

# 디지털이 이끄는 바이오 대전환, 디지털 바이오

양문희 정보통신기획평가원 미래전략팀 선임

## 1. 머리말

바이오 산업은 의료, 농업, 에너지 등 다양한 분야에서 광범위하게 활용되는 분야다. 이는 최근 인구 고령화, 기후변화처럼 인류가 직면한 어려움에 대응할 수 있는 중요한 수단으로 부각되고 있다. 특히, 바이오 산업의 역할이 코로나19 팬데믹 상황을 겪으며 더욱 강조됐고, 향후 유사한 위협에 대응하기 위해 바이오 분야에 대한 투자가 증가하는 추세다.

바이오 산업의 성장과 확장은 디지털 기술과의 결합을 통해 가속화되고 있다. 2000년대 게놈 프로젝트를 기점으로 생물학적 데이터를 처리하는 데 전산학이 사용됐다. 이를 통해 바이오 산업에 정보기술이 접목된 '디지털 바이오'라는 새로운 영역이 탄생했다. 인간 유전자의 복잡한 정보를 효율적으로 분석하고 연구하기 위해 컴퓨터가 활용되기 시작한 것이다.

디지털 기술이 급속히 발전함에 따라 바이오 산업의 혁신도 가속화되고 있다. 디지털과의 융합을 통해 바이오 산업의 기존 방식이 개선되는 동시에 디지털 치료제, BCI(Brain Computer Interface, 뇌-컴퓨터 인터페이스), 인공지능 신약 개발 등 새로운 영역으로 확장되고 있다. 이러한 확장은 디지털 기술과 바이오산업의 융합이 가져올 파급력을 명확하게 보여주며, 바이오 산업의 미래 발전 방향을 제시하고 있다.

본고에서는 디지털 바이오 시장의 글로벌 환경변화와 주요 산업 현황에 대해 중점적으로 살펴보고자 한다.

## 2. 디지털 바이오를 둘러싼 글로벌 환경변화

### 2.1 바이오 산업 전반의 디지털 전환 가속화

디지털 기술이 전 산업에 적용되면서 모든 분야에서 디지털 기술로 인해 급격한 혁신이 나타나는 DX(Digital Transformation, 디지털 대전환) 시대에 들어섰다. 이러한 변화는 산업 간 경계를 넘어서며, 기존 산업의 현대화와 더불어 신산업의 등장을 촉진하는 주요 원동력으로 자리잡고 있다.

인공지능, 클라우드 컴퓨팅, 빅데이터 등 디지털 신기술은 산업을 재구성하고, 생산성과 효율성의 급격한 향상을 가져오는 구심점이 됐다. 이러한 기술들은 흩어져 있던 데이터를 통합하고 활용함으로써 기존산업 시스템의 비효율성을 개선했다. 또한, 데이터 분류와 학습을 통해 최적의 결정을 도출하는 인공지능의 발전은 서비스 지능화와 개인화를 가능하게 했다.

디지털 기술의 활용은 바이오 산업에서도 광범위하게 이뤄지고 있다. 바이오 연구 개발의 정확

도를 높이고, 개발 기간을 단축시키며, 자원 투입을 줄이는 등 변화를 이끌고 있다. 인공지능을 활용한 정밀 의료, 소프트웨어 기반 디지털 치료제, 데이터 분석을 통한 전염병 확산 관리 등을 통해 바이오 산업 전반에 걸쳐 혁신을 촉진하고 있다.

특히, 바이오 산업이 가진 한계를 극복하는 데 디지털 기술이 큰 역할을 하고 있다. 주로 많은 양의 데이터를 분석해야 하는 기존 바이오 산업은 연구 개발에 높은 비용이 요구되고 성공률이 낮다는 한계가 있다. 그런데 최근 인공지능, 빅데이터 등 디지털 기술은 연구 기간을 현저히 단축시키고 효율성을 크게 증진시켜 한계를 극복하고 있다. 예를 들어, 연구자 수십 명이 몇 년에 걸쳐 해야 할 대규모 논문 조사와 화학물 탐색을 단 하루 만에 인공지능으로 수행할 수 있다<sup>1)</sup>.

## 2.2 바이오 산업을 주도하는 디지털 바이오

글로벌 바이오 시장은 약 2조 9백억 달러 규모로, 주요 산업군인 반도체, 석유화학, 자동차 산업의 총합과 맞먹는다. 특히, 바이오 헬스 분야는 연평균 5.4% 성장률을 기록하며 2027년까지 지속적인 성장이 예상된다.

디지털 바이오는 기술의 특성을 통해 기존 방식 개선과 새로운 분야 창출, 크게 두 가지로 구분할 수 있다. 먼저, 기존 방식 개선은 디지털 기술을 활용해 기존 방식의 효율성 혹은 효과성을 높이는 방법으로, 인공지능 신약 개발, 유전자 편집 기술 등의 분야가 포함된다. 새로운 분야 창출은 바이오와 디지털의 융합을 통해 이전에는 없던 신시장을 창출한 것으로, BCI, 디지털 치료제 등의 분야를 예로 들 수 있다. 기존 한계를 극복하고 신시장을 창출하는 디지털 바이오로 인해 산업의 지평이 확대되고 있다.

본고에서는 대표적인 디지털 바이오 분야인 디지털 치료제, 뇌-컴퓨터 인터페이스, 인공지능 신약개발을 중심으로 탐색할 것이다.

<표 1> 디지털 바이오 분류

분류 기준		분야
새로운 방식	최첨단 기술 연계	BCI, 메디컬 트윈 등
	기존 한계 극복	디지털 치료제, 전자약 등
기존 방식개선	효율성 증대	인공지능 신약개발, 마이크로바이옴 등
	효과성 증대	유전자 편집 등

자료: 삼성KPMG(2023), 재구성

## 3. 디지털 바이오 주요 산업 현황

### 3.1 디지털 치료제

디지털 치료제는 소프트웨어를 활용해 질병을 치료, 관리하는 의료기기다. 특히, 코로나19 팬데믹이 발생한 이후, 감염에 대한 우려로 병원 방문을 꺼리게 되면서 언제 어디서나 접근 가능한 디지털 치료제에 대한 관심이 증가하는 추세다.

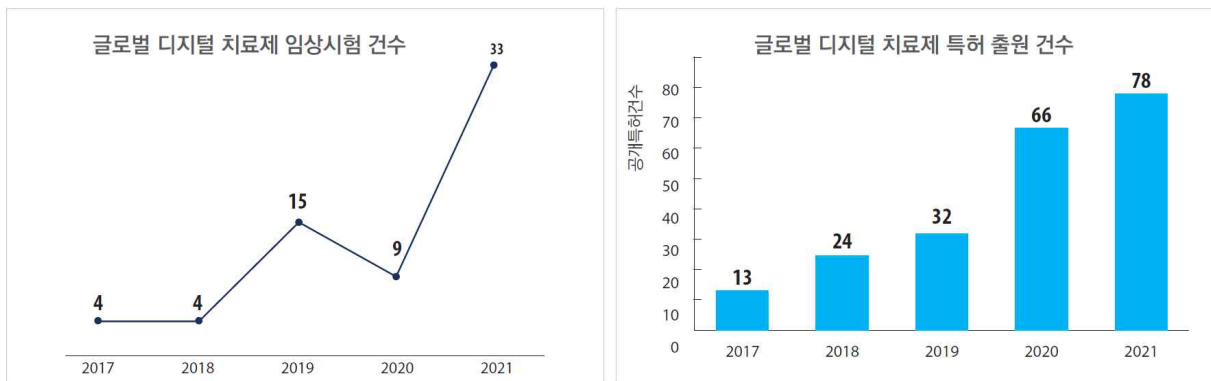
또한, 비대면 서비스가 일상화되면서 디지털 방식치료에 대한 저항감이 줄어들고 있으며, 이는 디지털 치료제 시장의 성장을 촉진하는 새로운 기회로 작용하고 있다. 더불어 우울증 등 정신질

<sup>1)</sup> ASTI MARKET INSIGHT 2022-135 AI 신약 개발(한국과학기술정보연구원, 2023.2)

환을 앓는 환자가 증가하면서 개인 맞춤형 치료와 관리가 가능한 디지털 치료제의 필요성이 더욱 높아지고 있다.

이에 따라 디지털 치료제 연구개발이 활발히 진행되고 있다. 실제로, 2019년 대비 2021년에는 임상시험 건수가 15건에서 33건으로, 특히 출원 건수는 32건에서 78건으로 대폭 증가했다. 이는 디지털 치료제 분야의 빠른 성장과 혁신을 상징하는 지표로 볼 수 있다.

디지털 치료제 시장은 비대면 의료 서비스의 확대와 함께, 개인화된 서비스를 중심으로 한 성장이 예상된다. 특히, 디지털 의료 서비스의 보급이 증가하고 예방 중심 의료 패러다임이 강조되면서, 글로벌 디지털 치료제 시장은 2022년 38.8억 달러에서 2030년까지 173.4억 달러<sup>2)</sup>까지 급성장할 것으로 예측된다.



자료: (좌) 국가생명공학정책연구센터(2022), 재구성 / (우) 프로스트앤설리번(2021), 국가생명공학정책연구센터 재구성

[그림 1] 글로벌 디지털 치료제 임상시험 및 특허 현황

이러한 성장의 배경에는 빅데이터, 클라우드 컴퓨팅 등 디지털 기술의 발전이 큰 역할을 하고 있다. 이 기술들은 데이터의 측정, 저장, 통합 관리를 용이하게 함으로서, 병원 중심의 의료 서비스에서 가정 내 케어 서비스로의 전환을 가능하게 한다.

특히, 정신질환 치료와 재활, 두 분야에서 개인 맞춤형 서비스의 활용이 본격화될 것으로 보이며, 이는 디지털 치료제 시장 성장의 주요 동력이 될 것으로 기대된다. 예를 들어, 미국 블루노트 테라퓨틱스(Blue Note Therapeutics)의 어툰(Attune)은 암환자가 항암 과정에서 겪을 수 있는 불안·우울증을 치료해주는 디지털 치료제다. 국내기업 에임메드(AIMMED)사의 불면증 치료앱 솜즈(Somzz)는 서울대병원 등 상급종합병원에서 만성 불면증 환자를 대상으로 처방되고 있다<sup>3)</sup>.

앞으로, 디지털 치료제 시장 내 경쟁은 더욱 치열해질 것으로 예상된다. 이는 의료 서비스의 디지털화가 가속화되면서, 다양한 기업들이 앞다퉀 관련 서비스를 출시하고 있기 때문이다. 최근, 빅테크 기업들도 자체적인 디지털 치료제 개발에 힘쓰고 있다. 이들 기업은 뛰어난 컴퓨팅 능력을 활용해 좀 더 효과적이고 혁신적인 치료 방법을 개발하는 데 주력하고 있다. 예를 들어, 마이크로소프트(Microsoft)는 인공지능 암진단 기업과 협력하며 인공지능을 활용한 암 진단모델 구축<sup>4)</sup>에 나섰다. 또한, 애플(Apple)은 인공지능기반 건강 코칭 및 감정추적 서비스 쿼츠(Quartz)를

2) Digital Therapeutics Market(Precedence research, 2022)

3) '서울대병원, 국내 첫 디지털 치료기기 처방...불면증 치료 솜즈'(연합뉴스, 2024.1)

4) MS 등 美 빅테크 기업, 'AI 암진단·신약 개발'에 눈독, 왜?(HIT NEWS, 2023.9)ASTI MARKET INSIGHT 2022-135 AI 신약 개발(한국과학기술정보연구원, 2023.2)

개발<sup>5)</sup>하며 적극적 행보를 보이고 있다.

앞으로, 디지털 의료 서비스의 개인화와 예방 중심접근 방식이 중요해지면서 디지털 치료제 시장은 더욱 확대될 것으로 기대한다.

### 3.2 BCI

SF에서나 볼 법한 인간과 기계의 융합이 현실에서 실현되고 있다. BCI는 사람의 뇌와 컴퓨터를 직접 연결해, 생각만으로 컴퓨터를 조작할 수 있다. BCI 기술은 두 가지 주요 방식으로 나뉜다. 하나는 두피에 직접 침을 놓는 침습형(Invasive) 접근법이고, 다른 하나는 별도의 수술 없이 헬멧 형태의 장비를 착용하는 비침습형(Non-Invasive) 접근법이다. 두 방식 중 비침습형 방식이 전자약을 포함해 전체 시장의 82%(2021년 기준)로 높은 비중을 차지하고 있다<sup>6)</sup>. BCI 기술의 발전에는 딥러닝, 머신러닝 등 인공지능 기술이 중요한 역할을 한다. 인공지능 기술은 뇌파 데이터의 학습과 분류에 있어 높은 효율성을 보이며, 뇌파 패턴을 예측하는 데 큰 도움을 준다. 예를 들어, 스위스 로잔연방공대에서는 쥐 뇌파를 실시간으로 인공지능 모델에 학습시켜 쥐가 보고 있는 프레임임을 예측하는 연구가 진행됐다. 또한, 텍사스대에서는 인간의 뇌를 자기공명영상(fMRI)으로 측정해 생각이나 상상을 문장으로 변환하는 인공지능 시스템을 개발했다.

전 세계적으로 BCI 기술에 대한 관심이 높아지면서 각국은 연구와 개발에 박차를 가하고 있다. 미국정부는 이를 지원하기 위해 국책 사업 '브레인 이니셔티브 2.0(Brain Initiative 2.0)'의 일환으로 2026년까지 총 50억 달러 규모의 투자를 계획하고 있다. 원숭이 실험으로 대중에게 주목받은 일론 머스크(Elon Musk)의 뉴럴링크(Neuralink)는 최근 인간 임상 실험을 승인받으며 활발히 연구를 이어나가고 있다. 중국도 정부 주도하에 '뇌 프로젝트'에 50억 위안을 투자하며 BCI 개발에 힘쓰고 있다. 중국 민간 기업에서는 웨어러블 형태의 비침습 BCI 기술을 개발해 실용적인 장치로 일상 속 기술의 모습을 제시했다. 이 외에도 스위스 로잔연방공대, 호주 싱크론(Synchron) 등 여러 국가의 기관에서도 BCI 기술 상용화를 위한 임상시험이 성공적으로 진행되고 있다.

국내에서도 BCI 기술의 발전과 상용화를 위해 정부와 민간 부문에서 적극적으로 지원하고 있다. 특히 민간에서는 비침습 BCI 기술을 활용한 우울증 전자약 등이 주목받고 있다. BCI 기술의 상용화가 본격적으로 이루어지면 시장이 기하급수적으로 성장할 것으로 예상된다. 글로벌 BCI 시장은 2022년 21.3억 달러에서 2032년 94.4억 달러까지 확장될 것으로 예측되며, 연평균 성장률은 약 17%에 이를 것으로 전망<sup>7)</sup>된다. 향후 BCI 기술은 의료 분야뿐만 아니라 모빌리티, 메타버스 등 다양한 산업 분야에서도 높은 활용이 가능해 활발한 성장세가 기대된다.

### 3.3 인공지능 신약 개발

인공지능 기술의 발전이 신약 개발 분야에 새로운 지평을 열었다. 인공지능을 활용함으로써, 신약 개발에 소요되는 시간과 비용이 대폭 줄어들었으며, 이는 업계의 빠른 성장을 촉진하고 있다. 과거에는 신약 개발 과정에 약 10년~15년이 걸리고, 비용도 1조 원을 초과하는 경우가 많았지만, 인공지능의 도입으로 이러한 자원 소모가 크게 감소했다. 성공률이 증가하면서 미국의 제약

5) Apple is reportedly building a paid AI health coach(The Verge, 2023.4)

6) Brain Computer Interface Market Size, Report 2023-2032(Precedence Research, 2023)

7) Brain Computer Interface Market Size, Report 2023-2032(Precedence Research, 2023)



자료: 사진 참고 뉴럴링크(2021), Medical Xpress(2023), 청년의사(2022)

[그림 2] 국내외 기업의 BCI 사례

회사들이 신약 개발에 약 520조 원을 투자했고, 이는 미국의 항공 산업보다 5배, 컴퓨터 산업보다는 2.5배 더 큰 규모다<sup>8)</sup>.

구체적으로는 생성형 인공지능 모델을 이용해 후보 물질 도출 시, 많은 양의 논문과 화학물 탐색이 단번에 가능해졌다. 또한, 임상 시험 단계에서는 최적화된 설계를 통해 시험 결과를 예측할 수 있다. 결과적으로 전통적인 방법에 비해, 인공지능 신약 개발 방법은 비용을 1/10로 줄이고 시간도 1/3로 단축시킬 수 있는 효과를 가져왔다<sup>9)</sup>.

글로벌 신약 개발 시장은 인공지능의 도입으로 연평균 45.7%의 성장률을 기록하며, 2027년에는 약 40억 달러 규모에 이를 것으로 전망된다<sup>10)</sup>. 특히, 북미지역에서 가장 높은 성장이 예상되고, 뒤를 이어 유럽, 아시아태평양 순으로 예측된다.

높은 시장 성장세만큼, 전 세계적으로 정부 주도 하에 인공지능 신약 개발이 추진되고 있다. 각국 정부는 정책 수립, 사업 지원, 예산 투입 등을 통해 시장에서의 주도권을 확보하기 위해 노력 중이다. 미국의 경우, 제약사, 의료기관 등과 함께 민관협력 인공지능 신약 개발 프로젝트 '아톰(ATOM)'을 시행하고 있다. 유럽에서는 제약사, 디지털 기업, 대학 등이 참여하는 민관협력 프로젝트 '멜로디(MELLODDY)'를 추진하는 중이다. 일본 정부는 디지털 기업, 제약사, 연구소 등 99개 기관이 참여하는 '라이프 인텔리전스 컨소시엄(LINC)'을 구성했다. 중국은 바이오 의료 산업 전반에 인공지능 활용을 전면화하겠다고 선언했다. 우리나라에서도 인공지능 신약 개발 플랫폼 사업인 'K-멜로디' 프로젝트, 범부처 국가 통합 바이오 빅데이터 구축 사업 등을 통해 적극적인 행보가 이어지고 있다.

한편, 민간에서는 기술 역량을 갖춘 빅테크 기업들이 본격적으로 진출하고 있다. 예를 들어 알파벳(Alphabet)의 경우, 자체적으로 인공지능 신약 개발자회사 '아이소모픽 랩스(Isomorphic Labs)'를 설립했다. 마이크로소프트는 세계적 제약사 노바티스(Novartis)와 함께 '노바티스 AI 이노베이션 랩(AI Innovation Lab)'을 설립해 신약개발에 참여하고 있다. 국내 기업의 경우, 카카오가 자회사 카카오브레인을 통해 인공지능 신약 설계 플랫폼 스타트업에 투자했다. 이 외에도 SK텔레콤, KT 등 통신사를 포함한 테크 기업이 유전체 분석 기업, 인공지능 신약개발사등과 협력하며 시장 진입을 꾀하고 있다. 이처럼 인공지능 기술이 신약 개발 과정에서 핵심적인 역할을 하게 됨에 따라, 빅테크 기업은 제약 시장의 새로운 강자로 두각을 나타낼 것으로 기대된다.

8) 인공지능(AI)을 활용한 신약개발 국내외 현황과 과제(한국보건산업진흥원, 2020.9)

9) 생성형 인공지능, 46일만에 신약 설계..사상 첫 임상2상 진입(한겨레, 2023.7)

10) 글로벌 이슈 파노라마 4호(한국제약바이오협회, 2023.7)

#### 4. 맺음말

본고에서는 디지털 치료제, BCI, 인공지능 신약개발 세 분야를 중심으로 디지털 바이오 산업의 현황과 시장 전반의 환경 변화에 대해 살펴보았다. 바이오산업에 디지털 기술을 활용해 기존 산업의 한계를 극복하고 신산업이 등장하는 등 지평이 확대되고 있다. 디지털 바이오 시장을 선도하기 위해서는 범부처 협력을 통한 디지털 바이오 R&D를 활성화할 필요가 있다. ICT R&D 분야에 디지털 바이오를 포함시켜 적극적인 기술 개발이 이뤄져야 한다. 산업 특성상, 보건복지부, 과학기술정보통신부, 산업통상자원부 등 여러 부처가 협력하는 사업의 확대와 강화가 요구된다. 더불어, 바이오와 디지털 분야 모두 협력할 수 있는 열린 생태계를 조성해야 한다. 디지털 기업, 바이오 기업, 의료계 등 다양한 분야 간 협력을 통해 데이터 공유, 공동기술 개발 등이 이뤄질 수 있는 환경이 필요하다.

마지막으로 디지털 기술 활용 시 발생할 수 있는 윤리적 문제와 개인정보 보호에 대한 사회적 합의가 필요하다. 디지털 치료제, BCI 등의 분야에서 환자 개인정보를 보호하기 위한 보안 시스템 구축은 필수적이다. 개인의 의료 데이터 활용과 산업적 활용 사이의 균형을 맞추기 위한 지속적인 소통의 장을 만들어 원만한 조율이 이뤄져야 한다.

이를 통해 혁신과 발전을 꾀할 수 있는 생태계를 조성하고, 우리나라가 디지털 바이오 시장을 주도하는 국가로 발돋움하기를 기대한다.

#### [참고문헌]

- [1] 김광수(2000.10), Bioinformatics의 소개와 이용, 연구개발정보센터
- [2] 생명공학종합정책심의회(2023.6), 제4차 생명공학육성 기본계획(2023~2032)
- [3] 황지나(2023.2), AI 신약 개발, 한국과학기술정보연구원
- [4] 박경수(2023.10), 헬스케어·바이오 산업의 Digital Transformation, KPMG
- [5] 조예진, 김현수(2022.7), 디지털 치료제 산업 동향 및 전망, 국가생명공학정책연구센터
- [6] Precedence Research(2022), Digital Therapeutics Market – Global Market Size, Trends Analysis, Segment Forecasts, Regional Outlook 2022-2030
- [7] 연합뉴스(2024.1), '서울대병원, 국내 첫 디지털 치료기기 처방...불면증 치료 솜즈', <https://www.yna.co.kr/view/AKR20240109125500530>
- [8] HIT NEWS(2023.9), 'MS 등 美 빅테크 기업, AI 암진단·신약 개발에 눈독, 왜?', <http://www.hitnews.co.kr/news/articleView.html?idxno=48277>
- [9] The Verge(2023.4), 'Apple is reportedly building a paid AI health coach', <https://www.theverge.com/2023/4/25/23697955/apple-quartz-paid-ai-health-coach-health-app-ipad>
- [10] Precedence Research(2023), Brain Computer Interface Market Size, Report 2023-2032
- [11] AITimes(2023.5) BCI기술 어디까지 왔나 <https://www.aitimes.com/news/articleView.html?idxno=151071>
- [12] 뉴럴링크(2021.4) 'Pager Plays MindPong', <https://neuralink.com/blog/pager-plays-mindpong/>

- [13] Medical Xpress(2023.7), 'Spiral brain-computer interface slips into ear canal with no loss of hearing', <https://medicalxpress.com/news/2023-07-spiral-brain-computer-interface-ear-canal.html>
- [14] 청년의사(2022.4), '와이브레인 우울증 전자약 처방 가능해져',  
<http://www.docdocdoc.co.kr/news/articleView.html?idxno=2022245>
- [15] 한국보건산업진흥원(2020.9) 인공지능(AI)을 활용한 신약개발 국내·외 현황과 과제
- [16] 한겨레(2023.07), '생성형 인공지능, 46일만에 신약 설계..사상 첫 임상2상 진입',  
[https://www.hani.co.kr/arti/science/technology/1098777.html?utm\\_source=copy&utm\\_medium=copy&utm\\_campaign=btn\\_share&utm\\_content=20240327](https://www.hani.co.kr/arti/science/technology/1098777.html?utm_source=copy&utm_medium=copy&utm_campaign=btn_share&utm_content=20240327)
- [17] 한국제약바이오협회(2023.7), 글로벌 이슈 파노라마 4호 'AI뉴노멀 시대의 도래와 신약개발'
- [18] 한국경제인협회, 2022.9), 주요국 신약 개발 현황 비교 및 시사점
- [19] 시타임스(2021.11), '구글 모회사 알파벳, AI 신약 개발사 아이소모픽 랩스 설립',  
<https://www.aitimes.com/news/articleView.html?idxno=141415>
- [20] 메디컬타임즈(2023.7), '인공지능+디지털 조합하는 글로벌 제약사...무엇을 노리나',  
[www.medicaltimes.com/Main/News/NewsView.html?ID=1154397](http://www.medicaltimes.com/Main/News/NewsView.html?ID=1154397)
- [21] 디지털투데이(2021.12), '카카오브레인, AI 신약 개발사 갤럭시에 50억원 투자',  
<https://www.digitaltoday.co.kr/news/articleView.html?idxno=428736>

※ 출처: TTA 저널 제212호