

THEME

TECH

ACT

FUTURE

CULTURE

7
 2019
 JULY
 VOL. 70

이달의 신기술

NEW TECHNOLOGY
 OF THE MONTH

PERSONALIZED MEDICINE

COLUMN

인공지능과 맞춤형
 재활의료산업에 대한 미래

인더스트리 포커스
 맞춤형 진단, 치료

역사상 처음 마주한 초고령사회
**맞춤형 의료시대로의
 변화 불가피**



THEME



02	COLUMN	인공지능과 맞춤형 재활의료산업에 대한 미래
06	인더스트리 포커스	맞춤형 진단, 치료
12	TREND & ISSUE ①	미국, 산업 간 융합 통해 변화 중인 헬스케어 기술 개발 및 정책 동향
22	TREND & ISSUE ②	맞춤형 의료시대, 이스라엘 바이오제약산업의 전환점

TECH



28	R&D 우수기업	로봇시대의 핵심 기술을 연구하는 레인보우로보틱스
33	이달의 새로 나온 기술	
39	이달의 사업화 성공 기술	

ACT

46	R&D 프로젝트_스퀘어네트	생산성 최적화 및 Seamless 설비 운영을 위한 인공지능 기반 제조 상황 진단·예측 시스템 개발
48	R&D 기업_애플론(주)	암 치료제의 새로운 패러다임을 구축하다

FUTURE



52	TOPIC	급성장하는 바이오산업
56	MATCH	갈 길 먼 K로봇 글로벌 시장 존재감 없는 수술로봇
60	KEY WORD	WHO, 게임 중독 = 질병

CULTURE

64	1318 테크	환자 개인별 특성에 최적화된 유전자이용 맞춤형 의료 기술
68	기술과 문화	영화 '데드풀'과 첨단 재생의료 기술
70	리쿠르팅	
72	NEWS	



이달의 신기술

등록일자 2013년 8월 24일
발행일 2019년 6월 30일
발행인 한국산업기술평가관리원 원장 정양호
발행처 한국산업기술평가관리원, 한국에너지기술평가원,
한국산업기술진흥원, 한국공학한림원
주소 대구광역시 동구 첨단로 8길 32 (신서동)
한국산업기술평가관리원
후원 산업통상자원부

편집위원 산업통상자원부 김현철 국장, 이재식 과장, 홍기웅 사무관,
김덕기 사무관, 조원철 사무관, 우석중 사무관, 최선혜 사무관,
전소원 사무관, 김영희 주무관, 김미래 주무관
한국산업기술평가관리원 김상태 본부장, 신성윤 단장,
하석호 팀장, 박중성 책임
한국에너지기술평가원 이화용 본부장
한국산업기술진흥원 오명준 본부장
한국산업기술문화재단 정경영 상임이사
한국공학한림원 남상욱 사무처장

편집 및 제작 한국경제매거진 (02-360-4845)
인쇄 경성기획사 (042-635-6080)
구독신청 02-360-4845 / power96@hankyung.com
문의 한국산업기술평가관리원 (042-712-9230)
잡지등록 대구동, 라00026

※ 본지에 게재된 모든 기사의 판권은 한국산업기술평가관리원이 보유하며,
발행인의 사전 허가 없는 기사와 사진의 무단 전재, 복사를 금합니다.

재활의료 기술의 변화와 전망 인공지능과 맞춤형 재활의료산업에 대한 미래

인공지능(AI)이란 학습을 통해 인간과 유사한 지적능력을 모방하는 기술이다. 학습을 위해서는 데이터가 필요하며, 지능의 고도화를 위해서는 정제된 빅데이터가 요구된다. 데이터 기반 AI는 인간의 사고를 모방한 알고리즘 설계에 따른 소프트웨어 기술이며, 이를 위해서는 빅데이터의 고속연산 처리를 가능케 하는 하드웨어 기술이 바탕이 되어야 한다.



인공지능이 불러올 의료 분야 기대효과

의료 분야에서 AI를 이용한 융합 기술은 다양한 활용성과 무한한 가능성을 갖게 한다. 특히 방대한 의료 데이터와 임상 결과가 확보돼 AI 학습을 위한 우수한 자료로 활용할 수 있다. 의료계의 우려에도 불구하고 AI 기술은 새로운 가능성을 의료 분야에 제공할 것으로 기대된다. 예측되는 기대효과는 몇 가지로 요약할 수 있다.

첫째, 치료 중심의 의료체계에서 사전적 진단·예방을 위한 포괄적 의료 기술이 기대된다. 개인의 유전정보 및 가족력, 의료 이력 등을 통해 질환 발생 시 예방적 정밀 의료 행위가 가능하다.

둘째, 의료서비스의 질적 향상을 기대할 수 있다. 의사의 의료 행위는 질환에 따라 다양한 검사정보를 검토한 후 정교하고 민감한 상황에 대처해야 한다. 의료 기술의 비약적인 발전으로 의사는 방대한 의학 지식과 최신 의학정보를 습득하는 데 한계가 있다. AI는 방대한 의료정보를 처리해 의사의 치료 처방 판단에 중요한 정보를 제공하는 도우미 역할을 수행할 수 있으며, 환자의 이해를 돕기 위한 치료정보를 의사에게 신속하게 제공함으로써 신뢰도 높은 의료서비스를 제공할 수 있다.

셋째, 맞춤형 치료로의 패러다임 전환이다. 정밀의료의 기대로 약물 및 치료 행위에서 유전적 특성과 부작용에 대한 임상 결과를 AI 기술로 분석할 수 있어 개인 특성에 부합하는 치료 방법을 제시한다. 의사는 부작용을 최소화하고 치료에 대한 예후를 예측 및 판단해 개인 맞춤형 치료를 제공하게 된다.

맞춤형 치료 유일한 해결 방안 'AI'

의료 기술의 발전에 따른 인간의 수명 연장과 더불어 고령화로 인한 근골격계 및 뇌병변 질환의 발병은 재활의료 시장의 확대로 이어지고 있다. 재활 치료는 영양 상태, 생활환경, 경제력, 유전체정보 등에 의해 질환의 증상 및 치료의 예후에 상이한 결과를 가져오기도 한다. 재활은 이제 보편적 의료로는 치료에 제한적일 수밖에 없으며, 효과적인 재활 치료를 위해서는 맞춤형 치료가 요구된다.

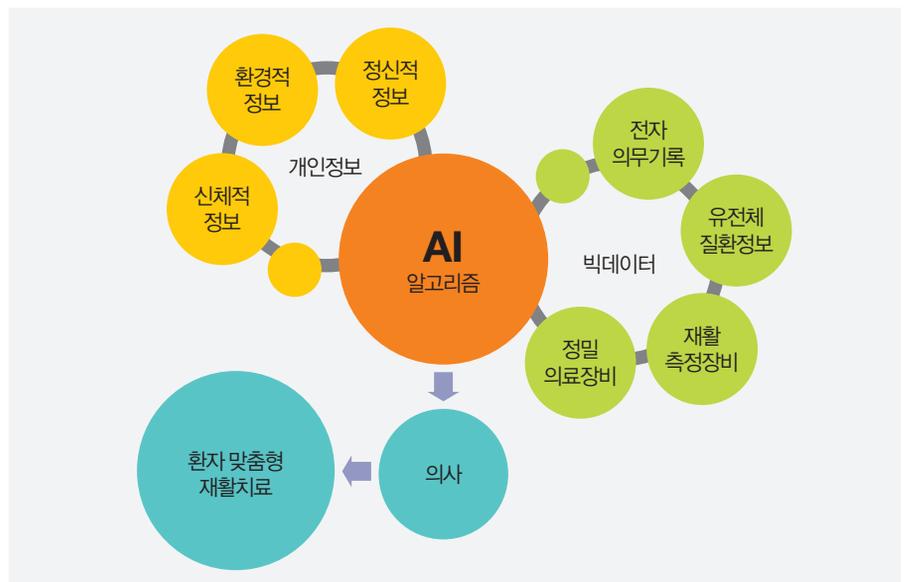
AI 기술은 맞춤형 치료에 대한 유일한 해결 방안이다. AI 기술은 질환의 정밀진단 및 조기 재활을 통해 의료 질 향상과 비용 절감도 기대할 수 있다. 미국 인디애나대 캐시 베넷의 연구 결과, AI 기술 활용 시 진단 성과는 41.9% 향상되고 의료비는 58.5% 절감된다.

AI 맞춤형 재활 치료 시스템은 환자의 신체적 능력 및 정서적 상태에 따라 재활 치료 처방을 제안하는 모델로 이루어져야 하

며, 유전정보와 질환의 연계성도 주요 정보 요소로 사용돼야 한다. 반면 환자 정보 체계는 표준화가 명확하게 수립되지 못해 환자의 병원 간 이동 시 재활 치료 기록의 연속성이 제한돼 추가적 검사 없이는 재활 담당의사의 경험적 판단 및 처방에 따라 연속성 있는 재활을 기대하기 어려운 실정이다. 고통스러운 재활 기간의 효과적인 단축을 위해서는 AI 기술을 통한 빅데이터 분석으로 회복 정도를 예측해 적절한 재활 치료 기간 및 방법을 제시하고 환자에 대한 정량적 정밀측정 장치와 표준화된 치료 프로세스로 일관성 있는 재활 치료가 가능한 AI 맞춤형 재활 치료가 요구된다.

의료 기술 발전으로 사망률 감소

국내에 등록된 장애인 약 250만 명 중 62.4%는 지체장애와 뇌병변장애에 따라 재활을 필요로 하는 대상으로 분류된다. 지체장애 비율은 하지장애 46.7%, 상지장애 22.6%의 분포를 보인다. 뇌병변장애는



〈그림 1〉 인공지능 맞춤형 재활 치료 구성요소 기술

상지와 하지에 복합장애를 갖는 비율이 높으며 하지장애는 49.8%, 상지장애는 45.9%다. 지체장애와 뇌병변장애 발생은 대부분 후천적 요인에 따른 것이며, 사고 및 질병이 95% 이상으로 절대적이다.

특히 만 65세 이상 지체 및 뇌병변장애 비율은 각각 45.3%, 52.5%로 절반을 차지하고 있다(만 50세 이상의 지체 및 뇌병변장애는 각각 80.4%, 80%). 또한 인구 고령화로 인해 뇌졸중 발생은 증가하고 있으나, 뇌졸중 환자의 연간 사망률은 2010년 10만 명당 50.2명으로 지난 10년 대비 약 23% 감소했다. 결국 의료 기술의 발전으로 사망률은 감소했지만 유병률은 크게 증가했고, 2030년에는 3배 이상 증가할 것으로 예상된다.¹⁾

국내 의료 분야의 인공지능 활용

국내 의료 분야에서는 AI를 활용한 기술로 의료영상 판독을 통한 진단 지원 및 재

활 지원기구, 신약 개발 등 다양한 부문에서 연구가 진행되고 있다.

제이엘케이인스펙션은 AI 기술을 활용한 의료영상 진단 분야에서 뇌졸중 진단 보조장치를 국내에선 처음 의료기기로 등록했다. AI 기반의 뇌경색 MR 영상 진단 시스템으로, 뇌졸중은 발병 후 다수의 환자가 마비나 통증 등의 후유증과 운동 기능 이상으로 생활에 불편을 안고 살아가는 경우가 많다. 뇌경색은 발병 시 정확한 진단과 적절한 처방에 따라 예후에 차이가 난다. 제이엘케이인스펙션의 의료영상 진단 보조장치는 데이터를 기반으로 정량적 뇌경색 원인 분석정보를 제공해 환자 개개인의 맞춤형 진단과 처방이 가능하다.²⁾

네오펙트는 중추신경계 질환 환자의 재활 치료용 스마트 재활 솔루션을 연구하고 있다. 중추신경계 질환 환자의 재활을 돕는 스마트 재활 솔루션은 실시간 바이오 피드백 장치인 스마트 글러브와 함께 재활학습

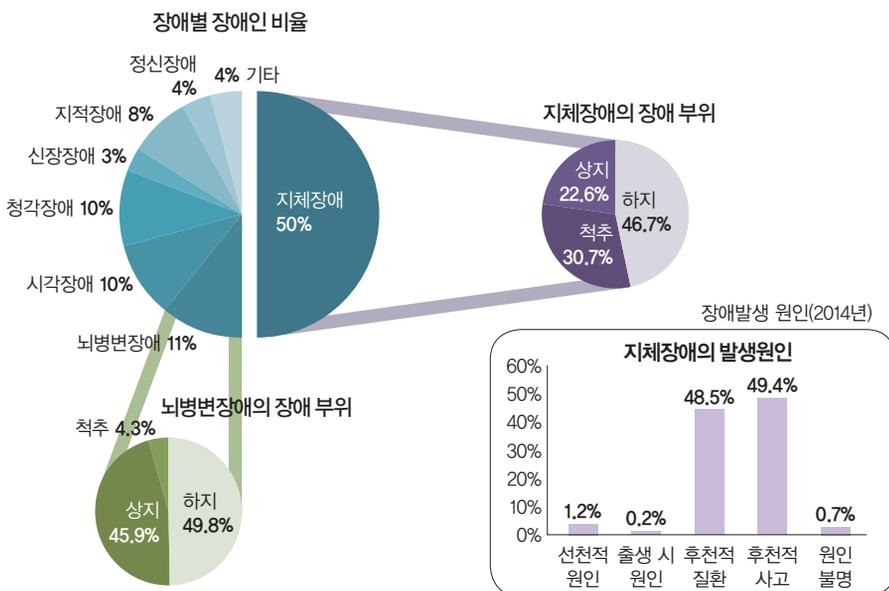
알고리즘이 내장된 재활훈련 게임을 치료사가 없는 상황에서도 환자 맞춤형으로 게임의 강도를 조절해 재활 훈련을 시키는 AI 알고리즘이 적용돼 있다.³⁾

인공지능 플랫폼 독점하는 글로벌 기업

AI 기술은 세계적으로 2015년 이후 2020년까지 연평균 82.9% 수준으로 성장이 기대되는 핵심 분야이며, 한국은 2030년 약 27조 원 규모의 시장으로 확대될 것으로 전망되고 있다.⁴⁾ 특히 미국, 이스라엘, 유럽연합(EU) 등은 스타트업을 대상으로 한 인수합병이 활발하게 이루어지고 있다. 세계 각국은 AI 분야의 경쟁력 확보를 위해 기술력이 있고 창의적인 스타트업을 지속해서 발굴하고 있다.

프로스트 설리번과 BCC리서치에 따르면 AI 스마트 기기 관련 시장 규모는 2014년 63억 달러에서 2024년 412억 달러 규모로 성장할 것으로 예측되고 있다. AI를 활용한 재활 치료 시장을 별도로 분류한 자료는 없으나, AI 부문 헬스케어 시장에 대한 시장 통계의 경우 2015년 전 세계 AI 헬스케어 시장 규모는 71억 3000만 달러에서 2020년 754억 7000만 달러로 늘 것으로 보이며, 연평균 성장률은 60.3%로 전망하고 있다.⁵⁾

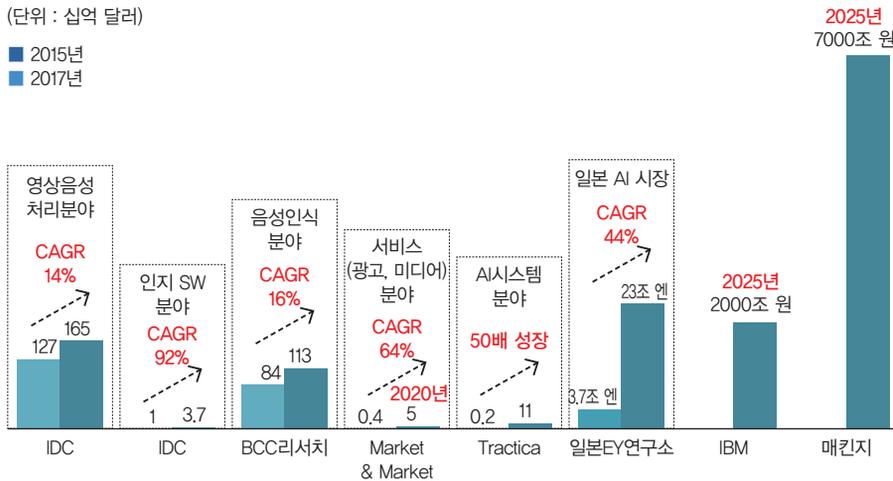
해외 글로벌 기업이 AI 플랫폼을 독점해 기술 및 지식 종속의 심화가 우려되는 상



〈그림 2〉 장애인의 장애 유형별 통계

출처 : 한국장애인고용공단 2015 장애인 통계, 보건복지부 2015 장애인 실태조사

1) 출처 : 장애인 실태조사서, 2015년.
 2) 출처 : 데일리메디, 2017년 9월 28일, 한국경제 2017년 7월 16일.
 3) 출처 : 한국경제, 네오펙트 AI 재활기기, 2016년 12월 8일.
 4) 출처 : 미래에셋, 인공지능(AI) 시장 전망, 2016년.
 5) 출처 : Markets and Markets 2016.



〈그림 3〉 인공지능 전세계 시장 규모 전망
출처 : 인공지능(AI) 시장 전망, 미래에셋

황에서 국가 차원의 다각적인 대응 방안을 모색해야 하는 실정이다. 인간을 능가하는 자가학습 및 추론 능력 단계에 이르러 개인 맞춤형 서비스에도 영향을 미칠 수 있어 이에 대한 국가적 대응이 필요하다.

재활 치료에서 AI 활용의 필요성은 의료 데이터의 복잡성으로 인한 진단·치료의 어려움을 해결하는 데 있다. 진단 및 치료 과정에서 첨단 의료기기와의 활용은 오래 전부터 이루어져 왔으나, 의료 데이터의 복잡성이 점차 심화돼 기존의 접근 방식으로 컨트롤하는 것은 불가능하며, 방대하고 다양한 의료 빅데이터 중 진료 과정에서 활용할 유의미한 데이터를 선별하는 데도

어려움을 겪고 있다.

건강검진 자료, 질병 자료, 전자의무기록 자료, 유전체 분석 데이터 등 바이오센싱, 의료영상을 중심으로 데이터 규모가 급증하는 추세다. 동일 질환의 환자에 대한 의료진의 진료 소견이 각자의 데이터 해석 능력에 따라 차이가 있는 데다 같은 질환이라도 개인의 건강상태, 생활습관, 유전체 정보에 의한 증상이 다르기 때문에 보편적 의료는 일부 환자에게 효과가 없거나 부작용이 발생할 우려도 있다.

국민건강보험공단, 건강보험심사평가원, 질병관리본부 및 다양한 의료기관 등 국가적 차원에서 2002년부터 환자의 빅

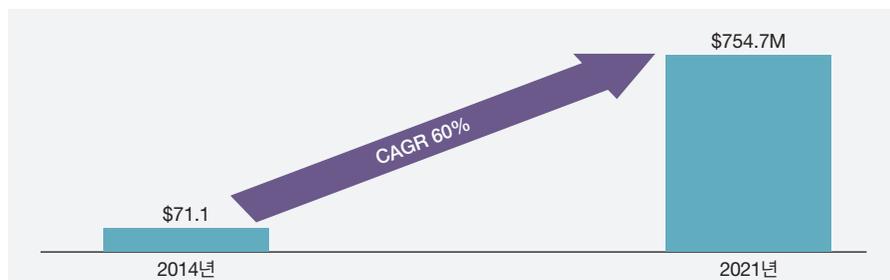
데이터를 수집하고 있으며, 이를 활용한 연구가 활발히 진행되고 있다. 질병관리 본부는 한국뇌졸중재활코호트연구단이 2010년부터 뇌졸중 환자 8000명에 대해 전향적 추적관찰을 진행하고 있으며, AI 알고리즘 구축을 위한 임상 데이터베이스에 중요한 자료로 활용할 예정이다. 다양한 연구를 통해 표준화된 데이터를 통합하고 활용할 수 있도록 체계화된 플랫폼 환경이 구축된다면 환자에게 특화된 양질의 빅데이터 구축이 가능해질 것이다.

인공지능 활용한 재활 치료 ‘블루오션’

인구 고령화로 재활 대상 범위가 확대되고 질병의 구조 또한 만성형으로 바뀌어 사회적 의료비용 급증에 따른 국가적인 대응 전략이 요구되고 있다. 이러한 사회적 의료환경 변화에 적극적으로 대응하기 위해서는 수집 가능한 방대한 재활 관련 의료 데이터를 효과적으로 활용하는 방안이 필요하다.

AI를 활용한 환자 맞춤형 재활 치료는 재활에 대한 치료 예후를 개인의 신체적·유전적 특성에 따라 예측해 적절한 재활 치료기간 및 종류에 대한 정밀한 치료 가이드를 제시할 수 있다. AI를 활용한 맞춤형 재활 치료는 의료비용의 절감 및 향후 야기될 수 있는 의료 불평등 해소를 위한 새로운 대안이 될 것으로 보인다.

AI 기술을 활용한 재활의료 분야는 필요성과 시장성을 고려할 때 블루오션이 될 것으로 기대된다. 따라서 국내의 기술 선점 노력과 함께 국가적인 투자와 전략이 필요한 시점이다.



〈그림 4〉 인공지능 헬스케어 시장 전망
출처 : Markets and Markets 2016

초고령시대의 도래

우리나라는 이미 고령사회에 진입해 2030년이면 65세 이상 노인이 25%에 이르게 돼 초고령사회로 진입한다. 노인 의료 수요의 급증으로 의료 지출 비용이 증가해 최소 175조 원에서 최대 393조 원의 의료비용이 지출될 것으로 예상된다. 의료 부문에서의 혁신적인 기술 개발과 제도 개선이 없으면 2030년 이후 우리나라는 의료비 지출 부담으로 심각한 의료 공백과

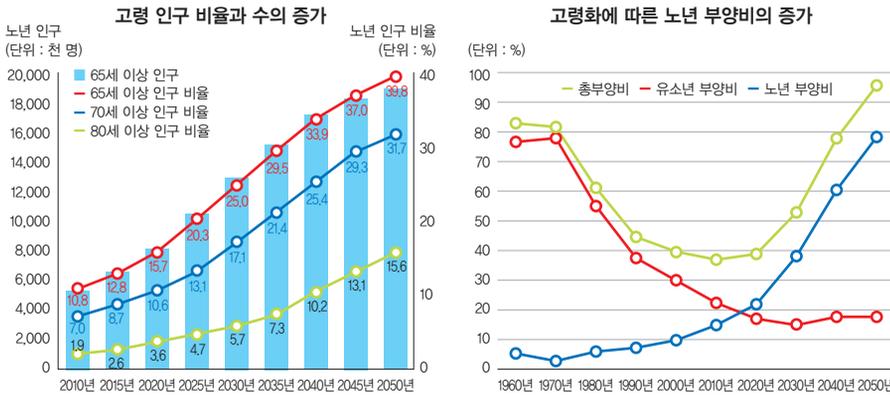
재정 악화 상태에 빠질 수밖에 없다.¹⁾

전 세계는 인구 고령화로 인해 늘어나는 의료비용을 절감하기 위한 방안 제시와 혁신 신기술에 의한 새로운 가치를 창출할 기회가 열려 헬스케어 시장의 큰 변화를 예고하고 있다. 선진국과 저소득 국가 모두 의료 수요가 늘고 있지만 의료 전문 인력은 턱없이 부족해 U헬스케어, 원격의료 가 효율적인 대안인 될 것으로 보인다. 의료 비용 대비 효율성을 높이기 위해서는 가성비가 높은 신의료 기술의 개발이 요구

된다. 저렴한 신속진단장비는 정확한 조기 진단을 통해 약의 사용을 줄이고, 치료와 입원 기간을 단축할 수 있어 불필요한 의료 비용 증가를 예방하는 한편 효율성을 개선할 수 있다.

또한 건강하고 아름다운 노년을 위한 웰니스(Wellness) 수요가 전 세계적으로 빠르게 증가하고 있는 만큼 이와 연계해 질병 예방, 뷰티 관리를 위한 건강식품, 건강 관리 서비스 등 관련 산업을 전략적으로 육성할 필요가 있다. 4차 산업혁명 시대의 인공지능(AI), 로봇, 자율주행차 등은 노인이 어려워하는 정신·육체 노동을 대신할 수 있어 은퇴자나 노령자에게 새로운 경제 활동 참여 기회를 제공하는 실질적인 도움이 될 수 있다. 노인의 연륜과 능력을 활용해 양질의 부가가치를 창출할 수 있도록 4차 산업혁명과 결합한 첨단 의료 실버경제 구조를 안착시키는 선진국이 미래의 지속적인 성장을 주도해 나갈 것이다.

1) 출처 : 효율적 의료비 지출을 통한 국민건강보험의 보장성 강화 방안 2017. 8. 김대환, 보험연구원.



<그림 1> 고령화에 따른 사회 구조의 변화
출처 : 통계청 통계정보보고서, 2018

맞춤형 진단, 치료

보건의료 기술 발전으로 2022년 전세계 65세 이상 인구가 전체의 11.6%인 6억7000만 명으로 늘어날 것으로 예상된다. 선진국은 역사 이래 처음으로 '초고령시대'라는 사회 변화를 경험하고 있다. 이러한 인구 구조의 변화는 4차 산업혁명을 일으키는 근원적인 사회적 수요다. 딜로이트컨설팅은 세계 헬스케어 지출이 2017년 7조724억 달러에서 매년 5.4%씩 증가해 2022년 10조 달러를 돌파할 것으로 예측했다.



유전자혁명과 헬스케어산업의 격변기

질병을 조기에 효율적으로 치료하기 위해서는 정밀진단과 맞춤형 치료가 필수적이다. 정밀진단은 병의 원인과 진행 상황을 정확하게 진단해 치료 방향을 결정하는 핵심 기술이다. 분자진단은 유전자 기술의 발전과 유전자정보의 축적에 힘입어 질병의 수많은 원인 유전자를 한 번에 분석해 족집게처럼 정확하게 진단할 수 있게 됐다. 정밀진단을 바탕으로 각각의 질병인자를 정확하게 공략하는 개인 맞춤형 치료가 보급되고 있고, 질병의 원인이 되는 유전자가 발현하는 단백질의 활성을 특이적으로 억제하는 표적치료제가 개발됐다. 또한 불치병이나 난치병을 효율적으로 치료할 수 있는 신약 개발이 활발히 이루어지고 있다.

그뿐만 아니라 비의료 영역에서도 웰빙 트렌드가 사회 전반으로 확산되면서 건강하고 행복한 삶을 구현하기 위해 질병을 사전에 예방하고자 하는 소비자의 요구가 있어 왔다. 이러한 수요를 만족시키기 위해 개인이 병원을 거치지 않고 직접 유전자를 검사할 수 있는 신산업, DTC(Direct-To-Customer) 유전자검사 서비스가 등장했다. 이와 함께 건강식품, 화장품, 운동, 생활습관 관리 등에 있어서 개인 맞춤형 시장이 성장하면서 이들을 융합한 신제품과 서비스가 새롭게 등장하고 있다. 축적된 유전자정보와 신기술은 4차 산업혁명의 혁신 기술이 융합돼 질병 예방, 건강, 뷰티 관리 등의 신제품과 서비스를 제공해 헬스케어의 신시장을 개척하고 있다.

유전자혁명을 이끌어 온 유전자정보 기술

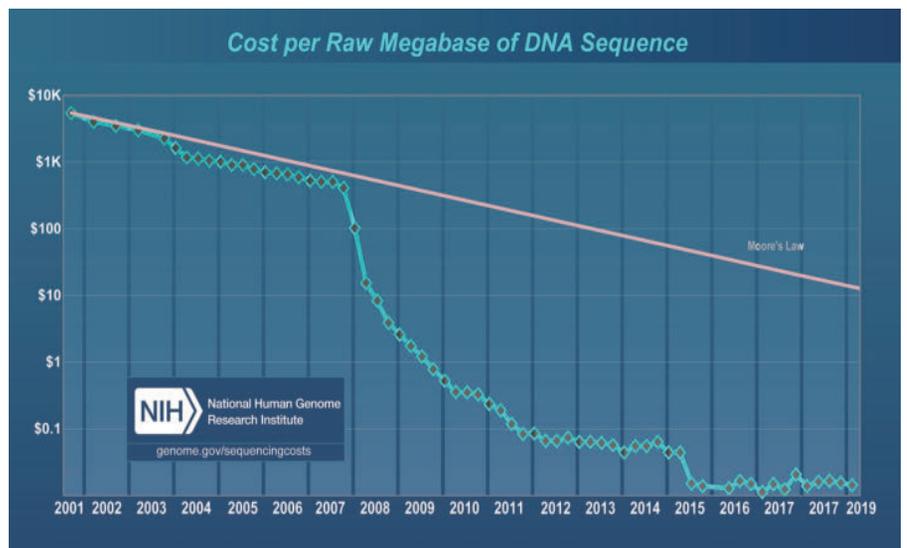
DNA는 A, G, T, C 등 4종의 염기가 포스포다이에스터 결합(Phosphodiester Bond)으로 일렬로 연결돼 모든 생명체의 설계도를 담고 있는 물질이다. 4가지 염기로 이뤄져 있기 때문에 수학적으로는 4진법으로 코딩된 정보를 저장하는 셈이다.

생명체의 정보를 알아내기 위해 DNA의 염기서열을 읽어내는 기술이 1978년 처음 발명돼 생명체정보를 이용하는 생명공학 산업이 탄생하게 된다. 노벨상을 수상하기도 한 이 기술은 초기에 전문가조차도 한 번에 겨우 수백 개 내지 수천 개의 염기서열을 읽어내는 정도여서 32억 개에 달하는 인간 유전체의 염기서열을 읽기 위해서는 DNA 정보를 보다 빠르게 읽는 기술이 필요했다.

1985년 리로이 후드(Leroy Hood) 박사 연구팀은 형광 검출 방식을 이용해 최초

의 자동 DNA 염기서열 판독기를 발명했고, 어플라이드바이오시스템(Applied Biosystem)에서 상용화해 장비와 시약을 출시했다. 이 장비로 스케일 업(Scale-up) 가능성이 확인되면서 미국 과학자의 주도로 30억 달러가 투입된 인간게놈프로젝트(인간이 가지고 있는 게놈의 모든 염기서열을 해석하기 위한 프로젝트)가 1990년 시작됐고, 2001년 드디어 인간게놈지도를 발표한다. 그러나 이 기술로 환자 개개인의 암 조직에서 일어난 유전자 변이나 다양한 유전병을 가진 환자를 분석하는 데 드는 천문학적인 비용을 감당할 수 없다는 한계에 봉착했다.

과학자들은 인간 DNA 32억 개의 염기서열을 1000달러에 읽어낼 수 있는 새로운 기술 개발이 필요하다는 목표를 제안했다. 미국 정부는 2001년부터 새로운 장비 개발에 대한 아이디어를 제안한 팀에 매년 약 1000만 달러의 연구비를 지원했고, 여러 아이디어가 제안되고 검증됐다.



〈그림 2〉 염기서열 결정 기술의 발전

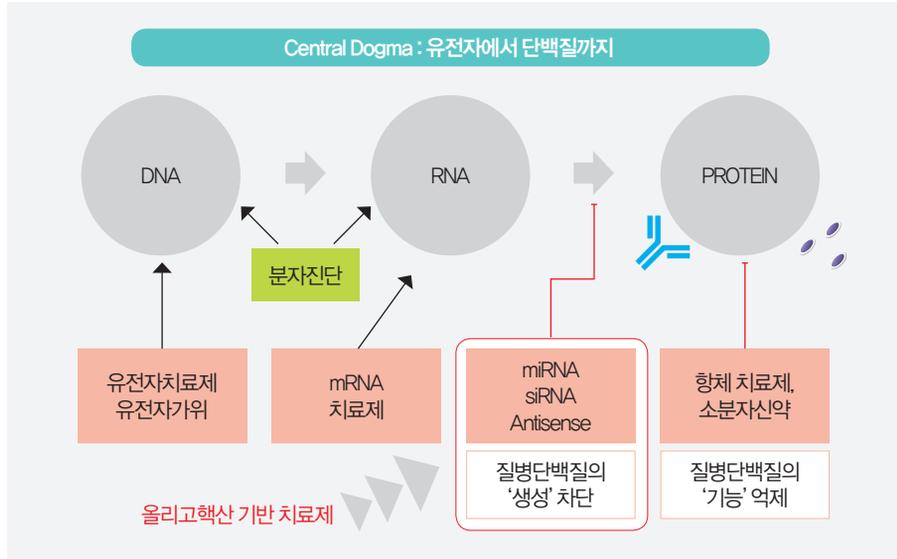
출처 : National Human Genome Research Institute, June 7, 2019

이어 대규모 민간자본이 투자되면서 치열한 경쟁 끝에 일루미나(Illumina)가 시장을 석권하게 됐다. 이 회사의 장비가 전 세계로 공급되면서 1000달러로 인간게놈정보를 해독하는 시대가 열리게 된다.

2001년 이후 DNA, RNA의 염기서열 분석 기술은 반도체보다 더 빠른 속도로 발전해 분석비용이 줄어든 것을 알 수 있다(그림 2). 차세대 염기서열 분석(Next Generation Sequencing) 즉, NGS장비가 상용화돼 보급되기 시작한 2008년 이후 급격하게 비용이 절감돼 현재는 불과 수십만 원에 개인의 게놈 분석을 할 수 있게 돼 암이나 유전병과 관련된 모든 유전자를 한 번에 저렴하게 분석할 수 있게 됐다.

염기서열 분석 기술이 발전하면서 암세포에서 생겨난 각종 유전자 변이를 분석하는 암유전체지도(TCGA) 프로젝트가 2005년 시작됐다. 이를 통해 33종의 암에 대한 2만여 개의 조직을 10년간 분석해 2.5페타바이트(Petabyte)의 데이터를 축적해 공개하고 있다. 이를 통해 암을 유발하는 유전자 변이를 알아내 암세포가 되는 과정을 분자 수준에서 이해할 수 있게 돼 암을 새롭게 분류할 수 있었다. 또한 각각의 변이를 가지고 있는 암세포 타겟을 대상으로 표적치료제 신약을 효율적으로 개발할 수 있게 됐다.

TCGA 데이터는 암환자의 맞춤형 치료를 위한 암 정밀진단에 활용돼 환자의 암 조직에서 추출된 DNA로부터 모든 암을 유발하는 유전자의 염기서열을 분석함으로써 어떤 유전자 변이에 의해 암이 유발됐는지 확인해 그 변이에 의해 생성된 단백질을 무력화하는 맞춤형 치료를 할 수 있



〈그림 3〉 생물체의 중심 원리와 혁신 헬스케어 플랫폼

게 됐다. 이런 정보를 바탕으로 혈액에 떠 돌아다니는 암조직 유래 DNA를 분석해 암을 유발하는 모든 유전자 변이를 검출, 암을 조기에 스크리닝하는 조기진단 키트가 개발되고 있다. 대표적인 회사는 NGS장비로 시장을 석권한 일루미나의 자회사 그레이(Graii)로 최근 1조 원의 투자금을 확보해 대대적인 임상 연구를 진행하고 있다.

생물학 중심원리와 혁신적 플랫폼의 등장

분자는 모든 물질현상을 나타내는 최소 단위이고, 세포는 생명현상을 나타내는 최소 단위다. 지난 60년간 세포의 작동원리를 분자 수준에서 파악하려는 분자생물학의 발전으로 세포가 작동하는 생명체의 중심원리를 상세히 이해할 수 있게 됐다.

세포핵에 있는 DNA의 염기서열 정보에 따라 상보적인 RNA가 합성되고, 이 RNA의 유전코드인 코돈(Codon)에 따라 단백질이

정교하게 만들어진다. 세포의 DNA 염기서열 정보와 이것이 발현되는 RNA의 염기서열 정보가 모두 분석되면서 앞서 설명한 TCGA 프로젝트를 통해 암을 유발하는 모든 유전자 변이 정보를 축적했기 때문에 질병을 일으키는 근본 원인을 파악할 수 있게 됐다. 이러한 유전자정보는 진단과 치료제 개발의 플랫폼을 변화시키고 있다.

분자진단: 질병 진단의 플랫폼을 유전자 기반 분자진단으로 바꾸어 놓았다. 암을 예로 들면, 암환자 조직의 DNA·RNA를 추출해 암 관련 유전자 변이를 NGS 장비를 이용해 분석하면 원인 유전자를 확인할 수 있어 이에 적합한 치료제를 투여한다. 그리고 실시간 유전자정량증폭(Real-time PCR)을 이용해 극미량의 암세포 유래 변이유전자를 혈액에서 측정해 추적 관리할 수 있다.

단백질 대상 신약 개발: 암 등 질병을 유발하는 단백질을 공격하는 소분자 신약과 항체 신약 개발의 경우도 변이 유전자나

이상 발현 유전자가 확인되면 해당 유전자를 합성해 이에 대한 단백질로 빠르게 개발할 수 있다. 단백질 제조 과정은 한 달에서 일 년이 걸렸으나 바이오니아의 단백질 자동합성기(ExiProgen™, 엑시프로젠)를 이용하면 하루 만에 만들 수 있게 돼 미국 제넨텍(Genentech)과 같은 글로벌 선도 그룹의 성공 사례가 보고되고 있다.

단백질이 만들어지면 결정체를 형성해 단백질 3차 구조를 결정하고, 구조 기반 설계와 유기합성을 통해 신속하게 신약 후보 물질을 제조할 수 있다. 항체신약의 경우 이렇게 만들어진 단백질을 고정화해 바로 항체 라이브러리 스크리닝에 사용할 수 있다. 소분자신약과 항체신약 후보물질 개발 과정은 기간이 대폭 단축돼 1년 이내에 최적의 약물 후보를 개발할 수 있게 됐다.

현재 차세대 신약 플랫폼으로 활발하게 개발되고 있는 기술은 단백질을 만드는 주형인 mRNA를 조절하는 신약이다. RNA간섭(RNAi)은 질병을 일으키는 단백질이 만들어지지 않도록 사전에 차단하는 기술로, 1998년 처음 발견돼 2006년 노벨 의학상을 수상했다. 앨라일람(Amylam)은 이 기술을 이용해 신약 온패트로(Onpattro)를 개발했고, 2018년 RNAi 치료제로는 최초로 FDA 승인을 받으면서 미래 신약의 새로운 지평을 열었다.

유전체 RNA정보는 모두 공개돼 있기 때문에 모든 단백질을 조절할 수 있는 RNA 저해물질을 빠르게 만들 수 있어 그동안 약물 개발이 어려웠던 난치성 질환의 새로운 해결책으로 부상하고 있다. 그러나 RNA저해제가 신약으로 광범위하게 개발되기 위해서는 이상면역반응이나 제조원

가, 품질관리 등 해결해야 할 문제가 남아 있다. 세계적으로 현재 300여 개의 RNA저해 신약이 희귀질환 중심으로 개발되고 있고, 국내에서도 바이오니아, 올릭스, 올리패스 등 여러 기업과 대학 연구소에서 RNA저해 신약을 개발하고 있다.

감염병 분자진단의 혁신 기술

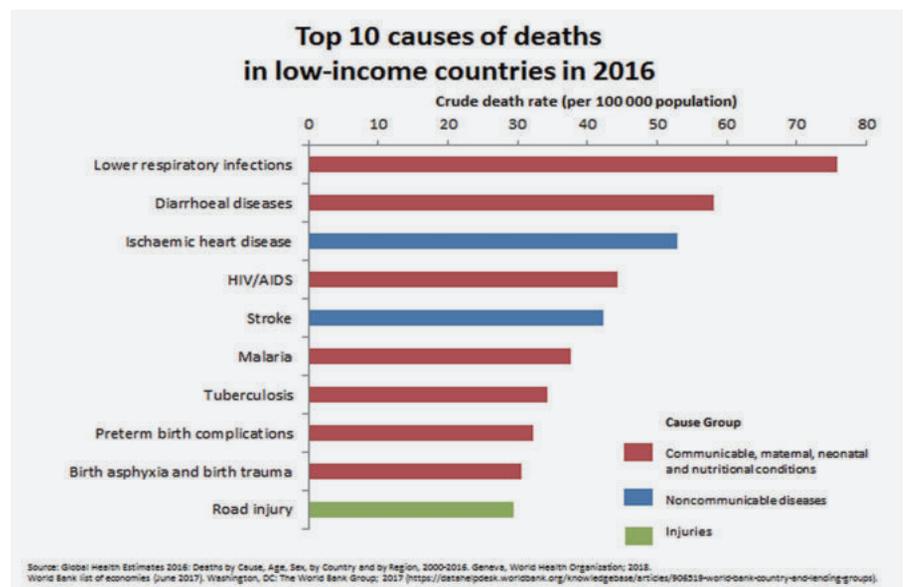
바이러스나 세균 등이 인체에 감염돼 일으키는 감염병은 메르스, 지카 등 신종 바이러스의 유행으로 여전히 인류를 위협하고 있다. 이러한 병원체의 유전자정보도 모두 공개돼 있어 이들의 유전자를 증폭해 분석하면 바로 원인을 진단할 수 있기 때문에 환자에게 최적의 항바이러스제, 항생제를 투여할 수 있다. 바이러스, 세균 등 각종 병원체를 정량·정성 검출하는 감염병 분자진단은 현재 전 세계 분자진단 시장의 50%를 차지하고 있으며, 2024년 시장 규모는

약 200억 달러로 증가할 것으로 전망된다.

감염된 바이러스나 세균을 정량적으로 검출할 수 있는 분자진단은 실시간유전자정량증폭기술(Real-time Quantitative PCR)을 대부분 사용하고 있다. 정확하고 빠르게 정량분석이 가능하고 가격이 저렴하기 때문이다. 이 기술은 많은 균을 동시에 검출할 수 있기 때문에 증상 기반 감염병의 원인을 정확하게 진단하고 치료할 수 있어 정밀의학시대의 보편적인 진단장비로 시장을 확대해 나가고 있다.

분자진단 키트를 개발하고 있는 대표적인 국내 기업은 씨젠, 바이오니아, 파나진, 진메트릭스, 코젠, 지노믹트리 등이 있으며, 로슈(Roche)를 비롯한 글로벌 기업과 견줄 수 있는 경쟁력 있는 제품을 개발 및 수출하고 있다.

선진국과 저소득 국가는 주요 사망 원인에 있어서 큰 차이를 보인다. 저소득 국가는 호흡기와 소화기 감염병으로 인한 사망



〈그림 4〉 저소득 국가의 주요 사망 원인
출처 : World Health Organization ; May 24, 2018

률이 1, 2위를 차지하고 있는데, 세계보건기구(WHO)에서 집중 관리하는 에이즈, 말라리아, 결핵이 주요 사망 원인이다. 선진국에서도 호흡기 감염병인 폐렴이 사망 원인 6위를 차지하고 있으며, 우리나라도 2016년 국민의 40%가 감기로 병원을 찾아 진료비로 1조7000억 원을 지불했다.

저소득 국가의 감염병 사망자가 많은 것은 항생제와 같은 제네릭 의약품 공급에서 오는 문제가 아니라 의료 전문 인력이 부족해 적시에 정확한 진단이 이루어지지 않아 신속하게 치료제를 투여하지 못해서다. 그렇기 때문에 현장에서 비전문가도 신속하고 정확하게 감염병을 진단할 수 있는 신기술, 즉 POCT-MDx(Point-of-Care-Test Molecular Diagnostics, 현장 신속분자진단)가 필요하다. 선진국에서도 POCT-MDx는 향후 정밀의료시대의 핵심 플랫폼 기술로 주목하고 있어 전 세계적으로 많은 기업이 개발 경쟁을 하고 있다.

POCT-MDx로 저소득 국가의 감염병 문제를 해결하기 위해서는 무엇보다 저소득 국가가 감당할 만한 경제성을 갖추어야 한다. 현재는 일반 분자진단보다도 더 고가에 판매되고 있어 저소득 국가의 재정적인 상황을 고려해 볼 때 낮은 검사비용으로 신속하게 감염된 병원체를 진단하는 기술 개발이 필요하다. 경제적이고 신속한 진단을 위해서는 의심되는 병원체를 하나씩 순차적으로 검사하지 않고 모든 병원체를 동시에 검사하는 증상 기반 다중진단이 필수적이다. 이러한 다중진단은 병원체의 DNA·RNA를 대상으로 한 특이적인 유전자 증폭을 통해 검출하는 방법과 병원체에 특이적인 단백질에 선택적으로 강하게 부착되는 항체나 압타머(Aptamer) 등을 이용해 검출하는 방법으로 나눌 수 있다.

검출 대상의 형식에 따라 미세배열 검출, 미세유로 검출, 비드(Bead) 검출 등 다양한 방식이 사용되고 있다. 이러한 기술을

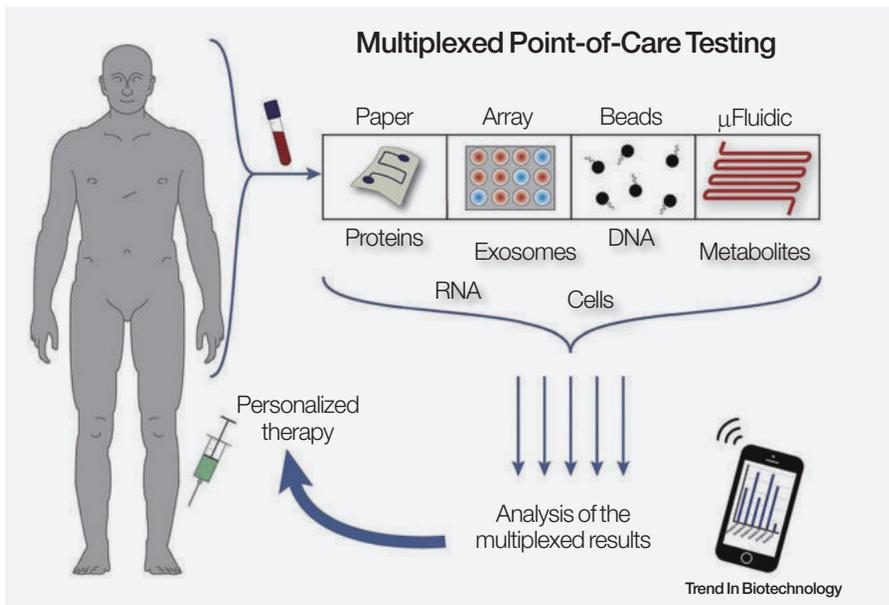


〈그림 6〉 초기의 증상 기반 다중진단 검사 Filmarray® 장비와 키트
출처 : Biomerius

이용한 장비는 다양한 병원체를 대상으로 극미량의 병원체를 동시에 검출할 수 있으면서 비숙련자도 정확한 결과를 낼 수 있도록 시료만 투입하면 결과가 나올 수 있게끔 자동화가 이루어져야 한다. 현재 실시간 유전자 증폭을 이용한 다중진단 제품이 이러한 조건을 충족시키고 있다.

호흡기 감염 다중진단 키트를 예로 들면, 호흡기 감염은 인플루엔자, 메르스 등 20여종의 바이러스와 5종의 폐렴균 등 다양한 병원체에 의해 발병된다. 증상 기반 다중진단 키트는 상기 25종 병원체를 모두 한 번에 검출할 수 있다. 감기 증상을 보이는 환자가 가까운 의원, 진료소에 가서 면봉으로 채취한 검체나 가래를 바로 진단 카트리지에 넣고 장비를 구동하면 핵산 추출, 유전자 증폭의 모든 과정이 자동으로 이루어져 30분에서 1시간 후 감염된 병원체를 정확히 진단할 수 있다.

증상 기반 다중진단 검사의 초기 제품으로는 비오메리우스(Biomerius)의 필름어레이(Filmarray®)가 대표적이고 호흡기, 소화기, 성병, 혈액 등에 감염되는 주요 병원체를 한 번에 검사하는 키트가 출시돼 있다. 이 제품은 2~3분 시료 준비를 하고 장비를 구동하면 1시간 후 결과를 확인할



〈그림 5〉 Multiplexed Point-of-Care Testing
출처 : From Wikipedia, the free encyclopedia

수 있으나 테스트 가격이 100달러가 넘어 저소득 국가에 보급되기 어렵다.

현장형 분자진단 장비는 세피드(Cepheid)가 2004년 개발한 진엑스퍼트(GeneXpert)가 최초의 POCT-MDx다. 결핵 진단 치료 가이드라인에 따르면, 결핵 양성 진단이 이루어진 후 치료제에 대한 내성검사를 수행하게 된다. 진엑스퍼트는 결핵균 감염과 리팜피신 내성 여부를 2시간 이내에 진단할 수 있는 장비로, WHO의 결핵 퇴치 프로그램을 통해 70여 저소득 국가에 1700만 테스트가 공급됐다. 이후 로슈(Roche)와 애보트(Abbott)도 M&A를 통해 현장형 분자진단장비를 출시했고, 보쉬(Bosch)처럼 다른 사업 분야의 회사도 새로운 장비를 개발해 기존 분자진단 회사와 협업하며 다양한 키트를 출시하고 있다.

바이오니아가 개발하고 있는 IRON-qPCR™은 현장에서 구강 면봉 채취물, 혈액, 소변 등 임상 검체만 키트에 투여하면 핵산 추출과 실시간 정량핵산증폭기술에 의해 30분 이내에 감염된 병원체를 알아

낼 수 있는 장비다. 증상 기반 신속진단에 사용될 수 있도록 최대 40개의 병원체를 검출할 수 있도록 설계됐다. 이외에도 국내외 여러 기업이 현장 분자진단 장비 개발에 매진하고 있어 성능과 가격을 모두 만족시킬 수 있는 경쟁력을 갖춘 제품이 곧 출시될 것으로 기대된다.

한편, 현장형 정밀진단은 항생제 남용을 막을 수 있는 항생제 내성검사에도 매우 유용하다. 저소득 국가에서는 바이러스 감염 환자 등에 무분별하게 항생제를 사용해 약물 부작용뿐만 아니라 항생제 내성유발을 가속화한 탓에 여러 항생제에 내성을 가진 슈퍼박테리아가 출현하게 됐다. 현재는 전 세계적으로 70만 명이 슈퍼박테리아에 감염돼 사망했으며, 2050년에는 1000만 명이 사망할 것이라는 보고서가 나오는 등 슈퍼박테리아의 위협이 점점 커지고 있다. 미국 대통령 산하 과학기술자문회의는 항생제 내성 문제를 해결하기 위해 2020년까지 항생제 처방 전에 항생제 내성검사를 수행할 수 있는 현장검사 시스템 개발을

권고하고 있다. POCT-MDx로 항생제 내성을 검사해 환자에게 적합한 항생제를 처방한다면 항생제 오남용을 막고 조기에 감염병을 치료할 수 있어 맞춤형 치료가 가능해진다.

바이오헬스산업 강국을 위한 도전과제

우리나라는 OECD 국가 중 가장 빠른 속도로 초고령사회에 진입하고 있지만 헬스케어산업은 2017년 기준 세계 시장의 1.2%를 차지하며 세계 9위의 후발주자로 머물러 있다. 정부에서는 올해 바이오헬스산업을 3대 신산업으로 선정, 육성계획을 발표한 바 있다. 산학연과 병원의 보유 기술을 융합한 신제품을 세계 최초로 상용화하고 적극적으로 전 세계에 진출해 헬스케어산업 점유율을 10%대로 높일 수 있다면 초고령사회가 야기하는 문제를 해결함과 동시에 선진국 지위에 안착할 수 있을 것이다. 이를 위해 그동안 우리나라가 확보한 정밀진단 기술이 의료현장에서 적용될 수 있는 제품을 개발해 보급하고, 5G와 AI, IoT 등의 기술과 융합해 국가적으로 정밀의료시스템을 구축해야 한다.

또한 유전체, 의료, 빅데이터를 AI 기술에 도입해 활용함으로써 질병의 치료와 진단은 물론이고 건강관리의 미충족 수요를 해결할 수 있는 신약과 신의료기기를 개발해 나가야 한다. 다가오는 초고령사회를 개척할 헬스케어산업에 집중 투자해 주력산업으로 키우고, 나아가 전 세계에 보급해 우리나라를 신성장동력을 갖춘 건강하고 행복한 나라로 만들 수 있기를 기대한다.



〈그림 7〉 전자동 현장형 분자진단 장비의 성능 비교
출처 : 각 사 홈페이지



미국, 산업 간 융합 통해 변화 중인 헬스케어 기술 개발 및 정책 동향

5G, 빅데이터, 인공지능(AI) 등 정보통신기술(ICT)과 유전자 해독 등 유전 기술, 센서 기술의 발전 등으로 전통적인 헬스케어산업은 광범위하고 빠른 변화의 물결을 맞고 있다. 또한 산업 간 융·복합에 따른 변화의 양상이 다양하게 정의되고 있으며, 적용 기술과 시장의 규모 및 영역도 더욱 확대되고 있다. 시장을 선점하기 위해 글로벌 대기업을 중심으로 학계, 스타트업 등 많은 협력 연구가 추진되고 있으며, 정부에서도 다양한 지원 정책을 발표하면서 적극 지원하고 있다. 이에 미국을 중심으로 헬스케어 기술 개발 동향을 파악하고 주요 기업의 사업화 움직임 및 지원 정책을 살펴본다.

헬스케어+신기술 ⇨ 디지털 헬스케어, 정밀건강, 정밀의료

최근 웨어러블 시장의 성장, 개인 주도의 유전자 분석 활성화, AI와 빅데이터 등 정보기술(IT)의 발전, 데이터 저장용량 확대 등에 힘입어 헬스케어 시장이 빠르게 변화하고 있다. 지금껏 헬스케어 시장은 병원의 과거 의무기록을 바탕으로 환자를 치료했다면 앞으로는 웨어러블, 빅데이터, 건강기록 분석 등 의료 플랫폼을 통해 예방적 치료와 개인별 정밀의료, 정밀건강의 형태로 발전해 나갈 것으로 예측되고 있다. 큰 틀에서 본다면, 정밀의료는 정밀건강과 디지털 헬스케어 분야를 모두 포함한다. 그럼에도 불구하고 정밀의료는 주로

환자가 질병에 걸린 후의 맞춤 진단 및 치료에 중점을 두고 있으며, 현재 의료의 패러다임이 진단·치료 중심에서 예방·예측 및 개인 맞춤형으로 점차 진화하면서

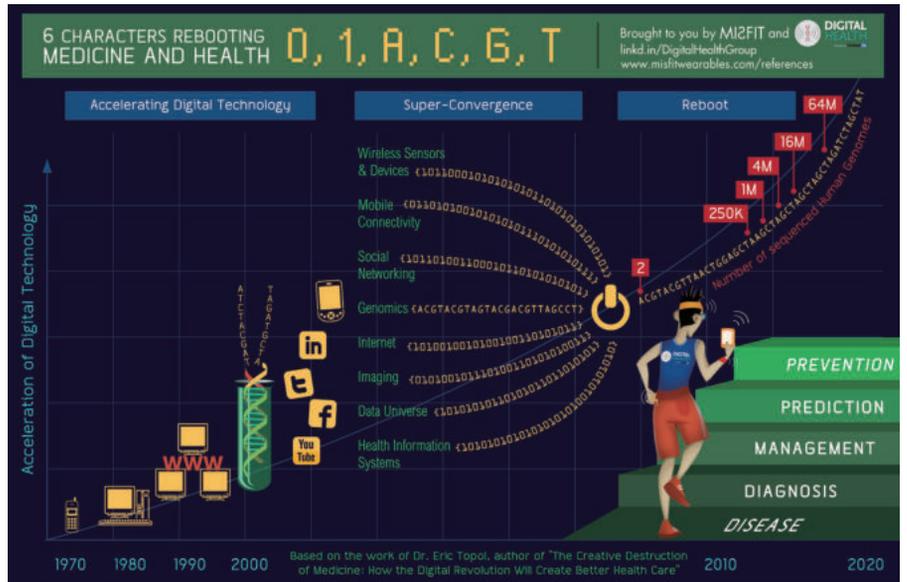
■ **정밀의료(Precision Medicine)의 정의**: 미국 국가연구위원회(National Research Council)에서는 개인의 유전정보, 환경, 생활습관 등을 고려해 환자의 개인적 특성에 맞는 치료법을 맞춤형하고, 질병의 조기 진단, 예방 및 처방을 정밀의료로 정의하고 있음.

■ **정밀건강(Precision Health)의 정의**: 스탠퍼드대 PHIND(Precision Health Integrated Diagnostic) 센터는 개인의 고유한 특성, 생활 환경을 모니터링해 환자의 질병 리스크를 예측하고 관리함으로써 사전에 질병을 예측·예방하는 것으로 정의하고 있음.

정밀건강의 중요성도 점차 강조되고 있다. 용어 정의상 정밀건강이라는 큰 개념 안에 디지털 헬스케어가 포함되는 형태로 볼 수 있으나, 현재는 사실상 혼재돼 사용되고 있다.

기존 의료서비스와 다양한 신기술의 융합을 통해 서비스를 창출해 가는 산업구조에 따라 헬스케어산업에 대한 정의는 다양하며, 기술 발전에 따라 그 영역도 확대 조정되고 있다(표 1). 하지만 용어의 정의를 어떻게 내리든 헬스케어산업의 발전 방향은 기존의 의료서비스에 AI, 빅데이터, 새로운 ICT가 결합되면서 기존 질병 치료 중심의 서비스에서 정밀진단, 개인화, 예방 서비스를 통한 종합건강증진 서비스로 발

전해 나갈 것으로 많은 전문가는 전망하고 있다. 이처럼 헬스케어의 새로운 패러다임 변화의 배경으로, 첫째 자가 건강 측정의 트렌드 확대, 둘째 웨어러블 디바이스의 발전과 ICT, 빅데이터 등 새로운 기술의 발전, 셋째 디지털 포메이션에 따른 의료데이터의 빠른 증가, 마지막으로 고령화와 만성질환자의 증가를 들 수 있다. 유명한 심장전문의이자 유전학자이기도 한 에릭 토폴 교수의 'The Creative Destruction of Medicine : How the Digital Revolution Will Create Better Health Care'를 인용한 <그림 1>을 보면 디지털화된 건강정보가 고속통신망을 통해 의료기관에 모이고 이를 수집, 상시 모니터링하며 개 개인의 정보를 기계학습으로 분석해 앞으로 걸릴 질병을 예측 진단해 통보함으로써 정밀의료·정밀건강, 예측, 예방의 형태로 발전해 나갈 것으로 전망된다. 즉, 사후 진단·치료에서 예측·예방의 방향으로 발전해 나간다는 것이다. 더욱이 5G 기술이 상용화되면서 사물인터넷(IoT) 기술의 폭발적인 증가와 함께 헬스케어의 패러다임도 더욱 진화할 것으로 예상된다.



<그림 1> 헬스케어의 미래 발전방향
출처 : en.wikipedia.org/wiki/Digital_health

디지털 헬스케어의 미래

2005년 개봉된 영화 '아일랜드'에서는 당시의 미래 시점이었던 2019년을 기준으로 앞으로 설명할 디지털 헬스케어의 미래상을 보여주고 있다. 미래의 디지털 헬스케어는 개인의 유전데이터, 생활데이터 등을 측정·수집·분석해 질병을 예방하고, 이후 정밀의료·정밀건강 서비스로 발전할 것으로 예상된다.



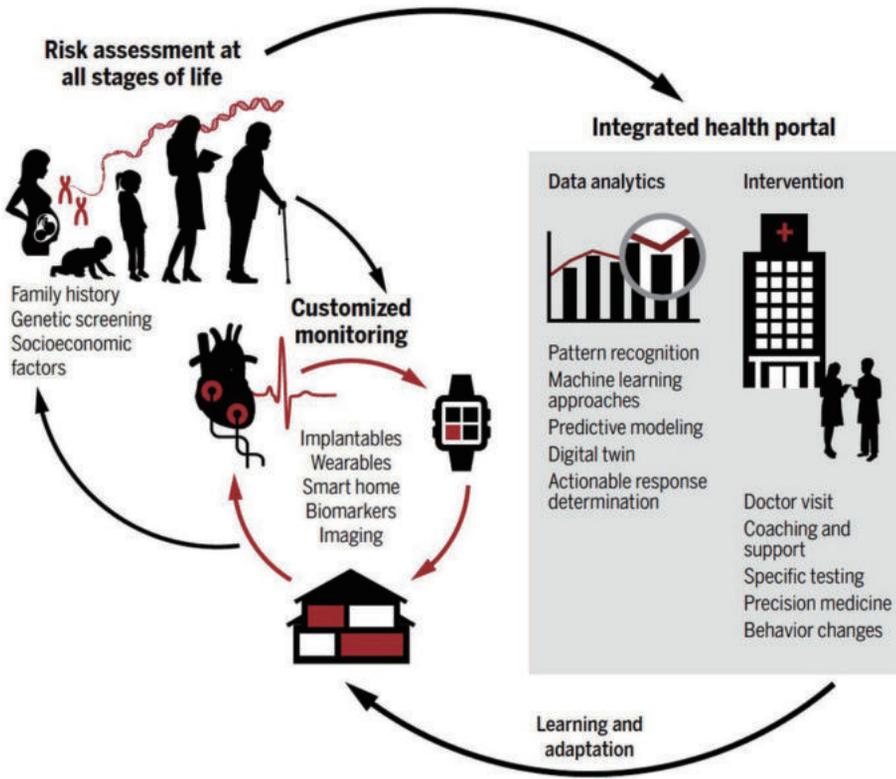
<그림 2> 영화 '아일랜드' 포스터

"2019년 평온해 보이는 어느 날, 링컨6-에코(이완 맥그리거 분)는 깨끗하게 정돈된 방의 침대 위에서 고통스러워하며 잠에서 깨어난다. 손목과 집에 설치된 상시 감시 시스템은 그의 불규칙한 수면 패턴을 그가 깨어나기도 전에 인지·분석해 '평온센터(Tranquility Center)'를 방문하도록 추천한다. 또한 링컨의 소변 역시 화장실에 설치된 변기를 통해 분석돼 감시 시스템이 그가 섭취하는 영양분에 대한 직접적인 조언을 해준다. 그리하여 링컨은 평온센터를 방문해 자신의 건강에 대해 보고를 하는데..."

<표 1> 헬스케어의 정의



용어	정의	출처
스마트 헬스케어	기존 u-헬스의 개념이 포괄하고 있던 u-메디컬(원격진료 및 원격의료), u-실버, u-웰니스는 물론 건강관리, 영양·운동처방, 환자교육 등을 포함하는 용어	헬스케어 신시장 창출을 위한 정책연구(산업통상지원부)
스마트 헬스케어	개인의 건강과 의료에 관한 정보, 기기, 시스템, 플랫폼을 다루는 산업 분야로 건강 관련 서비스와 의료 IT가 융합된 분야	2016 표준기반 R&D 로드맵 (국가기술표준원)
디지털 헬스케어	디지털 헬스케어는 스마트 헬스케어, 모바일 헬스케어를 포괄하는 광의의 개념으로, 개인 맞춤형 건강관리 및 의료서비스를 제공하며 의료서비스가 개인 영역까지 확대된 형태	디지털 헬스케어 10년 성과와 현재(제1회 디지털 헬스케어 글로벌 전략 포럼)
디지털 헬스케어	디지털 기술과 의료 기술을 융합해 건강을 증진시키고 보다 개인화된 정확한 진단·치료로 정의	Wikipedia



〈그림 3〉 정밀건강 개요(Precision Health Care Overview)
출처 : Toward achieving precision health

스탠퍼드대 PHIND Center 샘 갬비어 교수는 디지털 헬스케어의 미래를 ‘영화 관람’과 ‘제트엔진’에 비유한다. 여기서 질병은 하나의 잘 짜인 영화와 같다. 질병을 효과적으로 진단·치료하기 위해 관람자(의사와 환자)는 영화의 주제와 구석구석 숨겨진 메시지를 읽을 수 있어야 한다. 하지만 현재의 주기적 신체검사로는 영화의 시작 시간을 정확히 예측할 수 없으며, 설령 시작된 것을 인지하더라도 현재의 검사 및 진단 수준은 영화 자체를 관람자로 하여금 20분에 한 번씩 들어가서 1분씩 보게 하는 정도다. 이 짧은 시간에 관람자는 영화의 주제와 메시지를 모두 읽어 들여야 한다는 것이다. 대부분의 영화는 이 정도만 봐도 대중

의 줄거리와 메시지를 예측할 수 있지만, 반전 영화이거나 줄거리가 복잡한 영화라면 이야기가 달라진다. 예를 들어보자. 만약 관람자가 ‘유주얼 서스펙트’를 본다면, 영화 상영시간이 108분가량이니 1분씩 다섯 번을 볼 수 있는 기회가 생긴다. 이런 경우 영화의 단면을 단지 5분간만 관찰할 수 있다. 이 조각 난 5분 안에 과연 관람자는 카이저 소제가 범인이라는 것을 파악하기는 어려울 것이다. 디지털 헬스케어는 관람자가 영화의 전부를 보면서 내용을 이해하고 메시지를 읽는 것처럼 환자에 대한 지속적인 모니터링을 통해 환자의 질병에 대해 올바르게 이해하고 진단할 수 있게 하는 솔루션이라 할 수 있다.

다시 말해, 정밀건강은 인간의 모든 활동에 대한 상시 모니터링에 중점을 둔다고 보면 된다. 위의 영화 관람 비유에서도 언급했듯이 현재 행해지는 주기적 검사·진단은 상당히 제한적이다. 예를 들면, 평균적인 미국 성인은 매년 4번 미만 건강관리를 위해 의료기관을 방문한다. 자신이 건강하다고 생각하는 사람은 질병을 진단하고 예방하기 위해 병원을 주기적으로 방문하지는 않을 것이다.

오늘날 첨단산업 분야에서는 기기의 수명 예측, 유지보수 등의 목적으로 지속적인 모니터링과 관리를 하고 있다. 최신 제트엔진도 고장이나 오작동을 막기 위해 수백 개의 센서를 통해 제조사에 정보를 전송하고, 지속적인 모니터링과 점검을 받는다. 또한 ‘디지털 쌍둥이’라 불리는 기술을 이용, 실제 센서 데이터를 적용한 고성능 시뮬레이션 분석 작업 결과를 제조사에 지속적으로 공급함으로써 유지·보수 목적의 피드백도 이뤄지게 된다. 이러한 서비스를 개개인에게 맞춤형으로 제공하는 것을 디지털 헬스케어의 미래라고 할 수 있다. 스탠퍼드대



〈그림 4〉 디지털 트윈 예시
출처 : GE

PHIND Center에서는 디지털 헬스케어가 미래의 건강관리에 있어 적극 활용되기 위해서는 다음과 같은 사항을 필수 요소로 예측하고 있다. 첫째는 질병 예측 모델링, 둘째는 지속적인 모니터링을 위한 센서 개발, 셋째는 IoT를 통한 정보 수집 및 이를 이용한 헬스케어 공급자와 개개인의 상호작용이다.

질병 모니터링과 리스크 예측

질병 모니터링과 리스크 예측은 동전의 양면과 같다. 모든 질병에 대해 전체 인구를 스크리닝하게 되면 흔하지 않은 질병을 잡아 낼 수도 있겠지만, 전체 인구를 종합적으로 감시하는 것은 상당히 비효율적이다. 따라서 질병 위험에 대한 개개인의 평가는 전통적으로 환자 나이와 가족력 그리고 최근의 유전자검사를 통해 이뤄졌다. 생명공학의 발달로 게놈(Genome) 연구를 통해 단일 유전자 질환을 넘어 당뇨병 및 심장병과 같은 복잡한 질병으로 발전한 유전형 발견에 대한 심층 탐구도 가능해졌다. 하지만 모니터링 기술 개발은 실행 가능한 데이터 수집과 장기간의 사용자 참여를 우선시해야 한다.

디지털 헬스케어로 수집된 데이터를 이용해 직접적으로 치료를 하진 못하더라도 이렇게 수집된 데이터는 질병의 위험에 대한 프로필 관리 및 추적 관찰에 사용할 수 있다. 그리고 이 빅데이터를 기반으로 질병에 대한 예측 모델링을 통해 개인 맞춤형 헬스케어를 제공할 수 있는 것이다.

질병 모니터링 및 리스크 예측을 위해 다양한 신기술이 개발됨에 따라 기존 질병 진단은 병원 중심에서 개인 중심, 서비스

기업 중심으로 변화하고 있다. 이를 위해 관련 기업의 주요 개발 동향을 살펴보면 다음과 같다.



Verily Life Science, Baseline Project

구글의 자회사인 Verily는 '지속적인 인간 건강 모니터링이 인간 건강관리를 획기적으로 발전시킬 수 있는가'라는 가정을 확인하기 위해 스탠퍼드대, 듀크대와 손잡고 7억 달러(약 8400억 원)를 투자해 4년 동안 1만 명의 건강상태를 추적, 빅데이터로 축적하는 프로젝트를 진행 중이다. 연구진은 참여자의 건강상태를 분석하기 위해 참여자당 약 3만 달러(약 3600만 원)의 검사·진단비를 책정했으며 심박수 측정, 수면 패턴 분석, 유전정보 분석, 감정 상태, 진료기록, 가족력, 주기적인 소변, 혈액검사 등의 결과를 축적한다. 이러한 데이터를 통해 특정 질병이 발생하는 그룹의 건강기록을 분석, 리스크 예측과 모델링의 기반을 마련할 계획이다.



23andMe, 타액으로 유전자 분석

구글의 창업자 세르게이 브린의 아내 앤 워짓스키가 2006년 창업한 스타트업으로 개인유전정보 분석의 대표적인 기업이다. 회사명의 숫자 23은 염색체 수가 23쌍이

라는 것에서 따온 것으로, 처음 사업을 시작할 때는 DTC(Direct to Customer) 서비스를 하는 방식이어서 화제가 됐다. 이 회사는 타액을 이용한 유전자 분석을 통해 비만관리, 조상계열 분석에서 질병 예측, 약물 민감도 예측, 유전질환 진단 등에 대한 정보를 제공하고 있다. 2013년 FDA에서 질병위험도 분석 서비스에 대한 판매금지명령을 받았으나, 2015년 2월 유전중후군인 불룸중후군(Bloom Syndrome) 보인자 테스트 승인, 2017년 질병위험도 예측 서비스의 DTC 판매 승인을 얻어낸 최초의 기업이기도 하다. DTC 서비스 이외에도 화이자, 제넨텍, 존슨앤드존슨 등 대형 제약사와 NIH 등 연구소와의 공동연구를 통해 유전자 분석 기술 및 정확도 향상을 위해 노력하고 있다.



〈그림 5〉 23andMe Kit
출처 : 23andMe

불룸중후군(Bloom Syndrome) : 희귀 유전질환으로 키가 작고, 광민감도 증가, 얼굴 모세혈관 확장증, 면역결핍, 암에 대한 감수성이 크게 증가하는 염색체 파열 및 재배열 비율이 높은 질환.



Pathway Genomics, 타액으로 유전자 분석

23andMe와 유사하게 개인 유전정보 분

석 서비스를 제공하는 Pathway Genomics는 2008년 샌디에이고에서 창업한 기업으로, IBM 왓슨(Watson)에서 투자한 기업이며 왓슨의 인지컴퓨팅 기술을 활용해 새로운 서비스를 만들어 나가고 있다. 유전정보 분석을 통해 특정 질환에 대한 위험도 및 약물에 대한 민감도 서비스뿐만 아니라 운동, 섭식, 스킨, 정신건강 등 다양한 서비스를 제공한다.

DNAnexus

DNAnexus

DNAnexus는 아마존 클라우드 서비스인 AWS를 기반으로 NGS(Next-Generation Sequencing) 데이터를 기반으로 다양한 서비스를 제공하는 기업이다. 클라우드 기반으로 공동 연구자 간의 데이터 및 분석 내용을 공유할 수 있고, 별도 하드웨어를 구입하거나 유지보수를 하지 않아도 되는 장점이 있다. 또한 최근에는 Microsoft-세인트주드 아동병원과 글로벌 데이터 공유 및 공동연구를 하면서 소아암 극복을 위한 연구를 추진 중이다.

지속적인 모니터링을 위한 센서 개발

웨어러블이나 스마트 홈을 통틀어 시중에서 유통되는 거의 모든 센서는 생화학적 신호보다는 물리적인 신호의 분석에 초점이 맞춰져 있다. 이는 지난 수십 년 동안 발전해 온 실리콘 기반의 기술 발전으로 인해 물리적인 생체정보는 생화학적 생체정보보다 훨씬 검출이 용이하기 때문이다.

물리적 생체정보를 습득하는 웨어러블 기기는 글로벌 대기업부터 스타트업까지 다양한 제품이 출시되고 있다.

APPLE WATCH

의료기기 애플워치

대표적인 예로, 얼마 전부터 국내 시장에서 유통되기 시작한 애플워치 Series 4는 시계 후면의 심장박동 인식 센서가 부정맥 징후 발생 시 이를 발견할 수 있으며, 시곗줄 안팎에 전극을 부착한 Kardia Band를 이용해 심전도 측정이 가능하다. 장착된 물리센서가 몸에 흐르는 미미한 전기를 검출해 이를 파장 형태로 분석하게 된다. 또한 애플워치의 다른 기능 중 하나는 '넘어짐 감지 기능(Fall Detection)'인데, 이 또한 물리적인 센서인 가속도계와



〈그림 6〉 애플워치 ECG센서
출처 : 구글이미지



〈그림 7〉 시곗줄을 이용한 심전도 측정 기능
출처 : 구글이미지

방향감지센서(자이로스코프)를 이용해 사용자가 넘어져 의식을 잃을 경우 이를 감지, 응급신호를 보내게 된다. 실리콘 기반 산업의 엄청난 발전으로 이러한 물리적 센서가 손목시계 안으로 들어갈 정도로 소형화·집적화됐다.

QARDIO

Qardio

2012년 설립된 Qardio는 심장건강 전문 모니터링 업체로 2014년 QardioArm이라는 아이폰 기반의 무선 혈압 측정 제품을 출시했으며, 2015년에는 체중 및 체지방 분석 기능을 가진 QardioBase, 원격진료를 위한 EHR(Electric Health Record) 정보를 제공하는 의사용 QardioMD를 선보였다. 2017년에는 무선 웨어러블 ECG·EKG 모니터링이 가능한 QardioCore를 출시했다.



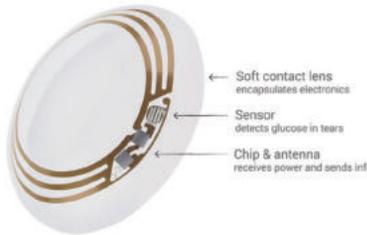
〈그림 8〉 QardioCore 제품 사진과 착용 사진
출처 : Qardio 홈페이지

하지만 인체의 생화학적인 반응을 감지할 수 있는 웨어러블이나 스마트 홈 개념의 센서는 아직까지 상용화되지 못하고 있다. 생화학적인 반응을 센싱하기 위해서는 시료가 필요한데, 혈액 등 침습적인 방법으로 시료를 얻는 것은 당뇨환자에게는

고통과 부담을 수반하며, 일반인에게는 매력이 떨어진다. 따라서 지속적인 건강 상태 모니터링을 위한 이상적인 정보원은 땀, 타액, 소변 및 대변 등 비침습적이고 고통을 수반하지 않는 방법을 활용한 기술 개발이 필요하다. 1990년 이후 많은 연구자는 미세유체 반응 시스템(Microfluidic Reaction System)을 화학물질 합성, 나노 소재 개발, 바이오품질 분석 등 다양한 연구 분야에 활용하기 시작했다. 일반적으로 미세유체 시스템은 수 마이크로에서 수백 마이크로, 때론 밀리미터 단위의 채널을 가지는 장치를 이용한 합성 반응 장치 또는 반응 시스템 구동을 위한 장치를 지칭한다. 현재 미세유체 분야의 큰 두 줄기는 Organ-on-a-chip(장기모사 칩)과 포인트오브케어(Point of Care) 시스템의 구현이다. 포인트오브케어는 환자가 있는 장소와 시간에 적절한 진단과 처방을 내리는 형태의 서비스를 말하는데, 다양한 종류의 미세유체를 이용한 진단기기 프로토타입이 존재하지만 이를 이용한 상시 진단 시스템 구축에는 시간이 더 필요할 것으로 보인다.



이 분야의 선두 주자 중 하나인 Verily Life Science는 2014년 혈당 감지용 콘택트렌즈 개발 계획을 야심차게 발표했으나, 4년 후 이 프로젝트를 중단한다고 발표했



〈그림 9〉 Verily 혈당 감지용 콘택트렌즈
출처 : Verily 홈페이지



〈그림 10〉 초소형 연속혈당측정기
출처 : Verily 홈페이지



〈그림 11〉 연구용 손목시계
출처 : Verily 홈페이지

다. 당뇨병이 있는 사람의 당뇨 수준을 눈물로 측정하는 이 프로젝트는 스위스 제약 회사인 노바티스의 안과진료사업부 앨콘과 공동 개발을 추진했으나 눈물 속에서 일관성 있는 혈당치를 얻지 못했고, 눈물 포도당과 혈당 농도 사이의 상관관계를 측정하는 데 어려움을 겪은 것으로 알려졌다. 하지만 Verily Life Science의 당뇨병 감지용 콘택트렌즈 프로젝트만 중단된 것일 뿐 Dexcom과 제2형 당뇨병 환자가 상태를 관리할 수 있도록 도와주는 소형 연속혈당측정기(Continuous Glucose Monitor)와 임상연구에 활용할 연구용 손목시계 개발은 진행 중이다.

또한 정신건강에 대한 센서 기술 개발도 추진 중이며, 웨어러블은 손목시계 형태로 제작돼 스트레스, 감정 및 흥분을 나타낼 수 있는 피부의 모든 변화를 모니터링하고 착용자의 심박수와 움직임 데이터를 종합해 정서적 반응을 측정 및 가시화하는 서비스를 제공한다.

제1형당뇨 : 췌장에서 인슐린이 전혀 분비되지 않는 당뇨
제2형당뇨 : 성인이 된 후 여러 가지 이유로 인슐린 분비 기능은 남아 있지만, 상대적으로 인슐린 저항성이 증가하는 당뇨병

empatica

empatica

empatica의 웨어러블은 손목시계 형태로 제작돼 스트레스, 감정 및 흥분을 나타낼 수 있는 피부의 모든 변화를 모니터링하고 착용자의 심박수와 움직임 데이터를 종합해 정서적 반응을 측정 및 가시화하는 서비스를 제공한다. 특히 empatica의 Embrace는 간질환자의 발작을 측정하기 위해 특화된 웨어러블 기기다. 간질은 원인을 찾기 어려운 발작이 반복적으로 발생하는 만성적인 신경질환이다. Embrace는 환자의 발작이 시작되면 가속도계와 땀의 배출 등에 따라 피부의 전기저항 변화 및 전위의 변화 등을 나타내는 수치인 피부전



〈그림 12〉 empatica의 Embrace 2
출처 : empatica 홈페이지

기활동(Electrodermal Activity) 수치로 측정해 발작 시 보호자에게 알려주는 방식이다. Embrace는 2018년 1월 성인 환자를 대상으로 FDA 승인을 받았으며, 2019년 1월에는 6~21세의 소아청소년 환자에 대해서도 추가로 FDA 승인을 받았다.

정보기반 Health Care Provider

인터넷이 형성되기 전인 1986년 전 세계 데이터는 20PB(Petabyte, 10의 15승) 수준에 불과했으나, 2005년에는 130EB(Exabytes, 1EB=1000PB), 2015년에는 8.6ZB(Zetabyte, 1000EB)까지 증가할 정도로 매년 30~40%의 빠른 성장세를 기록하고 있다. 의료 분야에서도 디지털 헬스케어로 생성된 건강 관련 데이터는 필연적으로 빅데이터가 될 것이다. 빅데이터란 기존 데이터베이스 관리도구의 능력을 넘어서는 대량(수십 테라바이트)의 정형 또는 데이터베이스 형태가 아닌 비정

형의 데이터 집합까지 포함한 데이터로부터 가치를 추출하고 결과를 분석하는 기술이다. 데이터 분석 및 패턴 인식·분석을 이용해 디지털 헬스케어의 데이터 세트를 해독해야 한다. 이에 따라 기업들은 기계학습, AI 등으로 무장한 새로운 데이터 분석기법을 통해 빅데이터에서 예측·분석이 가능한 플랫폼을 만들어 내고 있다. 이러한 빅데이터를 이용한 플랫폼 기술은 새로운 서비스를 제공함으로써 큰 부가가치를 창출할 수 있으며 높은 성장성이 기대돼 많은 글로벌 대기업이 향후 사업모델로 주목하고 있다.

IBM Watson Health

IBM은 AI 시스템인 왓슨(Watson)을 통해 AI 헬스케어 분야를 선도하고 있으며, 2015년 4월 헬스케어 AI, 클라우드, 보안

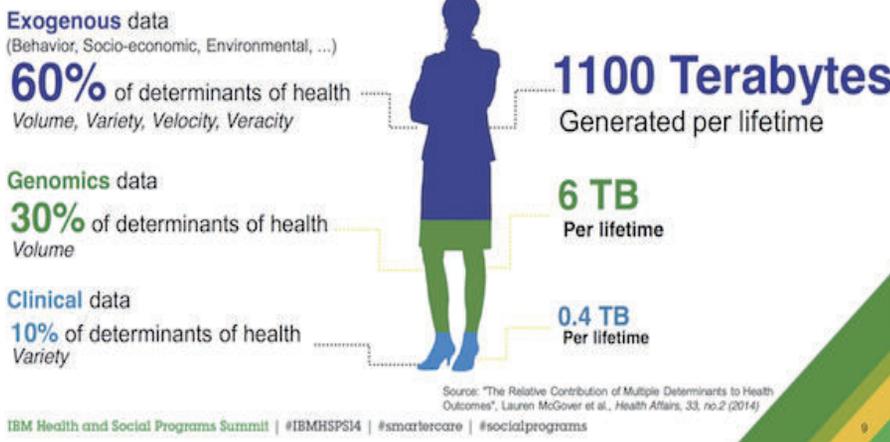
분야를 연구하는 Watson Health사업부를 공식적으로 출범하며 공격적인 활동에 나섰다. 메모리얼 슬론 캐터링 암센터, 텍사스대 MD앤더슨 암센터, 클리블랜드 클리닉 등 유수의 병원과 협력을 추진하면서 왓슨의 학습 및 기능을 향상시키는 데 노력하고 있다. 동시에 의료영상 분석 기업(Merge Healthcare, 2015년 인수), 데이터 분석 기업(Explorys, 2015년 인수), 소프트웨어업체(Phytel, 2015년 인수) 등을 인수함으로써 왓슨의 새로운 기능 부가 및 역량을 강화하고 있다.

IBM은 병원, 헬스케어 기업과 협력관계를 구축함으로써 방대한 데이터를 확보하고 학습경험을 쌓아감에 따라 맞춤형 분석 플랫폼을 제공하는 형태의 사업화 모델을 추진하고 있다. 특히 IBM 왓슨 헬스 온콜로지(Watson Health Oncology)는 복잡한 암 치료를 지원하기 위해 암 치료 의료진은 환자 EMR, 관련 논문, 새로운 임상연구 결과 등을 활용함으로써 환자를 위한 맞춤형 치료를 지원한다. 최근 연이은 협력연구 중단 등으로 어려움을 겪고 있으나, 지속적인 발전이 기대된다.

Because everyone matters.



Exponential Growth in New Forms of Data Will Play an Increasing Important Role in Enabling Better Outcomes

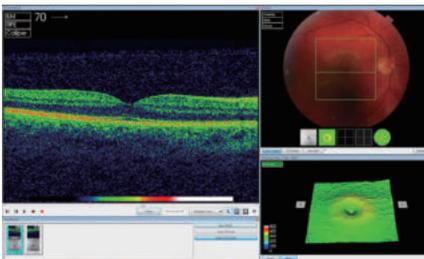


- 왓슨 헬스 온콜로지 3가지 솔루션**
- 왓슨 포 온콜로지(Watson for Oncology)
 - 왓슨 포 클리니컬 트라이얼 매칭(Watson for Clinical Trial matching)
 - 왓슨 포 지노믹스(Watson for Genomics)

〈그림 13〉 개인의 건강과 관련된 빅데이터 유형 출처 : IBM



구글은 AI 기술(딥마인드)에 투자하면서 지난해 당뇨병성 망막질환에 대한 안과 전문의 수준의 진단 결과를 발표해 많은 사람을 놀라게 했으며, 4월 중증 안과질환을 진단할 수 있는 의료기기 시제품을 출시해 다시 한번 관심을 받고 있다. 아직 정부 승인을 받지 못한 상태지만 임상시험 및 FDA 승인 등을 거쳐 출시에는 문제가 없을 것으로 예상된다. 그간 딥마인드는 유럽과 북미에서 가장 큰 안과 의료기관인 무어필즈병원과 협력, 환자로부터 얻은 OCT 데이터를 학습해 진단의 정확도를 올리는 연구를 추진해 왔다. 또한 클라우드 헬스케어 API(Application Programming



〈그림 14〉 OCT 영상을 이용한 진단 화면
출처 : <http://thegear.net/16289>

Interface) 서비스를 출시하면서 의료진 및 연구진이 활용할 수 있는 헬스케어 데이터 플랫폼을 제공하는 것을 목표로 사업을 추진 중이다.



애플은 휴대전화를 이용해 수집된 건강 정보를 기반으로 2014년 아이폰 애플리케이션 'Health Kit'을 발표하면서 간단한 건강정보 측정 기능을 강조했다. 이후 Research Kit, Care Kit을 연달아 출시하고 다수의 병원, 연구소와 협력을 추진하면서 의료기기와 IT 시스템 서비스를 동시에 공략하고 있다. 데이터 플랫폼은 Health Kit(개인건강관리용), Research Kit(의학연구용), Care Kit(질환관리용) 앱을 출시해 분야별 빅데이터를 취합함으로써 의료서비스로 부가가치를 창출하기 위해 노력하고 있다. Health Kit은 아이폰과 애플워치 등을 통해 수집된 다양한 센서로부터 건강 관련 데이터를 수집하는 플랫폼이며, Research Kit은 연구자들이 애플 사용자를 대상으로 의학 임상시험을 할 수 있도록 지원하는 플랫폼이다. Care Kit은 환자 혹은 사용자가 스스로의 건강

을 관리할 수 있도록 지원하는 플랫폼이다. 애플은 병원, 개인, 앱 개발회사 등을 연결하는 플랫폼을 제공함으로써 애플을 통해 새로운 서비스를 만들어내면서 헬스케어 분야를 선도하고자 한다. 파킨슨병, 당뇨병, 우울증, 자폐증 등 다양한 질환에 대해 연구개발을 추진하고 있으며 더욱 확대될 것으로 기대된다.



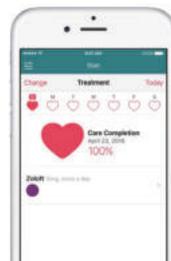
Microsoft는 2018년 6월 본격적으로 헬스케어 사업을 위해 MS 헬스케어를 신설하고 다양한 프로젝트를 추진 중이다. 특히 클라우드 플랫폼인 애저(Azure)를 활용한 클라우드 스토리지 및 분석 기술을 정밀의학에 접목해 질병 진단과 치료 수준을 향상시키는 데 중점을 두고 헬스케어 넥스트(Healthcare NExT) 프로젝트를 이어가고 있다. 이 프로젝트의 일환으로 DNA넥서스에서 언급한 것과 같이 세인트주드 아동병원과 협력해 DNA넥서스(DNAexus)와 파트너십을 맺고 유전체학 연구뿐만 아니라 유전체 분석, 시각화 툴, 다양한 종류의 데이터셋을 서비스할 계획을 갖고 있다. 최근 AI 기반 가상비서와 챗봇인 헬스케어봇, 의료기관 상호 데이터 운용을 위한 FHIR애저API(Azure API for FHIR) 등 다양한 기술을 개발하고 있다.



〈그림 15〉 애플 Health Kit
출처 : 애플



〈그림 16〉 애플 Research Kit
출처 : 애플



〈그림 17〉 애플 Care Kit
출처 : 애플

Fast Healthcare Interoperability Resources :
의료기관 간 상호운용성을 보장하기 위해 HL7에서 개발한 의료정보화 영역의 차세대 웹 기반 프레임워크

미국 헬스케어 주요 정책 현황

미국은 2012년 4월 국가바이오경제청사진(National Bio-Economy Blueprint)을 바탕으로 정밀의료(Precision Medicine, 2015년~), 브레인(Brain, 2013년~), 암 정복(Cancer Moonshot, 2016년~), 마이크로바이옴(National Microbiome, 2016년~) 이니셔티브를 여러 부처 및 연구기관과 공동으로 추진해 오고 있다. 또한 FDA는 디지털 헬스케어 기술이 적용된 신의료기기에 대해 적극

적으로 가이드라인을 제시해 왔으며, 2017년 7월 'Digital Health Innovation Action Plan'을 발표한 이후 디지털 헬스케어 분야를 위주

National Bio-Economy Blueprint : 미국 바이오경제의 잠재력을 극대화하기 위해 연구개발 역량 강화, 연구 성과의 상업화 촉진, 규제개혁, 인력 양성, 공공-민간 파트너십 촉진 등 5대 전략 목표를 제시하는 한편 중점적으로 육성해야 할 유망 기술로 합성생물학, 단백질체, 정보기술(생물정보학 등)을 선정.

로 신속하고 적극적으로 규제를 최소화하고 발전된 기술을 수용하려는 자세를 취하고 있다. 이러한 정책의 일환으로 적절한 자격을 갖춘 제조사에 Pre-cert제도(사전인증)를 시행하면서 디지털 헬스케어산업의 활성화를 지원하고 있다.

헬스케어 시장동향 및 맺음말

헬스케어 시장을 다양한 기준으로 예측하고 있으나 기술의 발전과 더불어 적용 시장의 영역은 더욱 확대될 것으로 전망된다. Frost & Sullivan의 자료를 기준으로 글로벌 헬스케어 시장은 2017년 기준 1조7686억 달러에서 2022년에는 2조2362억 달러로 성장할 것으로 예측된다. 이 중 세계 정밀의료 서비스 시장은 2015년 384억5000만 달러 규모에서 연평균 13.3% 성장할 것이며, AI를 이용한 헬스케어 시장은 연평균 42%의 성장률을 보일 것으로 예상되고 있다.

헬스케어 시장은 고령화 등 사회적 이슈와 기술의 빠른 발전이 맞물려 다양하고 넓은 영역으로 발전할 것으로 예상된다. 앞으로도 헬스케어 분야의 산업경쟁력 제고 및 시장 선점을 위해 기술 개발 동향 및 시장 변화에 대한 지속적인 관심과 다각적인 방안 모색이 필요할 것으로 판단된다.

〈표 2〉 미국 헬스케어 관련 이니셔티브 주요 내용

구분	주요 내용
정밀의료 (2015년~)	[목표] 유전정보, 환경 등 개인별 차이를 고려한 예방이나 치료법 개발 [특징] 국립암연구소, 국립보건원, 재향군인회, 미국식품의약국과 민간 전자건강정보 개발 업체(Illumina, 23andMe 등), Broad연구소, 하버드대 의대, 보스턴 어린이병원 등 민간 병원, 게이츠재단과 같은 민간 재단도 참여. 아마존 웹 서비스, Cedars-Sinai 등을 통해 의료 관련 샘플이나 데이터를 공유해 100만 명의 유전자 분석 프로젝트 추진
브레인 (2013년~)	[목표] NIH, NSF, 국방부 고등연구계획국(DARPA)이 협력해 빅데이터 기술 등의 첨단 IT를 뇌과학 연구와 접목시켜 뇌과학 분야에서 선도적 위치를 점하고, 새로운 일자리와 시장 창출 [특징] 2019년 5억 달러, 2025년까지 12년간 총 45억 달러를 투입할 계획이며, 두뇌의 작동 기작을 규명해 치매 등 뇌질환 치료, 인지 기능 향상 등의 R&D 포함
암 정복 (2016년~)	[목표] 환자의 면역세포로 암세포를 죽이는 면역치료의 원리를 이용해 새로운 항암제 개발 [특징] 총 10억 달러 투입 예정. 국립암연구소, 프레더릭 국립암연구소, 에너지부, 아르곤연구소, 오크리지연구소, 리버모어연구소, 로스앨러모스연구소, 전국 9개 암센터 등이 참여하며 대규모 암환자 유전체를 분석하고 그 정보와 데이터를 전국적으로 공유
마이크로 바이옴 (2016년~)	[목표] 마이크로바이옴(사람, 식물, 토양, 해양, 대기에 사는 미생물 집단)에 대한 이해를 높이고 마이크로바이옴의 기능 회복과 장애 예방을 위한 방법론 확립 [특징] 지구상의 다양한 생태계 기능을 유지하고 인간의 건강, 기후 변화, 식량 안전 보장 등에 영향을 미치는 다양한 마이크로바이옴에 대한 R&D 추진

〈표 3〉 세계 정밀의료 시장 전망

구분	2015년	2017년	2019년	2021년	2023년	2025년	CAGR(2015~2025년)
정밀의료	384.5	474.7	591.0	758.2	1,002.5	1,322.4	13.3%

출처 : Frost & Sullivan, Global Precision Medicine Growth Opportunities, Forecast to 2025, 2017

〈표 4〉 세계 인공지능 헬스케어 시장 전망

구분	2015년	2016년	2017년	2018년	2019년	2020년	2021년	CAGR(2015~2025년)
인공지능 헬스케어	8.1	10.6	14.4	20.0	28.8	43.0	66.6	42.0%

출처 : Frost & Sullivan, Cognitive Computing and Artificial Intelligence Systems in Healthcare, 2017

참고자료

- [1] Science Translational Medicine, "Toward achieving precision health", Sanjiv Sam Gambhir, T., Jessie Ge, Ophir Vermesh, Ryan Spiller
- [2] <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5989714/>
- [3] <http://www.med.stanford.edu/precisionhealth.html>
- [4] <http://www.yoonsupchoi.com>
- [5] <http://www.itnews.or.kr/?p=23623>
- [6] <https://www.ibm.com/downloads/cas/8JY2JYRO>



기술강국 도약을 위한 도전 “국제 기술 협력을 지원합니다”

산업통상자원부 해외기술협력거점



KEIT 미국(실리콘밸리) 거점

담당자 김병재
E-mail ramy78@keit.re.kr
Tel (Office) +1-408-232-5411

KIAT 미국(워싱턴) 거점

담당자 이범진
E-mail pomjin@kiat.or.kr
Tel : (Office) +1-709-337-0950

KETEP 미국 에너지 거점

담당자 백상주
E-mail sky31778@ketep.re.kr
Tel (Office) +1-703-337-0952



KEIT 독일(베를린) 거점

담당자 전준표
E-mail augtto@keit.re.kr
Tel (Office) +49-30-8891-7390



KIAT 벨기에(브뤼셀) 거점

담당자 박천교
E-mail seanpark@kiat.or.kr
Tel (Office) +32-3-431-0591



KORIL 이스라엘 거점

담당자 진수미
E-mail susan74@koril.org
Tel (Office) +972-54-345-1013

맞춤형 의료시대, 이스라엘 바이오제약산업의 전환점

700개의 신규 업체와 1200개가 넘는 첨단 기업이 활동하고 있는 이스라엘 내에서 바이오, 헬스케어 분야 창업 건수는 전세계 시장의 40%를 차지한다. 정보와 커뮤니케이션 기술, 모바일과 사이버 기술의 선두격인 혁신적 허브로 부상한 이스라엘은 글로벌 헬스케어산업에서 주요한 역할을 수행하고 있다. 지난 20년간 헬스IT, 전자 의학정보, 4개 헬스케어 펀드의 비즈니스 분석과 다양한 디지털 헬스 관련 기술을 개발한 경험을 토대로 이스라엘은 이 분야에서 적어도 285개의 기업이 번성하고 있다. 의료 자동화와 정보 혁명이 글로벌 바이오제약산업과 같은 의학의 모든 분야에 급격한 변화를 불러일으키고 있으며, 이 분야는 혁신적 기술이 절실히 필요하다. 특히 맞춤의학은 점차 확산되고 있으며 유전학과 생물학의 혁신이 빅데이터와 인공지능(AI) 분야와 통합되면서 전반적인 약물 개발 과정에 새 바람을 일으키고 있다. 이러한 트렌드로 인해 '전형적인' 바이오제약학과 정보기술(IT) 간 경계가 무너지고 있다. 이에 따라 IT 부문 선두주자 이스라엘의 생물학 분야에 맞춤 의학을 위한 글로벌 기술센터를 개발할 기회가 주어지고 있다.

글로벌 바이오제약산업의 변화

지난 100년간 인류 건강을 급격히 향상시키고, 글로벌 바이오제약 분야 거대 기업의 기틀을 마련했던 약물 개발의 전통적인 비즈니스 모델이 최근 들어 기로에 서 있다. 대형 바이오제약 회사의 후기 단계 연구개발(R&D) 파이프라인 개발 건수는

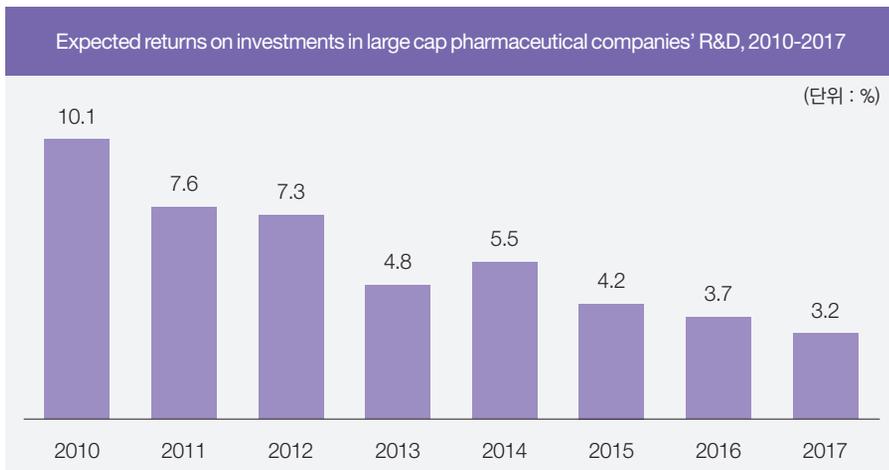
줄어들고 동시에 개발 비용은 증가하고 있는데, 이는 글로벌 바이오제약산업의 R&D 투자 수익이 2010년 10%에서 2017년 3월 3%대로 감소했다는 사실에서도 알 수 있다.

먼저, 신약 개발 단계가 크게 변화할 것으로 예상된다. 다양한 출처로부터 도출된 의학적 빅데이터 분석, 특히 전자 의무기록

(EMR·EHR), 게놈정보, 기능적 단백질-중심 데이터(OMICS 데이터) 간의 연계를 통해 연구자와 기업이 신속하고 용이하게 신약을 개발하기 위한 대상(세포 내 문제성 단백질 등)을 식별하게 될 것이다.

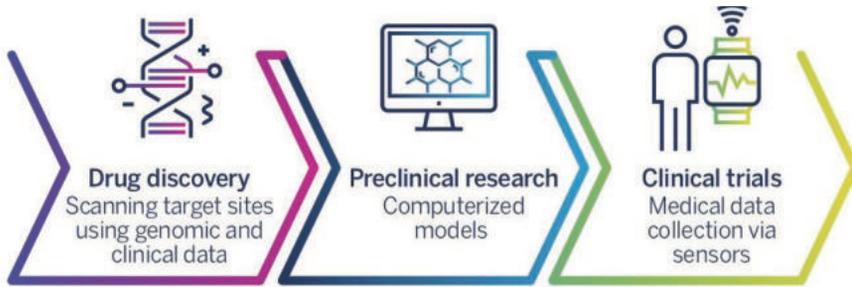
다음으로, 신약은 더욱 정밀하게 개발·제조될 것이며, 이는 곧 최적의 안전성과 효능을 보장하게 된다. 특히 생물학적 과정의 컴퓨터화된 모델을 통해 신약 개발의 임상 이전 단계 통과, 더 나은 임상연구의 설계 및 실행, 약물 승인에 필요한 임상 데이터의 일부를 대체하는 데도 도움이 될 만한 정보 창출이 가능해진다.

이어 첨단 정보기술이 임상시험 단계를 완전히 변화시킬 것이다. 현재 임상 개발은 평균 7.5년이 걸리고 수백만~수천억 달러에 달하는 비용이 들고 있다. 첨단 정보기술로 이러한 절차를 상당 부분 간소화할 수 있다.



〈그림 1〉 2010~2017년 대형 제약회사의 R&D 투자에 대한 기대수익

Advanced digitization will transform the entire drug development process



〈그림 2〉 첨단 디지털화에 따른 신약 개발 과정 변화

첨단 정보기술을 통해 다양한 출처(빅데이터)로부터 추출한 게놈 및 임상 데이터를 사용해 가장 적절한 실험 참가자를 선발하고 모니터링할 수 있으며, 여기에는 다양한 생리학적 측정에 대한 전자 데이터를 전송하는 여러 종류의 센서를 활용한다. 동시에 바이오제약 기업은 신약이 시장에 진입한 이후 효능을 조사할 수 있으며, 따라서 임상시험 단계의 비용을 줄일 수 있다.

이러한 기술적 변화는 상당한 규제 변화를 초래할 것으로 보인다. 특정 인구에 적절한 약물을 개발하고, 약물의 안전성을 보장하는 한편 약물의 효과를 정밀하게 검증하는 능력이 더욱 신속하고 스마트하며 비용 효과가 높은 승인 절차를 촉진하고 있다. 전 세계적으로 규제기구가 이러한 트렌드에 대비하고 있으며 맞춤형의학의 새로운 시대에 걸맞은 약물 테스트를 위한 새로운 모델에 대해 개방화되고 있다.*

*바이오제약 분야에서 가장 권위적인 기구인 미국식품의약국(FDA)은 암 치료법의 패스트트랙(Fast-track) 승인을 위한 프로그램을 론칭했고, 웨어러블 도구를 통해 수집된 생리학 데이터와 같이 임상시험 데이터 수집을 위한 신기술 활용을 가능케 할 예정이다.

맞춤형 의료시대, 이스라엘 바이오 제약산업의 전환점

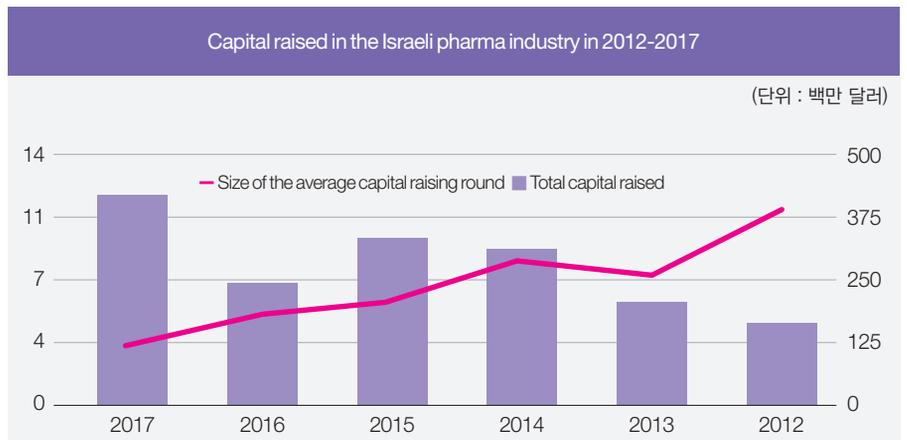
이스라엘 정부는 앞서 설명한 기술적 변화가 글로벌 바이오제약산업의 전환점이 될 것으로 예상하고 있다. 이러한 변화가 이스라엘이 오랜 시간 고대했던 돌파구를 위한 기회를 만들어 내고 있다. 지난 몇 년에 걸쳐 이스라엘의 바이오제약산업은 기존 과학적 잠재력에 미치지 못하는 결과를 보여줬다. 대부분의 약품은 국외에서 해외 기업이 제조하고, 이스라엘 경제는 수익성이 좋은 비즈니스와 양질의 직업을 잃어가고 있다.

기업가치가 120억 달러에 달했던 카이트 파마가 2017년에 인수된* 것은 이러한 현상의 명백한 예시다.

*Gilead Sciences, Inc(미국 생물약제회사)가 2017년 약 120억 달러에 인수: 카이트 파마의 제품은 와이즈만연구소의 과학 개발에 기반을 두고 있으며, 이스라엘인이 설립한 기업이지만 영업활동은 오직 미국에서만 이루어짐.

그럼에도 불구하고 이스라엘 산업계의 최근 변화가 긍정적인 모멘텀을 향하고 있다. 이스라엘의 바이오제약산업은 현재 200여 개의 기업으로 이루어져 있고, 15개의 신생기업이 매년 설립되고 있다. 이 분야에 대한 투자가 최근 들어 상당한 증가세를 보이고 있고, 평균 펀딩라운드가 세 배 증가(그림 3) 참고)했으며, 2012~2017년 이스라엘 벤처캐피털 펀드의 이 분야 투자가 400% 증가했다.

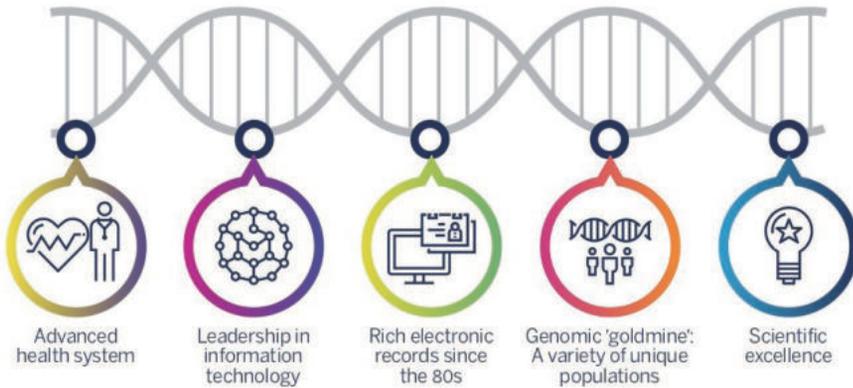
이스라엘이 경쟁 우위를 차지할 수 있는 다양한 자산에 기반해 맞춤형학시대는 이스라엘 바이오제약산업에 잠재적인 돌파구를 제공할 수 있을 것이다. 주요 자산 가



〈그림 3〉 2012~2017년 이스라엘 바이오제약산업의 자본 조달 규모

출처 : IVC

Israel's competitive edge in the era of personalized medicine



〈그림 4〉 맞춤의학시대에서 이스라엘의 경쟁 우위

(왼쪽부터) 첨단 헬스 시스템, 정보기술의 선두주자, 1980년대 이후부터 축적된 전자기록, '게놈 금광'(다양한 단일인구 그룹), 과학적 우수성

운데 하나는 오랜 시간 축적된 과학분야의 우수성으로, 이스라엘 학계에서 개발한 제품이 8가지의 신약으로 출시됐으며 이는 400억 달러의 매출로 이어졌다.

이스라엘의 과학 커뮤니티는 특히 암, 면역학, 퇴행성 질환 연구에서 두각을 나타내는데, 이 분야는 현재 맞춤의학 치료법 개발의 핵심이라 할 수 있다. 또한 이스라엘의 유니크한 게놈 및 의학 데이터 출처 역시 주요 자산 중 하나로, 이스라엘은 좁은 지리적 영토에 거주하는 다양한 단일인구 그룹으로 구성돼 있다. 이것을 '게놈 금광'이라고 일컬으며, 이스라엘에서 1980년대부터 활용한 EHR이 인구의 다수를 커버하고 있다.

이스라엘의 앞선 정보기술로 의학 및 게놈 데이터의 활용이 가능하며 첨단 헬스케어 시스템은 생산적인 협업을 위한 플랫폼을 제공하고 있다.

이러한 경쟁 우위는 신약 개발 과정 전반에 걸쳐 매우 중요하며, 신약 개발과 임상 개발 단계에서 특히 결정적인 자산이다.

신약 개발

맞춤의학 분야에서 신약 개발은 특정 인구 그룹에 맞는 새로운 대상을 식별하기 위한 거대한 게놈 및 임상 데이터 세트의 스캔을 이용하게 된다. 그렇기 때문에 이 단계에서 이스라엘의 게놈 및 임상 데이터와 컴퓨터 활용 역량의 결합이 굉장한 잠재력을 가지게 된다.

이스라엘 산업계에서 이러한 신약 개발 방법을 이미 활용하고 있는 몇몇 기업을 살펴보면 다음과 같다.

① **Ayala Pharmaceuticals** – 임상 및 게놈 데이터를 통해 파악된 진단표지를 바탕으로, 유전적 돌연변이를 지닌 특정 암 환자 그룹에 대한 개인맞춤 치료를 개발했다.

② **ImmPACT-Bio(www.futurx.co.il/portfolio/impact-bio/)** – FuturX인큐베이터를 통해 이스라엘 혁신청의 지원을 받았으며 CAR-T 기술을 개발했다. 본 기술은 환자의 T세포가 암세포를 공격할 수 있도록 변형시키는 치료법으로, 이는 환자의 샘플 데이터베이스와 생물정보학 도구

를 바탕으로 각각의 환자를 위해 개인 맞춤화할 예정이다.

③ **CytoReason(www.cytoreason.com)** – 면역체계의 생물학적 데이터에 적용되는 기계학습 모델을 활용한 신약 개발을 목표로 하고 있다. 동시에 이스라엘 혁신청은 현재 이스라엘 사회평등부의 '디지털 이스라엘 이니셔티브(Digital Israel Initiative)'와 공동 펀딩으로 디지털 헬스를 위한 이용자 협회를 구축하고 있는데, 이는 산업계와 공유하게 될 의학 데이터 인프라 네트워크의 역할을 하게 될 예정이다. 스타트업, 중대형 기업, 다국적 기업도 포함하는 본 협회의 목적은 신규 및 기존 의학 데이터를 공유하고, 데이터 접근을 용이하게 하며, 규제 인프라와 정보보안을 구축하는 것이다.

임상시험

임상시험 분야에서 앞서 거론된 글로벌 트렌드 덕분에 이스라엘은 신약 개발 기업의 성공, 이스라엘 내 임상시험을 지원하는 전반적인 생태계를 구축하고 이스라엘을 임상시험의 세계적 중심으로 만드는 데 이스라엘의 경쟁 우위를 활용할 수 있게 된다. 현재 이스라엘 바이오제약 기업의 임상 이전 단계 및 초기 임상 개발 단계부터약품 효능 검증 단계까지의 이행은 흔히 죽음의 계곡으로 불린다. 하지만 전 세계적으로 임상시험의 설계와 시행에 있어 변화하는 트렌드 덕분에 이스라엘 스타트업이 이 단계에서 더욱 향상된 성과를 얻을 수 있는 기회를 제공하고 있다.

임상 및 게놈 데이터를 바탕으로 한 실험 인구의 계획적인 선별과 개인 맞춤 치료법

(특히 암 치료)에 대해 신속하게 승인하려는 규제기관의 개방성 덕분에 기업이 각 단계를 통과하는 환자의 수를 줄일 수 있게 되고, 임상시험의 상당 부분을 이스라엘에서 실시할 수 있게 된다. 이는 곧 진화하는 트렌드를 활용할 수 있는 이스라엘 바이오제약 기업이 적은 비용으로 신속하게 시장에 진입할 수 있음을 의미한다. 동시에 임상시험 단계를 지원하는 첨단 정보 기술에 대한 글로벌 수요와 특정 인구에 대한 맞춤형 치료법을 테스트하려는 필요성이 이스라엘 내 임상시험을 지원하는 전반적인 생태계의 출현을 이끌어 낼 수 있다.

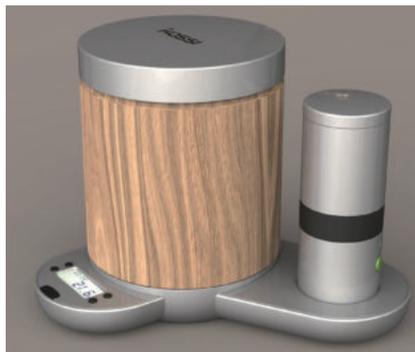
약품의 효능 검증을 위한 선진적인 기술적 솔루션에 대한 필요성을 자각하기 시작한 몇몇 이스라엘 기업이 이미 도전장을 내밀었다.

① **Pilltracker(www.pilltracker.com)** – 약물 순응도를 보장하기 위해 임상시험 참가자에 대한 정밀한 모니터링을 가능하게 하는 동시에 투약 변화에 대해 참가자에게 업데이트를 제공하고 그들로부터 지속적인 피드백을 받을 수 있는 전자장비를 개발했다.

② **Data2Life(www.data2life.com)** – 시장 침투 이후 약품의 효능 분석에 있어 전 세계적인 관심을 받고 있다. 소셜미디어, 의학 모니터링 장비, 의학 기록, 임상시험 데이터 등 여러 채널을 통해 환자에 대한 데이터를 종합하고, 기계학습 및 자연언어 처리를 통해 약품의 효능 및 부작용에 대한 정보를 얻기 위해 이 데이터를 활용한다.

③ **Kassi** – 카시는 사물인터넷(IoT) 연결성을 기반으로 의료용 대마의 소비를 추적하고 신선도와 효능을 유지하는 의료용 장

단기 스토리지 허브 솔루션이다. 카시의 센서는 사용자의 모바일 애플리케이션에 실시간 온도, 습도 정보를 제공한다. 해당 기기에는 필요 시 습도 수준을 조절 및 최적화하는 양방향 습도 조절 팩이 포함되어 있다. 내장된 스마트 저울은 카시 내 대마 초의 양이 변할 때마다 이를 사용자에게 맞춤 형태로 전달한다.



④ **CannabiDose** – 캐너비도스는 오일, 액상, 연고와 같은 의료용 대마 기반 제품의 경구 투여를 위한 시스템을 개발한다. 정량 흡입을 돕는 천식흡입기와 유사한 형태의 소형 기기 캐너도스(CannaDose)와 운동선수 등을 대상으로 정량의 캐너비노이드를 고온 입자의 미스트 형태로 분사하는 캐너미스트 스포츠(CannaMist Sport) 등 두 가지 라인을 선보인다.



⑤ **Seedo** – 시도는 전자동 의료용 대마 재배 기기다. 소형 냉장고와 매우 유사한 형태의 가정용 시도는 알고리즘에 의해 작동하고 스마트폰 애플리케이션을 통해 모니터링이 가능해 대마의 독립적 재배가 가능하다. 해당 기기는 이스라엘 보건부가 승인한 의료용 대마 R&D 라이선스를 보유하고 있다.



이스라엘은 실제 임상시험을 수행하는 중심지(Hub)가 될 수 있다. 고급 연구 병원, 선진 메디컬케어, 임상시험 경험 그리고 지리적으로 작은 영토가 환자 모집을 상대적으로 용이하게 하고(예를 들면 2017년 기업들이 이스라엘 병원에서 임상시험을 진행하겠다는 신청 건수가 1500건에 달함), 맞춤의학과 디지털화가 임상시험에 침투하면서 이 분야에서 이스라엘의 입지를 강화시키고 있다. 이스라엘의 단일 인구 그룹이 다양하게 존재한다는 점이 유전학적 돌연변이를 바탕으로 한 맞춤형 치료에 대한 실험 진행에 있어 이스라엘을 매력적인 곳으로 만들고, 임상시험을 서포트하는 정보기술의 리더라는 점 때문에 이스라엘에서 임상시험을 하려는 바이오제약 회사에 이스라엘의 생태계는 혁신적인 서비스를 제공한다.

이스라엘 디지털 헬스산업 동향

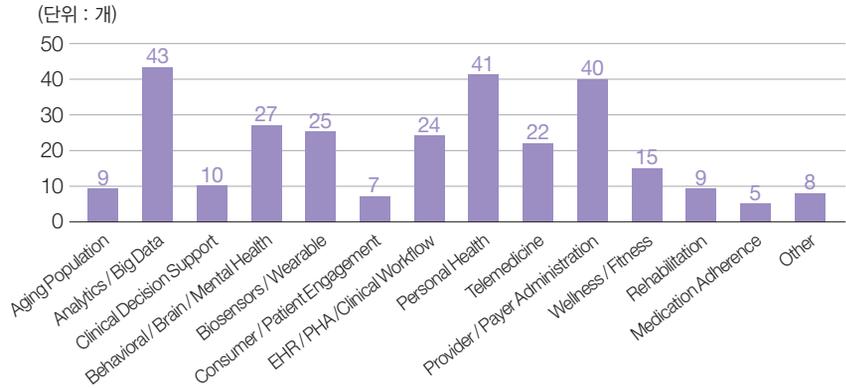
정보와 커뮤니케이션 기술, 모바일과 사 이버 기술의 선두적인 혁신 허브로서, 이스라엘은 본 헬스케어 개혁에서 주요한 역할을 수행할 수 있다. 헬스IT, 전자의학정보, 4개 헬스케어 펀드의 비즈니스 분석과 디지털 헬스를 수행한 20년 이상의 경험을 바탕으로 이스라엘은 이 분야에서 적어도 285개의 기업이 번성하고 있다.

헬스케어와 의학 애플리케이션, 소비자 중심의 스포츠, 피트니스, 웰빙 솔루션, 공급업체와 지불업체의 행정을 위한 기술을 개발하는 기업을 포함해 이스라엘 헬스IT와 디지털 헬스 기업이 활발하게 영업하고 있다. 무선장비, 센서, 소프트웨어 감지 기술, 원격의료, 소셜네트워크, 건강을 위한 게임, 전자의무기록(EHR)과 개인건강기록(PHR), 분석학, 빅데이터 기술, 유전체학과 개인 유전정보를 포함한 건강정보기술 등도 이 분야에 포함된다.

이스라엘 헬스IT와 디지털 헬스 기업의 절반인 144개 기업이 지난 4년간 설립됐는데, 이는 1년에 평균 36개가 설립된 셈이다. 이 중 188개(66%)는 직원이 10명 이내의



〈그림 5〉 연도별로 설립된 이스라엘 헬스IT와 디지털 헬스 기업 수



〈그림 6〉 이스라엘 헬스IT와 디지털 헬스 - 하위 부문

소규모 기업이고, 75개(26%)는 10~50명, 22개(8%)는 50명 이상의 직원을 보유한 비교적 큰 기업이다.

이스라엘 기업은 헬스IT와 디지털 헬스의 거의 모든 하위 부문에서 활동 중이다. 분석학과 빅데이터(43개), 퍼스널 헬스(41개), 공급업체와 지불업체 행정(40개)이 가장 큰 하위 부문이며, 이들 기업의 대부분은 이스라엘 헬스케어 시스템에서 경험을 축적하고 세계 진출을 통해 이스라엘이 보유한 이 분야의 강점을 전 세계에 알리고 있다. 이들의 뒤를 잇는 하위 부문으로는 바이오센서(25개), 행동·뇌·정신건강(27개), EHR·PHR·임상 워크플로(24개), 원격의료(22개), 웰빙과 피트니스(9개), 고령화 인구(9개) 등이다.

이스라엘 바이오제약산업의 경쟁력

이스라엘 헬스케어IT와 디지털 헬스 기업은 보안, 프라이버시, 비밀, 표준 관련 이슈, 장비와 소프트웨어의 정보처리 상호 운용 등의 도전과제를 해결할 수 있는 그들만의 전문성을 활용해 특히 미국에서 시장 창출 기회를 얻고 있다. 이스라엘 기업은 새로운 솔루션을 기존 헬스케어 공급업

체의IT 시스템에 통합한 경험을 토대로 새로운 모델에 맞게 부상 중인 비즈니스 모델을 현실화하는 데 중요한 역할을 할 수 있을 것이다. 독립된 기술과 대비되는 의료진의 워크플로에 부드럽게 통합돼 정보의 과잉을 예방하며, '조각들'이 '솔루션'에 매끄럽게 통합되는 솔루션을 개발해야 한다. 그렇게 함으로써 이스라엘 기업은 헬스케어의 고품질 서비스를 낮은 비용으로도 접근성을 높이는 헬스케어IT와 디지털 헬스 혁명에서 중요한 역할을 수행할 수 있다.

이스라엘 정부는 맞춤형의학이 이스라엘 바이오제약산업을 위한 잠재적인 전환점이 될 것으로 전망하고 있다. 전 세계적으로 바이오제약산업의 전면적인 변화가 전통적인 바이오제약산업과 ICT산업 간의 경계선을 허물고, 새로운 당사자(관계자)들과 전문가들의 출현을 위한 기회를 창출하고 있으며, 이러한 글로벌 기술 트렌드를 활용하고 획기적인 연구로 추진 가능한 다학제 간 생태계 개발에 힘써야 한다고 강조한다. 또한 이스라엘의 기존 게놈 및 임상 데이터, 첨단정보기술을 최적으로 활용해야 한다고 주장한다.

더 나은 내일을 위한 동행,
이제 신한은행과 함께 하세요

전용
대출

기술사업화
컨설팅

금융
프로그램
(법률자문 서비스 등)

산업통상자원부와 신한은행이 함께하는 R&D 수행 중소·중견기업 지원 프로그램 안내

신한은행은 산업통상자원부 R&D 자금 전담은행으로
다음과 같은 지원 프로그램을 운영하고 있습니다.

R&D 사업화자금 전용 대출

R&D 수행 중소·중견기업을 위해 대출을 시행하고 있습니다.
(신한 산업기술 우수기업 대출)

기술사업화 컨설팅

기술사업화 컨설팅 제공을 통해 기업의 성공을 지원합니다.

신한은행 대표 금융프로그램 (법률자문 서비스 등)

지역번호사회 연결을 통한 법률자문 서비스 등 기업에게
꼭 필요한 다양한 프로그램을 제공합니다.

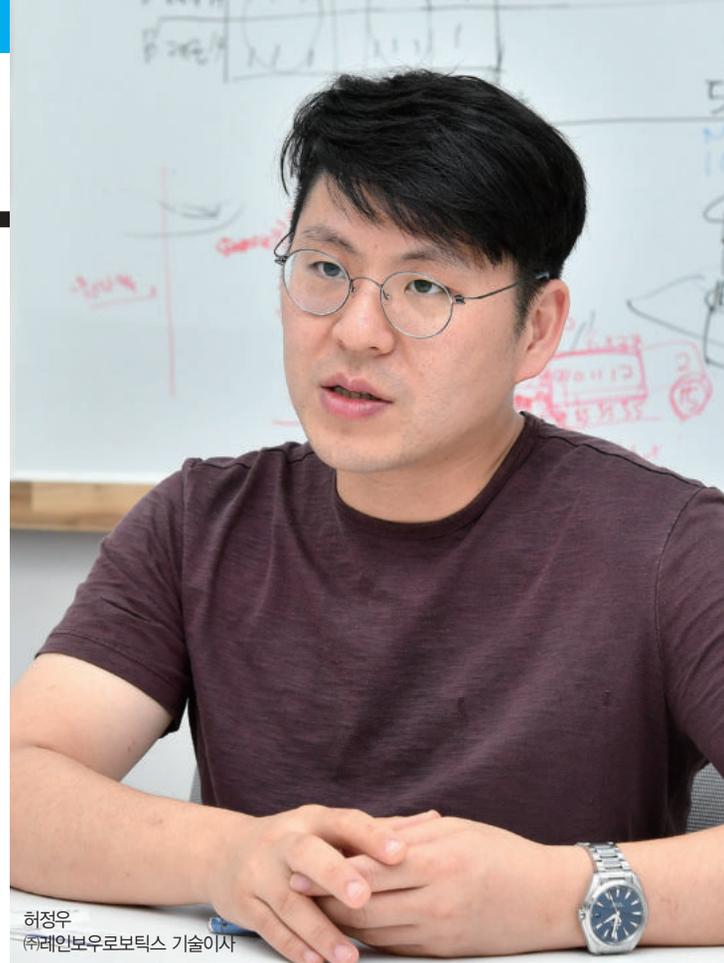
- 신청대상 산업통상자원부 선정 R&D 과제 수행 중소·중견기업
- 신청방법 신한은행 기관고객1본부 산업통상자원부 R&D 자금전담은행 담당자 전화 ☎ 02-2151-5581)

※금융기관 신용관리대상자 등 여신부적격자에 대하여 대출이 제한될 수 있습니다.



로봇시대의 핵심 기술을 연구하는 레인보우로보틱스

로봇은 4차 산업혁명의 주요 아이콘이다. 인간 대신에 더럽고 힘들고 위험한 일을 해 주는 로봇. 그런 로봇 중에서도 재해 현장에서 쓰이는 구조용 로봇을 개발하고, DRC(DARPA 로보틱스 챌린지)에서 우승함으로써 기술력을 인정받은 기업, (주)레인보우로보틱스를 찾아가 보았다.



허정우
(주)레인보우로보틱스 기술이사

레인보우로보틱스는 KAIST 휴머노이드 로봇연구센터 연구원들이 2011년 2월 창업한 실험실 창업 회사다. 이 센터에서 개발한 한국 최초의 이족보행 로봇인 휴보(HUBO)를 상용화하기 위해 설립됐다. 창업 초기 미국과학재단(NSF)을 통해 MIT, 조지아공대, 오하이오주립대, 드렉셀대, 퍼듀대 등의 유명 대학에 연구용으로 휴보를 수출했으며, 이후 Google, 미해군연구소(NRL), 싱가포르 A*Star 등 해외 유수의 연구기관에도 납품했다.

현재 37명의 임직원이 있으며 이 중 22명이 연구개발(R&D) 업무를 담당하고 있는 기술 기반 기업이다. 대전에 본사, 연구소 및 공장이 있으며 경기 성남시 판교와 미국 라스베이거스에 지사가 있다.

현재 로봇 R&D는 장기, 중기, 단기로 나누어 수행하고 있다. 장기 연구과제는 인간형 이족보행 로봇이며 약 10년 후 실생활에 일부 적용하는 것을 목표로 하고 있다. 중기 연구과제는 레인보우로보틱스의 특허를 활용한 의료용 로봇 개발이다. 피부과의 레이저 기술을 로봇을 활용해 자동화하는 것이 목표다. 단기 연구과제는 협동로봇과 모바일 플랫폼이다. 협동로봇은 R&D가 완료돼 5월부터 샘플을 생산 중이며 7월부터는 본격적으로 양산에 들어갈 예정이다. 모바일 플랫폼은 독자적 혹은 레인보우로보틱스의 협동로봇과 연계해 활용 가능한 이동 플랫폼으로 2020년 제품 출시가 목표다.



DRC 우승으로 인정받은 기술력

앞서도 말했듯 DRC 우승이야말로 레인보우로보틱스의 대표적인 자랑거리라 할 수 있다. DRC는 미 국방부 산하 고등연구기획국(DARPA)에서 주관한 두 번째 챌린지 대회다. 첫 번째 챌린지는 2004년부터 2007년까지 진행된 무인자동차대회인 그랜드 챌린지와 어번 챌린지다. 이때 개발된 무인자동차 기술이 현재 구글 등 무인자동차 기술의 근간이 됐다.

DRC는 2011년 일본 후쿠시마 원전사고 시 투입된 로봇들의 성과가 미흡했고 로봇 기술이 아직 보편적으로 활용되기에는 부족하다는 인식에서 로봇 기술의 발전을 도모하고자 개최됐다. 2013년 예선과 2015년 최종 결승전이 열려 한국에서는 레인보우로보틱스를 주축으로 KAIST 휴보 랩과 권인소 교수 연구실의 TeamKAIST, 로보티즈,

서울대가 각각 고유의 로봇을 개발해 참가했다. DRC 최종 결승전에는 전 세계 최고 수준의 기업, 대학, 연구소 팀이 참가했다. 미국에서는 NASA, MIT, IHMC, 카네기멜론대, 록히드마틴 등이, 일본에서는 도쿄대, AIST 등이 참가했다.

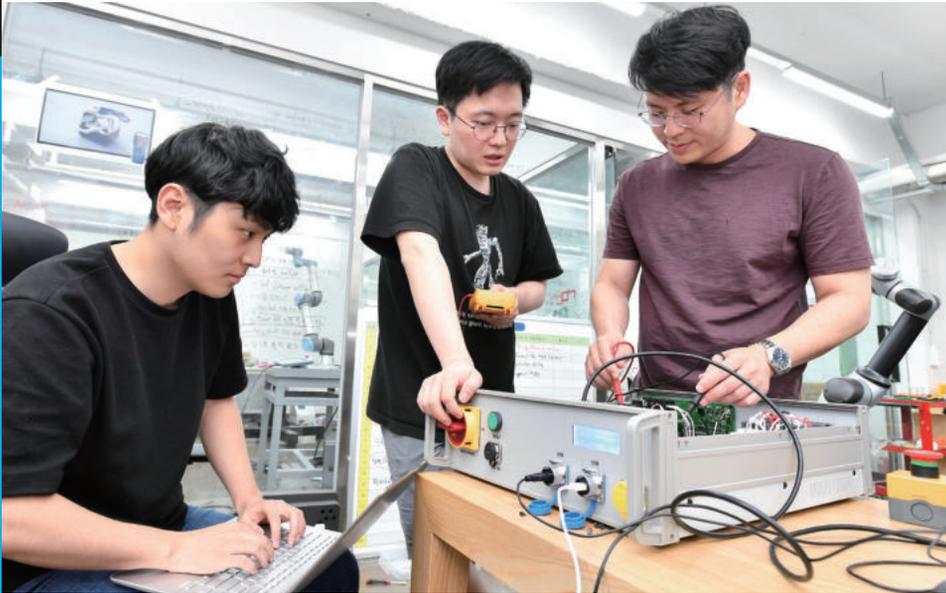
DRC 최종 결승전은 총 8개의 임무가 주어지며, 이것을 빠른 시간 내에 완수하는 팀이 우승하게 된다. 임무는 다음과 같다.

- ① 로봇이 차량을 직접 운전(가속, 브레이크 및 스티어링)해 가상의 재난 현장에 도착
- ② 로봇 스스로 차량에서 내려 건물 진입구까지 이동
- ③ 건물 출입구를 인식하고 문을 열어 진입
- ④ 밸브를 열어 위험 요소 제거 및 재난 확산 방지
- ⑤ 드릴을 이용해 벽 제거
- ⑥ 사전에 알려지지 않은 임의의 임무 수행(실제 대회 시에는 호스를 연결)
- ⑦ 장애물이 있는 길 또는 요철이 있는 지면 통과
- ⑧ 계단 오르기

위의 모든 임무를 완수한 팀은 Team KAIST, IHMC, 카네기멜론대였으며, 이 중 가장 빠른 시간 안에 임무를 완수한 TeamKAIST가 우승을 차지했다.

이 성과가 갖는 의미는 상당하다. 로봇의 활용 면에서는 나름의 시장을 가지고 있는 대한민국이지만, 로봇의 원천 기술에 대해서는 변방에 속해 있다. TeamKAIST가 우승했다고 대한민국의 로봇 기술이 최고 수준이라고는 할 수 없다. 그러나 대한민국도 로봇 분야의 강국이라는 인식을 전세계에 심어 주기에 충분했다. 전통적인 로봇 기술 선진국인 미국, 일본, 독일 외에 이제 대한민국도 로봇 기술의 선진국으로





거명되기 시작한 것이다. 그런 의미에서 볼 때 큰 발전을 이룬 대회였다고 할 수 있다.

레인보우로보틱스는 3년간 DRC 우승을 위해 회사의 모든 자원을 활용했다. 기업 활동의 기본인 이윤 추구 활동도 하지 않았으며 주어진 문제인 대회 우승을 위해서만 전력을 다했다. 산업통상자원부의 지원이 있었기에 팀원 모두가 급여 걱정 없이 집중할 수 있었다.

레인보우로보틱스는 그밖에도 다양한 분야에서 성과를 거두고 있다. 무대장치 로봇, 모바일 로봇, 미디어 서비스 로봇 등을 개발한 것이다. 또한 KAIST와 함께 DRC 이후의 인간형 로봇을 연구 중이다. 2018년 평창 동계올림픽 때는 KAIST 후보 랩과 함께 성화 봉송 로봇을 선보이기도 했다.

또한 이 회사의 매출 중 절반은 로봇이 아닌 천문 관측 시스템에서 나오고 있다. 군용과 민수용으로 생산하고 있으며, 민수용은 몽골 등 외국에도 설치돼 원격 운용되고 있다.

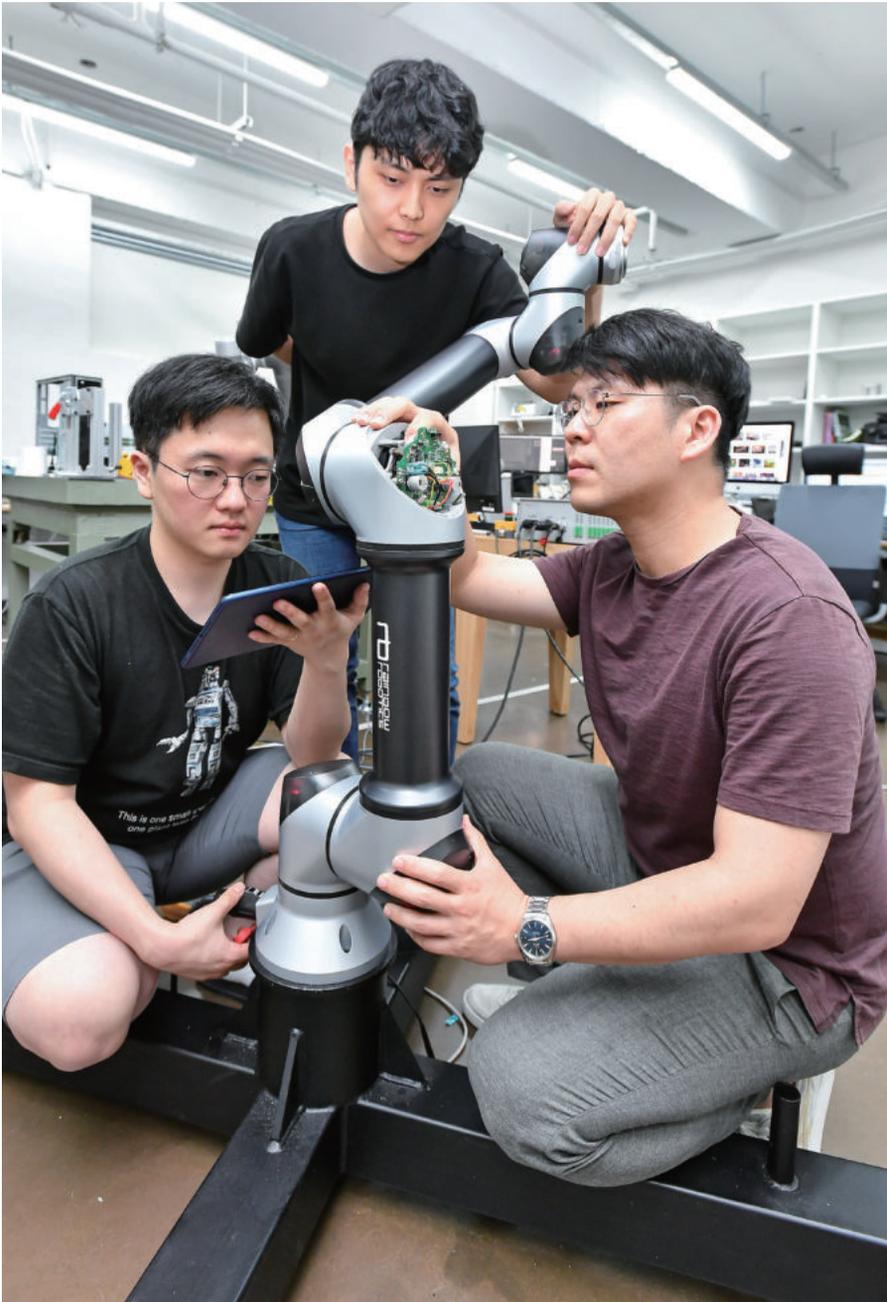
핵심 기술 개발에 주력하라

레인보우로보틱스의 R&D 철학은 원천연구 혹은 핵심 기술 개발에 있다. 국내의 많은 기업이 로봇 관련 부품이나 기술을 구입하고 이를 적절히 활용해 제품을 개발한다. 제품의 외형만 자체 개발 로봇일 뿐 내부를 들여다보면 로봇 기술 선진 국가의 제품으로 구성돼 있다. 감속기는 일본, 구동기는 독일, 제어기는 미국 혹은 이스라엘 제품인 식이다. 일부 운용 소프트웨어 정도만 직접 개발해 제품을 완성한다. 이렇다 보니 원천 기술에 대한 격차는 점점 벌어지고 있으며 독특한 아이디어가 있는 제품만 경쟁적으로 개발하고 있다. 또한 이러한 구조는 최종 로봇의 가격은 생산자가 결정하는 것이 아니라 원천 기술을 보유한 부품 업체가 결정한다는 소리까지 나온다.

레인보우로보틱스는 이러한 패러다임에서 탈피해 로봇에 필요한 모든 원천 기술을 확보하기 위해 노력하고 있다. 몇 년 전 일본 HDS의 하모닉 드라이브 감속기의 생산량이 모자라 이를 사용하는 많은 기업이 곤욕을 치른 사례가 있었다. 다른 예로, 국내에서 생산되는 머시닝센터의 70% 이상은 일본 FANUC의 서보팩을 사용하고 있다. 가공 정밀도를 결정하는 핵심 부품인데, 국내에서는 아직 경쟁력 있는 제품을 생산하지 못하고 있다. 이러한 서보팩을 수입해 외형만 새로 만들어 판매하는 것이 국내 가공장비 제조기업의 현실이다.

레인보우로보틱스는 이러한 핵심 원천 기술을 확보하고자 끊임없이 노력하고 있으며 현재는 감속기를 제외한 모든 하드웨어 및 소프트웨어 핵심 원천 기술을 확보하고 있다. 감속기도 계속 R&D 중이며 3년 정도 후에는 레인보우로보틱스 제품에 적용 가능한 감속기를 개발할 수 있을 것이다.





인간과 함께하는 협동로봇에 주력할 예정

DRC 이후 레인보우로보틱스는 휴머노이드 로봇의 상업성을 고민하게 됐다. 사람처럼 두 팔과 두 다리를 가진 휴머노이드 로봇은 작업성과 이동성이 매우 우수하다. 그러나 아직은 보행 안정성이 떨어지고 가격도 비싸다. 따라서 레인보우로보틱스는 이후 협동로봇 쪽으로 방향을 선화하게 됐다.

우선 올해 출시한 협동로봇을 국내 시장에 빠르게 안착시키는 것이 목표다. 협동로봇은 안전장치가 내재화돼 있어 별도의 안전장치 없이도 작업자와 같은 공간에서 활용될 수 있는 로봇이다. 기존 산업용 로봇은 안전 문제 때문에 작업자와 함께 운영할 수 없다. 작업자와 같은 공간에서 운영이 가능하다는 것은 큰 장점이다. 복잡한 인식 및 판단이 필요한 작업은 인간이 수행하고 단순한 반복 작업은 협동로봇이 수행함으로써 기존의 어려운 작업을 자동화할 수 있다. 이제 막 출시한 협동로봇이 연말까지 월 판매 기준 국내 톱3에 드는 것을 목표로 하고 있으며, 내년에 취득할 것으로 예상되는 해외 인증을 통해 주요 시장에 진출하고자 한다. 3년 내에는 세계 톱5에 드는 것을 목표로 하고 있으며, 현재는 가반하중 5kg 모델만 있으나 올해 말에는 좀 더 다양한 제품군을 내놓을 예정이다.

장기적으로는 국내 최초의 인간 크기 이족보행 로봇인 휴보를 더욱 발전시켜 가까운 미래에 생활에 많은 도움을 줄 수 있는 휴머노이드 로봇을 개발하고자 한다.

허정우 기술이사는 우수한 인재의 지원을 부탁했다. 회사의 불리한 입지 조건(대전)도 그렇지만 또 워낙 화려한 전적을 지닌 회사이다 보니 많은 지원자가 “나 같은 사람이 들어가도 되는 곳일까?” 하고 지레 겁을 먹는다는 것이다. 하지만 외부의 다양한 인력이 자주 유입돼야 더욱 수준 높은 R&D가 가능하다고 강조했다.

공상과학 영화에서만 보았던 인간과 로봇이 공생하는 세상, 그 세상은 머지않은 미래에 올지도 모른다. 그런 세상을 열어가는 레인보우로보틱스의 건투를 기원한다.

Innovation Bank of Korea

나는 새롭다

은행을 벗어나자
금융이 있어야 할 곳은 고객의 옆이다

당신을 이롭게 금융을 혁신하다
Innovation **Bank of Korea**



이달의 새로 나온 기술

산업통상자원부 연구개발 과제 중
최근 성공적으로 개발이 완료된 신기술을 소개한다.
기계 · 소재 2개, 에너지 · 자원 1개, 화학 1개로
총 4개의 신기술이 나왔다.

기계 · 소재

- 전기동력자동차의 부품평가표준 기술 개발 및 국제 표준화 대응
- ASME Sec.I 인증을 위한 220kgf/cm²급 파워보일러용 압력 방출 밸브

에너지 · 자원

- 5세대 기판 크기의 CVD-CIGS 박막 태양전지 Panel

화학

- 고투명 실리카나노튜브(SNT)를 활용한 스마트폰
원도용 고강도 · 고경도 · 고방오 PC(PMMA) 박막시트

전기동력자동차의 부품평가표준 기술 개발 및 국제 표준화 대응

자동차부품연구원_ 자동차산업핵심기술개발사업

기술의 의의

기존 ISO, IEC 등의 부합화 표준에 집중됐던 표준개발에 대해 고유표준개발 기술력 확대.

기술내용 전기동력자동차의 기술 개발이 급속하게 발전함에 따라 관련 표준에 대한 중요성도 급증하고 있으나 전 세계적으로 충전시스템, 배터리셀, 연비, 안전 등 일부 부품 및 분야에만 집중돼 표준화가 이루어지고 있음. 본 연구과제에서는 전기동력자동차의 핵심 부품이며 표준개발이 필요하나 아직까지 상대적으로 표준화에 대한 관심을 받지 못하고 있는 모터·인버터, 연료전지스택, 전기이륜차와 같은 핵심 부품에 대한 시험평가표준을 개발함. 부품 개발이 주를 이루는 표준 연계형 개발과제와 달리 본 과제는 전기동력자동차 핵심 부품(모터·인버터, 배터리, OBC(On-Board Charger), 연료전지스택, 전기이륜차)별 표준화된 평가기술 개발을 목표로 하고 기존 시험시설 활용 부품별 실증시험을 통한 시험방법을 검증함. 이에 대한 성과로 ISO 국제 표준 NP 1건 제안, KS 표준 4건 제정, KSAE 단체 표준 10건을 제정했음. 이외에도 국

제 표준 대응을 위한 국내 표준자문위원회의 상시 운영 및 세미나, 교육 등을 다수 수행했음.

적용분야 전기자동차, (플러그인)하이브리드 자동차, 연료전지자동차(수소전기차) 등 전기동력자동차의 핵심 부품.

향후계획 전기동력자동차용 관련 부품업체의 부품 개발 시 사양 검증용 평가, 공인시험기관에서의 시험평가, 과제계획서상 정량적 목표 평가 방법으로 활용 가능하며 향후 국제 표준 개발 시 표준위원회 및 시험시설을 통해 국내 표준기술력 향상에 활용할 계획임.

연구 개발기관 자동차부품연구원 / 041-559-3132 / www.katech.re.kr

참여 연구진 자동차부품연구원 한범석, 한창수, 신외경, 현정은, 한국자동차공학회 김은태, 한국전기연구원 최재학, 한국자동차산업협동조합 김산, 강원대 탁태오, 국민대 정구민 외



표준개발 자문위원회



전기동력자동차 국제 표준 기술 워크숍



ASME Sec.I 인증을 위한 220kgf/cm²급 파워보일러용 압력 방출 밸브

조광아이엘아이(주) _ 우수기술연구센터(ATC)사업

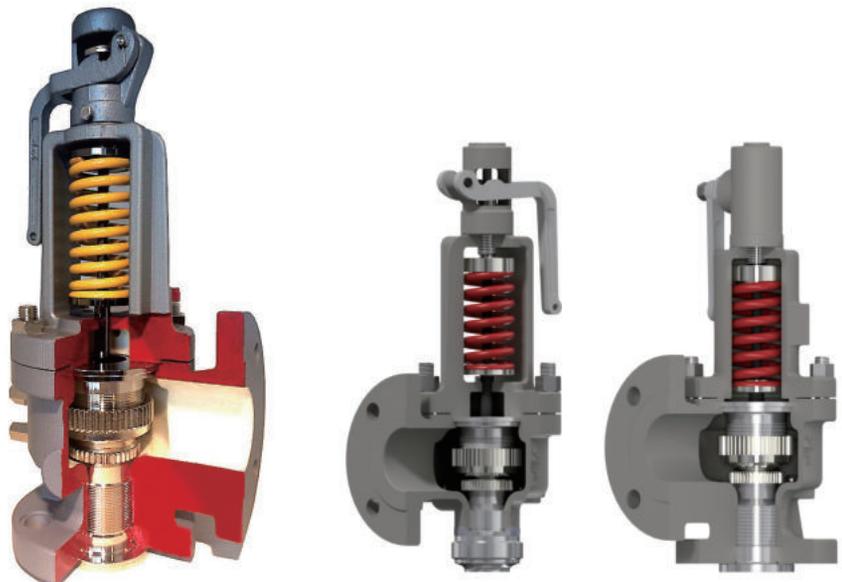
기술의 의의

국산화에 따른 원가 절감을 비롯해 시장 창출 및 국가 산업 경쟁력 향상.

기술내용

전 세계적으로 Power Plant, Chemical Plant, Power Boiler 등 고부가 가치산업의 시장이 확대됨에 따라 기술력을 앞세운 미국, 일본, 유럽의 회사가 시장을 독점해 국내 업체의 시장 진입이 어려운 실정임. 현재 조광아이엘아이는 자체 개발로 ASME Sec.VIII 인증을 취득했으나 수요자의 경우 ASME Sec.I 제품과 VIII 제품을 동시에 요구해 시장 진입에 어려움이 있음. 이에 본 연구과제를 통해 ASME Sec.I 을 취득함으로써 국내외 고부가 가치 압력 방출 밸브 시장에 진입함. 연구개발 내용을 요약하면 우선 설정 압력 이하에서는 스프링에 의해 기밀을 유지하고 설정 압력이 되면 스프링 힘을 이겨 밸브가 열림. 초과 압력(Over Pressure)에서는 밸브가 충분히 열리고, 되돌림압력(Blowdown)에 이르면 밸브가 닫혀 기밀을 유지해야 함. 이때 설정 압력 오차는 1~3% 이내, 기밀 정도는 0.001cc/min 미만, Blowdown 4~6%, Over Pressure 3%의 성능을 확보하는 것이 ASME Sec.I

인증 획득의 핵심 기술임. 한편, Power Boiler(발전설비) 스팀용 압력 방출 밸브는 전량 해외에서 고가로 수입되고 있음. 본 과제의 핵심 개발 기술인 ASME Sec.I 인증 기준에 맞춰 ASME 인증을 획득하면 해외 시장에서도 경쟁력을 갖게 됨. 개발 결과를 사업화하면 국내에서 자체 제작 및 조달함으로써 약 500억 원 이상의 수입 대체 효과와 국산화에 따른 원가 절감으로 사용자의 구매 비용이 30% 가량 줄어들 것으로 예상됨.



적용분야

발전설비(초고압 및 고온) 및 석유화학 플랜트, 스팀 발생 설비 및 폐열 회수 장치 관련 산업.

향후계획

초고압·고온의 안전 밸브 성능시험을 위한 검사장비 개발, 발전설비 및 석유화학플랜트산업 이외의 Heating Boiler(ASME Sec.IV), Nuclear Power Plants(ASME Sec.III) 등 압력 방출 밸브 개발에 활용 계획임.

연구 개발기관

조광아이엘아이(주) / 055-360-0337 / www.jkwang.co.kr

참여 연구진

조광아이엘아이(주) 김종규, 임채욱, 박종진, 홍경한, 동아대 박영철, 오승준, 전경숙 외

5세대 기판 크기의 CVD-CIGS 박막 태양전지 Panel

(주)메카로_우수기술연구센터(ATC)사업

기술의 의의

반도체, LCD 제조 기술인 화학기상증착법(CVD)을 이용해 세계 최초로 CIGS 박막 태양전지 제조에 성공함.

기술내용 현재 태양전지의 대부분은 결정질실리콘 기판을 이용하고 있으며, 전체 시장의 80~90%를 점유하고 있음. 하지만 실리콘 기판이 제품 가격에서 차지하는 비중이 너무 높고, 복잡한 공정을 거쳐야 하기 때문에 향후에도 제조단가를 낮추는 데 한계가 있음. 또한 우리나라는 결정질실리콘 태양전지 기술 및 산업화 측면에서 중국의 저가 공세로 대외 경쟁력 확보가 쉽지 않은 상태임. 반면 CIGS 박막 태양전지

는 1~2 μ m 두께(결정질실리콘 태양전지 두께의 약 100분의 1~200분의 1)의 박막을 광흡수층으로 사용하기 때문에 원재료 소모가 적으며 유리, 스테인리스스틸, 금속, 플라스틱, 세라믹 등 기판에 대한 제한이 없고 플렉시블 기판도 가능하기 때문에 기존의 실리콘을 이용하는 태양전지에 비해 효과적으로 제조단가를 낮출 수 있는 장점이 있음. 더불어 박막형 태양전지는 제조에 소요되는 에너지가 적어 결정질실리콘 태양전지에 비해 에너지 비용

회수시간(EPBT)이 50%에 불과해 경쟁력 있는 차세대 태양전지로 평가받고 있음. 이러한 가운데 본 연구과제를 통해 5세대 화학기상증착장비를 설계 · 제작하고, 자체적으로 Cu, In, Ga, Se 등의 전구체 개발 및 합성에 성공함. 이를 통해 증착 원료물질의 원가절감으로 가격 경쟁력을 확보하며 향후 원료물질의 국산화 수입 대체 효과가 클 것으로 기대됨. 더불어 박막 증착용 전구체, 증착장비 상품화 및 수출 등 새로운 시장 진출로 고용 증대 효과가 예상됨.

적용분야

박막 태양전지

향후계획

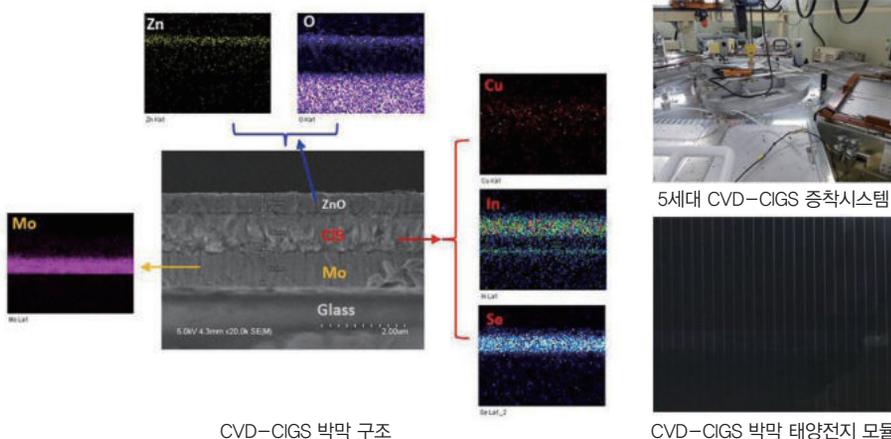
2019년 말까지 모듈 효율을 상용화 수준으로 향상시키며, 이를 위한 Pilot 라인을 구축할 계획임.

연구 개발기관

(주)메카로 /
070-4613-2702 /
www.mecaro.com

참여 연구진

(주)메카로 장혁규,
석동수, 이규현 외



CVD-CIGS 박막 구조

CVD-CIGS 박막 태양전지 모듈

고투명 실리카나노튜브(SNT)를 활용한 스마트폰 윈도용 고강도 · 고경도 · 고방오 PC(PMMA) 박막시트

(주)고려이노테크_우수기술연구센터(ATC)사업

기술의 의의

차세대 정보통신기기 핵심 부품소재 국산화 및 선도 제품 개발.

기술내용 현재 스마트폰 윈도 강화글라스는 강도, 경도, AF, 신뢰성이 우수해 널리 사용되는 소재이나 외부 충격에 의해 쉽게 파손돼 AS 비용이 발생하는 단점이 있음. 이에 강화글라스의 장점은 유지하고 단점을 해결하는 고강도 · 고경도 · 고방오 특성을 가진 유연시트 소재의 개발 니즈가 매우 큼. 강화글라스는 제조 공정이 복잡하고 수율도 낮아 제조비용을 낮추는 데는 한계가 있어 이를 대체할 저원가 소재 개발이 지속적으로 요구되고 있

음. 유연하고 충격에 강하며, 가격이 저렴하면서 강화글라스와 유사한 표면물성을 가진 PC/PMMA 플라스틱 기판 소재의 개발이 절실히 요구되고 있음. 이러한 가운데 본 연구 과제를 통해 핵심 기술인 나노 SNT 및 유기기능화 SNT(SNT-Acrylate) 양산 제조 기술을 비롯해 고경도 · 고방오 유기 Hybrid UV 코팅액 제조 기술을 개발함. 더불어 고투명 PC(PMMA)-SNT Hybrid 컴파운더 및 박막 시트 제조 기술을 개발함. 이외에도 고내마모 AF 코팅 기술을 확보함.

적용분야

모바일, 태블릿PC, 노트북, 자동차내비게이션 등 디스플레이 TSP 커버 윈도, 차세대 3D, 플렉시블 디스플레이 커버 필름과 백커버 윈도 및 코팅 소재.

향후계획

현재 국내 스마트폰 대기업 관련 3D 백커버 소재 및 국내 자동차 대기업 관련 3D 내비게이션 커버 윈도 소재에 양산 적용하고 있으며, 추후 중국 모바일 및 자동차 관련 부품소재, 폴더블폰 등 차세대 플렉시블 디스플레이 기기 부품소재에도 확대 적용 계획임.

연구 개발기관

(주)고려이노테크 / 070-4865-9653 / www.kinno.co.kr

참여 연구진

(주)고려이노테크 김현돈, 김정화, 전성욱, 인하대 박상언, 한국생산기술연구원 김정철 외



기능화 SNT 특성



PC(PMMA)-기능화 SNT 복합소재



최고의 금융파트너 우리나라 1등은행이 함께합니다



R&D 수행 중소·중견기업 사업화 지원 프로그램 종합안내



R&D 사업화자금
전용 대출

R&D 사업수행
중소·중견기업을 위한

우리 R&D 플러스론



고객만족을 위한
맞춤형 컨설팅

다양한 분야별
컨설팅 제공을 통한

기업의 성공 지원



우리은행 대표
금융프로그램

R&D 기업대상
수출입 업무 등 교육지원

다양한 프로그램 제공

신청대상 산업통상자원부 선정 R&D 과제 수행 중소·중견기업

신청방법 우리은행 기관영업전략부 산업통상자원부 R&D자금 전담은행 담당자 전화(☎02-2002-3348)
※ 금융기관 신용관리대상자 등 여신부적격자에 대하여 대출이 제한될 수 있습니다.

이달의 사업화 성공 기술

산업통상자원부 연구개발 과제를 수행해 종료한 후 5년 이내 사업화에 성공한 기술을 소개한다. 사업화 성공 기술은 개발된 기술을 향상시켜 제품의 개발·생산 및 판매, 기술 이전 등으로 매출을 발생시키거나 비용을 절감해 경제적 성과를 창출한 기술을 말한다.

기계·소재 3개, 화학 3개로
총 6개의 사업화 성공 기술이 나왔다.

기계·소재

- 연속 전해 전착법을 이용한 고기능성 전해동박 개발
- 실시간 주행 모니터링 기반 부품혁신 인프라 개발
- 연료전지용 소형고속 재생형 블로워의 상용화 및 시리즈화 개발

화학

- 오믹스 기술을 이용한 면역억제제 Rapamycin 개발
 - 정전기 방지 안전장갑 제조 기술 개발
 - 슈퍼섬유소재의 내후성 증진 가공 기술 개발

연속 전해 전착법을 이용한 고기능성 전해동박 개발

일진머티리얼즈_우수기술연구센터(ATC)사업

기술의 핵심

HEV 및 전기차 시장 성장에 따른 전해동박 부문의 대응이 가능함.

기술내용 최근 휴대전화, 디스플레이 디바이스 등 전자제품의 비약적인 발전과 함께 이에 수반되는 전자제품의 경량화·박형화·소형화 추세에 맞춰 기존 전해동박의 한계를 극복할 수 있는 고부가가치의 특수 동박 개발을 통해 대응함. 이와 관련해 8 μ m 두께의 FPC 및 HEV용 전해동박 부문에서 세계 수준 업체(미쓰이 등)와 동등 혹은 그 이상의 핵심 기술, 품질, 가격 경쟁력을 확보함. 또한 고용량 LIB용 고강도·고내열성 전해동박 제조를 위한 핵심

기술을 개발하고, FPC용 고기능성 전해동박 제조를 위한 핵심 기술 개발을 완료함. 이렇듯 차세대 고용량 음극 전극소재를 개발함으로써 국제적으로 리튬이차전지 시장에서 기술적 우위를 선점함과 동시에 원천 기술에 대한 지식재산권 분쟁에서 우선적 지위를 확보함에 따라 차세대 전지 기술을 선도해 나가는 기회가 될 수 있음.

사업화 내용

2019년 현재 이차전지용 음극집전체 상 품화가 완료됐고,

2014년부터 본격 양산을 시작했으며 지속적으로 시장점유율을 확대하고 있음. 일본 S사에 지속적으로 판매 중이며, 국내 S사에도 승인이 완료돼 판매 중임. 중국 A사에도 승인이 완료됐으며 현재 판매 중임. 2017년 기준 국내 약 74억7000만원, 해외 132억9000만 원의 매출을 달성했으며 계속 증가하는 추세임.

사업화시 문제및해결

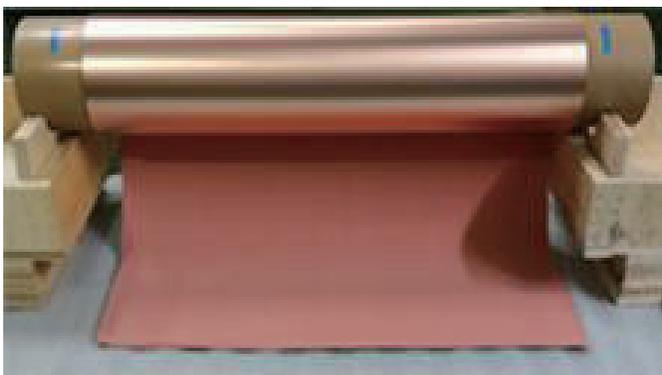
추가적인 제품의 물성 향상을 시도하고 있으나, 소재 및 공정에 대한 전반적인 기술 향상이 필요해 기존 정부 과제와 같은 지원이 필요함.

연구 개발기관

일진머티리얼즈 /
02-707-9060 /
www.ijinm.co.kr

참여 연구진

일진머티리얼즈 류종호, 이선형, 박슬기, 범원진 외



FPC용(두께 : 9 μ m) 시제품



HEV용(두께 : 8 μ m) 시제품

실시간 주행 모니터링 기반 부품혁신 인프라 개발

자동차부품연구원_ 그린카 등 수송시스템산업핵심기술개발사업(자동차)

기술의 핵심

xEV 그린카에 장착된 부품(모듈)의 주행 데이터를 실시간으로 수집하고 분석해 부품(모듈)의 최적설계, 신뢰성향상 등에 활용.

기술내용 xEV 차량에 장착된 주요 부품의 주행 중 특성정보 및 주행환경 정보를 실시간으로 취득할 수 있는 실시간 주행 모니터링 플랫폼을 개발하고 이를 활용해 xEV 관련 자동차부품기업이 요구하는 주행 중 부품 특성정보와 데이터 분석환경을 지원함. 부품기업 지원을 위해 상용화된 HEV, PHEV 및 전기차를 선정해 장기간의 마일리지(5만~7만 km) 테스트와 주행 데이터를 수집하고 이를 부품기업에 제공해 각 기업이 xEV 부품 개발에 활용하도록 지원

함. 각 부품기업은 주행 데이터를 활용해 제품 성능 개선, 신뢰성 향상, 내구성능 예측 등 다양한 기술적 난제를 해결해 xEV 부품을 상용화함.

사업화 내용 실시간 주행 모니터링 플랫폼을 이용해 xEV 용 주요 부품 개발 및 상용화를 추진함. 예측 보증 수명 1만 5000시간 커패시터, 실사용 조건 반영한 Battery Pack Case, 5kW급 전력변환장치 제어기, PTC 히터, 전기자동차 구동용 80kW급 Motor

Control Unit과 1.8kW LDC 일체형 전력변환장치 개발 및 상용화를 추진함. 2017년까지 70억9000만 원의 매출과 30억4000만 원의 수출을 달성함.

사업화시 문제및해결

xEV 분야 국내 부품기업의 경쟁력 확보를 위해서는 차량 레벨에서의 제품 성능 검증과 관련 데이터 분석을 통한 최적화, 신뢰성 확보 등이 중요함. 따라서 본 연구과제에서 구축한 플랫폼을 통해 개발 제품의 신뢰성 향상을 위한 기반 기술로 활용하도록 지원함.

연구 개발기관

자동차부품연구원 /
041-559-3102 /
www.katech.re.kr

참여 연구진

순천향대 양인범(전 자동차부품연구원),
자동차부품연구원 정기윤, 강래청 외



실시간 주행 모니터링 시스템



전기자동차용 PTC 히터

연료전지용 소형고속 재생형 블로워의 상용화 및 시리즈화 개발

(주)황해전기_ 기계산업핵심기술개발사업(생산시스템)

기술의 핵심

소형고속 재생형 블로워의 상용화 설계, 상용화 블로워용 모터 및 드라이버 개발.

기술내용 다양한 용량의 연료전지 스택에 공급되는 공기 블로워 설계 및 제작 기술을 정부 지원 과제를 통해 재생형으로 설계함. 더불어 다양한 출력을 적용할 수 있는 시리즈 제품을 개발해 국내 시장에서 확장되고 있음. 본 연구과제를 통해 개발한 핵심 기술을 요약하면 다음과 같음. 주로 디스크 형상의 원판에 원주 방향으로 여러 개의 홈이 파여 있고 이 홈에 대응해 체적을 가진 채널이 케이스에 형성돼 있어 원판

이 회전함에 따라 내부의 작동유체가 홈과 채널 사이를 나선형으로 이동하며 압력이 상승하는 원리로 작동함. 홈이 많아 홈과 채널 사이의 마찰 손실로 인해 효율은 상대적으로 낮은 편이나 저회전 수로 작동할 수 있어 고압을 요구하는 산업현장 및 복잡한 유로를 가진 곳에 사용됨. 이러한 핵심 기술을 비롯해 본 기술내용을 구체적으로 살펴보면 소형고속 재생형 블로워의 기본 형상 설계, 상용화 설계(재질, 조립 및 공정), 상용화 블로워용 모터 및 드



소형고속 블로워 설치 형상

라이버 개발, 상사를 통한 블로워 형상 시리즈 설계, 모터 및 드라이버의 시리즈 설계 등 상용화 및 시리즈화 개발에 기여한 과제라고 볼 수 있음.

사업화 내용

본 연구과제를 통해 현재 연료전지 스택의 공기 공급용 블로워 및 에어샘플러 등 다양하게 적용되고 있으며, 이 기술을 바탕으로 더 많은 제품이 파생됨에 따라 국내외 영업망을 통한 지속적인 홍보 및 마케팅 활동으로 연료전지산업에 기여할 것으로 기대됨.

사업화시 문제및해결

최근 수소경제 활성화 로드맵 발표 이후 수요가 조금씩 늘고 있지만, 지속적인 연구개발 및 성능 개선과 동시에 홍보 및 마케팅을 통해 국내외에 제품을 알릴 계획임.

연구 개발기관

(주)황해전기 /
032-817-2671 /
www.hhblower.co.kr

한국생산기술연구원 /
041-589-8337 /
www.kitech.re.kr

참여 연구진

(주)황해전기 정경호,
김병삼, 마재현, 한국
생산기술연구원 최영

석, 이경용 외

오믹스 기술을 이용한 면역억제제 Rapamycin 개발

(주)종근당바이오_우수기술연구센터(ATC)사업

기술의 핵심

오믹스 기술을 이용한 항암 및 면역억제제 Rapamycin과 Everolimus 원료의약품의 산업화 생산 기술 개발.

기술내용 장기 이식 거부 예방을 위한 면역억제제 등에 사용되는 Rapamycin은 Sirolimus라고도 불리며, 칠레의 이스터 섬(또는 라파누이 섬)의 토양에서 발견된 미생물인 *Streptomyces hygroscopicus*에 의해 생산된 2차 대사 산물로 1999년 다국적 제약사 와이어스(화이자에 합병)가 미국 식품의약품(FDA)의 승인을 받아 Rapamune®이라는 상품으로 출시함. 대표적인 유도체인 Everolimus(원개발사 노바티스)는 면역억제제, 혈관 스텐트 도포 약물뿐만 아니라 난치성 항암제로 탁월한 효과가 입증돼 2017년 17억6000만 달러의 매출을 달성하는 등 급성장한 유망 약물임. 이와 같은 Rapamycin과 Everolimus의 의약품 개발하기 위해서는 고생산 균주 개발, 미생물 발효 및 정제·합성 기술이 모두 필요함. 이러한 가운데 본 연구과제를 통해 세계적인 수준의 Rapamycin과 유도체인 Everolimus 제조 기술을 동시에 개발함.

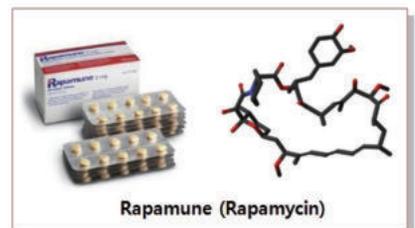
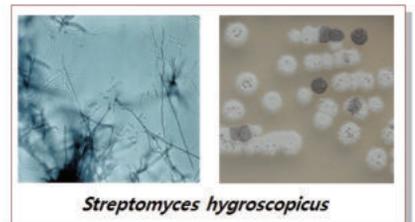
사업화 내용 Rapamycin 제조에는 오믹스 기술을 이용한 균주 개량, 발효 최적화 및 고순도 정제 기술 등의 핵심 기술이, Everolimus 제조에는 고도의 유도체 합성 기술이 필요함. 이에 종근당바이오는 기존에 보유하고 있던 발효원료 의약품 제조 기술에 유도체 합성 기술을 융합하고 이화여대와의 공동 연구를 통해 최신 고생산 균주 개발 기술을 접목시켜 세계적인 수준의 생산성과 품질을 갖는 Rapamycin 제조 기술을 확보함. 이 기술을 바탕으로 제조된 Rapamycin은 고순도 Everolimus 합성에 필요한 출발 물질로 사용됐으며, 종근당바이오는 특허로 등록된 독자적인 합성 공정을 개발함.

사업화시 문제및해결 Rapamycin과 Everolimus 제조에는 미생물 균주 개량, 발효 및 정제, 화학합성 기술 등 고도의 핵심 기술 간 융합이 필수적임. 특히 고부가가치 원료의약품을 생산하는 방선균의

균주 개량에 오믹스 기술을 이용한 경우는 거의 없는 상황임. 이에 종근당바이오와 이화여대는 Rapamycin 생산균주 개량에 유전체 염기서열 분석, Metabolite Profiling, 조절유전자 기능과 네트워크 분석 등의 오믹스 기술을 접목시킬 수 있었으며, 균주의 발효 생산성을 향상시키고 유도체 함량을 낮추는 데 기여함. 이러한 방법으로 개발된 Rapamycin을 전구체로 사용해 Everolimus를 제조할 경우 고품질과 원가 경쟁력을 동시에 확보할 수 있음.

연구 개발기관 (주)종근당바이오 / 031-489-1151 / www.ckdbio.com
이화여대 / 02-3277-4446 / www.ewha.ac.kr

참여 연구진 (주)종근당바이오 서정우, 유성선, 강흥모, 이화여대 윤여준, 유영지, 김은지 외



정전기 방지 안전장갑 제조 기술 개발

한국의류시험연구원_ 제품안전기술기반조성사업

기술의 핵심

정전기 방지 안전장갑 제조 기술, 정전기 방지 안전장갑 품질 표시 제안.

기술내용

일상생활에서 정전기로 인해 생기는 안전사고 예방을 위해 사용자가 작업환경에 따라 안전한 제품을 선택할 수 있도록 작업용 안전장갑에 대한 품질 표시안을 마련해 소비자가 구매 전에 제품에 대한 정확한 정보를 파악할 수 있도록 함. 정전기 안전사고의 예방 및 해소를 위해 안전장갑의 정전기 방지 공통 애로 기술을 개발해 상용화할 수 있는 가격대의 작업용 안전장갑(정전기 방지용) 제조 기술을 개발 보급함. 한편, 정전

기관 정지해 있는 전자가 도체와 만났을 때 전자의 이동으로 발생하는 아크 형태의 스파크이므로 전자가 한곳에 모여 있지 못하게 도전체를 고르게 분포시키는 것이 기술의 핵심임. 이와 관련해 제품 개발 시 도전성이 우수하도록 도전체를 과다 사용하게 되면 착용 및 사용의 불편, 비용 상승 등의 문제가 있으므로 적정한 생산원가에서 작업성이 우수하면서도 정전기 방지성을 부여하도록 도전사를 사용한 제품 설계 및 도전 분말 코팅 기술을 개발함.

사업화 내용

셀프 주유소의 주유용 장갑(정전기로 인한 폭발 화재사고 방지), 유증기 등 인화물질이 있는 현장에서의 작업용 장갑, 분진이 많이 발생하는 현장에서의 작업용 장갑. 이외 정전기로 인해 전자부품의 불량 발생을 예방하는 현장의 작업용 장갑 등으로 판매 중임.

사업화 시 문제 및 해결

전자부품의 불량 문제 등은 회사의 이익과 직결되므로 산업체가 자발적으로 정전기 방지 장갑을 사용함. 하지만 셀프 주유소의 정전기로 인한 폭발사고 등은 산업보다는 사회적 비용을 가중시킴. 일반국민이 개인의 안전을 지키기 위한 적절한 제품 개발 및 성능 기준안 마련, 관련 제품 사용에 대한 홍보를 진행함.

연구 개발기관

한국의류시험연구원 / 031-538-9587 / www.katri.re.kr
 (주)리뉴앤뉴 / 070-4102-8357 / www.renewnnewtex.com

참여 연구진

한국의류시험연구원 윤혜신, 김도식, 김찬우, 진용범, (주)리뉴앤뉴 김영민, 김은필, 허지범, 나형균, 양기동 외



슈퍼섬유소재의 내후성 증진 가공 기술 개발

다이텍연구원_슈퍼소재기반기술개발사업

기술의 핵심

아라미드 섬유 표면상 나노 크기의 금속산화물 입자의 선택적 핵생성, 성장에 의한 균일 분산 및 계면 저항 최소화 기술.

기술내용 본 연구과제를 통해 내광성 향상 아라미드 섬유를 개발하기 위해 아라미드 섬유의 외부 표면에 금속산화물(내광 및 광산란 나노졸)을 나노 두께로 균일하게 코팅해 내광 특성이 기존 아라미드 섬유보다 50% 이상 우수한 아라미드 섬유·금속산화물 나노 소재의 기반 기술을 개발함. 핵심 기술 내용은 아라미드 섬유의 내광 성능을 개선하기 위한 sol-gel법을 활용한 나노 금속산화물 합성과 이를 적용한 유기광 차단제와의 유기 자외선 차단제에 대한 상용화 연구이며, 개질 시 도입되

는 각종 유기화합물에 따라 다양한 자외선 차단 기능성의 부가를 통해 금속전구체 및 각종 유기 자외선 차단제를 나노 두께로 균일하게 코팅해 내광 특성이 기존 아라미드 섬유와 비교 시 50% 이상 우수한 아라미드 섬유 제품을 개발함.

사업화 내용 sol-gel 합성 기술을 적용한 나노졸 제조 기술, 나노 입자의 균일 분산 기술, 유기 하이브리드화 기술, 생산 현장의 나노 가공 적용 기술 등을 이용해 내광 특성이 기존 m, p-Aramid 대비 50% 이상 우수

한 m, p-Aramid 섬유 제품 개발에 성공함. 이 기술을 기반으로 보강 재료 및 산업용 재료, 복합 재료에 주로 사용되던 아라미드 섬유 소재에 유무기 하이브리드광 차단 기능을 부여해 다양한 용도로 전개할 수 있게 됐으며 유연하고 강한 슈퍼섬유 특성을 이용한 보호복, 환경·에너지, 일반 공업자재, 반도체·IT산업과 스포츠·레저 용도의 융합 제품에 적용 가능함.

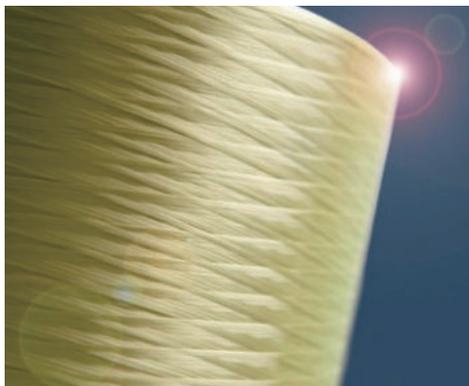
사업화시 문제 및 해결 금속산화물 제조 후 나노졸 입자의 분산안정성 불량, 유무기 하이브리드화 시 주로 사용되는 벤조페논계, 펜조트리아졸계, 시아노아크릴레이트 등의 자외선 취화 방지 흡광제와의 하이브리드화 시의 응집, 염색가공 공정 적용 시 염욕응집, 얼룩, 바인더나 후가공제와의 응집, 승화, 황변 및 내구성 저하에 따른 자외선의 차폐 기능 저하 등의 문제점이 있었으나 장쇄의 알킬실란모노머를 적용해 이 같은 문제점을 보완함.



나노졸 섬유상

나노졸

아라미드의 내광성



아라미드 원사

연구 개발기관 다이텍연구원 /
053-350-3860 /
www.dyetec.or.kr

참여 연구진 다이텍연구원 박성민,
권일준, 이재호, 영남
대 김삼수, 부산대 이
문철 외

스퀘어네트가 수행하고 있는 R&D 프로젝트

생산성 최적화 및 Seamless 설비 운영을 위한 인공지능 기반 제조 상황 진단 · 예측 시스템 개발

본 프로젝트는 제조현장내 설비 및 환경 센싱을 통해 올라오는 제조 데이터를 수집 및 분석해 설비 고장, 이상 작동 등의 생산성 저하 요인을 사전에 인지함으로써 Seamless 생산할 수 있도록 생산현장을 관리하고, 이를 통해 생산성 최적화를 지원하기 위한 제조 상황 진단 · 예측 시스템을 개발 · 적용해 제조산업현장의 효율성을 제고하는 것이 목적이다.

제조업에 인공지능 기술 융합하다

제조 분야의 경우 저출산 · 고령화에 따른 생산가능인구 감소 및 인건비 상승에 대응하기 위해 인간의 역할이 최소화된 인공지능(AI) 기반 스마트 공장으로 점차 확산되면서 국내외 시장이 고속성장하고 있다. 해외 선진 업체는 이미 AI 기술을 제조업 혁신의 필수 요소로 판단하고 제조 공정에 AI 기능을 적용, 사물인터넷(IoT)을 통한 설비의 센서 데이터를 수집 · 분석해 제조설비 상태를 실시간으로 진단하고 문제점을 신속히 파악해 해결함으로써 생산 효율을 극대화하고 있다. 하지만 국내 중소 · 중견기업의 경우 주요 장비의 운용을 작업자의 경험치에 의존하기 때문에 데이터 분석 및 설비 고장의 사전 예방이 어려운 실정으로, 국내 제조업의 경쟁력 제고를 위해서는 제조업 사업현장의 효율성과 편의성이 강화된 AI 솔루션을 보급하는 것이 중요하다.

이에 스퀘어네트는 '생산성 최적화 및 Seamless 설비 운영을 위한 인공지능 기반 제조 상황 진단 · 예측 시스템 개발' 프로젝트를 통해 4가지 분야를 중점적으로 개발하고 있다. 첫째, 설비 및 센서에서 올라오는 데이터를 수집하기 위한 수집 정보 분석 및 수집 데이터를 빅데이터 플랫폼으로 전송하는 미들웨어 기술이다. 둘째, 제조 빅데이터를 다루기 위한 제조 데이터 특성 및 기술적 고려사항이 적용된 빅데이터 플랫폼 기술이다. 셋째, 설비 및 센서에서 수집되는 데이터의 상태 및 적합성 관리를 통한 수집 데이터 모니터링 기술이다. 넷째, 온 · 오프라인에서 수집된 데이터를 기반으로 강화학습을 통한 진단 및 예측 모델 프레임워크와 알고리즘 개발로 구성돼 있다.



중소 제조기업에 스마트 공장 서비스 제공하는 스퀘어네트

스퀘어네트는 서버 구축과 시스템 통합 등 기업용 정보통신기술(CT) 시스템 분야 및 유무선통신과 다양한 산업을 융합한 스마트 컨버전스 서비스를 제공하고 있으며, 현재 스마트 공장을 중점적으로 육성하고 있다. 스마트 공장 분야는 스마트공장추진단에서 진행하고 있는 스마트 공장 보급 확산 사업을 위한 솔루션 및 설비 자동화 공급기업 풀에 등록돼 있다. 지난해 말부터 올해까지 4군데의 스마트 공장 보급 확산 사업 실적을 보유하고 있으며 추가로 진행할 예정이다. 이를 통해 인력 및 비용 투자 여력이 부족한 중소 제조기업에 스마트 공장을 확대 적용할 계획이다. 이를 위해 고도화하거나 새롭게 만들어지는 플랫폼 및 서비스를 모두 클라우드를 기반으로 제공해 저비용·고효율을 달성할 수 있도록 할 계획이다.



알고리즘 통한 저비용·고효율 효과 추구하다

본 프로젝트는 기존 설비 데이터 및 외부 환경에 영향을 줄 수 있는 센서 데이터 간 상호작용 분석 및 예측을 통한 생산성 최적화가 목표이기 때문에 수집 데이터를 어떻게 분석할 것인가가 주요 핵심내용이다. 본 컨소시엄은 분석에 2가지 알고리즘을 적용했다.

첫째는 PLC 데이터, CNC 데이터, 주소 데이터, 9종 설치 센서 데이터에서 올라오는 제조설비의 복합 데이터를 입력 데이터 값으로 사용해 제조설비의 물리적인 상황 변동에 따라 센싱된 데이터가 평소와 달라진다는 점과 이러한 변동을 사람이 인지하거나 기존 통계적인 방법, 룰 기반으로는 탐지하기 어렵고 그 내용을 일일이 레이블링하기 힘들다는 점을 감안해 비지도학습 기반의 알고리즘을 적용했다.

둘째는 비지도학습의 알고리즘으로 제조에서 발생하는 모든 이상 상황에 대해 커버가 불가능하므로 제조가공 부문에 대한 일부 항목에 대해서는 가공 조건에서 수집된 참조 데이터(과거 Case)를 바탕으로 실시간 데이터(새로운 Case)의 공구 마모도 간접계측이 가능해 데이터의 조건 변화에 대한 강건성을 높일 수 있다는 점과 알고리즘 내에서 마모가 발생한 새로운 Case를 지속적으로 저장하고, 이를 바탕으로 다양한 상황의 공구 마모의 계측이 가능하게 돼 점진적으로 정확도가 향상되는 장점을 활용한 지도학습 기반의 알고리즘을 실제 제조 공정에 적용해 생산성 최적화 및 Seamless 설비 운영에 도움을 주고 있다.

이와 관련해 1차연도는 제조 공장의 조립 공정, 2차연도는 제조 공장의 가공 공정, 3차연도는 제조 공장의 주소 공정 중 설비에서 발생하는 데이터와 외부에 설치한 센서를 기반으로 데이터를 수집하고 이 데이터를 전처리를 통해 알고리즘의 인풋(Input) 값을 제공하고 알고리즘이 탑재된 분석 및 예측 시스템을 통해 나온 결과를 공장 현장에 제공함으로써 생산성 향상을 도모했다. 향후에는 해당 시스템을 타 제조 공장으로 확대하기 위한 시스템 패키징 작업 및 사업화 부문에 집중할 계획이다.

암 치료제의 새로운 패러다임을 구축하다

애플론(주)

1975년 최초의 단클론항체(Monoclonal Antibody) 도출 이후 항체의약품에 대한 연구개발(R&D)이 활발히 진행되고 있는 가운데 전 세계 의약품 매출에서 항체의약품이 차지하는 비중이 높아지면서 세계 유수의 의약품 전문기업을 중심으로 항체 신약 개발 및 혁신 항체 기술 확보를 위한 치열한 경쟁이 펼쳐지고 있다. 애플론(주)은 난치성 암 또는 면역성 이상 질환 극복을 목적으로 항체 신약 개발을 위한 매우 창의적인 항체 기술 개발에 성공해 국내외에서 주목을 받고 있다.

2010년 설립한 항체 신약 개발 글로벌 바이오 벤처기업

애플론은 난치성 암 또는 자가면역 질환 극복을 위한 독창적인 항체의약품 개발을 위해 혁신 항체 기술을 보유한 한국 과학자 그룹과 첨단 바이오 기술을 보유한 스

웨덴 과학자 그룹이 공동 참여해 2010년 설립한 글로벌 바이오 벤처기업이다.

현재 총 39명이 근무하는 가운데 27명이 연구원일 정도로 R&D 중심의 작지만 강력한 기술력을 보유한 항체 신약 개발 전문기업이다. 애플론은 회사 설립 6개월 만인 2010년 12월 사내 기업 부설연구소인 항체신약연구소를 운영해 항체 강국 실현을 위한 노력에 박차를 가하고 있다.

애플론의 사업 개발 내용은 크게 네 가지로 나눌 수 있다. 첫째는 자체 개발





이중서 애플론(주) 대표

한 의약품을 다국적 기업이나 지역의 주요 제약사에 개발 및 상업화 관리를 이양하면서 발생하는 기술 수출을 통한 매출이고, 둘째는 국내외 주요 제약사와 함께 기술 이전 및 권리 이양을 통한 공동 R&D다. 셋째는 신약 기술을 기반으로 용역 서비스를 해 발생하는 매출이고, 넷째는 최근 가장 주목받고 있는 환자 맞춤형 의약품인 CAR-T 치료제 개발 및 상업화다.

그리고 애플론은 이 네 가지 사업 개발 방향의 성공과 함께 여전히 높은 비용 때문에 항암치료에서 소외되고 있는 암환자를 도울 목적으로 지난 6월 국내 최초의 CAR-T세포 치료제 생산센터를 건립하기 위한 발판을 마련해 화제가 되고 있다.

이와 관련해 이중서 대표는 “애플론은 작지만 강한 조직이다. 우리가 연구하는 노력 하나하나가 병실에 있는 절박한 심정의 환우들에게는 따뜻한 손길이 될 수 있기에 끊임없이, 포기하지 않고 연구를 진행 중이다. 애플론 임직원 모두가 이러한 일에 혼신의 힘을 집중하는 것이 국가 보건사업의 향상과 국민 건강 증진에 기여하는 사회공헌이자 애플론이 추구하는 목표”라고 말했다.

기존 부작용인 사이토카인 신드롬(CRS) 원천 차단

애플론이 개발에 성공한 ‘혁신 스위처블 CAR-T 기술을 이용한 HER2 표적 난소암 치료제’의 핵심은 기존 CAR-T 기술과 완전 차별화된 스위처블 CAR-T 기술이다.

R&D 로드맵

이중서
애플론(주) 대표

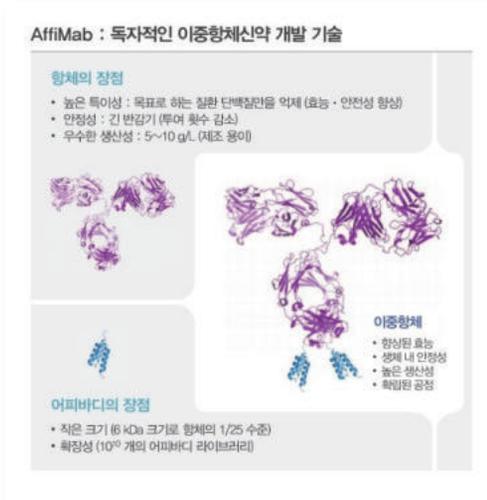
올바른 R&D 나침반을 설정하라

기존 접근법 한계 극복, 새로운 길 개척 가능성 높여

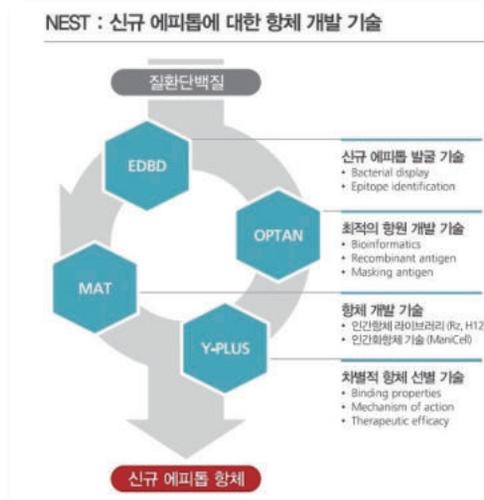
39명의 임직원 가운데 무려 27명이 연구원일 정도로 R&D 중심 기업 이기에 R&D에 대한 대표이사의 철학과 전략이 궁금했다. 이에 대해 이중서 대표는 “후발 연구자나 연구팀은 글로벌 회사보다 더 좋은 결과물이 나올 것 같지만 그렇지 못한 이유가 있다. 이미 기존의 틀에서는 그러한 결과밖에 나올 수 없는 발견의 한계점, 기술의 임계점에 도달한 경우가 많다”면서 “기존 틀에선 이미 많은 그룹이 모든 가능성을 두드리고 지나갔다고 봐야 한다. 우리보다 더 스마트한 수많은 연구원이 도달했던 결과를 목표로 우리 소수의 연구원이 동일한 방식으로 도전한다면 잘해야 같은 결과밖에는 얻지 못하게 된다. 바이오 분야도, CAR-T 분야도 마찬가지다. 그렇다면 그 틀에서 벗어나 우리만의 방식이 있어야 하고, 새로운 관점으로 기존의 한계점을 넘어서야 한다”고 밝혔다. 그러나 무엇보다도 눈에 띄는 것은 이 대표의 R&D에 대한 ‘올바른 나침반’이었다. 쉬운 듯하지만 어려운 방향 설정과 목적의 지정. 이것은 많은 시간과 노력 그리고 실패를 통해 생긴 경험이 있어야 가능하기 때문이다.

이 대표는 “애플론은 새로운 주제의 연구에 임할 땐 기존 접근법의 한계를 명확히 도출한 후 시작한다. 그리고 그 한계점을 극복할 수 있는 방법을 찾는 데 많은 시간과 노력을 투자한다. 이러한 과정에서 당연히 무수한 실패가 따르지만 올바른 나침반만 있다면 새로운 길을 개척할 가능성은 얼마든지 있다”며 “이러한 시도가 반복 및 수정되어 여러 번 이어지면 표준화된 기술로 귀결될 가능성이 높아진다. 애플론이 자랑하는 창의적이고 혁신적인 플랫폼 기술이 바로 그 결과물이고 해답”이라고 강조했다.

끝으로 이 대표는 “본 과제가 성공할 수 있었던 배경과 원동력은 결국 사람과의 소통, 협력이었다”며 “큰 틀의 이노베이션 전략은 자체 조직 내에서 나올 수도 있지만 외부에 이미 적용할 수 있는 기회가 있는 경우도 많다. 특히 대학은 아직 상업화 여부는 검증되지 않았지만 가능성 있는 참신하고 뛰어난 원천 기술의 보고라고 할 수 있다. 애플론은 국내외를 불문하고 이런 기회를 찾기 위해 소통하고 함께 협력연구를 진행했으며, ‘사람이 곧 회사이며 모든 것’이라는 믿음으로 추진해 왔다”고 말했다.



AffiMab 플랫폼 기술



NEST 플랫폼 기술

이 대표는 “현재의 CAR-T 기술은 T세포가 암세포를 직접 인식해 제거할 수 있는 키메라항원수용체(Chimeric Antigen Receptor : CAR)를 발현하도록 엔지니어링한다. 반면 당사가 자체 개발한 스위처블 CAR-T 기술의 CAR-T세포는 암세포뿐만 아니라 인체에 존재하는 어떤 세포에 대해서도 결합하지 않는 T세포를 사용한다”면서 “이런 T세포가 암세포를 제거하기 위해서는 스위처블 CAR-T세포와 암세포를 연결할 수 있는 스위치가 있어야만 한다. 이는 기존 CAR-T 기술보다 추가로 스위치가 필요하기 때문에 좀 더 복잡한 기술인 반면 스위치 물질을 통해 CAR-T의 활성과 표적 능력을 조절할 수 있다는 것에서 큰 장점이 있다”고 설명했다.

실제로 임상에서 사용되고 있는 혈액암 치료 목적의 CAR-T 치료제는 우수한 항암 효능을 바탕으로 항암제 분야에 새로운 패러다임을 제공하고 있다. 하지만 CAR-T세포는 살아있는 세포를 사용하는 살아있는 약물(Living Drug)이기 때문에 인체에 투여한 후에는 이들의 활성 수준을 적정한 상태로 조절해야 하는 어려움이 있다. 대표적으로 과도한 CAR-T세포의 활성화에 의해 나타나는 사이토카인 신드롬(Cytokine Release Syndrome)과 같은 독성 문제다.

더불어 CAR-T 치료제는 혈액암 분야에서의 우수한 성과에도 불구하고 고형암에서는 아직 뚜렷한 성과를 보여주지 못하고 있다. 이는 혈액암과는 달리 고형암의 경우 CAR-T세포가 암 조직까지 이동해야 하는 암 미세환경의 극복 문제 및 암 조직내 암세포가 동일하지 않고 다른 특성을 갖는 다양성 문제 등이 존재하기 때문이다.

반면 애플클론의 스위처블 CAR-T 기술은 기존의 CAR-T 기술이 갖고 있는 한계점을 극복하기 위해 개발된 차세대 기술이다. 이 대표는 “CAR-T세포의 제작은 복잡한 공정과 많은 비용이 수반된다. 따라서 다양한 CAR-T세포를 제작한다는 것은 개발의 어려움과 함께 환자들에게는 경제적 부담을 가중시키는 문제점이 있다. 하지만 스위처블 CAR-T 기술은 1종의 CAR-T세포가 원하는 시점에, 원하는 정도의 활성도로, 원하는 암세포를 제거하도록 조절할 수 있다”고 말했다.

또한 “이번에 개발에 성공한 ‘혁신 스위처블 CAR-T 기술을 이용한 HER2 표적 난소암 치료제’는 당사가 보유하고 있는 CAR-T 개발 기술, CAR-T의 주요 구성 요소인 항체 개발 기술, 스위치에 사용되는 어피바디(Affibody) 개발 기술과 함께 서울대로부터 기술 이전을 받은 CAR-T세포와 스위치 물질 사이의 결합을 유도하는 코티닌(Cotinine) 접합체 기술이 있었기에 가능했다”며 “코티닌 접합체 기술은 인체에 존재하지 않는 물질 기반으로 안정성이 우수해 스위처블 CAR-T 기술을 개발하는 데 가장 적절한 특성을 보유하고 있기에 공동 개발을 진행하게 됐다. 본 과제는 산업계와 학계의 공동 개발이 성공을 거두는 대표적인 사례가 될 것으로 기대한다”고 밝혔다.

항체의약품 R&D기업에서 글로벌 바이오텍 기업 목표

2017년 코스닥에 상장한 애플론을 바라보는 시장의 기대는 매우 크다. 그리고 이에 호응하듯 애플론의 R&D 분야 실적은 그런 기대를 저버리지 않고 있다.

이에 대해 이 대표는 “당사는 항체의약품 또는 항체 기반 세포치료제(CAR-T) 개발을 위한 플랫폼을 보유하고 있으며, 이러한 독창적이고 창의적인 플랫폼에서 끊임없이 파이프라인이 도출되고 있는 구조”라고 말했다.

현재 애플론이 보유하고 있는 플랫폼 기술은 CAR-T 플랫폼 외에 ‘NEST(New Epitope Screening Technology) 플랫폼’과 ‘AffiMab 플랫폼’ 등이다.

우선 NEST는 신규 항원결정기를 지니는 항체는 그 약효가 다르다는 사실에서 출발해 신규 항원결정기를 찾아내 치료용 항체를 개발하는 기술이다. 예를 들어 HER2라는 항원은 유방암 및 위암에서 과발현돼 암을 유발하고 악화시키는데, 이를 타깃으로 하는 항체는 세계 1위의 바이오 제약기업인 로슈가 이미 개발해 놓은 허셉틴이나 퍼제타가 있다. 하지만 애플론은 NEST 플랫폼을 통해 HER2에 대한 신규 항원결정기를 갖는 신규 항체인 AC101을 도출했으며, AC101은 위암에서 기존 항체보다 매우 뛰어난 효능이 있는 것으로 밝혀졌다. 그 결과 AC101은 중국 푸싱제약의 항체 자회사인 상하이헨리우스에 약 680억 원 규모로 기술 이전돼 현재 임상상이 진행되고 있다.

두 번째로 AffiMab 플랫폼은 어피바디 분자를 유전적으로 단클론항체에 연결 제작해 생산함으로써 두 개의 타깃에 동시에 결합하는 이중 항체 제작 기술로, 지식재산권이 보장되는 작은 사이즈의 어피바디 분자를 항체에 유전적으로 결

합시킴으로써 타사 이중 항체 기술 대비 안정성과 생산성이 매우 뛰어나다는 장점이 있다.

그리고 이를 바탕으로 애플론은 자가면역질환에서 문제가 되는 사이토카인인 TNFα와 IL6를 동시에 타깃으로 하는 AM201과, 대장암 치료를 위한 면역세포 치료제로 T세포의 활성은 극대화되되 독성은 최소화할 목적으로 개발한 CD137(4-1BB)과 EGFR을 동시에 타깃하는 AM105 등의 파이프라인을 구축해 난치성 암 또는 면역성 이상 질환 치료의 새로운 지평을 열어나가고 있다.

한편 앞으로의 계획과 목표에 대해 이 대표는 “지난 6월 바이오의약품 임상 및 생산을 위한 GMP 시설 구축을 목적으로 토지 취득 계약을 진행했다. 애플론은 이번 토지 취득을 시발점으로 동아시아 최대 규모의 CAR-T세포 치료센터 구축은 물론 국내뿐만 아니라 동아시아 지역의 CAR-T세포 치료제의 중심 허브 구축을 목표로 시설 확대 및 국내외 CAR-T 유관기관의 협력 네트워크를 강화할 계획”이라며 “이번 대규모 GMP 시설 투자를 통해 애플론은 기존의 단클론 및 이중 항체 기반 항체의약품 R&D 회사에서 세포 및 유전자 치료제의 생산까지 아우르는 진화된 형태의 글로벌 바이오텍 컴퍼니로 거듭나고자 한다”고 밝혔다.





급성장하는 바이오산업

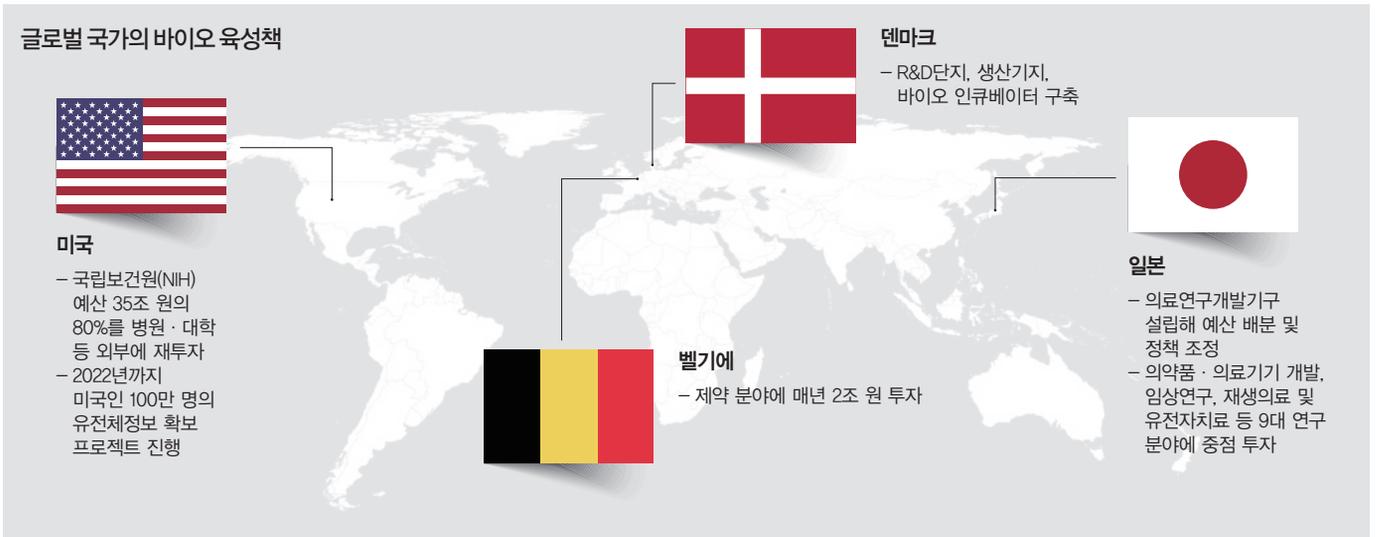
미국, 일본, 유럽 등 세계 각국은 바이오헬스를 신성장 분야로 중점 육성하고 있다. 기술집약적이고 고부가가치인 바이오헬스산업이 고령화 등으로 인해 성장 잠재력이 크다는 판단에서다. 2조 달러 규모인 세계 바이오헬스 시장은 2030년 10조 달러로 커질 것이라는 전망이 나온다.

선진국도 '바이오 올인'

미국은 2012년 국가 바이오경제 청사진을 발표한 뒤 연구개발(R&D) 투자, 중개과학, 사회대응형 과학 지원 등을 강화하고 있다. 미국 국립보건원(NIH) 예산은 2015년 295억 달러(약 35조2600억 원)에서 올해 338억 달러로 늘었다. 예산의 80%는 대학, 병원 등 외부 연구자에게 집중 지원된다. 이 밖에 정부 차원에서 2022년까지 미 국민 유전자 100만 개를 확보하는 프로젝트도 추진 중이다.

일본도 2015년 바이오·의료 분야 R&D 컨트롤타워인 일본의료연구개발기구(AMED)를 설치해 올해 1515억 엔(약 1조6500억 원)





의 예산을 편성했다. AMED는 바이오 R&D 추진 계획을 수립하고 예산을 배분한다. 의약품과 의료기기 개발, 임상연구, 재생의료 및 유전자 치료 등 9대 주요 연구 분야에 중점 투자한다는 방침도 세웠다.

유럽 국가의 바이오헬스산업 성장세도 괄목할 만하다. 피부 질환의 글로벌 강자인 레오파마, 당뇨병 치료 선도 기업 노보노디스크 등은 덴마크에서 탄생했다. 벨기에는 세포 치료제, 유전자 치료제 등 미래형 의약품산업 육성에 집중하고 있다. 신약 개발과 임상시험 등에서 글로벌 최고 수준의 경쟁력을 바탕으로 재생의료 시장을 선점하겠다는 전략에서다.

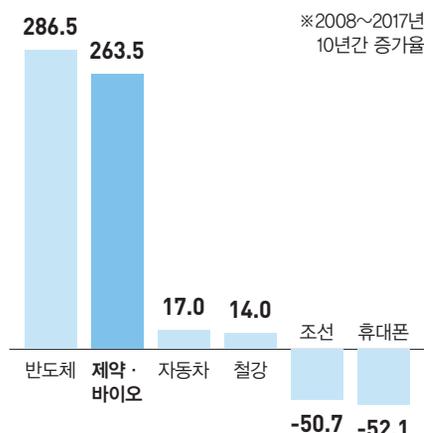
바이오는 일자리 블루오션

한미약품은 경기 평택 바이오플랜트 가동을 본격적으로 시작했다. 존슨앤드존슨 등 다국적 제약사에 기술 수출한 바이오의약품 시약을 생산하는 곳이다. 신약 R&D

뿐만 아니라 관련 시설 투자도 크게 늘리고 있다. 한미약품은 R&D 관련 시설을 포함한 R&D에 지난해에만 3460억 원을 투자했다. 매출의 34%에 이른다. 웬만한 다국적 제약사보다 공격적인 투자다. 바이오 투자가 급증하면서 인력도 크게 늘었다. 평택 바이오플랜트에 근무하는 인력은 2014년 120명에서 작년 말 574명으로 4년 새 4배 넘게 늘었다.

수출 성장세 빠른 제약·바이오산업

(단위 : %)



출처 : 한국제약바이오협회, 관세청

제약·바이오산업이 미래 성장동력은 물론 일자리 창출 산업으로 각광받고 있다. 바이오의약품 세계 시장 규모는 2015년 1200조 원을 기록하며 세계 자동차 시장(650조 원)과 반도체 시장(400조 원)을 추월했다. 고용 유발 효과도 다른 산업을 압도한다. 10억 원을 투자했을 때 늘어나는 일자리 수인 고용유발계수는 바이오헬스산업이 16.9다. 전체 산업 평균치인 8.8의 두 배에 가깝다. 정부도 바이오제약, 헬스케어, 의료 등 보건의료 분야 일자리를 2022년까지 5만5000개 창출한다는 계획을 세웠다. 고령화 등으로 건강 유지 및 관리에 관심이 높아지는 데다 바이오헬스산업이 빠르게 커지고 있어서다.

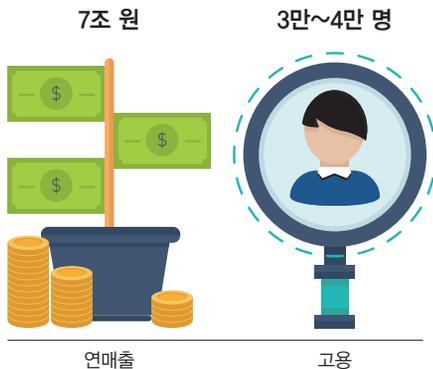
바이오헬스 수출이 빠르게 늘어나는 등 산업 위상도 높아지고 있다. 한국보건산업진흥원 조사에 따르면 의약품, 의료기기, 화장품 등을 포함한 보건산업 수출액은 2014년 69억 달러에서 지난해 144억 달러로 성장했다. 가전제품 수출액(72억1800만 달러)보다 두 배가량 많고 휴대폰 및 휴대폰 부

품 수출액(146억1500만 달러)과는 비슷한 수치다. 그동안 주력 산업으로 꼽히던 정보기술(IT) 제품과 비교해도 뒤지지 않는 수준으로 올라섰다는 평가가 나온다.

바이오헬스산업은 고부가가치산업으로도 꼽힌다. 미국 바이오기업 애브비는 지난해 류머티즘관절염 등 자가면역질환 치료제 '휴미라'로 23조 원의 매출을 올렸다. 글로벌 신약의 경제적 효과는 막대하다. 글로벌 매출 20위에 오른 바이오의약품은 평균 연매출이 7조 원에 이르고 3만~4만 명의 일자리카지 창출하는 효과가 있는 것으로 분석됐다.

국산 신약도 기대를 높이고 있다. 보령제약의 고혈압 신약 '카나브'와 LG화학의 당뇨병 신약 '제미글로'는 올해 매출 1000억 원을 목표로 잡고 있다. 이승규 한국바이오협회 부회장은 "선진국은 R&D 강화, 규제 개혁 등으로 바이오산업 주도권을 잡기 위한 구체적인 방안을 내놓고 있다"며 "한국도 바이오산업 육성의 당위성을 논할 때가 아니라 적극적인 투자로 퍼스트 무버가 되어야 한다"고 말했다.

글로벌 신약의 경제효과



※글로벌 20대 바이오의약품 기준 출처 : 한국제약바이오협회

오송서 금맥 캐는 바이오

충북 오송이 경기 판교테크노밸리 일곱 배 규모의 국내 최대 바이오 제조기지로 성장하고 있다. 바이오 의료기기 등 생태계가 조성되면서 이곳에 둥지를 트는 제약·바이오 기업도 늘고 있다. 한국산업단지공단에 따르면 2009년 7억 원에 불과하던 오송바이오밸리 생산액은 지난해 1조 5506억 원으로 크게 늘었다. 올해 1분기 생산액은 4456억 원으로, 첨단의료복합단지까지 포함하면 올해 전체 생산액은 2조 원에 육박할 것으로 전망된다. 일자리도 같은 기간 14명에서 4058명으로 늘었다.

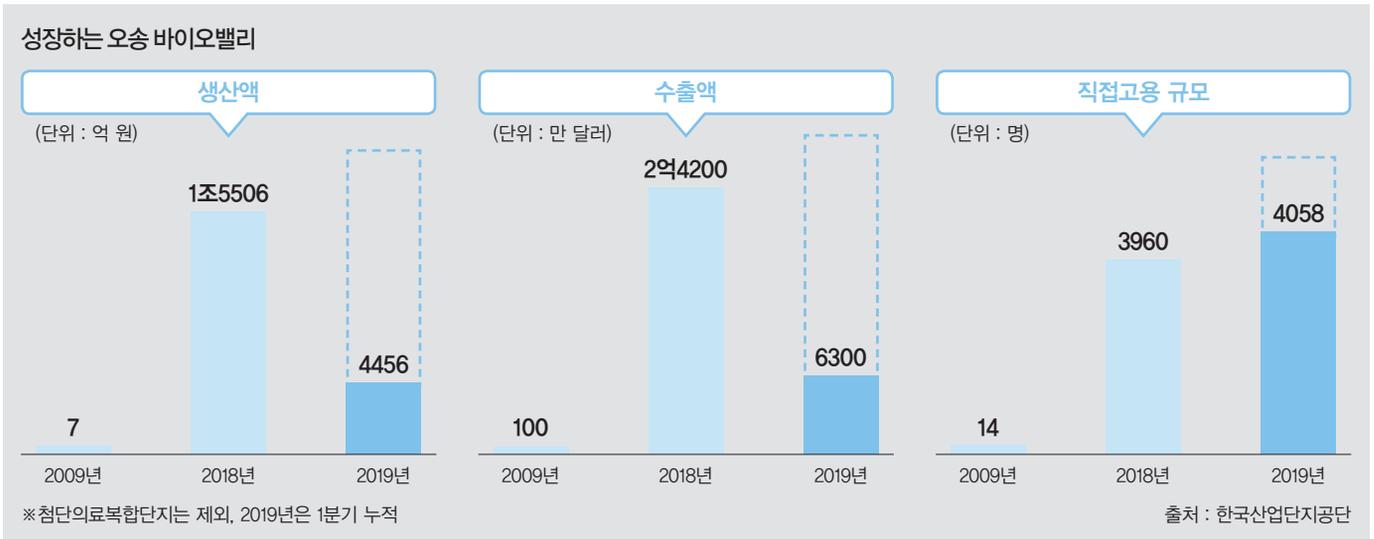
화장품 회사 파이온텍이 2009년 10월 오송바이오밸리에 처음 공장을 연 지 10년 만에 오송은 국내 최대 바이오 클러스터로 변신했다. 입주한 제약·바이오 기업만

200여 곳이다. LG화학, 대웅제약, 메타바이오메드 등 제약·바이오 기업은 물론 식품의약품안전처, 질병관리본부 등 정부기관, 충북대 등 대학, 베스티안병원 등 병원도 자리 잡았다. 종근당바이오, CJ헬스케어 등은 오송에 공장을 지을 계획이다. 고부가 바이오헬스산업을 미래 성장동력으로 키우기 위해서다. 글로벌 신약의 경제적 효과는 어마어마하다. 미국 애브비가 개발한 류머티즘 치료제 휴미라의 한 해 매출은 22조 원에 달한다. 국내 제약산업 전체 규모(20조 원)와 비슷한 수준이다. 원희목 한국제약바이오협회장은 "연매출 7조 원 규모 의약품 한 개를 개발하면 4만 명의 일자리가 생긴다"고 말했다.

LG화학의 당뇨병 신약 '제미글로', CJ헬스케어의 30호 국산 신약 '케이캡', 국내 판매 1위 보툴리눔독소신 제제인 메디톡스의 '메디톡신'. 이것은 모두 충북 오송생명과학

LG화학 연구원이 충북 오송바이오밸리 진단시약 전용 공장에서 제품을 개발하고 있다. 출처 : LG화학





학단지에서 생산해 세계로 수출하는 제품이다. 오송바이오밸리는 2009년 첫 번째 기업이 입주한 뒤 10년 만에 국내 최대 바이오 클러스터로 발돋움했다. 생산과 수출, 일자리도 크게 늘었다. K바이오의 힘으로 불리는 이유다.

인천 송도가 바이오시밀러(바이오의약품 복제약)를 중심으로 셀트리온과 삼성바이오가 이끄는 바이오밸리로 크고 있는데 비해 오송은 민관 합작의 바이오 제조 메카로 자리잡고 있다. 국내 제약·바이오산업 생산액이 세계 시장에서 차지하는 비율은 1.7%다. 아직은 변방에 머물고 있다. 하지만 오송, 송도 등 바이오밸리를 중심으로 해외 시장에 진출하는 제품이 늘면서 국산 바이오헬스산업의 미래가 밝다는 분석이 나온다.

제약·바이오 업계에 따르면 CJ헬스케어는 2021년 생산을 목표로 오송 공장을 확장한다는 계획을 세웠다. CJ헬스케어는 오송에 2만5663㎡의 공장을 가동하고 있다. 이곳에서 생산하는 위식도역류질환 치료

신약 케이캡은 중국, 베트남, 멕시코 등으로 기술 수출됐다. 업체 관계자는 “공장 증설에 따라 80~100명을 추가로 고용할 수 있을 것”이라고 했다. 앞서 메디톡스도 내년 8월까지 476억 원을 투입해 보툴리눔톡신 제제를 생산하는 신공장을 오송에 세우기로 했다. 종근당바이오는 457억 원을 투입해 2021년 12월 새공장의 문을 연다.

규모가 작은 바이오 회사도 오송에 속속 동지를 들고 있다. 엠젠플러스, 미라셀 등이 오송바이오밸리 입주 계약을 맺었다. 송도에 국내 법인을 운영 중인 일본의 아지노모도제넥신도 오송에 새 사무실을 연다. 야론 실버베르크 아지노모도제넥신 과학담당 수석은 “제약, 화장품 회사가 모인 오송에 사무실을 열면서 협력을 확대할 수 있을 것”이라고 했다. 오송에 동지를 틈 기업 중 세계 시장을 이끄는 곳도 많다. 오송 공장을 가동하고 있는 메타바이오메드는 치과용 충전재 세계 1위 업체다. 세계 치과용 충전재 시장의 20%를 차지하는 제품을 생산한다.

이렇듯 변화의 중심에 서 있는 오송이지만 한계도 있다. 인재 채용이 대표적이다. 국내 바이오 기업이 겪는 대표적 애로다. 오송단지의 한 기업 대표는 “고속도로가 가까운 데다 고속철도도 개통돼 서울과의 접근성은 높지만 인근 지역인 청주 등과의 접근성은 떨어진다”며 “거주 인구가 많은 청주시내까지의 접근성을 높여야 한다”고 말했다.

오송에서만 할 수 있는 사업군을 지정해 제한적으로 규제를 풀어주는 노력도 필요하다. 오송을 세계적 바이오밸리로 키우기 위해서는 규제특구로 지정해 다양한 바이오헬스산업을 시연하는 장으로 활용해야 한다는 지적도 나온다. 업계 관계자는 “오송 입주 기업에 다양한 특례 조항을 적용하고 있지만 부처와 지방자치단체마다 해석이 달라 혜택이 크지 않다”며 “생명윤리법, 의료법 등을 오송 지역에만 예외적으로 풀어 의료데이터 연구 등을 할 수 있도록 해야 한다”고 말했다.

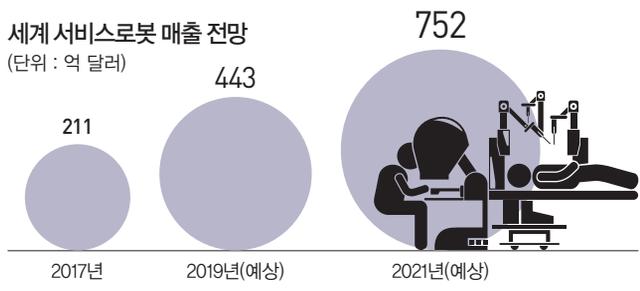
갈 길 먼 K로봇 글로벌 시장 존재감 없는 수술로봇

한 대 가격이 30억 원인 서비스로봇이 있다.
미국 인튜이티브서지컬(IS)의 복강경 수술로봇 다빈치다.
2000년 미국 식품의약국(FDA) 승인을 받은 이 로봇은
그동안 세계적으로 5000대가 넘게 팔렸다. 국내에선
이우정 연세대 세브란스병원 교수가 2005년 처음 사용했다.
비급여 항목인 이 로봇 1회 수술비는 2017년 기준
최고 1400만 원이다.

‘수술로봇’ 종횡무진 하는데... 걸음마하는 한국

수술로봇은 다빈치처럼 수술의 모든 과정을 의사와 함께하는 로봇을 말한다. ‘최소 절개’라는 의료 트렌드에 따라 최근 시장이 급격히 커지고 있다. 의료·물류·농업·재활 등 전문 서비스 로봇 가운데서도 성장세가 가장 가파르다. 전 세계 수술로봇 1위 기업이 바로 IS다.

BCC리서치에 따르면 세계 수술로봇 시장은 2017년 5조8700억 원에서 연평균 13.2% 성장해 2021년 9조6400억 원에 달할 것으로 전망된다. 그랜드뷰리서치는 2024년 24조 원가량으로 팽창할



출처: 시장조사업체 트랙티카(Tractica), 2018년



것으로 내다봤다. 국내에서는 수술로봇 싹이 움트고 있는 수준이다.

수술로봇은 휴머노이드 로봇 손끝의 기능과 정밀도를 극한으로 끌어 올렸다고 보면 된다. 고성능 수술로봇은 10마이크로미터(μm , $1\mu\text{m}=100$ 만분의 1m) 이하로 미세하게 움직인다. 숙련된 의사 정밀도($100\mu\text{m}$)보다 열 배 이상 뛰어나다. 관절 부위인 액추에이터와 감속기 최적 설계는 기본이다. 엔드 이펙터(로봇팔 말단 장비) 설계 및 탈부착 기술도 관건이다. 수술 도구와 환부를 한 몸처럼 추적하는 3차원 내비게이션 소프트웨어가 중요하다.

수술로봇 세계 시장 빅5

1	인튜이티브서지컬(IS)	미국
2	스트라이커	미국
3	메드트로닉	미국·아일랜드
4	짐머바이옳	미국
5	존슨앤드존슨	미국



IS는 다빈치에 쓰이는 소모성 엔드 이펙터 판매로 상당한 재미를 보고 있다. 300만 원가량인 다빈치 엔드 이펙터는 열 번 쓰면 사용이 불가능해 무조건 교체해야 한다. 세계 수술로봇 2위는 인공관절 임플란트 업체인 미국의 스트라이커다. 2013년 마코서지컬을 약 1조9450억 원에 인수하면서 수술로봇 업체로 변신했다. 세계 수술로봇 시장은 IS와 스트라이커가 양분하고 있다.

두 업체를 추격하는 업체도 많다. 잠재 시장 규모가 상당하다고 평가받는 척추관절수술 분야 로봇을 선점한 업체는 미국과 아일랜드에 본사를 두고 있는 메드트로닉이다. 세계 최대 의료기기 업체 중 하나인 메드트로닉은 지난해 이스라엘 척추수술로봇 업체 마조로보틱스를 약 1조8860억 원에 인수해 새 도약의 기회를 잡았다.

이처럼 수술로봇 시장성을 일찍이 간파한 글로벌 업체들은 공격적으로 인수합병(M&A)을 벌이고 있다. 심혈관중재시술로봇 마젤란을 갖고 있는 한스메디컬을 오리시스서지컬이 약 940억 원을 들여 인수하고, 오리시스서지컬을 존슨앤드존슨이 약 4조 원에 인수한 것이 대표적이다.

국내에서도 수술로봇 시장에 도전장을 낸 두 기업이 있다. 미래컴퍼니와 고영테크놀러지다. 미래컴퍼니는 다빈치를 모방한 복강경 수술로봇 '레보아이'를 지난해 내놨다. 수술로봇과 엔드 이펙터 가격을 모두 다빈치의 반값으로 책정했지만, 판매 대수는 아직 한 자릿수로 미미하다. 고영테크놀러지는 3차원 뇌수술용 의료로봇을 임상시험 중이다. 이미 시장에서 성능이 검증된 프랑스 메드텍SA의 뇌수술로봇 로사와 비슷한 기능을 갖췄다.

문제는 이런 '캐치업(따라잡기) 전략'이 성공할 수 있느냐다. 한 치의 오차가 환자 생명과 직결되는 수술로봇의 특성상 병원은 새 기기를 쓸 유인이 전혀 없다. 다빈치가 20년 가까이 세계 시장 독주를 이어온 이유다. 이런 점에서 누구도 가지 않은 길을 개척 중인 국내 수술로봇 기업 이지엔도서지컬이 주목받고 있다. 이 업체는 자체 개발한 유연내시경 수술로봇 'K플렉스'로 지난해 6월 영국 런던에서 열린 '서지컬로봇 챌린지 2018'에서 베스트 애플리케이션상을 받았다.

한국 최초 유연내시경 수술로봇 K플렉스



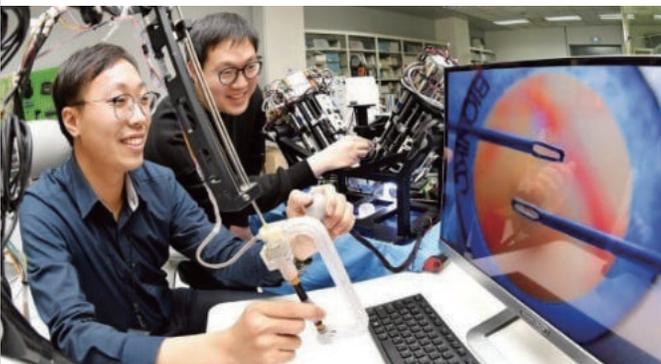
K플렉스는 3.7mm 소형 메스와 17mm 두께의 팔을 갖고 있다. 뱀처럼 유연하게 휘어지기 때문에 구불구불한 장 등에 투입돼 수술할 수 있다. 곧 식품의약품안전처에 의료기기 품목허가를 신청한 뒤 임상시험에 착수할 예정이다. 미국 존스홉킨스병원, 영국 런던퀸메리대, 프랑스 소화기암연구소, 네덜란드 라드바우트대 등 각국 의료기관이 이지엔도서지컬 제품에 큰 관심을 보이고 있다. 국내에선 세브란스병원, 서울아산병원, 가톨릭대 성모병원 등과 협력할 예정이다. 국내 유명 사모펀드(PEF)는 투자를 저울질하고 있다.

해외 누비는 'A급' 한국계 로봇 과학자들

한국 로봇 기술은 미국과 일본에 비해 한 수 아래로 평가받는다. 하지만 한국 출신으로 미국 등 세계에서 활약 중인 'A급' 과학자는 적잖다.

미국 최초의 휴머노이드 로봇 '찰리'로 유명한 데니스 홍 UCLA 기계항공공학과 교수가 대표적이다. 미국 워싱턴포스트가 '달 착륙에 버금가는 성과를 이룬 과학자'라고 평가했을 만큼 학계 입지가 탄탄하다. 그는 고려대 기계공학과 3학년 때 미국으로 건너가 로봇 분야 한우물을 폈다. 세계 최초로 시각장애인이 탈 수 있는 자동차 등 '최초'라는 수식어가 붙는 연구 성과를 잇달아 선보이며 스타 과학자로 발돋움했다. 김상배 매사추세츠공대(MIT) 교수도 미국 로봇과학자를 논할 때 빠지지 않는 인물이다. 박사 과정 때인 2006년 도마뱀처럼 벽을 타고 오르는 '스티키봇'을 개발한 것으로

스타트업(신생 벤처기업) 이지엔도서지컬은 유연내시경 수술로봇 등을 개발해 국내외에서 주목받고 있다. 이 회사 연구원들이 인과용 수술로봇 '이지마이크로'를 테스트하고 있다.



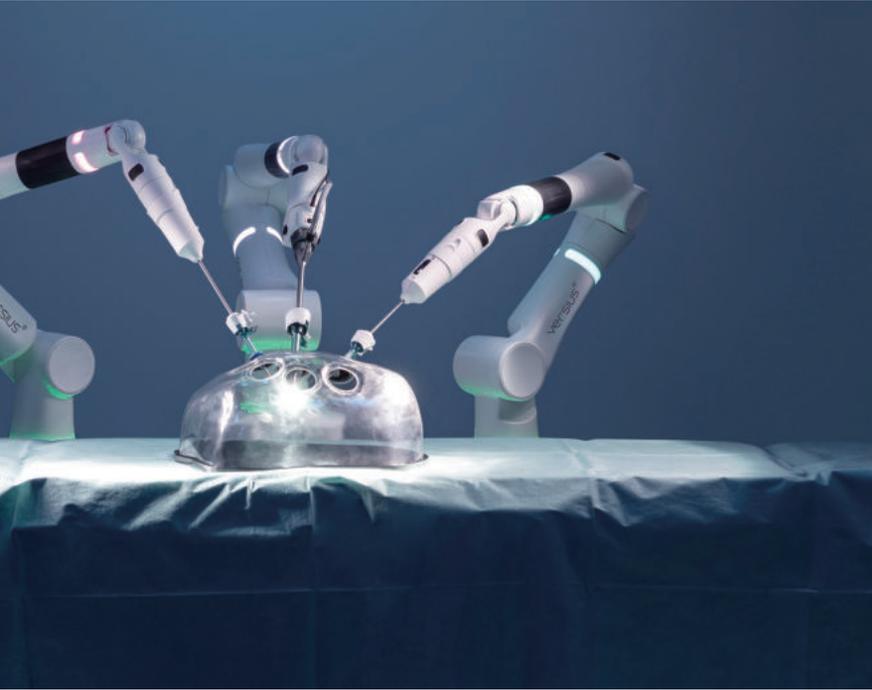
유명하다. 스티키봇은 시사주간지 타임이 뽑은 '올해 최고의 발명품 44'에 선정되기도 했다. 네이버의 로봇 자회사 네이버랩스의 석상욱 대표도 MIT 출신이다. 김 교수와 함께 '치타' 시리즈를 개발했다.

“수술로봇 춘추전국시대… 모든 수술실 필수품 될 것”

4차 산업 기술이 일상생활로 들어오고 있다. 인공지능(AI)을 활용한 음성인식 기술이 대표적이다. AI 스피커를 통해 명령어만 주면 음악을 쉽게 들을 수 있다. 자동차 안에선 음성으로 길을 찾을 수 있게 됐다.

로봇 기술도 발전하고 있다. 최근 과학기술정보통신부와 한국경제신문사가 공동으로 주최한 '스트롱코리아 포럼 2019'에서 나군호 연세대 의대 비뇨기학과 교수는 “앞으로 모든 병원의 진료실과 수술실, 병실에 로봇이 들어갈 것”이라고 예측했다. 그는 2005년 국내 최초로 IS의 복강경 수술로봇 다빈치를 이용해 수술을 했다. 클라우드(가상 저장공간), 사물인터넷(IoT) 등 다른 4차 산업 기술도 일상의 큰 부분을 차지하고 있다.

'삶의 질을 높이는 로봇 기술'을 주제로 한 스트롱코리아 포럼 2019 메인 세션에선 세계적인 로봇공학자 데니스 홍 교수, 국내 최초 로봇



수술을 집도한 나군호 교수, 국내 반러로봇 시장을 선도하고 있는 전 동수 투록 대표가 강연했다.

홍 교수가 직접 개발한 기상천외한 로봇 동영상을 연이어 선보이자 청중의 탄성과 폭소가 터졌다. 그는 “로봇을 빨리 갈 수 있게, 무거운 것을 들 수 있게 마음껏 고장 내 보라고 학생들에게 시킨다”며 “실패를 두려워하지 않아야만 성공할 수 있다”고 강조했다. 홍 교수는 개발 정보를 공개한 오픈소스 휴머노이드 ‘다윈’, 방사능 유출 등 중대사고 현장에 투입되는 휴머노이드 ‘토르’ 등을 소개했다. 해군 함정 내 좁은 공간에서 구조 및 화재 진압 임무를 수행하는 휴머노이드 ‘사파이어’도 공개했다. 10여 개 이상 휴머노이드를 만들었다는 홍 교수는 “로봇이 사람처럼 생겨야 한다는 관념을 버리니 완전히 새로운 기술이 탄생했다”고 밝혔다. 인공근육 ‘베어(BEAR)’를 장착해 여러 형태로 걷고 1m 이상 뛰어오르는 4족(때론 2족) 보행로봇 ‘알프레드2’를 언론에 처음으로 공개하기도 했다.

나 교수는 “세계적으로 수술로봇 춘추전국시대가 도래해 혁명적 변화가 일어나고 있다”며 “앞으로는 모든 병원 진료실과 수술실, 병실에 로봇이 들어갈 것”이라고 예측했다. 그는 스승인 이우정 교수와 함께 2005년 7월 국내 최초로 IS의 복강경 수술로봇 다빈치를 이용해 수술을 했다. 나 교수는 올 들어 존슨앤드존슨이 4억 원을 들여 인수



데니스 홍 UCLA 기계항공공학과 교수

한 핸슨메디컬의 심혈관중재수술(스텐트) 로봇 기술을 ‘수술 혁명’의 주요 사례로 들었다. “인도에서는 최근 50km 떨어진 곳에서 원격 심장 스텐트 수술이 성공했다”며 “5년 내 스텐트 수술의 상당 부분이 로봇으로 치환될 것”이라고 예상했다. 마코서 지컬을 인수한 스트라이커가 정형외과와 신경외과 수술 전반에 혁명적 변화를 일으키고 있다고도 전했다.

전 대표는 반러로봇의 의학적 효용을 강조했다. 한 연구 결과를 인용해 “자폐아 치료 때 인간 상담사의 경우 (자폐아가) 접촉을 계속 피하는 경향이 있었지만 반러로봇의 경우는 치료 효과가 좋았다”고 소개했다. 눈 마주침 확률이 인간은 3%에 불과했지만 로봇을 투입하니 87%까지 급등했다는 설명이다.

WHO, 게임 중독 = 질병

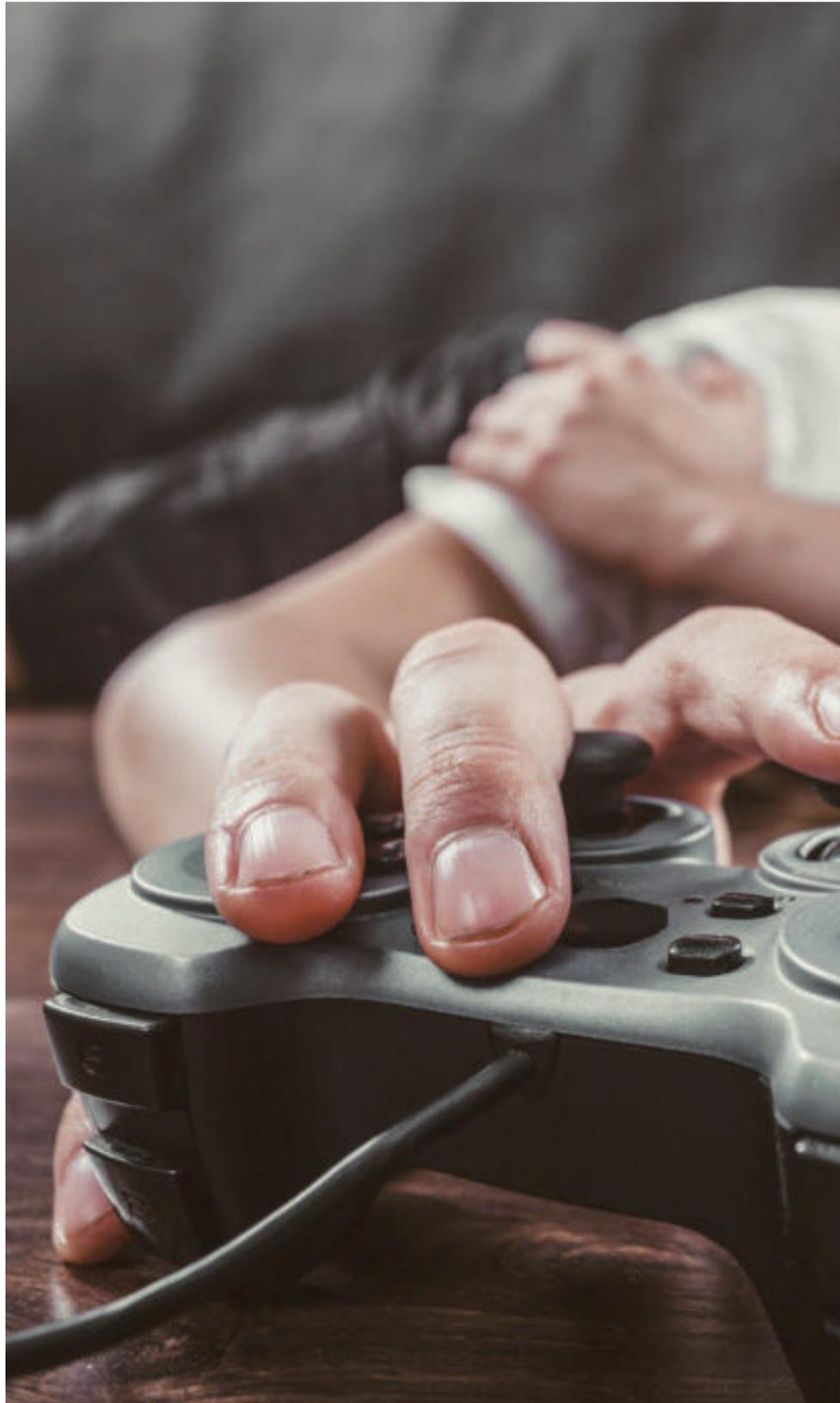
세계보건기구(WHO)가 지나치게 게임에 몰입하는 현상을 질병으로 규정하면서 국내 게임업계에 비상이 걸렸다. 게임에 대한 부정적인 인식이 확산되면 이전만큼의 매출을 기대하기 힘들다. 게임 과몰입의 국내 질병 분류 적용은 진통이 예상된다. 관련 부처인 문화체육관광부와 보건복지부가 WHO의 결정에 대해 짠 목소리를 내고 있기 때문이다.

WHO, '게임 중독' 질병으로 분류한다

WHO가 게임에 지나치게 몰입하는 현상을 질병으로 규정했다. 국내 게임산업에 타격이 우려된다. WHO는 5월 25일(현지시간) 스위스 제네바에서 열린 제72차 WHO 총회 B위원회에서 '게임 이용 장애(Gaming Disorder)'를 질병으로 분류한 제11차 국제질병표준분류기준(ICD)안이 만장일치로 통과됐다고 발표했다.

WHO는 사망, 건강 위협 등의 주요 원인이 되는 새로운 현상을 발굴해 30년 만에 ICD를 개정한다. 개정 ICD는 2022년부터 적용된다. 한국 정부는 이 내용을 한국표준질병분류(KCD)에 반영할지 여부를 결정해야 한다. ICD의 내용이 KCD에 반영되는 시기는 이르면 2026년이 될 전망이다. KCD 개정 주기가 5년임을 고려한 예측이다.

국내 게임업계는 WHO의 결정에 거세게 반발하고



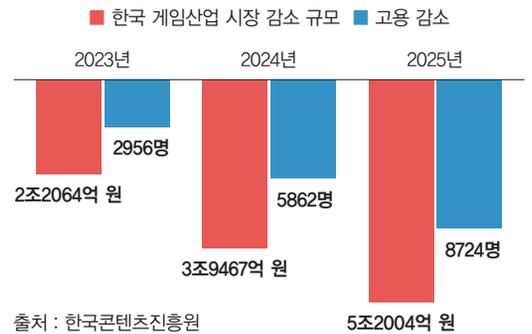


〈표 1〉WHO의 게임 과몰입(질병) 정의 및 판단 기준

출처 : WHO

정의	일상생활보다 게임을 우선시해 부정적인 결과가 발생해도 게임을 지속 게임에 대한 통제 기능 손상
판단 기준	삶의 다른 관심사 및 일상생활보다 게임을 우선시 부정적인 결과가 발생해도 게임을 중단하지 못함 해당 행위가 12개월 이상 지속되는 경우

한국 게임산업이 받게 될 악영향



있다. 이번 조치가 규제로 이어질 수 있다는 우려에서다. 한국콘텐츠진흥원은 WHO가 게임 이용 장애를 질병으로 분류해 규제를 추가하면 한국 게임산업의 손실 금액이 2025년 최대 5조2004억 원에 이를 것으로 추정했다.

국내 게임업계 '규제 태풍' 우려

WHO는 게임 이용 장애에 '6C51'이라는 코드를 부여했다. 게임 이용 지속성과 빈도, 통제 가능성 등을 게임 과몰입의 판정 기준에 반영했다. 게임을 단순히 즐기는 행위도 질병으로 판단할 수 있다는 논란을 피하기 위해서다. 게임 통제 능력이 없는 상태에서 다른 일상생활보다 게임을 중요하게 여기고, 이런 부정적인 결과에도 게임을 지속하는 기간이 12개월 이상이면 게임 이용 장애(질병)로 판단하게 된다.

국내 게임업계는 강하게 반발하고 있다. 국내 게임 학회·협회·기관 등 88개 단체로 이뤄진 게임 질

병코드 도입 반대를 위한 공동대책 준비위원회는 “미국 정신의학회의 공식 입장과 같은 견해”라며 “아직 충분한 연구와 데이터 등 과학적 근거가 확보 되지 않은 상황에서 너무 성급하게 판단을 내렸다”고 주장했다.

게임사들은 규제 강화로 이어질 것을 걱정하고 있다. 게임업계 관계자는 “WHO의 ICD로 인해 ‘게임은 사회악’이란 분위기가 형성되면 게임산업을 옥죄 규제가 쏟아질 것”이라고 우려했다. WHO의 이번 결정을 근거로 정부는 주류와 담배처럼 게임을 유해물로 보고 별도의 세금을 매기거나 게임회사에 공익기금을 요구할 수 있다. 서울대 산학협력단이 최근 한국 콘텐츠진흥원에 제출한 보고서에 따르면 WHO가 게임 이용 장애를 질병으로 분류하면 국내 게임산업의 피해액이 2023년 2조2064억 원, 2024년 3조9467억 원, 2025년 5조2004억 원 등으로 계속 늘어날 것으로 추정됐다. 게임에 대한 부정적인 인식과 규제에 따른 매출 감소액을 예측한 결과다. 공익 기금을 물리면 손실이 더 커진다는 얘기다.

KCD 적용 여부는 좀 더 지켜봐야 한다. 관련 부처인 문체부와 복지부가 다른 목소리를 내고 있어서다. 통계청은 관련 부처, 전문가 등의 의견을 수렴해 KCD를 5년마다 개정하고 있다. 정부의 KCD 개정 시기는 2025년이고, 2026년 시행된다.

게임산업 주무부처인 문체부는 게임 과몰입의 질병 규정에 반대해 왔다. 문체부는 지난 4월 WHO에 게임 이용 장애의 질병 지정을 반대한다는 의견서를 전달하기도 했다. 박승범 문체부 게임콘텐츠산업과장은 “문체부는 WHO가 게임 이용 장애를 ICD의 질병 목록에서 빼도록 노력할 것이고, KCD 적용도 반대할 것”이라고 말했다. 반면 보건당국인 복지부는 WHO의 결정이 발표된 다음날 게임 이용 장애 관련 민관 협의를 위한 협의체를 추진한다고 발표했다. 홍정익 복지부 정신건강정책과장은 “WHO 회원국은 이번 결과를 거부하기 어렵다”고 말했다.

‘게임 중독=질병’ 근거로 사용된 한국 논문

WHO가 게임 과몰입 현상을 질병으로 규정하는데 한국 의학계가 큰 영향을 미쳤다는 지적이 나오고 있다. 게임 중독을 다룬 논문을 가장 많이 발표한 국가가 한국이기 때문이다. 논문의 내용을 둘러싼 뒷말도 무성하다. 과학적 근거가 부실한 논문이 많다는 주장이다.

게임산업의 주무부처인 문체부 관계자는 5월 27일 “한국의 일부 의사가 국내에서 게임 규제를 강화하는데 실패하자 WHO를 조직적으로 공략했다”며 “이들이 WHO의 결정이 나오는데 기여했다”고 말했다.

2013년 정신과 의사 출신인 신의진 전 국회의원은 게임을 알코올, 마약, 도박처럼 규정하는 내용을 담은 ‘중독 예방 관리 및 치료를 위한 법률안 개정안’(일명 4대 중독법)을 대표발의했다. 당시 한국중독정신의학회는 해당 법안을 ‘반드시 입법화를 이뤄내야 할 숙원사업’이라며 학회 회원에게 공지하기도 했다. 하지만 관련 법안은 논란 끝에 폐기됐다.

게임업계 관계자는 “4대 중독법의 국회 통과가 어려워지자 의학계 인사가 해외로 눈을 돌리기 시작했다”고 설명했다.

WHO의 이번 결정에 직간접적으로 영향을 준 관련 논문 수를 보면 한국이 1위다. 연세대 산학협력단이 최근 한국콘텐츠진흥원에 제출한 ‘게임 과몰입 연구에 대한 메타분석’ 보고서에 따르면 2013년부터 2017년까지 5년 동안 게임 중독, 게임 과몰입 등을 다룬 국내외 논문 614개 중 한국에서 나온 논문이 97개로 가장 많았다. 전체의 13.4%를 차지했다. 다음은 중국(85개), 미국(83개), 독일(64개), 호주(38개) 등의 순이었다. 인구 대비 비율로 한국이 중국과 미국의 수십 배에 달한다.

한국 논문은 정신의학계에서 작성한 것이 59.3%로 절반 이상이였다. 글로벌 평균(28.4%)의 두 배 수준이다. 또한 국내 논문 대부분이 지나친 게임 이용

에 문제가 있다는 것을 전제로 쓰였다. 전체의 89.0%가 게임 과몰입 현상에 동의했을 정도다. 미국에서 발표된 논문은 54.2%만 게임 과몰입 현상이 실재한다고 봤다.

한국 논문의 정부 지원 비중도 높았다. 82.4%의 논문이 정부 지원으로 작성됐다. 한국연구재단(35개)과 보건복지부(23개), 미래창조과학부(현 과학기술정보통신부·17개) 등이 스폰서 역할을 했다. 보고서는 “정부의 연구비 지원 내역이 게임 과몰입과 게임 중독, 게임 장애에 대한 국가별 견해 차이를 고스란히 보여준다”고 지적했다.

한국 논문의 수준에도 문제가 있다는 지적이다. 전체 논문의 8.2%만 조사한 게임 이름을 1개 이상 명시했다. 연세대 산학협력단은 “대부분 게임을 지정하지 않은 채 연구 대상을 추상화했다”며 “구체적으로 어떤 게임이 과몰입 및 중독과 연관이 있는지 구분하지 않고 연구 방향을 설정했다”고 꼬집었다.

의학과 무관하거나 관련성이 떨어지는 문제를 의학적 문제로 간주한 사례가 많다는 점도 논란의 도마에 올랐다. 이경민 서울대 인지과학연구소장 역시 “우리가 흔히 쓰는 ‘게임 중독’이라는 표현은 인간의 모든 문제를 질병으로 치부하는 ‘의료화 현상’의 폐해”라고 말했다.

게임업계에서는 의학계가 자신들의 이익을 위해 게임 사용자들을 환자로 만든다고 반발하고 있다. 남궁훈 카카오게임즈 대표는 페이스북에 “정신과 의사들은 많은 사람을 환자로 만들어야 자신들에게 이익이 된다는 것을 알고 있다”며 “게임에 몰입하는 것은 현상이지 원인이 아니다”고 지적했다.

한편 유럽, 영국, 미국, 캐나다, 호주, 뉴질랜드, 한국, 남아프리카공화국, 브라질 등 세계게임산업협회와 단체 9곳은 공동 성명을 냈다. ‘국제질병분류 11차 개정안에 ‘게임 이용 장애’를 포함하는 결정을 재고해 달라’는 게 성명의 골자다. 이들은 “WHO가 학계의 동의 없이 결론에 도달한 것이 우려스럽다”며 “이번 조치가 의도치 않은 결과를 부를 수 있다”고 염려했다.

세계에서 게임 중독을 가장 많이 연구한 한국
(단위 : 개)



※ 게임 과몰입, 게임 중독 관련 논문 수
※ 2013~2017년 발표 논문 기준

출처 : 연세대 산학협력단



환자 개인별 특성에 최적화된 유전자 이용 맞춤형 의료 기술

21세기 첨단 과학문명 시대를 살아가지만, 여전히 의료에 대해서는 불만이 많은 것도 사실이다. 그중에서도 사람마다 다른 환자 개인의 신체적 특성에 맞춘 치료를 하기 어렵다는 점이 아말로 큰 골칫거리다. 그러한 문제를 해결하기 위한 방법은 과연 없는 것일까?

오늘날 인류는 그 어떤 시대보다도 발전된 의료 기술의 혜택을 받으며 살고 있다. 그러나 자세히 파고들어가 보면 의외로 허술한 구석도 많다. 무엇보다도 환자 본인의 상태에 최적화된 의료를 하기 어렵다는 것이 큰 문제다. 사람의 체질과 유전인자, 병력은 모두 다양하고, 그런 인간을 공격해 오는 질병도 엄청나게 많다. 흔한 감기 몸살인 줄 알았던 질환이 알고 보니 간염이나 암 등 큰 질병의 전주곡일 수도 있는 것이다. 그런 사람에게 적시에 제대로 된 처방을 하지 못할 경우 그가 당할 수 있는 위험은 매우 크다. 그리고 오늘날의 의료는 그런 부분에서 분명히 허점을 지니고 있다.

특히 우리나라의 경우, 의사가 참조할 수 있는 환자의 개인정보가 제한적인 데다 여러 의료 기관에 분산돼 있다. 의사가 환자를 진료하는 시간 자체도 매우 짧다. 의사는 기계가 아니라 사람이기에 그 기량과 취향이 사람마다 차이를 보이는 게 사실이다. 그리고 오늘날 우리가 사용하는 의약품 대부분은 대량생산 공정으로 만들어져 특이 체질

자에 대한 치료 효과가 낮거나 없을 수도 있다. 매우 짧은 진료 시간을 가리키는 '3분 진료', 환자가 의사의 처방에 만족하지 못해 여러 병원과 의사를 전전하는 '닥터 쇼핑' 등의 용어는 바로 이런 의료 환경에서 생긴 것이다.

즉, 오늘날에도 환자 개인의 특징에 철저히 맞춘 의료 서비스를 제공하지 못하는 탓에 작게는 환자 본인의 시간적 낭비에서부터 크게는 환자의 건강과 생명의 위험, 더 나아가 공동체의 보건 문제를 낳고 있는 것이다.

맞춤형 의료는 이러한 기존 의료의 문제를 해결하기 위한 의료 기법이다. 즉 개별 환자의 예측되는 반응이나 질병 위험에 기반해 최적화된 진단과 치료, 의약품을 제공하는 것이다. 이는 부르는 사람에 따라 맞춤형 의료(Personalized medicine), 정밀 의료(Precision medicine), 테라노틱스(Theranostics), 계층화 의료(Stratified medicine), P4 의료(예측 기반, 개인 맞춤형, 예방 중심, 환자 참여를 뜻하는 Predictive, Personalized, Preventive, Participatory) 등의 이름으로 불린다. 이 글에서는 편의상 맞춤형 의료로 통일해 부르기로 하겠다.

맞춤형 의료의 방법과 적용

맞춤형 의료의 기원은 멀게는 히포크라테스 시대로 거슬러 올라간다. 그러나 최근 들어 첨단 진단 및 의료 정보 기술, 특히 유전체학의 발전을 통해 질병의 원인을 분자 단위로까지 이해할 수 있게 되면서 더욱 각광받기 시작했다. 즉, 환자의 유전적 특성을 포함한 분자적, 세포적 특징의 분

↑ 인간과 질병은 무척이나 다양하기에, 의사라고 언제나 적시에 옳은 처방을 내릴 수는 없다.

석이 가능해지면서 더욱 정밀한 개인 맞춤형 의료가 이루어진 것이다.

그 대표적인 방법이 게놈 서열 분석이다. 모든 사람에게서 게놈(유전체)이 있으며, 그 조합은 사람마다 다르다. 이 게놈 조합의 대부분은 인간의 건강에 미치는 영향이 없지만 나머지 일부가 그 보유자의 행동 및 환경과 맞물리면서 건강에 영향을 미칠 수도 있다.

연구자들은 환자의 게놈 변이가 어떤 특정 질병과 연관되어 있는지 알기 위해 전장유전체 연관성 분석(Genome Wide Association Study, GWAS)을 실시한다. 특정 질병을 지닌 여러 환자의 게놈 서열을 파악해 공통적인 변이가 있는지 알아내는 것이다. 만약 그런 것이 있다면 이는 향후 진단에 사용될 수 있다. 최초의 GWAS는 2005년에 노인황반변성 환자들을 대상으로 실시됐다. 여기서 게놈 중 두 군데의 단일 뉴클레오티드 변이가 노인황반변성과 연관돼 있음이 드러났다.

또한 이러한 기법을 통해 질병 위험 평가도 가능하다. 하나 또는 여러 유전자에 기반한 특정 질병의 발병 가능성을 예측할 수 있는 것이다. 따라서 의사들은 환자들의 병이 나타나기 전에 예방 조치를 취할 수 있다. 예를 들어 환자에게서 2형 당뇨병을 유발할 가능성이 높은 DNA 변이가 관찰되었다면, 의사는 2형 당뇨병의 발병을 억제하는 생활습관을 처방할 수 있는 것이다. 이러한 맞춤형 의료의 발전으로 인

↓
생명의 설계도인 게놈(유전체)에 대한 이해는 맞춤형 의료의 귀중한 단초를 제공했다.

해 개인과 유전체에 최적의 치료를 해 줄 수 있다. 이로써 질병의 조기 진단 치료 및 더욱 효과적인 의약품·요법 개발도 가능해질 것이다.

이는 결코 먼 미래의 일이 아니라 지금 벌어지고 있는 현실이다. '23앤드미' '내비제닉스' '일루미나' 등의 사설 기업들은 이미 고객을 위해 게놈 서열 분석을 해주고 있다. 그러면 이 정보를 토대로 여러 치료 방법에 대한 효과를 예측할 수 있고, 더욱 효과적인 질병 치료 처방을 할 수 있는 것이다.

암 정복까지도 노리는 맞춤형 의료

약물유전체학이야말로 이러한 연구 영역 중에서도 대표적이다. 개인의 유전 정보를 통해 더욱 개인에게 특화된 약을 조제할 수 있는 것이다. 대부분의 대량생산형 의약품들은 모두에게 동일한 효과를 낸다는 전제로 설계 및 조제된다. 그러나 임상에서는 실로 다양한 요인에 따라 약효가 차이가 나는 것이 현실이다. 환자 개인의 유전체 정보를 토대로 정밀 조제된 의약품이라면 역효과를 방지하고, 정량을 투여하며 약효를 극대화할 수 있다.

개인 유전체 정보에 기반한 맞춤형 의료는 의약품 개발 및 사용에도 중요한 역할을 할 수 있다. 예를 들어 환자들의 유전체 정보를 자세히 알면 임상 시험의 최종 단계에 포함될 환자를 고르는 데 결정적인 도움이 된다. 예를 들어 의약품과 유전체적으로 맞지 않는 환자를 걸러낼 수 있다. 이에 따라 실험의 시간적·예산적 규모를 간략화할 수 있고, 의약품의 역효과로부터 소비자들



을 안전하게 지킬 방법도 알아낼 수 있는 것이다. 또한 대부분의 사람에게 효과가 낮은 의약품도, 유전체적으로 특수한 사람에게 효과가 있다는 것이 입증되면 식품의약품안전처 같은 규제 당국의 승인을 얻기도 쉬워지는 것이다.

또한 맞춤형 의료로 만들어진 의약품은 환자 본인에게 최적화되므로, 최적의 요법을 파악하기 위해 흔하게 사용되던 시행착오식 요법의 필요도를 낮출 수 있다. 이로써 치료 시의 시간과 비용을 절감하고 치료 정확도도 상승시킬 수 있다. 환자의 유전체 변이를 발견하기 위해서는 고속대량 스크리닝, 표현형 스크리닝 등의 기법이 쓰이고 있다. 알라크리스 테라노틱스, 퍼소믹스, 플래티론 헬스, 노바티스, 온코DNA, 파운데이션 메디신 등 여러 제약 기업은 이런 기법을 사용해 맞춤형 의 약품을 개발하고 유전학 연구를 진행하고 있다.

맞춤형 의료의 예방 및 치료에서 특히 두각을 발휘할 수 있는 질환은 호흡기 질환과 암이다. 호흡기 질환 중 천식, 만성 폐쇄성 폐질환, 특발성 폐섬유증, 폐암 등은 발병률과 사망률이 높다. 이 때문에 조기 진단을 통한 발견이 무엇보다도 중요하다. 그러나 초기에는 거의 증상이 없기 때문에 적시에 잡아낼 수 없는 경우가 많다. 다행히도 최근 발전된

맞춤형 의료를 통해 개인은 물론 사회 전체의 보건도 증진될 수 있다.



맞춤형 의료는 이러한 주요 호흡기 질환에 대한 대책을 크게 강화시켰다.

또한 암에 관해서도, 암 유전체학의 발전으로 인해 암에 대항할 맞춤형 의료의 연구가 상당 부분 진행됐다. 고속대량 서열분석 수단을 통해 암과 연관된 유전자를 특정, 병리학적 이해도를 높이고 해당 유전자 변이에 대한 대응능력이 극대화된 항암제 개발에 기여했다.

그리고 앞에서도 언급했듯이 맞춤형 의료를 통해 개인 건강뿐 아니라 공공 보건도 향상시킬 수 있다. 많은 사람들의 게놈 서열 분석을 통해 여러 질병에 취약한 사람을 골라내 예방 조치가 가능하기 때문이다.

화려한 약속 이면에는 숨은 문제점도

하지만 뭐든 빛이 있으면 그림자가 있기 마련이다. 맞춤형 의료의 융성하면서 여러 문제점도 지적되고 있다.

우선, 적절한 법적 규제에 관한 문제다. 맞춤형 의료는 아직 융성한 지 얼마 되지 않은 장르다. 그래서 미국식품의약국(FDA)은 지난 2013년 10월 발표한 보고서를 통해, 맞춤형 의료에 필요한 유전자 및 생체 표지자 정보의 통합적 관리가 필요하다고 주장했다. 또한 이 보고서에서는 개인 맞춤형 의약품의 기존 의약품 규제의 틀 안에 맞추기 위해 과학적 기준, 연구 방법, 참조 자료 등을 준비해야 한다고 밝혔다. 예를 들어 여러 게놈 서열 분석 플랫폼의 타당성과 신뢰성을 입증하기 위한 게놈 참조 자료 실 같은 것이 필요하다는 것이다.

맞춤형 치료에는 다른 의약품과 마찬가지로 지식재산권 등도 중요한 문제로 대두





된다. 특히 맞춤형 치료는 유전체를 사용하므로 이는 더욱 중요하다. 2013년 미국 대법원은 인간이 자연적으로 가지고 있는 유전자에는 특허를 줄 수 없으나, 인공적으로 제조 및 편집된 합성 DNA에는 특허를 줄 수 있다고 판시했다. 따라서 미국 특허청은 기존의 맞춤형 의약품의 특허법 관련 문제들을 검토하고 있다. 그러나 이러한 시기에 반대하는 의견도 있으며, 이는 향후 맞춤형 의료 연구의 장애물이 될 것이다.

이의 연장선상에 있는 환자의 사생활 및 비밀 보호야말로 맞춤형 의료가 환자 보호라는 측면에서 타개해야 할 가장 큰 문제일 것이다. 물론 개인의 유전 정보 보안 문제도 중요하다. 그러나 유전자 검사 후 유전적으로 취약한 것으로 알려진 질병에 걸린 환자, 또는 유전자 검사를 통해 현재로서는 질병을 고칠 방법이 없다고 판명된 환자들이 받을 심리적 타격도 의외로 중요하게 꼽힌다. 또한 직접 유전자 검사를 받지 않은 환자 가족들이 환자의 검사로 인해 겪게 될 심리적 문제도 중요하다. 이들에게 환자의 유전자 검사 결과를 알려줘야 하는가? 만약

알려줄 경우 이들이 어떤 심리적인 영향을 받게 될 것인가? 더 나아가서 유전자 검사 결과로 인한 취업과 보험 가입상의 불이익, 특정 민족 집단이나 인종 집단에 대한 유전자 검사 결과가 가져올 사회적 파장에 대해서도 신경 써야 하는 부분이다. 자칫 하다가는 차별과 갈등의 소지를 줄 수 있기 때문이다.

이러한 문제점이 있음에도 불구하고 맞춤형 의료는 유전학 발전에 따라 더 널리 퍼져나가고 발전할 것이다. 기술만 발전되는 것이 아니라 여러 제반 문제를 해결해 나가면서 맞춤형 의료의 장점은 살리면서 단점은 최소화해야 할 것이다.

↑
맞춤형 의료는 환자 정보 보호를 비롯한 여러 가지 문제도 물고 올 것이다.

영화 '데드풀'과 첨단 재생의료 기술

마블 '엑스맨 유니버스'의 스핀오프 격인 영화 '데드풀'. 잔인한 블랙 코미디로만 보이는 이 작품에도 알고 보면 생명체의 자체 치유 능력 이용에 대한 과학적 힌트가 숨어 있다.



양 손목이 부러진 데드풀. 하지만 모든 부상을 자체 치유할 수 있는 데드풀에게 이 정도는 부상도 아니다.

'마블 세계관'에 심취한 팬이라면 아마 이 영화까지 챙겨봤을 것이다. 영화 '데드풀'. 전형적인 안티 히어로 블랙 개그물이다.

주인공인 데드풀(라이언 레널즈 분)의 본명은 웨이드 윌슨. 불명예 전역한 특수부대 출신 용병인 그는 말기 암에 걸리게 된다. 살기 위해 항암제 임상시험에 지원하게 되지만, 그 실험의 실체는 악당들의 돌연변이 인간 생산 계획 '웨폰 X'였다. 윌슨은 잠재돼 있던 돌연변이 유전자를 다양한 스트레스로 각성시키는 실험으로 인해

암을 이기게 되고, 그것도 모자라서 자기 몸에 생긴 어떤 상처도 다 치유할 수 있는 실질적인 불사신을 얻게 된다.

그러나 세상에 공짜는 없는 법이다. 그런 능력을 얻은 댓가로 윌슨의 온 몸에는 흉측한 화상 흉터 같은 것이 생기고 말았다. 윌슨은 흉터를 없애고, 헤어진 애인 바네사(모레나 바카린 분)와 재회하기 위해 임상시험을 진행했던 과학자 프랜시스(에드 스크레인 분)를 찾아 나서는데... 과연 그의 운명은?

사실 누구나 한 번쯤 데드풀과 같은 자연 치유력을 갖기를 바랐을 것이다. 그리고 사실 어찌 보면 자연계에서는 데드풀과 같은 치유 및 재생 능력을 가진 생물과 같은 치유 및 재생 능력을 가진 생물을 어렵지 않게 만나볼 수 있다. 교과서에도 실려 있던 '플라나리아' 같은 생물은 두 토막으로 자르면 아예 두 개의 개체로 재생되기까지 한다. 그러나 유감스럽게도 사람에게에는 이만 한 능력은 없다. 왜 없는 것일까?

그것은 진화적 측면에서 설명할 수 있다. 잘린 사지를 재생하는 것보다는 잘린 사지를 내버리고, 대신 상처를 빠르게 아물게 하는 편이 감염 또는 출혈로 인한 사망 등의 위험이 적기 때문이다. 좀 더 구체적으로 말하자면 동물에게는 세포를 이어주는 섬유상 연결 단백질인 콜라겐이 있다. 정상 조직에서 콜라겐은 십자형으로 배열돼 있으나 반흔 조직(흉터)에서는 11자형으로 배열돼 있다. 즉, 정상 조직의 형태가 한 조각의 직물과 같다면, 반흔 조직은 두 조각을 꿰매어 붙인 형태의 직물과 같다는 것이다. 꿰매기는 새로 짜기보다 쉽다. 즉, 새 조직을 짜는 것보다 잘린 조직을 내버리고 상처를 신속히 봉합하는 것이 더 빠른 것이다. 때문에 인간을 포함한 대부분의 생물 종은 재생을 포기하고 신속한 치유를 이루는 쪽으로 진화해 왔다.

그렇다면 인간은 신속한 조직 재생을 영원히 포기할 수밖에 없는 것일까?

D E A D P O O L



장기와 사지 재생은 물론 암 치료 까지 도전하는 첨단 재생의학

그림에도 불구하고, 영화 속에서 잘린 팔을 재생해 내는 데드풀과 같은 시도를 하는 사람들이 현실에도 있다.

미국 터프츠대의 마이클 레빈을 비롯한 여러 연구자들은 인간의 세포 내외에는 유전자 발현의 시동 지시 기능을 하는 미세한 생체전기 신호가 있다고 주장하고 있다. 이러한 이론을 검증하기 위해 레빈은 세상에서 가장 작은 통로인 이온 채널을 관찰했다. 이온 채널은 모든 세포의 표면에 있는 속이 빈 단백질이다. 그리고 대전된 분자인 이온이 이 단백질을 통해 세포 안팎으로 출입하면서 세포의 극성과 전압 구배를 바꾼다. 전압구배란 인체의 전압 차이를 말한다. 이온의 흐름을 조절하는 것은 이온 채널 안의 작은 문이다.

이 문은 특정한 신호에 따라 열리고 닫힌

다. 충분히 많은 문이 열려 있으면 이온이 세포 내에 가득 차게 되고 전하가 바뀐다. 레빈은 신경독 등의 미세 도구를 사용해 이 채널을 쉽게 열거나 닫을 수 있다. 그래서 세포 내에 이온을 채울 수도 있고 이온이 들어가지 못하게 할 수도 있다. 즉, 세포의 생체 전기 신호를 바꿀 수 있는 것이다.

그는 이러한 기법을 이용해 개구리의 다리를 재생하기도 하고, 다리가 6개 달린 개구리 등 자연에서 절대 있을 수 없는 생물체를 만들기도 했다. 모든 세포의 표면에 수백 개의 이온 채널이 있다. 그러나 이중 전압구배를 조절하는 것은 한두 개 정도다. 예를 들어 장기가 정확한 위치에서 성장하게 정하는 주제어 노브는 4개뿐이다. 이중 한두 개를 조작하면 어떤 곳에서도 장기가 자랄 수 있다.

레빈은 환부를 특수 용액에 담가, 대전된 이온이 환부 세포를 가득 채우도록 했다. 이 용액에는 신체의 이온 채널을 조작하는 의약품이 들어 있다. 이온 채널을 조작하면 세포의 생체 전기 신호가 변화, 생물체의 소프트웨어라 할 수 있는 유전자의 활동과 방향에 영향을 미친다. 유전자가 세포 분열 신호를 내면, 폭포 효과가 일어나 신체는 잘린 부위를 자라나게 한다. 용액에 담근 시간은 1시간이었다. 그로부터 8일 후 새로운 꼬리가 생겨났다. 잘린 사지도 24시간 동안 용액에 담그니 6개월 후 완전하게 자라났다. 물론 양서류에 비해 혈압이 높고 성장 속도가

느린 인간에게 적용하기에는 아직 문제가 있지만 말이다.

이러한 연구는 마치 데드풀의 암을 고친 것처럼 언젠가 암도 치료할 수 있을 것이다. 2016년 3월 그는 동료들과 함께 개구리에게 빛을 쬐어 생체 전기 신호를 조작함으로써 암 종양을 치료, 뉴스의 1면을 장식했다. 레빈에 따르면 여러 암 종양은 생체 전기 신호가 잘못돼 있다. 이는 대규모 세포 탈분극의 형태로 나타난다. 레빈은 이 불안정한 신호가 종양을 성장 및 확산시킨다고 믿고 있다. 즉, 언젠가는 화학요법 대신 일탈한 세포를 달래어 정상 세포로 되돌리는 방식의 암 치료 방식이 나올 수 있는 것이다.

약물이나 방사선 등 외부의 자극을 이용하는 요법은 나름의 부작용을 지니고 있다. 생물체의 자체 치유력과 재생력을 이용하는 요법이 장차 의학의 주류로 자리 잡기를 바란다.

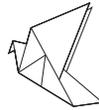


1, 2 재생의학 연구자인 마이클 레빈과 그가 만든 다리 7개짜리 개구리.

R&D 관련



구인 및 구직



연구개발(R&D) 관련 직종의 구인 및 구직을 소개합니다.
R&D 관련 직종(연구직, 기획, 관리, 홍보 등)의 구인 및 구직
관련 자료(구인공고, 자기소개서)를 이메일로 보내주세요.



보낼 곳 eco_news@naver.com
문의 042-712-9421,
'이달의 신기술' 담당
김은아 기자

(주)디앤엠솔루션즈(cadworks.co.kr)

설계, 분해분석, 연구소 각부문 인재 채용

- **담당업무**: 자동차 부품설계 및 분해분석(CATIA, DESIGN(ETC TOOL), GEOMAGIC, 차량설계, 부품설계, 분해분석, SCAN, 개발연구, 일반연구, 전기·전자·제어, ETC
- **응모자격 및 우대사항**: 설계-설계 Tool 사용 가능자(CATIA 사용 우대), 분해분석-차량 정비 및 검사, 기타 경력 있을 시 우대, 학력 무관, 연구소 학사이상 석사우대, 화성·수원지역 근무 가능자(타 지역 거주자 가솔라 제공), 남자의 경우 병역 필 혹은 면제자, 해외여행에 결격 사유가 없는 자
 - **근무형태**: 정규직
 - **근무처**: 경기 화성 및 수원
 - **모집기간**: 상시 채용
- **지원방식**: 홈페이지(http://cadworks.co.kr/sub/sub_0303.php) 온라인 입사지원

SK㈜C&C(cc.sk.co.kr)

Cloud Architect R&D 및 상품 개발 채용

- **담당업무**: K&S 기반 Hybrid·Multi Cloud R&D 및 상품 개발
- **응모자격 및 우대사항**: Docker·K&S 기반 개발 유경험, AWS, MS, Google, IBM의 K&S Cloud Service 활용 경험, SI 개발 경험, IBM, MS, AWS IaaS 아키텍처 수립, Microservice 개발
 - **근무형태**: 정규직(경력)
 - **근무처**: 경기도 성남시 분당구
 - **모집기간**: 상시 채용
- **지원방식**: 홈페이지(<http://recruit.skcc.co.kr/>) 온라인 입사지원



이남전자(주)(aname.co.kr)

이남전자 한국R&D센터 연구지원팀 채용

- **담당업무**: 일반사무-예산관리, 통관운송, 전표처리, 근태입력, 비품관리 등, PL(Parts List) 관리-회로팀 PL 입력(Item Master 등록, PL 업로드 및 수정 변경, 신모델 투자비 등록 및 관리, 이벤트 자재 수급)
- **응모자격 및 우대사항**: 고졸 이상(상경 계열), MS Office 활용 및 문서 작성 능력 우수자, 전산회계 관련 자격 우대, ERP 사용 경험자 우대
- **근무형태**: 정규직
- **근무처**: 서울 구로구
- **모집기간**: 8월 4일까지
- **문의전화**: 02-6424-4792

(주)금영엔터테인먼트(keumyoung.kr)

R&D센터 연구원 채용

- **담당업무**: 소프트웨어 개발
- **응모자격 및 우대사항**: 학사 이상(응용소프트웨어공학, 전산학·컴퓨터공학, 정보·통신공학), 경력 4년 이상, C/C++ 중급 이상, 임베디드 시스템 FW 개발 가능자(리눅스 프로세서 지식 보유), HW Debugging 가능자, MCU 개발 가능자, 브로드컴 프로세서 개발 경험자
- **근무형태**: 정규직
- **근무처**: 서울 용산구
- **모집기간**: 8월 16일까지
- **문의전화**: 02-6390-2344



69호 정답 및 당첨자

아마존



임미현, 이호준, 박세라, 최석준, 임주희

USB 플라스틱 미니 선풍기



※ 퀴즈 정답은 eco_news@naver.com으로 보내주세요.
독자선물은 교환, 환불이 불가합니다.
주소 불명 등으로 반송 시 재발송하지 않습니다.

선진국은 역사 이래 처음으로 '□□□시대'라는 사회 변화를 경험하고 있다. 이러한 인구 구조의 변화는 4차 산업혁명을 일으키는 근원적인 사회적 수이다. 특히 우리나라는 OECD 국가 중 가장 빠른 속도로 □□□사회에 진입하고 있지만 헬스케어산업은 2017년 기준 세계 시장의 1.2%를 차지하며 세계 9위의 후발주자로 머물러 있다. 다가오는 □□□사회를 개척할 헬스케어산업에 집중투자해 주력산업으로 키우고, 나아가 전 세계에 보급해 우리나라를 신성장동력을 갖춘 건강하고 행복한 나라로 만들 수 있기를 기대한다. □□□에 들어갈 적합한 어휘는 무엇일까요?

2019 산업기술혁신사업 연구지원전문가 제도 안내

도입목적

R&D 성과 제고를 위한 연구몰입 분위기 조성 및 R&D 분야 일자리 창출을 위한 연구 지원 전문인력 양성 필요에 따라 연구지원전문가 제도 도입(2011. 8) 및 지식경제 R&D교육센터 설립(2012. 7)

관련제도

정의 중소기업에서 기존 인력 또는 신규 채용을 통해 연구비 관리 정산, 지적 재산권 관리, 보고서 작성, 물품기자재 구매 및 관리, 데이터 관리 등을 담당하는 R&D 지원 인력으로서 한국산업기술평가관리원이 실시하는 소정의 교육을 완료한 자

※관련근거 : 산업기술혁신사업 사업비 산정, 관리 및 사용, 정산에 관한 요령 제2조(용어의 정의) ①항23호(산업통상자원부 고시 제2018-89호(2018. 4. 30.))

주요내용 연구지원전문가 인건비는 간접비의 인력지원비에서 기업당 1명에 한해 지원하되, 신규 채용 인력은 급여총액의 100%, 기존 인력은 급여총액의 50% 이내 현금 계상 가능

교육안내

- 교육과정 - 기본과정(연구지원전문가 수료증 발급 과정)
- 교육대상 - 대한민국 국민은 누구나 신청 및 수강 가능
- 교육신청

산업기술 R&D 정보포털(iTECH)

iTECH(<https://itech.keit.re.kr>)

고객(교육)센터

R&D 교육센터

교육신청

※교육 신청 안내는 회원 e메일 및 교육센터 내 공지사항 참조

- 교육형태 - 온·오프라인 교육 병행

온라인 선수강

5과목 35차시
(1차시 25분 내외)

오프라인 수강

2일 6과목 10시간,
수료시험 1시간

- 교육장소 - 대구, 서울, 대전, 광주 등
- 참고 - 2019년부터 교육신청, 교육수강 및 시험, 수료증 발급까지 전 과정을 온라인화할 예정



채용마당 운영

연구지원전문가 수료생 대상 채용정보 게시판으로 연구지원전문가와 기업 채용 담당자 간 소통을 통한 취업 연계 방식으로 운영

- ① iTECH(<https://itech.keit.re.kr>)
- ② 고객(교육)센터
- ③ R&D 교육센터
- ④ 연구지원전문가 채용마당

수소경제, 인공지능, 빅데이터산업 선도적 투자

산업통상자원부(이하 산업부)는 혁신성장 3대 전략투자 분야인 수소경제 · 인공지능 · 빅데이터산업 육성을 위해 400억 원 규모의 '혁신성장 전략투자펀드'를 조성한다고 발표했다. 산업부는 2009년 이후 산업기술정책펀드를 통해 신산업 육성을 위한 선도적 투자를 진행해 왔으며, 올해는 기존 산업과의 연계 · 융합을 통해 혁신성장을 선도할 수 있는 수소경제 · 인공지능 · 빅데이터산업을 투자 대상으로 선정했다. 특히 이 펀드는 기업의 현재 영위 업종과 무관하게 투자금을 혁신성장 전략산업 육성에 필요한 R&D, 인력 채용, 설비 구축 등에 사용하는 경우 주목적 투자로 인정받을 수 있도록 해 신산업 진입을 추진하는 기업의 신속한 업종 전환과 새로운 비즈니스 모델 개발을 지원할 수 있을 것으로 기대된다. 또한 산업부는 외부 기술 도입과 개방형 혁신성장을 촉진하기 위해 지난해 11월 발표한 GIFT 1호 펀드를, 당초 결성 목표액보다 40억 원을 초과한 1040억 원으로 결성 완료하고 7월부터 기업을 대상으로 한 투자가 본격적으로 시작된다고 밝혔다. 한편, 산업부는 펀드를 통한 단순 자금 조달을 넘어 기업의 역량 강화를 지원하기 위해 한국산업기술진흥원을 중심으로 업종별 IR, 기업-벤처캐피털 심사역 간 일대일 투자 상담, 찾아가는 지역 설명회 등 다양한 연계 사업을 추진하고 있다. 올해는 기업 성장을 위한 '투자유치 가이드북'을 제작해 무료로 배포할 예정이며, 찾아가는 지역 설명회는 8월부터 진행된다.

문의처 산업통상자원부 산업기술시장혁신과(044-203-4543)

ATC(우수기술연구센터) 기업, 청년 채용 선도

산업통상자원부는 '우수기술연구센터(이하 ATC) 기업 1만 명 청년 채용 다짐 선언식'과 '마이스터고 학생 취업박람회'를 6월 12일 동대문디자인플라자에서 개최했다. ATC 사업은 기술 역량이 높은 기업 부설연구소를 ATC로 지정하고 기술 개발을 지원하는 사업으로, 2003년부터 2018년까지 518개를 지정했다. 이날 183개의 ATC 수행 기업은 '청년 채용 다짐 선언식'에서 올해 2100명의 청년을 신규 채용할 계획이라고 밝혔다. 이는 'ATC 기업 1만 명 청년 채용 다짐 선언식' (2008.7.18)에서 발표한 청년 채용 계획을 계속 추진하는 것으로, 2018년에는 목표(2045명) 대비 39.2%를 초과 달성한 2847명을 신규 채용한 바 있다. 또한 같은 장소에서 뷰웍스(주) 등 47개 ATC 기업은 서울로봇고 등 18개 마이스터고 학생 1000여 명을 대상으로 취업박람회를 실시했다. 이 취업박람회는 창의적이고 잠재력이 넘치는 마이스터고 학생을 R&D 역량이 우수한 ATC 기업에서 우수한 현장 인력으로 채용하고 나아가 현장 경험이 풍부한 미래 기술명장으로 육성하기 위한 목적으로 실시했다. 산업부 관계자는 "작년에 마련한 청년 고용 R&D 3종 패키지 등 청년 일자리 창출을 위한 정책이 성공적으로 시행되고 있다"면서 "이번 행사는 R&D 우수 기업의 청년 일자리 창출을 선도하는 계기가 될 것으로 기대한다"고 밝혔다.

문의처 산업통상자원부 산업기술개발과(044-203-4534)

'이달의 신기술'은 여러분의 의견에 항상 귀 기울이고 있습니다. 관심 있는 콘텐츠, 사업화에 유망하다고 생각하는 신기술을 비롯해 추가됐으면 하는 내용, 바라는 점 등이 있다면 많은 참여 바랍니다.

042-712-9215 jsung2@keit.re.kr

JULY 2019

정기구독 안내



계좌번호

038-132084-01-016 기업은행
1005-102-350334 우리은행

전화

02-360-4845

구독료

50,000원 (연간)

온라인 신청

<https://goo.gl/u7bsDQ>

이메일 접수

power96@hankyung.com

VOL.
70

산업통상자원부 산하 한국산업기술평가관리원, 한국산업기술진흥원, 한국에너지기술평가원, 한국공학한림원 등 R&D 대표기관 및 최고 권위인 공학기술자단체가 공동으로 발행하는 <이달의 신기술>



기술강국코리아를 향한 R&D지원 글로벌 리더 *Keit*



R&D 골든타임을 찾다! -기획-

-평가- R&D 가치를 높이다!

-관리- R&D 성과를 창출하다!