

주간 뇌 연구 동향

2019-01-09



한국뇌연구원
뇌연구정책센터

국내외 뇌 연구 학술 동향

1. DGIST, 뇌 면역세포 미세아교세포 자가포식 작용 억제 규명
2. '왕따' 당하는 아이들 뇌 구조 변한다
3. 스트레스 호르몬 실시간 검출하는 '몸 속' 센서 개발

과학 기술 정책 및 산업 동향

1. 내년 뇌수술 로봇 美 수출..."세계 7곳 AI연구소로 미래 준비"
2. 조선대 치매국책연구단, 한국뇌연구원과 협력 연구 사업 최종 확정
3. 난치병 유전자 잘라내고, 뇌 기억 편집하는 시대 머지않았다

01. 국내외 뇌 연구 학술 동향

출처 : 뉴시스

1. DGIST, 뇌 면역세포 미세아교세포 자가포식 작용 억제 규명

Autophagy. 2018 Dec 7. doi: 10.1080/15548627.2018.1556946. [Epub ahead of print]

TLR4 (toll-like receptor 4) activation suppresses autophagy through inhibition of FOXO3 and impairs phagocytic capacity of microglia.

Lee JW¹, Nam H¹, Kim LE¹, Jeon Y^{1,2}, Min H³, Ha S¹, Lee Y¹, Kim SY⁴, Lee SJ³, Kim EK^{1,2}, Yu SW^{1,2}.

* 원문보기: http://www.newsis.com/view/?id=NISX20190108_0000523599&cID=10899&pID=10800

* 논문보기: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/30523761>

- 대구경북과학기술원(DGIST)은 뇌·인지과학전공 유성운 교수팀이 뇌 면역세포인 미세아교세포(microglia)의 자가포식 작용이 염증자극에 의해 조절되는 새로운 메커니즘을 규명했다고 8일 밝혔다.
- 뇌 면역세포인 '미세아교세포'는 뇌 속 청소부로 뇌 조직에 누적된 해로운 물질을 없애는 역할을 한다.
- 자가포식(autophagy) 작용은 불필요하거나 독성을 지닌 세포 내부 물질을 제거하는데 중요한 작용으로 일본의 오스미 요시노리(Ohsumi Yoshinori) 교수가 관련 연구로 2016년 노벨생리학상을 수상하기도 했다.
- 유 교수팀은 미세아교세포의 표면에 존재하는 'TLR4'라는 수용체에 염증유도 물질이 결합하면 세포 내에서 PI3K/Akt신호전달 경로가 활성화되며 자가포식 작용이 억제된다는 것을 밝혔다.
- 또한 자가포식 작용 억제는 알츠하이머병을 일으키는 아밀로이드베타를 분해하는 능력 저하로 이어져 병을 악화시키는 것을 최초로 확인했다.



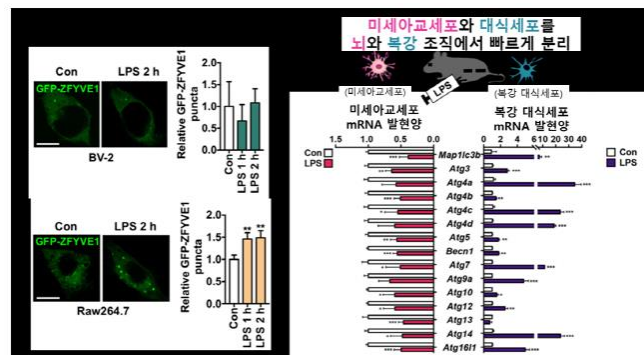
DGIST 뇌·인지과학전공 유성운 교수

01. 국내외 뇌 연구 학술 동향

출처 : 뉴시스

1. DGIST, 뇌 면역세포 미세아교세포 자가포식 작용 억제 규명

- 염증반응과 뇌세포 자가포식 작용이 퇴행성 뇌질환과 관련이 있음을 보여주는 연구는 계속돼 왔으나 관련 과정에 대한 이해는 아직까지 부족했다. 또 미세아교세포와 반대로 우리 몸 다른 면역세포들은 염증자극에 의해 자가포식 작용이 더 활발해진다고 알려져 왔다.
- 이에 이번 연구는 뇌세포의 자가포식 작용 연구를 통해 자가포식 작용에 문제가 발생할 경우 어떻게 뇌기능에 영향을 주는지를 이해해 뇌질환 치료에 중요한 단서를 제시해줄 수 있을 것으로 기대하고 있다.
- DGIST 뇌·인지과학전공 유성운 교수는 "퇴행성 뇌질환에 걸리면 항상 신경염증이 증가하는데 이때 염증 증가와 연관된 미세아교세포에서 자가포식 현상이 억제된다는 것은 알려져 있지 않았다"며 "뇌조직세포에 초점을 맞춰 신경염증과 자가포식 작용간의 연관성을 계속해서 연구한다면 앞으로 뇌질환 치료제 개발에 한층 더 다가갈 수 있을 것"이라고 말했다.
- 한편 이번 연구 결과는 자가포식 분야 최고 권위 학술지인 '오토파지'(Autophagy, IF=11.1) 저널에 지난해 12월7일 게재됐다. 과학기술정보통신부와 한국연구재단이 지원하는 뇌과학원천사업, 중견연구자 지원사업과 DGIST 뇌신경 가소성 기반 재활기전 및 재활기법의 융합연구 과제에 지원을 받아 진행했다.
- 연구에는 DGIST 뇌·인지과학전공 이지원, 남혜리 박사과정 학생과 김은정 석사과정 학생이 공동 제1저자로 참여했으며 DGIST 뇌·인지과학전공 김은경 교수팀, 서울대학교 치의과대학 이성중 교수팀, 한국생명공학연구원 김선영 박사가 공동연구자로 참여했다.



미세아교세포의 TLR 염증자극에 의한 자가포식 활성 억제. 그래픽=DGIST.

01. 국내외 뇌 연구 학술 동향

출처 : 메디컬투데이

2. '왕따' 당하는 아이들 뇌 구조 변한다

Mol Psychiatry. 2018 Dec 12. doi: 10.1038/s41380-018-0297-9. [Epub ahead of print]

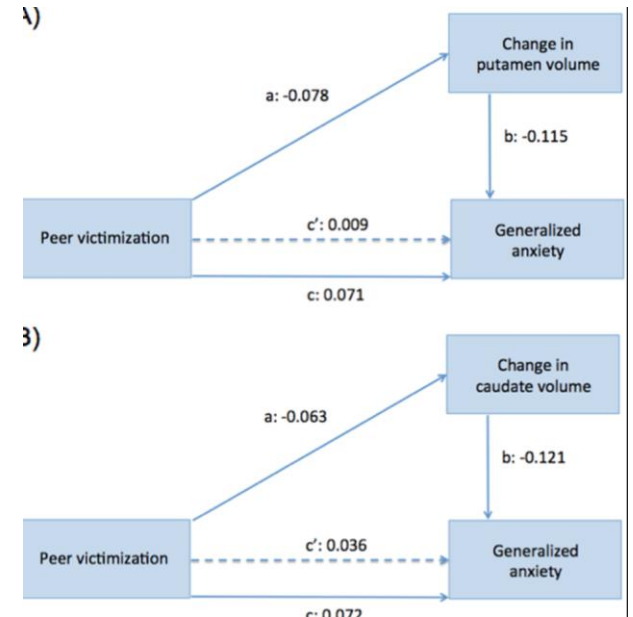
Peer victimization and its impact on adolescent brain development and psychopathology.

Quinlan EB¹, Barker ED², Luo Q^{3,4}, Banaschewski T⁵, Bokde ALW⁶, Bromberg U⁷, Büchel C⁷, Desrivieres S⁸, Flor H^{9,10}, Frouin V¹¹, Garavan H¹², Chaarani B¹², Gowland P¹³, Heinz A¹⁴, Brühl R¹⁵, Martinot JL¹⁶, Martinot MP^{17,18}, Nees F^{5,9}, Orfanos DP¹¹, Paus T^{19,20}, Poustka L²¹, Hohmann S⁵, Smolka MN²², Fröhner JH²², Walter H¹⁴, Whelan R²³, Schumann G⁸, IMAGEN Consortium.

* 원문보기: <http://www.mdtdoday.co.kr/mdtdoday/index.html?no=343264>

* 논문보기: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/30542059>

- 주기적으로 왕따를 당하는 청소년들은 뇌 구조가 변하고 이로 인해 정신건강장애가 발병할 위험이 높을 수 있는 것으로 나타났다.
- 7일 킹스컬리지런던 연구팀이 'Molecular Psychiatry'지에 밝힌 유럽내 각기 다른 국가내 14-19세 연령의 600명 이상을 대상으로 설문조사와 뇌 영상 촬영 검사를 한 결과 이 같이 나타났다.
- 참여자중 30명 이상이 사이버 왕따를 당한 가운데 이들을 만성적으로 왕따를 당하지 않은 청소년들과 비교한 결과 심한 왕따를 당하는 것이 19세경 뇌 용적 변화와 불안도 변화와 연관된 것으로 나타났다.
- 연구결과 실제로 왕따가 운동을 조절하고 학습에 영향을 미치는 조가비핵(putamen)과 기억을 처리하며 뇌가 학습하는데 중요한 역할을 하는 미상핵(caudate nucleus)이라는 뇌 영역의 용적을 감소시킬 수 있는 것으로 나타났다.
- 연구팀은 "만성적으로 왕따를 당하는 청소년에서 신체적 변화가 19세경 불안도 증가와 동료 희생(peer victimization)간 관계를 부준적으로 설명할 수 있다"고 강조했다.



왕따를 당하는 청소년들은 뇌 구조가 변하고 이로 인해 정신건강장애가 발병할 위험이 높을 수 있다는 연구 결과가 나왔다

01. 국내외 뇌 연구 학술 동향

출처 : 메디컬투데이

3. 스트레스 호르몬 실시간 검출하는 '몸 속' 센서 개발

Chronic and acute stress monitoring by electrophysiological signals from adrenal gland

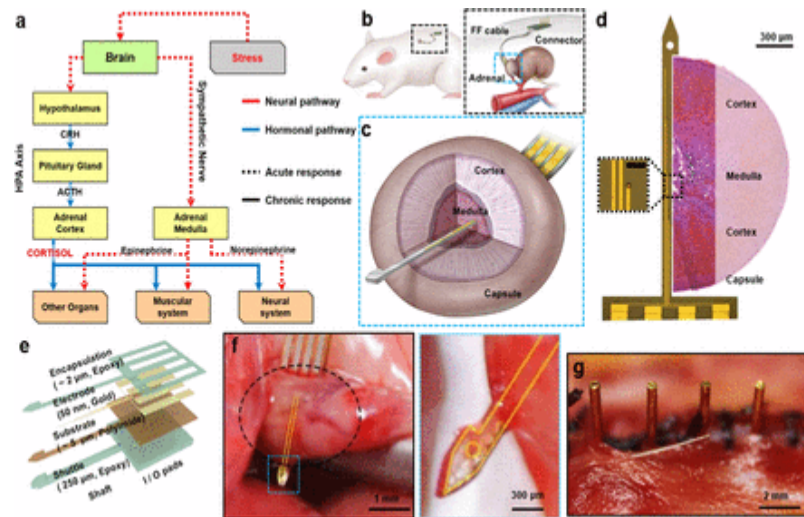
Sung Hyuk Sunwoo, Ju Seung Lee, SungJun Bae, Yiel Jae Shin, Chang Seong Kim, Soo Yeon Joo, Hong Sang Choi, Minah Suh, Soo Wan Kim, Young Jin Choi, and Tae-il Kim

PNAS published ahead of print January 7, 2019 <https://doi.org/10.1073/pnas.1806392115>

* 원문보기: <http://www.mdtoday.co.kr/mdtoday/index.html?no=343264>

* 논문보기: <https://www.pnas.org/content/early/2019/01/02/1806392115>

- ▶ 국내 연구팀이 스트레스를 받을 때 몸에서 분비되는 호르몬을 수시로 모니터링하는 체내 삽입형 전자소자를 개발했다. 선우성혁 서울대 화학생물공학부 연구원과 김태일 성균관대 화학공학부 교수, 최영진 세종대 나노신소재공학부 교수팀은 스트레스 호르몬인 '코르티솔'을 부신 표면에서 측정하는 플라스틱 소자를 개발해 국제학술지 '미국국립과학원회보(PNAS)' 7일자에 소개했다.
- ▶ 코르티솔은 스트레스를 겪을 때 분비되는 호르몬을 하나다. 지속적으로 과도하게 분비되면 인체의 항상성이 무너져 심혈관계나 면역계, 소화계, 생식계의 만성 질환과 우울증을 일으킨다. 코르티솔 분비량을 측정해 스트레스 정도를 확인하고 대처하려는 노력이 많지만, 침이나 혈액을 이용하는 기존 측정 방식으로는 실시간 모니터링이 불가능하다는 한계가 있었다.



스트레스 호르몬인 '코르티솔'을 부신 표면에서 측정하는 플라스틱 소자를 개발

01. 국내외 뇌 연구 학술 동향

출처 : 메디컬투데이

3. 스트레스 호르몬 실시간 검출하는 '몸 속' 센서 개발

- 선우 연구원팀은 부신에서 코르티솔이 분비될 때 전기 신호를 발생한다는 사실에 주목하고 반도체 공정을 이용해 두께가 수 마이크로미터(100만 분의 1m)에 불과한 휘는 플라스틱 전기생리 센서를 개발했다. 쥐를 대상으로 인공적으로 코르티솔을 분비하는 실험과, 쥐를 강제로 헤엄치게 해 일시적으로 스트레스 상황을 맞게 하는 실험을 한 뒤 이 센서로 스트레스를 측정해 본 결과, 스트레스를 심하게 겪을수록 부신 피질과 부신 수질에서 전기 신호가 증가한다는 사실을 확인했다. 스트레스 상황에서 부신이 코르티솔을 발생시키며, 그 발생 여부를 전기 신호를 통해 모니터링할 수 있음을 밝힌 것이다. 이 센서는 체내에서 9주 이상 안정적으로 작동했으며, 조직의 손상도 별로 없었다.
- 연구팀은 이 기술을 이용해 스트레스 호르몬 과다 분비로 고통 받는 환자의 이상 코르티솔 분비를 실시간으로 감지하고, 내분비 기관 연구에 응용할 수 있을 것으로 예상했다. 호르몬이 비정상적으로 분비되면 전기자극을 통해 제어할 수 있을 것으로 기대했다. 연구 공동 책임자인 최 교수는 "모니터링을 역 이용해 간단한 전기 자극을 통해 스트레스가 질병으로 발전하는 것을 막을 수 있을 것"이라고 말했다.

왕따를 당하는 청소년들은 뇌 구조가 변하고 이로 인해 정신건강장애가 발병할 위험이 높을 수 있다는 연구 결과가 나왔다

02. 과학 기술 정책 및 산업 동향

출처 : 한국경제

1. 내년 뇌수술 로봇 美 수출..."세계 7곳 AI연구소로 미래 준비"

* 원문보기: <http://news.hankyung.com/article/2019010700901>

- ▶ 지난 3일 경기 용인에 있는 고영테크놀러지 연구개발센터를 찾았다. 고광일 대표가 처음 안내한 곳은 뇌수술 로봇이 있는 방이었다. 그는 “검사장비의 기초가 되는 로봇기술과 3차원 센서기술을 기반으로 뇌의 어느 곳을 뚫어야 하는지 정확히 짚어내는 게 기술의 핵심”이라고 말했다. 이 로봇은 28건의 임상을 마쳤다. 올해 안에 국내 판매를 시작하고, 미국에선 식품의약국(FDA) 승인을 받은 뒤 내년부터 판매할 계획이다. 이를 위해 지난해 11월 미국의 주요 의과대학 교수들을 모아놓고 제품 설명회를 열었다. 고 대표는 반응이 무척 좋았다고 했다.
- ▶ 고 대표가 소개한 또 다른 미래 기술은 투명하게 도포한 코팅제의 두께를 재는 장비다. 남들이 모두 불가능할 것으로 여기던 제품이다. 무색 투명한 코팅제의 도포 검사는 그동안 사람 시력에 의존했지만 이를 3차원 검사기법을 활용해 정확하게 측정할 수 있게 했다. 이들 제품은 모두 ‘3차원 측정기법’과 ‘로봇’이라는 이 회사의 핵심 역량을 활용한 것이다.
- ▶ 고 대표가 심혈을 기울이고 있는 미래 투자는 이 같은 로봇기술에 결합할 인공지능 기술을 확보하는 것이다. 고 대표는 “4차 산업혁명에서 가장 중요한 기술은 인공지능(AI)”이라고 했다. 3차원 검사장비도 그 자체로 끝나는 게 아니라 여기에 인공지능이 결합돼 스마트공장 솔루션으로 진화하고 있기 때문이다. 그래서 고 대표는 5년 전부터 AI 인력을 찾아 나섰다. 현재 미국 2곳(뉴욕주립대 빙엄턴캠퍼스와 샌디에이고)과 한국(KAIST) 등 3곳에 인공지능연구소를 두고 있다. 이들 연구소 중 샌디에이고는 2016년 출범 당시만 해도 연구원이 서너 명에 불과했지만 지금은 약 20명으로 늘었다.



웨어러블 헬스케어 전문기업 (주)매클러비앤에이치는 지난 20일 가천대학교와 공동으로 tDCS(경두개직류전기 자극술) 학습기기 활용 세미나를 개최했다.

02. 과학 기술 정책 및 산업 동향

출처 : 화이트페이퍼

1. 내년 뇌수술 로봇 美 수출..."세계 7곳 AI연구소로 미래 준비"

* 원문보기: <http://www.whitepaper.co.kr/news/articleView.html?idxno=134931>

- 고 대표는 "인공지능연구소를 가급적 연내에 3~4곳 추가로 열 계획"이라고 말했다. 검토하고 있는 지역은 캐나다 밴쿠버와 미국(노스캐롤라이나, 애틀랜타), 동유럽이다. 고 대표는 "실리콘밸리나 런던 등 인공지능 중심지에선 글로벌 대기업이 양질의 인력을 싹쓸이하고 있다"며 "우리는 이들 지역을 피해 우수 인력을 확보한다는 전략"이라고 말했다.
- 그는 이렇게 세계 곳곳에 AI 연구소를 내는 이유도 설명했다. "지역마다 AI 기반 기술이 다르다. 수학, 공학 등 강한 부문이 다르기 때문에 삼성도 여러 지역에 연구소를 내는 것"이라고 했다.
- 앞으로 회사를 어느 정도로 키우고 싶느냐고 묻자 고 대표는 "우리도 1조원 한 번 가보려고요"라고 답했다. 이를 위한 연구개발 전략도 밝혔다
- 지금 당장의 먹거리에 36%, 중기(2~5년 뒤)에 45%, 장기 먹거리(7~10년 뒤) 개발에 19% 정도를 투자한다는 얘기였다. 그는 "10년 뒤를 내다보고 연구개발을 한 게 벌써 10년 정도 됐다"며 "그 결과는 새로운 사업으로 줄줄이 나오고 있다"고 말했다.

02. 과학 기술 정책 및 산업 동향

출처 : 뉴스웨이

2. 조선대 치매국책연구단, 한국뇌연구원과 협력 연구 사업 최종 확정

* 원문보기: <http://news.newsway.co.kr/news/view?tp=1&ud=2019010323002674849>

- 조선대학교(총장직무대리 김재형) 치매국책연구단(단장 이건호)과 한국뇌연구원의 협력연구 사업이 최종 선정되었다.
- 이로써 과학기술정통부가 매년 15억 원, 광주광역시가 3억 원을 지원해서 연간 18억 원씩 1단계 사업으로 2019년 1월부터 5년 간 90억 원의 사업비를 지원받게 된다.
- 이번 협력연구 사업은 조선대 치매국책연구단이 구축한 광주지역 치매 코호트를 대상으로 치매 증상이 없는 초기단계 치매환자를 선별해내고 이들을 대상으로 장기 추적연구를 실시하여 치매 발병과정을 규명하고 치매예방기술을 개발하기 위한 사업이다.
- 주관기관은 조선대학교 치매국책연구단이며 참여기관으로는 GIST, 전남대, 동신대가 참여한다.
- 한편 조선대 치매국책연구단은 지난해 한국인 표준 뇌지도 작성 및 뇌 영상 분석 알고리즘을 개발하고, 이를 적용한 치매 예측 의료기기의 식품의약품안전처 인증을 획득하여 '2018 올해의 10대 과학기술 뉴스'로 선정되기도 했다.
- 이건호 치매국책연구단장은 "조선대 치매국책연구단에서 개발한 치매예측기술은 초기 알츠하이머병에 동반되는 미세한 뇌 손상을 식별해 낼 수 있어 알츠하이머성 치매 조기 예측에 핵심적인 역할을 할 것으로 기대된다"며, "특히 이번 한국뇌연구원과의 협력연구 사업은 기존에 연구단이 수행한 연구결과의 정밀성을 높이고 치매병인 규명을 위한 빅데이터 구축 및 치료에 대한 연구시스템을 구축하여 국가사회적으로 심각한 치매문제를 해결하는데 크게 기여할 것"이라고 밝혔다..



주관기관인 조선대학교 치매국책연구단 단장 이건호 교수

02. 과학 기술 정책 및 산업 동향

출처 : 헬스조선

3. 난치병 유전자 잘라내고, 뇌 기억 편집하는 시대 머지않았다

* 원문보기: http://health.chosun.com/site/data/html_dir/2019/01/04/2019010400034.html

➤ 미래의학 10대 기술

- 공상과학 영화에서만 보던 최첨단 기술이 집약된 의학 기술이 급속히 발전하고 있다. 최근 고려대의료원은 미래의학 10대 기술을 선정했다. 고려대의료원 이기형 의료원장은 "환자가 체감할 수 있을 정도로 가까운 미래에 실현 가능한 10대 기술을 선정했다"며 "10년 정도 지나면 IoT(사물인터넷), AI(인공지능), 빅데이터 등의 첨단 기술이 접목된 미래형 병원을 만날 수 있을 것"이라고 말했다.

1. 암 정밀 진단·치료

- 현재 암 환자는 유전자를 분석하고 그에 맞는 약 처방을 받고 있다. 앞으로는 유전자와 효과가 좋은 치료 약을 매칭해 데이터화 해서 보다 빠르게 환자 맞춤 치료가 가능해질 것이다. 고려대의료원 박종웅 의무기획처장(정형외과 교수)은 "현재는 암에 걸리면 효과 좋은 표적치료제를 찾기 위해 수많은 검사를 해야 하고, 어렵게 찾은 표적치료제가 환자에게 맞지 않을 땐 또 다시 검사를 해야 한다"며 "이 과정이 짧게는 3주, 길게는 석 달까지 걸린다"고 말했다. 환자 유전자 정보와 치료 데이터를 활용하면 짧은 시간 안에 최적의 표적치료제를 찾을 수 있다. 진단에 쓰이는 비용도 줄일 수 있다.

2. 클라우드형 공유 병원정보시스템

- 클라우드형 공유 병원정보시스템은 환자의 진료 기록(EMR)과 함께 유전 정보, 생활 습관을 체계적으로 데이터화 한 빅데이터 클라우드 플랫폼이다. 이 플랫폼은 국내는 물론 전 세계 다른 병원에도 공유가 돼 환자는 전 세계 어느 병원에 가도 맞춤형 치료를 받을 수 있다. 박종웅 교수는 "병원에 직접 방문하지 않고도 각종 웨어러블 디바이스를 통해 개인의 유전체에 따라 질병을 조기발견할 수 있도록 사전에 검사를 권하고, 생활습관을 개선하도록 할 것"이라고 말했다.



의료진이 로봇을 입고 환자 진단·치료에 도움을 받고, 3D프린팅 기술로 인공 장기를 만들어 이식하는 등의 미래의학 기술이 급속도로 발전하고 있다. 고려대의료원은 머지않은 미래에 실현 가능한 미래의학 10대 기술을 선정했다. /고려대의료원 제공

02. 과학 기술 정책 및 산업 동향

출처 : 계속

3. 난치병 유전자 잘라내고, 뇌 기억 편집하는 시대 머지않았다

3. 칼을 대지 않는 체액 생검

- 암 확진을 위해서는 조직 생검을 해야 한다. 그러나 생검 위치에 따라 상이한 결과가 도출될 수 있고, 신체 조직을 일부 떼내기 때문에 환자에게 부담이 있다. 체액 생검은 혈액·침·땀·눈물 등 체액을 검체로 하여 DNA·RNA·단백질 등을 정밀하게 분석, 질병을 진단하는 방법이다. 간단하고 빠른 검사가 가능하며 비침습적이기 때문에 통증이나 후유증이 없다. 질병 진단 후 추적에도 유용하다.

4. AI 기반 신약 설계

- 신약 개발에는 평균 10년의 기간과 1조원의 비용이 소모된다. 신약 개발에 들어가는 막대한 시간과 비용은 대부분 신약 후보 물질을 찾는 데 들어간다. 고려대의료원 한창수 대외협력실장(정신건강의학과 교수)은 "모든 약은 화학 구조식이 있는데, 약의 화학 구조식과 효과를 내는 질병·증상을 연계시켜 인공지능이 학습하도록 하면, 향후 인공지능이 목적에 따라 신약 후보 물질을 추려주게 된다"고 말했다. 이러한 후보 물질은 최종적으로 임상 테스트만 거치면 되므로, 신약 개발 기간과 비용을 획기적으로 줄일 수 있다.

5. 장기 칩(Organ-on-a-chip) 기술

- 인간의 장기(臟器) 세포를 특수 칩에 올려서 배양해 장기와 비슷하게 만드는 'Organ-on-a-chip(장기 칩)' 기술은 신약 개발에 용이하게 활용될 수 있다. 사람을 대상으로 신약 임상을 하기에는 위험성이나 한계가 있는데, Organ-on-a-chip에 신약을 접촉시키면 약물 반응과 흡수율 등을 쉽게 파악할 수 있다. 또한 심장, 폐, 간, 혈관, 뇌 같은 다양한 Organ-on-a-chip을 모아 놓고 여기에 환자의 질병 세포를 이식하면 Patient-on-a-chip(환자 맞춤 장기 칩)이 되는데, 이를 이용해 약물 반응을 테스트함으로써 동물 실험의 윤리적인 문제를 해결할 수 있다.

6. 유전자 가위

- 유전자 가위는 특정 유전자 부위를 잘라내는 효소 단백질(CRISPR-Cas9)이다. 유전적 질병이 더 이상 진행되지 않도록 효소 단백질을 체내로 넣어 특정 유전자를 잘라내면 유전자가 자가수리 되면서 유전병의 위험이 없어진다. 정상 유전자를 삽입해 치료할 수도 있다. 유전자 가위 기술은 배아·태아 단계에서 시도해 볼 수 있으며, 그동안 치료가 어려웠던 유전병, 암, 혈액병, 혈우병 등의 난치병 치료의 대안으로 주목받고 있다.

02. 과학 기술 정책 및 산업 동향

출처 : 계속

3. 난치병 유전자 잘라내고, 뇌 기억 편집하는 시대 머지않았다

7. 휴먼 마이크로바이옴

장내 미생물이 질병의 주요한 원인이라는 것이 밝혀지고 있다. 생활 습관이나 환경 변화에 따라 장내 미생물의 균형이 깨지면 아토피 피부염이 발생하기도 하고, 비만 같은 대사성 질환이 발생하기도 한다. 마이크로바이옴 연구는 미생물을 인간의 신체 일부로 인식하며, 특정 질병과 장내 미생물 사이의 관계를 밝히는 것이다.

8. 3차원 장기 프린팅

세포, 성장인자 등 바이오잉크를 활용한 3D프린팅 기술이 의료 분야에 적용되고 있다. 이 기술이 발전하면 인공심장, 인공폐와 같은 맞춤형 인공장기를 만들어 낼 수 있다. 귀와 코 같은 신체의 일부를 만들어 외상 치료에도 활용할 수 있다. 현재 세계적으로 3D프린팅을 이용해 인공혈관 프린팅과 이식, 간 조직 프린팅과 쥐 이식에 성공했다. 고려대의료원도 3D프린팅을 이용해 사람 두개골 이식 수술을 성공했다.

9. 착용형 소프트 로봇

미래에는 무겁고 딱딱한 로봇이 아니라 작고 가볍고 부드러운 착용형 로봇이 확산될 것이다. 고려대 의대 의공학교실 김승종 교수는 "의료진을 도와주는 로봇이 활발하게 개발되고 있다"며 "센서가 달린 글로브를 끼우고 환자의 이마나 손목에 대면 체온·맥박을 측정할 수 있는 센서 글로브, 간호사가 환자를 부축하며 재활을 시키는 데 힘을 보태는 착용형 로봇 등이 대표적인 예"라고 말했다.

10. 메모리 에디팅

뇌의 기억을 편집할 수 있는 의료 기술도 도입 예정이다. 한창수 교수는 "미국에서는 VR 가상현실을 이용해 군인들의 전쟁 트라우마 치료에 성과를 얻었다"며 "최근에는 해마에 전기 자극을 줘 단기 기억을 장기 기억으로 전환시켜주는 실험에도 성공했다"고 말했다. 공포심을 학습한 달팽이의 RNA를 다른 달팽이에 이식한 기억 이식 실험도 성공했다. 메모리 에디팅 기술은 지우고 싶은 트라우마는 지워주고, 죽어있던 기억은 되살려 치매와 같은 질병은 치료하며, 더 나아가 경험하지 못한 체험이나 기술을 이식시켜 줄 수 있다.