 나노시트는 빛을 잘 감지하고, 산화아연 나노선은 전자 이동도가 높다.
- 연구진이 두 소재를 붙여 만든 반도체는 자외선에서부터 근적외선까지의 빛을 감지해냈으며 반도체의 이런 성질을 이용해 빛을 전기 신호로 바꿔주는 이미지 센서로 구현했다.
- 연구진은 “새로 개발한 반도체로 이미지 센서를 만들어 ‘뽀로로’ 캐릭터의 이미지를 2차원으로 구현하는 데 성공했다”며 “이번 연구 결과가 차세대 이미지 센서 소자의 상용화에 기여할 것으로 기대한다”고 밝혔다.
- 연구 결과는 국제학술지 ‘어드밴스드 펑셔널 머티리얼즈’(Advanced Functional Materials) 3일 자에 실렸다.



감사합니다