

보건의료 빅데이터 활용 의료산업 동향

박세환 Ph.D.

(주)기술법인 엔팜(ENF) 전문위원
한국산업기술진흥협회 ReSEAT프로그램 전문위원

1. 들어가는 글

- 컴퓨터 과학을 이용한 의료 빅데이터(Big data) 분석기법은 의료정보학, 바이오정보학 및 바이오통계 분야에서 만성질환 및 난치성 질환과 유전체(Genomics) 등에 응용이 확산되고 있음
 - ▶ 이처럼 다양한 임상정보와의 결합을 활용하여 검증이 이루어지는 바이오의학 연구의 성공 여부는 이러한 기술들에 의해 생성되는 초대용량의 의료 데이터셋을 어떻게 해석하느냐에 달림
 - ▶ 글로벌 ICT 기술력을 주도하고 있는 메이저기업들(Microsoft, Amazon, Google 등)은 의료 빅데이터를 다루는 선두주자 임
- 유전체학 기술과 보건정보에 의해 생성된 의료 빅데이터를 효과적으로 분석하고 공유하기 위해서는 동일 형태의 측정 가능한 구조를 이행할 필요가 있음
 - ▶ 바이오의학은 특히 미래 맞춤형 의학 프로그램에서 직면하게 될 빅데이터 분석을 성공적으로 해결하는 정보과학에 적응할 필요가 있음[1]
 - ▶ 또한 맞춤형 의학과 컴퓨터 지원 진단학은 만성질환 및 난치성 질환을 직접적으로 이롭게 할 수 있다는 것을 증명하기 위해 보다 많은 연구가 필요함
- 본 고에서는 전 세계적으로 도입을 추진하고 있는 u-Health, 바이오의학과 ICT 융합 등 보건의료에서 빅데이터의 영향에 대해 설명하고자 함
 - ▶ 아울러 국외(미국/싱가포르/캐나다) 및 국내(질병관리본부/분당서울대병원/한국정보화진흥원 등) 의료 빅데이터 활용 사례와 전 세계적으로 도입을 추진하고 있는 u-Health, 바이오의학과 ICT 융합 등 보건의료에서 빅데이터의 영향에 대해 설명함
 - ▶ 또한 의료 빅데이터 급증에 따른 데이터 분석기법, 신약개발, 빅데이터를 활용한 의료기기 등 맞춤형 의학 이슈에 대해 설명하고, 이를 기반으로 전략적/기술적 해결 과제를 제시함



2. 보건의료분야에서 빅데이터의 영향

1) 개요

- 고령화 사회와 만성질환 유병률 증가 등으로 인해 의료비, 의료서비스 접근성 및 의료서비스 품질 향상을 위해 전 세계적으로 ICT와 의료기술을 접목한 u-Health 도입을 추진하고 있으며¹⁾, 이를 통해 다음과 같은 파급효과를 기대하고 있음[2]
 - ▶ 의료진의 건강 상담 및 진료 등 다양한 의료서비스를 이용할 수 있으며, 개인의 건강정보를 기록하는 전자의무기록(Electronic Health Record, EHR)을 통해 환자의 건강상태를 실시간으로 관찰할 수 있음
 - ▶ 스마트센서를 통해 수집된 환자의 의료·건강정보를 다양한 형태로 분석·처리하여 개인의료정보DB에 저장하였다가 의료진에 전송하여 활용할 수 있음
- 이러한 u-health 서비스를 통해 생산되는 개인의 건강정보와 관련된 의료 빅데이터의 관리와 활용이 빠르게 확산되고 있음

2) 바이오의학과 ICT 융합

- 제3세대 및 제4세대 DNA 서열분석으로 일컫는 새로운 서열분석 기술들이 유전체 및 전사체(transcriptomes) 분야에서 빠르게 확산되고 있음
 - ▶ 반도체와 나노포어(nano-pore)에 기반을 둔 이들 신기술은 대규모의 유전자 서열분석 프로젝트를 개발을 통해 의료 빅데이터 분석기법에 대한 해법을 제공하고 있음[3]
 - ▶ 이를 통해 인간 유전체와 같은 어려운 문제를 해결해가고 있으며, 바이오 의학에서의 이러한 빅 프로젝트는 신약개발 및 진단검사 등을 가속화시키고 있음
 - ▶ 따라서 연구자들은 대량의 개인의료 데이터를 안전하게 다루어야 할 의무가 있음

1) u-Health는 의료비절감 등 사회경제적 비용감소 효과와 공공보건 의료서비스와 예방관리 보건 등 사회정책적 효과를 기대할 수 있는 가장 효과적인 대안으로 주목받고 있으며, u-Health 서비스는 다양한 생체정보를 수집하기 위해 스마트센서를 이용한 네트워크가 필수적임

- 차세대 DNA 서열분석을 활용하여 임상전문가와 연구자들에게 연구결과를 제공하기 위한 ‘ENCODE(Encyclopedia of DNA Elements)’와 이의 단계별 솔루션인 ‘1000 Genomes 프로젝트’가 큰 기대를 갖게 하고 있음[4][5][6]

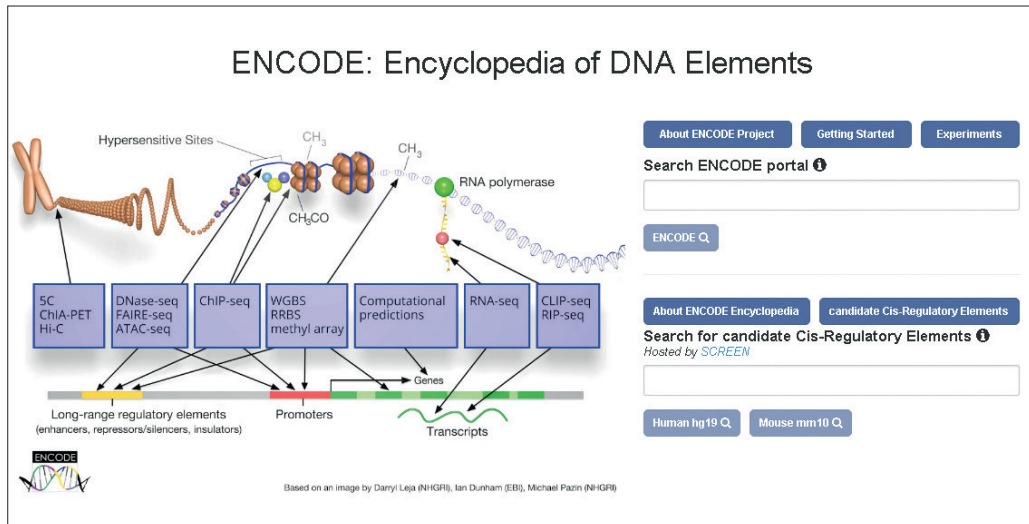
〈표 1〉참조

- ▶ 이 프로젝트를 통해 도출된 정보들은 유전학계와 생물학계에서 가장 많이 인용하고 있으며, 유전체에 대한 전문지식을 응용하여 질병 표현형들을 이해함으로써 신약개발을 지원하고 있음 [7]

〈표 1〉 주요 DNA 서열 분석기술 프로젝트 사례

프로젝트명	개발내용
ENCODE	<ul style="list-style-type: none"> - 주목적은 모든 인간의 유전자지도로 만드는 작업을 특성화하는 것임 - 거의 150형의 세포에서 1,600건의 실험을 수행하여 초대용량 데이터를 생성하였으며, 주요 연구 제목들은 전 세계 32개국에서 발간되었음 - 해당 데이터는 인간 유전체의 약 80%에 대해 바이오의학 기능을 조명하고 있음 - 연구가 잘 수행된 protein-coding DNA 이외 외부에 있는 구역에 특별히 초점을 맞추고 있음 - 모든 인간의 유전 변이성의 90%는 단백질-코딩 유전자들 갖고 있지 않은 구역 내에서 일어나는 것을 규명하였음 - 사람의 유전자와 유전체 조직에 대해 새로운 식견을 제공 - 향후 10년간의 바이오의학 연구에 기여할 수 있을 것으로 평가받고 있음
1000 Genomes 프로젝트	<ul style="list-style-type: none"> - 2008년 시작되어 전 세계 수천 명의 유전체를 서열분석 하였음 - 인간의 유전변이에 대해 가장 큰 데이터세트로 자리매김 되고 있음 - 이 프로젝트로부터 확보한 데이터는 표현 및 유전형 데이터와 결합하여 바이오의학 분야에서 새로운 빅데이터를 생성하고 있음 - 1기에 1,000개 이상의 유전체에 대한 염기서열을 생성한 바 있으며, 3기에는 몇 개의 유전체의 exome 서열을 분석하여 표현(expression) 데이터를 추출한 바 있음

자료 : Maher, B.(2017), ENCODE Project Consortium(2017), 1000 Genome Project Consortium(2016) / 재구성



[그림 1] ENCODE 홈페이지(<https://www.encodeproject.org/>)

3. 의료 빅데이터 활용 사례

1) 국내외 활용 사례

1-1. 국외 활용 사례[2]

● 미국

- ▶ FBI에서는 유전자 정보은행 CODIS(Combined DNA Index System: 미제사건 용의자 및 실종자에 대한 DNA정보 13,000건 구축)을 활용하여 빠른 시간에 범인을 검거하는 체계를 구축하고 있음
- ▶ 샌프란시스코 경찰청은 범죄발생지역 및 시각을 예측하여 범죄를 미연에 방지하기 위한 범죄예방시스템(www.crimemapping.com)²⁾을 구축함

2) 과거 범죄를 분석하여 효율적으로 경찰을 배치하고 과거 범죄자 및 범죄유형을 SNS를 통해 지속적으로 관찰함으로써 그와 관련된 조직 및 범죄에 대한 예방을 하고 있음

- ▶ Context Matters에서는 복잡한 의료 빅데이터 집합을 편리하게 사용할 수 있는 인터페이스와 맞춤 가시화 도구인 웹 인프라를 통해 제약회사와 바이오기술 회사에 바이오의학 정보를 제공하고 있음³⁾
- ▶ 미국 국립보건원에서는 유전자 데이터의 공유 및 분석을 통한 질병치료체계를 마련하여 주요 질병에 대한 관리 및 예측을 실시하고 있으며, 현재 1,700명의 유전자 정보를 아마존 클라우드에 저장하여 누구나 데이터를 이용 가능하게 구축함(www.1000genomes.org/)
- ▶ 국립의학도서관에서는 사용자가 요구하는 다양한 의약품에 대한 정보를 제공하고, 제조사와 사용자 간 상호작용을 통해 의약품 정보를 제공하는 Pillbox 프로젝트를 통해 의료개혁을 추진하고 있음(pillbox.nlm.nih.gov/)
- ▶ 미국 퇴역군인국(U.S. Department of Veterans Affairs)에서는 퇴역군인의 전자의료기록 분석을 통한 맞춤형 의료서비스를 지원하는 빅 데이터 분석과 전자의료기록(EHR)을 분석하여 2,200만 퇴역군인에게 의료서비스를 제공하고 있음
- 싱가포르
 - ▶ PA(People's Association)에서는 1,800개 이상의 커뮤니케이션 센터에서 진행되는 다양한 활동들을 공유하기 위해 주민위원회센터 네트워크 기반의 맞춤형 복지사회를 구현하고 있음⁴⁾
 - ▶ 국가위험관리시스템(Risk Assessment Horizon Scanning)을 구축하여 질병, 금융위기 등 모든 국가적 위험을 수집 및 분석하여 최적의 의료정보 서비스를 제공하고 있음
- 캐나다
 - ▶ 온타리오 공과대병원에서는 인큐베이터 내 미숙아에 대한 데이터를 분석하여 병원균 감염을 예측할 수 있는 시스템을 개발함
 - ▶ 이를 통해 감염예방 및 예측, 감염징후 등을 조기에 발견하고, 퇴원 후에도 무선센서를 이용하여 환자들을 실시간으로 체크를 할 수 있는 시스템을 구축함

3) 이들 도구의 일부는 의료진에게 도움이 되고 있으나, 사이트가 제공하는 예비 결과에 자신을 얻은 환자와 이들 도구 이용의 이점을 이해하지 못하는 의료진 사이의 충돌은 극복해야 할 장애요인임

4) 의료 빅 데이터 처리를 위해 다양한 인종/나이/문화/소득/연령별 주민데이터를 수집·분석하여 개인별 맞춤형 서비스를 제공하고 있다.



1-2. 국내 활용 사례[2][8]

- 질병관리본부
 - ▶ '한국인체자원은행네트워크'에서는 17개 병원을 통해 인체자원 확보하여 질병지표 발굴 및 질병조기 진단에 활용하고 있음
 - ▶ 생명연구 자원의 체계적 수집과 정보 표준화 및 정보공유 등을 통해 질병의 예방과 진단, 맞춤치료, 신약-신기술을 위한 미래 바이오산업의 새로운 성장 동력을 창출하고 있음
- 분당서울대병원
 - ▶ 빅데이터 도입을 통해 임상 의사결정지원시스템⁵⁾을 개발하여 업무효율성 및 생산성을 향상시켜가고 있음
 - ▶ 의료 빅데이터를 분석하여 자연어검색을 지원하고 의약품의 처방과 조제 시 의약품 안정성과 관련된 정보를 실시간으로 제공하여 부적절한 약물사용을 사전에 예방하고 있음
- 기타
 - ▶ DNA Link(dnalink.com/)에서는 질병관리 분석, 개인의 유전체 염기서열 분석 등을 통해 맞춤형 건강진단 서비스를 제공하는 유전자 분석시스템을 개발하였음
 - ▶ 연세대학교의료원에서는 u-Health를 이용하여 언제 어디서나 질병예방, 진단, 치료가 가능한 후(HOOH) 헬스케어 시스템을 제공하고 있음
 - ▶ 근로복지공단에서는 공공부문 고객관계관리(CRM)를 구축하여 찾아가는 서비스를 통한 맞춤형 서비스를 제공하고 있음

5) 환자 개인의 특이사항을 입력하여 임상적 의사결정을 지원하기 위한 서비스로 시스템이 도입된 후, 부적절한 용량의 신독성 약물 처방률이 30.6%로 감소하는 효과가 있음

2) 보건의료 빅데이터 활용 사례

- 컴퓨팅 머신과 인터넷망을 통해 질병을 관리하는 도구들이 급속히 확산되고 있으며, 환자 질병 유형에 맞는 약품을 찾아내는 등의 의료서비스를 지원하고 있음
 - ▶ DB에서 제공하는 정보량 증가로 의료전문가와 환자의 사용이 증가하면서 신약개발과 질병치료에 활용이 용이해짐(표 2)참조

[표 2] 보건의료 빅데이터 활용 사례

프로젝트명	개발내용	웹 사이트
Appistry	- 고성능 빅 데이터 플랫폼 - 자가조직을 위한 고성능 컴퓨팅 기능 및 분배와 결합 - 임상정보 관련 omics 데이터의 정확한 수요 분석	http://www.appistry.com
Beijing Genome Institute	- 대규모 바이오 정보처리 목적의 강력한 인프라로 작용 - 다양한 SW와 HW를 생명과학에 적용한 컴퓨팅 플랫폼	http://www.genomics.cn/en
CLC Bio	- 소비자 알고리즘 이용한 빅 데이터 분석/고속화/고품질화	http://www.clcbio.com
Context Matters	- 웹 기반 application을 이용한 제약회사/바이오기술회사 지원 - 효율적인 전략적 결정을 지원하는 종합 도구 - 사용하기 편리한 인터페이스	http://www.contextmattersinc.com
DNAexus	- 클라우드 컴퓨팅 인프라 이용 - 차세대 유전체분석(NGS)용 사이트 제공	http://www.dnanexus.com
Genome International Corporation	- 생명과학분야의 실험실 및 연구소에 혁신정보 제공 - 수요자 중심 연구 해결 사이트 제공	http://www.genome.com
GNS Healthcare	- 보건의료 전 분야에 적용 가능한 빅데이터 사이트 - 다루기 쉽고 측정 가능한 방법 개발	http://www.gnshealthcare.com
NextBio	- 공공 및 민간 임상정보 통합 빅 데이터 기술 - 연구 및 임상에서 omics 데이터 이용	http://www.nextbio.com
Pathfinder	- 보건의료 omics 등 여러 바이오 분야 지원 - 맞춤형 SW 및 application개발, 혁신적 기술 제공	http://www.pathfindersoftware.com

자료 : Costa, F.F.(2017) / 재구성.



4. 맞춤형 의학 이슈

1) 의료 빅데이터 분석기법

- 의료 빅데이터 분석기법⁶⁾은 연구자가 안전한 방식으로 대량의 의료데이터를 분석하는데 필요한 데이터 저장장치와 대용량 서버, 정보처리 등의 기능을 갖추고 있어야 함
 - ▶ 빅데이터는 대부분 정량화되지 않은 정보들로 전형적인 데이터베이스 관리 시스템(Data Base Management Stste, DBMS)가 이를 분석하기는 쉽지 않음
- 인터넷을 통해 확보한 방대하고 정량화되지 않은 무작위 수집데이터로부터 지식을 얻을 수 있도록 가공하는 인공지능(AI: Artificial Intelligence) 기반의 컴퓨터 도구들이 개발되고 있어 이를 가능하게 하고 있음
 - ▶ 이처럼 급속히 발전하고 있는 인공지능 기술의 전후방에는 자연언어처리(Natural-Langue Processing, NLP), 패턴인식 및 기계학습(Machine learning) 등이 포지셔닝 되어 있음
- AI 기술은 바이오의학 및 생명과학 등 다양한 분야에 적용되고 있으며, 이러한 사례로서 Google Trends(GT)로 알려진 질병추적 알고리즘이 있음
 - ▶ 이는 공간적인 지도를 이용하여 질병을 추적하는 GT와 방대한 양의 의료정보를 분석하여 진단을 결정하는 빅데이터 분석기법으로 알려져 있음
 - ▶ 간단히 요약하면 i) GT는 특정 지역에서 병원 응급실을 방문하는 환자수가 증가하기 전에 플루(flu)증세와 플루치료와 같은 Google 탐색요구들이 급격하게 증가함을 빅데이터 분석기법을 통해 검증하고, ii) 질병이 유행하는 지역에서 바이오의학 분야의 빅데이터 분석을 응용하여 질병의 추적과 모니터링을 가능하게 함[8]

6) 대용량의 광범위한 의료 빅데이터를 실시간, 초고속으로 포착/발견/분석하여 보건의료 가치를 추출하고자 설계된 신세대 기술과 컴퓨터 구성(architecture)을 의미함

2) 신약개발

- 빅데이터 분석은 바이오공학과 약학 분야가 새로운 약물 표적을 정하는 방법에 영향을 주고 있음
 - ▶ 제약 산업은 상이한 -omics회사 및 학계와 협력하여 환자의 유전적 코드에 기초한 맞춤형 약품을 개발하고 있음
- Vertex Pharmaceuticals는 낭포성섬유증(Cystic Fibrosis, CF) 프로젝트에서 200명 이상의 학자와 협력하여 공동 연구를 개발하였으며, 이 연구는 컴퓨터 소프트웨어를 사용하여 50만개 이상의 화합물을 스크리닝 하는 것을 목표로 함
 - ▶ 이 프로젝트는 실제로 수천 개의 화합물 조합을 스크리닝 하여 해당 환자의 4%에 영향을 주는 특이한 DNA 돌연변이를 가진 작은 집단의 CF환자를 도울 수 있는 단일 약물 선택으로 좁힐 수 있게 되었음
- 맞춤형 컴퓨터 지원진단학이 환자 진료의 전반적인 질을 향상시키면서 시간을 절약하도록 도와줄 수 있음을 보여주는 사례로는 암 환자를 스크리닝 하는 알고리즘의 사용이 있음
 - ▶ 또한 컴퓨터 지원진단(Computer-Aided Diagnostics, CAD)은 특이약품의 사용에 대한 반응을 찾는 것에 도움을 줄 수 있음



3) 빅데이터를 활용한 의료기기

- 빅데이터 기술이 적용된 의료기기는 기계학습 방식으로 의료용 빅데이터를 학습하고 특정 패턴을 인식하여 질병을 진단·예측하거나 환자에게 적합한 맞춤 치료법을 제공할 수 있음
- 빅데이터 기술이 적용된 의료기기의 적용범위는 의료용 빅데이터를 분석하여 질병을 진단 또는 예측하는 독립형 소프트웨어 형태의 의료기기로 기계학습 기반의 인공지능(AI) 기술이 적용된 의료기기에 해당됨[12]
 - ▶ 질병의 진단/예측/분석 목적의 임상 의사결정지원(CDS) 소프트웨어나 의료영상진단보조(CAD) 소프트웨어 등이 해당됨⁷⁾
 - ▶ 의료분야에서 빅데이터 및 인공지능 기술이 적용된 제품은 해당 제품이 제공하는 정보 및 결과에 따라 의료정보 검색, 분석, 진단 및 예측용으로 구분하고 있음.<표 3>참조

[표 3] 빅데이터 기술이 적용된 의료기기의 분류 및 서비스 내용

분류	서비스 내용
의료정보검색	<ul style="list-style-type: none"> - 질병의 진단법/치료법/처방전 목록/관련 의약품 정보 등 - 의료정보를 논문/가이드라인 등의 문헌에서 검색하여 제공
분석	<ul style="list-style-type: none"> - 환자로부터 수집된 의료정보를 분석(환자의 진료 기록/생체 측정 정보/의료 영상 등) - 질병의 진단 및 치료에 적용되는 정보 제공(특정 부위에 대한 정량적 수치 등)
진단 및 예측	<ul style="list-style-type: none"> - 환자로부터 수집된 의료정보를 분석(환자의 진료 기록/생체 측정 정보/의료 영상 등) - 질병의 유무, 상태 등에 대한 가능성 정도를 자동으로 진단

자료 : 식품의약품안전처(2016.12) / 재구성

7) 의료기기법 제6조 및 제10조, 의료기기 허가·신고·심사 등에 관한 규정, 의료기기 품목 및 품목별 등급에 관한 규정에서 규정하고 있음

5. 해결과제

1) 전략적 이슈

- 보건의료 분야에서 의료 빅데이터를 효율적으로 활용하기 위해서는 다음과 같은 전략이 필요함[2]
 - ▶ 보건의료 빅데이터를 통합적으로 관리할 수 있는 정부차원의 관리방안이 필요함⁸⁾
 - ▶ 비정형화된 보건의료 빅데이터를 관리하고 있는 민간 기관과의 협조체제를 마련할 필요가 있음⁹⁾
 - ▶ 국가 차원의 OPEN-API(Application Programming Interface)를 제공할 필요가 있음¹⁰⁾
- 폭발적으로 증가하고 있는 의료 빅데이터를 활용하고 국가지식 플랫폼을 구축할 필요가 있으며, 이를 위해 관련 기관과 빅데이터 전문가의 참여로 국가가 필요로 하는 정보를 분류하고 공개대상 정보는 개인정보를 철저히 보호하여 국가지식 플랫폼에 저장할 수 있는 고도화 전략이 필요함
 - ▶ 아울러 보건의료 빅데이터를 분석 처리할 수 있는 관련 기술(비관계형/비정형 데이터의 저장과 분석, 클라우드 서비스의 확산, 시맨틱검색 서비스, 추론 기반 상황인식 서비스 등)을 개발하는데 주력할 필요가 있음

8) 현재 보건의료 빅데이터는 보건복지부/고용노동부/산업통상자원부/과학기술정보통신부/식품의약품안전처/통계청 등 정부부처와 국민건강보험공단/건강보험심사평가원/국책연구기관 등 공공기관에서 관리·운영되고 있어 각 기관에서 운영 중인 정보를 공유하기 위해서는 범정부 차원의 조치가 필요함

9) 비정형화된 보건의료 빅데이터는 민간 기관의 검색포털이나 SNS를 통해서 생산·저장되고 있어 민간기관과의 긴밀한 협조체계가 구축되어야 함

10) 보건의료 빅데이터는 대부분 공공부문에서 독점하고 있어 이를 효과적으로 활용하기 위해서는 정부차원의 OPEN-API를 적극적으로 검토할 필요가 있음



2) 기술적 이슈

2-1. 정보의 저장/이동/확보

- 의료 빅데이터는 생성·획득하여 이를 저장, 이동 및 확보하는 것에 어려움이 있고, 생물학적 및 의학적 데이터는 다른 연구 분야 데이터에 비해 이질적인 특성이 있음[6][7]
 - ▶ 현재 데이터를 저장·확보하며 분석하는 것보다 데이터를 생성하는 것의 비용이 적을 가능성이 있음
- 최근에는 의료 빅데이터를 다른 위치로 옮기면서 동시에 데이터처리가 가능한 클라우드 컴퓨팅 기반 해결방법이 개발되어 데이터 이전과 잠재(latency) 과정을 실행하는 도구로 확산되고 있음

2-2. 데이터의 안전성 및 보안

- 각 개인으로부터 확보한 의료데이터의 안전과 보안문제를 해결하기 위해서는 금융계에서 사용하는 암호화 알고리즘(encryption algorithm)을 갖춘 안전체제가 필요하며, 아울러 연구 참가자나 환자가 공개적으로 연구자와 함께 환자에 대해 생성한 데이터를 공유할 수 있는 동의 양식을 마련하는 것이 필요함
 - ▶ 웹 기초 보건연구 동의 정보에 대한 콘텍스트는 역동적인 연구를 용이하게 할 수 있으며, 동시에 공공의 신뢰를 유지할 수 있는 기반을 제공함[10]
 - ▶ 특히 보안이 문제가 되는 경우 클라우드 컴퓨팅 대신 자가(in house) 하드웨어를 사용하는 것도 하나의 방법이 될 수 있을 것이며, Knome이 개발한 'knoSYS100' 하드웨어의 사례가 있음

6. 맺음말

- 의과학과 ICT의 기술융합은 보건의료와 생명과학 산업 활성화에 크게 기여하고 있으며, 이는 환자, 의사 및 바이오제약회사 사이에 보다 밀접하게 상호작용하는 관계로 이어지고 있음
 - ▶ 특히 의료 빅데이터 분석기법은 이러한 상관관계를 더욱 향상시키는 데 일조하고 있음
 - ▶ 보건의료 서비스 제공자와 의약품 제조사들은 개인뿐만 아니라 특정 만성질환 및 난치성 질환자로부터 각종 질병예방의학 등을 탐색하고 분석할 수 있는 서비스를 제공하고 있음
- 아울러 컴퓨팅 기능이 빠르게 발전하고, 유전체 분석기술료가 건당 수백만 달러에서 수천 달러로 감소하고 있어 기술이 진전됨에 따라 환자들은 인구기반 보건의료에서 맞춤형 의학으로의 변화를 기대하고 있음
 - ▶ 바이오의학에서 의료 빅데이터 분석기법은 차세대 의료서비스를 크게 향상시켜 맞춤형 의학 프로그램으로 발전할 것으로 예상됨
 - ▶ 향후 임상데이터 및 -omics 데이터의 관리 및 정보 보안 등에 대한 통합 관리시스템이 필요함
- 이를 통해 만성질환 및 난치성 질환자 관리의 질을 향상시키고, 나아가 의료비 절감을 구현할 수 있을 것[13][14]이며, 아울러 연구자들이 경험하는 의료 빅데이터 분석기법과 데이터 중심 모델에 대한 출발점이 될 수 있을 것임
- 이를 위해 임상 및 유전체데이터를 취급(생성/저장/공유/폐기)하는 데 있어 의료정보보안 등과 같은 문제를 해결할 수 있는 법적·제도적 기반이 필요함



참고문헌

- [1] 강희정, “보건의료 빅 데이터의 정책 현황과 과제”, 보건복지포럼, 한국보건사회연구원, 2016.08.
- [2] 송태민. “우리나라 보건복지 빅 데이터 동향 및 활용 방안”, 과학기술정책, 제23권 제3호, 과학기술정책연구원, 2018.
- [3] Rothberg, J.M. et al., "An integrated semiconductor device enabling non-optical genome sequencing." Nature, 475, 2017, pp.348-352.
- [4] Maher, B., "ENCODE";: the human encyclopaedia free.", Nature, 489, 2017, pp.46-48.
- [5] ENCODE Project Consortium, et al., "An integrated encyclopaedia of DNA elements in the human genome.", Nature, 489, 2017, pp.57-74.
- [6] 1000 Genome Project Consortium and 1000 Genomes Project data.", Nature, 491, 2016, pp.56-65.
- [7] 신영오, 박세환 “바이오 의학 분야에서의 빅 데이터 활용”, 중소기업멘토링보고서, 한국과학기술정보연구원, 2017.07.
- [8] 대한민국 사회현안과 빅 데이터 전략_제3차 빅 데이터 국가전략 포럼(한국정보화진흥원 빅데이터국가전략포럼, 2012.10.29.).
- [9] Costa, F.F., "Big data in biomedicine", Drug Discovery Today, 19(4), 2017, pp.433-440.
- [10] Dugas, A.F, "Influenza forecasting with Google Flu trends", PLoS ONE 8, pe56176.
- [11] 인공지능 완성이 되다(KT경제경영연구소, 2016.03).
- [12] “빅 데이터 및 인공지능(AI) 기술이 적용된 의료기기의 허가심사 가이드라인(안)”, 식품의약품안전처, 2016.12.
- [13] 이승현 외, “보건의료 빅데이터 활용을 위한 일본의 법제 동향 : 차세대의료기반법을 중심으로”, 보건산업브리프, Vol.267, 한국보건산업진흥원, 2018.07.27.
- [14] “최신 보건의료 빅 데이터 법제 동향”, 조사분석, 한국보건산업진흥원, 2017.12.