

4차 산업혁명을 이끄는 보건의료 빅데이터의 활용과 전망

송윤섭* · 강영남

1. 서론

산출, 소통 및 융합 과 이를 기반으로 한 지능화를 통하여 연결된 모든 것의 자율화를 추진하는데에 있다.

3차 산업혁명까지는 하드웨어 중심의 방식이었다면, 4차 산업혁명에서는 소프트4차 산업혁명은 20세기 후반 이후 정보통신기술을 기반으로 한 인터넷 확산과 정보처리 능력의 획기적 발전을 기초로 하며, IoT, 클라우드 (Cloud), 빅데이터 및 인공지능 등의 디지털화를 기반으로 물리적·생물학적 영역을 포함한 모든 영역의 경계가 없어지고 연결성이 극대화되는 한편, 융합이 가속화되어 기존과 완전히 다른 체계의 생산-소비 패러다임의 디지털 경제를 일컫는 것으로 정리될 수 있다.

산업혁명이라는 개념 자체가 기존 체제의 운영 방식을 획기적으로 고도화 및 변혁한다는 측면에서 볼 때, 1차와 2차 산업혁명은 각각 새로운 동력원의 등장으로 인한 기계의 육체노동 대체와 전기에너지로의 진화로 인한 효율성 증대를 통한

시장경제의 활성화와 관련이 깊다. 3차와 4차 산업혁명은 정보화 및 이의 진화로 인한 기계의 지식노동 대체와 이를 통한 시장경제의 재편과 관계가 깊다.

즉, 컴퓨터 및 인터넷 등을 기반으로 한 다양한 정보의 산출과 교류에 3차 산업혁명의 핵심이었다고 보면, 4차 산업혁명은 정보의 단순한 산출, 축적 및 교류에 그치지 않고, 실시간의 완전한 연결성을 통한 대량정보의 웨어에 기계를 결합하는 방식으로 이동하며, 데이터가 가치 창출의 핵심에 위치하고 있다는 것이다. 또한, 3차 산업혁명의 핵심 키워드가 IT기술을 기반으로 한 정보화, 자동화였다면 4차 산업혁명의 핵심 키워드는 초 연결 (Hyper-Connectivity) 기반의 지능화 (Intelligence)를 통한 자율화 (Autonomisation) 라고 볼 수 있다. 여기서 연결성은 물리적 공간과 인터넷상의 공간이 연결되어 다양한 데이터가 발생 및 이동되는 것이며, 지능화는 집적된 데이터의 분석 및 활용을 통해, 실제 현실의 사물 제어가 가능한 수준이 되는 것이며, 자율화는 이를 통해 제품 생산과 서비스가 자율적으로 이루어지는 것을 말한다 [1].

4차 산업 중 빅데이터는 여러 분야에서 생성 및 활용되고 있는데, 특히 주목받고 있는 분야가 보건의료 분야이다. 인구 고령화에 따른 만성병

* 교신저자(Corresponding Author): 강영남, 주소: 서울특별시 서초구 반포동 반포대로 222 가톨릭대학교 서울성모병원 방사선중양학과, 첨단융복합방사선의로기술연구소 전화: 02-2258-1526, FAX: 02-780-1279, E-mail: k3yn@catholic.ac.kr

및 퇴행성 질환의 증가로 인해 보건의료 분야에서는 빅데이터를 의료비 절감, 전염병 예방, 의료서비스의 질 향상에 활용하고자 다양한 연구들이 시도되고 있으며, 효율적인 진단 및 처치 방법의 탐색, 예후 예측 등에 효과적인 대안 제시방법이 되고 있다 [2]. 또한 인구 고령화와 만성질환 유병률의 증가로 의료비 문제와 의료서비스의 접근성 및 질에 관한 문제가 논의되면서 많은 국가에서 IT와 의료기술을 접목한 u-Health 도입을 추진하여 왔다. 이를 통해 최근에는 스마트 폰 같은 개개인이 들고 다닐 수 있는 모바일 기기를 이용해서 개인 생체 데이터를 수집하고, 데이터 마이닝 기법을 적용하여 사용자에게 피드백을 제공해주는 u-Health 기술이 개발되고 있다. u-Health는 의료비 절감 등의 사회경제적 비용감소 효과와 공공보건 의료서비스와 예방관리 보건 등의 사회정책적 효과를 기대할 수 있는 가장 효과적인 대안으로 각광받고 있다. 따라서 u-Health의 보급은 의료분야에서 많은 변화를 가져올 것으로 보고 있다.

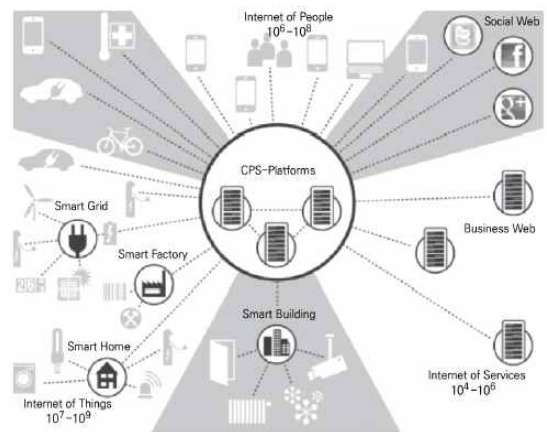
최근 이러한 u-health 서비스를 통해 생산되는 건강정보 관련 빅데이터의 관리와 활용에 대한 논의가 활발히 진행되고 있다 [3]. 컴퓨터·정보통신·통계학 등 다양한 분야에서 빅데이터 분석 프로세스에 적용하는 기술들이 개발되고 있으며 이에 의료기관에서는 의료기록 전자화로 인해 축적되고 있는 방대한 데이터를 효율적으로 저장·분석하고, 바이오 및 제약 업체에서는 실험 수행 전에 기존에 축적된 분자 정보를 기반으로 다양한 바이오 마커와 기계 학습 알고리즘을 이용해서 신약 및 치료·진단기술 개발에 빅데이터 기술을 도입하고 있다 [4].

2. 4차 산업의 의미와 활용

2.1 4차 산업의 의미

1차 산업혁명은 18세기 후반 증기기관의 발명을 바탕으로 한 기계적 생산, 2차 산업혁명은 20세기 초 노동 분업과 전력을 사용한 대량 생산, 3차 산업혁명은 전자기술과 IT를 이용한 자동생산 및 지식정보 혁명을 말한다. 현 시점에 이르러서는 사이버 (Cyber)와 물리 (Physics)가 융합된 사이버-물리 시스템 (Cyber-Physics System, CPS)을 이용한 4차 산업혁명이 대두되고 있다 [5].

2016년 스위스 다보스에서 열린 ‘세계경제포럼’에서 처음 언급된 4차 산업은 ‘3차 산업혁명을 기반으로 한 디지털과 바이오 산업, 물리학 등의 경계를 융합하는 기술혁명’이라고 소개되었다. 현시대의 자동화, 데이터 교류 및 제조 기술을 포함하는 용어이며 사물인터넷, 인터넷 서비스 등을 함께 포괄하는 ‘기술과 가치 사슬 개념에 대한 총칭’으로 정의된다 [6].



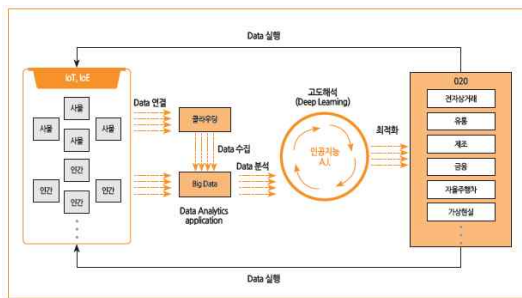
(출처: Industrie 4.0 Working Group (2013))

그림 1 4차 산업혁명의 개념

2.2 4차 산업의 빅데이터 활용

4차 산업혁명이 소개된 이후, 일본 경제산업성 산업구조심의회(2016)는 4차 산업혁명의 영향을 다음과 같이 전망하였다 [6].

- 대량 생산 및 획일적 서비스에서 개별 요구에 맞춘 생산·서비스가 가능해짐
- 사회가 보유하고 있는 자산과 개인의 요구를 최소의 비용으로 매칭함
- 인간의 역할 인식, 학습 기능 지원 및 대체가 이루어짐
- 새로운 서비스의 창출, 상품의 서비스화, 데이터 공유에 의한 공급체계 전체의 효율성이 비약적으로 향상됨
- 4차 산업 혁명의 기술은 모든 산업 혁신을 위한 공통 기반 기술이며, 다양한 분야의 기술 혁신 비즈니스 모델과 결합하여 전혀 새로운 수요의 충족이 가능함



(출처: 삼성증권)

그림 2 4차 산업 메커니즘

(1) 자연 재해 분야

다양한 자연 재해 중에서도 지진은 예측이 어려워면서도 상당한 규모를 가진다는 특징이 있다. 국내외적으로 이러한 대규모 지진에서 안전하지 못하며 소규모 지진 발생 역시 꾸준히 증가

하고 있는 추세이다. 지진이 발생하기 전에 지진이 임박했음을 나타내는 전조현상은 지진 발생수일 전, 수개월 전부터 시작되며 지진 발생지점에서 암석의 전기전도율 변화, 지진파의 속도변화 등의 다양한 형태로 확인된다.

미국 지질 조사국 (United States Geological Survey, USGS)은 최근 재난 예측 기술의 침병으로서 각광받는 각종 센싱 기술과 유무선 통신인 인프라 기술이 집약된 IoT (Internet of Things) 네트워크와 이를 통해 수집되는 빅데이터를 이용하여 전조현상을 감지하고 지진을 예측에 활용하고 있다. 더불어 미국 지질조사국은 미국 영토 내의 지형, 자원, 자연 재해 측정을 해오고 있으며 현재는 전 세계에서 측정된 지진정보를 공공 데이터로써 제공하고 있다 [7].

미국 지질 조사국은 지질 분석 시스템인 MAEViz (Mid-America Earthquake Center Seismic Loss Assessment System)을 이용하여 지질 유형 및 환경에 따른 피해 시뮬레이션을 진행하고 있으며, 지난 100 여년 동안 발생한 각종 지진을 유형별, 크기별로 조사할 뿐만 아니라 피해 정도까지 분석할 수 있다. 이러한 시스템을 이용하여 지진이 발생하였을 경우에 어떤 형태로 발전할지에 대한 분석을 통해 재난 상황을 미리 시뮬레이션 해 봄으로써 각종 재난 피해에 대한 예측 가능하며, 지진 형태 및 환경 분석을 바탕으로 하고 있는 지진 시뮬레이션을 통해 각 지역별로 다양한 방재 대책 마련이 가능하다 [8].

기계학습의 방법은 크게 지도 학습(Supervised Learning)과 비지도 학습(Unsupervised Learning) 두 종류로 나눌 수 있다.

(2) 교육분야

이미 전 세계 우수 대학에서 빅데이터 분석 가

능한 인프라를 구축하고, 다양한 분석 기술을 이용하여 학교 내·외부에서 축적된 데이터를 활용하고 있다. 교육 분야에서 사용되는 가장 대표적인 기술은 방대한 데이터에서 의미 있는 정보를 추출해 내는 데이터 마이닝 기법이다. 예를 들어 데이터 마이닝 기법을 이용하여 웹로그를 분석하면, 고객이 어떤 취향을 가지고 어떤 제품에 관심이 있는지 파악하여 고객 개개인에 맞는 광고 전략을 세울 수 있다. 이와 마찬가지로 교육 분야에서도 데이터 마이닝 기법은 다양하게 사용될 수 있다. 즉, 각 학생에게 맞는 의미 있는 정보를 찾아냄으로써 맞춤형 교육 서비스를 제공할 수 있다 [9].

(3) 내비게이션 분야

국내의 기업도 SK 플래닛이 자사의 T-map 네비게이션 서비스에 680여만 대의 차량으로부터 수집되는 교통량 데이터에 이용자의 검색빈도 등을 융합하는 빅데이터를 적용하고 있다. 비슷하게 볼보의 경우는 자사의 제품으로부터 얻어지는 데이터를 분석하여 품질을 관리하고 있다. 종래에는 50만대 이상의 차량이 판매된 이후에야 알게 되었을 결함을 1,000대 판매 시점에 포착할 수 있게 되었고, 사후관리 비용을 크게 줄일 수 있게 되었다 [10].

(4) 위험관리 분야

싱가포르와 미국 정부는 보안과 위험관리 분야에 빅데이터를 활용하고 있다 [11]. 싱가포르 정부는 재난방재와 테러감지, 전염병 확산과 같은 불확실한 미래를 대비하기 위해 2004년부터 국가 위험관리시스템을 추진했다. 다양한 국가적 위험 데이터를 수집·분석해 사전에 예측하고 대응방안을 모색하고 있다. 미국연방수사국 (FBI)의 DNA

색인 시스템도 빅데이터 활용사례다. DNA 데이터를 활용해 단시간에 범인을 검거하는 시스템을 운영하고 있다 [8].

3. 의료분야에서의 빅데이터 활용

의료산업은 전 세계적으로 고령화 심화에 따라 규모가 증가하고 있으며, 이와 더불어 4차 산업혁명으로 인해 더욱 큰 영향을 받을 분야로 주목받고 있다. 산업 구조의 변화에 맞추어 그동안 진단 및 치료에 머물렀던 의료산업은 최근 예방 및 관리까지 확대되면서 다양한 과학기술과 결합해 항노화산업, 웰니스산업, 건강관리 등과 같은 개인 맞춤형의료산업으로 확대되고 있는 추세이다.

특히 사물인터넷, 웨어러블 인터넷, 이식기술, 슈퍼컴퓨터, 커넥티드 홈, 인공지능과 의사결정, 로봇과 서비스, 3D 프린팅 등과 같은 기술과의 융합은 4P¹⁾로 대변되는 의료산업의 패러다임 변화를 촉진할 것으로 기대된다. 의료산업과 융합될 수 있는 대표적인 기술들의 티핑포인트²⁾와 각 기술의 의료산업에서의 대표적인 활용을 다음의 표에서 나타낸다 [5,6].

다음 표에서 제시하고 있는 4차 산업혁명을 이끄는 대표적인 기술 중 사물인터넷, 웨어러블 디바이스 등과 같은 기술의 발전으로 의료·건강 데이터의 양이 폭발적으로 증가하고 있다. 또한, 개인 및 병원이 획득하는 의료·건강 데이터는 매우 많은 양과 다양성을 보유하고 있어 의료분야에서 빅데이터는 의료산업의 패러다임인 예방

1) 4P: 미국의 시스템 생물학자인 리로이 후드(Leroy Hood)는 예방(Preventive), 예측(Predictive), 개인맞춤(Personalized), 참여(Participatory)가 미래 의료의 패러다임이 될 것으로 예측하였음

2)티핑포인트: 말콤 글래드웰(2000)이 만든 새로운 용어로 균형을 유지하던 상태에서 균형을 깨고, 한순간에 전파되는 극적인 순간을 말함

및 관리 중심의 의료서비스를 제공하기 위해 의
료산업 분야에서 널리 활용되고 있다.

기술	티핑포인트	사례
사물 인터넷	2022년, 1조 개 의 센서가 인터 넷에 연결	- 당뇨 디지털 코 치 : 영국 NHS는 HP와 협력하여 웨어블 센서 및 IoT 기기를 개발 테스트 베드 사업 을 실시 - 기술통합 건강 관리 : 영국 NHS 는 치매환자를 대 상으로 가정에 IoT기기를 설치 모니터링하는 시 범사업 실시
웨어러블 인터넷	2022년, 세계 인 구의 10%가 인 터넷이 연결된 의류를 착용	- 스마트 셔츠 : H e d d o k o , Hexoskin, Ralph Lauren, Cityzen S c i e n c e s , OMsignal 등의 다양한 기업에서 심박, 호흡, 근전 도 등을 측정하는 의류를 출시
이식기술	2023년, 최초의 이식형 모바일 폰 산업화	- 이식형 피임기 구 : 벨게이츠 재 단은 외부 원격제 어로 동작하는 이 식형 피임 기구를 프로젝트를 지원 - 캡슐형 비만감 시 기구 : 비만환 자의 지방 수준을 모니터링 하고

		“배부름”을 느끼 는 물질을 생성시 키는 삼킬 수 있는 캡슐을 개발 중
새로운 시각 인터페이 스	2023년, 안경의 10%가 인터넷 에 연결	- 구글 글래스 : 수술 시 환자 정보 를 즉각적으로 확 인하는 용도로 사 용
주머니 속의 슈퍼 컴퓨터	2023년, 90% 사 람이 스마트폰 을 사용	- 보건의료 콜센 터, 무료 응급 전 화 서비스, 응급상 황, 모바일 원격진 료 등에 활용
커넥티드 홈	2024년, 가정용 기기가 가정 내 인터넷 트래픽 의 50% 이상 차 지	- 치매환자의 가 정 내 모니터링 등
인공지능 과 의사결정	2026년, 기업 이 사진에 인공지능 이 등장	- IBM Watson의 암 치료 계획 수립 보조는 시행되고 있으며 추후 피부 암 진단 등도 프로 젝트 진행 중
로봇과 서비스	2021년, 미국에 로봇약사가 등 장	- 제약에 사용되 는 다양한 로봇이 개발 출시되어 있 으며 일본의 경우 노인 돌봄을 위한 로봇을 개발
3D 프린팅	2024년, 3D 프린 팅으로 제작된 간이 이식	- 현재 인체의 뼈 조직 대체 및 모의 수술 용도로 다양 한 3D 프린팅 기 술이 활용

표 1 보건의료산업과 관련하여 산업혁명의
티핑포인트가 발생할 기술

(1) 전자 차트 (개인 진료기록 분야)

전자건강기록 (Electronic Health Record, EHR) 데이터의 경우 의료기관과 의료기관 사이, 의료기관과 환자 사이의 데이터 교환에 관한 표준과 상호운영성에 관해서 오랜 기간 연구가 진행되어 왔다. 하지만 의료기관과 의료기관 사이의 데이터 교환 표준을 확립하고 이를 적용하게 하는 것은 많은 시간과 노력이 필요한 과제이다. 미국에서는 Obama care의 일환으로 2014년까지 병원의 의무기록 시스템을 전산화하도록 권고하였으며 그 결과 2001년에 18%였던 외래 EHR 사용률은 2013년에 78%까지 증가했다.

EHR 사용의 확산은 병원 내·외로 진료 정보의 교환이 쉬워짐으로써 진료의 환자기록의 지속성을 유지하고 정보 차단에 대한 비용을 절감할 수 있다는 장점이 있다. 또한, 임상 의료결정 지원 시스템 (Clinical Decision Support System)을 병원 정보시스템에 삽입하여 처방 및 진단의 오류를 줄이고 질병 경과를 개선시킬 수 있을 것으로 예측되며, 최근 IBM은 Watson이라는 인공지능 컴퓨터를 이용하여 EHR 데이터를 분석하여 향후 1년 이내에 심부전이 발생할 가능성이 높은 환자 8,500명을 가려내는데 성공했다 [12].



그림 3 EHR 개념 모형

(2) 암치료 분야

현재 암연구와 치료 분야에서 빅데이터 활용이 활발하게 이루어지기 시작했다. 환자 암조직의 유전자 변형의 특성을 잘 파악한다면 그에 따른 개인별 맞춤형 치료 방법을 마련할 수 있게 된다. 그림 9와 같이 환자들의 의료 기록 하나만 보더라도 그 양은 기존 데이터베이스 소프트웨어로는 수집, 저장, 관리, 분석하기 어려운 방대한 규모의 빅데이터이다. 그러한 빅데이터 안에 암에 관한 정보, 암 치료에 관한 진단과 처방에 도움이 될 수 있는 정보가 존재한다. 이러한 방법은 실제로 상용화 연구가 활발하게 진행되고 있다.

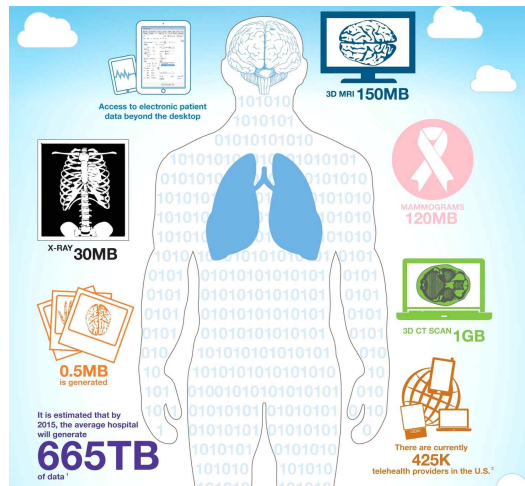


그림 4 빅데이터로 활용가능한 환자 의료 기록

최근 피츠버그대학 의학센터(UPMC)의 연구원들은 의학계 최초로 140명에 달하는 유방암 환자들의 유전체 정보와 임상정보들을 전자 문서상으로 최근에 저장한 바 있다. 새로운 데이터 웨어하우스(data warehouse)로부터 폐경 전 여성들과 폐경 후 여성들의 분자 체계를 분석하였을 때, 현저한 차이점들을 발견하였으며, 이 발견이 맞춤형 치료의 발전에 큰 기여를 할 것으로 예상하고 있다. 유방암 관련 분자 생물학 전문가이자 피

츠버그 대학의 여성암 연구소의 회장인 Adrian V. Lee 박사의 말에 따르면, “우리는 연구에 있어서 맞춤형 의약과 치료의 제공이 관건이라고 생각하고, 맞춤형 의료서비스를 추진하기 위해서는 어떤 특정 그룹의 환자들이 특정 질병을 가지고 있는지 파악하는 것이 중요하다”라고 말하였다. 기존에는 암 치료 관련 데이터가 각기 개별적으로 저장되어 있었기 때문에 교차조사와 같이 다양한 변수들을 합쳐서 모아볼 수 없었지만, 빅데이터는 이러한 문제점들을 해결하고 데이터의 통합을 주도한다고 할 수 있다. 바로 이러한 통합이 UPMC와 협력하는 기업의 데이터 웨어하우스의 궁극적인 목적이기도하다.

환자의 상태를 고려한 맞춤형 의료 또한 앞서 본 UPMC의 사례와 같이 빅데이터를 통해 실현될 전망이다. 더 나아가 빅데이터는 의료가 치료의 의미뿐만 아니라 질병의 ‘예방적 차원’에서 유의미하게 적용되게 할 수 있다. 빅데이터를 기존에 있는 지식들을 한데 모으는 도구로 사용할 수도 있지만, 앞서 언급되었던 것처럼 이러한 지식들의 통합으로 새로운 상호관계를 찾아내고 따라서 새로운 정보들을 창출할 수도 있다는 점으로부터, 의료에 있어서도 수많은 질병들과 증상들 그리고 치료법들에 대한 새로운 연관관계를 발견해낼 수 있을 것이라 예측한다 [10].

(3) 약국과 병원의 처방

영국의 국가건강서비스(National Health Service)에서는 약국과 병원의 처방 데이터를 수집하여 국민 건강에 대한 예측을 수행하고 있다. 특히 CPRD(Clinical Practice Research Datalink)라는 사이트를 통해 다양한 데이터를 연구자들에게 제공하고 있다. 현재 이용 가능한 데이터는 1차 및 2차 의료 기관으로부터 수집된 질병 등록

자료를 모두 포괄하고 있으며, 인구학적, 사회경제적 변수가 포함되어 있다. 미국 국립의료원에서도 Pillbox 프로젝트라는 의약품 정보 서비스를 통해 빅데이터를 활용하고 있다. 이 서비스는 사용 중인 약에 대한 정보가 불분명할 때 이 서비스를 통해 약에 대한 정확한 정보를 확인할 수 있도록 해주며, 이를 통해 수집된 데이터는 연구자들에 의해 분석된다. 연구자들은 현재 유행하고 있는 질병의 발생 장소 및 전염 속도, 주요 질병의 분포, 연도별 증가 등에 대한 통계치를 확보하여 최종적으로 효율적이고 신속한 질병관리가 가능하게 해준다 [10].

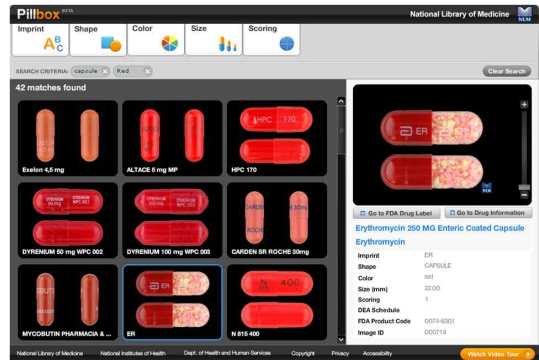


그림 5 미국 국립보건원의 의약품 검색 서비스 (Pillbox)

(4) 환자 개인 맞춤약물요법

개인의 생체정보나 유전자형 등을 분석하여 맞춤형으로 약물을 처방한다는 맞춤약물요법은 개인의 유전 정보 수집을 전제로 한다. 그러나 30억 개의 염기서열이나 2만5000개의 방대한 유전자 정보를 수집하고 분석하여 환자 개인 맞춤약물요법을 실현하기 위해서는 빅데이터 기술의 활용이 반드시 필요하다. DNA의 염기서열 분석은 기술 및 장비의 발달을 통해 새로운 형태의 빅데이터를 생성해 내고 있다. 이러한 데이터의 생성, 저장 및 처리 기술의 발달은 빅데이터를 이용하여 좀

더 용이하게 응용할 수 있을 것이며, 그렇게 된다면 맞춤형물 요법의 적용이 보다 더 용이해질 수 있다.

실제로, 그림 8과 같이 미국의 National Research Council(NRC)에서 발행된 ‘Toward Precision Medicine: Building a Knowledge Network for Biomedical Research and New Taxonomy of Disease’에서는 정보 활용을 통한 환자 개인 질병 치료와 맞춤형물요법에 대해 발표하였다. 단순히 신약개발과정 속에서의 피드백이 아니라, 다른 분야의 축적된 정보로부터 약에 대한 지식을 창출해 내는 과정에 대해서도 설명하고 있다. NRC에서는 이러한 과정을 바탕으로, 맞춤형물을 효율적으로 제작할 수 있는 가능성과 방안에 대해 논의하고 있다.

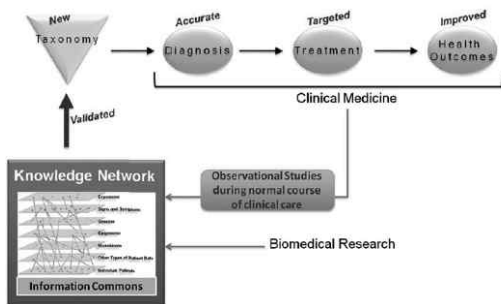


그림 6 빅데이터를 활용한 의학 및 맞춤형물 연구 (NRC, 2011)

이렇듯 빅데이터의 활용을 통해 환자 개인 맞춤형물요법 분야는 좀 더 발전될 것이며, 막대한 자본이 투입되는 신약 개발에서의 비용 효율성 문제는 임상시험단계에서 축적된 빅데이터를 잘 이용하여 일정 부분 해소할 수 있을 것으로 보인다. 또한 유전적 차이로 인한 약물반응의 다양한 빅데이터를 이용해 해결할 수 있을 것으로 전망된다 [10].

(5) 검진을 통한 역학자료

국립보건연구원이 주관한 한국인유전체역학조사사업 (KoGES)은 40~69세 인구 집단을 대상으로 대규모의 코호트를 구축하여 건강 및 생활 습관 관련 설문조사와 검진을 통한 역학 자료의 수집을 목적으로 하였다. 2001년부터 시작된 사업은 2014년까지 기반조사자 기준 24만5천여 명분의 자료를 수집하였다. 설문조사의 항목으로는 성별, 나이와 같은 기본정보부터 과거의 질병 이력, 흡연과 음주 습관, 신체 활동, 사회 심리 요인 등이 포함되었고, 역학 자료로는 혈압, 심전도 등의 활력징후 (vital sign)와 함께 혈액, 소변, 유전체 등의 생체시료가 포함되었다. 또한 한국인 고유의 SNP 관련 정보를 저장하고 이를 국외의 SNP 관련 데이터 베이스와 비교 분석하기 수월 하도록 데이터베이스 구축을 진행하였다. KSNP 데이터베이스 구축 사업은 가족적 관련성이 없는 24명의 한국인 DNA를 비교 분석하여 당뇨병 천 식과 같이 한국인에서 발병 가능성이 높은 주요 질병에 대한 질병 후보 유전자의 유전적 변이를 발굴하였다. 이 연구를 통해 한국인에게 특이적으로 나타나는 유전적 변이와 인종 간 차이를 파악할 수 있을 것으로 기대된다 [12].

(6) 의료 서비스

2013년에 아산병원에서 빅데이터 시범 사업이 추진되었는데, 크게 네 가지 서비스로 이루어져 있다. 첫 번째로는 인플루엔자 유행 예측 서비스이다. 웹 검색 결과 데이터를 이용하여 예측 모델을 생성하고 인플루엔자 유행정보 기준인 질병관리본부 데이터와 비교 및 검증하여 실제 인플루엔자 유행 시기보다 2주 정도 먼저 예측가능 하도록 하였다. 두 번째로는 심실 부 정맥 예측 서비스이다. 중환자실 환자들을 대상으로 환자모니터장

비에서 주기적으로 감시되고 있는 심전도, 심박수 데이터들이 활용되고 있지 않았는데, 이 데이터들을 수집하여 심실빈맥 (ventricular tachycardia, VT)과 심실세동 (ventricular fibrillation, VF)을 예측하는 모델을 개발하여 중환자의 생존율을 향상시키고자한다. 세 번째로는 마약류 인지, 감지 서비스로 마약류의 학명, 이명 및 은어 데이터베이스를 근거로 마약류에 대한 국내유입을 사전 인지하고, 허가 향정신성의약품의 경우, 처방대상 질병 트렌드 분석을 통한 오남용 양상 정보를 제공하여 수사, 규제, 감정 및 의료기관을 대상으로 관련 규제법률 마련 및 수사 지원 등에 선제적으로 대처하도록 하는 것이다. 네 번째는 진료과별 입원 병상 배정 서비스다. 최적의 진료과별 입원 병상 배정을 위한 원천 자료는 실시간으로 변화되고, 계절적 요인, 병원 의료진의 수, 진료 행위의 변화에 민감하게 움직이기 때문에, 이를 반영하기 위해서 준 실시간 (semi-real time) 각 과의 입원 병실의 가동률의 변화 패턴을 파악하고, 입원대기시간의 감소, 수익 확대를 목적으로 최적의 입원 병상 배정 시스템을 빅데이터 기술에 활용하여 개발 및 적용하고자 하는 것이 병상 배정 서비스다 [10].

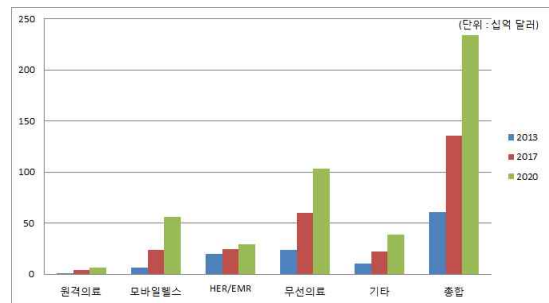
4. 의료분야에서의 전망

세계 정보통신기술 (Information and Communication Technology, ICT) 기반 의료기기 산업은 나날이 시장이 커지고 있으며, u-Health, 스마트 헬스, 보건의료 IT, 바이오 센싱 등 보건 및 의료 분야의 IT융합은 데이터의 급증과 데이터 활용범위 적용분야를 확대함으로써 보건의료 빅데이터 성장 동인으로 작용하고 있다.

헬스케어 통계 전문기관 Statista는 2013년 디

지털 헬스시장을 바탕으로 관련 시장이 지속적으로 성장하여 2020년 2,340억 달러 규모의 시장 가치가 형성될 것을 전망하였다. 원격의료, 모바일 헬스, 전자건강기록 (Electronic Health Records, EHR)/전자의무기록 (Electronic Medical Record, EMR), 무선의료 분야가 모두 성장할 것으로 예상되나, 그 중 특히, 모바일헬스와 무선의료의 성장이 가장 두드러지게 확인된다.

ICT 기반 의료기기 산업 생태계는 의료용 기기·정보와 관련된 소프트웨어부터 건강에 관련된 맞춤형 건강 관리 서비스, 보험 등까지 확장 가능성이 풍부하며, 병원 설립에 필요한 건설·장비·IT에 ICT 기술을 도입함과 동시에 병원 운용과 관련된 EHR/EMR 시스템, 원격의료, 모바일 헬스 등이 발전하여 의료 서비스 영역이 확장될 전망이다.



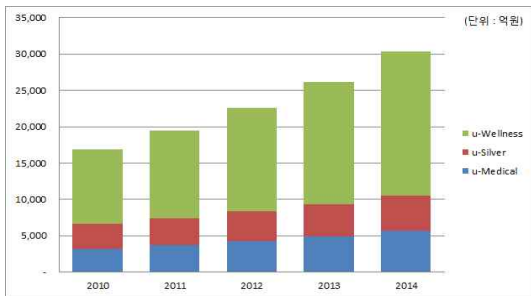
(출처: 주요국의 ICT 융합 의료산업 전략 및 시사점, 대외경제정책연구원 2016)

그림 7 디지털 헬스케어 시장가치 전망

국내 시장의 경우 최근 건강에 대한 관심 증대와 의료기기 산업의 발달과 무선통신 네트워크의 급속한 발전에 따라 빠르게 성장해 왔다. 2014년 기준 ICT 기반 의료기기 시장규모는 u-Medical 부문이 약 5,600 억원, u-Silver 시장이 약 4,900 억원, u-Wellness 시장이 약 2 조원 규모가 될 것으로 예상하고 있다.

국내 ICT 기반 의료기기 시장은 2010년 약 1.7

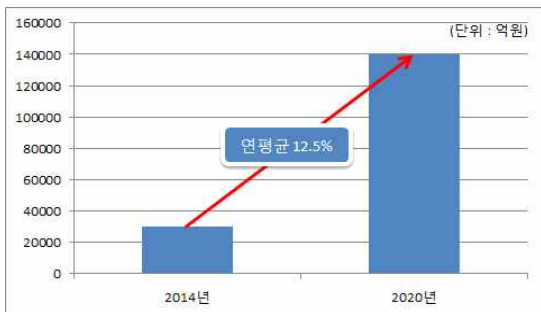
조원 규모에서 2014년 약 3 조원 규모로 5년 동안 두 배 수준으로 확대되었다. 제도적 측면의 경우, 2003년 전자의무 기록, 전자처방, 원격진료에 대한 법제화로 인하여 의료정보화의 법적 환경이 조성되었으며, 이를 통해 의무기록, 처방전의 전자문서화가 가능하게 되었다.



(출처: 경제와 노후생활, 유-헬스 관련 시장 현황 및 사업기회, 현대경제연구원 2014)

그림 8 국내 ICT 기반 의료기기 (U-Health) 시장 규모

또한, 국내 ICT 기반 의료기기 시장은 2014년 3조원 규모로 2020년까지 14조원으로 연평균 12.5%의 성장세를 지속할 전망이다 [6].



(출처: 경제와 노후생활, 유-헬스 관련 시장 현황 및 사업기회, 현대경제연구원 2014)

그림 9 국내 ICT 기반 의료기기 (U-Health) 시장 규모 전망

이러한 시장 효과를 가져 올 ICT기반 의료 연구가 계속되기 위해서는 보건 및 의료 데이터 공

유 및 활용기반 구축과 빅데이터 R&D 및 성장 동력 창출, 전문인력 양성 그리고 보건 및 의료 빅데이터의 법적, 제도적 기반을 다져야 한다. 이로 인해 미래에는 생체정보를 이용한 조기 질병 예측 서비스와 유전체 데이터 기반 질병 진단 예측 서비스, 빅데이터와 홀로그램 활용 수술 시뮬레이션 등과 같은 첨단 기술의 발전으로 이어져 더 큰 시장 효과를 가져 올 것이다.



그림 10 미래의 빅데이터를 이용한 보건 및 의료 기술

4. 결론

4차 산업의 의학적 활용은 지금까지 축적된 데이터의 활용 및 의료 비용 절감 측면에서 보건 및 의학 분야에 새로운 패러다임을 제공할 수 있을 것이다.

미국에서는 국립보건원의 의약품 검색 서비스인 Pillbox와 IBM의 인공지능 컴퓨터 시스템 왓슨이 빅데이터 분석 능력을 활용하여 약물정보

제공, 정확한 진단과 치료 효과 향상에 기여했으며 [2], 국내 국민건강보험공단에서는 빅데이터를 활용한 데이터웨어하우스를 구축하여 본부와 지역본부에서 운영하고 있는 급여 관리 시스템, 요양급여비지급시스템, 건강검진시스템, 의료보호시스템, 자격, 보험료 급여 및 사후 시스템에서 생성되는 데이터를 저장, 관리 및 보험료 시뮬레이션, 보험료 및 보험급여비 상승 추계 등의 정보를 제공하고 있다 [4]. 또한 바이오 분야에서 미국, 유럽, 일본 등 선진국들은 연구 성과물을 NCBI, EMBL, DDBJ 등 바이오 특화 데이터베이스에 체계적으로 저장하는 시스템이 구축되어 있다. 그 결과 많은 양의 빅데이터들이 축적되어 왔고, 후속 연구자들에게 연구기반을 제공하고 있으며, 정보통신 기술의 발달로 스마트 기기를 이용한 개인데이터를 기반으로 개인 맞춤형 서비스 제공이 가능해지고, 축적된 데이터에서 패턴을 분석하여 ‘정상’과 ‘비정상’ 클래스를 구분할 수 있는 모델을 구축하여 위험 분자나 이상 현상을 감지하는 데에 이용되고 있다.

이러한 빅데이터를 이용한 시스템은 나라를 과학기술 강대국으로 만드는 데에 큰 역할을 차지하고 있지만, 우리나라는 보건 의료 및 바이오 연구의 결과 데이터에 대한 관리 시스템이 아직 체계적으로 구축되지 않고 있다. 특히, 보건의료 및 바이오 분야에서 축적된 빅데이터는 국가 과학기술의 경쟁력을 향상시킬 수 있기 때문에 보건의료 및 바이오 데이터가 효과적으로 활용될 수 있도록 체계적으로 수집·공유하는 작업이 반드시 필요하다 [2].

끝으로 보건복지 및 의료 빅데이터의 개인정보와 기밀정보에 대한 보안정책이 마련되어야 할 것이다. 보건복지 및 의료 빅데이터는 개인에 대한 거의 모든 정보가 저장되어 있지만 아직 법·제

도는 미비한 상황이다. 빅데이터의 활용도 중요하지만 과도한 개인정보의 유출은 개인 프라이버시 침해 및 사이버 인권침해 같은 범죄에 악용될 수 있다. 따라서 빅데이터로부터 개인을 보호하기 위해 시행되어야 할 것은 특정 개인을 식별하지 못하도록 하는 익명화와 정보접근 및 처리에 대한 통제이다. 그러나 정보접근 및 처리에 대한 통제를 강하게 하면 정보 활용이 활성화되지 않기 때문에 보건 복지 빅데이터 ‘활용과 보호의 균형’에 대한 효과적인 정책이 마련되어야 할 것이다 [4].

참 고 문 헌

[1] 김상훈 (2017). 4차 산업혁명, 주요 개념과 사례. 산업연구원.

[2] 이지혜, 제미경, 조명지, & 손현석. (2014). 보건 의료 분야의 빅데이터 활용 동향. 한국통신학회지 (정보와통신), 32(1), 63-75.

[3] 박건수 (2017). 4차 산업혁명 시대, 산업 R&D 투자 방향과 과제. 산업연구원.

[4] 송태민 (2013). 우리나라 보건복지 빅데이터 동향 및 활용 방안. 과학기술정책, (192), 56-73.

[5] 정현학, 최영임, 이상원 (2016). 4차 산업혁명과 보건산업 패러다임의 변화. 한국보건산업진흥원.

[6] 식품의약품안전평가원 (2017). 신개념 의료기기 전망 분석 보고서.

[7] 이진섭, & 허의남. IoT 와 재난 데이터를 활용한 지진 예측 분석 플랫폼.

[8] 김성태 (2013). 더 나은 미래를 위한 데이터 분석. 한국정보화진흥원 빅데이터 전략연구센터 , 26-28.

[9] 권영욱. (2013). 빅데이터를 활용한 맞춤형 교육 서비스 활성화 방안연구. 한국지능정보시스템학회 2013 년 춘계학술대회, 90-96.

[10] 김지현, 김홍, 손광은, 송윤수, 윤지혜, 임희창, 정상호, &전주홍. (2014). 빅데이터의 의학적 활용. 정보과학회지 32(3), 18-26.

- [11] 정용찬 (2012). “빅데이터 혁명과 미디어 정책 이슈”, 정보통신정책연구원, KISDI Premium Report 12-02.
- [12] 김주한 (2015). 빅데이터 기반 개인 맞춤형 의료 서비스. BioINpro, 13호.



강 영 남

- 2006년 일본 스즈카대학교 의과학과 박사
 - 1998년~현재 가톨릭대학교 서울성모병원 방사선 종양학과 임상강사, 전임강사, 조교수 역임 현재 부교수
 - 관심분야 : 정위방사선수술, 방사선치료, 온열치료
-
-