

연구보고서 2017-06

제4차 산업혁명에 조응하는 보건의료체계 개편 방안



신영석 · 이진형 · 김범준 · 이재훈 · 이영희 · 황도경
김소운 · 박금령

【책임연구자】

신영석 한국보건사회연구원 선임연구위원

【주요 저서】

내과질환자 입원료 가산에 대한 개선방안 연구
한국보건사회연구원, 2016(공저)

간호인력 확보수준에 따른 입원환자 간호관리료 차등제 개선방안 연구
한국보건사회연구원, 2015(공저)

【공동연구진】

- 이진형 성균관대학교
- 김범준 Baylor College of Medicine
- 이재훈 Intermountain Healthcare
- 이영희 University of Utah
- 황도경 한국보건사회연구원 부연구위원
- 김소운 한국보건사회연구원 전문연구원
- 박금령 한국보건사회연구원 전문연구원

연구보고서 2017-06

제4차 산업혁명에 대응하는 보건의료체계 개편 방안

발행일 2017년 12월
 저자 신영석
 발행인 김상호
 발행처 한국보건사회연구원
 주소 [30147]세종특별자치시 시청대로 370
 세종국책연구단지 사회정책동(1~5층)
 전화 대표전화: 044)287-8000
 홈페이지 <http://www.kihasa.re.kr>
 등록 1994년 7월 1일(제8-142호)
 인쇄처 고려씨엔피
 가격 7,000원

발간사 <<

지난 40년 동안 우리나라 의료보장체계는 세계 어느 나라와 견주어도 손색이 없을 정도로 비약적인 발전을 하였으나 저출산 및 고령화 그리고 저성장 기조의 고착화에 따른 부담 능력의 한계, 질환의 복합화 및 만성화, OECD 국가 중 가장 빠른 속도의 의료비 증가 등 해결해야 할 과제들이 산적해 있다. 세계적인 흐름에 비추어 보면 의료의 질 제고, 비용의 적정화 등 가치(Value)를 극대화하기 위해 모든 나라가 의료체계의 전환을 모색하고 있다. 이 국가들 또한 저성장, 고령화에 따라 자원 마련의 어려움을 겪고 만성질환의 팽배로 1차 의료의 중요성을 강조하고 있다. 또한 그동안 공급자 중심의 치료가 정책의 기본이었다면 이제는 소비자 중심으로 의사결정 구조가 바뀌고 있다. 분절적 의료공급에서 공급자 간 통합 의료체계로의 전환도 모색되고 있다. 특히 4차 산업의 비약적 발전과 함께 사물인터넷을 통해 일상생활이 관리되고, 임상정보가 집적되며 유전체 분석을 통해 미래의 의료위험에 대처할 수 있게 되었다. 도전과 기회가 양존하는 오늘날 우리나라도 현행 의료체계에서 위와 같은 도전을 소화하기에는 한계가 있다. 고령 인구의 급증에 따른 의료욕구의 증대, 만성질환의 고착화, 그리고 고급의료에 대한 국민적 선호, 보장성 확대에 대한 국민의 의지 등 제반 현실이 우리의 의료체계도 혁신되어야 함을 보여주고 있다. 우리나라는 단일 건강보험체계에서 데이터 집적, ICT의 선도적 위치 등이 새로운 도전을 헤쳐 나가는 데 강점으로 부각되고 있다.

이에 본 보고서는 제4차 산업혁명 시대에 맞추어 보건의료체계를 재정비하고 미래의 도전에 응전할 수 있는 미시적·거시적 개편 방향을 탐색하였다. 미시적 방안으로는 현행 보건의료체계에 디지털 헬스케어의 접목

방안을 모색하고, 국민의 건강권이 훼손되지 않으면서 보건의료가 우리나라 성장의 추동력으로서 자리 매김할 수 있도록 기틀을 마련하고자 하였다. 거시적 방안으로는 재정적 지속가능성, 의료의 질 확보, 경제성장의 원동력으로서 보건의료산업 등을 기본으로 현행 의료 공급체계, 지불제도, 전달체계 등 제반 문제를 동시에 아우를 수 있는 방안을 모색하였다. 인공지능, 사물인터넷, 빅데이터 등 제4차 산업혁명의 핵심 콘텐츠가 새로운 체계의 도구 역할을 할 수 있을 것이다.

본 연구는 신영석 선임연구위원의 책임하에 수행되었으며, 본원의 황도경 부연구위원, 김소운, 박금령 전문연구원 그리고 성균관 대학의 이진형 교수, 유타대학의 이재훈 교수, 이영희 교수, 베일러 의과대학의 김범준 교수가 공동으로 참여하여 이루어졌다.

연구진은 보고서 진행 과정에서 유익한 조언을 해 준 고려대학교 의과대학 윤석준 교수에게 깊이 감사하며 연구 내용의 오류는 연구진에게 전적으로 귀속됨을 밝히고 있다.

끝으로 본 보고서에 수록된 모든 내용은 연구자의 개인적 의견이며 본원의 공식 견해가 아님을 밝혀 둔다.

2017년 12월
한국보건사회연구원 원장
김 상 호

목 차

| | |
|--|------------|
| Abstract | 1 |
| 요 약 | 3 |
| 제1장 서론 | 33 |
| 제1절 연구 배경 | 35 |
| 제2절 연구 목적, 방법, 내용 | 58 |
| 제2장 제4차 산업혁명과 보건의료 | 61 |
| 제1절 4차 산업혁명의 정의 | 63 |
| 제2절 보건의료분야에서의 4차 산업혁명 | 69 |
| 제3절 국내 4차 산업혁명 관련 보건의료분야의 대응 현황 | 76 |
| 제3장 제4차 산업혁명 시대에서 국내 보건의료 분야 쟁점과 과제 | 93 |
| 제1절 개요 | 95 |
| 제2절 보건의료 분야 데이터 활용과 연계 | 96 |
| 제3절 건강 가치 향상을 위한 정보기술 인프라 | 103 |
| 제4절 소결 | 112 |
| 제4장 외국의 4차 산업혁명과 보건의료체계 개편 현황 | 117 |
| 제1절 미국의 4차 산업혁명과 보건의료체계 개편 현황 | 119 |
| 제2절 주요국의 4차 산업혁명과 보건의료체계 개편 현황 | 150 |
| 제3절 글로벌 IT 기업의 건강서비스 시장 대응 현황 | 156 |

| | |
|--|------------|
| 제5장 4차 산업혁명시대의 보건의료체계 개편 방안 | 161 |
| 제1절 제도 개편 원칙 및 방향 | 163 |
| 제2절 제도 개편 방안 | 166 |
| 참고문헌 | 179 |

표 목차

| | |
|--|-----|
| 〈표 1-1〉 65세 이상 인구의 진료 실적 | 40 |
| 〈표 1-2〉 진료비 변화 추계: 2018-2025년 | 41 |
| 〈표 1-3〉 세계 경제성장률 및 우리나라 경제성장률 전망 - 각 기관 | 42 |
| 〈표 1-4〉 주요국의 경제 성장 전망 | 43 |
| 〈표 1-5〉 건강보험 지출 결과 비교: 2015-2050 | 47 |
| 〈표 1-6〉 건강보험재정 전망: 2012-2060 | 47 |
| 〈표 1-7〉 연도별 건강보험 보장률 | 50 |
| 〈표 1-8〉 국내 요양기관 종별 외래 진료비 추이 | 53 |
| 〈표 2-1〉 산업혁명의 역사 | 64 |
| 〈표 2-2〉 4차 산업혁명에 대한 정의 | 66 |
| 〈표 2-3〉 건강 R&D로의 범위 확대 | 77 |
| 〈표 2-4〉 건강 R&D의 주요 유형과 종류 | 78 |
| 〈표 2-5〉 보건의료 빅데이터 추진단 현황 | 81 |
| 〈표 2-6〉 국내 병원의 인공지능 활용 의료서비스 도입 현황 | 83 |
| 〈표 2-7〉 국내 ICT 기업의 헬스케어 플랫폼 진출 현황 | 86 |
| 〈표 2-8〉 독거노인 및 중증장애인 가구 활동감지센서 | 89 |
| 〈표 3-1〉 국민건강보험공단 My Health Bank 서비스 내용 | 99 |
| 〈표 3-2〉 건강보험심사평가원의 보건의료 통계 정보 | 100 |
| 〈표 3-3〉 국내 인공지능 현황 | 106 |
| 〈표 3-4〉 사물인터넷과 보마일 헬스케어, 웨어러블 디바이스 등의 비교 | 108 |
| 〈표 3-5〉 헬스케어에서의 사물인터넷 적용 분야 및 기대효과 | 109 |
| 〈표 3-6〉 국내 원격의료 서비스 분류 | 110 |
| 〈표 3-7〉 정부의 원격의료 유형 구분 | 111 |
| 〈표 4-1〉 PMI 추진 예산 및 담당 부처 | 123 |
| 〈표 4-2〉 상호운용성 확보의 3단계 | 136 |

그림 목차

| | |
|--|-----|
| [그림 1-1] OECD 국가 1인당 GDP와 기대수명 | 36 |
| [그림 1-2] OECD 국가 1인당 보건의료지출과 기대수명 | 36 |
| [그림 1-3] OECD 국가 영아 사망률 추이 | 37 |
| [그림 1-4] 합계출산율과 기대수명 추이 | 39 |
| [그림 1-5] 고령자 진료비 변화: 2010-2016 | 46 |
| [그림 2-1] 최근 3년간 건강 R&D 4대 유형별 투자비중 | 78 |
| [그림 2-2] 수요 연계형 사물인터넷 헬스케어 서비스 실증단지 사업 | 87 |
| [그림 2-3] 독거노인·중증장애인 응급안전알림서비스 시스템 구성도 | 90 |
| [그림 2-4] 지적장애인 치료용 놀이교구 QUUQ의 서비스 구성도 | 91 |
| [그림 4-1] 미국 BRAIN Initiative 거버넌스 체계 | 125 |
| [그림 4-2] 미국 내 병원의 인증된 EHR 시스템 도입 추이 | 127 |
| [그림 4-3] 일본 인공지능 연구개발 체계 | 153 |
| [그림 5-1] 보건의료 체계의 발전 방향 | 166 |

Abstract <<

A Plan to Reorganize the health care system in accordance with the 4th Industrial Revolution

Project Head · Shin, Youngseok

Over the past 40 years, Korea's medical care system has made remarkable progress in comparison with any other country in the world. Every time President Obama expressed his commitment to expand US public health insurance, he would refer to Korea's health care system as a best practice. Nonetheless, today's health care system in Korea has a lot of pending issues such as low fertility rates, aging and low growth rates, complexity and chronicity of diseases, and the fastest increase in medical expenses among OECD countries. In light of the global trend, every country is seeking to shift the healthcare system to maximize value, such as improving the quality of medical care and optimizing costs. These countries also face difficulties in raising funds due to low growth and aging, and emphasize the importance of primary care due to the spread of chronic diseases. In the meantime, if supplier-centered treatment was the basis of policy, the decision-making structure is now shifting to consumer-centered, and the shift from segmental medical supply to an integrated medical system among suppliers is sought. Especially,

Co-Researchers: Lee, Jinyung · Kim, Beomjun · Lee, Jaehoon · Lee, Younghee · Hwang, Dokyung · Kim, Sowoon · Park, Gumryeong

2 제4차 산업혁명에 대응하는 보건의료체계 개편 방안

along with the breakthrough of the 4th industrial revolution, the medical system is able to manage everyday life through the internet, integrate clinical information, and cope with future medical risks through genome analysis. Today, even when challenges and opportunities exist, Korea is also limited in its ability to exert such challenges in the current medical system. The reality of the increase of medical needs, the fixation of chronic diseases, the national preference for high-quality medical care, and the will of the people to expand protection is showing that the medical system needs to be reformed. In Korea, the data collection system in a single health insurance and the leading position of ICT are emerging as strengths to overcome new challenges.

Therefore, this report searched for the direction of micro and macro reorganization of the health care system that can reorganize the health care system in the fourth industrial revolution era and respond to future challenges. As a microscopic plan, we tried to find a way to integrate digital health care into the current health care system, and to lay the foundations for health care to become a driving force for Korea's growth without damaging the people's right to health. As a macroscopic measure, we looked for ways to simultaneously address various issues such as financial sustainability, quality of medical care, and current medical supply system, payment system, delivery system, etc. The core contents of the fourth industrial revolution, such as artificial intelligence, the Internet of things, and big data, will play a role in the new system.

1. 서론

가. 연구 배경

- 저출산·고령화 등 인구구조 변화, 생산가능인구의 감소에 따른 저성장 기조 지속, 자동화·세계화·4차 산업혁명 등 생산 환경의 변화에 따른 노동시장의 변화 등 제반 경제사회 여건이 우리가 지향하는 발전 방향과 궤를 달리할 가능성이 커지고 있음.
- 인구구조의 변화로 양질의 의료에 대한 수요와 예방과 관리에 대한 정책적 요구도 동시에 증가하나, 저성장은 보건의료체계의 선진화를 위해 필요한 재정 충당에 어려움을 초래할 것으로 전망되고 있음.
- 아울러 보건의료체계에서 지적되는 건강보험의 낮은 보장률, 자원배분의 비효율성, 보험료 부담의 비형평성 등 해결해야 할 문제가 잔재해 있음.
- 최근 국내외에서 4차 산업혁명(The Fourth Industrial Revolution)이 저성장을 극복할 수 있는 대안으로 급격하게 부상하면서, 4차 산업혁명의 구성 요소인 디지털 케어가 인간의 건강 수준을 한 차원 더 높일 수 있는 블루오션으로 주목받고 있음.
- 이에 보건의료체계에서도 4차 산업혁명 흐름에 부응하여 문제 해결을 위한 다양한 노력을 펼치고 있음.

4 제4차 산업혁명에 대응하는 보건의료체계 개편 방안

1) 환경 변화

□ 인구구조 변화 :

- 2017년 8월 말 기준 우리나라 65세 이상 인구는 7,257,288명으로 전체 인구(51,753,820명)의 14%를 넘어 공식적으로 고령사회에 진입하였고 2025년에는 20%(초고령사회)에 달할 것으로 전망.
- 합계출산율은 2000년대 초부터 1.3 이하로 저출산 지속: 2026년에는 약 1.17.
- 인구구조의 변화 영향:
 - 생산가능인구의 감소로 중장기 관점에서 잠재성장을 하락.
 - 부양부담의 증가는 세대간 갈등 등 사회통합 저해.
 - 노인인구의 증가는 복합만성질환자의 증가에 따라 의료비 급증 전망: 2015년에는 전체 보험 진료비의 51.11%를 노인인구가 차지할 것으로 전망됨.
 - 생활습관 개선 등 관리와 예방에 대한 정책적 개입이 요구될 것임.

□ 성장의 한계: IMF 등에 따르면 2018년 경제성장은 3.0%에 이를 것으로 전망되지만 저출산 지속으로 생산가능인구가 2017년부터 본격적으로 감소하는 등 중장기적으로 잠재성장을 둔화에 따라 경제성장률이 반등하기 어려운 상황.

- 저성장은 보건의료체계의 선진화를 위해 필요한 재정 충당에 어려움을 초래.

- 디지털 헬스케어 시대의 도래: 만성질환 시대에 사물인터넷을 이용하여 건강 관련 모바일 데이터를 확보하고 이를 전자의무기록에 연계하며 유전체 데이터까지 결합된다면 예방 관점에서부터 정밀의료에 이르기까지 보건의료 전체에 일대 변혁을 가져오리라 예측.
 - ‘개인’의 상지속적인 생체신호를 모니터링하여 이에 대한 분석을 통해 위험 요인을 사전에 예측하고 미리 대비하여, 개인 단위에서 맞춤형 의료 가능.
 - 개인과 지역사회의 참여를 통한 예방과 건강증진은 과거와 미래의 가장 큰 차이로 보건의료체계의 패러다임이 근본적으로 변화 될 것.

- 국민의료비의 지속 증가:
 - 약 30조 6천억 원의 신정부 보장성 강화계획과 5년 단위 보장성 확대계획 등은 급격한 고령화와 더불어 의료비의 급증을 야기할 것으로 예측됨.
 - 인구구조의 변화, 성장잠재력의 둔화는 국가경쟁력을 하락시킬 것이고 이는 중장기적으로 개인 소득의 감소로 이어져 건강보험 재원 확보에 어려움 봉착 전망.
 - 국회예산정책처(2012년)에 의하면 건강보험 급여비는 41.5조 원('12)에서 517.9조 원('60)으로 GDP 대비 3.2%에서 2060년 6.2%로 2배 가까이 증가하는 것으로 전망.

2) 국내 보건의료체계의 현황과 문제점

- 낮은 보장성 : 경상의료비 중 정부·의무가입보험재원 비율은 2016년 기준 56.5%로 OECD 평균인 72.7%과 비교하여 낮은 수준임.
 - 경상의료비 중 가계직접부담 비율은 OECD 국가 중 멕시코 (40.8%)를 제외하고 두 번째로 높음.
 - 낮은 보장성 때문에 취약계층의 의료빈곤은 증가하고 있고 국민의 약 70%가 민간 실손보험에 가입.

- 비급여 본인 부담의 상승: 보장성을 높이더라도 그 이상의 비급여가 창출됨에 따라 보장율이 높아지지 않음.
 - 비급여에 대해 민간 실손보험에 가입한 사람들은 본인부담이 거의 없어 실손보험에 가입하지 않은 사람에 비해 진료비 규모가 약 1.6배에 이룸.

- 보험료 부담의 불형평성
 - 직장가입자와 지역가입자 간 부가 요소의 차이
 - 지역부과체계의 복잡성
 - 지역과 직장 간 피부양자에 대한 자격 상이

- 자원배분의 비효율성
 - 비급여에 대한 통제장치가 없어 고가 의료장비의 보유율은 세계 최고.
 - 필요 이상의 병상 수: OECD 국가의 평균에 비해 인구 1,000명

당 11.7병상으로 OECD 평균(4.7병상)보다 2.5배 많음.

- 환자 1인당 평균 재원일수는 2014년(2016년 발표 자료) 기준 16.5일로 OECD 평균인 7.5일에 비해 2배 이상 높음.
 - 상급병원으로의 쏠림현상 심화: 2005년 이후 지난 12년간 상급 병원의 외래 환자 점유율은 13.29%에서 18.47%로 증가한 반면 의원은 65.46%에서 55.08%로 감소.
 - 현행 진료비 지불제도인 행위별수가제는 제공된 서비스 단위당 별도로 보상되기 때문에 태생적으로 필요 이상의 서비스를 제공.
- 질병 발생 후 치료 중심의 현행 의료체계: 노령화와 식생활 습관 변화로 급성 및 전염병 질병에서 만성 및 비전염성 질병으로 급격히 전환하고 있기 때문에 기존의 방식과 다른 형태로 대응해야 할 필요성 증가.
- 제도의 재정건전성에 대한 재검토 필요: 경제성장률은 2020년 이후 3% 이하로, 2030년대 이후는 1%대로 감소하여 의료비 증가 속도가 국민의 부담 능력을 넘어설 것으로 전망.
- 의료소비자의 이용 행태 개선 노력 필요: 접근성 측면에서 세계 최고 수준이나 필요 이상의 이용을 하는 환자의 수가 나날이 증가.
- 통합·연속의료 필요: 과거의 질환 이력이나 생활습관 등에 대한 정보 없이 임시방편적 치료가 이루어져 만성질환 등에 대한 관리가 잘 안 됨.
- 소비자 중심의 의사 결정, 의료 질 중심으로의 체계 전환, 예방과 사후적 치료 간 균형 확보, 보건의료와 복지의 연계, 양·한방 통합 접근도 중요한 과제.

3) 외국의 보건의료체계 혁신 동향

□ 아일랜드

- 종래의 치료 중심에서 건강 유지 및 증진 중심으로,
- 사후적 치료를 위한 병원 중심 문화에서 예방을 포함한 1차 의료 기반으로,
- 비용 절감의 관점에서 비용과 의료의 질을 동시에 추구하는 방향으로,
- 공급자 중심에서 환자 중심의 의사결정구조로,
- 분절적 의료에서 통합의료 제공으로 전환할 것을 발표.

□ 영국

- 급성 단일질환 치료 관점에서 복합 만성질환에 대응할 수 있는 체계로의 전환.
- 자원이 많이 소모되는 병원 중심 공급에서 지역사회 기반으로의 전환.
- 치료 프로토콜에 대한 의사 단독 결정구조에서 다학제적 팀 기반으로의 전환.
- 단일 에피소드 중심에서 욕구에 기반한 지속 의료로의 전환.
- 분절적 의료에서 환자의 병력, 생활습관 등을 고려한 연계·조정되고 통합된 의료로의 전환.
- 의사의 치료 방법 결정에 수동적이었던 환자가 다양한 정보에 기반하여 환자 스스로 의사 결정할 수 있는 체계로의 전환.

□ 네덜란드

- 종래의 양 중심 보상에서 치료 결과 및 건강수준 향상 정도에 대한 보상으로
- 성과 평가 결과에 대한 절차를 공개함으로써 투명성을 확보.
- 정보를 활용하여 소비자 스스로 인식 수준이 향상되어 선택할 수 있는 여건을 마련.
- 의료체계를 비용 효과적으로 재설계.
- 사후적 치료 외에 예방서비스를 강화.
- 재원 확보 체계를 재구조화.
- 비전 및 전략을 현실화하기 위해 정치적 리더십 확보.

□ 대만

- 의원을 중심으로 인두제와 성과지불 방식을 적용함으로써 고령화와 만성질환에 효과적으로 대처.
- 치료 효과를 높이고 비용의 효율성을 제고하기 위해 의원과 병원을 연계한 통합의료를 시행.
- 재가의료 및 호스피스요료를 통합한 가정의 제도를 도입.

나. 연구 목적 및 내용, 방법

- 연구 목적: 제4차 산업혁명에 시대의 보건의료체계를 재정비하고 미래의 도전에 응전할 수 있는 보건의료체계의 미시적·거시적 개편 방향을 탐색하는 데 목적을 두고 있음.

□ 연구 내용

- 제1장 : 향후 환경 변화, 외국의 혁신 동향, 현재 우리나라의 보건의료 관련 한계점 검토
- 제2장: 4차 산업혁명에 대한 정의와 개념, 보건의료 분야 접목 동향
- 제3장 : 외국의 4차 산업혁명과 보건의료체계의 개편 현황 탐색 그리고 주요 IT 업체의 건강서비스 시장 논의
- 제4장: 4차 산업혁명시대의 보건의료체계로 전환하는 데 걸림돌이 될 만한 쟁점을 도출하고 이를 해결할 수 있는 방안 모색
- 제5장: 환경변화, 외국의 상황, 우리의 디지털 헬스 케어 관련 현황, 현행 건강보험의 문제점 등을 종합하여 21세기형 새로운 미래 보건의료체계를 제시
 - 미시적 방안으로서 현행 보건의료체계에 대한 디지털 헬스케어 접목 방안을 모색.
 - 거시적 방안으로서 재정적 지속가능성, 의료의 질 확보, 경제성장의 원동력으로서 보건의료산업을 전제로 현행 의료 공급체계, 지불제도, 전달체계 등 제반 문제를 동시에 아우를 수 있는 방안을 모색.

□ 연구 방법

- 디지털 헬스 케어 관련 외국의 동향, 외국의 의료체계 혁신 동향, 우리나라의 저출산고령화, 저성장, 질환의 복합화 및 만성화 등 환경 변화, 향후 재정의 지속가능성 등 현행 건강보험의 문제점 및 과제들을 검토하여 이를 해결하는 경로를 규명하되 디지털 헬스 케어와의 접목 방법이 모색될 것임.

- 선행연구, 외국 문헌의 탐색, 전문가 회의 등 통상적 연구 방법이 사용될 예정.

2. 제4차 산업혁명과 보건의료

가. 4차 산업혁명 정의

- 4차 산업혁명이란 인공지능과 사물인터넷, 나노 기술과 같은 핵심 기술의 비약적 발전이 보건의료, 고용 창출, 교육, 산업 등 여러 분야에 걸쳐 근본적인 변화를 가져오는 일련의 현상을 지칭: 사물인터넷, 빅데이터, 인터넷 서비스 등 일련의 기술혁신을 포함하는 기술과 가치 사슬을 통해 생산성 제고.
- 1차 산업혁명은 증기기관의 발명과 함께 기계적 생산설비가 도입되면서 생산성 향상.
- 2차 산업혁명은 전기를 발명하면서 노동분업을 통해 대량생산.
- 3차 산업혁명은 IT와 전자기술을 통해 자동생산.
- 4차 산업혁명은 디지털 혁명에 기반한 부문 간 융합이 전 산업 부문에 혁명적 변화를 초래.
 - 기술 산업 측면에서는 기존의 산업구조가 새로운 생태계로 전환.
 - 고용구조의 변화: 노동력의 활용 수준이 점차 낮아짐.
 - 인공 지능의 개발이 고도화되면 병리 부문에서 의사가 판독하는 것보다 인공지능의 판단이 작은 비용으로 더 정확할 수 있음.

12 제4차 산업혁명에 조응하는 보건의료체계 개편 방안

- 고용 시장의 패러다임 변화 속에서 여러 지식을 동시에 복합적으로 활용하는 능력이 중요해지면서 이에 대한 요구 증가.

나. 4차 산업혁명으로 인한 사회 변화

- “지식기반업무의 자동화 및 표준화”: 사물인터넷, 사이버물리시스템(CPS: Cyber Physical System), 센서기술 등을 기반으로 생산 전 과정을 연결하고, 실시간 모니터링 및 피드백 기능을 통해 사물의 지능화를 꾀하며, 이를 통해 제조업의 완전한 자동 생산 체계 구축.
- 대량생산시스템의 한계점: 정보기술의 발전으로 인해 맞춤 생산의 비용은 급격히 내려가기 시작하였으며 이는 맞춤 대량생산(Mass customization)을 가능하게 함으로써 제조시스템에 새로운 기회 제공.

다. 보건의료 분야에서 4차 산업혁명

- 20세기 후반 현대의학의 주류: 근거중심의학(Evidence-Based Medicine, EBM)으로서 과학적인 방법을 기반으로 도출된 표준화된 증거를 의학 특정 분야에 적용.
- 개별 환자 대상 치료법 결정에 있어 최선의 증거를 명확하고 형평성 있게 적용하는 것.
- 이론적으로는 동일한 질환을 가진 다수의 환자는 그 시기에 입증된 최선의 치료(Best Practice)를 받게 됨.
- 근거중심의학의 한계점은 다수의 환자에게 입증된 통계적인 치료법을

우선적으로 적용하기 때문에 환자 개인의 특성을 반영하지 않음.

- 이를 보완하기 위한 패러다임으로 제시된 것이 맞춤형의학(Personalized medicine)으로서 환자마다 각각의 환경적, 유전적 요인과 질병, 생활습관 등을 미리 인지해 환자에게 맞춤형으로 적합한 약을 적절한 용량으로 적합한 시간에 사용하여 환자별로 최적화된 치료법 제공.
- 제4차 산업 혁명으로 가장 큰 잠재력이 있는 분야는 물리적, 디지털 및 생물학적 시스템을 병합할 수 있는 보건의료 분야임.
 - 의료서비스는 이미 스마트폰 및 웨어러블 피트니스 기기와 같은 소비자 기술을 이용하여 건강 및 피트니스에 대한 세부적인 데이터를 수집하고 있으며 이는 개인의 의료뿐만 아니라, 의학 연구도 변형시킬 가능성이 큼.
 - 서비스 제공자는 인터넷에 연결된 센서 및 의료 기기를 통해 원격으로 환자를 모니터링하고 치료하며, 만성 질환 치료에 원격 진료 유용.
 - 디지털 헬스케어에서는 수년 전부터 IT에 의해 의료전달체계의 변화, 전통적인 의료산업 간 경계의 붕괴, 의료인의 역할 변화, 지불시스템의 혁신, 의료서비스 품질관리 기법의 발전, 관련 법규 및 제도의 변화 촉진.
 - 미래의 의료에서 IT는 의료인이 아닌 일반인 환자를 치료의 중요한 주체로 참여시키고, 일상생활 속에서 수집된 건강 정보를 통해 개인 맞춤형 건강관리 및 의료서비스 제공.
 - 의료정보, 지식 및 서비스의 표준화로 인한 의료행위의 시공간

14 제4차 산업혁명에 조응하는 보건의료체계 개편 방안

경계 확대, 인공지능에 의한 의사의 역할 상당 또는 대부분 대체, 의료서비스의 대량생산화, 품질관리, 정보화, 자동화를 통한 의료비의 획기적인 절감, 그로 인한 비약적인 건강 증진 등 다양한 가능성 내포.

○ ICT 융합 의료산업: ICT를 활용해 장소와 시간의 제약 없이 개인의 건강상태를 실시간으로 관리하고 필요에 따라서 맞춤형 의료를 시행.

- 시장 잠재력이 크며 연관 산업 발전을 촉진시킬 뿐만 아니라, 새로운 산업을 창출할 수 있음.
- 보건·의료 분야에서 ICT 기술은 진단 및 치료, 의약품에도 쓰이고 있으며, 사회 혁신과 같이 질병 예방 영역으로 점차 확대.
- ICT 융합 의료산업은 의료기기와 정보와 관련된 소프트웨어 뿐만 아니라, 맞춤형 건강관리 서비스와 보험, 금융 등으로까지 확장될 수 있음.
 - 최근에는 병원 운영과 연관된 EHR/EMR 시스템, 모바일헬스, 원격 의료 등이 확대되어 의료 서비스 영역 확장.

○ 보건/의료 산업은 고부가가치 및 고용창출 효과가 다른 산업보다 높아 4차 산업혁명으로 인한 우수한 경제적 파급효과가 있을 것으로 예상.

- 보건의료서비스 산업 고용 창출 효과(20억당 19.5명)는 전체 평균(16.9명)보다 높음.
- 보건의료서비스의 부가가치 유발 계수는 0.7로 반도체(0.48)와 자동차(0.65)에 비해 높으며, 취업 유발 계수도 12로 자동차(8.8명)와 방송통신(6.2명)보다 높은 수준임.

라. 4차 산업혁명 관련 국내 보건의료 분야의 대응 현황

□ 정부의 대응

- 보건 의료기술육성기본계획(2013~17년): 건강 R&D라는 새로운 개념 제시를 통해 각 분야에서 분절적, 독립적으로 수행하고 있는 건강 분야의 연구개발을 총괄하여 건강의 개념을 중심으로 연구 개발 범위와 내용을 확대.
- 미래창조과학부: 2017년부터 향후 7년간 총 1,704억 원 이상을 투자하여 언어지능, 시각 지능, 음성 지능 플랫폼을 개발함으로써 인공지능이 인간과 같은 수준으로 이해하고, 전문적인 지식을 습득, 축적 후 의사결정을 지원하는 기술 개발을 목표로 함.
- 2017년 보건복지부 업무 보고:
 - 바이오헬스 생태계 조성을 위해 병원의 연구개발 성과 활용, 창업 활성화, 신약개발, 의료기기 기업에 대한 협력과 지원 강화.
 - 의료기기 산업육성법 제정으로 지원 내실화와 종합지원 센터를 통한 컨설팅 등 신속한 시장 진입을 지원하는 방안 강구.
 - 산업혁명 기술과 생명윤리 민관 협의체를 출범하면서 세부 윤리적인 규정을 마련.
- 현 정부: 대통령 직속 “4차 산업혁명위원회”를 신설하여, 인공지능과, 사물인터넷 등을 통해 새로운 산업의 부가 가치와 일자리를 창출하면서도 과학과 기술의 혁신을 추구하는 목표를 발표.

□ 민간의 대응

- 길병원: IBM 왓슨을 도입하여 인공지능을 바탕으로 대장암 환자

대상 왓슨을 활용한 수술 시도.

- 왓슨 포 온콜로지(Watson for Oncology)는 글로벌 대기업 IBM에서 개발한 의료 인공지능 시스템으로, 암 환자에게 최적의 치료법을 권고하기 위해 개발된 임상 의사결정 지원 시스템.

- 서울아산병원은 17년 4월, 차세대병원 정보시스템 AMIS(Asan Medical Information System) 3.0을 가동: 400억 원 투자하여 병원 의료 및 행정 전반의 표준화를 위한 노력 경주.
- 고려대학교 의료원: 차세대 EMR “꿈”을 위해 삼성 SDS와 함께 안암, 구로, 안산 3개 병원의 용어와 서식을 표준화함으로써 연구에 필요한 데이터를 용이하게 추출.
 - 고려대 의료원의 경우 SKT와 협력하여 AI 부문의 진료 음성인식 시스템 연구개발, 사물인터넷(IoT) 부문의 통합진료안내 도입, 증강현실과 가상현실 부문의 첨단 다학제 협진 시스템과 가상현실 라이브수술(VR live surgery) 등의 서비스 구축 예정.
- 삼성서울병원: 차세대병원정보시스템 다윈(DARWIN)을 도입하였으며, 올해 암 유전체 기반으로 맞춤의학을 선도하겠다는 계획을 발표.
- 국립암센터와 KT의 빅데이터/클라우드를 활용한 정밀의학 시스템: KT는 환자 유전체 정보, 임상 유전체 정보를 통합하여 관리하는 클라우드 인프라를 제공하고, 국립암센터는 진행성 주요 암 환자에 대한 유전체 검사·분석과 암 환자 진단법과 치료제 개발을 목표로 하고 있음.
- 뷰노와 서울아산병원, 삼성서울병원, 성모병원 등의 진단 보조 소프트웨어 개발: 뷰노는 컴퓨터단층촬영(CT)와 자기공명영상

(MRI) 등 진단자료를 기반으로 환자의 폐질환을 스스로 판단하는 기술을 개발.

- 루닛과 서울대 병원, 세브란스 병원, 경희의료원 등의 진단 보조 소프트웨어 개발: 루닛은 AI 영상인식 기술을 기반으로 유방 엑스레이(X-ray) 사진에서 폐질환과 유방암을 판독하는 기술을 서울대병원, 세브란스병원, 경희의료원을 포함한 서울 대형병원 5곳과 협력하여 개발.
- 삼성전자: 웨어러블 중심으로 모바일 헬스케어를 미래 핵심 산업으로 꼽아, 실시간으로 생체 신호 관련 데이터를 수집과 분석할 수 있는 개방형 헬스케어 데이터 분석 플랫폼인 'SAMI'와 개방형 웨어러블 센서 모듈 '심밴드 (Simband)'를 2014년 6월 공개.
- 의과대학의 교육 내용 변환
 - 고려대학교 의과대학: 인공지능, 빅데이터 등 첨단 기술 발전에 따라 새롭게 요구되는 의사 역량을 기를 수 있도록 선택과목 확대
 - 성균관대 의과대학: 임상 환자의 사례에 생물학적, 사회학적, 인구학적 토론을 학생들 간에 자유로이 할 수 있도록 유도하는 한편, 삼성융합의과학원 디지털헬스학과 석·박사 과정을 신설.

3. 4차 산업혁명시대에서 보건 의료 분야 쟁점과 과제

- 4차 산업혁명에 대응한 보건 의료 분야 가치 창출은 그 중요성은 강조되나 여러 도전과제에 직면해 있음.

□ 보건의료분야 데이터 활용과 연계

○ (데이터 활용과 연계의 필요성) 급속도로 사회가 변화하면서 개인의 건강을 결정하는 요인도 보다 복잡해지고 있으며 이를 해결하기 위한 보건의료체계의 역할도 중요해짐.

- 데이터를 분석하고 활용함으로써 서비스 전반의 효율과 형평을 동시에 유도할 수 있음. 최근의 방대하고 복잡한 형태의 의료 데이터 분석을 위해서는 빅데이터 분석을 이용한 정밀한 진단이 필요함.
- 환자 중심의 데이터는 만성질환의 관리와 치료를 위해 중요하며, 아울러 유전자 분석과 질병 예측을 위한 전제조건이자 인프라임.

○ (개인 건강 정보 기록의 활성화) 개인의 포괄적인 평생건강기록(진료기록+건강기록)으로 범국가적 상호운용성 표준에 맞춘 전자의무기록임

- 개인이 기록 및 관리, 공유, 통제가 가능함(정국상·안선주, 2016, p65). 이는 소비자 중심적이고 예방 중심적 관점의 개인건강정보 개념의 개념이며, 공인된 의료인의 기록으로 교류와 공동 활용이 전제되어야 함.

○ (보건의료 데이터 관련 법적, 제도적 인프라) 기관별 분산되어 보건의료 데이터가 구축되어 있으며 국가적 연계가 제한적임.

□ 건강 가치 향상을 위한 정보 기술 인프라의 중요성

○ 4차 산업혁명에서 대표적 요소로는 인공지능, 사물인터넷 등이 있으나, 이를 활용하기에는 정보 기술을 발전시키는 제도적, 기술

적 인프라가 부재한 상황임.

- (인공 지능) 인공지능 기술이 ICT 등 산업과 융합으로 고부가 가치를 실현할 수 있음에도 불구하고, 인공지능 융합 사업화를 위한 플랫폼 부재.
- (사물인터넷) 일방향으로 정보를 제공하는 것이 아니라 관련 데이터를 교환, 저장하고, 분석함으로써 새롭고 유용한 정보를 생산한다는 점에서 기존의 정보기술과 차별점을 지님.
- (원격의료) 원거리에서도 의료인이 환자의 건강을 실시간으로 관리할 수 있으며 이러한 관리 형태의 변화는 결국 업무 효율 성과 생산성으로 이어짐.

□ 정책 제도 개선

- (개인 정보 보호 기전 마련) 국내 기업의 대규모 데이터 확보 및 활용을 위해 개인 정보 비식별화, 보안 등에 대한 가이드라인을 제시하고 정보의 표준화를 우선적으로 마련.
- (데이터 활용과 연계를 위한 표준화) 공공 보건의료데이터를 연계·활용하여 환자나 국민에게 편익이 돌아가도록 서비스 제공 사업 개발이 필요하며, 공공영역에서 비정형 데이터의 수집 및 연계 체계 구축 등 정보 창출 기전이 필요함.
- (기술 개발을 위한 인프라) 연구지원을 위해 대형 국책 연구과제의 연구결과물을 중소기업과 공유하는 정책, 민간과 공공 부분이 연구개발 협력을 통해 전문 인공지능 플랫폼의 경쟁력을 강화.
- (교육, 연구 개발 인프라 구축) 국제적인 공동연구 확대를 위해 새로운 시장 진출 마련이 필요함.

- (국가 수준의 정책 대응과 전략 수립) 기술 정보를 활용한 보건의료 분야는 초기 비용은 많이 드나, 향후 고용창출과, 경제성장의 원동력으로 작용하는 동시에 국민의 건강 수준 향상에 기여할 수 있으므로 국가 수준의 정책로드맵이 요구됨.

4. 국외 4차 산업혁명과 보건의료 개편 현황

- 세계보건기구(WHO)에서 2012년 정보통신기술(ICT)기반 의료혁신(e-Health)의 확산을 위해서는 국가 차원의 전략이 필요하다고 강조하였고, ICT 기반 보건의료 전략을 수립하는 국가들을 대상으로 요구되는 계획, 실행, 평가, 규제 등에 대한 가이드라인을 제시함 (WHO, 2012).

□ 미국

- (보건의료 신사업 육성 국가 전략) 2015년 1월 미국 정부는 PMI(Precision Medicine Initiative)를 발표하고, 이를 기반으로 Health IT 계획, u-health 선진화 계획을 추진하여 ICT 융합 의료 활성화를 추진 중임(NOST, 2016; McKinsey&Company, 2015)
 - 미국은 정부가 계획안과 전략, 정책을 추진하여 정부가 의료혁신이 시장(민간)에 반영될 수 있는 산업 생태계 조성정책을 적극적으로 추진하고 있으며 이를 기반으로 ICT 융합 의료산업이 국가산업으로 성장할 수 있는 입지를 만들어 주고 있음.
- (보건의료 신사업 기업 육성 및 투자 확대) 미국은 2012년부터

의료산업에 특화된 스타트업을 발굴해 자금조달, 멘토링, 네트워킹 등을 지원하는 액셀러레이터 프로그램을 통해 ICT 융합 경쟁력을 강화함(대외경제정책연구원, 2016).

- 오바마 정부는 선순환적 생태계를 조성하기 위해 산·학·연 연계 R&D를 확대하며 첨단기술과 혁신을 강조하였음.
- 또한 PMI를 통해 민간과 정부에서 분절적으로 진행하던 정밀 의료 산업을 통합함.

○ (빅데이터 활용) 미국은 환자의 안전에 대한 영향을 고려하여 개인의료정보 강화, 의료기기 및 건강관리 앱에 대한 식품의약국(FDA)의 승인 심사, 웨어러블과 IoT 기기 및 앱에 대한 연방거래위원회(FTC) 규제 등을 검토하고, 환자의 안전에 영향이 없으면서 의료산업 발전에 제약이 되는 규제는 신속히 개선하여 의료산업에 대한 투자를 유도함(NOST, 2016).

○ (보건의료 전문가 참여 활성화) 미국은 탑-다운(Top-down) 이니셔티브에 따라 EHR 플랫폼의 사용 뿐 만 아니라 상호운용성 투자에 대해 인센티브를 제공함(NOST, 2016; 대외경제정책연구원, 2016; PWC, 2014).

- 병원 간 의료정보 호환성 향상을 목표로 시스템의 목표 지표를 제정하고, 이에 부합하는 EHR 시스템을 도입한 병원과 의사에 대해 인센티브를 제공.
- EHR 시스템을 활용하는 병원은 12%에서 59%로 증가하였으며, 인증된 EHR 기술을 채택한 병원의 수는 72%에서 94%로 증가하는 등 ICT 기반 의료 시스템과 진단이 향상되어 산업 및 시장의 규모가 성장함.

- 인센티브 제공으로 인해 진료 정보와 생체정보가 결합한 개인건강정보기록 시스템이 구축, 확산되면서 여러 기술이 접목된 정밀의료 기반을 보다 단단히 함.
- 의사들이 직접 정보기술을 진단과 치료에 활용하고 데이터 활용을 위한 연구개발에 참여하여 성과는 가속화 될 것으로 예측됨.
- ICT 기반 의료기기, 의료장비 등 시스템 도입에는 많은 비용이 소모되므로 발생할 수 있는 문제를 최소화하는 형태의 접근이 동시에 고려됨.

□ 일본

- (보건의료 신사업 육성 국가 전략) 일본 경제산업청은 첨단기술과 빅데이터 및 모바일 서비스를 통해 다양한 보건의료 분야를 활성화하고 산업을 창출하여 국가 경쟁력을 강화하는 것을 목표로 하는 국가전략인 '일본재흥전략(2013)'을 발표함(Ministry of Economy, Trade, Industry(일본경제산업청), 2016).
 - 일본은 경제위기와 노동력감소 문제를 해결하기 위한 방안으로 ICT 융합 의료산업이 대표적 고부가가치 산업을 지목하였으며 혁신적 신약과 의료서비스가 글로벌 시장에서 선점할 수 있도록 고부가가치 산업으로 발전시킴.
- (보건의료 신사업 기업 육성 및 투자 확대) 일본은 국가 전략종합특구 내 유치 기업에 세제 혜택과 재정 지원을 장려함(Ministry of Economy, Trade, Industry(일본경제산업청), 2016; 산업연구원, 2017).

- 실패확률이 높고 장기적인 투자가 필요한 ICT 의료산업의 특성을 고려하여, 과학 기술 예산의 상당 부분을 의료분야 R&D에 사용하여 기술의 혁신성을 강조하고 있음.

○ (빅데이터 활용) 데이터 활용을 장려하기 위해 개인정보보호 관련 법을 개정하고 가이드라인 제시에 힘씀.

□ 영국

○ (보건의료 신사업 기업 육성 및 투자 확대) 영국은 의료 분야 스타트업 클러스터 형성을 통해 정책 지원에 집중하고 기업들이 관련 기술과 지식을 공유하도록 유도하는 등 ICT 기반 신사업 생태계 조성에 힘쓰고 있음(NOST, 2016; 대외경제정책연구원, 2016).

- 신생 기업의 실패에 대한 위험을 줄이기 위해 창업 절차를 간소화하고 폐업 규정을 별도로 만들어 기술혁신과 산업의 활성을 유도함.
- 정부는 의료 발전에 예산을 투입하고 차세대 질병의 진단과 이와 관련한 치료법 개발에 힘쓰고 있음.

○ (빅데이터 활용) 영국은 2013년 한화 약 2조 원 규모의 예산을 투입해 보건의료 빅데이터 통합센터(HSCIC: Health & Social Care Information Center)를 설립해 의료데이터를 수집·분석하여 의료서비스를 개발함(대외경제정책연구원, 2016).

- 유전체 정보를 수집하여 해당 정보를 개인 의료정보와 연계하여 맞춤형 진료를 개발하고 상업화하기 위한 'Genomics England'라는 국영기업을 설립함.

□ 독일

- (보건의료 신사업 기업 육성 및 투자 확대) 독일은 클러스터를 통해 의료혁신과 필요한 IT, BT, 금융, 이동통신사 등의 기술을 빠르게 도입하고 정보를 공유할 수 있도록 정부가 기업 간 네트워크를 중재함(Germany trade & investment, 2014).

5. 4차 산업혁명시대에 보건의료체계의 개편 방향

□ 제도 개편의 원칙

- 국민의 편익 증진: 장기적인 관점에서 비용 대비 편익의 크기 비교
- 안전 및 의료의 질 제고: 산업 우선이 아닌 국민의 건강증진에 초점
- 개인정보 보호와 공공의 목적 달성 간 균형 확보
- 의료불평등 방지: 고비용 로봇 등 새로운 불평등 방지

□ 제도 개편 방향

- 정보 생산 및 집적에 순응: 모바일 정보, 의료정보, 생체정보 등을 생산하고 활용할 수 있는 여건 마련.
- 사후진료(Precision Medicine)와 사전 예방(생활습관 개선 등 1차 의료 활성화) 강화의 Two-track 접근.
- 국민이 편익이 증진된다면 민간의 산업발전을 추동할 수 있는 건 강보험: 수가 보상 등.

1) 체계 개편을 위한 여건 마련

□ 정보 생성의 여건 제공

- 모바일 정보: 모바일 정보의 생산은 참여자의 지속성이기 때문에 모바일 기기를 이용하는 사람에게 정보 생산에 참여할 수 있는 인센티브 제공.
 - 효과가 장기적으로 나타나는 의료의 특성상 보험자를 자주 바꾸는 미국 같은 문화에서는 보험회사 입장에서 인센티브를 감당하기 어려우나 단일보험자인 우리나라에서는 장기적으로 국민의 건강을 증진한다는 차원에서 인센티브 구조 필요.
 - 인센티브는 모바일 정보를 집적하는 민간회사를 통해 지급(최대 3만 원 또는 보험료의 10% 중 작은 금액을 상한으로 하는 인센티브 지급 관련 금감원의 규제 철폐).
 - 우리나라도 Noom과 알리안스, Aimmed와 메트라이프 등이 유사한 프로그램을 진행했으나 부정 등 악용의 가능성도 탐지(방수제품을 세탁기에 넣고 돌려서 기록 향상 등).
- 유전체 정보: 정밀의료를 촉진하기 위해 모바일 정보, 진료 정보와 함께 건강보험공단의 건강정보 플랫폼에 유전체 정보 제공을 조건으로 유전체 검사의 일부를 보험 급여화.
- 진료 정보: 의료기관에 표준화된 EMR을 구축하여 그 결과를 제공하도록 독려하면서 이에 상응하는 보상체계 도입(예: 수가 신설, 심사의 단순화, 현지 조사나 현지 확인 면제 등).

□ 건강보험공단에 모바일 정보, 진료 정보, 유전체 정보를 포괄하는 양방향 플랫폼 구축

- 소비자들의 데이터와 웰니스 프로그램 운영기관, 의료기관, 정밀 의료 프로그램, 제약회사 임상시험, 연구 목적 이용 등과 연결.
- 증상기적으로 대화형 플랫폼(소비자 질문에 플랫폼에 내장된 인공지능이 답을 제시) 탑재.
- 인프라 확보 및 발전 동인 제공을 위해 수가를 신설하거나 체계 정비
 - 예: 인공지능 판독에 수가 신설 ⇒ 의사수가 낮추고 인공지능 판독수가(일정 수준 이상의 정확도가 확보되는 경우)를 신설하면 신규 제품 도입 촉진.
 - 미국에서는 유방 촬영 시영상의학과 의사에 더해 컴퓨터 보조진단 프로그램으로 추가 판독을 할 때 수가 인정: 정확성 향상이 있어야 가능 즉 의료의 질이 담보된다는 증거 필요.
 - 병원의 비용 절감 유인이 되도록 제도 세팅
 - 의사 인건비가 높다고 해도 병원이 이를 소비자에게 전가할 수 있을 때, 즉 수가가 충분히 높다면 굳이 인공지능을 도입하지 않을 수 있음. (예: 마취 감시용 로봇(Sedasys)이 위와 같은 이유로 의사들이 반발 때문에 시장에서 퇴출).

2) 보건의료체계 개편을 위한 시범사업 모형

- (1) 1단계: 1, 2, 3차 의료를 통합한 의료체계로 1차 의료는 케어 코디네이션(care coordinator)기능을 수행하면서 환자에게 적합한 서비스의 제공과 함께 환자 스스로 자기 질병을 치료·관리(care)할 수 있는 훈련도 병행: 예방, 건강증진, 만성질환 관리를 주목적으로 하되 비용 효과성을 제고하는 방향으로 설계.

- 최근의 질환 구조 변화 반영: 인구 고령화와 복합 만성질환 환자 수의 증가로 인한 의료비 압박은 타 영역과의 서비스 통합(integrated services)이라는 새로운 치료·관리(care)모형의 개발 요구(WHO, 2003)
 - 병원 중심의 의료체계는 급성기 질병이 중심일 때는 효과적이거나 현재와 같이 만성질환의 시대로 전환된 경우 치료와 동시에 관리가 더 중요해지고 있음(Strauss & Corbin, 1988).
- 1차 의료 활성화를 위한 체계 개편: 일반인들이 주도적으로 자발적으로 건강관리를 하는, 즉 소비자 중심 의료
 - 네트워크 형태로 의료이용체계 개편: 미국의 ACO(Accountable Care Organization)²⁾ 형태로 지역 단위 네트워크 구축.
 - 네트워크 내 1차 의원들이 가입자들의 모바일 데이터를 통해 생활습관, 식이, 만성질환 등을 관리하여 예방 우선의 관점에서 국민의 건강 증진.
 - 네트워크 내에 소규모 건강정보 플랫폼을 구축하여 모바일 데이터의 집적, 이용, 교환 등 공급자와 가입자 간 쌍방향 소통.
 - 공급자 간 표준화된 EMR 정보 교환.
 - 인센티브를 전제로 동의한 가입자의 유전체 정보를 모바일 데이터, EMR 데이터와 연계하여 개인별 맞춤형 건강증진 프로그램 제공.

2) 책임의료조직(Accountable Care Organizations, ACOs)은 CMS의 새로운 의료제공체계 모형의 하나로 “의사, 병원을 포함한 의료제공자들이 함께 환자에게 잘 조정된 양질의 진료를 제공하는 의료제공자 조직”으로 정의됨. ACO는 특히 만성질환자에게 잘 조정된 양질의 진료를 제공하고 불필요한 서비스의 중복과 의료사고 예방을 목적으로 함.

- 급성질환의 경우 네트워크 내 상급병원으로 이송하거나 의뢰를 통해 네트워크 밖 전문의료기관을 이용할 수 있게 함.
- 참여 대상자 선정: 시범 지역 내 누구나 참여할 수 있도록 하되 의료이용에 제약을 받을 수 있기 때문에 상응하는 인센티브(복지서비스 등) 제공.
 - 만성질환 관리는 노인에게 효과적이거나 어린이와 일반 성인에게도 지속적인 건강관리서비스로부터의 편익을 기대할 수 있기 때문에 모든 사람을 포괄.
 - 참여자에게는 의료서비스 이외에 주거, 영양, 돌봄 등 건강에 큰 영향을 미치는 사회복지서비스를 연계·제공할 수 있음.
- 진료비 지불: 가입자당 Risk-Adjusted 정액(현재보다 평균적으로 높은 수준)으로 선지불(모바일 데이터 집적, EMR 표준화 등에 신규 채용 필요)하되 목표 진료비를 설정하여 목표 대비 이익과 손실에 대해 인센티브와 디스인센티브 병행.
 - 목표 진료비: 가입자들의 최근 3년 진료비 평균 + 네트워크 플랫폼 운영 비용
 - 시범사업을 시작할 때는 평균진료비 개념을 사용하되 첫 연도가 경과한 후에는 해당 네트워크의 평균 진료비와 행위별 수가제로 진료하는 다른 의료기관의 지역 진료비 평균값을 반영.
 - 점진적으로 개별 네트워크의 가중치를 줄여 나감으로써 개별 네트워크의 목표 진료비가 타 기관의 평균에 근접할 수 있도록 함.
 - 목표 진료비 대비 효율성이 개선된 기관에 대해서는 재정적 보상 시행.

- 1단계에서는 이익에 대해서만 재정적 보상을 하고 손실에 대해서는 책임을 묻지 않되 점진적으로 이익과 손실에 모두 책임지는 방향으로 전환.
 - 의료의 질, 환자 만족도, 안전 등 평가체계를 구축하여 일정 기준을 달성한 네트워크(기관)에 대해서는 별도의 추가 보상 실시.
 - 위험도 보정: 미국의 CMS-HCC 위험도 보정 모형(인구학적 변수와 동반질환 이용) 참조.
 - 공급자 스스로 최상의 효율성을 발휘할 수 있는, 4차 산업혁명에 순응할 수 있는 체계로의 전환 모색.
- 서비스 질 관리: 평가체계를 도입하여 결과에 따라 인센티브를 제공하고 평가 결과도 공개.
- 가입자에 대한 인센티브 체계 구축
- 모바일 정보의 구축은 가입자의 협조가 필수적이기 때문에 모바일 정보를 지속적으로 제공하는 가입자에 대해서는 복지서비스 중 돌봄 서비스 등 일부 제공.
 - 특히 퇴원 후 간호사 중심의 방문케어 제공.
 - 유전체 정보를 제공하는 가입자에 대해서는 유전체 검사에 필요한 비용을 급여화하고 방문케어, 돌봄서비스, 차원 높은 건강검진 서비스 등 제공.
- 급여 범위: 가입을 유인할 수 있도록 기존 체계에 비해 급여범위 확대하고 본인 부담은 현행 체계 준용.
- 가입자들이 네트워크 내 요양기관을 이용할 때는 법적으로 정해진 본인 부담을 지불하되, 의뢰서 없이 그 외 요양기관을 이

용할 때는 모든 비용의 50% 본인 부담.

○ 관리 운영: 보험자로서 공급자 간 네트워크를 구성할 수 있도록 제도적, 기술적 인프라를 지원하는 한편, 정보 교류를 할 수 있는 지원이 동시에 이루어져야 함.

- Quality-Performance Standards를 구성하여 매년 평가 및 보상.
- 평가는 심평원, 심사는 네트워크 자체적으로 시행하되 결과를 공개.
- 네트워크 단위에서 해결되지 않은 중증의 경우 네트워크에서 제외된 상급병원에 의뢰하되 수가는 정부가 관리(포괄화)하여 네트워크와 독립기관 간 분쟁 예방.

○ 기대효과

- 공급자 책임에 의해 최적의 합리적 의료이용.
 - 주어진 예산을 효율적으로 활용하기 위해 최적의 의뢰와 회송 절차를 네트워크 내에서 자체적으로 강구.
 - 1차 의료는 가입자당 의원별 주치의 방식: 모바일 데이터 등을 통해 생활습관 개선, 만성질환 관리 등
 - 네트워크 내에서 요양기관 간 기능 재정립: 네트워크 내에서 스스로 최적의 진료체계를 갖추고 끊임없이 비용 합리화 기전 마련(중복 검사, 의료쇼핑 등 문제 해결).
- 시장원리에 의해 의료공급량 조절.
 - 현재는 정부(보험자)와 제도 및 정책에 의해 의료공급량이 조절되고 있어 일부 과잉 공급 또는 부족 현상이 반복되었으

나, 네트워크 방식에서는 시장의 원리에 따른 자동조절 구현 가능: 과도한 고가장비 구입 및 입내원일수의 적정화 도모.

- 정보공개에 의한 소비자 주권 회복 및 의료시장의 투명성 제고: 플랫폼을 통해 공급자와 상호 소통하고 개인별 맞춤형 플랜에 의해 건강이 상시 관리되는 체계로 전환되기 때문에 소비자 중심의 주권이 회복되고, 네트워크별 평가결과가 공개됨으로써 의료시장의 투명성 제고.
- 네트워크별 경쟁을 통해 의료의 질 제고.
- 중장기적으로 예방을 통한 건강수명 증가 및 의료비 절감.
- 네트워크별 의료정보(진료 정보, 모바일 정보, 유전체 정보)를 활용한 최적의 치료 프로토콜 개발 및 이를 통한 해외 시장 개척.
- 네트워크와 연계된 민간시장(의료기기, 제약, 정보 생산 및 집적 등)의 발전.

(2) 2단계: 통합 의료체계와 복지서비스 제공체계의 2차 통합

- 의료서비스와 복지서비스 연계를 통한 토털서비스 제공: 노인이나 만성질환자는 의료서비스 외에도 일상적으로 돌봄 서비스 등 사회 복지서비스를 필요로 함.
- 2단계 시범사업에서는 1단계 사업에 복지서비스를 연계하여 제공함.
 - 네트워크 내에 의료인(의사, 간호사 등) 외에 방문간호사, 물리치료사, 영양사, 요양보호사, 가사도우미 등도 참여.
 - 급성기 질환은 네트워크 내 병원이 담당하고, 만성질환 관리 및 예방은 1차 의료기관에서, 지역에서 제공되는 사회서비스는 일차

의사와의 긴밀한 협력 속에 방문간호사, 물리치료사, 영양사, 요양보호사, 가사도우미 등이 제공하되 일상생활의 장애(ADL)가 있는 사람이나 고혈압, 당뇨 같은 만성질환을 갖고 있는 사람들이 가정에서 의료와 돌봄서비스를 동시에 받게 되는 형태.

- 노인들은 스마트기기에 익숙하지 않기 때문에 디지털 헬스케어의 benefit을 받기에 한계가 있을 것으로 보임.
- 이들을 대상으로 방문간호사 등이 원격을 통해 1차 의사와의 긴밀한 협력 속에 건강관리서비스를 제공하고 필요한 계층에게 복지서비스 연계.

*주요 용어: 4차 산업혁명, 보건의료체계, 건강 수준

제 1 장

서론

제1절 연구 배경

제2절 연구 목적, 방법, 내용

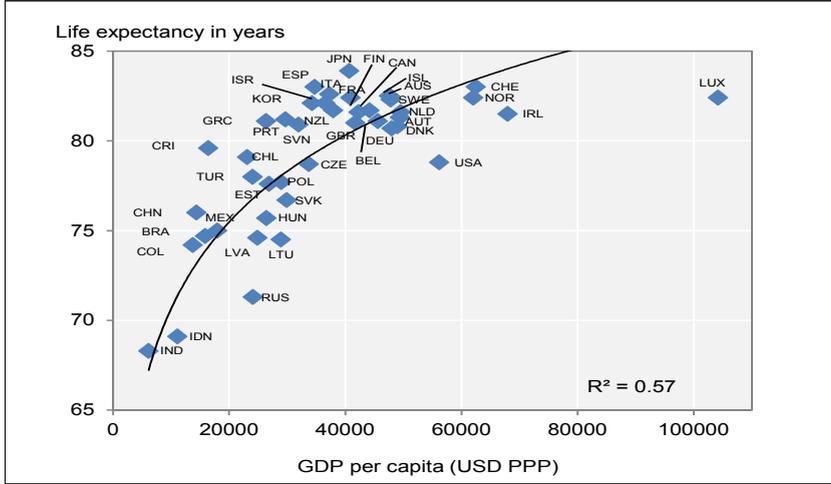
제1절 연구 배경

1. 보건의료 환경 변화

1997년 건강보험이 도입되면서 비로소 우리나라에도 국민의 건강과 수급 역할을 할 수 있는 제도적 기반이 마련되었다. 보장성이 획기적으로 개선되면서 국민의 의료에 대한 물리적, 경제적 접근성이 현저히 개선되었다. 그 결과 국민의 기대수명이 OECD의 평균(80.6세)을 넘어 2015년 기준 약 82.1세에 이르고 있다. 유사한 소득 수준에 있는 폴란드(77.6세), 슬로바키아(76.7세), 헝가리(75.7세), 슬로베니아(80.9세), 리투아니아(74.5세) 등에 비해 더 높고, 소득이 더 높은 네덜란드(81.6세), 영국(81.0세), 덴마크(80.8세), 독일(80.7세), 미국(78.8세)에 비해서도 기대수명이 더 높게 나타났다. 소득과 기대여명 간 평균 추세선을 비교해도 아래 그림에서 보는 것처럼 왼쪽 상단에 위치에 있어 제도의 효율성도 다른 나라에 비해 우수하다고 할 수 있다. 기대여명과 1인당 의료비 지출 수준 간 추세선을 비교해도 여전히 우수함을 알 수 있다.

36 제4차 산업혁명에 대응하는 보건의료체계 개편 방안

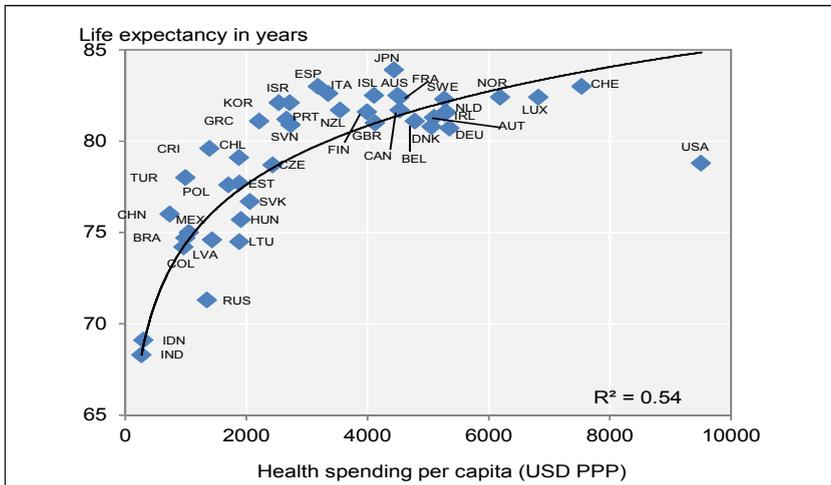
[그림 1-1] OECD 국가 1인당 GDP와 기대수명



원자료: OECD Statistics(2017)

출처: http://www.oecd-ilibrary.org/social-issues-migration-health/health-at-a-glance-2017/life-expectancy-at-birth_health_glance-2017-6-en

[그림 1-2] OECD 국가 1인당 보건의료지출과 기대수명

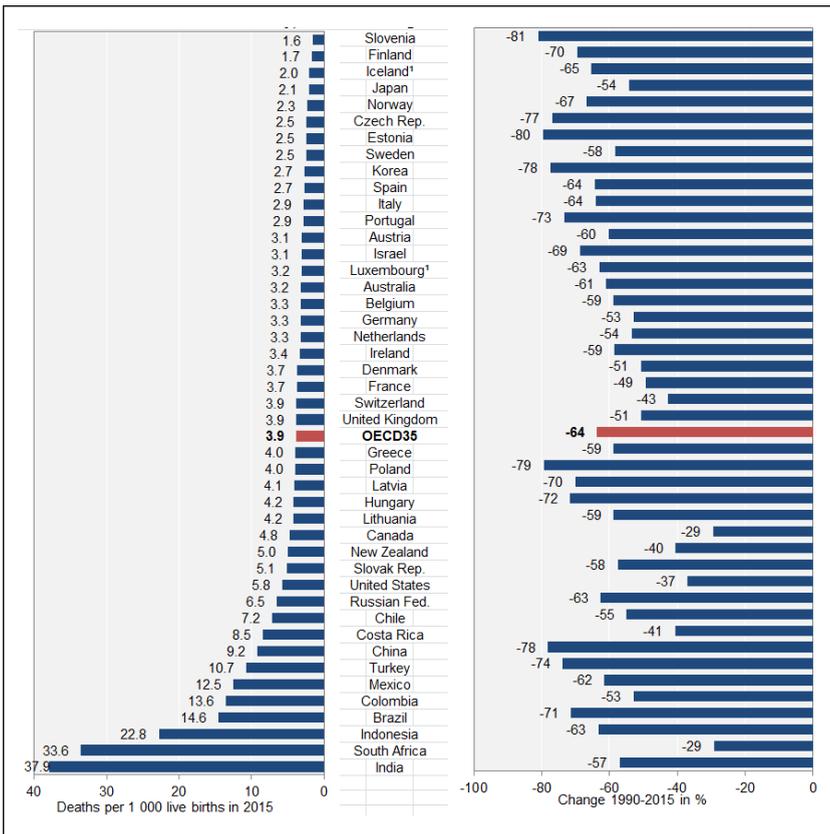


원자료: OECD Statistics(2017)

출처: http://www.oecd-ilibrary.org/social-issues-migration-health/health-at-a-glance-2017/life-expectancy-at-birth_health_glance-2017-6-en

영아 사망률 또한 2015년 기준 2.7명(1,000명당)으로 OECD 평균인 3.9명에 비해 월등히 낮다. 1990년 이후 지난 25년간 약 78% 감소하여 OECD 국가 중 슬로베니아, 폴란드, 에스토니아를 제외하고 가장 성과가 좋았다.

[그림 1-3] OECD 국가 영아 사망률 추이



원자료: OECD Statistics(2017)

출처: http://www.oecd-ilibrary.org/sites/health_glance-2017-en/03/06/index.html?contentType=&itemId=%2fcontent%2fchapter%2fhealth_glance-2017-11-en&mimeType=text%2fhtml&containerItemId=%2fcontent%2fserial%2f19991312&accessItemIds

이처럼 우리나라 의료체계는 지난 반세기 동안 비약적 발전을 하였다. 그러나 최근 우리 앞에 놓여 있는 현실은 결코 낙관적이지 않다. 출산율은 세계 최저수준³⁾으로 떨어지고 고령화 속도는 최고수준이다. 출산율의 하락은 중장기적으로 부담의 주체가 감소하는 것이다. 저성장 국면의 본격화와 맞물려 국민의 보건의료 수요를 감당하기 위한 재정보호에 어려움이 따를 것이다. 반면 고령화는 의료욕구의 증대, 질환의 만성화 등과 맞물려 의료비 지출속도를 급격히 증대시킬 것이다. 이처럼 저출산·고령화 등 인구구조 변화, 생산가능인구의 감소에 따른 저성장 기조 지속, 자동화·세계화·4차 산업혁명 등 생산 환경의 변화에 따른 노동시장의 변화 등 제반 경제사회여건이 우리가 지향하는 발전방향과 궤를 달리할 가능성이 커지고 있다.

가. 인구구조의 변화

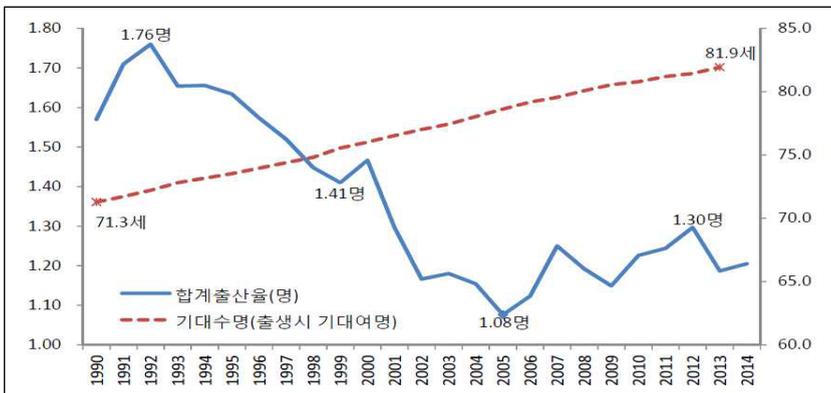
노인 인구의 증가 등 인구구성의 변화는 건강보험의 재정에 직접적인 영향을 줄 수 있다. 2017년 8월 말 기준 우리나라 65세 이상 인구는 725만 7288명으로 전체 인구(5175만 3820명)의 14%를 넘어 공식적으로 고령사회에 진입하였다(행정안전부, 2017). 2025년에는 20%(초고령사회)에 달할 것으로 전망된다. 반면 합계출산율은 2000년대 초부터 1.3 이하에 머무르고 있다. 청년실업⁴⁾이 최고조에 달하는 등 고용 불안정이 지속되고 있다. 주거 비용 등 결혼에 대한 부담, 자녀 양육에 따르는 부담은 지속되고 있고, 일과 가정을 양립시킬 수 있는 문화는 아직도 요원하다. 2016년 기준 약 1.17(2015년에는 1.24) 정도에 머무르고 있는 합계

3) 2000년 이후 합계출산율은 지속적으로 1.3 이하에 머무르고 있다.

4) 2017년 11월 15일 통계청이 발표한 자료에 의하면 10월 기준 청년실업률은 8.6%를 기록하여 1999년 IMF 경제위기 이후 가장 높은 수준을 나타내고 있음.

출산율은 위와 같은 환경 때문에 단기간에 개선되기 어려울 것이다. 저출산의 지속 그리고 급속한 고령화는 생산가능인구의 부양부담을 가중시키고 있다. 현해 추세가 지속된다면 2015년 기준 5.6명이 노인 한명을 부양하고 있으나 2050년에는 1.4명이 노인 한 명을 부양해야한다. 자칫 생산가능인구의 부양부담 증가는 세대간 갈등 등 사회통합의 저해요인으로 작용할 수도 있다. 노인인구의 증가는 또한 의료비의 증가와 연결된다. 노인들은 질환에 이환될 확률이 높아 만성질환보유자가 증가한다. 복합 만성질환자의 수가 증가할 것이다. 이는 의료비의 증가를 가져와 건강보험 재정에 위험요인으로 작용할 수 있다. 2016년 기준 약 12.7%의 노인 인구가 전체 건강보험 진료비(약 64조 5천 7백 6십 8억 원)의 38.7%(25조 187억 원)를 지출하였다. 노인 1인당 월평균 진료비(32만 8599원)도 전체 건강보험 가입자 1인당 월평균 진료비(10만 6286원)에 비해 3.09배 정도 높은 수준이다. 만성질환 진료비는 2011년 17조 4,734억 원에서 연평균 7.51% 증가하여 2016년 24조 9,896억 원으로 전체진료비의 38.7%에 이르고 있다.

[그림 1-4] 합계출산율과 기대수명 추이



자료: “지속가능발전을 위한 건강보험 혁신 방향”, 보건복지포럼, 한국보건사회연구원, 2017년 6월호.

40 제4차 산업혁명에 대응하는 보건의료체계 개편 방안

〈표 1-1〉 65세 이상 인구의 진료 실적

(단위: 천 명, %, 억 원, 원)

| 구분 | 적용 인구 (천명) | | | 진료비 (억원) | | | 1인당월평균 진료비 (원) | |
|------------|---------------|-----------|-----------|-------------|-----------|-----------|----------------------|-----------|
| | 전체 | 65세 이상 | 비율 (%) | 전체 | 65세 이상 | 비율 (%) | 전체 | 65세 이상 |
| 2010년 | 48,907 | 4,979 | (10.2) | 436,283 | 140,516 | (32.2) | 74,564 | 237,784 |
| 2011년 | 49,299 | 5,184 | (10.5) | 462,379 | 152,860 | (33.1) | 78,424 | 250,666 |
| 2012년 | 49,662 | 5,468 | (11.0) | 478,312 | 163,401 | (34.2) | 80,531 | 254,605 |
| 2013년 | 49,990 | 5,740 | (11.5) | 509,541 | 180,565 | (35.4) | 85,214 | 267,792 |
| 2014년 | 50,316 | 6,005 | (11.9) | 543,170 | 197,417 | (36.3) | 90,248 | 279,648 |
| 2015년 | 50,490 | 6,223 | (12.3) | 579,546 | 218,023 | (37.6) | 95,759 | 295,759 |
| 2016년 | 50,763 | 6,445 | (12.7) | 645,768 | 250,187 | (38.7) | 106,286 | 328,599 |
| 증감률 (%) | 0.5 | 3.6 | 3.3 | 11.4 | 14.8 | | 11 | 11.1 |

주: 1) 국민건강보험공단, 지급 기준, 적용 인구는 연도 말 또는 각 분기 말 기준.

2) 1인당 연평균 진료비 = 진료비/연평균 건강보험 적용 인구

3) 2016년 평균 적용 인구: 5063만 1224명, 65세 이상 634만 4806명

2010~2016년 평균 증가율을 적용하여 2018~2025년 진료비를 추계한 결과, 2018년 전체 인구의 진료비는 73조 6302억 원, 65세 이상 노인의 진료비는 30조 3376억 원으로 노인 인구가 건강보험 진료비의 41.20%를 지출할 것으로 예상되었다. 2025년에는 전체 진료비의 51.11%를 점할 것으로 예상되고 있다. 2011~2016년 평균 증가율을 적용하여 2018~2025년 만성질환 진료비를 추계한 결과, 2018년 28조 8834억 원, 2020년 33조 3839억 원, 2025년 47조 9468억 원으로 예상되었다. 전체 진료비 중 만성질환 진료비 비중이 2018년 38.96%에서 2025년 40.86%로 지속적으로 증가할 것으로 전망된다. 식이 등 생활습관이 서구화되면서 지속적인 관리가 필요한 고혈압, 당뇨 등 만성질환이 급격히 증

가하고 있다. 고령화와 맞물려 사회적 비용의 급증이 예상된다. 따라서 생활습관 개선 등 관리와 예방에 대한 정책적 개입이 강조될 것이다. 이를 위해 모바일 기기를 통한 개인 일상생활관련 데이터 확보체계가 필요할 것으로 판단된다. 음주, 흡연, 비만, 운동, 식이 등 개인의 일상생활관련 데이터와 혈압, 당 등에 관한 데이터의 구축이 필요할 것이다. 데이터의 확보 외에도 이를 활용할 수 있는 보건의료체계의 개편도 요구될 것이다. 또한, 개인적·사회적 스트레스가 야기하는 정신건강 문제, 메르스 등 신종 감염병에 대한 대처 문제, 기후변화에 의한 건강상태 변화 등으로 발생하는 사회적 문제가 보건의료 수요를 한 단계 더 촉발시킬 것이다.

〈표 1-2〉 진료비 변화 추계: 2018-2025년

| 구 분 | 진료비(억원) | | | | 만성 | 질환진료비 (억원) |
|-------|-----------|---------|---------|-----|---------|---------------|
| | 전 체 | 65세이상 | 65세이상비중 | (%) | | |
| 2018년 | 736,302 | 303,376 | 41.20% | | 288,834 | 38.96% |
| 2019년 | 786,223 | 334,072 | 42.49% | | 310,522 | 39.23% |
| 2020년 | 839,528 | 367,873 | 43.82% | | 333,839 | 39.50% |
| 2021년 | 896,448 | 405,095 | 45.19% | | 358,907 | 39.77% |
| 2022년 | 957,227 | 446,082 | 46.60% | | 385,857 | 40.04% |
| 2023년 | 1,022,126 | 491,217 | 48.06% | | 414,831 | 40.31% |
| 2024년 | 1,091,426 | 540,919 | 49.56% | | 445,980 | 40.59% |
| 2025년 | 1,165,424 | 595,649 | 51.11% | | 479,468 | 40.86% |

주: 1) 만성질환은 고혈압, 당뇨병, 심장질환, 대뇌혈관질환, 악성신생물, 간질환, 정신 및 행동 장애, 호흡기 결핵, 신경계 질환, 갑상선 장애, 만성신장병, 관절염 12개 질환으로 정의됨.

자료: 국민건강보험공단·건강보험심사평가원 (2017.2.27.) 및 통계청, 인구동향조사(2010-2016) 기준으로 재산출

장기요양보험 제도도 노인인구 증가에 따라 제도 운영의 효율성 제고에 대한 상당한 압력에 봉착할 것이다. 2015년 기준 장기요양보험 인정

률은 전체 노인 인구의 7.0%를 차지하고 있다. 향후 고령화 심화에 따라 노인성 질환인 치매 환자도 빠르게 증가할 것으로 전망되고 있다. 보건복지부의 전망에 의하면 2015년 기준 약 648천 명이 치매 노인이었으나 2020년에는 840천 명으로 증가하고 2030년에는 1,272천 명으로까지 증가한다. 장기요양보험 제도의 원활한 운영에 대한 근본적인 변화를 모색할 시점이다.

나. 성장의 한계

미국 등 선진국이 2008년 금융위기 이후 완전한 회복세를 보일 것으로 주요기관들이 전망하고 있다. 한국은행은 2017년 11월 전망에서 미국, 유럽, 일본 등 주요 선진국이 2018년에 완만한 성장세를 이어갈 것으로 전망하고 있다. IMF, OECD 등 주요기관들도 유사한 전망치를 내놓고 있다. 특히 중국, 인도 등 신흥국의 성장률은 내년도에 6%대 이상의 성장을 기록할 것으로 전망하고 있다. 우리나라도 OECD 전망에 의하면 내년도 성장률이 3%에 달할 것으로 예측되고 한국은행 또한 2.9%를 전망하고 있다. 2017년과 거의 유사한 수준의 성장을 할 것으로 기대된다.

〈표 1-3〉 세계 경제성장률 및 우리나라 경제성장률 전망 - 각 기관

| 기관 | 전망시점 | 2016년 | 2017년 | 2018년 |
|-------|-----------|----------|----------|----------|
| IMF | 2017년 12월 | 3.2 | 3.6 | 3.7 |
| OECD | 2017년 11월 | 3.2(2.8) | 3.6(3.2) | 3.7(3.0) |
| 한국은행 | 2017년 10월 | 3.2(2.8) | 3.5(3.0) | 3.6(2.9) |
| 현대경제연 | 2017년 9월 | (2.8) | 2.7 | 2.5 |

자료: IMF에 대한 자료는 World Economic Outlook, IMF, Oct. 2017

()은 한국경제성장률에 대한 전망치 임.

〈표 1-4〉 주요국의 경제 성장 전망

(단위: %)

| | 2017 | 2018 | 2019 |
|-------|------|------|------|
| 세계 경제 | 3.6 | 3.7 | 3.6 |
| 미국 | 2.2 | 2.5 | 2.1 |
| 독일 | 2.5 | 2.3 | 1.9 |
| OECD | 2.4 | 2.4 | 2.1 |
| 중국 | 6.8 | 6.6 | 6.4 |
| 인도 | 6.7 | 7.0 | 7.4 |
| 일본 | 1.5 | 1.2 | 1.0 |
| 한국 | 3.2 | 3.0 | 3.0 |

자료: 뉴시스. 2017. 11. 28.

KDI는 2020년대 성장률은 2.6%, 2030년대 성장률은 1%대에 머무를 것으로 전망하고 있다. 세계경제가 일시적 회복세를 보일 것으로 각 기관들이 전망하고 있으나 우리나라는 2000년대 이후 1.3이하의 저출산 지속으로 생산가능인구가 2017년부터 본격적으로 감소하는 등 중장기적으로 잠재성장을 둔화에 따라 경제성장률이 반등하기 어려운 상황이다. 저성장은 보건의료체계의 선진화를 위해 필요한 재정 충당에 어려움을 초래할 것으로 전망된다.

다. 디지털 헬스케어 시대의 도래

국내외에서 4차 산업혁명(The Fourth Industrial Revolution)이 저성장을 극복할 수 있는 대안으로 급격하게 부상하고 있다. “디지털, 물리적, 생물학적인 기존 영역의 경계가 사라지면서 융합되어지는 기술혁명이 급속도로 확산되고 있다”고 세계경제포럼의 클라우스 슈밥(Klaus Schwab, WEF)회장이 주창하였다. 빅데이터, 인공지능, 사물인터넷, 로

봇, 메가 정보의 집적화, 줄기세포 및 바이오 헬스의 진화 등 새로운 기술이 4차 산업혁명을 추동하여 경제성장의 동력이 될 것으로 기대되고 있다. 보건의료부문이 4차 산업혁명에서 가장 큰 부가가치를 생산할 것이라 많은 전문가들이 예측하고 있다. 만성질환 시대에 사물인터넷을 이용하여 건강 관련 모바일 데이터를 확보하고 이를 전자의무기록에 연계하며 유전체 데이터까지 결합된다면 예방관점에서부터 정밀의료에 이르기까지 보건의료 전체에 일대 변혁을 가져오리라 예측하는 전문가가 늘어나고 있다. 4차 산업혁명 시대에는 ‘개인’의 지속적인 생체신호 모니터링과 이를 활용한 분석을 통해 위험 요인을 사전에 예측하고 이를 담당의사와의 상담을 통해 미리 대비하여, 결과적으로 개인 단위에서 맞춤형 의료가 가능한 환경이 구축될 것이다. 즉, 개인의 일상생활에서 모바일 데이터가 확보되고, 표준화된 전자의무기록이 기관간 교류되면서 개인별 유전체 데이터와 결합되어 개인별 맞춤형 의료가 본격화할 것이다. 개인별 ‘맞춤형의료’는 정밀의료(Precision Medicine)의 기본이 될 것이다. 보건학적 통계에 기반한 기존의 치료 방법과 달리 개인별 유전형질, 생활습관, 식이 등을 종합하여 인공지능을 통한 개인별 예방, 진단, 치료로 정의할 수 있겠다. 개인과 지역사회의 참여를 통한 예방과 건강증진은 과거와 미래의 가장 큰 차이로 보건의료체계의 패러다임이 근본적으로 변화될 것이다.

미래창조과학부에서는 4차 산업혁명 시대에 우리나라 9대 국가 전략 프로젝트로 인공지능, 가상·증강현실, 자율 주행차, 경량 소재, 스마트 시티, 정밀의료, 신약, 탄소자원화, 미세먼지를 선정하였다. 인공지능, 가상·증강현실, 경량 소재, 정밀의료, 신약 부문은 보건의료와 밀접한 관련이 있을 것이다. 고령화, 저성장이 보건의료분야에 암울한 전망을 주었다면 디지털케어는 이를 극복하고 인간의 건강수준을 한 차원 더 높일 수

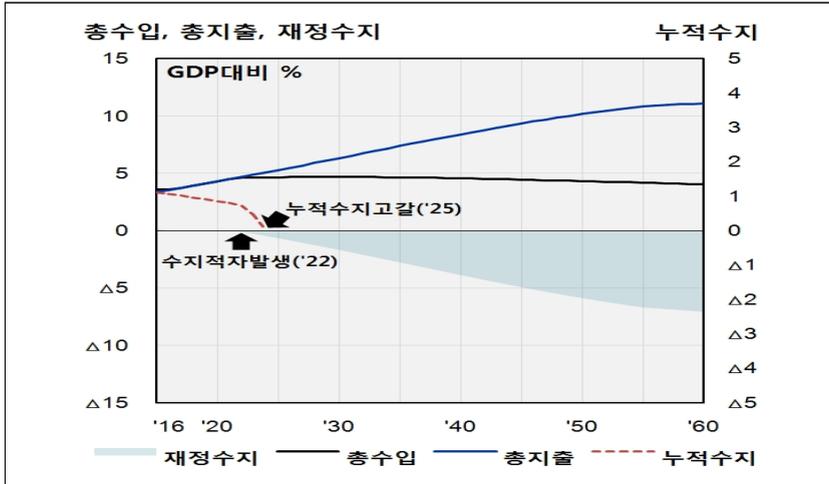
있는 블루오션으로 평가받고 있다.

라. 국민의료비의 지속 증가

우리나라의 GDP 대비 국민의료비 비중이 나날이 증가하고 있다. 금융 위기 직후인 2009년에 6.3%이었으나 2014년에 7.1%로 급증하였다. 동 기간 동안 OECD 국가의 평균이 9.0%에서 9.1%로 거의 변동이 없었던 것을 감안하면 우리나라의 의료비 증가속도는 타의 추종을 불허하고 있는 편이다. 국민의료비의 증가는 건강보험 재정의 증가와 맥을 같이한다. 건강보험 급여비도 2000년대 들어 연평균 9.4% 이상으로 급속히 팽창하고 있다. 따라서 건강보험 재정의 지속가능성에 대한 별도의 검증이 필요할 것으로 예상된다. 2016년 말 기준 약 21조 원의 누적 적립금이 있지만, 신정부 출범 이후 향후 5년간 약 30조 6천억 원의 보장성 강화계획이 발표되었고 그 외에도 5년 단위 보장성 확대계획은 지속될 것으로 예측되기 때문에 급격한 고령화와 더불어 제도 개선이 없는 한 건강보험의 재정 상황은 더욱 열악해질 것이다. 인구구조의 변화, 성장잠재력의 둔화는 국가경쟁력을 하락시킬 것이고 이는 중장기적으로 개인 소득의 감소로 이어져 건강보험 재원의 지속확보에 암운을 드리울 가능성이 있다.

기획재정부(2015) 발표에 의하면 건강보험은 고령화에 따른 의료비 지출의 증가에 따라 2025년경에 기금이 고갈될 것으로 보인다. 2016년 흑자가 최대가 된 이후 감소하여 2022년에 적자가 발생할 것으로 예측하고 있다. 이때 기획재정부의 발표는 새 정부의 보장성 강화계획을 감안하지 않은 전망이다.

[그림 1-5] 고령자 진료비 변화: 2010-2016



자료: 기획재정부(2015.12.4.) 기획재정부, 2060년 국가채무비율 40% 이내로 관리
 지속적인 세출구조조정 없을 경우 60%까지 상승 가능 (보도자료)

기획재정부(2017)는 “제4차 사회보험 재정 건전화 정책협의회”에서 「'16~'25 8대 사회보험 중기재정추계 결과」를 토대로, 중기 재정추계를 발표하였다. 2025년의 예상 지출액은 111조 6000억 원으로 연평균 8.3% 증가할 것이라고 예측하였으며, 추계한 지출액은 전체 GDP의 4.7%로 예상하였다. 추계 결과에 따르면, 노인의료비의 증가로 2016년 기준 1인당 평균 95만 원이었던 급여비가 2025년 180만 원으로 약 2배 증가할 것이며, 이로 인해 건강보험의 당기수지 적자가 발생할 것으로 예상하였다. 2018년부터 건강보험재정은 당기수지 적자가 발생할 것이며, 2017년 기준 누적된 약 21조 원의 적립금 2023년 모두 소진될 것으로 전망하고 있다. 2025년에는 20조 1000억 원의 적자가 발생할 것으로 예측하고 있다. 이 또한 문재인 케어의 보장성 확대계획을 반영하지 못한 전망치이다.

그 외에도 한국보건사회연구원(2014)의 연구에서는 2050년을 기준,

OECD 방법론의 경우 572조 4300억 원, 조성법에 의하면 511조 3300억 원, ARMAX 모형 추계에서는 557조 7100억 원의 건강보험 지출을 예측하고 있다.

〈표 1-5〉 건강보험 지출 결과 비교: 2015-2050

| 연도 | OECD 방법 추계 | 조성법 추계 | ARMAX(1,0,0) 모형추계 |
|------|------------|--------|-------------------|
| 2015 | 64.43 | 53.93 | 57.07 |
| 2020 | 109.29 | 85.91 | 88.36 |
| 2025 | 164.79 | 130.11 | 133.11 |
| 2030 | 239.21 | 181.37 | 190.43 |
| 2035 | 317.33 | 238.94 | 259.30 |
| 2040 | 406.20 | 311.33 | 344.69 |
| 2045 | 490.20 | 401.24 | 441.91 |
| 2050 | 572.43 | 511.33 | 557.71 |

자료: 신화연 등. (2014). 사회보장 재정추계 기반 강화 연구. 한국보건사회연구원, 보건복지부. p. 97.

국회예산정책처(2012)의 전망에 의하면 건강보험 급여비는 41조 5000억 원(2012)에서 517조 9000억 원(2060)으로 GDP 대비 3.2%에서 2060년 6.2%로 2배 가까이 증가하는 것으로 전망되었으며, 보험료 수입은 34조 6000억 원('12)에서 431조 6000억 원('60)으로 10배 이상 증가하는 것으로 추정되었다.

〈표 1-6〉 건강보험재정 전망: 2012-2060

(단위: 조원)

| 시나리오 | 항목 | 2012년 | 2020년 | 2030년 | 2040년 | 2050년 | 2060년 |
|-------------------|-----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 보험료 인상 시나리오 | 건강 보험 급여비 | 41.5 | 83.5 | 169.7 | 295.4 | 428.4 | 517.9 |
| | 보험료 수입 | 34.6 | 69.6 | 141.5 | 246.2 | 357.0 | 431.6 |
| | 국고지원금 | 5.4 | 11.8 | 28.3 | 49.2 | 71.4 | 86.3 |

자료: 국회예산정책처, 2012, 2012-2060 장기재정전망 및 분석

2. 국내 보건의료체계의 현황과 문제점

2012년에 캐나다 콘퍼런스 보드(Conference Board)에서 발표한 국가별 건강 비교 지표에 따르면 우리나라가 조사국 중 일본과 스위스에 이어 3위를 기록했다(Conference Board, 2012). 조사에 참여한 대부분의 국가가 한국보다 의료비 지출을 많이 하는 국가라는 점을 감안하면 한국의 보건의료체계는 큰 성과를 보였다고 판단할 수 있다. 건강보험 도입 40주년을 돌이켜 보면 우리나라 건강보험은 국제적으로 선례를 발견하기 어려울 정도로 급속도로 발전하여 오늘날에는 많은 국가에서 부러워할 수준의 고효율 건강보험제도를 운영하고 있다. 그럼에도 불구하고 2017년 현재의 건강보험제도는 많은 과제에 당면해 있다.

첫째, 여전히 보장성은 선진국과 비교하여 상당히 낮다. 제도 도입이후 국민의 경제적 접근성을 높이기 위해 꾸준히 보장성 확대노력을 기울이고 있으나 여전히 보장 수준은 선진국에 비해 낮다. 국가간 비교를 위해 보장성의 대리지표로 사용되고 있는 경상의료비 중 정부·의무가입보험재원 비율은 2016년 기준 56.5%로 OECD 평균인 72.7%와 비교하여 많이 낮다. 경상의료비 중 가계직접부담 비율은 OECD 회원국 중 멕시코(40.8%)를 제외하고 두 번째로 높다(36.8%). 우리나라 1인당 GDP(구매력 보정) 수준인 2만 9000달러를 넘어선 시점의 OECD 주요국의 경상의료비 중 정부·의무가입보험재원 비율은 74.9%이었다. 우리나라와 경제수준이 비슷했던 국가들의 당시 보장율에 비해 우리나라는 아직 많이 낮은 것으로 나타나고 있다(국민건강보험공단, 2012). 문재인 정부는 2015년 기준 약 63%에 머무르고 있는 건강보험 보장률을 2022년까지 약 30조 6000억 원을 투입하여 보장률을 약 70%까지 확대할 것을 발표하였다. 향후 점진적으로 보장성이 확대되겠지만 상대적으로 낮은 현재의 보

장성 때문에 취약계층의 의료빈곤은 증가하고 있고 국민의 약 70%가 민간 실손보험에 가입하고 있는 상황이다. 이들 가구당 월평균 보험료는 34만 원이다. 이러한 현실을 감안하면 국민의 보장성 확대에 대한 욕구도 높다 하겠다. 보장성 확대의 필요성에 대해서는 국민이 공감을 하고 있으나 이를 위한 재원 마련은 쉽지 않을 것으로 예상된다. 더욱이 비용 조장적 의료체계⁵⁾를 정비하지 않은 상태에서 보장성을 확대하기란 결코 간단치 않은 상황이다.

둘째, 보장율을 제고하고자 그 동안 많은 노력이 이루어졌으나 여전히 답보 상태를 면치 못하고 있다. 2004년 이후 5년마다 중기 계획을 세워 매년 평균 5000억 원 이상이 보장성 강화를 목적으로 투입되고 있고 정부가 교체될 때마다 별도의 보장성 확대 계획이 발표 및 실현되고 있으나 건강보험 보장율은 지난 2006년 이후 거의 변동이 없다. 비급여 본인 부담의 상승은 보장율 답보상태와 맥을 같이 한다. 즉 보장성을 높이더라도 그 이상의 비급여가 창출됨에 따라 보장율이 높아지지 않는다. 더욱이 비급여에 대해 민간 실손보험에 가입한 사람들은 본인부담이 거의 없어 실손보험에 가입하지 않은 사람에 비해 진료비 규모가 약 1.6배에 이르고 있다. 이와 관련해 최근 신정부는 비급여의 원천적 해소를 목표로 점진적 계획을 밝힌 바 있다. 치료목적의 비급여는 급여화하되 비용 효과성이 떨어지는 항목은 한시적으로 예비급여로 편성하여 높은 본인 부담을 유지하지만 일정 기간이 경과하면 비용 효과성에 대한 판단을 근거로 정식 급여로 편재하거나 제도권에서 퇴출하는 방향을 모색하고 있다. 그동안 있어왔던 비급여의 풍선효과를 근원적으로 차단하여 국민의 부담을 실질적

5) 진료비 지불제도로 행위별수가제가 사용되고 있어 비용 조장적이고 의료공급에 대한 모니터링체계도 구축되지 않은 상태이며 요양기관 종별 전달체계가 명확히 정리되지 않아 고비용을 동반하는 상급요양기관 이용이 나날이 증가하는 등 현행 의료체계는 다분히 비용 낭비적임.

으로 감소시키겠다는 계획이다.

〈표 1-7〉 연도별 건강보험 보장률

(단위: %)

| | 건강보험 보장률 | 법정 본인부담률 | 비급여 본인부담률 |
|-------|----------|----------|-----------|
| 2015년 | 63.4 | 20.1 | 16.5 |
| 2014년 | 63.2 | 19.7 | 17.1 |
| 2013년 | 62.0 | 20.0 | 18.0 |
| 2012년 | 62.5 | 20.3 | 17.2 |
| 2011년 | 63.0 | 20.0 | 17.0 |
| 2010년 | 63.6 | 20.6 | 15.8 |
| 2009년 | 65.0 | 21.3 | 13.7 |
| 2008년 | 62.6 | 21.9 | 15.5 |
| 2007년 | 65.0 | 21.3 | 13.7 |
| 2006년 | 64.5 | 22.1 | 13.4 |

주: 국민건강보험공단. (2017. 4. 21.). 보도자료.

셋째, 보험료 부담의 형평성도 반드시 풀어야할 과제이다. 2000년에 직장과 지역을 하나로 묶어 단일 보험으로 통합될 당시 부담의 형평성이 제고될 수 있을 것으로 기대되었다. 그러나 통합이후 17년이 경과한 오늘도 부과체계가 지역가입자와 직장가입자로 나뉘어 직역간 이동이 있을 때마다 불만의 원천으로 자리하고 있다. 더욱이 지역의 부과체계가 너무 복잡하여 형평성의 문제가 있을 뿐 아니라 가입자들이 이해하기도 어려운 상황이다. 특히 피부양자에 대한 대처가 양 직역간 현저하게 차이가 있어 매년 민원이 폭증하고 있다. 이러한 문제를 해결하고자 지난 정부에서 다소간 진일보한 대안(2018년부터 시작될 예정)을 마련하였으나 아직도 근본적인 문제 해소와는 거리가 멀다. 보다 근원적인 2018년에 새롭게 적용될 부과체계 개편안을 통해 일부 문제점이 해결될 것으로 보이지만 근원적인 문제는 여전히 해결되지 못할 것으로 전망된다.

넷째, 자원 배분의 적절성을 재검토해야 한다. CT, MRI, PET 등 고가

의료장비의 보유율이 세계 최고 수준이다. 비급여에 대한 국가적 통제가 전혀 없기 때문이다. CT 스캐너, MRI 장비는 인구 100만 명당 37.1개, 25.7개로 OECD 평균 (각 25.6개, 15.7개) 비해 월등히 높다(보건복지부, 한국보건사회연구원, 2016). 입원 병상 수 또한 OECD 평균에 비해 월등히 높아 필요이상의 장기 입원이 아닌가 하는 의구심을 낳고 있다. 우리나라는 OECD 국가의 평균에 비해 인구 1,000명당 11.7병상으로 OECD 평균(4.7병상)보다 2.5배 많아 일본에 이어 두 번째로 많다. 일본은 65세 노인인구가 전 국민의 23%를 넘고 있다는 사실을 감안하면 우리나라가 실질적으로 병상 수 측면에서 세계 최고나 다름없다. 더욱이 일본은 최근 병상 수가 감소되고 있음을 주지할 필요가 있다. 이러한 현실을 반영하듯 우리나라의 환자 1인당 평균 재원일수는 2014년(2016년 발표 자료) 기준 16.5일로 OECD 평균인 7.5일에 비해 2배 이상 높게 나타나고 있다. 반면 의사, 간호사 등 인력은 상대적으로 적게 나타났다. 인구 천 명당 우리나라는 임상 의사 수가 2.2명으로 멕시코와 더불어 OECD 국가(평균 3.3명) 중 최하위에 속한다. 간호사 또한 인구 천 명당 5.6명으로 OECD 평균인 9.6명에 비해 60% 정도 수준이다. 지역별 자원 분포의 불균형 문제도 나날이 심화되고 있다. 최근 신설 병상은 수도권 중심의 대도시에 밀집되는 반면 지방의 경우 전국 26개 기초지방자치단체에 산부인과가 없어 아기를 낳을 수 없는 환경이다.

의료 공급량만의 불균형 외에도 의료이용에 대한 자유방임적 체계는 비효율의 극단을 보여주고 있다. 수도권에 소재한 상급병원 중심으로 환자가 집중되고 있다. 상대적으로 자원이 많이 소모되는 상급병원에 경증 환자까지 점점 몰리고 있다. 2005년 이후 지난 12년간 상급병원의 외래 환자 점유율은 13.29%에서 18.47%로 상승하였으나 의원은 65.46%에서 55.08%로 감소하였다. 상급병원으로 집중화 현상이 가속화되면서 1

차 의료가 점점 쇠락해지는 현상을 보이고 있는 것이다. 당연히 만성질환 관리에 한계를 노정하고 이로 인하여 국민의 건강수준은 좋아지지 않는 반면 자원은 훨씬 많이 소모하고 있는 실정이다.

진료비 지불제도에 대한 전면적 검토도 필요하다. 현행 진료비 지불제도인 행위별수가제는 제공된 서비스 단위당 별도로 보상되기 때문에 필요 이상의 서비스가 제공될 수밖에 없는 구조이다. 즉 자원 낭비적이다. 진료성과와 무관하게 보상되는 현행 보상 방식은 과잉 진료의 가능성을 내재하고 있다. 지출을 통제하기 어렵다. 당연히 이는 국민의 부담과 직결된다.

다섯째, 질병 발생후 치료 중심의 현행 의료체계를 질병의 사전예방과 건강 증진 중심으로 패러다임을 전환해야 한다. 정보기술(IT)과의 융합을 통해 개인의 생활습관, 식이, 운동량 등에 따라 그리고 유전적 위험 요소에 따라 개인별 맞춤형 프로그램을 제공할 필요가 있다. 필요한 경우 수가를 신설하여 공급자가 적극적으로 동참할 수 있는 유인을 제공하고 동시에 가입자에게도 인센티브를 제공하여 일상생활이 건강과 직결될 수 있는 사회적 분위기 조성이 필요하다. 이러한 과정을 설계하는 논의 구조에 가입자, 공급자의 적극적 참여를 보장해야 한다. 특히 논의 구조가 비용 중심에서 가치(성과와 근거 그리고 비용) 중심으로 전환되어야 한다.

경제성장과 생활수준이 향상하면서 고령화와 맞물려 양질의 의료서비스에 대한 수요도 함께 증가하고 있다. 만성질환의 구성이 다양해지고 복합 유병률이 증가하고 있다. 노령화와 식생활 습관 변화로 급성 및 전염병 질병에서 만성 및 비전염성 질병으로 급격히 전환하고 있는 추세이다(오영호, 2012). 이러한 변화는 기존의 방식과 다른 새로운 형태의 사업으로 질병에 대응해야 할 필요성이 증가하고 있음을 시사한다.

〈표 1-8〉 국내 요양기관 종별 외래 진료비 추이

(단위: 십억 원, %)

| 외래 구분 | 2005년 | 2009년 | 2012년 | 2014년 | 2016년 | 연평균 증가율 |
|-------|---------|---------|---------|---------|---------|-----------|
| | | | | | | (점유율 증가율) |
| 종합전문 | 1,202 | 2,288 | 2,866 | 3,193 | 3,865 | 11.20 |
| | (13.29) | (17.24) | (17.70) | (17.55) | (18.47) | (3.03) |
| 종합병원 | 1,272 | 2,075 | 2,604 | 3,077 | 3,514 | 9.68 |
| | (14.07) | (15.63) | (16.08) | (16.91) | (16.79) | (1.62) |
| 병원 | 649 | 1,122 | 1,534 | 1,842 | 2,023 | 10.89 |
| | (7.18) | (8.45) | (9.48) | (10.12) | (9.67) | (2.74) |
| 의원 | 5,919 | 7,790 | 9,185 | 10,081 | 11,529 | 6.25 |
| | (65.46) | (58.68) | (56.74) | (55.41) | (55.08) | (-1.56) |
| 총계 | 9,042 | 13,275 | 16,189 | 18,193 | 20,931 | 7.93 |

주: 치과, 한방, 약국 부문 제외, 요양병원 실적은 병원에 통합.
 자료: 건강보험 통계연보, 각 연도.

여섯째, 제도의 재정건전성에 대한 끊임없는 추적이 필요하다. 2010년 이후 최근 건강보험 재정이 유례없이 지속적인 흑자⁶⁾를 보이고 있어 재정 안정에 대한 관심이 많이 둔화되었다. 기획재정부, 국회예산정책처, 한국보건사회연구원 등 주요 기관의 건강보험 장기 전망에 따르면 건강보험 재정 규모가 2050년에는 기하급수적으로 늘어나 500조 원을 상회할 것이라 예상한다. 반면 2020년 이후 경제성장률은 3% 이하로, 2030년대 이후는 1%대로 감소하여 의료비 증가 속도가 국민의 부담 능력을 넘어설 것으로 전망된다. 따라서 모든 제도적 지향은 지속가능성을 기본 전제로 삼아야 한다.

일곱째, 의료소비자에 대한 행태 개선 노력이 없다. 의료이용에 제약이 없기 때문에 시간과 장소에 구애됨이 없이 자유롭게 이용하고 있다. 접근

6) 2016년 말 현금수지 기준 누적 적립금이 약 21조 원에 이룸.

성 측면에서 세계 최고수준이나 필요이상의 이용을 환자의 수가 나날이 증가하고 있다. 동시에 주치의 개념이 없어 연속케어가 없는 상태이다. 과거의 질환 이력이나 생활습관 등에 정보 없이 임시방편적 치료가 이루어져 왔다. 당뇨병 등 만성질환 관리가 잘 안 되는 이유이기도 하다. 당뇨병 유병률이 7.2%(20세부터 79세 사이의 인구 대상)로 OECD 평균인 7.0%보다 약간 높으나 당뇨병으로 인한 입원율은 인구 10만 명당 281명으로 OECD 평균인 137명보다 월등히 높은 것으로 나타났다(OECD, 2017). 환자 스스로 본인의 건강 상태를 실시간으로 확인할 수 있도록 의료기관에서 처방뿐만 아니라 행태 개선에 대한 정보가 같이 제공되어야 비로소 효과적인 만성질환 관리가 이루어질 수 있을 것이다(김남순 등, 2017). 아울러 급속히 발전하고 있는 ICT 기술을 보건의료분야와 접목시켜 다양한 질병을 사전에 예측, 감지하여 치료에 따른 비용을 최대한 감소시키는 전략을 모색해야 한다. 이는 이후 살펴볼 인공지능과 정보기술을 활용한 스마트 헬스케어로 가능하며, 2장부터 본격적으로 탐색하고자 한다.

그 외 소비자 중심의 의사 결정, 의료 질 중심으로의 체계 전환, 예방과 사후적 치료간 균형 확보, 보건의료와 복지의 연계, 양·한방 통합 접근도 중요한 과제라 할 수 있다. 더욱이 디지털 헬스케어시대가 목전에 있다. 데이터의 집적·처리·분석 속도가 급격히 향상되는 환경에서 부문 간 경계가 사라지고 융합의 영역이 확대되면서 새로운 가치가 창출되고 있다. 보건의료 영역이 4차 산업혁명의 가장 큰 시장이 될 것이라는 전문가들의 진단을 넘겨서는 안 된다. 위에서 제시한 문제들을 해결해나가면서 시대의 변화에 대응하고 선도할 수 있는 새로운 보건의료체계, 새로운 건강보험이 필요하다.

3. 외국의 보건의료체계 혁신 동향

영국, 네덜란드 등 다른 나라들도 보건의료체계의 미래 청사진을 구체화하고 있다. 기존 체계로는 질환의 만성화, 노인인구의 증가, 경제성장의 정체 등 환경변화에 대처할 수 없다는 판단하에 비용은 감축하되 의료의 질은 담보하면서 ICT 기술을 접목하고자 노력하고 있다.

아일랜드는 2012년에 보건의료체계를 근본적으로 전환하고자 개혁 틀을 발표하였다. 종래의 치료 중심에서 건강 유지 및 증진 중심으로, 사후적 치료를 위한 병원 중심 문화에서 예방을 포함한 1차 의료 기반으로, 비용 절감의 관점에서 비용과 의료의 질을 동시에 추구하는 방향으로, 공급자 중심에서 환자 중심의 의사결정구조로, 분절적 의료에서 통합의료 제공으로 전환할 것을 발표하였다. 이는 지출은 효율화하되 국민의 건강향상을 최우선 목표로 삼은 것으로 이해된다.

영국은 2014년부터 향후 10년 동안 보건의료체계를 근본적으로 혁신할 수 있는 개혁 방향을 발표하였다. 최근의 환경변화를 반영하여 급성 단일질환 치료 관점에서 복합 만성질환에 대응할 수 있는 체계로의 전환, 자원이 많이 소모되는 병원 중심 공급에서 지역사회 기반으로의 전환, 치료 프로토콜에 대한 의사 단독 결정구조에서 다학제적 팀 기반으로의 전환, 단일 에피소드 중심에서 요구도에 기반한 지속가능한 의료로의 전환, 분절적 의료에서 환자의 병력과 생활습관 등을 고려한 연계·조정되고 통합된 의료로의 전환, 의사의 치료 방법 결정에 있어 수동적이었던 환자가 정보를 기반으로 스스로 의사결정에 참여할 수 있는 체계로의 전환 등이 핵심 내용이다. 환자중심을 기반으로 비용을 효율화할 수 있는 전략으로 이해된다.

2013년 세계경제포럼에서는 지속가능한 보건의료체계를 위한 미래 비

전과 전략을 제시했다. 세계 거의 모든 나라들이 예외 없이 보건의료 관련 비용 증가의 문제에 직면해 있는 상황에서 경제에 오리엔트된 포럼에서 보건의료문제를 주요 어젠다로 설정하고 해결방안을 강구하였다. 비용과 의료의 질을 동시에 고려하는 가치의 극대화, 효과성 제고를 위한 거버넌스의 재정비, 환자와 시민의 참여 등을 통해 재정적으로 지속 가능한 보건의료시스템 구축을 비전으로 제시하였다. 즉 시민의 참여 및 의사결정을 통해 비용은 감축하고 의료의 질을 담보할 수 있는 체계가 필요함을 주장하고 있다. 이를 구체화하기 위해 데이터와 정보의 활용(수단), 의료전달체계의 혁신(방법), 미래의 건강도시 및 국가 구축(목표)이 주요 전략으로 제시되었다. 네덜란드 또한 2013년 세계경제포럼에서 2040년까지 달성하고자 하는 보건의료체계 비전을 발표하였다. 5대 도전과제로 의료의 질, 제도 혁신, 리더십, 형평성, 새로운 기술을 매개로 한 비용 절감이 선정되었다. 이를 달성하기 위한 세부 7가지 개편 방향도 도출되었다. 첫째 보상방법을 전환할 것을 제안하였다. 종래의 양 중심 보상에서 치료 결과 및 건강수준 향상 정도에 대한 보상으로 바뀌었다. 둘째 성과평가 결과에 대한 절차를 공개함으로써 투명성을 확보한다. 셋째 정보를 활용하여 소비자 스스로 인식 수준이 향상되어 선택할 수 있는 여건을 마련한다. 넷째 의료체계를 비용 효과적으로 재설계한다. 다섯째 사후적 치료 외에 예방서비스를 강화한다. 여섯째 자원 확보 체계를 재구도화 한다. 일곱째 비전 및 전략을 현실화하기 위해 정치적 리더십을 확보한다. 네덜란드의 개혁방향은 아일랜드, 영국과 유사하지만 자원확보의 재설계가 눈에 띄는 개혁 방향으로 보인다.

대만은 2013년 재정 안정화와 1차 의료 강화를 두 개의 축으로 '제2세대全民건강보험' 개혁을 단행하였다. 의원을 중심으로 인두제와 성과지불 방식을 적용함으로써 고령화와 만성질환을 효과적으로 대처하고자 한

다. 치료효과를 높이고 비용의 효율성을 제고하기 위해 의원과 병원을 연계한 통합의료를 시행하고, 재가의료 및 호스피스요를 통합한 가정의 제도를 도입하였다(정형선, 2017).

유사 이래 의사들은 치료 효과와 환자 안전에 목표를 두어 왔다. 그러나 의료기술 발달, 시민의 소득 수준 증대에 따른 의료욕구 증가 등과 맞물려 자본주의의 원천인 이윤추구에 눈을 돌리기 시작했다. 당연히 비용 문제가 대두되었다. 따라서 관리자들은 1990년대 이후 의료비 폭증과 함께 효율성을 우선시하였다. 대부분의 국가들이 비용유발적인 행위별 수가제를 포괄수가제나 총액예산제 등과 같은 예측 가능한 지불제도로 변화시켰다. 이는 비용 증가속도를 조절하는 데 일정부분 성과가 있었으나 의료의 질을 담보하는 데 한계를 보였다. 그 결과 2000년대에는 환자, 공급자, 관리자 모두 가치(비용과 의료의 질)의 극대화에 초점을 맞추고 있다. 제도의 지속가능성을 최우선으로 하되 이해관계자 모두가 참여하는 과정을 거쳐 최종적으로는 의료서비스의 질 향상에 목적을 두고 있다. 영국, 네덜란드, 아일랜드, 대만 그리고 세계경제포럼 모두 지속가능성, 효율성, 의료 질 향상을 함께 추구하는 방식으로 중장기 개혁 방향을 제시한다. 개혁의 키워드는 가치(비용과 의료의 질), 통합의료, 효율성, 정보의 집적 및 이용 등으로 수렴된다.

제2절 연구 목적, 방법, 내용

지난 40년 동안 우리나라 의료보장체계는 세계 어느 나라와 견주어도 손색이 없을 정도로 비약적인 발전을 하였다. 오바마 미국 대통령이 미국의 공보험 확대 의지를 표명할 때마다 한국의 의료보장체계를 수범 사례로 언급할 정도였다. 그럼에도 불구하고 오늘날 우리나라 의료보장체계는 현안들이 산적해 있다. 앞에서 언급한 바와 같이 저출산 및 고령화 그리고 저성장 기조의 고착화에 따른 부담 능력의 한계, 질환의 복합화 및 만성화, OECD 국가 중 가장 빠른 속도의 의료비 증가 등 해결해야 할 과제들이 즐비하다. 세계적인 흐름에 비추어 보면 의료의 질 제고, 비용의 적정화 등 가치(Value)를 극대화하기 위해 모든 나라가 의료체계의 전환을 모색하고 있다. 이 국가들 또한 저성장, 고령화에 따라 자원 마련의 어려움을 겪고 만성질환의 팽배로 1차 의료의 중요성을 강조하고 있다. 또한, 그동안 공급자 중심의 치료가 정책의 기본이었다면 이제는 소비자로서의 의사결정 구조가 바뀌고 있고 분절적 의료공급에서 공급자 간 통합의료체계로의 전환이 모색되고 있다. 특히 4차 산업의 비약적 발전과 더불어 의료계에서도 사물 인터넷을 통해 일상생활이 관리되고, 임상정보가 집적되며 유전체 분석을 통해 미래의 의료위험에 대처할 수 있는 환경이 도래했다. 도전과 기회가 양존하는 오늘날 우리나라도 현행 의료체계에서 위와 같은 도전을 소화하기에는 한계가 있다. 고령 인구의 급증에 따른 의료욕구의 증대, 만성질환의 고착화, 그리고 고급의료에 대한 국민적 선호, 보장성 확대에 대한 국민의 의지 등 제반 현실이 우리의 의료체계도 혁신되어야 함을 보여주고 있다. 우리나라는 단일 건강보험체계에서의 데이터 집적 체계, ICT의 선도적 위치 등이 새로운 도전을 헤쳐 나가는 데 강점으로 부각되고 있다.

이에 본 보고서는 제4차 산업혁명 시대의 보건의료체계를 재정비하고 미래의 도전에 응전할 수 있는 보건의료체계의 미시적·거시적 개편 방향을 탐색하는 데 목적이 있다. 미시적 방안으로는 현행 보건의료체계에 디지털 헬스케어의 접목 방안을 모색하고, 국민의 건강권이 훼손되지 않으면서 보건의료가 우리나라 성장의 추동력으로서 자리 매김할 수 있도록 기틀을 마련하고자 한다. 거시적 방안으로는 재정적 지속가능성, 의료의 질 확보, 경제성장의 원동력으로서 보건의료산업을 전제로 현행 의료 공급체계, 지불제도, 전달체계 등 제반 문제를 동시에 아우를 수 있는 방안을 모색하고자 한다. 새로운 체계에서는 디지털 헬스케어가 도구 역할을 할 수 있을 것이다.

연구 방법으로는 디지털 헬스 케어 관련 외국의 동향이 우선 탐색될 것이다. 동시에 외국의 의료체계 혁신 동향도 탐색될 것이다. 우리나라의 저출산·고령화, 저성장, 질환의 복합화 및 만성화 등 환경변화를 예측해 보고 향후 재정의 지속가능성도 타 연구로부터 차용하여 덧붙여질 것이다. 현행 건강보험의 문제점 및 과제들을 검토하여 이를 해결하는 경로를 규명하되 디지털 헬스 케어와의 접목 방법이 모색될 것이다. 선행연구, 외국 문헌의 탐색, 전문가 회의 등 통상적 연구 방법이 사용될 것이다. 다만 본 보고서는 4차 산업혁명 시대의 보건의료체계를 탐색하는 데 목적을 두고 있기 때문에 분석방법으로 계량적 틀을 제시하기는 어렵다. 가정에 의한 시뮬레이션 방법이 새로운 체계의 기대효과를 탐색하는 데 이용될 수 있을 것이다.

제1장에서는 향후 환경 변화, 외국의 혁신 동향, 현재 우리나라의 보건의료 관련 문제점 등에 대해 살펴본다. 제2장에서는 제4차 산업혁명에 대한 정의, 보건의료 분야에서의 4차 산업혁명, 국내에서 4차 산업혁명과 보건의료의 접목 동향 그에 따른 한계와 문제점들이 논의될 것이다. 제3

장에서는 외국의 4차 산업혁명과 보건의료체계의 개편 현황이 탐색될 것이다. 주요 IT 업체의 건강서비스 시장 상황도 다루어질 것이다. 특히 가장 앞서가고 있는 것으로 평가받는 미국의 현황에 대해 중점 검토할 예정이다. 제4장에서는 4차 산업혁명시대의 보건의료체계로 전환하는 데 걸림돌이 될 만한 쟁점을 도출하고 이를 해결할 수 있는 방안이 모색된다. 전자의무기록(Electrical Medical Records)을 포함한 빅데이터, 인공지능, 사물인터넷 등 관련 현황 및 제도 개선 방안들이 검토된다. 마지막 제5장에서는 앞에서 분석된 환경 변화, 외국의 상황, 우리의 디지털 헬스케어 관련 현황, 현행 건강보험의 문제점 등을 종합하여 21세기형 새로운 미래 보건의료체계를 제시할 것이다. 지금 당장 전환을 목표로 하는 것이 아니고 향후 5년에서 10년 후 전환을 위하여 시범사업 모형을 제시하고자 한다. 지금 현재는 건강보험 누적적립금이 20조 원 이상 쌓여 있어 국민이나 공급자 모두 체계 전환에 대해 저항할 수밖에 없다. 7년 후쯤이면 적립금도 소진될 것으로 예측되고 재원 확보도 여의치 않은 환경이 되지만 국민은 계속 질 높은 서비스를 원하게 될 것이다. 다소 국민의 의료이용이 제약받을 수 있는 체계 개편 방향이지만 중장기적으로 지속가능성을 담보하면서 가치(Value)를 극대화할 수 있는 방안이 강구될 것이다.

제 2 장

제4차 산업혁명과 보건의료

제1절 4차 산업혁명의 정의

제2절 보건의료 분야에서의 4차 산업혁명

제3절 국내 4차 산업혁명 관련 보건의료 분야의 대응 현황

2

제4차 산업혁명과 보건 의료 <<

제1절 4차 산업혁명의 정의

1. 산업혁명의 역사

4차 산업혁명은 2016년 스위스 세계 경제 포럼 (World Economic Forum, WEF)의 연례회의 (다보스 포럼, Davos Forum)에서 창립자 겸 회장인 클라우스 슈밥 (Klaus Schwab)에 의해 제기되었다. 4차 산업혁명이란 인공지능과 사물인터넷, 나노 기술과 같은 핵심 기술의 비약적 발전이 보건 의료, 고용 창출, 교육, 산업 등 여러 분야에 걸쳐 근본적 변화를 가져오는 일련의 현상을 지칭한다(클라우스 슈밥, 2016)⁷⁾. 다보스 포럼에서 제4차 산업혁명이라는 사회 구조적 변화는 디지털 혁명에 기반하여, 물리적 공간, 디지털 공간, 생물학적 공간 간의 경계가 허물어지는 시대가 도래할 것이라는 전망이 나왔다(김진하, 2016).

1차 산업혁명은 증기 터빈 기술의 개발로 가내 수공업 중심에서 공장 중심의 대량 생산 체제로 변화한 혁명을 말하며, 2차 산업혁명은 전기 동력의 등장으로 대량생산체제가 극대화되었다. 현재의 시기를 지칭하는 3차 산업혁명에서는 정보화, 자동화가 이루어졌다. 마지막으로 예측하기 어려운 새로운 기술의 혁신이 4차 산업혁명이라 할 수 있다. 산업혁명이란 함은 동일한 투입량으로 종래의 생산방식에서 기대할 수 없는 정도의

7) 제4차 산업혁명(Fourth Industrial Revolution), 클라우스 슈밥 저, 송경진 역, 새로운 현재, 2016.

월등한 생산성 향상이 일상화됨을 의미한다. 이러한 과정에는 이를 촉매하는 모멘텀이 필요하다. 대량생산이 1차 산업혁명을, 전기의 발견이 2차 산업혁명을 그리고 정보화, 자동화 등이 3차 산업혁명의 기제로 작동하였다. 2017년 오늘 디지털 혁명에 기반한 부문간 융합이 전 산업부문에 혁명적 변화를 초래할 것이라는 전문가들의 예측이 현실화 된다면 이는 다름 아닌 또 다른 산업혁명 즉 4차 산업혁명이 되는 것이다.

〈표 2-1〉 산업혁명의 역사

| 단계 | 년도 | 기술 | 변화의 모습 |
|---------|------|----------|------------------------|
| 1차 산업혁명 | 1784 | 증기터빈기술 | 증기터빈과 기계로 사람을 대체 |
| 2차 산업혁명 | 1870 | 전기기술 | 전기의 등장으로 대량생산이 가능해짐 |
| 3차 산업혁명 | 1969 | 전자정보기술 | 전자-정보기술로 생산의 자동화가 가능해짐 |
| 4차 산업혁명 | ? | 사이버물리시스템 | 물리, 디지털, 바이오 기술계의 융합 |

자료: 산업통상자원부, (주) 테크노베이션파트너스, (2016). 4차 산업혁명 정의 및 거시적 관점의 대응 방안 연구. p. 8 〈표〉 산업혁명의 역사.

2. 정의

4차 산업혁명이라는 용어 자체가 세계적으로 통용되는 개념은 아니며 학문적으로도 명확히 정의되지 않아 아직까지는 유행어 (Buzzword)에 가깝다는 비판도 많다. 4차 산업혁명이 검색 키워드로 얼마나 언급되었는지 보여주는 구글 트렌드를 보면 이 단어 (the 4th industrial revolution)가 주제로 발제되었던 2016년의 다보스 포럼을 기점으로 급격히 올라갔다가 떨어진 이후 완만하게 상승하는 경향을 볼 수 있다.⁸⁾ 즉 아직까지 4차 산업혁명이라는 단어 자체는 다보스 포럼과 클라우드 슈밥이 선

8) <http://trend.google.com>

점한 유행어라는 인식이 강한 편이다.

세계 경제포럼에서 논의된 제4차 산업혁명에 따르면, 산업 구조가 변화하면서 정치 경제, 사회 시스템 전반에 변혁이 다가올 것으로 예측된다. 4차 산업혁명으로 인한 변화를 크게 기술과 산업, 고용 구조, 직무 역량 세 가지 측면에서 예측하고 있다. 첫째 기술 산업 측면에서는 기존의 산업구조가 새로운 생태계로 전환될 것으로 예상된다. 둘째 노동력의 활용 수준이 점차 낮아질 것으로 보고 있다. 종래의 노동력에의 의존 정도가 낮아진다는 것은 고용구조도 변화된다는 것을 의미한다. 일례로, 인공지능의 개발이 고도화되면 병리부문에서 의사가 판독하는 것보다 인공지능의 판단이 작은 비용으로 더 정확할 수 있다. 로봇의 경우 간병업무의 상당부분을 대체할 수 있다. 고도의 숙련과 지능을 요구하는 작업에서도, 단순 서비스 직분에서도 인간의 노동이 더 이상 필요 없어지는 것이다. 셋째 고용 시장의 패러다임 변화 속에서 여러 지식을 동시에 복합적으로 활용하는 능력이 중요해지면서 이에 대한 요구가 증가한다(산업통상자원부, (주)테크노베이션파트너스, 2016에서 재인용; 원자료, World Economic Forum, 2016).

〈표 2-2〉 4차 산업혁명에 대한 정의

| 출처 | 관점 | 기술 | 특징 및 시사점 |
|---|---|--|---|
| 세계경제 포럼 | 사회전반에 걸친 변혁 경제산업 시스템의 붕괴에 대한 대비 | -물리계, 디지털계, 생물계의 융합(cyber-physical system) | - 성장중심의 가치에서 인간중심의 가치로 사회가치가 변화 - 일(work)의 본질적 개념과 정치경제 산업사회시스템 전반의 재정립 필요 - 정부정책, 비즈니스모델, 산업 구조의 대변혁에의 대응 필요 - 4차 산업혁명시대의 적응을 위해서는 산학연관민 및 지구촌 차원의 협력이 필요 |
| KISTEP (2016) | ‘초연결성’, ‘초지능화’의 특성을 가지는 사회로 변모 | 정보통신기술 (ICT) | - 제4차 산업혁명에 대비한 범정부차원의 전략 수립 필요 - ICT 기반의 신성장동력 발굴을 통한 과학기술 경쟁력 강화 - 창의적·혁신적 과학기술인력 양성 체계 구축 |
| Man and Machine in Industry4.0,BCG (2015) | 빅데이터 응용으로 품질 관리 인력 감소 산업데이터 과학자에 대한 수요 증가 | 빅데이터 기반 질 관리 로봇 기반 생산 시스템 자가 운전 교통 수단 생산라인 자동화 서비스로서의 기계 | - 기술발전으로 인하여 약 35만개 일자리가 증가할 것으로 예상 - 인터스트리 4.0에 대응하기 위해 회사들은 인력을 재훈련시켜야 하고 조차 모델을 개선하며, 구인 및 인력 계획을 전략적으로 발전시켜야 함 - 교육 시스템은 다양한 능력과 함께 IT능력을 개발시켜야 함 |
| KISTEP수요포럼 (2016.8) | 제4차 산업혁명시대 미래사회 모습과 일자리 전망 | IT가 인류의 능력을 넘나드는 수준의 시대 -인공지능(AI)의 제3차 붐 현상 및 첨단기술의 기대 과학기술정책의 혁신으로 사회적 문제 해결 | - IoT, 빅데이터, 인공지능, 지노믹스, 로봇틱스 등 산업과 사회에 창조와 파괴를 몰고 올 혁신적 기술의 실용화-프레임을 깨고 창조적인 R&D 활성화 및 R&D고도화 전략 모색 - 과학기술정책, 산업정책, 노동정책, 교육정책을 총망라하는 거버넌스 필요 - 과학기술 + 교육 + 노동 + 산업정책의 오픈 플랫폼 구축 등 |

자료: 산업통상자원부, (주) 테크노베이션파트너스, (2016). 4차 산업혁명 정의 및 거시적 관점의 대응 방안 연구. p. 8 〈표〉 산업혁명의 역사.

3. 4차 산업혁명으로 인한 사회 변화

국가마다 환경의 변화 차이는 있을 수 있으나 4차 산업혁명에 대해 논의가 시작된 시기는 경제 성장의 동력이 부족하고, 저출산 고령화와 같은 인구 구조의 급격한 변화가 일어나는 흐름과 그 맥락을 같이 한다고 볼 수 있다(박성원, 2017). 보다 구체적으로 4차 산업혁명이 논의된 구조와 맥락을 이해하기 위해 박성원(2017)의 연구에서는 미래학의 방법론을 활용하고 있다. 미래를 바라보고 논의하기 위해 4차 산업혁명의 정의와 특징을 살펴보고 이들의 방향을 제시한 것이다. 미국 하와이대학의 미래학 연구소에서는 미래를 크게 네 가지 유형으로 정리를 했다(Dator & Park, 2012). 경제의 중단 없는 성장, 붕괴의 미래, 지속가능 사회, 변형 사회이다. 첫 번째, 경제성장이 지속되면서 도시 과밀화, 환경 파괴 등 다양한 문제를 동반하게 되었다. 그럼에도 불구하고 경제 성장은 사회의 주요 목표이다. 기업의 생존이 곧 일자리 창출을 의미하며, 시민들이 안정된 삶을 살 수 있다는 논리가 경제의 중단 없는 성장의 위한 핵심기조였다. 둘째 붕괴의 미래는 자연재해, 전쟁 등 다양한 사회경제적 위기가 사회를 붕괴시킨다는 견해이다. 사회, 경제, 문화에서 일련의 위기들이 발생했을 때 나타나는 결과에 대해 다소 비관적으로 전망하고 있으며, 박성원(2017, p.159)에서는 그 대표적 예로 한국의 1997년 경제위기, 2008년 미국발 경제위기를 들고 있다. 보건의료분야에서는 갑작스레 발생하여 확산되는 전염병이 그 예가 될 수 있을 것이다. 지속 가능 사회에서 논의되는 주제는 주로 자원의 보존, 환경의 개발로(박성원, 2017에서 재인용; Dator & Park, 2012), 지속가능성을 중요한 가치로 유지하기 위해서는 지금까지 고수해 온 가치와는 다른방향의 제시가 필요하다고 강조하고 있다. 마지막으로 변형 사회에서는 농경사회, 산업사회, 정보사회로

변화한 지금의 흐름을 보았을 때, 예측하기 힘든 새로운 사회로 나아갈 것이라 예측하고 있다.

4차 산업혁명은 예측하기 어려운 사회, 경제의 변화에 대응하여 여러 가치를 동시에 달성한다는 측면에서 앞서 설명한 네 가지 유형 중 사회 각 구성 요소를 복합적으로 내포하고 있는 것으로 보인다. 경제 위기, 자연 재해, 전염병 발생 등 다양한 위기가 도래하는 붕괴의 미래를 예측하고 있지만 동시에 여러 대응책으로 지속가능한 사회를 전망하고 있기 때문이다. 아울러 경제 성장, 정보 기술의 발전에 투자하는 한편 일자리 창출, 삶의 질 향상 등 여러 가치를 추구한다는 측면에서 지속 가능 사회의 특성도 일부 가지고 있다.

비약적인 발전과 이러한 기술을 바탕으로 한 생산성의 향상, 기계와 인공지능에 의한 지식노동의 대체, 산업 간 경계 무너짐 등은 이미 세계적으로 주목받는 현상이며 학계 및 산업계에서 큰 관심을 갖고 연구되고 있다. 4차 산업혁명의 핵심적인 키워드를 꼽으라면 결국 “지식기반업무의 자동화 및 표준화”라고 할 수 있다. 지난 백 년 간 제조시스템은 헨리 포드와 프레드릭 테일러가 만든 대량생산시스템의 연장이었다. 포드의 시스템은 장인들만이 수작업으로 생산하던 자동차의 생산과정을 단위작업으로 나눈 후 이를 표준화함으로써 저숙련 비전문 노동자들이 컨베이어 벨트에서 주어진 작업을 수행하기만 하면 복잡한 자동차가 빠르고 정확하게 대량생산될 수 있다는 것이 핵심 아이디어다. 이 결과로서 저렴한 가격과 높은 품질로 생산되기 시작한 공업생산물들은 인류의 생활방식을 근본적으로 바꿔놓았다.

반면 대량생산시스템의 한계점은 표준화로 인해 한정된 종류의 물건을 다량으로 생산해야 생산단가를 낮출 수 있으며 종류를 다양화하면 그만큼 비용이 올라갈 수밖에 없다는 점이다. 하지만 정보기술의 발전으로 인해

맞춤 생산의 비용은 급격히 내려가기 시작하였으며 이는 맞춤 대량생산(Mass customization)을 가능하게 함으로써 제조시스템에 새로운 기회를 제공하고 있다. 이에 발맞추어 독일은 지난 2010년부터 제조업 가치사슬 전반에 걸쳐 정보통신과 로봇 기술을 접목한 새로운 개념의 제조업 및 서비스업 개념인 인더스트리 4.0(Industry 4.0) 정책을 도입하여 추진하고 있다(문선우, 2016). 이는 사물인터넷, 사이버물리시스템(CPS: Cyber Physical System), 센서기술 등을 기반으로 생산 전 과정을 연결하고, 실시간 모니터링 및 피드백 기능을 통해 사물의 지능화를 꾀하며, 이를 통해 생산성을 높인 제조업의 완전한 자동생산체계를 구축하는 것을 목표로 하고 있다. 이러한 혁신의 연장선상에서 비단 제조업에서의 생산직 노동뿐 아니라 매우 복잡한 지식노동, 즉 법률, 의료, 회계, 연구개발 등의 전문가들의 지식기반업무조차도 IT를 활용하여 표준화 및 자동화할 수 있다는 것이 4차 산업혁명의 핵심이라 할 수 있다. 다음 장에서는 각 구성 요소별과 보건의료 분야의 접목 가능성을 구체적으로 살펴보고자 한다.

제2절 보건의료분야에서의 4차 산업혁명

아직까지 논란은 있으나 제조 분야의 산업혁명은 증기기관에 의한 1차 산업혁명, 전기와 대량생산체제에 의한 2차 산업혁명, IT와 센서기술을 이용한 공장자동화 기반의 3차 산업혁명, 그리고 인공지능과 로봇기술을 활용하여 지식 노동까지 대체하는 4차 산업혁명으로 각 단계가 비교적 명확하게 구분되어 왔다. 반면 의료분야는 18세기의 과학혁명 이후 등장한 현대의학과 그 이전의 전통의학 정도로만 구분할 뿐 제조분야처럼 구분이 명확하지 않다.

고대 및 중세 유럽에서 의사는 자신이 거주하는 지역의 환자 치료를 담당하였으며 다른 직업을 겸직하기도 하는 등 사회적 지위 또한 낮았고 이는 동양의 경우에도 마찬가지였다. 현대의학은 과학기술 특히 1800년대 후반의 화학과 생물학의 발전을 바탕으로 한 약학과 마취기술에 힘입어 출현하였으며 이로 인해 다른 전통의학들을 대체의학의 영역으로 밀어내고 주류의학으로 서게 된다.

20세기 후반에 들어 발전을 이룬 근거 중심 의학(Evidence-Based Medicine, EBM)은 의학 분야에 표준화된 근거를 적용하려는 시도이다 (Masic, Miokovic & Muhamedagic, 2008).⁹⁾ 다시 말해, 지금까지 누적된 치료법과 관련한 증거를 정확하고 명확하게 사용하는 것이라고 볼 수 있으며, 이때 얻어지는 증거는 치료(또는 치료의 결핍)의 위험성과 혜택에 적절한지에 대해 평가되어야 한다(Sackett DL et al, 1996). 따라서 이론적으로는 동일한 질환을 가진 다수의 환자는 그 시기에 입증된 최선의 치료(Best Practice)를 받게 된다. 반면 근거중심의학의 한계점은 다수의 환자에게 입증된 통계적인 치료법을 우선적으로 적용하기 때문에 환자 개개인의 특성을 반영하지 않는다는 것이다. 이를 보완하기 위한 패러다임으로 제시된 것이 맞춤형의학(Personalized medicine)으로서 환자마다 각기 다른 특성을 가진 환경 또는 유전 요인과 질병 경력, 건강 생활 습관 등을 사전적으로 인지함으로써 환자에게 적절한 치료법, 복약 지도를 제공하는 방법이라 할 수 있다. 더 나아가 최근에 각광받는 정밀의학(Precision medicine)은 기존의 임상병리학에 분자 프로파일링 기술을 도입함으로써 진단부터 치료에 이르기까지의 전 단계를 유전, 환경, 생물학적 특성 등을 환자 개인의 조건에 맞게 정밀하게 진단, 치료하는 포괄

9) Masic, I., Miokovic, M., & Muhamedagic, B. (2008). Evidence Based Medicine - New Approaches and Challenges. *Acta Informatica Medica*, 16(4), 219-225.

적 개념이라 할 수 있다(Lu et al., 2014).

4차 산업혁명이 주도하는 기술은 인공지능, 사물인터넷, 3D프린팅, 나노기술, 바이오기술, 신소재기술, 에너지저장기술, 클라우드컴퓨팅 등이며, 제 4차 산업 혁명으로 가장 큰 잠재력이 있는 분야는 물리적, 디지털 및 생물학적 시스템을 병합 할 수 있는 의료 서비스이다. 의료서비스는 이미 스마트 폰 및 웨어러블 피트니스 기기와 같은 소비자 기술을 이용하여 건강 및 피트니스에 대한 세부적인 데이터를 수집하고 있으며 이는 개인의 의료뿐만 아니라, 의학 연구도 변형 시킬 가능성이 크다. 서비스 제공자는 인터넷에 연결된 센서 및 의료 기기를 통해 원격으로 환자를 모니터링 하고 치료하며, 만성 질환 치료에 원격 진료가 특히 유용할 것으로 기대 된다.

디지털 헬스케어에서는 수년전부터 IT에 의해 의료전달체계의 변화, 전통적인 의료산업간 경계의 붕괴, 의료인의 역할 변화, 지불시스템의 혁신, 의료서비스 품질관리 기법의 발전, 관련 법규 및 제도의 변화 촉진 등을 다루어왔다(최윤섭, 2014) 디지털 헬스케어에서는 IT를 단순히 의료의 도구가 아닌 의료시스템을 근본적으로 변화시키는 핵심 기술로 인식 하고 있으며 미래의 의료에서 IT는 의료인이 아닌 일반인 환자를 치료의 중요한 주체로 참여시키고, 일상생활 속에서 수집된 건강 정보를 통해 개인 맞춤형 건강관리 및 의료서비스 제공을 가능하게 함으로써 의료의 영역을 크게 확장되리라 예측하고 있다.

정보기술 기반의 4P¹⁰⁾ 의료를 의료분야의 4차 산업혁명이라고 보기엔 어려우나 정보기술을 적극적으로 활용하여 의료시스템의 혁신을 도모한다는 점에서는 많은 공통점이 있다. 현재로서 예상되는 정보기술 기반 의

10) 초고령화 시대에서는 치료중심에서 예방 및 조기관리 중심으로 의료체계가 전환되어야함을 의미하며 이를 위한 전략으로 예방(Preventive), 예측(Predictive), 참여(Participatory), 맞춤(Personalized)을 들고 있음.

료의 모습은 의료정보, 지식 및 서비스의 표준화로 인한 의료행위의 시공간 경계 확대, 인공지능으로 인해 의사의 역할 상당 또는 대부분 대체, 의료서비스의 대량생산화, 품질관리, 정보화, 자동화를 통한 의료비의 획기적인 절감, 그로인한 비약적인 건강 증진 등 다양한 가능성이 논의되고 있다. 그러나 4차 산업혁명 자체도 제대로 정의되지 않은 용어인데다가 어떤 사회현상이 산업혁명 정도의 이름을 붙일 만큼 근본적인 변화인지는 미래의 시점에서 후행평가하는 것이기에 현시점에서는 알기는 어렵다. 산업혁명 정도의 변화로 간주하려면 제조업 기준으로는 생산시스템의 근본적인 변화 및 생산성의 향상으로 인해 일상생활 방식에 급격한 변화를 초래할 정도가 되어야 할 것이다. 의료분야에서는 현행 의료시스템과 서비스의 형태를 근본적으로 바꾸고 질병치료, 건강, 평균수명, 의료비용 등의 지표에서 획기적인 개선을 가져올만한 파급력이 있어야 할 것이다.

이러한 기술들이 하루가 다르게 발전하고 있다는 것에 대해서는 이견이 없는 편이나 혁신에 의한 변화가 구체적으로 언제 어떻게 나타날지에 대해서는 그 시기와 가능성 등에 대해 매우 다양한 의견들이 존재한다. 가까운 미래에 의사의 대다수가 첨단 기술에 의해 대체되리라는 과격한 예상도 있으며¹¹⁾ 그럼에도 불구하고 인공지능이 의사를 완전히 대체하는 일은 일어나기 힘들다고 보는 견해도 많다. 현재의 의사의 역할은 단지 변화할 뿐이며 진단을 확정하는 의사결정, 환자와의 소통 및 교감, 의료행위에 대한 윤리적 책임, 감성노동, 예외적 상황 대처, 새로운 질병 연구, 인공지능이 오류에 빠지지 않도록 감시 및 제어 등의 업무는 대체 불가능한 영역으로 남을 가능성이 높다. 또한 자동화에 의해 의사의 단순

11) 테크크런치 발췌기사(2012. 01.10.)

<https://techcrunch.com/2012/01/10/doctors-or-algorithms/>

업무가 대체되면 그로 인해 남는 시간과 여력을 난치병 치료와 질병 연구 등 부가가치가 높은 분야에 집중할 수 있다고 보고 있다(Darcy, Louie & Roberts, 2016).

종합하자면 의료분야의 4차 산업혁명의 개념은 아직까지 모호하나 현실적으로 정보기술 분야의 혁신은 기술적인 측면뿐 아니라 의료분야의 산업전반, 교육, 법과 제도, 윤리적 측면에서 많은 변화를 초래할 것이다.

특히 보건의료산업은 타 분야에 비해 부가가치와 고용창출의 측면에서 긍정적 효과를 기대할 수 있다. 일례로 보건의료서비스 산업 고용창출 효과(20억당 19.5명)는 전체 평균(16.9명)보다 높다. 또한, 부가가치 유발 계수는 0.7이다. 이는 타 분야, 예를 들어 반도체 (0.48명), 자동차(0.65명)보다 높은 수치이다(이진형, 2016).

ICT 융합 의료산업은 정보 통신 기술을 활용하여 시공간의 제약 없이 건강 상태를 실시간으로 관리하여 필요에 따라 개인 단위로 맞춤형 서비스를 제공하는 것으로 시장에서의 성장 가능성이 크고 관련 산업 분야로 까지 파급 효과를 가져다 줄 수 있다. 보건·의료 분야에서 ICT 기술은 진단 및 치료, 의약품에도 쓰이고 있으며, 사전적 차원에서의 질병 예방 영역으로 점진적으로 확대되는 추세다. 또한 ICT 융합 의료산업 생태계는 의료 기기, 정보와 관련된 소프트웨어부터 맞춤형 건강관리 서비스, 보험 금융 등으로 까지 확장하여 적용할 수 있다. 최근에는 병원 운용과 관련된 EHR/EMR 시스템, 원격 의료, 모바일헬스 등이 발전하여 의료 서비스 영역이 확장되고 있다(김정곤, 이서진, 2016). 따라서 ICT 융합 의료산업은 의료서비스의 개선과 비용 절감에 크게 기여할 것으로 예상된다.

세계적으로 보건의료 분야 정보 기술과 관련한 여러 정책이 추진되고 있는데, 대표적으로 세계보건기구에서는 ICT 기반 의료혁신 방안을 개발

하고 이를 보급하기 위해 국가 수준의 전략과 정책을 강조한바 있다. 특히, 국가 e-헬스전략 툴킷(National eHealth Strategy Toolkit)을 발표하여 ICT 기반 의료정책 수립을 모색하는 국가들에 수립 과정에서 요구되는 전략, 행동 계획, 평가, 규제에 관한 가이드라인을 제공했다(WHO, 2012). 여러 국가가 기술을 보건의료 분야에 접목하는 노력 가운데 대표적으로 미국은 연방 예산의 1/4을 보건의료분야에 편성하는 한편 상당수를 정밀의료에 투자하고 있다. 이를 통해 여러 프로젝트를 장려하려는 취지에서다. 반면 한국은 보건의료 분야 내에서 정보통신기술에 대한 투자를 장려하는 수준이 다른 국가에 비해 떨어져 있다(김정곤, 이서진, 2016).

직업의 특성 측면에서 보면 4차 산업혁명으로 인한 영향에서 상대적으로 적은 일자리, 영향을 많이 받는 일자리 혹은 향후 미래에 창출할 수 있는 일자리로 구분할 수 있다. 영향이 적은 기존 일자리는 일반 의사, 간호사 업무 등 지능화된 기술이 침투하면서 이를 능숙하게 활용하되 최종판단 등 핵심 업무는 사람이 하는 경우에 해당한다(ETRI 창의미래연구소, 2015, p16). 보건의료의 경우 인공지능과 로봇에 의해 대체될 가능성이 낮은 직업으로 의료사회복지사, 수의사, 유도 접골사, 소아과 의사, 조산사, 보육사, 정신과 의사, 외과 의사, 언어치료사, 물리치료사, 작업치료사, 산부인과 의사, 치과 의사가 이에 해당된다(野村総合研究所, 2015). 영향이 많은 기존 일자리는 4차 산업혁명의 주요기술인 3D 프린팅, 로봇 공학, 빅데이터, 바이오기술, 클라우드기술로 외과수술, 영상의학, 의무기록, 의료비심사 및 적정성 평가, 건강관리, 노인돌봄서비스 등 기술발전에 따라 부분적, 장기적으로 대체가능 한 분야이다(World Economic Forum, 2016, pp11-12).

한국직업능력개발원이 통계청, 한국고용정보원의 자료를 분석한 4차

산업혁명에 따른 취약 계층 및 전공별 영향 보고서에 따르면 국내 50%가 넘는 일자리가 10년 정도 후 AI로 대체될 가능성이 높은 직업군으로 보고되었다(정현학 외, 2016). 업종별로 살펴보면 운수업(81.3%), 도·소매업(81.1%), 금융·보험업(78.9%)인 반면 보건의료분야는 대체가능성이 12.2%로 타 분야에 비해 낮았다. 한편 시장조사업체 가트너에 따르면 2022년에는 AI를 탑재한 스마트 기기가 의사, 변호사 등 고학력 전문직의 업무를 대신할 것이다 라고 보고 했다(정현학 외, 2016). 요금을 지불하고 사용하는 전기와 같이, 의료와 법률 등 전문직이 수행하던 업무에 대해서도 우리가 일정한 비용을 지불하고 간편히 사용할 수 있다는 것이다. 결과적으로 전문직의 업무들이 일반 국민에 의해 간편하게 관리하면서 기업의 운영 구조에도 변화를 가져올 수 있다. 즉 기업이 오랜 훈련을 받은 의사나 변호사를 고용하려면 그 훈련비용을 보상할 만한 수준의 급여를 제공해야 하지만, 스마트 기계는 한번 훈련을 마치면 추가 도입에 큰 비용이 들지 않는다. 따라서 AI로 인해 일부 산업의 고용이 타격을 입을 전망이다. 덧붙여, 또한, 마이크로소프트(MS)는 클라우드 플랫폼인 “애저” 상품의 판매에 집중하기 위해 조직개편을 단행하고, 수천 명의 직원을 해고 할 것이라고 알려 졌다. 한편 애저는 MS의 주력상품으로 떠오르고 있는데, 매출은 세계 1위인 아마존웹서비스의 경쟁에도 불구하고 2017년 상반기에 93% 가량 성장했다(아시아 경제, 2017).

하지만, IT 전문 매체에 의하면, AI에 대한 공포는 오래전부터 부각돼 왔던 게 사실이지만 그럴 때마다 현실화한 건 아무 것도 없었다고 보고했으며, 우리가 생각하지도 못하는 여러 방식으로 인간의 생산성을 높여줄 수 있을 것이라고 설명했다(아시아 경제, 2017).

스마트 기계가 규칙적이고 반복적인 작업을 처리하면서 인간은 서비스 수준을 높이고 더 복잡한 업무를 처리하는 데 시간을 보낼 수 있어서, 높

은 업무의 스트레스 수준을 낮출 수 있다고 보았다. (뉴스 1, 2017). 또한 인공지능 기술은 최근의 출산율 저하와 고령화에 따른 생산가능 인구의 감소문제를 도와줄 것이다. 일부에서는 인공지능으로 인한 일자리 감소 문제를 심각하게 고민하고 있지만, 그에 앞서 이미 현대 사회는 노동인구의 부족이 더 심각한 상황이다. 4차 산업 혁명을 대비한 새로운 일자리의 창출을 위해 기존 인력의 재교육과 함께, 줄어든 노동시간과 고용구조의 변화에 대체해야 한다(조성배, 2016).

제3절 국내 4차 산업혁명 관련 보건의료분야의 대응 현황

1. 정부의 주요 정책 흐름과 현황

보건의료를 포함해 과학기술정책 전반을 심의, 결정하는 국가 과학기술 심의위원회에서 발표한 보건의료기술육성기본계획(2013~17년)-국민건강을 위한 범부처 R&D 중장기 추진계획(안)을 참고할 만하다(국가과학기술심의위, 2013; 보건복지부, 2013). 동 보고서에서는 “건강 R&D”라는 새로운 개념을 제시했다. 이는 각 분야에서 분절적, 독립적으로 수행하고 있는 건강 분야의 연구개발을 총괄하여, 건강의 개념을 중심으로 연구개발 범위와 내용을 확대하는 것이다.

“건강 R&D”는 과학기술 패러다임의 변화와 더불어 양질의 삶에 대한 수요가 증가하면서 새로운 이슈로 부각되면서 국민의 관심과 기대가 높은 분야 중 하나로 주목받고 있다. 즉, 사회적 문제 해결을 위한 기술개발의 필요성을 강조하고 있다. 건강 R&D는 협의의 개념에서 발병한 질병에 대한 진단과 치료를 넘어, 예방과 재활을 포함해 인간의 건강 수준을

향상시키는 데 기여할 수 있는 모든 기술개발을 총괄하여 일컫는다. 중장기 추진계획을 발표할 당시, 제4차 산업혁명이라는 용어가 등장하지는 않았으나, 건강을 중심으로 사회적 문제를 해결하기 위한 R&D 전략을 발표하는 한편, 과학 기술의 발전을 강조했다라는 점에서 살펴볼 만하다.

〈표 2-3〉 건강 R&D로의 범위 확대

| 구분 | 협의를 건강 R&D | 광의의 건강 R&D |
|-------|--------------|-----------------------------------|
| 목적 | 질병 치료 및 치유 | 질병 극복, 돌봄기술, 건강 증진, 공공 안전 |
| 범위 | 신체적 변화에 초점 | 신체적, 사회적, 정신적 변화 |
| 대상 | 질환자 | 질환자, 사회적 약자, 일상생활자 |
| 영향 요인 | 질병 유발, 환경 변화 | 질병, 고령, 장애, 먹거리, 환경변화, 경제, 사회적 문제 |
| 목표 | 기술개발, 산업육성 | 기술개발, 산업육성+사회문제해결 |

자료: 국가과학기술심의회. (2013. 7. 8.). 국민건강을 위한 범부처 R&D 중장기 추진계획(안).

해당 계획에서는 기술 자체에만 집중한 나머지 실제 현장에서 적용 가능성 성과가 나오지 못했던 기존의 투자 전략을 지적하면서 첨단 의료기술에 대한 기대가 증가하는 현 상황에 대응한 전략의 방향성을 제시하고 있다. 그 종류는 질병극복과 돌봄기술, 건강증진, 공공안전이다. 아래 내용을 살펴보면 질병극복이 가장 큰 비중을 차지하고 있어 해당 기술의 발전에 주목하고 있음을 알 수 있다.

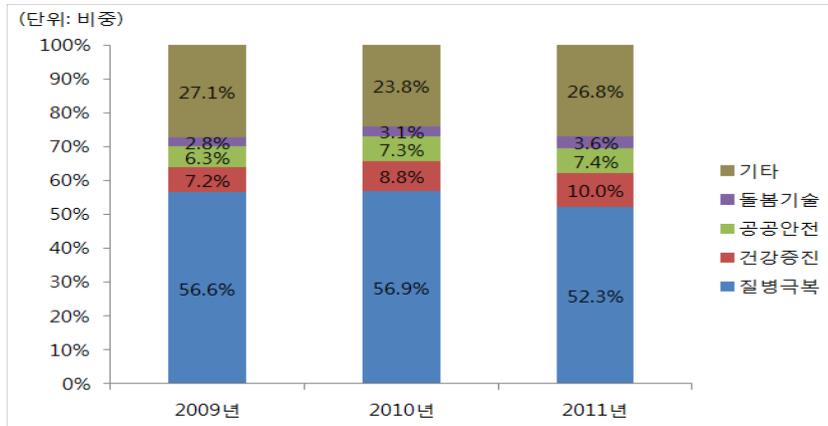
78 제4차 산업혁명에 조응하는 보건의료체계 개편 방안

〈표 2-4〉 건강 R&D의 주요 유형과 종류

| | 주요 설명 | 종류 |
|-------|---------------------------|--|
| 질병 극복 | 질환자 대상 질병 진단 치료를 위한 기술 | 질환 극복을 위한 新치료기술, 신약, 생물학적제제, 진단제, 의료기기 등 |
| 돌봄 기술 | 노인·장애인 등 복지 대상자 케어 서비스 기술 | 전동휠체어, 재활로봇, 나노바이오 센서 인공망막, 범용 디자인(Universal design) 등 |
| 건강 증진 | 일상생활자의 건강한 삶을 지속시키는 기술 | 생활패턴 모니터링, IT 기반 생활습관 개선 센서, 가상현실 시뮬레이터 등 |
| 공공 안전 | 국민의 안전을 위하여 개발해야 될 기반 기술 | 환경성질환 규명 기술, 위해물질 저감화 기술, 식의약 안전 기술, 재난재해 기술 |

자료: 국가과학기술심의회. (2013. 7. 8.). 국민건강을 위한 범부처 R&D 중장기 추진계획(안).

〔그림 2-1〕 최근 3년간 건강 R&D 4대 유형별 투자비중



자료: 국민건강을 위한 범부처 R&D 중장기 추진계획(안) 국가과학기술심의회 자료(2013.07.08.)

1990년대부터 최근까지 ICT에 많은 노력을 기울여 왔다. 1990년대의 ICT 정책은 주로 정부 사업이 위주였을 이루어왔다. 국내 보건 의료 정보화는 국민복지망 기본계획을 수립하여, 지역보건의료, 국립특수병원, 보건복지행정, 민간 등 분야에 맞는 전산시스템의 개발 및 연계를 적극 추진하였으며, 본격적인 공공 정보화사업은 정보화 촉진 기본법 제6조에 따라

1996년부터 매년 보건복지 정보화촉진 시행계획이 수립되면서부터 추진되었다(이진형 2017; 박선주 외, 2014). 2000년대 들어서면서, ICT 발달에 따른 정보와 서비스의 내용, 대상, 범위가 확대되었다. 보건복지부, 지식경제부 등은 ICT 발달에 따른 u-헬스 기반의 서비스 모델 개발 등 대표적인 사업으로 추진했다. 2010년 이후에는 서비스의 범위를 치료와 예방에서 복지와 안전으로 확대하였으며 기존의 행위자인 의료서비스 제공자에서 ICT기업, 보험회사 서비스 관련 기업까지 확대했다.

정부는 2015년 이후 제 4차 산업혁명 변화에 대응하기 위해 많은 노력을 해왔다. 예를 들면, 2016년 지능정보산업 발전전략, 인공지능 국가전략 프로젝트, 플러그십 프로젝트, 지능정보사회 종합대책 등 대응 전략을 수립하여 왔다. 특히, 미래창조과학부는 인공 지능의 개발을 장려하는 프로젝트를 수행중이다. 이를 AI 국가 전략 프로젝트라고 부른다. AI 국가 전략 프로젝트는 2016년에 발표된 프로젝트로 4차 산업 혁명 시대에 대비한 새로운 성장 동력으로 인공지능 산업을 육성하여 글로벌 시장 선점을 하겠다는 것이다. 2017년부터 향후 7년간 총 1,704억 원 이상을 투자할 계획으로, 언어지능, 시각 지능, 음성 지능 플랫폼을 개발하는 과제다. 인공지능이 인간과 같은 수준으로 이해하고, 전문적인 지식을 습득, 축적 후 의사결정을 지원하는 기술 개발을 목표로 하고 있다.

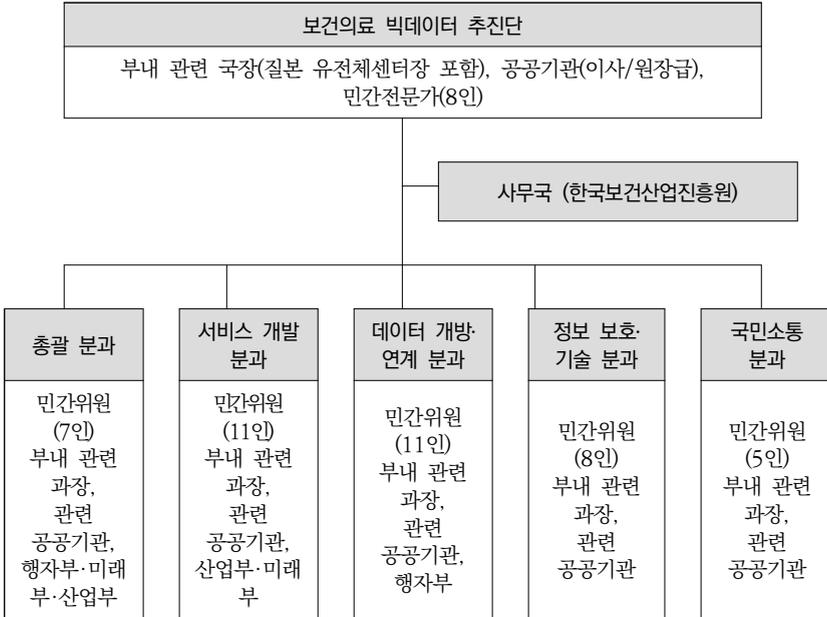
2017년 보건복지부 업무 보고 당시에도 정보 혁명에서 IT 인공 지능 혁신 등으로 대변되는 4차 산업혁명 시대를 맞이하여 여러 기술 발전 계획을 발표한 바 있다. 그 예는 첫 번째, 바이오헬스 생태계 조성을 위해 병원의 연구개발 성과 활용, 창업 활성화, 신약개발, 의료기기 기업에 대한 협력과 지원 강화 두 번째, 의료기기 산업육성법 제정으로 지원 내실화와 종합지원 센터를 통한 컨설팅 등 신속한 시장 진입을 지원하는 방안 등이 있다. 아울러 산업혁명 기술과 생명윤리 민관 협의체를 출범하면서

세부 윤리적인 규정을 마련하기 위한 구체적 실현 단계에 들어서고 있다 (서울경제 보도자료, 2017.03.30.; 경향신문 보도자료, 2017.03.29.). 마지막으로 빅데이터와 관련해서는 행정자치부, 미래창조과학부, 산업통상자원부 등 관계부처를 아우르고 보건의료 빅데이터를 보유·활용하는 공공기관, 유관분야 학계, 의료계, 연구계 전문가 창업가 등 21명으로 구성하여 다양한 데이터를 표준화, 연계, 비식별화 하는 기술 과제를 논의 중이다(뉴스토마토 보도자료, 2017.03.15.) 보건의료빅데이터 추진단은 크게 5개 분과위원회로 구성되어, 각 데이터 연계, 활용을 강화하기 위한 추진 전략을 수립 중에 있다.

2017년 상반기 대통령 선거에서도 각 후보자별로 4차 산업혁명을 주요 공약으로 내놓았다. 하지만 그 내용에서 일부 차이와 한계가 지적되어 왔다. 4차 산업혁명 시대에 대응한 일자리 창출을 하겠다는 공약도 존재 하였으나, 반면에 기술 투자에 집중하겠다는 공약이 있어 4차 산업혁명을 바라보는 시각 차이도 존재하고 있었다.

현 정부는 대통령 직속 “4차 산업혁명위원회”를 신설하여, 새로운 산업의 부가 가치와 일자리를 창출하면서도 과학과 기술의 혁신을 추구하는 목표를 발표했다. 2017년 8월 신설된 4차산업혁명위원회에서는 기술, 산업, 사회, 공공 등 분야별로 혁신 과제를 선정해 추진하며 그 내용은 인공지능과 사물인터넷 등이다. 기존에 개발된 기술이 상용화될 수 있도록 지원하는 한편, 관련 기술의 상용화를 막는 규제를 점진적으로 완화하겠다고 밝혔다.

〈표 2-5〉 보건의료 빅데이터 추진단 현황



자료: 보건복지부. (2017. 6. 9.). 보건의료 빅데이터 전략 수립 공문의 장 열려. 보도자료.

2. 국내 최근 동향

각 의료기관별로도 4차 산업혁명과 패러다임의 변화에 대응하여 기술 개발에 박차를 가하고 있다(데일리메디 보도자료. 2017.01.05.) 국내에서 인공 지능 기술을 활용해 지능형 병원 또는 정밀의학 분야의 구축을 선도하고 있는 대형 병원들로는 가천대 길병원, 고대의료원, 국립 암센터, 서울대학교병원, 세브란스병원 등이 대표적이다.

길병원은 국내 최초로 IBM 왓슨을 도입했다. 올해 인공지능을 바탕으로 암 치료에 중점을 두기로 결정하면서, 대장암 환자 대상으로 왓슨을 활용한 수술을 시도하고 있다. 이 외에도 서울아산병원은 17년 4월, 차세

대병원 정보시스템 AMIS(Asan Medical Information System) 3.0을 가동하기 시작했다. 2017년부터 350명의 추진단을 운영하면서 400억 원을 투자하였고 병원 의료 및 행정 전반의 표준화를 위한 노력을 펼치고 있다. 고려대학교 의료원은 차세대 EMR “꿈”을 운영 중이다. 삼성 SDS와 함께 1년 6개월에 걸쳐 개발해 안암, 구로, 안산 3개 병원의 용어와 서식 표준화로 연구에 필요한 데이터를 쉽게 추출하는 데에 주목적을 지니고 있다. 삼성서울병원은 차세대병원 정보시스템 다윈(DARWIN)을 도입하였으며, 올해에 암 유전체를 기반으로 맞춤의학을 선도하겠다는 계획을 발표하였다.

이러한 4차 산업혁명에 대응한 의료계의 움직임은 보건의료 관련 교육계의 변화가 뒷받침되어야 비로소 성과로 실현될 수 있는 부분이다. 대표적인 사례인 미국의 경우 하버드 의과대학에서 2019년부터 인공지능 시대에 대비하기 위한 신규 교육 과정을 도입했다. 자세히 살펴보면 2학년 때부터 임상실습을 시작하여 기존 커리큘럼보다 7개월 앞서도록 했다. 실습을 빨리하여 환자와 질병을 장기간 볼 수 있고 동료들과의 관계도 쌓을 수 있도록 했다. 이후 3-4학년에는 집중 심화 학습과 연구를 하도록 했다. 온라인에서는 학습자가 미리 선행학습을 하고 오프라인에서는 교수-학생 간에 서로 토론으로 강의를 진행하는 방식(일명 Flipped learning)을 도입했다(조선비즈, 2017). 국내 의과대학에서도 비슷한 흐름을 보이고 있다. 고려대학교 의과대학에서는 유연성을 의과대학의 중요한 가치로 강조했다. 과거 전공 필수과목 위주 교육으로는 시대 변화에 빠르게 대응하기 어렵다는 판단하에, 선택과목을 확대하여 인공지능, 빅데이터 등 첨단 기술 발전에 따라 새롭게 요구되는 의사 역량을 기를 수 있도록 확대할 예정이라고 밝혔다. 성균관대 역시 임상 환자의 사례에 한 생물학적, 사회학적, 인구학적 토론을 학생들 간에 자유로이 할 수 있도록 유도

하는 한편, 삼성융합의과학원 디지털헬스학과 석박사 과정을 신설했다(데일리메디, 2017. 2.).

〈표 2-6〉 국내 병원의 인공지능 활용 의로서비스 도입 현황

| 발표 | 도입 | 지역 | 병원명 | 서비스명(공급회사) |
|--------|---------|----|---------------------------|--|
| '16.9 | '16.12 | 인천 | 가천대 길병원 | Watson for Oncology(IBM) |
| '16.10 | 국내 개발 중 | 서울 | 서울아산병원, 삼성서울병원, 성모병원 등 | 뷰노 (국내 스타트업 기업) |
| '16.10 | 국내 개발 중 | 서울 | 서울대병원, 세브란스병원, 경희의료원 등 | 루닛 (국내 스타트업 기업) |
| '17.1 | '17.1 | 부산 | 부산대학교병원 | Watson for Oncology(IBM) Watson for Genomics(IBM) |
| 17.3 | '17.4 | 대전 | 건양대학교병원 | Aibril(SK C&C㈜) Watson for Oncology(IBM) |
| '17.3 | '17.4 | 대구 | 대구가톨릭대학교병원 계명대학교 동산의료원 | Watson for Oncology(IBM) |
| '17.4 | 국내 개발 중 | 서울 | 중앙보훈병원 | Watson for Oncology(IBM) |
| '17.5 | 국내 개발 중 | 서울 | 고려대의료원 | SKT (국내 기업) |
| '17.5 | 국내 개발 중 | 고양 | 국립 암센터 | KT (국내 기업) |

자료: 저자 작성.

가. 가천대 길병원과 IBM 왓슨(Watson)의 임상 의사결정 지원시스템(CCDS)

Watson for Oncology는 글로벌 대기업 IBM에서 개발한 의료 인공지능 시스템으로, 암 환자에게 최적의 치료법을 권고하기 위해 개발된 임상 의사결정 지원 시스템이다(이다은, 2017). 뉴욕의 암 연구센터인 Memorial Sloan Kettering Cancer Center에서 개발된 왓슨은 최근 까지 자연어 처리 기술로 의학 근거와 의학 저널에서의 문헌 자료, 임상 시험 자료, 폐암 건수를 학습 했다. 또한 현장 실습 훈련도 받았다¹²⁾.

길병원은 2016년 9월 국내 최초로 왓슨을 도입하고 진료를 시작했다.

첫 진료 사례 보고에 따르면 인간으로서 의료진이 예상한 치료법과 동일한 패턴을 왓슨이 수행하고 있으며, 현재 여러 전문의가 협진하는 협진의 형태도 왓슨이 하도록 하고 있다(이다은, 2017).

나. 고려대의료원과 SK텔레콤의 지능형 병원(Intelligent Medical Center)

고려대 의료원은 SK텔레콤과 협력하여 진료 음성인식 시스템, 사물인터넷 부문의 통합 진료 안내 시스템, 증강현실과 가상현실 부문의 첨단 다학제 협진 시스템을 개발, 구축 중에 있다. 이는 궁극적으로 환자 중심 의료 서비스의 제공이 목표라 할 수 있다¹³⁾¹⁴⁾. AI 기반 진료음성인식 시스템 ‘NUGU’의 도입은 목소리로 진료 차트를 자동으로 기록하여 기존 의료진이 차트를 직접 작성하고 입력하면서 발생하는 업무지연과 불편함을 개선하는 것을 목표로 하고 있다¹⁵⁾. IoT 기반 통합진료안내 서비스는 환자의 불필요한 대기 시간을 최소화하기 위해 IoT 기술을 활용해 병원 방문객과 환자를 대상으로 의료이용을 위한 정확한 목적지와 진료 대기 및 검사 시간을 안내하는 서비스를 도입 계획 중이다. 증강 및 가상현실 기술을 적용한 라이브수술의 경우, SK텔레콤의 ‘T-리얼 브이알 플랫폼(T Real VR Platform)’을 활용해 가상현실로 수술 관련 정보를 전달하는 시스템 이다¹⁶⁾.

12) Center MSKC. Vol 2017.

13) 고려대의료원·SKT, 병원에 인공지능·사물인터넷·증강현실 도입. Vol 2017

14) SK텔레콤, 고려대의료원과 ‘AI병원’ 만든다. Vol 2017.

15) 고려대의료원·SKT, 병원에 인공지능·사물인터넷·증강현실 도입. Vol 2017

16) 고려대의료원·SKT, 병원에 인공지능·사물인터넷·증강현실 도입. Vol 2017

다. 국립 암센터와 KT의 빅데이터/클라우드를 활용한 정밀의학 시스템

KT는 환자 유전체 정보, 임상 유전체 정보를 통합하여 관리하는 클라우드 인프라를 제공할 계획이다. 아울러 국립 암센터는 진행성 주요 암 환자에 대한 유전체 검사·분석과 암 환자 진단법과 치료제 개발을 목표로 하고 있다.¹⁷⁾ 나아가 KT와 국립 암센터는 미국에서 이루어지고 있는 정밀의학의 실현을 한국에서도 가능케 하기 위해 공동 연구와 학술 협력, 데이터 구축과 운영을 계획하고 있다(KT, 2017a, KT, 2017b)

라. 뷰노와 서울아산병원, 삼성서울병원, 성모병원 등의 진단 보조 소프트웨어 개발

뷰노는 환자의 폐질환을 스스로 판단, 진단 할 수 있는 의료기술을 개발 중에 있다¹⁸⁾. 뷰노는 이 기술을 바탕으로 서울아산병원, 삼성서울병원, 서울성모병원 등과 함께 진단 보조 소프트웨어 개발 중이며, 특히 서울아산병원은 뷰노와의 공동 연구를 통해 ‘딥러닝(컴퓨터가 스스로 사례를 학습하며 진화하는 기술)’을 활용한 폐 질환 조기 진단 기술을 확보했다. 또 골연령 자동 측정 소프트웨어인 ‘본 에이지’ 개발을 완료하고 식품 의약품안전처로부터 허가를 받기 위한 준비를 하고 있다(헬스케어이노베이션 2016).

17) ‘유전체 분석 기술로 암 정복 한 발짝 더’ KT-국립 암센터, 암 치료 위한 ‘정밀의료’ 기술 제휴. Vol 2017.

18) [헬스케어이노베이션 2016] 뷰노·루닛, 인공지능으로 의료 영상 분석해 폐 질환 진단. Vol 2017.

마. 루닛과 서울대병원, 세브란스병원, 경희의료원 등의 진단 보조 소프트웨어 개발

루닛은 인공지능 기술을 활용해 가슴과 유방 부문의 엑스레이 사진 결과에서 폐질환 및 유방암과 관련한 질환을 진단하는 기술을 개발하고 있다. 서울대병원, 세브란스병원, 경희의료원을 비롯해 서울 대형병원 5곳과 협력해 개발하고 있다. 루닛은 AI를 이용해 폐 질환과 유방암을 진단하는데, 밀도가 높아 정상조직과 유방암 조직을 구분하기 힘든 아시아인의 맘모그래피(유방암 검사를 위한 엑스레이) 결과를 딥러닝을 통해 진단율을 높인 것으로 알려져 있다(헬스케어이노베이션, 2016).

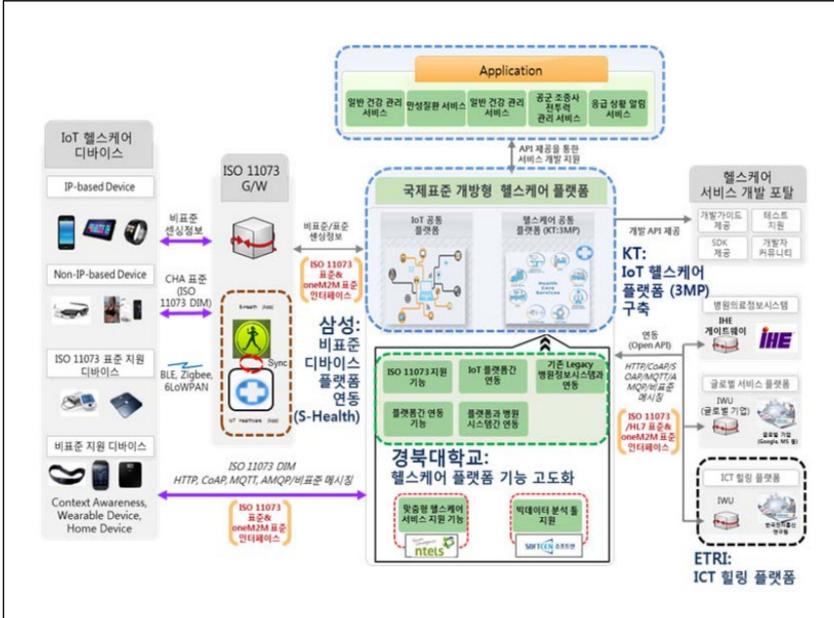
사물인터넷의 발전 속도와 그 수준은 보건의료분야에서는 초기 단계라고 볼 수 있다. 미국과 같은 선진국의 경우 사물인터넷 기술을 적용한 건강증진 제품과 서비스 개발이 활발하게 이루어져 시장에 수시로 출시되고 있는 반면, 국내에서는 사물인터넷 헬스케어 관련 연구는 아직 초기 단계에 불과하다. 국내에서는 사물인터넷과 헬스케어 산업간 융합이 아직은 초기 단계이고, 현재 진행되고 있는 사업들마저도 통신사업자 또는 단말 사업자 중심으로 진행 중에 있다(이승민, 2014).

〈표 2-7〉 국내 ICT 기업의 헬스케어 플랫폼 진출 현황

| 기업명 | 일시 | 내용 |
|-----|-----------|---------------------------|
| KT | 2014. 10. | 부산대병원 헬스케어 서비스 공동 연구 협약 |
| SKT | 2014. 4. | 중국 심천에 메디컬 센터 개소 |
| 삼성 | 2014. 6. | 모바일 시장 진출 선언과 SAMI 플랫폼 공개 |

자료: 생명공학정책연구센터(2015). p.7, 〈표 3〉 국내 ICT 기업의 헬스케어 플랫폼 진출 현황, BioInpro 13호에서 재인용(원자료: KT 경제경영연구소)

[그림 2-2] 주요 연계형 사물인터넷 헬스케어 서비스 실증단지 사업



자료: 김지인. (2015). IoT(사물기반 인터넷) 기반 헬스케어 서비스: 일상 생활속관·건강관리 중심으로.

삼성전자는 웨어러블 중심으로 모바일 헬스케어를 미래 핵심 산업으로 보고 성장을 주도하고 있다. 실시간으로 생체 신호 관련 데이터를 수집 및 분석할 수 있는 개방형 헬스케어 데이터 분석 플랫폼인 ‘SAMI’와 개방형 웨어러블 센서 모듈 ‘심밴드 (Simband)’를 2014년 6월에 공개하였다. 삼성은 이를 바탕으로 향후 보건 의료 분야의 데이터를 분석, 연구를 주도하는 플랫폼 구축을 계획하고 있다. 이 밖에 최근 정부 주도에 의해 추진 중인 사물인터넷 헬스케어 서비스와 관련 실증 사업도 있는데 의료 기기 업체 같은 공급기관과 첨단의료복합단지·의료기관 등의 수요기관을 연계한 헬스케어 실증서비스를 추진하는 것을 계획 중이다(김지인, 2015).

사물 인터넷은 지난 2008년부터 국내 정부 보건 사업의 일환으로도 활용 되어오고 있다. 정부에서는 고령층 홈케어 사업, 즉 ‘독거노인 U-care 서비스’를 실시해 오고 있는데, 이는 집 안에 활동량 감지 센서와 출입 감지센서를 설치하여, 독거노인의 활동량이 평소에 비해 현저히 떨어진 경우 생활 관리사가 전화 또는 직접 방문을 통해 안전을 확인하는 시스템이다(이승민, 2014). 시범사업으로 시작된 이 사업은 2012년 까지 3개 지역(경기 성남, 충남 부여, 전북 순창)에서 실시되었고, 2013년부터는 전국에 있는 65세 이상 기초생활수급 또는 차상위 노인층까지 확대 되었다(이승민, 2014). 이 밖에 만성질환의 치료 및 관리 서비스로 KT와 쉐콤, 질병관리본부, 경기도가 당뇨 및 혈압 관리 시범 프로젝트인 큐케어(Q-care)를 시행 했던 사례도 있다(이승민, 2014). 큐케어는 홈헬스 게이트웨이, 스마트폰 앱, 포털 등을 접목한 종합 관리시스템으로 향후 원격 의료 및 건강관리, 질병 예방 서비스 등으로 확대해 나갈 전망이다(이승민, 2014).

복지부문에서의 사물인터넷의 가장 큰 활용 분야는 노인, 아동, 장애인 등의 사회적 약자의 안전과 일상생활 보조이다. 보건복지부는 전국의 독거노인 및 중증장애인 가구에 활동감지센서, 화재감지센서, 가스감지 센서, 출입감지 센서 등 4개의 센서를 이용한 응급안전 관리 서비스를 운영하고 있다.

〈표 2-8〉 독거노인 및 중증장애인 가구 활동감지센서

| 센서명 | 내용 |
|------------|--|
| 활동감지센서 | 집안 활동량 상황 정보를 게이트 웨이로 전송. 활동량 급격히 감소할 경우 전화 또는 직접 방문을 통해 안전 확인 |
| 가스/화재 감지센서 | 가스 누출 상황을 감지해 집 안에 있는 노인·장애인에게 버저로 상황 발생 통보. 화재 발생 상황 관련 정보를 게이트웨이를 전송 |
| 출입감지센서 | 사용자의 외출 상태를 게이트웨이 및 활동량감지기와 연동하여 감지 |

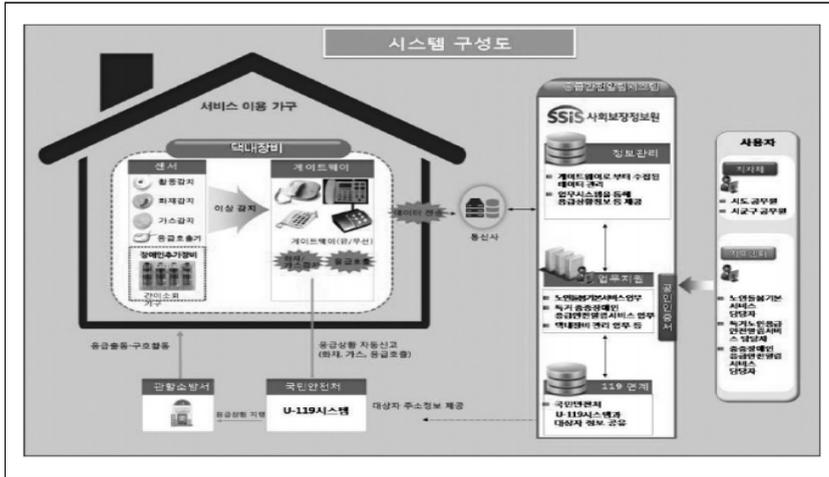
자료: 이승민, (2014). 동향전망: 헬스케어 산업의 사물인터넷 적용 동향과 전망.

[그림 2-3]은 보건복지부가 전국 독거노인·중증장애인 가구에 설치해 운영하고 있는 응급안전알림서비스 구성도이다(보건복지부, 2016).¹⁹⁾ 〈표 2-8〉에 제시된 4개의 센서와 응급호출기를 통해 응급상황 발생 시 게이트웨이를 통해 정보 수집 및 전송을 통해 지역 센터와 119에 자동으로 응급호출을 하게 된다.

사물인터넷 기술은 이렇게 집 안 안전 관리뿐만 아니라, 집 밖에서 치매노인 또는 아동, 지체장애인 등의 실종 및 응급상황 발생 시 신속히 위치를 파악하는 안심 알리미 서비스에도 적용되고 있다. 사물인터넷 기술을 융합한 사회적 약자의 위치정보 확인 서비스는 관내 설치된 방법용 CCTV, 버스정류장의 버스정보 단말기 등의 위치 수집장치 등을 연동하여 보호 대상의 이동 경로 및 위치를 확인할 수 있게 하며, 보호 대상자가 위험 지역에 진입하거나 응급상황을 겪을 시에 112 종합 상황실에 연계한 통합 모니터링 시스템을 제공한다. 이 서비스는 미래창조과학부의 글로벌 스마트 시티 실증단지 조성 사업으로 추진되었던 사례도 있다.

19) 보건복지부, 2016년 독거노인·중증장애인응급안전알림서비스 사업 안내, 2016:29.

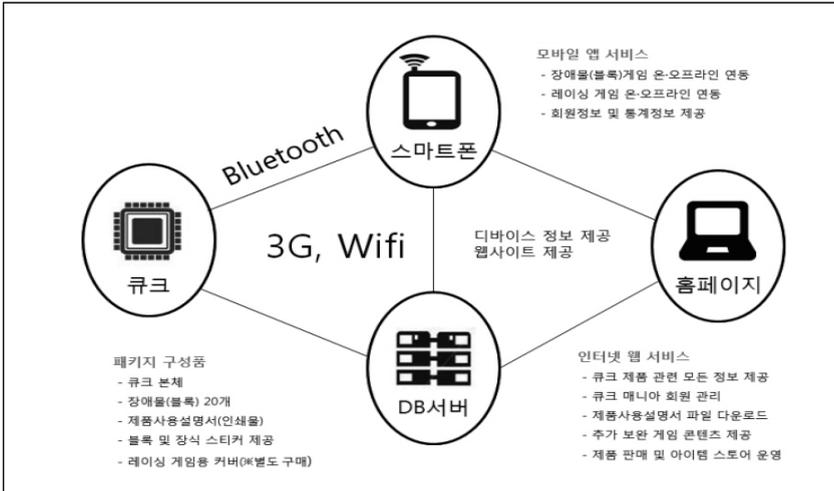
[그림 2-3] 독거노인·중증장애인 응급안전알림서비스 시스템 구성도



자료: 보건복지부 (2017). 2017년 독거노인·중증장애인 응급안전알림서비스 사업 안내 p.29 응급 안전서비스 흐름도

이 밖에 사물인터넷 기술은 치매노인 또는 지적장애인들의 치료에 쓰이는 놀이기기로 활용되기도 한다. 국내 한 사물인터넷 기업은 시각 및 지각 능력 발달, 문제해결 능력 향상, 주의 집중력 향상에 도움이 되는 “큐크(QUUQ)”라는 놀이용 교구를 개발하였다(한국사물인터넷협회, 2015). 이 교구는 블루투스 연동이 가능하여 스마트폰을 통해 각종 데이터를 측정하고 서버로 전송하여 수집된 데이터 분석을 통해 치료를 위한 자료로 활용될 수 있다(한국사물인터넷협회, 2015). 최근 사회적 약자를 위한 융합서비스 외에도 사물인터넷기술은 일반인의 주거복지에도 활발히 적용되고 있다. 가정 곳곳에 양방향 통신이 가능한 전자제품의 사용이 갈수록 증가함에 따라 각종 센서를 이용한 집안 온도 및 습도 조절, 가스 누출 및 화재 상황 정보, 집안 내 전자제품 자동 제어 등 가정 내 최적의 환경과 안전을 유지하는 기술이 곳곳에서 활용되고 있으며, 이러한 스마트 홈 시장은 지속적으로 성장하고 있다(이연희, 2016)

[그림 2-4] 지적장애인 치료용 놀이교구 QUUQ의 서비스 구성도



자료: 한국사물인터넷협회. (2015). 2015년 국내 사물인터넷 신제품·서비스 편람.

헬스케어 시장에서도 사물인터넷은 자주 언급되고 있다. 과거에는 의료진들에 국한하여 휴대용 의료기기 사용이 가능했었으나, 최근에는 일반 소비자들 에에서도 사용되고 있다. 현재 헬스케어에 적용되는 사물인터넷 중, 대형병원들의 의료정보화와 원격진료가 가장 각광을 받고 있다. 보건복지부에서도 이러한 원격진료에 대한 전반적인 흐름도를 제시하고 있다(박현우, 2014). 이는 환자와 질병에 대한 정보들을 DB화하고 분석하여 다양한 방식으로 정보를 활용하는 것이다.

원격진료의 근간에는 개인 맞춤형 의학(Personalized Medicine)이 중요한 역할을 하고 있다(박현우, 2014). 개인 맞춤형 의학은 환자 개인의 유전자형과 약물 반응 적합도 등을 고려하여 적합한 치료법을 설계하는 것을 말한다.²⁰⁾ 예를 들어, 암이나 만성질환과 같은 약물 의존도가

20) FACT SHEET: President Obama's Precision Medicine Initiative. Vol 2017. The White House: President Barack Obama.

높은 진료 분야에서 환자 약물 적합도 또는 약물 부작용의 위험도 등에 대한 예측이 미리 가능하다면, 개인에게 맞는 더 효과적인 진료를 할 수 있다. 개인 맞춤형 의학에서 가장 가능성을 높게 평가받고 있는 분야는 ‘유전자 기반 맞춤형 의학’이다.²¹⁾ DNA 검사 비용이 일반 소비자들에게는 지나치게 비쌌던 과거와 달리, 현재는 DNA 검사 비용이 많이 저렴해져서, 간단한 DNA 검사만으로도 유전자 맞춤형 의학이 가능해지고 있다.

21) FACT SHEET: President Obama’s Precision Medicine Initiative. Vol 2017.
The White House: President Barack Obama.

제 3 장

제4차 산업혁명 시대에서 국내 보건 의료 분야 쟁점과 과제

제1절 개요

제2절 보건 의료 분야 데이터 활용과 연계

제3절 건강 가치 향상을 위한 정보 기술 인프라

제4절 소결

3

제4차 산업혁명 시대에서 << 국내 보건의료 분야 쟁점과 과제

제1절 개요

4차 산업혁명은 보건의료 분야에 여러 영향을 미칠 수 있으며 가장 대표적으로 파급 효과를 얻는 세부 분야는 데이터 활용을 통한 질병 진단 예측, 분석, 인공지능과 사물인터넷 등 기술 활용을 통한 국민의 건강 가치 향상이 있다. 보건의료 분야는 다른 분야와 달리, 진단 및 치료의 어려움이 존재한다(이관용 등, 2016). 즉, 의료 데이터 복잡성 심화 및 방대화 로 인해서 기존의 접근 방식으로 통제하는 것이 거의 불가능하며, 개인의 질환이 같더라도 개인의 건강 상태, 생활습관, 유전체 정보에 따라 증상이 다르게 나타날 수 있으므로 보편적으로 제공되는 의료의 효과성이 없을 수 있다. 또한, 방대한 의료 데이터(건강검진 자료, 질병 자료, 전자의무기록 자료, 의료영상 등의 데이터 규모의 급증)로 인해 유의미한 데이터의 선별이 어렵다. 같은 증상이지만 개인 간 차이를 고려하지 않은 보편적인 의학은 불필요한 검사나 치료의 가능성이 높고 비용 증가를 야기할 것이다. 따라서 인공지능과 빅데이터를 이용하여 정밀의학, 유전자 편집, 예측 분석, 인공 장기 재생 등의 의료 분야에 적용할 수 있다.

하지만 한국은 선진국과 비교했을 때 4차 산업혁명에 대응한 보건의료 분야 방안이 초기 단계에 불과하다. 한국 내에서는 개념에 대한 대중의 이해 부족, 의료진의 인식 부족, 인재 육성 부족 등의 이유로 다른 선진국들과 비교하여 여러 측면에서 상대적으로 뒤쳐진 상태이다. 가장 기본이 되는 부분이 데이터 측정, 즉 생체정보 수집이다. 그러나 효율적인 데이

터 수집, 데이터 분석, 결과 도출을 위해서는 현재 있는 데이터를 이용하여 어떻게 개선할 수 있는지 파악이 필요하다. 현재 우리나라의 선진화를 위해서 우선시되어야 하는 부분은 그동안 수집된 데이터를 바탕으로 만들어진 “활용 가능한 빅데이터 구축”이라고 할 수 있다.

4차 산업혁명에 대응한 보건의료 분야 가치 창출은 하루가 다르게 중요해지고 있으나 빅데이터 구축의 필요성에 대한 인식 부재, 환자 개인정보 보호 문제, 윤리적·법적 측면의 규제나 인프라 부족 등의 이유로 현재까지 수집된 방대한 데이터를 활용하지 못하고 있다(이민화, 2016). 또한 우리나라는 각 병원마다 다른 EMR 시스템을 이용하고 있어 하나의 통합된 데이터 구축이 어렵고, 의료산업 간 경쟁으로 인해 EMR 정보의 공유 및 교환 자체의 중요성에 대한 인식도 낮은 편이다. 각 대형병원 내 연구기관에서 EMR 정보를 빅데이터화하려는 노력이 있다 하더라도, 의료정보를 활용하여 빅데이터 구축이 가능한 지식과 경험을 갖춘 인력 또한 부족한 상황이다. 따라서 다양한 시점에서의 한계점 확인 및 개선이 필요하다.

본 절에서는 4차 산업혁명의 보건의료 분야 적용 가능성에 주목하여 국내 보건의료 분야를 중심으로 4차 산업혁명에 어떻게 대응하고 있는지를 살펴보고자 한다.

제2절 보건의료 분야 데이터 활용과 연계

1. 데이터 활용과 연계의 필요성

데이터는 보건산업과 ICT가 융합하여 잠재력(국민건강 수준 향상과 질병 예방, 보건의료 미래 수요 예측 등)을 발휘하기 위한 중요한 자원이

자 가치이다(김남순 등, 2017). 보건복지부도 보건산업, 바이오 헬스 산업을 부흥, 발전시키기 위한 전략으로 보건의료 빅데이터를 중요 가치로 보고 있다(강희정, 2016). 여러 국가의 정부, 기업, 연구기관이 빅데이터를 가치 창출의 수단으로 보고 있다. 더불어 향후 시장 규모를 긍정적으로 바라보고 있다(강희정 등 2015에서 재인용). 급속도로 사회가 변화하면서 개인의 건강을 결정하는 요인도 보다 복잡해지고 있으며 이를 해결하기 위한 보건의료체계의 역할도 중요해지고 있다. 그 가운데, 데이터를 분석하고 활용함으로써 서비스 전반의 효율과 형평을 동시에 유도할 수 있다.

2013년 보건의료 빅데이터 R&D 지원 계획에서는 범부처 R&D 추진을 위해, ① 주요 질환 극복을 위한 연구 강화, ② 첨단의료 조기 실현 및 신산업 창출을 위한 연구개발 확대, ③ 보건복지 위기 대응 R&D 투자 강화, ④ 건강증진 및 돌봄기술 투자 확대 등 네 가지로 시행 계획 방향을 설정했다. 이후 2015년 4월 계획을 구체화하는 작업에 들어갔다. 보건산업 발전을 위해 보건의료 빅데이터 활용 방안 계획을 발표했는데, 구체적으로 살펴보면 바이오뱅크 정보 기반 과제 수행 건수 확대를 통한 질환별 표준화 정보 축적과, 보건의료 빅데이터 개방형 플랫폼 구축이다. 보건의료 유관 부처들은 각자의 설립근거에 따라 데이터를 생산, 보유하고 있으며, 연구 목적의 데이터 활용을 지원, 유도하는 한편, 의료의 질과 국민건강 수준 향상에 적극적으로 활용하고 있다. 강희정 등(2015)의 연구에 따르면 보건의료 유관 부처 총 6개 기관은 2015년 기준 25개 데이터를 가지고 있다.

2. 국내 보건의료 데이터의 현황

보건의료정보 및 의무기록은 개인정보의 한 유형으로 헌법상의 기본권인 개인정보자기결정권²²⁾에 근거하고 있으며 헌법 제17조(사생활의 비밀과 자유) 및 제18조(통신의 비밀)를 법적 근거로 하고 있다. 보건의료정보 및 PHR의 근간이 되는 법은 보건의료기본법 및 의료법으로, 보건의료정보의 정의는 보건의료기본법에 전자의무기록에 대한 정의는 의료법에 명시되어 있다. 보건의료정보의 정의는 보건의료기본법 제3조(정의) 제6항에 명시되어 있으며, “보건의료정보”란 보건의료와 관련한 지식 또는 부호·숫자·문자·음성·음향·영상 등으로 표현된 모든 종류의 자료를 의미한다. 전자의무기록의 정의는 의료법 제23조(전자의무기록) 제1항을 기반으로 하며, 의료인이나 의료기관 개설자는 제22조의 규정에도 불구하고 진료기록부등을 「전자서명법」에 따른 전자서명이 기재된 전자문서(이하 “전자의무기록”이라 한다)로 작성·보관할 수 있다. 보건의료정보 보호 및 PHR의 정보보호는 의료법과 보건의료기본법, 개인정보보호법을 근간으로 하며, 개인정보자기결정권에 근거하여 정보주체는 자신의 개인정보에 대한 권리 획득이 가능하다.

보건의료 데이터를 가지고 있는 기관은 국민건강보험공단, 질병관리본부, 건강보험심사평가원 등 다양한 유관 부처들이 있으며 본 연구에서는 국민건강보험공단과 건강보험심사평가원, 질병관리본부 중심으로 데이터 현황을 살펴보고자 한다. 먼저 보험자로서 재정을 관리하고 국민의 건강 수준 향상에 힘쓰는 한편 연구 목적의 데이터를 제공하고 있는 국민건강보험공단은 공단 내 데이터(개인용DB: 자격, 진료, 검진)를 개인 보유

22) 개인정보자기결정권은 자신에 관한 정보를 보호받기 위해서 자신에 대한 정보를 자율적으로 결정할 수 있음(이상명, 2008).

데이터와 결합, 연계하여 활용하는 서비스를 제공하고 있다. 먼저 질병을 예측하고 예방하는 목적으로 국민건강알람서비스를 제공하고 있다.²³⁾ 국민건강정보DB, 식중독 발생 자료, 기상청 자료, 환경오염 자료, SNS 정보를 융합하여 주요 질병의 발생을 예측하는 서비스로 다섯 가지 질병²⁴⁾에 대한 정보를 제공하고 있으며, 환경성 요인에 영향을 받는 질환을 중심으로 정보의 범위와 수준을 확대할 예정이다. 개인건강기록서비스(My Health Bank)는 개인의 맞춤형 건강관리를 주목적으로 하고 있다.²⁵⁾

개인의 건강기록을 한곳에 모아 건강 위험도를 예측할 뿐만 아니라, 개인의 건강 수준의 위험요인을 예측할 수 있는 정보를 한 번에 제공할 수 있도록 한다. 최근 5년간 건강보험공단에서 실시한 검진(일반, 생애전환기, 암, 구강 등)과 자녀의 영유아 검진과 문진 결과, 최근 6개월간의 진료 내역이 제공되며 본인의 선택에 따라 관리하고 싶은 정보 직접 입력이 가능하다. 이 외에도 연구 목적으로 데이터 공개범위를 지속적으로 확대하고 있다.

〈표 3-1〉 국민건강보험공단 My Health Bank 서비스 내용

| 서비스 항목 | | 서비스 내용 |
|----------|--|---|
| 건강 기록 조회 | 건강검진 및 문진정보 | - 검진 대상자 조회, 영유아 발달 선별 검사, 웹문진표 - 최근 5년간의 건강검진결과 및 최근의 생활습관(문진표) |
| | 진료 및 투약 내역 | - 최근 1년간의 진료 및 투약 내역 조회, 약물 정보 조회 |
| 건강 진단 | 건강나이 알아보기, 대사증후군 맞춤정보, 비만개선프로그램 | |
| 위험 예측 | 뇌졸중 위험도 예측, 골다공증성 골절 위험도 예측, 심장질환 위험도 예측 | |

자료: 국민건강보험공단. (2017). 내부 자료.

23) forecast.nhis.or.kr/menu.do

24) 감기, 눈병, 식중독, 피부염, 천식.

25) sis.nhis.or.kr/jsp

건강보험심사평가원에서 제공하는 서비스 중 의약품 처방 조제 서비스는 적절한 의약품 사용을 장려할 수 있도록 실제 현장에서 도움을 주는 서비스이다(건강보험심사평가원, 2014). 의약품 처방이 적절하고 의학적으로 필요하며 부적절한 의학적 결과를 낳지 않을 것을 보장하는 제도로서 처방 조제 시 의약품 안전성과 관련된 정보를 실시간으로 제공하여 부적절한 약물 사용을 사전에 점검할 수 있도록 하고 있다. 2016년까지 51억 건의 의약품 처방·조제 내역이 축적, 2015년 일평균 약 460만 건 처방 조제 내역이 전송·처리되었다. 또한 2015년 메르스 사태 시, 의심환자 및 환자이동 경로를 실시간 추적·관리하는 데에 그 활용 가치를 주목받아,²⁶⁾ 2016년 1월부터 대국민의료기관 실시간 서비스로 확대하고 있다. 이 외에도 건강보험심사평가원 보유 데이터를 연구계, 산업계, 학계 등에 지원하여 연구 목적으로 활용할 수 있도록 장려하고 있다.

〈표 3-2〉 건강보험심사평가원의 보건의료 통계 정보

| 구분 | 제공 정보 |
|--------------|--------------------------------------|
| 주요 의료 통계 | 총 진료비 현황, 건강보험 진료 통계, 의료급여 진료 통계 |
| 질병/행위별 의료 통계 | 국민관심질병통계, 다빈도질병통계, 질병소분류통계 등 |
| 의료이용 통계 | 진료유형별 통계, 요양기관종별 통계, 연령별 통계 등 |
| 의료자원 통계 | 요양기관 현황, 인력 현황, 병상 현황, 고가장비 현황 |
| 의약품 통계 | 의약품 사용 통계, 질병별 의약품 통계, ATC 코드별 사용 통계 |
| OECD 보건 통계 | 건강 상태, 보건의료이용 등 7개 영역 174개 통계지표 |
| 의료경영 지원 정보 | 요양기관 폐업 현황, 의료수요 정보, 연령별 다빈도 질환 |
| 의료 통계 자료실 | 통계간행물, 관련 통계 연계 서비스 |

자료: 건강보험심사평가원. (2017). 내부 자료.

26) 실시간 처방 내역 빅데이터를 분석해 감염병 조기 감지로 활용, 이후 수족구, 결핵 등으로 질병 범위를 전체 감염병으로 확대함.

국립 암센터에서는 종양 은행, 부속병원 임상 데이터, 치료비 지원 데이터, 말기 암 데이터 등 다양한 데이터를 가지고 있으며 국립 암센터가 가진 데이터와 국가 수준의 공공 데이터를 연계하여 가치 창출을 하고자 한다. 데이터를 연계한 서비스 모델 개발보다는 암 질병 예후 예측 및 관리를 하는 근거자료로 활용하는 데에 목적을 두고 있다. 암센터가 가진 데이터는 임상 진료 데이터, 종양 은행 데이터, 국가 암 관리 사업 데이터(공단 건강검진, 말기 암, 암 환자 서비스 지원 데이터 등), 암 사망 및 등록 데이터이다. 마지막으로 질병관리본부는 국가 주도 유전체 정보를 통합, 연계하여 양질의 데이터를 지속적으로 생성하는 역할을 주도하고 있다. 현재 대규모 인구집단 한국형 바이오뱅크와 유전체 지도 구축 사업을 진행 중에 있다.

3. 개인건강정보기록의 활성화(PHR: Personal Health Record)

우리나라 현행법을 기반으로 보건의료정보 및 PHR 관련 개념을 살펴보면 현재 보건의료기본법에서 보건의료정보를 보건의료와 관련한 지식 또는 부호, 숫자, 문자, 음성, 음향, 영상 등으로 표현된 모든 종류의 자료로 정의하고 있다(보건의료기본법 제3조 제6호). 보건의료기본법에서 정의된 보건의료정보는 협의적 의미이고, 광의적 보건의료정보는 보건의료와 관련하여 의료기관 및 기타 기관에서 생성되거나 유통되는 포괄적인 의미에서의 환자 및 일반인의 개인정보를 의미한다(이성기 등, 2014, p. 3). 또한 의료법에서 전자의무기록은 진료기록부 등을 「전자서명법」에 따른 전자서명이 기재된 전자문서로 정의하고 있다(의료법 제23조 제1항).

전자의무기록의 유형은 5가지로 분류되며, PHR(personal health record, 개인건강기록)은 5가지 유형의 전자의무기록을 포괄하는 개념

으로 개인의 포괄적인 평생건강기록을 의미한다(정용엽, 2012. 8. 17.). PHR은 개인의 포괄적인 평생건강기록(진료기록+건강기록)으로 범국가적 상호운용성 표준에 맞춘 전자의무기록이며, 개인이 기록 및 관리, 공유, 통제가 가능하다(정국상, 안선주, 2016, p. 65). 이는 소비자 중심적이고 예방 중심적 관점의 개인건강정보 개념의 개념이며, 공인된 의료인의 기록으로 교류와 공동 활용이 전제가 되어야 한다.

개인의 PHR이 의료기관의 진료 정보와 개인 기록 건강정보, 기타 기관의 개인정보 등으로 분산되어 존재하고 각 정보를 관여하는 법적 근거도 상이하여 PHR 구축 활성화 및 활용에 관한 법적 문제점이 발생하고 있다. 의무기록을 포함한 진료기록은 의료법에 기반하여 관리되며, 개인 건강정보는 개인정보보호법을 근거로 관리된다. 그러나 현재 PHR 활용 목적에 따라 개선이 필요한 근거 및 규제관련 법이 상이한 상황이다. 단순히 한 개인의 평생건강정보 수집 및 관리에 목적을 두는 경우 단순한 개인정보를 취급(개인건강수첩 정도로 취급)하여 필요에 따라 발취하여 활용이 가능하도록 할 경우 개인정보보호법상 규제만 이루어져도 되나²⁷⁾, 질병관리 및 건강관리에 활용하고 교류 및 공동 활용을 목적으로 하는 경우, PHR의 의료행위상 신뢰성 부여하기 위해 의료기관 의무기록과 동일한 법적 지위를 가지는 것이 바람직하고, 이를 위해 개인정보보호법상 규제와 함께 의료법상 규제가 이루어져야한다.

4. 보건의료 데이터 관련 법적, 제도적 인프라

기관별 분산되어 보건의료 데이터가 구축되어 있으며 국가적 연계가 제한적이다. IT 기술의 활용으로 공공과 민간 모두 상당한 수준의 규모와

27) 단순 개인정보로 초점을 맞추는 경우 의료행위상 신뢰성을 부여할 수 없음.

다양성으로 데이터가 구축되어 있으나, 데이터를 상호연계하여 국가 수준에서 의미 있게 활용할 수 있도록 하는 정책적 기반이 없다. 공공기관 간의 데이터 연계가 이루어지고 있으나 법적으로 허용된 업무 수행을 위해서만 제한적으로 이루어지고 있는 상황이다. 국가적으로 보건의료 빅데이터 구축과 활용을 위한 거버넌스를 갖추지 못하고 있고, 민간에서 보유하고 있는 의미 있는 빅데이터, 특히 임상 데이터가 국가적으로 활용될 수 있는 연계체계(인프라)가 미흡하다.

최근의 방대하고 복잡한 형태의 의료 데이터 분석을 위해서는 빅데이터 분석을 이용한 정밀한 진단이 필요하다. 만성질환 치료를 위해 환자의 생활 데이터는 매우 중요하며, 방대하게 수집된 개인의 의료 데이터를 토대로 유전자 분석 및 질병 예측을 위해서는 알고리즘의 개발과 이를 위한 인프라가 필수이므로 2절에서는 인공지능을 포함한 기술 인프라 현황을 살펴보고자 한다.

제3절 건강 가치 향상을 위한 정보기술 인프라

1. 건강 가치 향상을 위한 정보기술 인프라의 중요성

공공/민간 부문에서 생성된 보건의료 빅데이터의 범위를 지속적으로 확대하고 연계하면, 개인 수준의 질병을 예방, 진단, 조기발견, 치료하는데에 적극적으로 활용할 수 있다. 그뿐만 아니라 의료의 질 향상과 의료비 절감이라는 보건의료체계의 성과도 달성할 수 있다. 인공지능 알고리즘을 활용하면 진단 성과는 41.9% 향상되고, 의료비는 58.5% 절감된다는 연구 결과가 있다. 인디애나대학 Casey Bennett의 연구에 따르면,

2025년 전체 의료비 절감 중 약 10%는 빅데이터와 첨단 IT 기술에 기인할 것으로 조사되었다.

인공지능 시장 규모는 2014년 6억 3380만 달러에서 2021년 6662억 2000만 달러로 증가할 것으로 추정된다(Frost & Sullivan, 2016). 인공지능 헬스케어 세계 시장 규모는 7130만 달러에서 2020년 7억 5470만 달러로 크게 성장할 것으로 예상된다(Markets & Markets, 2016). AI 헬스케어 산업은 연평균 성장률이 전체 AI 시장의 다양한 응용 분야들 중에서 가장 높을 것으로(60.3%) 전망된다. AI 중에서 딥러닝 시장이 5억 3160만 달러로 약 69.3%를 차지해 가장 큰 비율을 차지하였고, 다음으로 자연어처리(16.5%)와 이미지인식(13.3%), 음성인식(0.9%)분야로 나타난다(Markets & Markets, 2016).

앞서 살펴본 바와 같이 4차 산업혁명에 대한 기대감으로 전 세계적으로 4차 산업혁명에 대한 연구가 활발히 진행되고 있으며, 가장 커다란 수혜를 입을 수 있는 의료기관의 인공지능을 비롯한 신기술 도입은 가속화되고 있다.

2. 구성 요소별 현황과 한계

가. 인공지능

현재 한국을 비롯한 여러 국가에서 쓰이는 진단용 인공지능인 IBM Watson은 미국 MD Anderson Cancer Center에서 암 진단과 치료법을 권고하고 있으며, 암 진단율의 정확도가 82.6%로 IBM Watson의 진단율 정확도는 전문의보다 높다는 평가를 받고 있다. 왓슨은 진료의 정확한 진단과 결과를 만들어 내고 유전체 의학과 개인형 맞춤의학을 발전시

키고 신약 개발과 치료법 개발 과정에서 혁신을 만들어 가고 있다(이관용 등, 2016).

인공지능과 관련한 보건의료 시장 규모는 2015년 17억 9000만 원에서 2020년 256억 4000만 원으로 연평균 성장률이 매우 가파르다. MD 앤더슨의 종양학 전문가에 따르면, IBM Watson for Oncology는 백혈병의 경우에 83%, 위암의 경우 90% 정도로 치료 권장의 전체 정확도가 높았다. 또한, 가천의대 길병원에 의하면, 수술 및 보조 화학 요법으로 치료받은 결장암 환자를 대상으로 한 왓슨의 종양학 관련성과 평가가 83%가 일치했다고 발표했다. 국내외 인공지능의 경쟁은 나날이 치열해지고 있다. 한국의 경우에 가천의대 길병원이 IBM의 Watson for Oncology 도입을 선두로, 서울대, 연세대 등등의 여러 병원들이 도입 또는 도입을 추진 중에 있다.

국내 인공지능 시장에서도 ICT 기업을 중심으로 일반 소비자를 대상으로 여러 가지 서비스가 시행되고 있다. 스마트폰 음성 분야에서 삼성이 2016년 비브랩스 인수 후 빅스비를 개발하여 자사 스마트폰에 탑재했으며, 향후 에어컨, 청소기 등 가전에 적용할 계획이다. 또한, 소프트웨어 개발 도구(API)를 공개하여 타 서비스와 연계할 수 있는 생태계를 구축하고 있다(정보통신기술진흥원, 2017).

홈 가상비서 분야에서는 이동통신 3사가 인공지능 플랫폼 전담 조직을 꾸려 서비스를 개발 중이다. SK 텔레콤은 2016년 인공지능 홈스프커 “누구”를 국내 최초로 개발 및 출시하였으며, KT는 음성인식 기술과 딥러닝 기술을 IPTV 셋톱 박스에 탑재한 “기가지니”를 대중에게 공개했다. 국내 포털업체인 네이버는 라인과 합작으로 인공지능 플랫폼 “클로바”를 공개하였다. 국내 챗봇 시장은 네이버, SK 플래닛, 카카오톡 등을 중심으로 서비스를 제공하고 있다. 네이버는 2016년부터 “쇼핑톡톡” 서비스를, SK

프레닛은 챗봇 “바로”를 적용한 대화형 상품 추천 서비스를 내놓았으며 카카오톡 서비스에서도 챗봇을 제공하고 있다.

국내 시장에서도 도메인 기업이 해외 전문 인공지능 서비스를 도입하여 사용하고 있다. 법률분야는 온라인 법률상담 기업 헬프미가 “지급명령 헬프미”를 개발하여 서비스를 제공 중이며, 금융 분야에서는 로보어드바이저 기업인 디셈버앤컴퍼니가 자산관리를 해주는 “아이작” 알고리즘을 개발하여 신한은행과 자산관리를 하고 있다 (정보통신기술진흥원, 2017).

〈표 3-3〉 국내 인공지능 현황

| 분야 | 업체 | 제품명 |
|-----------|--------|-------------|
| 스마트폰/가상비서 | 삼성 | 빅스비 |
| | LG | 구글 어시스턴트 |
| 스마트 홈 | SKT | 누구 |
| | KT | 기가지니 |
| 챗봇 | 네이버 | 쇼핑톡톡 |
| | SK 플래닛 | 바로 |
| | 카카오톡 | 카카오톡 플러스 친구 |

출처: 정보통신기술진흥원. (2017). 인공지능 플랫폼 동향과 정책적 시사점.

의료 분야에서는 스타트업 루닛이 인공지능 영상 기술을 기반으로 서울삼성병원, 세브란스, 경희의료원 등과 협력을 통해 진단 솔루션을 개발 중이며, 뷰노도 아산병원, 삼성병원, 성모병원과 협력하여 환자의 의료영상 자료와 진단 기록을 분석하여 의료인의 진단을 보조하는 서비스를 준비중에 있다. 길병원과 부산대병원은 암 환자의 맞춤형 치료 옵션을 제공하는 IBM Watson for Oncology를 도입하여 암 진단 정확도를 높이는 데 활용하고 있다.

대한민국 IT 서비스와 인터넷 보급이 높은 수준임에도 불구하고 ICT 융합 의료산업을 인공지능과 같은 신산업으로 육성하기 위한 정책에는 많은 문제점이 있다. 첫째는 최근의 많은 노력에도 불구하고, 범국가적인 차원의 추진력이 부족하다는 것이다. 인공지능 기술이 ICT 등 산업과 융합으로 고부가가치를 실현할 수 있음에도 불구하고, 인공지능 융합 산업화 활성을 위한 법이나 제도 등을 해결하는 데는 한계가 있다.

둘째는 인공지능 사업화를 위한 플랫폼의 부재다. 시스템 기술이나 소프트웨어 솔루션을 응용한 사업 분야는 걸음마 단계이며, 스타트업 기업이 고성능 시스템 파워가 필요한 학습지능 기술을 실험할 수 있는 방안이 없다. 중국이나 일본의 연구 정보 공유 플랫폼의 정책 추진과는 거리가 있다. 또한, 현행법은 인공지능의 일부 사항만을 다루고 있어, 인공지능 기술 분류를 고려할 때 인공지능 관련법의 정의는 협소하다. 따라서 현재 자율 주행차, 지능형 로봇 등에 대한 규제 공백이 있다. 또한, 개인의 정보보호 관련 법제 간 관계 설정에 어려움이 있고 개인 데이터의 수집, 공개, 이동, 관리 등의 거버넌스 문제도 크다(김병훈, 2016).

나. 사물인터넷

사물인터넷이란 데이터를 실시간으로 주고받는 것을 가능하게 하는 일련의 기술과 환경으로 정의할 수 있다. 기존의 통신 기술이 인터넷이나, 모바일을 통해 서비스를 제공받는 것이었다면 사물인터넷은 이를 넘어 센서를 통해 수집한 데이터를 교환, 저장하는 데에 그치지 않고, 수집된 정보 가공 및 분석하여 새롭고 유용한 정보를 재생산해 내는 과정까지 모두 포괄한다(이승민, 2014). ‘사물인터넷’을 ‘사물헬스케어(Healthcare of Things)’로 바꿔 사물인터넷 시대를 여는 것은 헬스케어가 될 것이라

주장했다(주지홍, 2017에서 재인용). 즉 사물인터넷 활용과 보편화에 있어 헬스케어는 중요한 분야라는 것이다.

사물인터넷으로 인한 보건의료의 가장 큰 변화는 환자 중심의 사후 건강관리뿐만 아니라 사전 건강관리도 가능해진다는 것이다(주지홍, 2017). 본인의 건강기록을 포함해 현재의 건강 상태를 실시간으로 수집, 기록할 수 있는 것이다(이연희, 2016). 나아가 직접 의료기관을 방문하지 않아도 환자 정보를 관리할 수 있는 특징은 의료 관광을 위해 입국한 외국인이 귀국 후에도 사후 관리를 하는 장점을 극대화할 수 있다.

〈표 3-4〉 사물인터넷과 모바일 헬스케어, 웨어러블 디바이스 등의 비교

| 구분 | 모바일 헬스 (m-Health) | 사물인터넷 기반 | 헬스케어 |
|-----------------------|---|--|---|
| | | | 헬스케어 웨어러블 디바이스 |
| 정의 | 모바일 또는 무선 기기를 사용하여 건강 결과, 헬스케어 서비스, 보건의료 분야 연구 등을 향상주 ¹⁾ | 유선통신 및 모바일 인터넷, 센싱 기술을 활용하여 언제 어디서든 개인의 건강 상태를 모니터링하고 실시간으로 맞춤형 서비스 제공 | 신체에 착용한 기기들을 무선으로 연결하여 생체 데이터를 측정하고 전송주 ²⁾ |
| 주요 특징 | 인간과 인간 연결 | 인간과 인간, 인간과 사물, 사물과 사물 간 연결 모두 포함 | |
| 통신 기술주 ³⁾ | 무선 인터넷 | 유무선 인터넷, 스마트기기 및 앱스토어 | |
| 주요 서비스주 ³⁾ | EHR(전자건강기록) 건강모니터링 | PHR(개인건강기록), 실시간 건강모니터링 및 맞춤 건강·의료서비스 | |
| 서비스 범위주 ³⁾ | 치료, 관리, 예방 | 치료, 관리, 예방, 복지, 안전 | |

주: 1) 송승재, 김보람, 최재혁, 김흥기. (2012).

2) 정혜실. (2014).

3) 한국정보화진흥원(2011), p. 5 재정리.

자료: 이승민. (2014). 헬스케어 산업의 사물인터넷 적용 동향과 전망. p. 5 〈표 1〉.

〈표 3-5〉 헬스케어에서의 사물인터넷 적용 분야 및 기대효과

| | 적용 분야 | 기대효과 |
|-------------|--|---|
| 의료 서비스 부문 | <ul style="list-style-type: none"> • 원격 환자 모니터링 시스템 구축 • 고령층 홈케어 • 만성질환 치료 및 관리 | <ul style="list-style-type: none"> • 의료서비스 제공방식 변화 및 맞춤형의료(personalized healthcare) 실현 • 의료비 절감 및 의료서비스 품질 제고 |
| 의료 관련 산업 부문 | <ul style="list-style-type: none"> • 의료기관 업무 흐름 혁신 • 의료기관 위생관리 시스템 혁신 | <ul style="list-style-type: none"> • 의료기관 업무 효율성 및 생산성 증대 • 의료기관 감염관리 및 환자 안전 제고 |
| 개인 소비자 부문 | <ul style="list-style-type: none"> • 일반 소비자 대상 건강증진 제품 및 융합서비스 개발 • 기존 제품 스마트화 | <ul style="list-style-type: none"> • 새로운 시장 및 부가가치 창출, 개인 만족도 증대 • 부가가치 창출 및 헬스케어 산업 외연 확장 |

자료: 이승민. (2014). 헬스케어 산업의 사물인터넷 적용 동향과 전망. p. 10 〈표 3〉.

사물인터넷 활용의 대표적 사례는 구글의 스마트 콘택트렌즈로, 일반 콘택트렌즈와 달리 안경을 착용하는 당뇨병 환자를 위해 만들어졌다(이연희, 2016에서 재인용). 렌즈를 통해 측정된 포도당 수치의 데이터는 분석 과정을 거쳐 아이폰이나 안드로이드 앱과 연결된 환자 혹은 건강 관련 전문가에게 결과를 전달해 건강관리의 근거자료로 활용된다. 이승민(2014)은 사물인터넷을 적용할 수 있는 분야를 서비스, 산업, 소비자 부문으로 나누어 설명하고 있다. 의료서비스에서는 이후 원격의료에서 살펴보겠지만 원거리에서도 의료인이 환자의 건강을 실시간으로 관리할 수 있으며 이러한 관리 형태의 변화는 결국 업무 효율성과 생산성으로 이어진다. 소비자 입장에서는 다양한 웨어러블 기기를 통해 본인의 건강을 스스로 관리할 수 있는 장점이 있다.

다. 원격의료

원격의료는 의료법 제34조 제1항에서 “컴퓨터·화상통신 등 정보통신 기술을 활용하여 원격지의 의료인에 대하여 의료지식 또는 기술을 지원

하는 것”으로 원격지에서 제공되는 의료로 그 정의를 내릴 수 있다(김진숙 등, 2016). 원격의료라는 용어 외에도 원격 자문, 원격진료, 재택 건강관리 등 다양한 용어로 논의되고 있다.

중앙부처 내에서도 원격의료에 대한 정의는 바라보는 관점에 따라 차이가 있다. 보건복지부에서는 “의사 등 의료인이 IT를 이용하여 멀리 떨어져 있는 환자의 질병관리, 진단, 처방 등 의료서비스를 제공하는 것”으로 정의내리고 있는데 이는 의사-환자 간 원격의료에 대한 정의이다. 그 범위를 더 넓혀서 보면 의료인들 간에 환자에 대한 정보와 의료 지식 기술에 대한 정보를 공유하는 것도 원격의료의 유형으로 포함할 수 있다.

〈표 3-6〉 국내 원격의료 서비스 분류

| 서비스 유형 | 내 용 |
|-----------|--|
| 원격 자문 | 특별히 전문성을 인정받은 의사를 통해 환자 곁에 있는 의사가 전문적인 의학적 자문을 구하거나 협진을 하는 형태의 서비스 |
| 원격 진료 | 비의사 의료인과 함께 있는 환자가 화상을 통하거나 생체정보 측정 수치의 공유를 통하여 원격지 의사의 진료를 받는 형태의 서비스 |
| u-방문 간호 | 방문간호사가 가정방문을 통해 환자의 상태를 측정 및 파악한 후, 의사의 지침을 전달하는 형태의 서비스 |
| 원격 응급의료 | 응급상황에 처한 환자와 함께 있는 비의사 의료인에게 원격지 의사가 적절한 지침을 제공하는 형태의 서비스 |
| 재택 건강관리 | 거주지에 있는 환자가 직접 본인의 생체정보를 측정하고 의사에게 전달함으로써 지속적인 건강 상태 모니터링을 하고, 이에 기반을 두어 의사와 의학적 상담을 하는 형태의 서비스 |
| 대사 증후군 관리 | U-health(바우처서비스)센터에서 서비스 이용자의 생체정보를 측정하고 U-health센터 소속의 운동처방사와 영양사에게 전달하여 지속적 모니터링과 상담을 실시하는 형태의 서비스 |

자료: 김진숙, 오수현, 김석영, 이평수. (2016). 원격의료 정책 현황 분석 연구. 대한의사협회 의료정책연구소 연구보고서. p. 77.

〈표 3-7〉 정부의 원격의료 유형 구분

| 유형구분 | 행위 | 설명 |
|---------------------|------------------------------------|---|
| 의료인간 원격의료 | 원격자문 (의료상담+자문) | 원격지 의사가 멀리 떨어진 의료인의 의료과정에 대해 지식이나 기술자문 - 원격방문간호(방문간호사), 원격응급의료(응급구조사), 원격자문(의사) 등으로 구분 |
| 의사- 환자 간 원격의료 | 원격 모니터링 (건강 상태 파악 +해석+상담·교육) | 의료인이 환자의 질병 상태를 지속적으로 모니터링 하고 상담, 교육 등 관리 - 주로 고혈압, 당뇨 등 만성질환의 혈압, 혈당 등을 모니터링 |
| | 원격진료 (질병 진단+처방) | 의료인이 대면진료를 대체하여 원격으로 환자의 상태를 진단하고, 처방전 발행 등 진료 |

주: 김진숙, 오수현, 김석영, 이평수. (2016). 원격의료 정책 현황 분석 연구. 대한의사협회 의료정책 연구소 연구보고서.

원자료: 보건복지부. (2013). 설명 자료. p. 4.

원격의료의 본격적으로 논의되기 시작한 때는 2014년 1월로, 정부는 의료발전협의회에서 대한의사협회와 원격의료 추진에 관해 논의를 진행했다. 이후 제1차 원격의료 시범사업에서는 총 18개 기관(보건소 5개, 일반의원 4개)이 1차 시범사업에 참여하였고, 총 845명의 고혈압·당뇨병 재진환자가 참여했다. 2015년 1월 국민행동 6개 부처 공동 업무보고에서 보건복지부는 ‘시범사업 참여기관 확대, 의료취약지 중심 원격의료 확산, 원격협진 활성화’를 주요 골자로 원격의료서비스 활성화 계획을 발표했다. 하지만 현 정부에는 의사-환자 간 원격医료를 추진하지 않기로 밝혀 이에 대한 정책은 지켜봐야 하는 상황이다(한국경제, 2017).

원격의료에 대해서는 이해관계자별로 바라보는 관점의 차이가 있다. 먼저 정부가 용어를 어떻게 규정하느냐에 따라 서비스의 범위와 대상이 다르다. 지금까지 정부는 원격의료의 허용되면 만성질환자의 건강관리를 주기적, 정기적으로 할 수 있으며 특히 의료접근성이 떨어지는 지역 주민이나, 이동이 어려운 노인과 장애인들에게 신속한 진료를 제공할 수 있는 장점이 있는 것으로 보았다(김진숙 등, 2016).

제4절 소결

제4차 산업혁명이 보건의료 분야를 막론하고 전 분야에 걸쳐 핵심 가치이자, 활용 가능성이 높은 요소로 주목받기 시작하면서 가치를 극대화하는 데에 이를 가로막는 한계점과 제약 요인들도 지적되고 있다. 본 절에서는 한계와 문제점을 중심으로 살펴보고자 한다.

1. 개인정보보호 기전 마련

2013년 개인정보보호협회의 ‘개인 정보의 가치와 개인 정보 침해에 따른 사회적 비용 분석 보고서’²⁸⁾에 따르면 정보 유출 사고로 인한 사회적 비용이 많은 분야 중 하나가 바로 보건의료 분야였다. 보건의료 분야에서 개인정보보호는 사물인터넷의 도입 이후의 문제가 아니다. 그 이유로는 건강 상태를 비롯한 민감한 정보가 있고, 질병 발생 추이, 질병 예측에 대응한 의약품, 신약 개발 등 산업의 이익 추구 행위를 위한 근거자료로 이용될 수 있기 때문이다. 이에 더해 정적 정보로서의 개인정보는 단면 형태이므로 활용 가능성이 낮으나, 특히, 사물인터넷으로 수집이 되는 정보는 동적 정보로 개인의 움직임, 위치, 이력 등 활용 가치가 극대화 될 수 있으므로 보건의료 분야와 사물인터넷이 결합되어 생성되는 정보에 대해서는 세심한 접근을 바탕으로 한 활용이 필요하다(주지홍, 2017).

국내 기업의 대규모 데이터 확보 및 활용을 위해 개인 정보 비식별화, 보안 등에 대한 가이드 라인을 제시하고 정보의 표준화를 우선적으로 마련해야 한다.

28) Analysis of social costs in the value of personal information and privacy, Privacy Association, 2013.

2. 데이터 활용과 연계를 위한 표준화

빅데이터의 범위와 대상을 확대하는 단계 이후에는 연계가 필요한데, 연계의 전제조건으로 데이터 표준이 시급하다. 여러 의료기관에 산재해 있는 의료 데이터 간의 상호운용성이 필요하며 데이터가 갖는 의미는 동일 의료현상에 대해서는 동일해야 한다. 또한, 빅데이터 활용 및 개방이 필요하다. 보건의료 빅데이터 활용을 활성화하기 위해 규제 개선이 우선적으로 이루어져야 한다. 여러 선진국에서는 국가 수준의 경쟁력을 강화하기 위해 데이터, 개인정보보호와 관련한 규제를 개선하는 데에 힘쓰고 있다. 구체적으로, 미국은 환자의 안전에 대한 영향을 고려하여 개인의료 정보 강화, 의료기기 및 건강관리 앱에 대한 식품의약국(FDA)의 승인 심사, 웨어러블과 IoT 기기 및 앱에 대한 연방거래위원회(FTC) 규제 등을 검토하였고, 환자의 안전에 영향이 없으면서 의료산업 발전에 제약이 되는 규제는 신속히 개선하여 의료산업에 대한 투자를 유도하고 있다(NOST, 2016). 이와 더불어 보건의료 데이터를 적극적으로 공개하고 이를 기반으로 활용가치를 확대 할 수 있는 환경이 조성되어야 한다. 공공 보건의료 데이터를 연계·활용하여 환자나 국민에게 편익이 돌아가도록 서비스 제공 사업 개발이 필요하며, 공공영역에서 비정형 데이터의 수집 및 연계체계 구축 등 정보 창출 기전이 필요하다(강희정 등, 2015).

3. 기술 개발을 위한 인프라

글로벌 기업들은 인공지능 지원 사업 플랫폼(Platform) 확보를 위해 노력하고 있다. 예를 들면, IBM은 다양한 산업분야 분석 솔루션 제공 플랫폼을, GE는 지능형 솔루션 제공 플랫폼을, 구글은 모바일 플랫폼을 추

진하고 있다.

국내에는 아직까지 글로벌 기업들과 같이 인공지능 기반기술이 확보가 안 된 상황이며, 스타트업 기업 입장에서 인공지능 알고리즘 기술을 개발할 인력과 자금이 부족하다. 따라서 먼저, 인공지능 플랫폼 구축을 위한 여건이 조성되어야 한다. 그러기 위해서는 인공지능 기술 개발에 특화된 연구개발 지원과 인센티브를 제공하고, 인공지능 플랫폼 창업 지원을 적극적으로 하여야 한다. 아울러 인공지능 연구지원을 위해 대형 국책 연구과제의 연구결과물을 중소기업과 공유하는 정책도 필요하며, 그와 함께 민간과 공공 부분이 연구개발 협력을 통해 전문 인공지능 플랫폼의 경쟁력을 강화해야 한다.

4. 교육, 연구개발 인프라 구축

인공지능을 비롯한 4차 산업혁명 분야는 기계, 전자, 컴퓨터, 인문사회, 디자인, 수학 등 융합적 지식이 요구되며 특히, 수학과 엔지니어의 협업이 필요하다. 따라서 인공지능 기술 분야의 선도적인 지위 확보를 위해서 인재육성 프로그램 개발 및 고급인재 유치 노력이 필요하다. 또한 인공지능 분야의 국제적인 공동 연구 확대를 위해 새로운 시장 진출 마련이 필요하다. 예를 들면, 미국과 유럽 연합들은 인공지능 분야의 기술력과 연구역량 등의 보완을 위해 글로벌 연구 현장과의 협력을 적극 추진하고 있다. 이를 기반으로 장기적인 연구개발로 현재 인공지능 기술을 넘어설 수 있는 차세대 기술을 확보해야 한다.

5. 국가 수준의 정책 대응과 전략 수립

전략적인 발전을 위해서는 국가 수준의 컨트롤 타워가 필요하며, 기관별 분산된 보건의료 데이터를 국가 차원에서 적극적으로 활용하고 이에 대한 이용을 장려할 수 있는 거버넌스 체계가 요구된다. 이후에는 공공 부문과 민간 부문을 아우르는 플랫폼 구축이 필요할 것이다. 아울러 데이터 활용을 장려하고 기술 개발을 촉진하기 위해서는 투자 실패에 대한 손실과 초기 투자비용이 많이 소요될 수 있으나 향후 고용창출과 경제성장의 원동력이 된다는 점을 고려하여 적극적 장려 정책이 필요하다(김정곤, 이서진, 2016).

제 4 장

외국의 4차 산업혁명과 보건의료체계 개편 현황

제1절 미국의 4차 산업혁명과 보건의료체계 개편 현황

제2절 주요국의 4차 산업혁명과 보건의료체계 개편 현황

4

외국의 4차 산업혁명과 << 보건의료체계 개편 현황

제1절 미국의 4차 산업혁명과 보건의료체계 개편 현황

1. 미국 보건의료체계 개편 동향

미국은 보건의료 분야에 4차 산업혁명이 적용되도록 적극적으로 정책을 펼치는 국가 중 하나다. 다양한 정책과 투자 전략을 바탕으로 ICT 융합 의료산업이 국가산업으로 성장할 수 있는 입지를 만들어 주고 있다. 미국 정부는 보건의료 분야 중에서도 정밀 의학과 빅데이터 부문에 중점을 두고 있다. 연방 예산의 1/4를 보건의료에 편성한 미국은 그 중에서도 2016년 기준으로 연방 예산의 약 25%를 보건·의료 분야에 편성하고, 그 중에서도 2억 1500만 달러를 정밀의학 이니셔티브에 투자하여 기술과 보건의료의 융합한 코호트 구축, 암 유전체 구축, 플랫폼 구축, 데이터의 상호운용성 표준 개발, 개인정보보호 등 여러 주제와 관련한 연구를 진행 중이다.

한편 PPACA(Patient Protection and Affordable Care Act)를 동시에 추진함으로써 의료산업이 적극적으로 발전할 수 있도록 기여했다. 한국에서 오바마 케어라고 불리는 PPACA(환자 보호와 책임 진료에 대한 법)는 메디케어와 메디케이드 이후로 가장 중요한 의료보험 개혁 사례로 꼽히고 있다.²⁹⁾ 건강보험 혜택을 받지 못하는 무보험자를 줄이고 보장성

29) 위키백과, 인출일자(2017.12.01.) https://ko.wikipedia.org/wiki/%ED%99%98%EC%9E%90%EB%B3%B4%ED%98%B8_%EB%B0%8F_%EB%B6%80%EB%8B%B4%EC%A0%81%EC%A0%95%EB%B3%B4%ED%97%98%EB%B2%95

을 확대하는 한편 보건의료체계의 혁신을 위해 공급/전달체계, 지불 체계의 정비를 주요 골자로 하고 있다(신영석 등, 2015). 이 과정에서 책임의료조직(ACO: Accountable Care Organization)이 새로운 공급 체계로 등장하였다. 다양한 형태의 의료 공급자로 구성된 일종의 네트워크 체제로서 특정 기준만큼의 실적을 달성했을 때 인센티브를 받는 형태를 띠고 있다(서경화 등, 2014). 일차의료, 재택 의료, 이차의료 등 다양한 진료체계들 간에 연계, 통합이 이루어지고 있는 것으로 평가되고 있다(신영석 등, 2015). 미국에서 새로운 공급체계들이 시도되는 배경에는 데이터 간 연계와 공유가 자유로운 특성이 있다. 책임의료조직의 대표적 사례인 Aurora healthcare에서는 네트워크에 있는 의료공급자들이 자유롭게 진료기록영상을 접근, 공유하여 환자에게 시의적절한 서비스를 제공하도록 하고 있다. 이에 알맞은 인프라를 구축하기 위해 기술 개발에 투자하는 전략을 함께 펼치고 있는 것이다.

한편, 보건의료 신사업 기업 육성 및 투자 확대를 목적으로 2012년부터 의료산업에 특화된 스타트업을 발굴해 자금조달, 멘토링, 네트워킹 등을 지원하는 액셀러레이터 프로그램을 통해 ICT 융합 경쟁력을 강화하였다(대외경제정책연구원, 2016). 오바마 정부는 연구 R&D 추진을 위해 산학연 연계를 촉진하는 한편 기술혁신의 중요성을 지속적으로 강조했다(대외경제정책연구원, 2016).

ACO 사례에서 살펴보듯이 환자 중심의 의료를 달성하기 위해 데이터의 연계와 공유가 이루어져야 하는데 주요 원칙은 다음과 같다. 이를 위해 개개인의 건강 상태 데이터를 수집하고 데이터를 바탕으로 건강 결정에 참여할 수 있어야 하며 건강정보가 이동 가능해야 하며, 상호 교환을 위한 연결성을 보장해야 한다(신영석 등, 2015, p. 155). 그뿐만 아니라 환자의 안전에 대한 영향을 고려하여 개인의료정보 강화, 의료기기 및 건

강관리 앱에 대한 식품의약국 (FDA)의 승인 심사, 웨어러블과 IoT 기기 및 앱에 대한 연방거래위원회(FTC) 규제 등을 검토하고, 환자의 안전에 영향이 없으면서 의료산업 발전에 제약이 되는 규제는 신속히 개선하여 의료산업에 대한 투자를 유도하고 있다(NOST, 2016). 시스템 도입을 위한 경제적 비용이 많이 소요되므로, 그 과정에서 발생할 수 있는 경제적 문제를 최소화하기 위해 정부 기관의 책임하에 정책이 주도되고 있다. 이와 더불어 보건의료 전문가 참여를 활성화하기 위해 미국은 하향식 접근을 통해, 개인건강정보기록(PHR) 플랫폼, 상호운용성 관련 투자에 대해 인센티브를 확대했다(NOST, 2016; 대외경제정책연구원, 2016; PWC, 2014). 또한 시스템인프라 측면에서 병원 간 의료정보 호환성을 위해 시스템이 갖춰야 할 지표를 제정하고, 이를 준수하는 EHR 시스템을 도입한 병원 및 의사에 인센티브를 제공하였다. 이러한 요인으로 EHR시스템을 채택한 병원이 12%에서 59%로 증가하고 인증된 EHR 기술을 보유한 병원의 수가 72%에서 94%로 증가하는 등 ICT 기반 의료 시스템과 진단이 활성화되어 산업 및 시장의 규모가 급성장하였다(PWC, 2014).

인센티브 제공으로 인해 진료 정보와 생체정보가 연계된 개인건강정보 기록 시스템이 구축, 확산되면서 여러 기술이 접목된 정밀의료가 비로소 완성되었다. 환자 뿐만 아니라 의사들도 직접적으로 ICT 기술을 진단 및 치료에 사용하고 데이터를 활용하기 위한 개발에 적극적으로 참여하여 성과가 더욱 가속화될 전망이다(NOST, 2016).

2. 범정부 차원의 정책과 전략

가. 정밀의학 전략(PMI: Precision Medicine Initiative)³⁰⁾

2015년 1월 미국 오바마 정부는 PMI(Precision Medicine Initiative)를 발표하고, 이를 기반으로 Health IT 계획, u-health 선진화 계획을 추진하여 ICT 융합 의료 활성화를 추진 중이다(NOST, 2016; McKinsey & Company, 2015). PMI의 최종 목표는 환자의 EHR, 환경, 유전체 정보, 라이프 로그 데이터들을 바탕으로 정밀의학을 실현하는 것이다. 주목할 부분은 환자들의 유전체 데이터를 얻기 위해 질병 별로 새로운 컨소시엄을 만들자는 것이 아니라, 기존에 미국 내 여러 병원 및 연구기관에서 이뤄지고 있었던 연구 활동들을 바탕으로 이뤄져야 한다는 것이다.

미국 보건복지부(NIH)는 2016년에 PMI 관련 총 2억 1500만 달러의 예산을 신청했고, 예산의 대부분인 2억 달러를 NIH와 NIH 소속 국립암연구소(NCI)에 할당했다. 가장 많은 예산을 받은 국립보건연구원(NIH)의 임무는 정밀의학 연구 수행의 기반을 마련하기 위해 국가 전역에 코호트를 구축하는 것이다. 크게는 미국에 있는 여러 병원으로부터 샘플을 모으는 방법과 개인이 직접 자발적으로 코호트에 참여하는 방법이 있다. 반면 NCI는 기존에 추진해온 종양유전체학 연구를 확장하여 보다 효과적인 개인 맞춤형 치료법을 개발하는 데 초점을 맞춘다. 미국 식약청(FDA)은 정밀의학 실현 관련 규제 체계 지원을 위한 전문성 함양과 정밀의학 연구에서 생성되는 중요한 결과들을 저장하는 데이터베이스를 구축하고

30) The White House: President Barack Obama. (2017). President Obama's Precision Medicine Initiative를 기반으로 작성함.

ONC(Office of the National Coordinator for Health Information Technology)는 협력 연구를 위한 상호운용 표준, 개인정보보호 및 정보 보안 등으로 연구를 지원하게 된다.

〈표 4-1〉 PMI 추진 예산 및 담당 부처

| 기관 | 목적 | 예산 (백만 달러) |
|--|---|---------------|
| NIH (National Institutes of Health) | 정밀의학 연구 기반 마련을 위한 국가 연구 코호트 구축 | 130 |
| NCI (National Cancer Institute) | 암 유전체 연구의 확장보다 보다 효과적인 맞춤 암 치료법 개발 | 70 |
| FDA (Food and Drug Administration) | 정밀의학의 혁신을 앞당기는 데 필요한 규제 체계를 지지할 추가적인 전문성 획득과 정밀의학 연구에서 생성되는 결과물을 저장하는 데이터베이스 개발 | 10 |
| ONC (Office of the National Coordinator for Health Information Technology) | 상호운용성 표준, 개인정보를 다루는 조건의 개발 지원과 시스템 간 안전한 데이터 교환 방식 지원 | 5 |
| 합계 | | 215 |

자료: The White House: President Barack Obama(2017), President Obama's Precision Medicine Initiative 내용 재정리.

PMI의 일차적인 목표는 미국의 여러 병원들 및 국민들의 자발적 참여로 대규모 코호트 구축하고 이를 기반으로 유전형 정보와 질병과의 상관관계를 파악하는 것이다. 정밀의학의 또 다른 하이라이트는 바로 암 유전자이다. 결국 암은 정상세포에서 유전자의 DNA 염기서열이 변형된 것이기 때문이다. 방향은 크게 두 가지인데, 하나는 건강한 사람들이 안젤리나 졸리의 예처럼 암을 일으키는 유전자를 미리 찾아내 미리 예방하는 것이고, 또 하나는 암 환자가 자신의 암 유전자 분석을 통해 어떤 항암제가 가장 좋은지 맞춤 치료법을 밝혀내자는 것이다. 따라서 NIH는 단기 목표로 종양유전체학에 초점을 두어 보다 나은 암 예방과 개인별 맞춤 치료

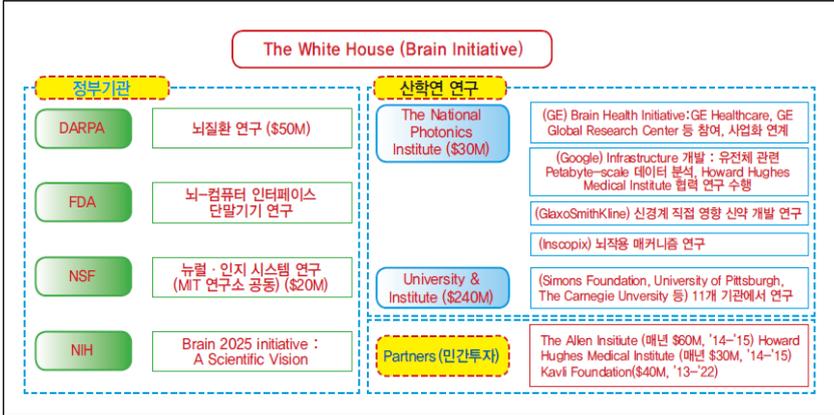
방법을 찾아내는 것을 제시하고 있다. NIH는 코호트 참여자의 유전정보, 생체시료, 생활정보 등의 데이터 축적이 질병의 메커니즘 이해와 진단, 효과적인 치료의 개선에 기여할 것으로 기대하고 있다(PMI Working Group N, 2015). NIH는 PMI가 백만 명 이상의 코호트를 체계적으로 수집하고 관리하고, 생산된 여러 데이터를 통일된 형식으로 축적, 가공, 분석하는 역할을 수행할 예정인데, 실제로 NCI는 Genomic Data Commons를 통해 2016년 약 14,000건의 종양과 관련된 유전체 정보를 가공하여 공개했고, 데이터 분석이 진행됨에 따라 그 수는 계속 증가할 것이다.

나. BRAIN Initiative

미국은 2013년 백악관 중심의 범정부차원에서 브레인이니셔티브(BRAIN Initiative) 정책을 수립하고 인간의 뇌를 중심으로 인공지능 기술을 체계적으로 개발하여 원천기술을 확보하려고 하고 있다(The White House, 2016). 과학기술정책국(Office of Science and Technology Policy)은 향후 10년 동안 정부기관, 연구기관, 대학 및 기업의 참여를 유도하기 위해 30억 달러 규모의 인공지능 기술 개발을 추진하고 있다.

미국 정부는 인간의 뇌 연구를 위해, 2013-2014년 동안 2억 6000만 달러가 투자 되었으며, 앞으로, 5억 달러 이상의 투자를 제안하고 기반기술, 응용기술 개발 및 산업화를 동시에 진행하고 있다.

[그림 4-1] 미국 BRAIN Initiative 거버넌스 체계



자료: 김병은. (2016). 인공지능 기술 발전에 따른 우리나라의 현안 진단 및 정책적 시사점. p. 25 그림 2.

브레인 이니셔티브의 예산은 80%가 기초 연구에 대부분 쏠리고 있으며 나머지는 IT 연구 분야(초미니 형광성 현미경 및 시스템 개발, 슈퍼컴퓨팅 활용 뇌 시뮬레이션)에 쓰이고 있다. 브레인 이니셔티브 정책은 기초 연구에 집중하면서도 기술 개발과 산업화가 동시에 이루어져 기술 개발 후 상용화까지 할 수 있도록 민간 기업의 참여를 유도하며 유럽연합과 협력 관계를 유지하고 있다. 또한, 미국은 환자 안전으로 인한 문제의 심각성을 고려하고 여러 규제방안을 검토하고 있다.

다. 상호 운용성을 위한 전략

1) Office of National Coordination for Health Information Technology(이하 ONC)의 정책적 노력

미국의 GDP 대비 의료비는 OECD 국가 중 최고 수준이며 미국 정부는 국가 전략 차원에서 의료비 절감을 위하여 노력하고 있다. 그중에서

ONC는 보건부(HHS, Department of Health and Human Services) 산하 기관으로 의료 IT의 표준화 및 정책 결정을 총괄하고 의료정보화를 통한 의료시스템 개선을 담당하는 역할을 맡고 있다. ONC 내부에는 의료 IT 정책위원회(Health IT Policy Committee)와 의료 IT 표준화위원회(Health IT Standards Committee)라는 의료산업과 IT 기업 등 관련 민간 부문의 대표자를 중심으로 구성된 자문기관을 두고 있다.

상호운용성 확보를 위한 ONC의 노력은 2004년 National Coordinator for Health IT를 신설하면서 시작되었으며 2005~2008년까지 AHIC(American Health Information Community)와 HITSP(Health Information Technology Standards Panel) 등의 표준화 관련 위원회가 설립되었다. 또한 이 시기에 EHR 시스템 인증 프로그램인 CCHIT(Certification Commission for Healthcare Information Technology)가 만들어졌다.

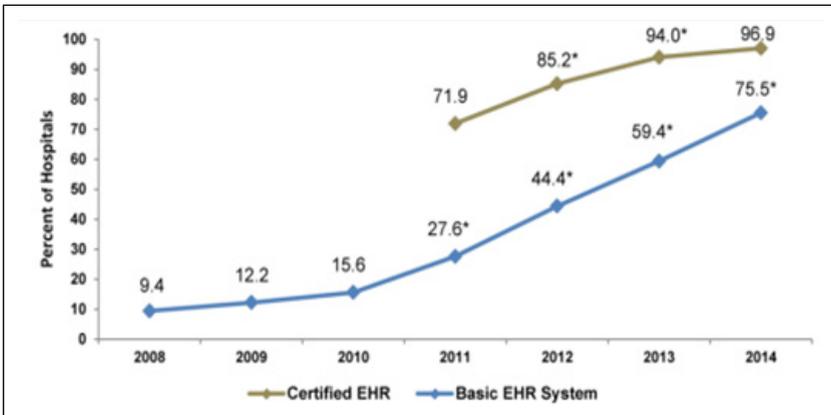
2009년 HITECH ACT(Health Information Technology for Economic and Clinical Health Act) 법이 제정되면서 ONC는 의료 IT에 대한 2011-15년도의 전략 계획(Federal Health Information Technology Strategic Plan 2011-2015)을 발표하였는데 이 전략은 EHR의 전미 보급과 의료 정보 교환을 통한 의료 IT의 이익 실현을 최우선 과제로 자리매김하고 있으며 다음의 5가지 목표를 내걸고 있다(ONC, 2014).

- 의료 IT의 '의미 있는 이용' 보급과 이를 통한 정보 교환
- 의료 IT에 의한 의료서비스, 후생 향상과 의료비용 절감
- 의료 IT에 대한 자신감과 신뢰 구축
- 의료 IT의 후생과 의료서비스 향상을 위한 개인의 역량 강화

- 의료 IT 분야의 기술혁신에의 대응

이를 바탕으로 시작된 일명 Meaningful Use라 불리는 이 프로젝트는 적격성이 인정된 헬스케어 종사자 및 병원이 인증된 EHR을 도입하고 활용하는 경우, 메디케어(Medicare)/메디케이드(Medicaid) 인센티브를 지급함으로써 의료기관과 의사들의 참여를 유도하는 것이었다. Meaningful Use 프로젝트는 건강정보의 전자화, 표준화된 형식으로 파일화(1단계, 2011), 확고한 건강 정보 교환(2단계, 2014), 건강관리 결과 개선을 위한 품질, 안전 및 효율성 개선(3단계, 2016)의 3단계 나뉘져 실행되었다. 그 결과 2009년 기준으로 불과 12.2%의 병원이 Basic EHR 시스템을 운용한 반면 2015년에는 96%가 Meaningful Use에서 검증된 수준의 EHR 시스템을 도입하여 운용하는 것으로 나타났다(ONC Data brief, 2015).

[그림 4-2] 미국 내 병원의 인증된 EHR 시스템 도입 추이



자료: ONC Data brief. (2015). ONC/American Hospital Association (AHA), AHA Annual Survey Information Technology Supplement. p. 9.

한편으로 재향군인 등 일반인이 자신의 의료정보를 온라인상에서 확인 할 수 있는 블루버튼 프로젝트(Blue button Initiative), 업계 주도의 네트워크 공급자 서비스인 CommonWell, 1세대 FHIR³¹⁾ 기반 API 및 핵심 스펙을 개발하는 Argonaut 프로젝트가 시작되었다.

2) 상호운용성 기반 IT 인프라스트럭처 달성 10개년 계획³²⁾

ONC는 2015년 발표된 상호운용 가능한 헬스 IT 인프라스트럭처를 달성하기 위한 10년 계획(A 10-Year Vision to Achieve an Interoperable Health IT Infrastructure)을 발표하였다. 이를 살펴보면 10년을 3, 6, 10년의 3단계로 구분하여 각 단계마다 달성하고자 하는 목표를 명시하였다. 구체적으로 3년차에는 헬스케어 품질 개선을 위한 데이터의 전송, 수신, 검색 및 활용, 6년차에는 품질 향상과 비용 절감을 위한 정보 활용, 10년차에는 학습기반 헬스 시스템(The Learning Health System)을 목표로 하고 있다. 이를 달성하기 위해 다음의 세부적인 기능을 지원하는 의료 IT 생태계 (Ecosystem)를 구축하고자 한다.

- 투명성 / 의사결정(Transparency / decision making)
- 중복 제거(Reduce redundancy)
- 지불 방식 개정 정보 제공(Inform payment reform)
- 의료 접근성 개선(Enhance access)

궁극적으로 이 계획의 목표는 환자, 가족, 의료인의 의사결정내역 등의

31) Fast Healthcare Interoperability resources

32) ONC Data brief(2015)를 기반으로 작성함.

정보에 대한 적절한 접근성을 제공함으로써 환자가 자신의 치료과정에서 능동적인 역할을 하고 전체 인구집단의 건강 상태를 증진하는 것이다.

ONC는 현재의 의료 IT 상황(Context)을 다음과 같이 정의하였다.

- 의료인의 절반 이상 및 80% 이상의 병원이 안전한 환자 이전을 위한 표준화된 환자정보 교환을 지원하는 수준의 EHR 시스템(Meaningful EHR)을 활용하고 있다.
- 50%의 병원이 외부의 기관 또는 시스템으로부터 전자적인 방식으로 환자정보를 검색할 수 있다.
- 미국 50개 주에서 일정 수준 이상의 의료정보 교환(HIE, Health Information Exchange)이 이루어지고 있다.
- 블루 버튼 프로젝트를 통해 환자 및 일반인의 절반 이상이 자신의 의료정보에 일정 부분 이상 접근할 수 있다.
- 웨어러블 기기, 원격 센서, 가정에서의 원격진료 및 가상진료 모델 등의 혁신이 이루어지고 있으며 환자의 새로운 역할이 생기고 있다.

이러한 바탕 위에서 실제로 상호운용성을 구현하기 위한 가이드원칙(Guiding principle)을 아래와 같이 제시하였다.

- 기존의 IT 인프라 위에 구축한다: 개인 및 시스템 간에 의료정보 교환을 위해 이미 상당한 투자가 이루어졌기 때문에 “가능한” 기존에 구축된 인프라스트럭처 위에서 “필요에 의한” 상호운용성 및 기능을 추가하도록 독려한다.
- 만병통치약(One size fits for all)은 없다: 상호운용성의 증진은 사용자의 습관(Behavior)과 문화적인 변화를 수반하며 네트워크, 시스

템, 및 구성 요소 간의 기술적 / 정책적 일치성(conformance) 문제이기 때문에 하나의 방법론으로 모두 만족하는 방법은 없다. 따라서 시스템 간의 베이스라인 상호운용성을 먼저 확보한 후 시나리오 기반, 가능한 기술, 워크플로, 개인의 선호도를 반영하여 추가적으로 구현한다.

- 일반인의 참여를 독려한다: 일반인들은 이미 건강 및 생활습관을 관리하기 위한 기술들을 활용하고 있으나 이들은 아직 의료기관의 의료정보시스템과 통합되지 않고 있다.
- 시장을 활용한다: 의료 IT 사용자들 및 의료/지불시스템 개혁의 상호운용성 필요성을 활용한다.
- 단순화: “복잡한” 솔루션을 위한 확장성을 남겨두며 “가능한” 단순한 방법론부터 적용한다.
- 모듈화를 유지한다: 의학과 기술이 계속 발전하기 때문에 복잡한 시스템을 독립 가능한 요소로 분해하여 모듈화함으로써 최신 기술 및 워크플로를 수용하고 시스템을 지속적으로 유지 보수 및 개선한다.
- 현재의 환경을 고려하고 여러 단계에서 지원한다: 헬스 IT를 활용하지 않는 케이스는 미래에도 존재할 것이며 각각의 케이스가 다른 수준의 만족도를 얻을 것이기 때문에 현시점에서의 환경을 고려하고 여러 단계에서 지원한다.
- 가치 기반: 개선된 헬스케어, 건강증진, 비용 절감은 지속적으로 측정 가능해야 한다. 투자는 최소한으로 하고 투자비용을 상쇄할 만큼의 효과를 얻을 수 있어야 한다.
- 상호운용성의 모든 단계에서 개인의 프라이버시와 보안을 중요시: 건강 정보가 안전하게 관리된다는 대중의 믿음을 얻어야 한다. 적절하고, 강력하며, 효과적인 안전장치(safeguard)가 필요하다. 개인정보보호법(Health Insurance Portability and Accountability Act, HIPAA)

이 적용되지 않는 비즈니스 케이스에서도 투명성이 확보되어야 한다.

상호운용성을 구축하기 위한 기본 단위 요소(Building block) 또한 다음과 같이 제시되었다.

- 핵심 기술 표준 및 기능(Core technical standards and functions): ONC는 용어체계, 용어사전, 형식 및 콘텐츠, 보안 등의 표준화를 주도하고 지원한다.
- 헬스 IT 제품 및 서비스의 도입과 최적화를 지원하는 인증제도 (Certification to support adoption and optimization of health IT products and services): 데이터의 수집 및 교환 시에 필요한 기술표준 준수 여부를 인증하는 프로그램을 개설한다.
- 건강정보의 프라이버시 및 보안 확보(Privacy and security protections for health information): 상호운용성의 증진은 필연적으로 보안 문제를 초래할 수밖에 없기에 NIST(National Institute of Standards and Technology)를 통해 건강 정보에 접근하는 사용자를 전자적으로 식별하는 기술을 개발한다.
- 협조적인 비즈니스, 임상, 문화, 및 규제 환경(Supportive business, clinical, cultural, and regulatory environments): 현 HIE 환경에서의 저해 요인 (decentive)을 제거하고 상호운용성을 증진하는 분위기 및 동인(incentive)을 제공한다. 새로운 지불모델에서의 의료 IT의 역할을 정의한다. 환자들이 의무기록 사본을 요청하는 것을 꺼려하지 않도록 의료인들로 하여금 블루 버튼을 통해 환자정보의 주도권이 환자에게 있음을 주지하도록 교육한다.
- 참여 및 통제 관련 규칙(Rules of engagement and governance): ONC는 전국 수준의 건강정보 네트워크를 위한 거버넌스를 구축한

다. 거버넌스에는 알려진 두 의료인 간의 직접적인 정보 교환과 같은 단순 형태부터 의료정보를 질의 및 응답하는 수준의 복잡한 기술까지 포함한다.

3. 4차 산업혁명 구성 요소별 현황

4차 산업혁명은 보건의료 분야에 크게 4가지에 영향을 미칠 수 있다. 1) 정밀의학(Precision Medicine & Nanotechnology) 2) 유전자 편집(Gene Editing), 3) 예측 분석(preventive Medicine and e-health), 4) 인공 장기 재생 및 재생 의학(Artificial Organ Regeneration/Regenerative Medicine).

보건의료 분야는 다른 분야와 달리, 진단 및 치료의 어려움이 존재한다(이관용 등, 2016). 즉 의료 데이터 복잡성 심화 및 방대화로 인해서, 기존의 접근방식으로 통제하는 것이 거의 불가능하며, 개인에 따라 달라질 수 있는 건강 상태, 생활습관, 유전체 정보가 증상을 결정할 수 있으므로 보편적 의료가 효과가 없을 수 있다. 또한, 방대한 의료 데이터(건강검진자료, 질병자료, 전자의무기록자료, 의료영상 등의 데이터 규모의 급증)로 인해 유의미한 데이터의 선별이 어렵다. 또한, 한국 소비자원에 따르면 오진율이 증가하고 있다. 일례로 암과 관련한 오진율은 전체 오진건수(3년간 296건)의 61.7%이다. 따라서 같은 증상이지만 개인 간 차이를 고려하지 않은 보편적인 의학은 불필요한 검사나 치료의 가능성이 높고, 비용 증가를 야기할 것이다. 따라서 인공지능과 빅데이터를 이용하여 정밀의학, 유전자 편집, 예측 분석, 인공 장기 재생 등의 의료 분야에 적용할 수 있다.

가. 인공 지능과 빅데이터

2015년 미국 오바마 대통령의 정밀의료계획(Precision Medicine Initiative) 발표에서 정밀의료의 개념이 처음으로 등장했다. 정밀의료는 개인의 유전정보, 질병정보와 생활정보 등을 바탕으로 보다 개인을 세분화하여 분석하고 이를 바탕으로 개인 수준에서 가장 효과적인 최선의 치료방법을 선택한다는 것이다(한국과학기술기획평가원, 2016).

유전자와 의료 빅데이터를 이용하여 병의 예방에 초점을 맞추며, 기존에는 고려되지 않았던 개인의 생활습관을 고려한 맞춤치료를 제공하는 것이다. 하지만 맞춤의료와 정밀의료는 ICT(Information & Communication Technology) 융합 여부가 중요하다. 데이터의 볼륨이 크고 방대해, 정밀의료는 맞춤의료처럼 의사가 치료에 필요한 정보를 일일이 분석하기 어렵다. 모바일 디바이스를 통한 개인건강정보 수집뿐만 아니라 유전정보, 진료 정보까지 모두 하나의 시스템(예를 들면, 클라우드)에 모이면, 개인정보를 식별할 수 있는 부분을 제거한 후 연구기관이나 병원 관계자들이 진료 및 연구에 활용할 수 있도록 한다. 그뿐만 아니라 인공지능은 빅데이터를 활용해 분석한 내용을 바탕으로 의료진에게 치료 방법을 제안한다(한국과학기술기획평가원, 2016).

인공지능은 이미 빅데이터 분석을 활용하여 의료서비스를 최적화한다. Google의 Deepmind Health와 IBM Watson for Oncology는 환자의 데이터를 분석하고 환자의 파일, 임상 전문 지식, 외부 연구 및 데이터의 속성을 결합한 개인화된 치료 계획을 제공한다. 유전정보 및 환자의 데이터에서 패턴을 확인하고, 질병의 돌연변이와 연관성을 찾아 환자의 치료를 개인화하여 만성질환 치료의 효능을 증가시키는 데 중요한 역할을 한다. 예를 들면, 바이오 테크놀러지 회사인 Atomwise는 인공지능 컴

퓨터를 사용하여 에볼라 바이러스를 재설계하여 치료할 수 있는 의약품에 대한 가상 검색을 시작했으며, 이와 같은 인공지능 이용은 다중약물요법으로 인한 의료 시스템의 엄청난 부담을 해결해 줄 수 있을 것이다.

의료 분야의 4차 산업혁명에서의 핵심은 인공지능과 빅데이터로 대표되는 IT를 활용한 지식기반 업무의 표준화 및 자동화로 의료서비스의 품질 극대화와 비용 절감을 달성하는 것이다.

나. 데이터의 상호표준화와 운용성

이러한 혁신의 추세를 이해하기 위해 의료 분야에서 활용되는 IT 기술의 이론적인 배경을 제공한 의료정보학의 범위와 역할의 변화과정을 살펴볼 필요가 있다. 초창기의 의료정보학의 중요한 공헌은 EHR 시스템의 개발을 위한 용어표준화였다. 현재도 마찬가지로 임상용어는 각 병원마다 통일되어 있지 않아 데이터를 전자화된 형태로 저장하거나 활용할 때 호환성 문제가 발생하였으며 연구 목적 등의 2차 활용에도 제약이 있었다. 초기 의료정보학자들은 LOINC(Logical Observation Identifiers Names and Codes), SNOMED CT(Systematized Nomenclature of Medicine, Clinical Terminology) 등의 표준의료용어체계(Standard medical terminology)를 개발하는 데 있어 공헌하였으며, 이를 활용하여 실제로 임상에서 의료정보를 교환하는 정보 전송 규약(Messaging protocol)의 개발 및 표준화에는 HL7(Health Level 7)³³⁾ 등의 단체가

33) 보건의료 관련 정보의 전자적 교환을 위한 표준을 설계하기 위해 1987년 펜실베이니아 대학에 설립된 기관임. 당시 의료기관에서 회계업무, 임상검사, 환자진료시스템 등을 통합, 관리하기 위한 전산화가 확산되고 있었으며, 의료기관 내부뿐만 아니라 기관 간 전송을 위해 단일 표준에 대한 관심과 필요성이 고조되고 있었음. 처음에 14명으로 시작된 기관은 현재 한국, 캐나다, 핀란드, 독일 등 주요 국가에 국제지부를 두고 있음. 한국보건산업진흥원(2002)의 “Health level Seven과 개발도구” 인사말에서 발췌하였음.

공헌하였다.

용어표준화는 의료정보의 가장 기본적인 단위인 의료용어 단계에서 이루어지는 표준화이며 다음 단계로서 지식의 표준화 연구가 이루어졌다. 의료지식 표준화는 근거중심의학과 밀접한 관계가 있는데 근거중심의학의 적용 방법론 중 핵심 요소 중의 하나는 의료정보에 대한 접근이며 의료인이 방대한 의료지식 중에서 자신의 환자에 주어진 문제에 관련된 정보를 발견하고 자신에게 필요한 문헌을 수집, 유지하는 방법 등을 말한다. 이를 실제적으로 구현한 것이 표준 임상 가이드라인(Clinical guideline)의 개발, 보급 및 교육이며 의료정보학 분야에서는 이 가이드라인들을 전자화하고 컴퓨터가 이해할 수 있는 프로그래밍 언어 형태로 변환하며 의료 IT 시스템 상에서 실행하도록 개발하는 연구를 수행해왔다. 이는 단순히 가이드라인을 전자화된 문서로 관리하는 것뿐 아니라 전자화된 처방 등을 지시할 때 각 단계의 의사결정에 관여하는 임상 의사결정규칙(Clinical decision support rule)등을 개발하는 것으로 구체적으로는 가이드라인 개발언어(Guideline definition language), 의료 온톨로지(Medical ontology) 기반의 지식 저작, 지식관리 및 등의 관리공학 등이 있다.

최근에는 의료 IT 서비스 및 애플리케이션 수준에서의 표준화까지 시도되고 있다. 구체적으로 각기 다른 의료 IT 시스템에서 공통의 서비스와 애플리케이션을 개발하고 이를 공유할 수 있는 수준의 표준화를 구현하려는 시도가 진행 중이다. 이를 상호운용성(Interoperability)이라고 하며 사전적 의미로는 하나의 시스템이 동일 또는 이기종의 다른 시스템과 아무런 제약이 없이 서로 호환되어 사용할 수 있는 성질을 말한다. 상호운용성이 확보된 시스템 간에는 저장된 정보의 의미 있는 교환, 지식의 해석, 새로운 서비스와 애플리케이션의 호환성 보장 등으로 인해 데이터

활용을 극대화하고 개발 및 유지보수 비용을 절감하는 효과가 있다.

상호운용성의 구체적인 개념은 상업적 의료정보시스템 업체 간의 연합인 HiMSS(Healthcare Information and Management Systems Society)에서 정의하고 있다.³⁴⁾ HiMSS에서는 상호운용성을 확보하는 수준을 <표 4-2>과 같이 3단계로 구분하였다.

<표 4-2> 상호운용성 확보의 3단계

| 수준 | 목표 및 상세 |
|---------------------|---|
| Functional (1단계) | IT 시스템간의 데이터 교환에 표준화된 용어 사용 수신된 데이터를 해석하는 수준은 아님 |
| Structural (2단계) | 입상 및 Operational 의미가 손실되지 않으면서 의료정보를 교환할 수 있는 structure 또는 format을 개발 데이터의 해석이 허용됨 |
| Semantic (3단계) | 두 이기종 헬스케어 IT 시스템간의 정보 교환 및 정보의 해석, 활용이 가능한 수준 달성 |

자료: HiMSS, Definition of Interoperability.

<http://www.himss.org/library/interoperability-standards/what-is-interoperability>에서 2017. 8. 20. 인출.

의료 IT 분야에서 상호운용성의 중요성은 점점 부각되고 있는데 가장 큰 이유로는 의료 IT 시스템이 지나치게 크고 복잡해지고 있기 때문이다. 현실적으로 모든 IT 기능을 하나의 시스템으로 개발하는 것은 불가능하며 실제적인 접근은 상호운용성이 확보된 다양한 애플리케이션을 조합하여 시스템을 구성하는 것이다. 이렇게 하면 각기 다른 의료기관, 기기, 및 시스템 간에 정보를 교환하거나 통합할 때 표준적인 정보 교환 모델/규약만 준수하면 되기에 기능, 비용, 유지 보수 측면에서 합리적이다.

34) HiMSS, Definition of Interoperability.

<http://www.himss.org/library/interoperability-standards/what-is-interoperability>에서 2017. 8. 20. 인출.

또한 임상 연구 측면에서도 병원에서 수집한 의료정보에 유전체 및 모바일 데이터 등 헬스케어 관련 데이터의 통합 필요성이 커지고 있어 상호 운용성의 중요성이 더욱 강조되고 있다. 이 분야에 워낙 다양한 종류의 복잡한 데이터가 다양한 IT기기, 시스템을 통해 수집되고 각기 다른 종류의 저장소에 저장되기 때문에 데이터의 표준화가 확보된 시스템을 구축하는 것이 필수적이다.

다. 지식표준 기반의 임상 의사결정지원시스템

임상 의사결정지원시스템(Clinical Decision Support System, CDSS)은 임상에서의 의사결정을 컴퓨터로 지원하는 시스템으로서 의료정보와 의료 인공지능 활용의 꽃이라고 할 수 있다. 임상 의사결정지원시스템의 당위성은 아무리 숙련된 의료인이라 할지라도 인간인 이상 실수를 할 수밖에 없으며 이는 환자의 안전에 직결되기 때문에 이를 컴퓨터로 보완해야 한다는 것이며, 컴퓨터가 의사를 완전히 대체하는 것이 아니다(Institute of Medicine, 2000). 현대의 임상 의사결정지원시스템의 핵심은 인공지능과 빅데이터로서 이 둘은 일종의 상호보완관계에 가까우며 어느 한쪽이 부족하면 다른 한쪽도 제대로 활용하기 힘들다. 예를 들어 최근 가장 각광받는 기계학습의 한 종류인 심화학습(Deep Learning)은 인공신경망(ANN, artificial neural networks)을 기반으로 설계된 개념으로 1980년대부터 연구되었지만 최근에 와서야 실험실 밖에서도 적용 가능한 유의미한 결과들을 내기 시작하였는데, 이는 기계학습에 필요한 양의 데이터가 최근에야 빅데이터 기술에 의해 확보되었기 때문이다. 또한 인공지능을 활용하면서 발생한 데이터는 다시 수집되어 결과적으로 인공지능을 더욱 훈련시키게 되는 선순환 구조를 이룬다.

임상의사결정지원시스템에서 활용되는 의료인공지능의 종류는 매우 다양하며 음성인식, 자연어처리, 의료영상처리, 진단과 위험도 분석용 기계학습, 전문가 시스템 등이 있다. 최근에 기계학습이 가장 각광받고 잘 알려진 반면 의료현장에서 현재까지 실제로 활용되는 인공지능은 대부분 규칙기반 전문가시스템이라고 할 수 있다. 전문가시스템을 통해 진단, 치료 등의 의료행위에서 의사결정의 로직을 표준화, 전자화 및 자동화하는데 이렇게 개발된 의료지식으로는 대표적으로 임상 가이드라인 등이 있다. 근거중심의학에서 임상 가이드라인이 주로 문서화 형태로 이루어져서 의료인 교육을 통한 표준화가 이루어져 왔다면 4P의료시대에는 가이드라인이 인공지능이 이해할 수 있는 형태의 전자화된 가이드라인으로 구현된다. 이러한 전자화된 의료지식의 실행은 미국 내 상용 EHR시스템 또는 의료기관 자체개발 EHR시스템의 핵심 기능 중의 하나로서 자리매김하고 있다. 이미 상용 EHR 개발 업체(EPIC, Cerner 등)와 의료기관 내 자체 개발 시스템들은 다양한 형태의 의사결정지원시스템 기능을 탑재하고 있으며 적재적소에서 의사결정을 지원하고 있다(Roberts et al., 2009).

CPM(Care Process Model)은 미국 인터마운틴 헬스케어에서 개발한 임상가이드라인이자 표준진료모델이다. 인터마운틴 헬스케어는 의료서비스의 표준화와 품질 향상을 책임지는 최고품질책임자(Chief Quality Office, CQO)의 주도하에 1995년부터 표준의료 서비스 모델을 개발하기 시작하였다. CPM 개발팀은 1997년 헬스케어 시스템 내의 22개 병원에서의 모든 진료 프로세스를 분석한 후 condition specific, non-condition specific, 서비스 품질관련 프로세스, 관리 프로세스의 네 그룹으로 분류하였다. 이 분석의 결과로 1400개의 진료 프로세스가 환자진료와 직접적으로 관련 있는 1그룹으로 분류되었으며 이를 다시 1) 영향을 받는 환자의 수, 2) 환자의 위험도, 3) 식별된 프로세스 간의 변동 정도

(variability)의 세 기준을 고려하여 우선순위를 정하였다. 분석 결과 104개의 프로세스가 95%의 의료서비스를 차지하는 것이 알려졌다. 이후 개발팀은 이 프로세스들의 성과를 객관적으로 평가할 수 있는 지표들(가이드라인 준수율, 중간 및 최종 비용, 서비스 결과 등)과 IT 시스템을 통해 지표들을 전자적으로 수집 및 저장할 수 있는 시스템을 구축하였다.

CPM은 이후 20년간 지속적으로 관리 및 개선되면서 2017년 현재 300개 이상이 전자문서 형태의 가이드라인으로 보급 및 활용 중이며 60개 이상의 프로세스를 전자적으로 측정 및 평가하고 있다. 각 분야별로 CPM을 저작, 보급, 및 개선하는 부서인 Clinical Program에는 임상과 IT 양쪽 분야 전문가들인 분석가(Clinical analyst)들이 데이터베이스로부터 추출한 환자정보와 전미표준 임상가이드라인을 분석하여 최적의 가이드라인을 개발, 유지 및 개선하고 있다.

CPM이 기존의 임상 가이드라인과 차별화되는 점은 데이터 기반 가이드라인이라는 것이다. 이 데이터의 원천은 인터마운틴의 통합 임상 데이터베이스인 EDW(Enterprise Data Warehouse)이며 1998년 개발되어 지금까지 의료시스템 내의 모든 병원과 클리닉에서 사용되는 EHR로부터 수집된 각종 입원/외래 환자 정보가 저장하고 있다. 2017년 현재 오라클 10G기반으로 10,000개 이상의 관계형 데이터베이스 테이블에 800억 라인 이상의 진단검사, 수술, 치료, 처방, 비용 등의 데이터가 저장되었으며 월평균 100,000건의 쿼리(질의)를 처리하고 있다.

초기의 CPM은 특정 질환에 대한 진단과 치료의 의사결정과정을 흐름도로 표현한 문서 형태로 작성되어 그림 5과 같이 PDF(Portable Document Format) 형식의 파일로 배포되고 교육되었다. 2016년부터 인터마운틴은 CPM의 전면적인 전자화와 자동화 프로젝트를 시작하였으며 현 EHR 시스템인 iCentra 시스템과 통합하여 자동화, 전자화, 의사결

정지원, 분석까지 일원화하는 작업을 진행하고 있다. 인터마운틴은 CPM을 EHR 시스템에 전자적으로 구현하기 위해 CarePathway를 개발하였다. CarePathway는 환자정보를 자동으로 읽어 들인 후 CPM 로직에 따라 상태를 진단하고 추가적인 입력정보가 필요한 경우에는 의사에게 요청하며 그 결과로 그림 6과 같이 적정 치료안을 권고한다. CarePathway를 통해 진단 및 치료된 환자의 내역은 EDW에 저장되어 이는 다시 의로지식 및 서비스를 개선하기 위한 데이터로 활용된다. 전자화된 CPM의 도입효과는 의료서비스가 표준화되고 실수를 방지하며 의료품질의 측정 및 통계적 관리가 가능하다는 것이다. 또한 표준화된 서비스 제공으로 인해 의료의 시공간 경계의 확장이 예상된다. 즉, 같은 종류의 질환을 갖고 있는 환자는 같은 CPM 기반으로 균등한 품질의 의료서비스를 받게 될 가능성이 높다. 이 사례가 축적되면 CPM의 효과를 정량적으로 측정할 수 있고 이는 임상성과연구(Clinical outcome analysis)에 직접적으로 활용할 수 있다.

CPM의 향후 계획은 CPM을 성과보상 지불제도(Value based payment 혹은 Outcome based payment)와 통합하는 것이다. 성과보상 지불제도는 기존의 의료행위 각각에 비용을 지불하는 것이 아니라 환자가 경험한 주관적 결과 혹은 환자의 건강 결과를 측정하여 이에 대한 비용을 지불한다는 개념이다. 이를 구현하기 위해서는 객관적인 의료서비스의 질을 평가하는 것이 필수이다. CPM은 표준화된 의료서비스모델이므로 CPM의 활용 또는 준수 내역은 직접적으로 의료서비스의 품질을 측정하는 기준이 된다. 즉 CPM은 의사가 “적합한 치료”를 행했다는 평가기준으로 활용할 수 있으며 행위 기반 지불이 아닌 가치 기반 지불시스템을 구현할 수 있는 토대가 된다.

구체적인 사례로서 인터마운틴의 Shared Accountability(SA)는 근

거 기반의 최적화된 치료를 지향하는 제도로써 그 방법으로 성과보상지불제도와 CPM을 연동하였다. SA는 근거 기반의 최적화된 치료를 지향하고, 환자 주도의 건강관리 및 증진 참여를 독려하며, 금전적 인센티브와 결합하여 고품질 의료서비스 보상이라는 구체적인 목표하에 환자, 의료보험 가입자, 의료기관, 의사, 보험회사 및 지역사회가 모두 참여하는 개념이다(Zimmerli, 2013). 기본적인 SA의 설계개념은 높은 품질과 가치의 의료서비스(right care)를 제공하는 병원과 의사에게 금전적으로 배상하는 것이다. 이를 위해 생산성, 품질, 서비스 및 토털 코스트를 측정하여야 하며 CPM에 따른 표준화된 치료 여부를 SA 지불시스템의 인센티브를 결정하는 기준으로 삼을 예정이다.

라. 임상 연구를 위한 데이터 연계와 활용

HL7과 FHIR가 임상 용도의 의료정보 교환 규약이라면 연구 목적의 데이터 표준화와 상호운용성에는 OMOP(Observational Medical Outcomes Partnership)가 공통 데이터 모델(Common Data Model, CDM)이 주도하고 있다. CDM이란 서로 다른 EHR에서 나오는 데이터를 일정한 규약에 의해 동일하게 정의한 후 비식별화하여 임상연구를 위한 데이터로 활용하는 방법론이다. 이 CDM을 준수하는 한 기관, EHR 시스템, 국가의 제약 없이 대규모의 임상연구를 수행할 수 있다.

OMOP 산하의 OHDSI(Observational Health Data Sciences and Informatics) 컨소시엄은 CDM을 기반으로 오픈소스 툴을 개발하고 분산형 연구망 구축을 목표로 하는 국제 표준화된 개방형 플랫폼이다(Hripcsak et al., 2015). 현재 전 세계 12개국 160개 이상의 기관이 참여하며 6억 명 이상의 데이터를 변환하여 활용하고 있다. 우리나라에서

는 아주대학교 의료정보학교실 등이 대표적으로 참여하여 활발히 활동하고 있다.

CDM의 범위는 환자의 치료과정에 관련된 모든 데이터(observational health data)이며 이를 이용해 의료에서의 개입(intervention: 투약, 진단, 처방, policy 변화 등)과 이에 연관된 결과(outcome: 환자 상태 변화, drug exposure 등) 간의 관계를 규명 및 평가하는 것이다. 특히 표준화된 콘텐츠를 바탕으로 병역, 치료 효과, 인구집단의 특성, 진료과정의 비교 가능 및 재현 가능한 결과가 나올 수 있도록 한다.

CDM의 설계 원칙은 다음과 같다.

- CDM은 진료보다는 연구에 최적화된 모델이다.
- 환자의 식별 가능한 정보는 제한하여 개인정보를 보호한다.
- 환자 중심의 관계형 데이터 모델 기반이다.
- 각 도메인은 Entity - Relation 형식, 나머지 데이터는 Entity-attribute-value 형식으로 설계되었다.
- 표준 용어를 사용한다.
- 기존의 표준용어를 재사용한다.
- CDM으로의 매핑 이후에도 원본 데이터를 보존하여 정보의 손실을 방지한다.
- 기술 중립성을 지켜 특정 기술을 강요하지 않는다.
- 수천만 명, 억 단위의 데이터를 수용 가능하도록 설계되었다. (Scalability)
- CDM이 업그레이드되면 각 버전의 차이와 변경내역을 상세 기재하여 데이터를 새 버전으로 변환 시에 손실이 발생하지 않도록 한다.

4. 민간 분야 보건의료 관련 4차 산업혁명 대응 현황

가. 건강 관리를 위한 어플리케이션

1) SMART(Sustainable Medical Application Resource and Technology)

SMART(Sustainable Medical Application Resource and Technology)는 하버드 의대와 보스턴 아동병원(Boston Children's Hospital)에 의해 개발되었으며, 다양한 의료 IT 시스템에서 개발업체에 종속적이지 않고 상호운용 가능한 헬스케어 애플리케이션을 개발할 수 있도록 만들어진 오픈 플랫폼이다. iOS와 안드로이드와 마찬가지로 SMART에서는 플러그 앤 플레이 기반의 헬스케어 애플리케이션을 개발할 수 있는 마켓플레이스를 지원한다. 장기적으로 개방형, 표준기반, 서비스 기반 아키텍처 플랫폼을 통해 상호운용 가능한 헬스케어 애플리케이션을 개발하는 것이 목표이다. 인터마운틴 헬스케어, HP(재향군인병원 대표), Harris 시스템 등의 기관들이 애플리케이션 개발에 주도적으로 참여하고 있으며 2014년 첫 테스트 시스템인 SMART 클래식이 각 기관에 의해 개발된 6개의 애플리케이션과 함께 발표되었으며 2017년 현재 41개의 애플리케이션이 온라인 마켓에 등록되어 있다.

SMART는 FHIR 프로필, 애플리케이션 서버, 인가 서버, API 서버, FHIR 데이터 인증, 사용자 환경, 백그라운드 서비스 등의 FHIR의 주요 요소들로 구성되어 있으며 따라서 이 플랫폼을 SMART on FHIR라고도 한다. 즉 SMART on FHIR 시스템은 SMART 애플리케이션들을 구동할 수 있도록 FHIR 스펙(FHIR 프로필, OAuth2, OpenID Connect) 기반으로

개발된 의료 IT 시스템이다. 이 중 OAuth2는 사용자 인증을 위한 웹 표준으로서 핵심 기능은 의료인 또는 환자인 사용자가 서드파티 애플리케이션을 사용할 때 EHR과 같은 서비스 제공자로부터 데이터에 접근할 수 있도록 해준다. OpenID Connect란 사용자 인가(Authentication)을 위한 웹 표준으로서 OAuth2를 기반으로 사용자는 외부 인증 제공자를 통해 애플리케이션에 접근할 수 있다.

이중 FHIR 프로파일은 SMART에서 동작하는 애플리케이션들이 사용하는 데이터의 공통 모델이다. SMART에서는 각 업계의 베스트 프랙티스와 의미적으로 상호운용 가능한 프로파일을 개발하여 SMART 인증 프로파일로 배포하였다. 코딩 용어표준은 Meaningful Use 2 단계 기준으로 랩 수치에는 LOINC를, problem에는 SNOMED CT, 처방에는 RxNorm을 도입하였다. SMART의 사용자환경은 HTML5 웹 표준을 준수하며 최신 브라우저 및 모바일 환경을 수용 가능하도록 하였고 iOS, 안드로이드 등에서 모바일 애플리케이션으로도 동작 가능하다.

2) HSPC(Healthcare Services Platform Consortium)

HSPC는 의료정보와 서비스의 표준 확산을 추구하는 해외 우수 의료정보 업체들의 컨소시엄으로서 2014년에 인터마운틴 헬스케어와 해리스(Harris Corporation)의 주도로 설립되었다.³⁵⁾ HSPC는 의료기관 주도, 비영리, 멤버십 기반의 조직으로서 재활용 및 공유 가능한 헬스케어 서비스 플랫폼을 개발하는 것을 목표로 하고 있으며 미재향군인병원(Veterans affair hospital)과 EPIC, Cerner, Allscripts 등의 EHR 업

35) Healthcare Services Platform Consortium. available at <http://hspscconsortium.org>에서 2017. 8. 10. 인출.

체들도 다수 참여하고 있다.

HSPC의 목표는 단기적으로는 Application Programming Interface(API)의 표준화를 통해 플러그 앤 플레이(Plug'n Play) 및 상호운용성이 보장된 헬스케어 애플리케이션 마켓(앱스토어)을 개발하는 것이다. 장기적으로는 개방형, 표준기반, 서비스 기반 아키텍처와 비즈니스 프레임워크를 통해 헬스케어 분야의 애플리케이션 개발을 촉진하는 것이다.

HSPC의 주요 역할은 다음과 같다.

- 상호운용 가능한 서비스를 위한 표준 데이터 모델, 용어체계, 보안, 인증, 전송규약 등을 선별한다. 개방된 라이선스 정책 기반으로 공개 및 배포하여 선별된 모델과 개발가이드의 사용을 독려한다.
- S/W의 테스트, 준수 여부의 평가, 인증 서비스를 제공한다.
- 이 표준서비스들을 참여업체들의 데이터베이스와 인프라스트럭처에 적용할 수 있도록 지원한다.

HSPC의 서비스 모델은 FHIR를 기반으로 개발되며, 데이터 모델은 임상 상세 모델(Clinical Element Model)과 CIMI 모델(Clinical Information Modeling Initiative)을 활용한다(Oniki et al., 2016). 용어체계로는 LOINC, SNOMED CT, RxNorm, HL7 테이블 등을 활용하고 있다. EHR 통합에는 SMART(Sustainable Medical Applications and Reusable Technology)를 지원한다.

나. 정밀 의학

1) MyCode Community Health Initiative

Geisinger Health System은 펜실베이니아 중심 지역에 위치한 병원 그룹이다. 2006년 Geisinger 병원에서는 연구 목적으로 환자의 혈액, 조직, 시액 등을 바이오뱅크에 모으기 시작하는 MyCode Community Health Initiative를 시행한다. 훗날 누적된 바이오뱅크 데이터와 EHR 데이터베이스와 연동하여 정밀의학을 수행하고자 Geisinger 병원은 2006년부터 조기에 환자의 동의를 받으면서 데이터를 모으기 시작한다. 대도시 지역에 위치한 다른 병원들과 달리 펜실베이니아는 비교적 시골이라 환자의 거주지 이전 등 이동이 적어 안정적으로 데이터를 확보할 수 있었다. 또한 환자의 프로젝트 참여율이 높다는 것도 빼놓을 수 없는 장점이다. 캘리포니아나 뉴욕 등 대도시에서 병원에서는 환자들이 10% 내외만 연구 참여에 동의를 하지만 이 곳 Geisinger 병원에서는 환자들이 평균 85%나 연구 참여에 동의한다는 것이다. 아무래도 시골 사람들이 도시 사람들보다 더 협조적이기 때문이라고 전문가들은 해석한다. 또 한 가지 특이한 점은 MyCode 프로젝트에 참여한 환자들이 해가 지날수록 기하급수적으로 증가하는 것이다. 이는 PMI가 2016년부터 5년 동안 백만 명 코호트 데이터 모으는 것이 목표라면 Geisinger의 MyCode 프로젝트는 이미 정밀의학을 수행 할 데이터를 모을 수 있는 인프라를 이미 구축했고 유전체 데이터가 생산될 준비가 되어 있음을 의미한다.

2) DiscovEHR 코호트 스터디

MyCode 바이오뱅크에 저장되어 있는 환자의 혈액 및 생체시료들은 미국의 제약회사인 Regeneron로 보내져서 Whole Exome 시퀀싱 데이터가 생산되고 있다. 즉, Geisinger 병원은 환자 자료와 혈액 등 시료를 제공하고 얻어진 환자들의 유전자 정보를 기반으로 여러 가지 질병에 대한 연구 수행뿐만 아니라 환자들을 위한 정밀의학이 가능하게 되었고, Regeneron 기업은 신약 개발을 위한 환자의 EHR 데이터와 유전자 정보를 활용할 권리는 갖는 것이다. 이를 Geisinger 병원과 Regeneron 기업의 협력 프로젝트인 DiscovEHR 코호트 스터디라고 한다. DiscovEHR 스터디는 Geisinger 병원에 축적되어 있는 130만 명의 EHR 정보를 가진 환자들 중에 매년 약 5만 명씩, 5년간 25만 명의 Whole Exome Sequencing 데이터를 확보하는 것을 목표로 2014년에 시작이 되었다. 그 중에 현재 약 16만 명으로부터 유전체 분석 참여 동의를 받았으며 최근에 14년간 축적된 EHR 데이터 기반으로 약 8,000여 건 이상의 표현형 데이터가 연결된 92,815명의 엑솜 시퀀싱과 GWAS 데이터 생산을 완료했다. 단일 기관으로 전 세계 최대 규모의 정밀의학 사업이라고 볼 수 있다. 현재도 일주일당 1,650명의 속도로 엑솜 시퀀싱 데이터가 생산되고 있다.

DiscovEHR 스터디의 핵심은 전자건강기록(EHR)이다. EHR에는 환자의 건강 관련 모든 정보가 담겨 있다. 심지어 CT, MRI 등 이미징 데이터도 포함되어 있다. 따라서 EHR 데이터를 연구 목적으로 사용하기 이전에 윤리적 이용과 환자 동의가 필수이다. 이후에 연구자들은 환자의 EHR에서 각종 질병의 진단/임상 변수들과 여러 가지 검사 결과를 얻을 수 있다. 그리고 병원에서 채취한 환자의 혈액을 통해 생산된 유전자 데이터를

분석할 수 있다. 수년 혹은 수십 년 후 어떤 환자에게 어떤 질병이 생겼을 때 어떤 유전자가 관여하는지 밝혀낼 수 있다. 환자가 아닌 일반 사람들을 대상으로 역학 연구를 통해 질병의 원인을 규명하는 방식보다 훨씬 효율적인 패러다임을 제시하게 된 것이다.

약 8000건의 표현형 정보가 연결된 5만여 명의 엑솜 데이터를 1차 분석해서 DiscovEHR 코호트 데이터에 대한 논문이 사이언스에 게재되었다. 약 5만 명의 엑솜 데이터를 분석해 보니 약 18만 개의 Loss-of-function(LoF) 변이가 발견 되었으며 이 중에서 curated LoF 변이를 지니고 있는 1,415명 중 3.5%인 49명에게서 ACMG에서 정한 56개의 유전자와 Geisinger에서 20개의 유전자를 더 추가해 76개의 clinical-actionable한 유전자의 변이를 지니고 있었다. 기본적인 유전형-표현형 데이터들은 “DiscovEHR Browser”를 통해 공개되었다 (DiscovEHR, Vol 2017.)

3) Return-of-results 프로그램

Geisinger 병원에서 EHR을 기반으로 질병 관련 유전자 데이터를 확보하는 작업은 유전자의 기능을 알 수 있는 가장 비용 효과적인 방법이란 점에서 의미가 있다. 실제 2014년 시작된 DiscovEHR 스타디의 데이터를 통해서 지금까지 New England Journal of Medicine(NEJM)이나 사이언스 같은 저명한 학술지에 수십여 편의 논문들이 실리고 있다. 이는 학술 발전에도 기여를 하고 있다는 뜻이다. 그렇다면 이 프로젝트에 참여한 환자는 무엇을 얻게 될까? Geisinger 병원에서 제공하는 Return-of-results 프로그램을 통해서 MyCode에 참여한 환자가 질병 관련 유전자를 보유하고 있다는 것이 밝혀지면 환자에게 바로 통보가 된다. 이때 성

인은 결과를 본인의 결정에 의해서 받아갈 수가 있지만 미성년인 아이들의 경우는 진단 결과를 어떻게 전달해야 하는지에 대해서는 이슈가 있다. 시행 된 설문 조사 결과 전문가 그룹의 의견은 유전체 진단 결과가 만약 actionable한 질병 진단 결과라면 성인에 국한해서 결과를 줘야 한다고 한 반면 아이의 부모의 경우는 actionable 하든 안하든 모든 결과를 부모가 받기를 원했다. 대부분의 청소년들은 성인이 될 때까지는 결과를 받지 않기를 원했다고 했다. 실제로 지금까지 76개의 임상적으로 유의한 유전자들의 변이를 가지고 있는 408명의 환자들에 결과가 통보가 되었다. 이들 중 많은 환자 분들이 유전자 데이터 기반으로 해당 질병에 대한 자세한 검사 등을 통해서 조기에 질병이 발견되어 효과적인 치료를 받고 있거나 질병에 걸리지 않도록 미리 예방을 하는 데 노력을 기울이고 있다.

4) DiscovEHR 코호트의 교훈

오늘날 정밀의학의 시작은 빅데이터 속에 파묻혀 허우적거리는 모습을 연상케 한다. 지금 같은 속도라면 무서운 속도로 방대한 EHR 데이터뿐만 아니라 유전자 분석 결과들이 누적 될 것이다. 그런데 인간 유전체 염기서열이 밝혀진 후 10여년이 지난 지금도 유전자가 구체적으로 몸에서 무슨 역할을 하는지에 대해서 아직도 모르는 것이 너무 많다. DiscovEHR 연구는 단일 기관 최대 규모의 유전체와 EHR 데이터가 결합이 되어 대규모 인구집단 및 가족 그리고 다양한 임상 표현형 데이터를 기반으로 어떻게 효율적으로 다양한 연구를 진행할 수 있는 기회를 제공한다. 그리고 그 연구 결과들은 환자의 헬스케어에 도움이 되도록 사용되고 있고, 병원의 연구진과 의사들은 임상적으로 유의한 유전자와 질병의 수를 조금씩 늘려 가고 있다. DiscovEHR 스터디는 미국에서 향후 백만 명 코호트가

수집이 되면 어떻게 효율적으로 정밀의학을 수행할 수 있는지에 대해 배울 수 있는 좋은 프로세스를 보여주는 EHR 결합 유전체 코호트 프로젝트이다.

제2절 주요국의 4차 산업혁명과 보건의료체계 개편 현황

4차 산업혁명에 대응하여 국가들은 각각의 국가들이 우위에 있는 분야를 중심으로 플랫폼을 구축하고 표준화를 진행하여 효용성을 높이고 있다. 일본은 4차 산업혁명을 기반으로 한 혁신을 통해 노동력감소 및 저성장 등 일본의 사회문제를 해결하기 위한 국가 단위의 어젠다를 설정하였으며, 로봇 및 빅데이터와 연계하여 플랫폼을 구축하는 데 주력하고 있으며(Ministry of Economy, Trade, Industry(일본경제산업청), 2016). 중국은 제조2025³⁶⁾을 기반으로 내수시장 활성화 및 10대 중점 분야 육성을 목적으로 하며, 제조 혁신을 위한 제조업 정보화 및 인터넷 플랫폼 등의 정보 인프라 구축에 집중하였다(한국보건산업진흥원, 2016).

1. 일본

일본 경제산업청은 첨단 기술과 빅데이터 및 모바일 서비스를 통해 다양한 보건의료 분야의 발전을 활성화하고 산업을 창출하여 국가 경쟁력을 강화하는 것을 목표로 하는 국가 전략인 ‘일본재흥전략(2013)’을 발표하였다. (Ministry of Economy, Trade, Industry(일본경제산업청),

36) 4차 산업혁명에 대응하기 위해 중국 국무원을 중심으로 산업부와 과학부가 참여하여 수립한 국가단위의 전략(한국보건산업진흥원, 2016).

2016). 일본은 경제위기와 노동력 감소 문제를 해결하는 방안의 일환으로 고부가가치산업 중 하나인 ICT 융합 의료산업을 지목했다. 혁신적 신약과 의료서비스를 글로벌 시장을 선점할 수 있는 고부가가치 산업으로 발전시켜 일본 경제성장을 견인해야 한다는 당위성을 강조하였다(Ministry of Economy, Trade, Industry(일본경제산업청), 2016). 이와 더불어 '세계 최첨단IT국가 전략'(World's Most Advanced IT Nation)을 수립하고 정보통신기술을 의료 분야에 도입하여 정보를 효율적으로 활용할 수 있는 네트워크를 촉진했다(Ministry of Economy, Trade, Industry(일본경제산업청), 2016).

국가 전략 특구 내에 유치한 기업에 대해서는 세제에 대한 혜택을 제공하고 재정 지원도 동시에 제공한다. 나아가, 해당 특구에 대해 규제 특례를 활용하여 기술 개발의 인프라를 구축하는 데에 노력을 기울이고 있다(Ministry of Economy, Trade, Industry(일본경제산업청), 2016; 산업연구원, 2017). 실패확률이 높고 장기적인 투자가 필요한 ICT 의료산업의 특성을 고려하여, 과학기술 예산 500억 엔 중 35%에 해당하는 175억 엔을 보건의료 연구개발에 사용하는 등 기술의 중요성을 강조하고 있다.

일본재흥전략의 중요한 축이라 할 수 있는 빅데이터의 효과적인 활용을 통한 경제 성장을 위하여 개인정보 보호 가이드라인을 마련했다. 또한 정보 통신 기술의 발전과 맥을 같이 하기 위해 개인정보 보호 관련 가이드라인을 마련했다(Ministry of Economy, Trade, Industry(일본경제산업청), 2016; 산업연구원, 2017). 2013년에 승인되어 구축된 사회보장/조세번호 시스템을 의료시스템에도 도입하기 위해 사용 범위에 관한 법률을 제정하였다(Ministry of Economy, Trade, Industry(일본경제산업청), 2016).

일본은 2015년부터 국가 및 민간 기업들이 인공지능 연구 투자를 본격

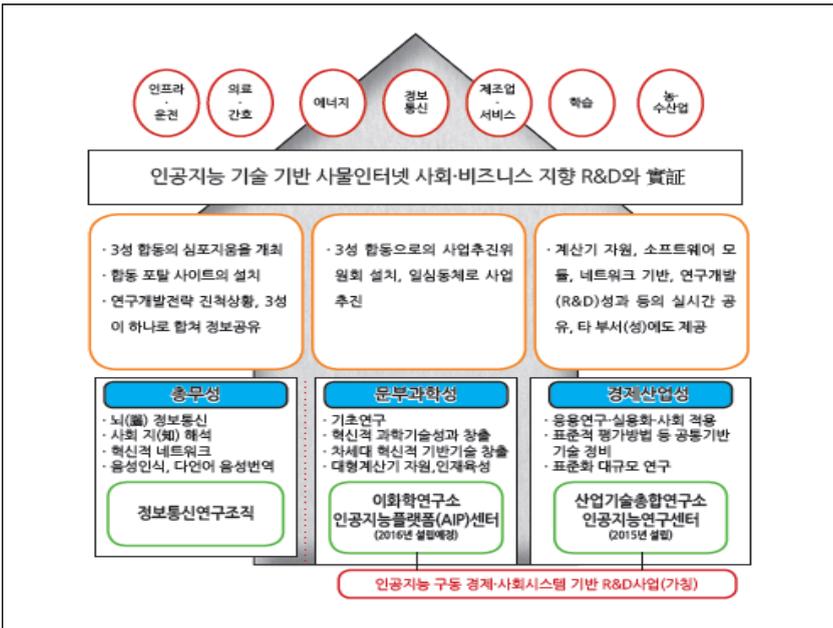
적으로 시작하였으며, 2016년을 인공지능 원년으로 생각하고 있다. 일본은 인공지능 연구개발에 정부 기관인 총무성, 문부과학성 그리고 경제산업성이 앞장서고 있다. 총무성은 인공지능이 인간의 능력을 30년 안에 초월할 것으로 예상하고 2015년에 인공지능화가 가속화되는 ICT 미래상에 관한 연구회를 발족했다. 이 연구회는 인공지능의 발전 가능성과 영향을 전망하고, 국제적인 경쟁력을 강화하는 데 그 목적이 있다. 연구회는 공학뿐만 아니라 인문학 등의 다양한 영역의 전문가들로 구성되어 있다. 주요 의제는 인공지능으로 인한 사회에 미치는 영향, 인공지능 산업 전개 및 국제경쟁의 전망, 정책방안 등이다(김병운, 2016).

경제 산업성은 2015년에 인공지능 R&D, 실용화, 기초연구 간의 교류를 위해서 인공지능연구 센터를 설립했다. 이 센터는 전임연구원, 객원연구원 등 100명이 넘는 연구 인력이 있다. 문부과학성은 2016년 기초연구, 새로운 과학기술과 차세대 기반기술의 창출, 인재육성 등을 목적으로 인공지능 통합 연구개발 거점 센터를 도쿄의 변화가에 설립했다. 또한, 도쿄대학을 중심으로 공립 대학과 사립 대학에서 부족한 인력을 확보할 계획이다. 일본의 인공지능 연구개발 투자는 미국 보다 열세를 보이고 있지만, 최근에 투자액을 2015년 이전에 7000만 달러에서 2016년에 1억 70100만 달러로 1억 달러 정도를 확대하였다.

일본의 민간 기업은 더욱 공격적으로 인공지능에 투자하고 있다. 2015년에는 리크루트 홀딩스의 기술연구소가 인공지능 연구소로 개편되었고, 세계적으로 인공지능의 세계적 권위자를 영입하였다. 또한 이 기술연구소는 미국의 실리콘 벨리로 옮겨 구글에 데이터 관리를 맡겼다. 일본은 ICT와 인공지능의 융합을 위해 먼저 의료정보 수집과 관리 일원화로 의료서비스 효율성을 증대하고 있고, 일본재흥전략의 한 축인 효과적인 데이터 활용을 통한 경제부흥을 위해 2014년 개인정보보호법을 개정하

였고, ICT 발전에 따라 개인정보보호와 데이터의 사용을 위한 규제 및 가이드라인을 제시하였다.

[그림 4-3] 일본 인공지능 연구개발 체계



자료: 김병운. (2016). 인공지능 기술 발전에 따른 우리나라의 현안 진단 및 정책적 시사점. p. 26 그림 3.

2. 중국

중국의 인공지능 산업은 정부의 적극적인 장려 정책과 함께 시작되었으며, 대표 정보기술(IT) 기업인 바이두, 알리바바, 텐센트를 중심으로 성장하고 있다. 보고서에 따르면 2015년 인공지능에 투자하고 있는 중국 기업은 48곳이며 투자 규모는 14억으로 전년 대비 71.4% 이상 증가했다(한경BUSINESS, 2016). 또한 2020년까지 중국의 인공지능 시장 규모

는 91억 위안까지 커져 세계 시장 점유율의 10%를 차지할 것이라고 전망했다.

중국 기업들 중에서 바이두는 대표 인공지능 관련 기업이다. 바이두는 구글이 추진하고 있는 인공지능, 빅데이터, 무인 자동차 등의 대부분의 사업을 정부의 보호 아래 진행하고 있다. 바이두는 2014년에 미국의 실리콘밸리에 3억 달러를 투자해 200명의 연구 인력을 수용하는 인공지능 연구소를 세웠다. 2015년 인공지능을 탑재한 가상 비서 로봇 “두미”를 공개하는 등 딥러닝과 융합한 API 개발을 서두르고 있다. 또한 바이두가 2015년에 제안한 차이나 브레인 프로젝트는 대규모 인공지능 개발 프로젝트로 범국가적 지원을 통해 인공지능 최강국을 목표로 하고 있다. 또한 이 프로젝트는 정부가 국립연구기관과 기업들에 산재한 관련 연구를 빨리 통합해 관리하는 효율적인 시스템을 구축하는 것이 필요하며 단계적 전략으로 미래 핵심 기술을 선정하고, 연구의 효율성을 제고하기 위해 연구 인력과 연구 정보 공유를 위한 플랫폼을 국가가 제공해야 한다고 제시하였다(김병운, 2016).

3. EU

유럽 연합은 인간의 뇌에 대한 종합적인 연구를 통하여 인간 행동에 대한 이해, 뇌 질환의 치료법 획득, 혁신적인 정보통신(ICT) 기술 개발 등이 가능하다고 보고 있다(EU, 2012). 향후 신기술 분야를 유럽연합이 주도하기 위해서는 ICT 기반의 뇌 연구를 전략적으로 추진하여야 하며 이를 위한 연구개발 플랫폼을 구축하기 위한 인간 뇌 연구 프로젝트를 추진하고 있다.

인간 뇌 연구 프로젝트의 세부 과제는 아래 그림에서 보는 바와 같이

신경 과학, 의학, 컴퓨팅 기술에 의한 어플리케이션, 신경과학 및 임상연구의 가속을 위한 통합형 ICT 플랫폼 개발, 뇌 활동영역 간의 관계를 파악하는 모델 개발, 일반화된 뇌 지도를 위한 필수적인 데이터 생성이다. 이 프로젝트는 10년간(2013-2023년) 10억 유로를 투입하여 추진되고 있다. 추진 목표는 서로 다른 학문 영역들로 데이터와 지식을 통합하여 뇌에 대한 이해와 치료방법 및 뇌처럼 작동하는 컴퓨팅 기술들을 확보하는 것이다. 또한, 인간의 인지 형태를 프로그램화하여 향후 인간의 지식 처리 형태를 가진 인공지능을 개발하는 것이다.

유럽연합은 의료기술 발달로 동시에 발생할 수 있는 문제인 사생활, 개인 정보보호문제를 해결하기 위한 연구를 동시에 장려 추진하고 있다. 국가 수준에서의 우선순위, 개인정보보호의 중요성 등 여러 과제의 균형을 맞출 수 있도록 제도와 정책 개선에 힘쓰고 있으며 국가 수준의 위기와 문제에 대응하기 위해 유럽연합 규칙의 명확성과 일관성을 향상시키고 있다. 아울러 유럽 국가는 의사와 환자, 병원 모든 이해 관계자가 동시에 인증했을 때 비로소 개인 정보가 열람되는 3중 보안 시스템을 활용한 PHR(personalized health record) 시스템을 도입했다. 또한, 영국은 ICT의 인공지능의 융합을 위해서 Care.data 프로그램을 만들어서 의료인의 의료행위로 발생한 개인의료기록을 국가서버에 저장하고 익명화하여 국가 보건의료 통계 및 임상자료 등으로 활용 가능성을 극대화 하고 있다. 또한 개인의 건강정보들을 수집·활용하여 질병 예방과 진단, 치료를 가능케 했으며 결과적으로 의료의 안전과 질 제고를 달성하고 있다.

영국은 보건의료 빅데이터 통합센터를 설립하고 보건의료 데이터뿐만 아니라, 사회복지 부문을 넘어 공공 부문을 아우르는 데이터를 관할·관리할 수 있도록 하고 있다. 아울러 수요에 따라 데이터를 수집, 분석하고, 국민 공개에도 힘쓴다. 영국에서는 DeepMind 헬스라는 서비스가 주목

받고 있다. 이는 의사들이 보다 정확한 진료를 제공하도록 인공지능이 환자의 상태를 데이터를 활용해 객관적으로 분석해서 조언해주는 서비스이다. 그 대상이 암 환자에 국한된 왓슨보다 활용가능성이 높다고 할 수 있다. 영국 정부는 차세대 의료 발전에 총 1,800만 파운드를 투입하여 박테리아 모니터링, 감염 경로 확인이 가능한 치료제 개발 등 다양한 차세대 진단 및 치료법 개발을 지원하였다(NOST, 2016). 빅데이터 활용과 관련하여 영국은 2013년 한화 약 2조 원 규모의 예산을 투입해 보건의료 빅데이터 통합센터(HSCIC: Health & Social Care Information Center)를 설립해 의료 데이터를 수집·분석하여 의료서비스를 개발하였다(대외경제정책연구원, 2016). 또한 유전체 정보를 수집해 해당 정보를 개인 의료정보와 결합하여 맞춤형 진료를 개발하고 이를 상업화하기 위한 ‘Genomics England’라는 국영기업을 설립하였다. 또한 영국은 보건의료 분야 신사업 기업을 육성하고 투자를 확대하는 데에 집중하고 있다. 해당 기업들이 지식을 적극적으로 공유할 수 있도록 생태계를 조성하는 데에 주력하고 있다(NOST, 2016; 대외경제정책연구원, 2016).

제3절 글로벌 IT 기업의 건강서비스 시장 대응 현황

전통적 헬스케어 기업이 아닌 구글, 애플, 마이크로소프트와 같은 IT기업들이 의료서비스 시장에서 새로운 플랫폼과 솔루션, 생태계 구성을 통해 또 다른 거대한 디지털 시장의 선점을 노리고 있다. IT 기업들이 각축을 벌이는 영역은 의료 데이터(건강정보 관련 빅데이터) 수집 및 확보 부분이다.

인공지능 기술 적용에 앞서 알고리즘의 학습을 위한 데이터, 즉 환자들

의 건강 상태와 다양한 사례를 확보하는 것이 차별화의 핵심이다. IT 기업들은 사용자로부터 건강 관련 데이터를 수집하고 의료 데이터를 확보하거나 관련 기업의 인수를 공격적으로 추진하고 있다.

1. 애플

애플은 헬스킷과 케어킷, 리서치킷을 통해 다양한 앱 개발 환경 제공과 사용자 건강 데이터를 수집하고 있다.³⁷⁾ 헬스킷을 기반으로 다양한 의료 데이터를 수집하여 관리하고 있으며, 이를 전자의무기록(EMR) 시스템과 연계하여 미국의 대형병원까지 전송하면서 의료서비스에서 다양한 접근을 하고 있다.³⁸⁾ 또한 의료기관(메이요 클리닉 등), 미국 최대의 EHR 기업인 에픽 시스템과 연계해 사용자들이 측정한 데이터를 의료서비스까지 연계하고 있다.

듀크 대학, 스탠퍼드 대학과 협력해 스마트 혈압계와 혈당계를 통해서 만성질환 환자 관리를 위한 스마트폰 기반의 플랫폼이 효과적인지에 대한 검증을 진행했으며, 2015년에 미국의 선도 병원 23개 중 총 14개 병원이 헬스킷을 활용한다고 발표했다.³⁹⁾⁴⁰⁾ 2016년 3월에는 개발자나 의료기관이 환자의 건강을 관리할 수 있는 앱을 개발하기 위한 케어킷(CareKit)을 발표했으며, 케어킷은 아이폰 앱을 통해 헬스케어 연구 데이터를 수집하는 오픈소스 플랫폼인 리서치킷(ResearchKit)과 연동된다. 케어킷을 통해 사람들은 약을 먹거나 물리 치료를 받는 것과 같은 개인의 건강관리 계획에 대한 앱을 만들 수 있고 아이폰이나 애플워치의 센서를 통해 자동으

37) <http://fortune.com/2016/03/21/apple-carekit/>

38) <https://developer.apple.com/healthkit/>

39) <http://www.apple.com/healthcare/products-platform/>

40) <http://fortune.com/2016/03/21/apple-carekit/>

로 데이터를 수집하여 기존의 건강 관련 행위를 추적할 수 있다.

텍사스 메디컬 센터와 함께 외과의사가 수술 후 환자 관리를 위한 앱을 개발하고 있으며, 파킨슨 병 환자의 투약 효과를 모니터하는 앱을 제작하였다.

리서치킷을 통해 파킨스 병 환자들에 대하여 세계에서 가장 규모가 큰 연구가 수행되고 있으며, 미국 50개 주에 걸쳐 천식 유발자를 규명하기 위해 연구 데이터를 수집하기도 하고 당뇨병환자의 데이터를 통해 검증을 진행하고 있다.⁴¹⁾ 이와 더불어 애플워치에서 헬스케어 기능을 점점 더 강화하고 있다. 얼라이브코어(AliveCor)는 애플워치 버전을 공개하여 심전도를 측정할 수 있고, 이를 통해 의사에게 심전도를 원격으로 보내 진단을 받을 수도 있으며, FDA 승인을 획득한 알고리즘으로 심방세동 여부를 자동으로 알려주고 있다.⁴²⁾⁴³⁾ 또한 수면, 수분섭취 등 건강 관련 앱과 아이폰용 건강 앱, 심박 센서 등을 통해 사용자의 건강 및 피트니스 관련 데이터를 통합적인 이미지로 보여 준다.⁴⁴⁾

2016년 애플은 인수·합병 중 눈에 띄는 것은 헬스 데이터 관리 기업인 글림스(Gliimpse)를 인수했으며, 이를 통해 기관 간 데이터 공유의 문제를 해결하고 소비자들이 자신의 건강 정보를 소유하고 관리할 수 있도록 만들고자 노력하고 있다.⁴⁵⁾

41) <http://www.apple.com/researchkit/>

42) <https://www.alivecor.com/>

43) <https://www.forbes.com/sites/haydnshaughnessy/2014/06/19/apple-health-kit-as-a-major-platform-innovation/#7c79dc3917e4>

44) <https://www.forbes.com/sites/haydnshaughnessy/2014/06/19/apple-health-kit-as-a-major-platform-innovation/#7c79dc3917e4>

45) <https://www.wearable.com/apps/how-to-use-apple-health-iphone-fitness-app-960>

2. 구글

구글은 헬스케어와 생명 공학에 대해 많은 투자를 진행하고 있다.⁴⁶⁾ 대표적으로 베릴리가 있는데, 베릴리(Verily)는 2014년에는 글로벌 제약 회사 노바티스(Novartis)와 함께 당뇨 진단용 콘택트렌즈 개발 계획을 발표하였으며 다양한 프로젝트를 진행하고 있다.⁴⁷⁾ 이 외에도 헬스 트래킹 팔목 밴드, 질병 탐지를 위한 나노파티클 플랫폼, 존슨앤존슨과 함께 연구하는 수술용 로봇, 글락소스미스클라인(GlaxoSmithKline)과 함께 바이오전기약품, 지카 바이러스 퇴치를 위한 불임 모기에 대한 개발, 프랑스 제약사 사노피(Sanofi)와 합작사 온듀오(Onduo)를 통해 당뇨 치료제 등을 개발하고 있다. 손 떨리는 사람을 위한 스펀 개발은 가장 주목받은 연구 중 하나로, 건강한 사람의 유전자와 분자 정보 등을 모아서 암이나 심장 질환 같은 병을 예측하기 위한 프로젝트도 진행 중이다.

3. 마이크로소프트

자사 제품을 의료기관에 적극적으로 보급, 기존 의료서비스를 디지털 헬스케어로 변환하는 것을 지원, 모바일 환경을 통한 환자 중심 서비스 제공, 클라우드와 분석 도구 지원을 통한 의료 데이터 분석, 환자 치료와 효율적인 건강관리 수행이 주요 실행 영역이다.⁴⁸⁾ 기존 솔루션과 서비스를 의료와 헬스케어 영역으로 특화하여 응용하려고 시도하고 있다.

헬스볼트(HealthVault)는 사용자들이 자신의 건강과 피트니스 정보를

46) <https://www.forbes.com/sites/dandiamond/2015/08/11/google-is-now-alphabet-and-it-could-spell-big-things-for-healthcare/#4f10ee666c1d>

47) <https://verily.com/>

48) <https://enterprise.microsoft.com/en-us/industries/health/>

저장하고 트래킹하기 위한 온라인 플랫폼이다.⁴⁹⁾ 마이크로소프트는 웨어러블 기기 ‘마이크로소프트 밴드’를 출시함과 동시에 피트니스와 웰니스를 위한 서비스로서 ‘마이크로소프트 헬스’라는 서비스를 공개하고 있다.⁵⁰⁾ 다양한 웰니스와 피트니스 기기와 앱의 데이터를 수집하여 개인 활동 데이터를 시각적으로 보여 주면서 이 데이터를 다시 헬스볼트로 저장할 수 있으며, 헬스케어 영역에서 인공지능 기술을 활용하려는 시도를 적극적으로 추진하고 있다.⁵¹⁾ 마이크로소프트 눈 관리 지능 네트워크(MINE)와 인도의 LV프라사드 안구 연구소가 상호협력으로 시각 장애 및 실명에 대한 예측 분석 모델을 만들고 있다.

4. 아마존

아마존은 AWS를 통해 의료 분야에서의 클라우드 컴퓨팅 지원을 강조하고 있으며, 유전체학, 생명과학, 의료서비스 제공자 및 보험사가 주요 객사가 될 수 있음을 역설하고 있다.⁵²⁾ 헬스 리소스 센터를 통해 백서, 공공 데이터 집합, 프레젠테이션 포스트 등을 제공함으로써 다양한 파트너를 위한 클라우드 컴퓨팅 환경 구축을 제안하였다.⁵³⁾ 아마존의 제프 베저스는 유니티 바이오테크놀로지(Unity Biotechnology)에 투자했는데, 유니티 바이오테크놀로지는 노화 세포가 지속해서 분열할 수 있도록 하는 약품을 개발 중이다.⁵⁴⁾

49) <https://www.healthvault.com/kr/ko>

50) <https://www.microsoft.com/microsoft-band/en-us>

51) <http://healthitanalytics.com/news/microsoft-takes-on-blindness-eye-care-with-ai-machine-learning>

52) <http://medcitynews.com/2016/06/amazon-echo-alexa-healthcare/>

53) <http://medcitynews.com/2016/06/amazon-echo-alexa-healthcare/>

54) <https://techcrunch.com/2016/10/27/jeff-bezos-mayo-clinic-back-anti-aging-startup-unity-biotechnology-for-116-million/>

제 5 장

4차 산업혁명 시대의 보건의료체계 개편 방안

제1절 제도 개편 원칙 및 방향

제2절 제도 개편 방안

5

4차 산업혁명시대의 << 보건의료체계 개편 방안

제1절 제도 개편 원칙 및 방향

저출산 및 고령화에 따른 생산가능인구의 감소는 경제성장을 저하시키고 보건의료 관련 재정여건 악화시킬 것으로 전망된다. 고령화는 또한 질환의 복합화 및 만성화를 가져와 종래의 의료체계로는 효과적 대응을 하기가 어렵다. 같은 증상이지만 개인 간 차이를 고려하지 않은 보편적 의학은 불필요한 검사나 치료의 가능성이 높고 비용증가를 야기할 수 있다. 전달체계의 붕괴, 지불제도의 한계 등 현행 의료체계는 의료공급의 효율성이 저해되는 것으로 나타났다. 민간주도의 의료공급과 관 주도의 정책 설계는 모든 지점에서 이해 상충을 낳고 공급자와 소비자간 신뢰관계도 손상되는 상황이다. 공급자가 치료의 자율권을 보유하면서 스스로 최적의 치료 프로토콜을 개발함으로써 공급자와 소비자 모두 의료의 질이나 비용관점에서 효과적일 수 있는 체계의 모색이 필요하다. 이때 디지털 헬스케어의 접목이 이루어진다면 즉 초음파 기기에 딥러닝을 활용한 진단 알고리즘을 탑재함으로써 한 번 클릭으로 유방 병변의 악성 여부를 판단할 수 있거나, 영상 판독에 인공지능을 활용함으로써 시간 절약은 물론 정확성을 제고하거나, 기존 의학에서 알지 못했던 저혈당 예측(Watson과 Medtronic) 메카니즘의 활용, 일상생활의 식이·운동 등을 집적해 담당의사의 일상생활에 대한 건강생활 가이드 제공 등과 같은 디지털 헬스케어의 적용은 만성질환 관리, 비용 효과적 의료공급 및 이용 등으로 제도의 지속가능성을 제고함은 물론 의료의 질을 제고함으로써 국민건강

수준을 한 차원 높이는데 도움이 될 것이다. 이처럼 보건의료분야에서 4차 산업혁명을 견인하는 핵심 IT 기술은 빅데이터와 인공지능을 통한 디지털 헬스케어이다. 4차 산업혁명의 핵심인 인공지능, 빅데이터를 이용하여 정밀의학, 유전자 편집, 예측분석, 인공 장기재생 등을 통해 비용효과성을 제고함은 물론 국민의 건강을 증진할 수 있다. 이를 위한 보건의료체계의 새로운 패러다임이 필요하다.

새로운 패러다임 구축을 위한 제도 개편의 원칙은 다음과 같다. 첫째, 국민의 편익이 증진되어야 한다. 장기적인 관점에서 비용대비 편익의 크기를 비교하여 편익이 큰 방향으로의 접근이 필요하다. 둘째, 안전 및 의료의 질을 높여야 한다. 산업 우선이 아닌 국민의 건강증진에 초점을 맞추어야 한다. 국민의 건강이 훼손되지 않는 범위 내에서 산업적 부가가치 창출도 최대한 도모해야 한다. 셋째, 개인정보 보호와 공공의 목적 달성 간 균형을 확보해야 한다. 개인정보가 훼손되거나 누출되지 않는 범위 내에서 공공의 목적이 최대한 달성될 수 있어야 한다. 넷째, 의료불평등에 대한 우려도 감안해야 한다. 고비용이 소요되는 로봇의 경우 자칫 부유층만 이용할 수 있는 여건이 조성될 수 있다. 이는 새로운 의료 불평등을 야기할 수 있다. 4가지 원칙하에 제도 개편 방향을 모색하고자 한다. 우선 정보 생산 및 집적에 순응할 수 있는 방향으로의 전환이 필요하다. 모바일 정보, 의료정보, 생체정보 등을 생산하고 활용할 수 있는 여건을 마련해야 한다. 둘째, 사후진료와 사전 예방(생활습관 개선 등 1차 의료 활성화) 강화의 Two-track 접근을 모색해야 한다. 이미 발생한 질환을 개인 단위 생활습관, 유전체 정보, 그 동안의 의료정보(임상정보 포함) 등을 총합하여 맞춤형 정밀의료방식으로의 접근이 필요하다. 동시에 음주, 흡연, 운동, 식이 등 생활습관상 예방관점에서 교정이 필요한 내용에 대한 1차 의료의 적극적 개입이 필요하다. 즉 사전예방 차원의 1차 의료 활성화

되어야 한다. 넷째, 국민이 편익이 증진된다면 민간의 산업발전을 추동할 수 있도록 건강보험의 역할을 재구조화해야 한다. 의료의 민영화나 영리화가 아닌 산업발전의 관점에서 고용창출의 관점에서 건강보험의 긍정적 기능을 활성화해야 한다. 필요하다면 수가의 신설내지 보상 등의 방법도 고려될 필요가 있다.

건강한 국민을 목표로 디지털 헬스케어를 통한 가치기반 보건의료시스템의 구축을 위해 제도 개편 원칙과 방향을 적시하였다. 의료공급자의 책무성 강화를 통해 질과 결과에 기반한 평가와 보상의 이루어져야 하고 예방활동도 공급자에 의해 주도 내지 권장되어야 한다. 이때 의료소비자의 참여와 선택권이 확대되어야 함은 물론이다. 의사결정에의 참여와 선택을 위해 정보공유시스템이 구축되어야 함은 물론이고 환자 경험 측정 및 평가에의 반영은 소비자 권리 보호를 위한 지렛대 역할을 할 것이다. 모든 접근에서 의료의 질과 형평성 제고 관점이 동반되어야 한다. 보건과 복지를 연계하는 새로운 보건의료전달체계는 환자 중심 의료연계체계여야 한다. 환자중심으로 공급자 간 협력과 정보가 공유되어야 하고 전통적 단일 의료제공모형에서 혁신적 의료공급자 간 통합 의료모형으로 다원화되어야 한다. 이때, 예방과 일차의료의 기능 강화는 필수적이다. 이러한 내용들이 디지털헬스케어와 접목되어야 효과가 극대화됨은 물론 비용효과적일 수 있다. 새로운 체계의 정책기반은 보건의료 지식정보 플랫폼 구축을 통한 데이터의 활용이다.

생활을 사물인터넷 또는 모바일 기기를 통해 제공하는 것 자체가 쉽지 않을 수 있다. 또한 다수가 제공한 모바일 데이터는 예방이나 치료의 프로토콜을 만드는 데 절대적인 도움이 되기 때문에 지속적인 제공자에게 물리적 인센티브를 제공할 필요가 있다. 남아프리카 공화국에서는 헬스클럽 이용, 골프, 달리기, 걷기, 피트니스 용품 구매 등 건강증진 활동에 포인트를 주어 이를 스무디, 커피, 영화관람권 등을 제공함으로써 모바일 데이터 확보에 심혈을 기울이고 있다. 미국의 민간 보험회사인 존 핸콕은 운동량, 건강검진 여부, 금연 여부에 따라 등급을 결정하고 이를 토대로 최대 25%까지 보험료를 차등화하여 모바일 데이터를 확보하고 있다. 우리나라도 Noom과 알리안스, Aimmed와 메트라이프 등이 유사한 프로그램을 진행했으나 모바일 방수제품을 세탁기에 넣고 돌려서 기록을 향상시키는 등 악용의 가능성도 탐지되어 중단한 바 있다. 효과가 장기적으로 나타나는 의료의 특성상 보험자를 자주 바꾸는 미국 같은 문화에서는 보험회사 입장에서 인센티브를 감당하기 어려우나 단일보험자인 우리나라에서는 장기적으로 국민의 건강을 증진한다는 차원에서 인센티브 구조가 필요하다. 현재 우리나라 민간보험에서 인센티브는 최대 3만 원 또는 보험료의 10% 중 작은 금액을 상한으로 하는 인센티브 지급 관련 금융감독원의 규제가 존재한다. 이를 철폐하여 최대한 많은 참여자 모바일 데이터를 제공할 수 있는 여건을 마련해야 한다.

각 요양기관이 표준화된 전자의무기록(EMR)을 구축하여 그 결과를 보험자에게 제공하도록 독려하면서 이에 상응하는 보상체계의 도입도 필요하다. 지금까지는 각 기관이 청구용 EMR만 제출하고 있다. 모든 임상정보를 망라한 EMR이 필요하지만 각 기관 EMR은 표준화되어 있지 않아 호환이 안 된다. 보험자가 몇 개의 표준화 모형을 만들어서 각 의료기관에 제공하고 이들 간 서로 정보 교환이 될 수 있도록 해야 한다. 만약 표준

화 모형이 쉽지 않다면 미국처럼 각 의료기관들의 EMR을 수집하여 이들 간 서로 정보가 교환될 수 있는 프로그램의 개발이 필요하다. 표준화 EMR을 제공하거나 정보를 교류할 수 있도록 어떤 형태의 전자의무기록을 제공하는 의료기관에 대해서는 이에 상응하는 보상을 할 필요가 있다. 수가를 신설하거나 간이 심사를 하거나 현지 조사 또는 현지 확인의 면제 등이 수단이 될 수 있을 것이다.

유전체 정보의 확보도 정밀의료를 실현하는 데 필수불가결한 정보이다. 우리나라는 질병관리본부가 약 10만 명의 유전체 정보를 확보할 계획을 수립하고 있다. 가능하면 많은 사람이 참여할 수 있도록 유전체 검사의 일부를 보험 급여화하거나 예산을 지원하여야 한다. 미국, 영국, 중국 등도 이미 유전체 정보의 확보를 위해 국가적 계획이 수립되어 진행 중이다.

모바일 정보, 전자의무기록, 유전체 정보 등 디지털 헬스케어에 필수적인 정보를 구득할 수 있는 여건이 마련되면 이를 집적 활용할 수 있는 플랫폼이 구축되어야 한다. 플랫폼 내에서 정보제공자와 정보활용자 간 정보를 매개로 상호 필요한 새로운 지식이 제공되어야 한다. 즉 양방향 플랫폼이 구축되어야 한다. 이를 위해서는 참여자가 쉽게 정보에 접근할 수 있도록 로직이 설계될 필요가 있다. 예를 들면 유아 대상, 당뇨, 미용, 건강관리, 다이어트, 피부관리, 증상정보를 통한 의료기관 선택 등 의미 있는 단위로 쪼개서 수직적 플랫폼이 되어야 한다. 소비자들이 제공한 데이터는 웰니스 프로그램 운영기관, 의료기관, 정밀의료 프로그램, 제약회사 임상시험, 연구 목적 등과 연결될 수 있어야 한다. 다만 민간보험회사가 가입자의 건강위험을 측정하여 보험료 산정에 활용하거나 가입을 거절하는 정보로 악용될 수 있는 기제는 원천적으로 차단할 필요가 있다. 증장기적으로 소비자 질문에 플랫폼에 내장된 인공지능이 답을 제시하는 대화형 플랫폼을 지향해야 할 것이다.

정보 구득, 집적, 활용 등에 필요한 인프라의 확보도 대단히 중요한 사안이라 하겠다. 인프라 확보를 넘어 정보 구득, 활용의 발전을 위한 동인 제공을 위해 필요하다면 수가를 신설하거나 체계를 지속적으로 새롭게 대응할 수 있도록 변환해야 한다. 예를 들면 일정 수준 이상의 정확도가 확보된 인공지능 판독에 의사수가보다 낮은 수가를 신설하면 신규 제품이 도입될 것이고 이는 국민의 건강증진 및 비용 절감과 연계될 수 있을 것이다. 미국에서는 유방촬영에 대해서 영상의학과 의사에 더해서 컴퓨터 보조진단 프로그램으로 추가 판독을 할 때 수가를 인정한다. 물론 정확성이 담보되고 있다. 이는 의료의 질이 제고됨을 의미한다. 이러한 제도의 신설 등도 참여 병원에 비용 절감 유인이 되도록 구조화하여야 한다. 의사의 인건비가 높다고 해도 병원이 이를 소비자에게 전가할 수 있을 때, 즉 수가가 충분히 높다면 굳이 인공지능을 도입하지 않을 수 있다. 미국에서는 마취감시용 로봇(Sedasys)이 위와 같은 이유로 의사들의 반발 때문에 시장에서 퇴출된 경험이 있다.

2. 보건의료체계 개편을 위한 시범사업 모형

우리나라 건강보험의 재정 현황이 유례없이 좋은 상태다. 2008년 세계적인 금융위기 이후 세계 거의 모든 나라에서 의료이용량이 눈에 띄게 둔화되었다. 우리나라도 2011년부터 과거 10년간 의료이용량(연평균 약 11.5%) 증가와는 비교되지 않을 만큼 의료이용이 감소(연평균 6.1%, 2011년부터 2016년까지)하였다. 그 결과 2016년 기준 건강보험 누적적립금이 약 21조 원에 이르고 있다. 국민은 보장성 확대의 필요성을, 의료공급자들은 수가인상의 필요성을 제기하였다. 그만큼 현 보건의료체계에 대해 큰 위기감을 느끼지 않는다는 방증이기도 하다. 1장에서 서술하였

뜻이 그러나 우리의 현실은 간단치 않다. 지금부터 미래를 대비해야 한다. 지금 당장 의료이용에 제약을 가하거나 지불제도 개편을 통해 총 진료비의 예측 가능성을 높이는 주장은 설득력이 떨어진다. 그럼에도 불구하고 6-7년 후에 적립금이 소진될 것이라는 기획재정부 등 전문가 집단의 추정 결과를 무시해서는 안 된다. 6-7년 후에 어떻게 대처할 것인지에 대한 사전 준비가 필요하다. 동시에 디지털 헬스케어의 장점을 접목하면 위기를 기회로 바꿀 수 있음을 전술한 바 있다. 따라서 본 절에서는 지금 당장 보건의료체계의 개편을 주장하는 것이 아니라 미래의 모습을 가정하고 이를 대비할 시범사업 형태의 체계 전환 방향을 모색하고자 한다. 2단계로 나누어 시범사업 실시를 제안한다. 시범사업 결과를 토대로 수정과 보완을 통해 미래 새로운 보건의료체계를 준비하기 위함이다.

1단계에서는 예방, 건강증진, 만성질환 관리를 주목적으로 하되 비용 효과성을 제고하는 방향으로 설계하고자 한다. 즉 모바일 기기를 활용하여 일상생활에서 확보 가능한 식이, 운동, 영양, 혈당, 혈압, 음주 및 흡연 등에 관한 개인별 데이터가 담당의사에게 전달되고, 이를 토대로 필요한 처방이 개인에게 전달되어 예방 및 건강증진을 도모하고 고혈압, 당뇨 등 만성질환을 관리하는 방향으로 접근하고자 한다. 보건복지부가 시행하고 있는 만성질환관리 시범사업⁵⁵⁾을 모바일 기기를 통해 확대 재구성하는 방향으로의 전환이다. 현행 보건복지부의 시범사업은 의사가 환자에게 서비스를 제공하지만 효과 정도에 따라 인센티브가 주어지거나 페널티를

55) 보건복지부가 실시하고 있는 “지역사회 일파의료 시범사업”은 고혈압, 당뇨 등 지속적인 관리가 필요한 질환의 효과적 예방·관리 프로그램 마련에 목적이 있다. 환자가 의원급 의료기관을 방문해 등록하면 의사의 문진 등을 통해 환자의 건강상태를 평가하고 포괄 케어 플랜을 수립한다. 이후 의사는 환자와 대면진료를 통해 연 8회 내에서 개인별 교육 및 상담을 처방하고 건강동행센터에 교육을 의뢰한다 이렇게 관리된 환자에 대한 최종보고서는 1년 주기로 작성된다. 4개 지역에서 시범사업을 진행한 결과 진료시간이 2배 이상 증가하고 흡연, 음주 등 생활습관이 개선된 것으로 나타났다.

받는 형태는 아니다. 공급자의 책임 소재가 명확치 않다. 공급자의 책임을 부과하되 비용효과성에 대한 판단을 통해 상과 벌을 제도화한다면 국민의 건강수준은 더 높아지고 비용은 절감되리라 판단된다. 다만 현행 시범사업 정도의 확대라면 그 효과를 판단하기 한계가 있고 책임을 부과하기 어렵기 때문에 질환 발생 시 이를 치료하고 환자가 사회에 복귀할 때까지 포괄적 책임으로 묶는 것이 필요하다. 이를 위해 급성기 질환까지 커버할 수 있도록 2차, 3차 기관까지 포함하여 네트워크를 구성하고 네트워크 내 의료공급자들이 협업과 통합케어를 통해 비용 및 의료의 질에 책임을 부과하는 것이다. 적절한 보상방식이 강구되어야 함은 물론이다. 네트워크 내 1차 의료기관은 Care Coordinator기능을 수행하면서 환자에게 적합한 서비스의 제공과 함께 환자 스스로 자기 질병을 케어할 수 있는 훈련도 병행한다. 이는 환자에게도 도움이 되지만 증상기적으로 환자의 건강은 공급자의 수입 증가로 귀결될 수 있다. 보상체계가 이를 뒷받침할 수 있어야 한다. 세계보건기구(WHO)에서도 최근의 질환 구조 변화를 반영하여 체계를 재정비할 것을 권고하고 있다. 인구고령화와 복합만성질환 환자 수의 증가로 인한 의료비 압박은 타 영역과의 서비스 통합(Integrated services)이라는 새로운 케어 모형의 개발이 요구된다 하였다(WHO, 2003). 병원 중심의 의료체계는 급성기 질병이 중심일 때는 효과적이거나 현재와 같이 만성질환의 시대로 전환된 경우 치료와 동시에 관리가 더 중요해지고 있다(Strauss and Corbin, 1988).

새로운 체계에서는 1차 의료가 활성화되면서 일반인들이 주도적으로 자발적으로 건강관리를 하는, 즉 소비자 중심 의료 체계이다. 이를 위해 미국의 ACO(Accountable Care Organization)⁵⁶⁾형태로 지역단위 네

56) 책임의료조직(Accountable Care Organizations, ACOs)은 CMS의 새로운 의료제공체계 모형의 하나로 “의사, 병원을 포함한 의료제공자들이 함께 환자에게 잘 조정된 양질의 진료를 제공하는 의료제공자 조직”으로 정의됨. ACO는 특히 만성질환자에게 잘 조

트위크 구축을 제안한다. 네트워크 내 1차 의원들이 가입자들의 모바일 데이터를 통해 생활습관, 식이, 만성질환 등을 관리하여 예방우선의 관점에서 국민의 건강을 증진한다. 네트워크 내에 소규모 건강정보 플랫폼을 구축하여 모바일 데이터의 집적, 이용, 정보교환 등 공급자와 가입자 간 쌍방향 소통이 필요하다. 이를 위해 공급자 간 표준화된 EMR체계가 도입되어야 한다. 최소한 공급기관 간 체계가 다르다면 서로 호환될 수 있는 소프트웨어의 개발이 필요하다. 예방 및 건강증진 그리고 비용 효과적이기 위해서는 가입자의 유전체 정보가 도움이 될 것이다. 지금 당장 전 국민의 유전체 정보를 확보하는 것은 어렵다. 시범사업에 참여하는 계층에 대해서 국가가 예산을 지원하여 유전체 검사를 진행하고 데이터를 구축하면 모바일 데이터, EMR데이터와 연계되어 훨씬 효과적인 결과가 도출될 수 있을 것이다. 즉 개인별 맞춤형 건강증진 프로그램이 제공될 수 있다. 급성질환의 경우 네트워크 내 상급병원으로 이송하거나 의뢰를 통해 네트워크 밖 전문 의료기관을 이용할 수 있게 하여야 한다. 시범사업 중에는 자유로운 이용이 일반화되어 있는 소비자들에게 의료이용을 지나치게 제약하는 것은 오히려 제도 시행의 장애물이 될 수 있다.

참여 대상자는 시범 지역 내 누구나 참여할 수 있도록 하되 의료이용에 제약을 받을 수 있기 때문에 상응하는 인센티브(복지서비스 등)를 제공한다. 만성질환관리는 노인에게 효과적이거나 어린이와 일반 성인에게도 지속적인 건강관리서비스로부터의 편익을 기대할 수 있기 때문에 참여를 희망하는 모든 사람을 포괄할 필요가 있다. 참여자에게는 의료서비스 이외에 주거, 영양, 돌봄 등 건강에 큰 영향을 미치는 사회복지서비스를 연계·제공할 수 있다.

진료비 지불제도는 제도의 성패를 가를 수 있다. 공급자들의 경우 최소

정된 양질의 진료를 제공하고 불필요한 서비스의 중복과 의료사고 예방을 목적으로 함.

한 현재보다 수입이 감소하지 않는다는 전제가 필요하다. 지금 당장 비용을 절감하는 데 목적을 두는 것이 아니라 증가율을 둔화시켜 중장기적으로 지속가능성을 높이는 데 초점을 두어야 한다. 가입자당 위험이 보정된 (Risk-Adjusted) 정액으로 선지불(모바일 데이터 집적, EMR 표준화 등에 신규 자원 필요)하되 목표 진료비를 설정하여 목표 대비 이익과 손실에 대해 인센티브와 디스인센티브를 병행해야 한다. 미국의 경우 이익만 공유하는 모델을 차용한 ACO의 경우 의료의 질은 개선되었으나 비용 절감 측면에서는 한계가 있는 것으로 드러났다. 이익과 손실을 모두 공유한 프로그램의 경우 의료의 질뿐만 아니라 비용 절감 효과도 거두었음을 보여주고 있다. (오래곤 스테이트의 윤장호 교수 강의 자료 참조) 목표 진료비는 가입자들의 최근 3년 진료비 평균과 네트워크 플랫폼 운영 비용으로 설정한다. 시범사업을 시작할 때는 평균진료비 개념을 사용하되 첫 연도가 경과한 후에는 해당 네트워크의 평균 진료비와 다른 지역 네트워크의 진료비 평균값을 반영한다. 점진적으로 개별 네트워크의 가중치를 줄여 나감으로써 개별 네트워크의 목표 진료비가 타 기관의 평균에 근접할 수 있도록 한다. 목표 진료비 대비 효율성이 개선된 기관에 대해서는 재정적 보상을 시행한다. 1단계에서는 공급자들의 참여를 독려하기 위해 이익에 대해서만 재정적 보상을 하고 손실에 대해서는 책임을 묻지 않되 점진적으로 이익과 손실에 모두 책임지는 방향으로 전환한다. 의료의 질, 환자 만족도, 안전 등 평가체계를 구축하여 일정 기준을 달성한 네트워크(기관)에 대해서는 별도의 추가 보상도 실시한다. 가입자들의 위험도를 보정하기 위해서는 인구학적 변수와 동반질환을 이용한 미국의 CMS-HCC 모형을 참조할 수 있다. 최근 우리나라에서도 위험도 보정 모형에 대한 논문들이 발표되고 있으며 이를 참조할 수 있을 것으로 보인다. 이러한 모형은 우리나라의 선도적 ICT를 의료체계에 접목하면서 공

급자 스스로 최상의 효율성을 발휘할 수 있는 체계로의 전환을 의미한다.

서비스 질 관리는 평가체계를 도입하여 최소한의 의료의 질 관련 기준선을 설정한다. 기준선 이상의 네트워크는 목표 진료비와 실제진료비간 차액에 대해 인센티브를 받을 수 있다. 시범사업기간 중에는 평가 결과를 공개하기 쉽지 않지만 본 사업으로 연결되면 평가 결과도 공개해야 할 것이다. 가입자에 대한 인센티브 체계도 필요하다. 모바일 정보의 구축은 가입자의 협조가 필수적이기 때문에 모바일 정보를 지속적으로 제공하는 가입자에 대해서는 복지서비스 중 돌봄 서비스 등 일부를 제공한다. 또 가입자의 선택에 따라 영화관람권, 커피 등 음료수 또는 피트니스 가입비 등을 제공할 수도 있겠다. 제공될 복지서비스는 퇴원 후 간호사 중심의 방문케어가 제공될 수 있을 것이다. 노인에게는 선택에 의해 가사도우미 서비스도 제공될 수 있다. 유전체 정보를 제공하는 가입자에 대해서는 유전체 검사에 필요한 비용을 급여화하고 방문케어, 돌봄서비스, 차원 높은 건강검진 서비스, 보험료 감면 등을 제공한다.

네트워크의 급여 범위는 가입을 유인할 수 있도록 기존 체계에 비해 급여 범위를 확대하거나 본인부담을 인하 적용할 수 있다. 가입자들이 네트워크 내 요양기관을 이용할 때는 법적으로 정해진 본인부담을 지불하되, 의뢰서 없이 그 외 요양기관을 이용할 때는 모든 비용의 50%를 본인 부담한다. 인센티브와 연계하여 본인부담 수준은 조정될 수 있을 것이다.

보험자인 건강보험공단은 공급자들이 네트워크를 구성할 수 있도록 법적, 재정적 지원, 질 향상 및 비용 억제를 위한 기술적 지원, 네트워크 내에 진료 기록 공유 및 정보 교류를 위한 지원 등을 제공한다. 네트워크들을 선도할 수 있도록 공단 내에 정보 관련 플랫폼을 구성하여 가입자들이 네트워크를 벗어나 진료를 받을 때도 정보가 이용될 수 있는 체계를 만들어야 한다. 또한 건강보험 심사평가원은 Quality-Performance

Standards를 구성하여 평가하고 그 결과에 따라 보상한다. 네트워크 내 진료 행태에 대한 심사는 네트워크가 자체적으로 시행하되 결과를 공개한다. 즉 필요이상의 진료 또는 정상적 진료행태가 아닌 공급자들에 대해서는 네트워크에서 방출하거나 자체적 페널티를 부과할 수 있을 것이다. 네트워크 단위에서 해결되지 않은 고난도 중증의 경우 네트워크에서 박상급병원에 의뢰하되 수가는 보험자가 관리(포괄화)하여 네트워크와 네트워크 밖 기관 간 분쟁을 예방하여야 한다.

모바일 기기를 활용한 일상생활 관련 모바일 데이터, 비급여 포함 전자 의무 기록, 유전체 정보 등이 확보되면 네트워크 자체적으로 또는 연구 중심 병원 등에서 인공지능의 딥 러닝 기능 등을 활용하여 예방, 급성 치료 등 비용효과적인 새로운 프로토콜을 개발할 수 있을 것이다. 새로운 프로토콜은 지적 재산권으로 인정되어 해외에도 수출될 수 있다. 우리나라 국민의 건강증진, 비용 절감뿐만 아니라 중장기적으로 경제성장의 원동력이 될 수도 있다. 새로운 체계의 대표적 기대효과일 것이다.

공급자 책임에 의해 최적의 합리적 의료이용이 체질화될 것이다. 주어진 예산을 효율적으로 활용하기 위해 최적의 의뢰와 회송 절차를 네트워크 내에서 자체적으로 강구한다. 1차 의료는 가입자당 의원별 주치의 방식이 될 것이다. 네트워크 내에서 자연스럽게 요양기관 간 기능도 정립될 것이다. 네트워크 내에서 비용 합리화를 추구할 수 있도록 스스로 끊임없이 최적의 진료 체계를 갖추어야 한다. 중복 검사, 의료쇼핑 등의 문제가 근원적으로 해결될 수 있다. 정부나 보험자의 강요나 개입이 아닌 공급자 스스로 최적의 합리적 행태를 찾을 것으로 보인다. 미국이나 캐나다의 경우 현행 진료비의 약 30% 정도가 Waste일 것으로 평가하는 전문가들도 있다(Tara Kiran, University of Toronto, Primary Care Reform toward a Value-Based Health Care System, 2017).⁵⁷⁾

시장원리에 의해 의료공급량은 공급자에 의해 자동 조절될 것이다. 현재는 보험자로서 정부가 시행하는 정책에 의해 보건의료부문의 공급량이 조절되었고, 부분적으로 과잉 공급 혹은 과소 공급이 반복되는 현상을 보였다. 하지만 네트워크 방식에서는 시장의 원리에 의해 작동될 수밖에 없다. 필요 이상의 병상을 확보하거나 기기를 구입할 필요가 없다. 적절한 서비스만 제공될 것이기 때문이다. 당연히 과도한 고가장비 구입은 자제될 것이고 입내원일수의 적정화도 도모될 것이다.

정보공개에 의해 소비자 주권이 회복되고, 의료시장의 투명성도 높아질 것이다. 플랫폼을 통해 공급자와 상호 소통하고 개인별 맞춤형 플랜에 의해 건강이 상시 관리되는 체계로 전환되기 때문에 소비자 중심의 주권이 회복되고, 네트워크별 평가 결과가 공개됨으로써 의료시장의 투명성이 제고된다. 네트워크별 경쟁을 통해 의료의 질도 제고된다. 평가 결과는 별도의 인센티브와 연계되는 체계이기 때문에 당연히 의료의 질은 높아져 국민의 건강수준이 향상될 것이다. 중장기적으로 예방을 통한 건강수명 향상 그리고 의료비 절감이 이루어질 것으로 기대한다.

네트워크별 의료정보(진료정보, 모바일 정보, 유전체 정보)를 활용한 최적의 치료 프로토콜도 개발되어 해외 시장이 개척될 수 있다. 이는 네트워크와 연계된 민간시장(의료기기, 제약, 정보 생산 및 집적 등)의 발전도 추동할 수 있다.

2단계 시범사업에서는 의료체계와 복지체계를 2차 통합하는 모형이다. 노인이나 만성질환자는 의료서비스 외에도 일상적으로 돌봄 서비스 등 사회복지서비스를 필요로 한다. 따라서 2단계 시범사업에서는 1단계 사업에 복지서비스를 연계하여 제공한다. 이를 위해서는 네트워크 내에

57) 한국보건사회연구원 주최 국제 심포지움(Reform Strategy and Performance Measurement Toward a Value-based Health Care System)에서 발표된 원고임.

의료인(의사, 간호사 등) 외에 방문간호사, 물리치료사, 영양사, 요양보호사, 가사도우미 등도 참여한다. 환자에게 필요한 서비스를 개발하여 이를 제공할 수 있는 직군을 모두 포괄하여 네트워크를 구성한다. 복지서비스에 대하여 공공영역에서 가격을 설정한 경험이 별로 없기 때문에 시범사업에서는 다양한 형태로 추이를 살펴볼 필요가 있다. 의료인이 아닌 참여자들에 대해 어떻게 보상할 것인가가 가장 큰 관건이다. 시장 가격을 반영하여 포괄적으로 지불할 수 있을 것이다. 다만 초기에는 포괄 지불 내용 중 의료와 비의료 부문을 사전에 구분하여 지불하되 추이에 따라 중장기적으로 통합 관리할 수도 있을 것이다.

급성기 질환은 네트워크 내 병원이 담당하고, 만성질환 관리 및 예방은 1차 의료기관에서, 지역에서 제공되는 사회서비스는 일차의사와 긴밀한 협력 속에 방문간호사, 물리치료사, 영양사, 요양보호사, 가사도우미 등이 제공하되 일상생활의 장애(ADL)가 있는 사람이나 고혈압, 당뇨 같은 만성 질환을 갖고 있는 사람들이 가정에서 의료와 돌봄 서비스를 동시에 받게 되는 형태가 된다. 노인들은 스마트기기에 익숙하지 않기 때문에 디지털 헬스케어의 benefit을 받기에 한계가 있을 것으로 보인다. 이들을 대상으로 방문간호사 등이 원격을 통해 1차 의사와의 긴밀한 협력 속에 건강관리서비스를 제공하고 필요한 계층에게 복지서비스 연계할 수 있다.

1차, 2차 시범사업을 통해 부각된 문제점들을 보완하고 해결하면서 중장기적으로 지속가능할 수 있는 새로운 보건의료의 모색이 필요하다. 4차 산업혁명의 혜택이 국민들에게 직접적으로 돌아갈 수 있는 분야가 바로 보건의료이다. 의료 관련 모든 데이터를 모아 유형화하고 이를 토대로 인공지능을 활용하여 새로운 방법 등이 찾아지면 국민의 건강에 도움이 되고 비용이 절감되며 중장기적으로 해외시장까지 개척할 수 있다.

<국내 참고문헌>

- 강희정. (2015). 환자중심 가치기반 의료시스템 구축을 위한 공급자 지불방식 개편 방향. 보건복지포럼, 2015년 12월호, 31-43.
- 강희정. (2016.). 보건의료 빅데이터의 정책 현황과 과제. 보건복지포럼. 2016년 8월호. 55-71.
- 강희정. (2017). 2017년 건강보험 정책 방향: 혁신을 통한 형평과 효율의 조화. 보건복지포럼, 2017년 1월호, 18-28.
- 강희정, 최영진, 이상원, 박형욱, 신영석, 이상영 등. (2015). 보건의료 빅데이터 활용을 위한 기본계획 수립 연구. 보건복지부, 한국보건사회연구원.
- 건강보험공단. (2015). 건강보험 빅데이터를 활용한 건강서비스 현황 및 전망
- 건강보험심사평가원. (2014. 12.). 안전하고 적절한 의약품 사용을 위한 의약품 처방조제 지원서비스(DUR).
- 국가과학기술심의회. (2013. 7. 8.). 국민건강을 위한 범부처 R&D 중장기 추진 계획(안).
- 국민건강보험공단. (2012). 실천적 건강복지플랜. 국민건강보험공단 쇄신위원회 활동보고서.
- 국회예산정책처. (2012). 2012-2060 장기 재정전망 및 분석.
- 글로벌이코노믹스. (2016. 5. 16.). “IMB 슈퍼컴 기반 AI ‘로스’, 세계 최고 번호사 됐다.
- 김광점. (2012). 의료공급체계의 파괴적 혁신을 위한 제언. 대한의사협회지, 55(8), 791-797.
- 김남순, 윤강재, 김동진, 박은자, 서제희, 전진아. (2017). 2017년 보건의료정책 현황과 정책과제, 보건복지포럼. 2017년 1월호.
- 김대중. (2013). 보건의료자원 배분 정책의 발전방안: 프랑스 사례를 중심으로. 보건복지 issue & focus.
- 김병운. (2016). 인공지능 기술 발전에 따른 우리나라의 현안 진단 및 정책적 시

- 사점. 정보화정책, 제23권 제1호, 74-93.
- 김정곤, 이서진. (2016). 주요국의 ICT 융합 의료산업 전략 및 시사점. 대외경제 정책연구원, 16(23).
- 김지인. (2015). IoT(사물기반 인터넷) 기반 헬스케어 서비스: 일상 생활습관·건강관리 중심으로: BioINpro.
- 김진숙, 오수현, 김석영, 이평수. (2016). 원격의료 정책 현황 분석 연구. 대한의사협회 의료정책연구소 연구보고서.
- 김진하. (2016). 제 4차 산업혁명 시대, 미래사회 변화에 대한 전략적 대응 방안 모색. KISTEP R&D Inl, (15), 45-59.
- 대한투자무역진흥공사. (2013). 미국 FDA, 새로운 의료기기 사이버보안 지침 발표.
- 메디칼타임즈. (2017. 4. 5.). 한국형 왓슨 개발, 병원 간 진료정보 교류가 첫걸음.
- 문선우. (2016). 독일의 인더스트리 4.0과 노동 4.0. 국제노동브리프, 2016년 9월호, 43-53. 한국노동연구원.
- 박전주 등. (2014). 보건·의료 분야의 신ICT융합전략.
- 박성원. (2017). 인간 2.0 시각에서 바라본 4차 산업혁명의 의미. 동향과 전망, 여름호(통권100호), 152-183.
- 박성해. (2015). 대규모 인구집단 유전체정보 기반 정밀의료 핵심인프라 구축. 보건산업동향.
- 박정선, 광미숙, 김혜령, 최한준, 원종명, 김수민 등. (2015). 보건의료정보화를 위한 진료정보교류 기반 구축 및 활성화: 2015년 보건의료정보화 현황조사. 보건복지부, 한국보건산업진흥원.
- 박현우. (2014). 사물인터넷(IoT)기반 스마트 헬스케어 플랫폼의 미래: DIGIECO.
- 보건산업기획단. (2016). 4차 산업혁명과 보건산업 패러다임의 변화.
- 보건복지부, 한국보건사회연구원. (2016). OECD Health Statistics 2016.
- 보건복지부, 국민건강보험공단. (각 연도). 통계 연보.
- 보건복지부 (2017). 2017년 독거노인·중증장애인 응급안전알림서비스 사업 안내
- 사이언스타임즈. (2017). 최신 재생의학으로 시도하는 장기의 재구성,

- available at <http://www.sciencetimes.co.kr/>
- 산업연구원. (2017). 일본의 4차 산업혁명 대응 실태와 시사점.
- 산업통상자원부, (주)테크노베이션파트너스. (2016). 4차 산업혁명 정의 및 거시적 관점의 대응 방안 연구.
- 삼정KPMG 경제연구원. (2016). 국내클라우드 도입이슈분석: 주요국관련정책을 중심으로.
- 서경화, 정유민, 김민지, 이선희(2014). 미국의 책임의료조직(Accountable Care Organization) 운영 현황 분석과 국내 의료정책에서 정책적 함의 평가, 보건행정학회지, 24(4): 396-412.
- 신영석, 강희정, 황도경, 윤장호, 박금령, 김은아(2015). 지역밀착형 의료급여 전달체계 모형 구축, 보건복지부, 한국보건사회연구원
- 신화연 등. (2014). 사회보장 재정추계 기반 강화 연구. 한국보건사회연구원, 보건복지부.
- 아시아경제. (2017). available at <http://m.news.naver.com>
- 오영호. (2012). 의료전달체계의 문제점과 정책과제. 보건복지포럼, 2012년 7월호, 50-67.
- 우성희. (2015). IoT 환경의 의료정보보호와 표준 기술. 한국정보통신학회논문지, 19(11), 2683-2688.
- 윤강재, 하슬잎, 여지영, 김진호, 신영석, 이수형. (2014). 의료전달체계 개선 논의의 경향과 과제, 한국보건사회연구원.
- 의료기기법 시행규칙. (2013). <http://www.emergogroup.com/>
- 이관용, 김진희, 김현철. (2016). 의료 인공지능 현황 및 과제. 보건산업브리프, 2016.
- 이다은. (2017). 인공지능의 의료혁신?- 길병원의 왓슨 도입을 중심으로. 과학기술정책.
- 이민화. (2016). 디지털 헬스케어의 미래: 변화하는 헬스케어 트렌드와 국가의 대응전략. 보건산업동향, 2016(2).
- 이상명. (2008). 개인정보자기결정권의 헌법적 근거에 관한 고찰. 공법연구,

36(3), 225-248

- 이상영. (2012). 보건의료의 현황과 발전 방향. 보건복지포럼, 2012년 7월호, 68-74.
- 이성기, 김일곤, 송준현, 도형호, 이도윤, 전형석, 신재우, 양원하오(2014). 보건의료 정보표준 발전 방향 연구, 경북대학교
- 이승민. (2014). 동향전망: 헬스케어 산업의 사물인터넷 적용 동향과 전망. 보건 산업브리프, 145. 한국보건산업진흥원.
- 이연희. (2016). 보건복지 분야 사물인터넷 기술 활용 현황과 과제. 보건복지포럼, 2016년 8월호, 31-41.
- 이진형. (2016). Information Communication Technology(ICT)와 한국의 보건 의료. 한국병영경영학회, 21, 25-38.
- 정보통신기술진흥원. (2017). 인공지능 플랫폼 동향과 정책적 시사점.
- 정보통신산업진흥원. (2014). 세계 5개국의 ICT 기반 헬스케어 정책 사례. 해외 ICT R&D 정책동향, 2014년 02호.
- 정용엽. (2012. 8. 17.). PHR 관련 국내외 법/제도 현황 및 개선방향. 서울대병원 CoPHR사업단 발표자료.
- 정현학, 최영임, 이상원. (2016). 4차 산업혁명과 보건산업 패러다임의 변화. 보건산업브리프, 215, 11.
- 정형선. (2017). 미래의 보건의료복지체계와 건강보험. 2017 한국보건행정학회 전기학술대회 연세집.
- 조형원. (2011). 의료산업과 IT융합에 제약이 되는 법·제도 현황 및 발전방안 모색. 법과 정책연구, 제11권 제4호, 한국법정책학회.
- 조성배. (2016). 인공지능 기술전망과 미래산업의 주요과제. 미래연구 포커스.
- 주지홍. (2017). 사물인터넷(IoT) 헬스케어 서비스 법제도 개선 방향. 강원법학, 50, 801-837.
- 정보통신정책연구원. (2014). 모바일 헬스케어 애플리케이션 현황 및 전망. 정보통신 방송 정책, 26(17), 1-23.
- 최병호, 김남순, 김진현, 이상일, 정형선. (2016). 한국보건의료정책의 현황과 과제- 전문가에게 길을 묻다. 보건복지포럼, 2016년 12월호.

- 최윤섭. (2014). 헬스케어 이노베이션: 이미 시작된 미래. 클라우드나인, 2014.
- 클라우드 슈밥. (2016). 클라우드 슈밥의 제4차 산업혁명(Fourth Industrial Revolution) (송경진, 역). 새로운현재.
- 하원규. (2015). 제 4차 산업혁명의 신지평과 주요국의 접근법. 주간기술동아.
- 한국과학기술기획평가원(KISTEP). (2016). 정밀의료의 성공 전략.
- 한국사물인터넷협회. (2015). 2015년 국내 사물인터넷 신제품·서비스 편람.
- 한국인터넷진흥원. (2013). 사이버 시큐리티 이슈.
- 한국정보화진흥원. (2014). 국가정보화기획본부 국가정보화기획부, 지속가능한 국가발전을 위한 창조비타민 해외전략 분석②: 보건·의료 분야의 新ICT 융합전략 제2호.
- 한국u헬스협회. (2013). 의사-환자간 원격진료 도입 현황.
- 헬스케어이노베이션(2017). 뷰노 루닛, 인공지능으로 의료 영상 분석해 폐질환 진단
- ETRI 창의미래연구소. (2015). ECOSight 3.0: 미래사회 전망.
- KT. (2017a). 국립암센터와 맞춤형 정밀의료 분야 협력
- KT. (2017b). 국립 암센터와 클라우드 인프라로 정밀의료 지원.

〈국외 참고문헌〉

- Answers, H. (2014, Dec. 19). Social Media Likes Healthcare: PwC Report on the impact of Social Media in Healthcare. Available at: hitechansers.net/social-media-likes-healthcare. Accessed December, 19.
- Bresnick, J. (2014, Jul. 24). Healthcare analytics market to expand at 25% CAGR to 2019. Health IT Analytics ([http:// healthitanalytics.com/news/](http://healthitanalytics.com/news/))
- Canada Board of Conference. (2012). Measuring Success: A Framework for Benchmarking Health Care System Performance.
- Christensen, Clayton M. (2009). The innovator's prescription: a

- disruptive solution for health care. New York: McGraw-Hill.
- Collen, M. F. (1986). Origins of Medical Informatics. *Western Journal of Medicine*, 145(6), 778-785.
- Corbin, J. M. & Strauss, A. (1988). *Unending work and care: Managing chronic illness at home*. Jossey-Bass.
- Council, N. R. (2011). *Toward Precision Medicine: Building a Knowledge Network for Biomedical Research and a New Taxonomy of Disease*
- Dan LeSueur. (2016). 5 Reasons Healthcare Data Is Unique and Difficult to Measure. *HealthCatalyst*. 2016. available at: <https://www.healthcatalyst.com>
- David Kelner the fourth industrial revolution: a primer on Artificial Intelligence (AI), 2016. available at
- Darcy, A., Louie, A. & Roberts, L. (2016). Machine Learning and the Profession of Medicine. *JAMA*. 315(6), 551-552.
- Dator, J. & Park, S. (2012). Korea as a Conserver society. *Social Business*, 2(3), 181-204.
- Densen, P. (2011). Challenges and Opportunities Facing Medical Education. *Transactions of the American Clinical and Climatological Association*, 122, 48-58.
- Flores, M., Glusman, G., Brogaard, K., Price, N. D., & Hood, L. (2013). P4 medicine: how systems medicine will transform the healthcare sector and society. *Personalized Medicine*, 10(6), 565-576.
- Hermann, M., Pentek, T. & Otto, B. (2016). Design Principles for industrie 4.0 scenarios. In *System Sciences(HICSS)*, 2016 49th Hawaii International conference on. IEEE, 3928-3937.
- Hripcsak, G., Duke, J. D., Shah, N. H., Reich, C. G., Huser, V.,

- Schuemie, M. J. & Ryan, P. B. (2015). Observational Health Data Sciences and Informatics (OHDSI): Opportunities for Observational Researchers. *Studies in Health Technology and Informatics*, 216, 574-578.
- Lu, Y-F., Goldstein, DB., Angrist, M. & Cavalleri, G. (2014). Personalized Medicine and Human Genetic Diversity. *Cold Spring Harbor Perspectives in Medicine*, 4(9).
- Institute for Health Technology Transformation. (2013). Transforming health care through big data: strategies for leveraging big data in the health care industry.
- Institute of Medicine (US). (2000). Committee on Quality of Health Care in America: Kohn LT, Corrigan JM, Donaldson MS(Eds). *To Err is Human: Building a Safer Health System*. Washington (DC): National Academies Press (US); 2000.
- Matker & Market. (2017). Wearable Medical Devices Market by Application (Diagnostic (Heart, Pulse, BP, Sleep, Fetal), Therapeutic (Pain, Insulin)), End Use (Sports, Fitness, RPM), Type (Smart watch, Patch), Distribution Channel (Pharmacy, Hypermarket) - Forecast to 2021. available at <http://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports>
- Margolis R., Derr, L., Dunn, M., et al. (2014). The National Institutes of Health's Big Data to Knowledge (BD2K) initiative: capitalizing on biomedical big data. *Journal of the American Medical Informatics Association: JAMIA*. 21(6), 957-958.
- Masic, I., Miokovic, M., & Muhamedagic, B. (2008). Evidence Based Medicine - New Approaches and Challenges. *Acta Informatica Medica*, 16(4), 219-225.
- Ministry of Economy, Trade, Industry(일본경제산업청). (2016. 4.). Vision

- of New Industrial Structure: Japan's strategies for taking the lead in the Fourth Industrial Revolution.
- McKinsey&Company. (2015). Industry 4.0 How to navigate digitization of the manufacturing sector.
- NOST. (2016). Medical Devices and Systems: ICT and the Future of Healthcare.
- OECD. (2017). OECD Health Statistics 2017.
- Office of the National Coordinator for Health Information Technology. (2016). 2016 Interoperability Standards Advisory.
- ONC. (2014). Federal Health IT Strategic Plan 2015-2020.
- ONC Data brief. (2015). ONC/American Hospital Association (AHA), AHA Annual Survey Information Technology Supplement.
- Oniki T., Zhuo N., Beebe C., Liu H., Coyle J., Parker C., et al.(2016). Clinical element models in the SHARPn conortium, J Am Med Inform Assoc. 2016 Mar 23(2), 248-256.
- PMI Working Group N. (2015). The Precision Medicine Initiative cohort program -building a research foundation for 21st century medicine.
- Roberts, L. D., Hassall, D. G., Winegar, D. A., Haselden, J. N., Nicholls, A. W., & Griffin, J. L. (2009). Increased hepatic oxidative metabolism distinguishes the action of Peroxisome Proliferator-Activated Receptor delta from Peroxisome Proliferator-Activated Receptor gamma in the Ob/Ob mouse. BMC Med Inform Decis Mak 2009, 1, 115.
- Sackett, D. L., Rosenberg, W. M., Gray, J. A., Haynes, R. B., & Richardson WS. (1996). Evidence based medicine: what it is and what it isn't. BMJ 1996 312, 71-72.
- San Antonio Orthopedic Groups. (2017). Orthopedic Stem Cell Therapy.

- available at <https://www.tsaog.com/our-specialties/joint-preservation/orthopedic-stem-cell-therapy/>
- Schwab, K. (2017). The fourth industrial revolution. Crown Business.
- Sim DSM. (2015). Drug Absorption and Bioavailability: Springer International Publishing. 2015, 17-26.
- Strauss, A. & Corbin, J. M. (1988). Shapping A New Health Care System, The Jossey-Bass Public Administration Series, San Francisco: Jossey-Bass Inc.
- The White House. (2015). FACT SHEET: President Obama' Precision Medicine Initiative. USA.
- UBS. (2016). Extreme automation and connectivity: The global, regional, and investment implications of the Fourth Industrial Revolution. White Paper for the World Economic Forum Annual Meeting 2016.
- World Health Organization. (2003). The world health report 2003: shaping the future. World Health Organization.
- World Health Organization. (2012). National e-Health Strategy Toolkit.
- World Economic Forum. (2016). The Future of Jobs - Employment, Skills and Workforce Strategy for the Fourth Industrial Revolution.
- World Economic Forum. (2016). Values and the Fourth Industrial Revolution Connecting the Dots Between Value, Values, Profit and Purpose.
- Zimmerli, B. (2013). Improving Health Care Value through Shared Accountability. Health Care Reform Insights, Winter.
- 野村総合研究所. (2015). 日本{の労働人口の 49%が人工知能\やロボ{ット等で代替可能\に - 601 種の職業ごとに、コンピューター技術による代替確率を試算 -.

〈국내 홈페이지〉

- 경북대학교. (2014). 보건의료정보표준 발전방향 연구.
공개 SW 포탈. (2017. 5. 24.). 글로벌 인공지능 삼파전, 우리는 준비되어 있나?
http://www.oss.kr/?mid=oss_news&page=2&document_srl=673074
뉴스 1. (2017). available at <http://m.news.naver.com>
뉴스스퀘어. (2016. 4. 24.). 4차 산업혁명이란 무엇인가?
<http://www.newsquare.kr/issues/1206/stories/4919>에서 인출.
매일경제. (2017). available at <http://m.news.naver.com>
양보혜. (2016. 4. 22.) 정밀의료가 4차 산업혁명 이끈다.
<http://www.mpress.kr/news/articleView.html?idxno=5742>
한국경제. (2016). available at <http://magazine.hankyung.com>
행정안전부. (2017. 9. 4.). 보도자료.
홍인기. (2015. 3. 1.). 클라우드, 의료-헬스케어 산업 패러다임 바꾼다.
<http://m.comworld.co.kr/news/articleView.html?idxno=48715>

〈국외 홈페이지〉

- AMIA Web site.
<https://www.amia.org/education/programs-and-courses>
American Medical Informatics Association. available at:
<https://www.amia.org/education/programs-and-courses>
ONC. Federal Health IT Strategic Plan 2015-2020, ONC. available at
<https://www.healthit.gov>
Forbes. (2016). available at
<https://www.forbes.com/sites/paullamkin/2016>
<https://www.forbes.com/sites/haydnshaughnessy/2014/06/19/apple-health-kit-as-a-major-platform-innovation/#7c79dc3917e4>
Frost and Sullivan. (2016). available at <http://www.prnewswire.com>

- Kelnar, D. (Dec, 2, 2016). The fourth industrial revolution: a primer on Artificial Intelligence (AI).
<https://medium.com/mmc-writes/the-fourth-industrial-revolution-a-primer-on-artificial-intelligence-ai-ff5e7ffcae1>
- Healthcare IT news. (2017). Half of hospitals to adopt artificial intelligence within 5 years, 2017. available at
<http://www.healthcareitnews.com>
- HiMSS. (2013). Definition of Interoperability.
<http://www.himss.org/library/interoperability-standards/what-is-interoperability>
- Healthcare Services Platform Consortium. available at
<http://hspconsortium.org>
- Mayo Clinic. (2017). Center for Regenerative Medicine.
<http://www.mayo.edu/research/centers-programs/center-regenerative-medicine>
- Intelligence Startups In Healthcare. (2017). available at
<https://www.cbinsights.com/blog/artificial-intelligence-startups-healthcare/>
- ONC Data brief 2015, ONC/American Hospital Association (AHA), AHA Annual Survey Information Technology Supplement
- Poonacha Machaiah, HUFFPOST. (2017). available at
<http://www.huffingtonpost.com>
- The Economist. (2016). available at
<https://www.eiuperspectives.economist.com>
<http://trend.google.com>
<http://www.hl7.org>
<http://fortune.com/2016/03/21/apple-carekit/>
<https://developer.apple.com/healthkit/>

<http://www.apple.com/healthcare/products-platform/>
<http://www.apple.com/researchkit/>
<https://www.alivecor.com/>
<https://www.wearable.com/apps/how-to-use-apple-health-iphone-fitness-app-960>
<https://www.forbes.com/sites/dandiamond/2015/08/11/google-is-now-alphabet-and-it-could-spell-big-things-for-healthcare/#4f10ee666c1d>
<https://verily.com/>
<https://enterprise.microsoft.com/en-us/industries/health/>
<https://www.healthvault.com/kr/ko>
<https://www.microsoft.com/microsoft-band/en-us>
<http://healthitanalytics.com/news/microsoft-takes-on-blindness-eye-care-with-ai-machine-learning>
<http://medcitynews.com/2016/06/amazon-echo-alexa-healthcare/>
<https://techcrunch.com/2016/10/27/jeff-bezos-mayo-clinic-back-anti-aging-startup-unity-biotechnology-for-116-million/>

〈보도자료〉

기획재정부. (2015. 12. 4.). 기획재정부, 2060년 국가채무비율 40% 이내로 관리 지속적 인 세출구조조정 없을 경우 60%까지 상승 가능.

경향신문. (2017. 3. 29.). 4차 산업혁명 생명윤리 문제 선제 대응.

데일리메디. (2017. 1. 5.). 아산, 삼성 등 주요 병원 4차 산업혁명 쟁점.

데일리메디. (2017. 2. 1.). 커리큘럼 유연성 높여 4차 산업혁명 준비.

보건복지부. (2013. 7. 9.). “국민 건강 문제를 해결하는 R&D” 국민 건강을 위한 범부처 R&D 중장기 추진계획 수립. 보도자료.

보건복지부. (2017. 6. 9.). 보건의료 빅데이터 전략 수립 공론의 장 열려. 보도자료.

- 서울경제. (2017. 3. 30.). 4차 산업혁명시대 생명윤리논의 물꼬.
- 조선비즈. (2017. 4. 4.). 하버드 교정 덮친 바람...의대 교육 뜯어고친다.
- 뉴스토마토. (2017. 3. 15.). 보건의료 빅데이터 추진, 민관 머리 맞댄다.
- 엠프레스 (2016. 4. 22.). 황희 보건복지부 정밀의료연구개발 추진위원회 위원
“정밀 의료가 4차 산업혁명 이끈다”
- 한국경제. (2017. 7. 18.). 박능후 “의료계가 우려하는 의사-환자간 원격의료 추진하지 않겠다.”
- 한경BUSINESS. (2016. 5. 10.). ‘중국의 구글’ 인공지능 시장 노린다.
<http://news.naver.com/main/read.nhn?mode=LSD&mid=sec&sid1=105&oid=050&aid=0000040837>에서 2017. 10. 24. 인출.
- 행정안전부. (2017. 9. 4.). 보도자료.
- The Conference Board of Canada. (2012, Sep 26). Measuring Success:
A Framework for Benchmarking Health Care System Performance.
- JOLIE, A. (2015). My Medical Choice. Vol 2017: The New York Times.

간행물회원제 안내

▶ 회원에 대한 특전

- 본 연구원이 발행하는 판매용 보고서는 물론 「보건복지포럼」, 「보건사회연구」도 무료로 받아보실 수 있으며 일반 서점에서 구입할 수 없는 비매용 간행물은 실비로 제공합니다.
- 가입기간 중 회비가 인상되는 경우라도 추가 부담이 없습니다.

▶ 회원종류

- 전체간행물회원 : 120,000원
- 보건분야 간행물회원 : 75,000원
- 사회분야 간행물회원 : 75,000원
- 정기간행물회원 : 35,000원

▶ 가입방법

- 홈페이지(www.kihasa.re.kr) - 발간자료 - 간행물구독안내

▶ 문의처

- (30147) 세종특별자치시 시청대로 370 세종국책연구단지 사회정책동 1~5F
간행물 담당자 (Tel: 044-287-8157)

KIHASA 도서 판매처

- | | |
|---|---|
| ■ 한국경제서적(총판) 737-7498 | ■ 교보문고(광화문점) 1544-1900 |
| ■ 영풍문고(종로점) 399-5600 | ■ 서울문고(종로점) 2198-2307 |
| ■ Yes24 http://www.yes24.com | ■ 알라딘 http://www.aladdin.co.kr |