





헬스케어 분야에서의 블록체인 기술 1)

1. 블록체인 기술의 의료분야 활용 현황 (R&D기획단)	3
2. 블록체인 기술의 의료분야 활용현황 및 정책제언 (차의과대학교 한현욱)	10
3. 블록체인 기반 의료산업 혁신 (정보통신정책연구원, 김경훈)	27

1) 2018년 보건 의료 R&D동향에서 블록체인 기술 발간물을 모아서 발간함



R&D진흥본부 R&D기획단

-  의료·헬스케어 분야에 블록체인 기술을 적용하여 개인의 의료정보 활용을 촉진하는 방안이 새롭게 부각
-  의료정보의 보안성 및 투명성 확보, 다양한 산업 영역에의 활용, 진단 및 치료의 정확도 향상 등 의료 정보 교류 확대 기대
-  해외 각국의 의료 관련 업체에서는 정부기관, 병원 등과의 협력을 통하여 블록체인 기술을 도입, 안전하고 정확한 의료정보 활용을 시도 중
-  환자 중심의 의료 실현과 공공성 확대에 기여할 수 있을 것으로 예상되므로 블록체인 기술의 활용에 대한 점진적이고 긍정적인 검토 필요



블록체인의 의료분야 활용 현황

1 기존의 의료정보 활용 모델

✓ 현재 의료정보 시스템은 의료기관 중심의 운영

- 의료기관 외부로 의료 정보를 공유하는 것은 개인정보보호를 위해 환자 본인이 자신의 기록을 요청하는 경우를 제외하고 불허
- 현재 의료정보시스템은 대표적으로 아래 3가지 모델로 운영

〈 의료정보 활용 모델 〉

구분	세부 내용
Push 방식	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 의료정보를 한 공급자에게서 또 다른 공급자에게 보내는 개념 ▪ 응급실 의사와 주치의 사이에 암호화된 전송에 이용 ▪ 두 주체간의 전송으로 다른 주체는 거래에 접근하지 못함
Pull 방식	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 한 공급자가 또 다른 공급자에게 정보를 요청하는 개념 ▪ 심장병 전문의가 기존 담당 주치의에게 정보를 요청하는 유형
View 방식	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 한 공급자가 또 다른 공급자의 기록 데이터를 볼 수 있는 개념 ▪ 수술실의 담당의가 응급의료센터에서 찍은 사진을 보는 유형

✓ 분절된 중앙집중형 데이터 관리체계로 인하여 의료정보의 교류 및 활용 제한, 정보관리의 미흡 등 다수의 문제 발생

- 기 진료 정보의 전달 및 공유의 어려움으로 인한 중복 진료, 의료비용 및 부담 증가
 - 의료정보 교환이 원활히 이루어질 경우 응급실에서 행해지는 여러 가지 검사의 50% 이상 감소
- 의료 데이터의 신뢰성 보장 불가 및 데이터 사용의 투명성 저하
 - 의료 공급자의 허위 의료기록 및 임의 변경 발생, 일부 데이터가 병원을 통해 타 기관이나 기업에 전달되는 경우 개별환자가 인지하지 못한 상태로 전달
- 데이터의 손실 및 해킹의 위험
 - '15년 미국 내 의료데이터 해킹 수는 1억 1200만 건 이상이며 이로 인한 손해액은 약 7조원 이상
- 허위보험청구로 인한 비용손실 발생
 - 전세계적으로 허위보험 청구로 인한 손실액은 연간 약 56조원
- 개인 의료정보 데이터의 소유권에 대한 논란 계속

✓ 이에 따라, 블록체인 기술 적용을 통한 의료 데이터의 보관, 처리, 가공, 공유 등 환자 중심의 의료정보시스템으로의 새로운 전환 방안 모색



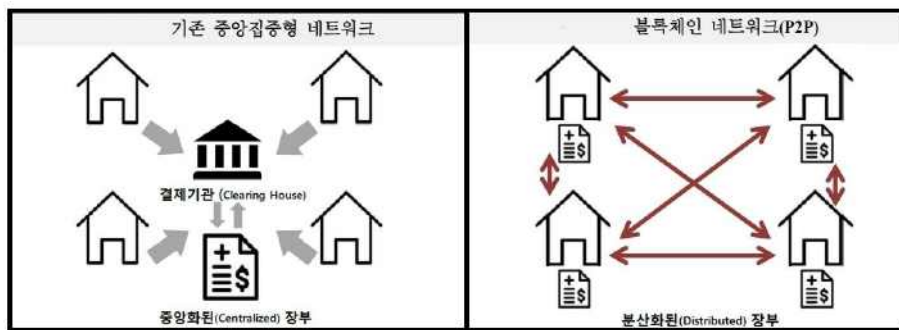
블록체인의 의료분야 활용 현황

2 블록체인 기술의 의료분야 활용

✓ 블록체인(Blockchain)이란?

- 블록이라는 소규모 데이터들이 P2P 방식을 기반으로 생성된 체인 형태의 연결고리 기반 분산 데이터 저장환경에 저장
 - 누구도 임의로 수정할 수 없으나, 누구나 변경의 결과를 열람할 수 있는 분산 컴퓨팅 기술 기반의 데이터 위변조 방지 기술
 - 블록체인의 대표적인 특징은 탈중앙성, 보안성, 투명성
- ★ 2016년 스위스에서 개최된 세계경제포럼(World Economic Forum)에서 블록체인 기술을 10대 유망기술로 선정. 다양한 비즈니스 분야에 혁신적인 변화를 가져올 수 있는 중요한 화두로 거론

〈블록체인 네트워크 개념도〉



< 자료 : Santander, 국제금융센터 >

〈블록체인의 정의〉

- 분산원장(Distributed Ledger)기술.거래정보를 기록한 원장을 특정 기관의 중앙서버가 아닌 P2P(Peer-to-Peer) 네트워크에 분산하여 참가자가 공동으로 기록하고 관리하는 기술 (한국은행)
- 거래데이터를 중앙집중형 서버에 기록, 보관하는 기존 방식과 달리 거래 참가자 모두에게 내용을 공유하는 분산형 디지털 장부를 의미 (금융위원회/금융감독원)
- 분산된 네트워크의 컴퓨팅 자원을 모아 거대한 연산 능력을 확보하고, 이를 기반으로 중앙서버 없이 모든 작업을 처리하고 검증하는 기술 (금융결제원)

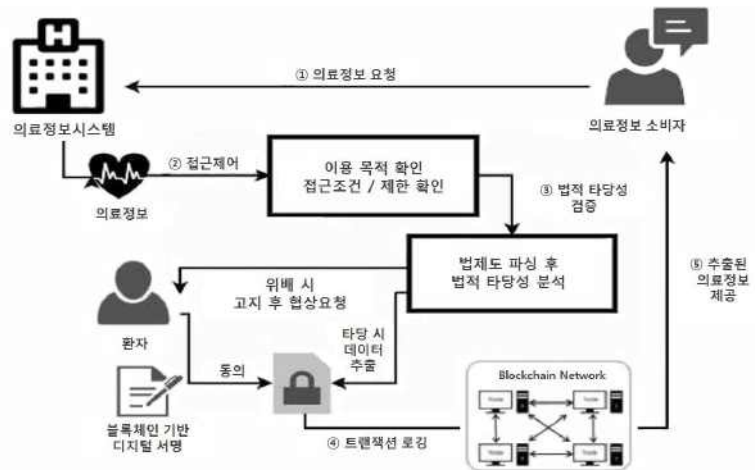


블록체인의 의료분야 활용 현황

2 블록체인 기술의 의료분야 활용

✓ 블록체인 기술의 의료분야 활용 효과

- (정보 주권 강화) 환자 중심의 의료정보 활성화
 - 개인의 의료기록(PHR)에 대한 주권을 각 개인이 가지게 되며, 스스로 의료정보의 활용범위 및 활용여부 설정 가능
- (보안성 강화) 개인의료정보의 보안성 및 투명성 확보, 임상 시험 위변조 방지, 약품 관리 등에 적용
 - 정보를 다수가 공유하므로 해킹이 어렵고 모든 거래기록에 대한 접근이 공개, 한번 작성된 기록은 수정 불가
 - 복잡한 임상연구와 임상시험의 의료데이터 관리, 의약품 물류 특히 항정신성 의약품과 항생제 사용관리에 적용 가능
- (정보 교류 활성화) 일관된 구조의 블록을 통하여 의료정보 교류의 편의성과 호환성 향상
 - 개인은 암호화를 통하여 개인의 건강정보를 휴대폰에 저장 활용할 수 있으며 어느 의료기관에서든지 지속적인 치료 및 통합관리 가능
 - 의료정보 발급 절차의 간소화를 통하여 비용과 시간 절약
- (정보 활용 확대) 의료정보의 다양한 산업영역에의 활용 확대
 - 복잡한 보험 청구 정보처리의 통합성 강화. 스마트 계약 기술을 적용하여 중개자 없이 실시간 청구, 심사, 지급 가능
 - 환자의 정보 보안성을 높여 정밀의료에 활용, 블록체인을 통하여 개인의 데이터 기부를 위한 동의서 관리 가능
- (의료의 질 향상) 인공지능과의 결합을 통한 진단 및 치료의 정확도 향상
 - 미국은 2018년 5월, 블록체인을 활용하여 300~500만 명 여성 유방 촬영 영상 데이터를 인공지능 학습 예정, 임상보다 정확한 진단이 가능하도록 연구 착수



< 블록체인의 의료정보시스템 적용 예시 >

(자료 : 사례연구를 통한 안전한 블록체인 도입에 대한 제언, 2017 한국통신학회)



블록체인의 의료분야 활용 현황

2 블록체인 기술의 의료분야 활용

✓ 블록체인 기술의 의료분야 활용 국내외 동향

업체명	주요 내용
 구글	딥마인드 헬스, 블록체인 기술을 사용해 병원, 영국 국민보건서비스(NHS) 등과 연계하여 실시간으로 환자의 데이터 현황을 추적할 계획(2017년 3월) • 2016년 11월부터 협업을 시작하였으나 정보유출에 대한 우려가 제기되어 블록체인 기술을 사용한 '분산형 디지털 기록 시스템'을 계획
 IBM	IBM 왓슨 헬스 인공지능 사업부, 미 FDA와 블록체인 기술을 이용한 의료연구 및 기타 목적으로 환자 데이터를 안전하게 공유하기 위한 공동개발 계약 체결 (2017년 1월, 2년간) • EMR(Electronic Medical Record), 임상시험, 게놈데이터, 모바일기기/ 웨어러블/사물인터넷(IOT)의 보건데이터 등을 포함한 환자 데이터 연구
 MIT 미디어랩	블록체인 원장을 통해 환자 약물 치료에 대한 정보를 공유하는 탈중앙화 기록 관리시스템 MedRec 제안 • MedRec은 이더리움(Ethereum) 블록체인 플랫폼을 기반으로 하며 권한을 가진 의료관계자와 환자만이 정보에 접근 가능
 인텔	미국 특허청(USPTO)에 블록체인을 활용한 시퀀스마이닝플랫폼(SMP)기술 특허 등록 • 블록체인을 활용하여 DNA와 RNA에 있는 핵염기 순서를 규명하고 저장하는 플랫폼
 메디블록	여러 기관에 흩어져 있는 의료정보 및 스마트폰을 포함한 여러 기기를 통해 생산되는 의료정보를 안전하게 통합하여 관리할 수 있게 하는 블록체인 기반의 의료 정보 오픈 플랫폼 • 암호화폐인 MED(Medi token)을 발행하여 플랫폼 내 경제 생태계 구축, 연계된 기관에서 의료비, 약제비, 보험료 등을 지불하는 수단으로 사용 예정
 교보생명	병원 진단서를 블록체인으로 묶어 실손보험금 청구 고객이 진단서 제출 없이 청구 가능하도록 간소화 • 진료비 납부 시 병원에 보험금 청구 의사를 전달하고 휴대전화 애플리케이션으로 보험사에 보낼 진료기록을 선택, 진료기록 사본이 보험사로 자동 전달



블록체인의 의료분야 활용 현황

2 블록체인 기술의 의료분야 활용

- ✓ 블록체인 기술의 의료분야 활용에서의 문제점
 - 블록체인의 기술적 오류에 따른 개인정보 유출
 - 블록체인 기술은 해킹보다는 소프트웨어상의 취약점에 의해 보안성이 깨질 확률이 높음.
 - 홍콩 기반 암호화 화폐 거래소는 소프트웨어상의 문제로 6,800만 달러 가량의 디지털 화폐 분실
 - 의료 서비스를 고려한 법·제도 개정
 - 개인정보보호법, 의료법, 전자금융거래법, 신용정보법 등 현행 법령 및 규정의 준수가 어려우며 현행 규제로는 대응이 미흡
 - 개인의 의료정보 판매 등 윤리 사회적 문제
 - 데이터 통합과 상호운용이 가능할 경우 개인의 의료정보 판매 등의 윤리·사회적 문제 발생 가능성 존재
 - 대용량 의료데이터의 암호화
 - 블록체인의 모든 노드에 정보를 저장하기 위한 처리속도 및 저장공간의 한계
 - 의료계 자체의 용어, 서식 등 정보 표준화
 - 각 의료기관별 다양한 의료 용어 사용 및 수시로 변경 가능한 수천가지 의료서식 보유, 데이터와 서비스 호환을 고려한 표준화 필수
 - 의료정보 관련 이해 관계자들의 협력
 - 중앙기관 또는 중개기관의 기능 축소 및 폐지에 따른 의료기관, 전자무기록업체, 정부, 디지털 헬스케어 업체 등 의료정보 관련 이해 관계자들의 적극적인 논의 필수

3 향후 추진방향 및 시사점

- ✓ 유전정보, 생활습관 관리 등 개인의 건강과 의료정보의 중요성이 확대됨에 따라 블록체인이 정밀의료 기반의 인프라 구축을 위한 혁신적 기술로 부각
- ✓ 그러나 블록체인 기술은 아직 초기 단계 기술로서 지속적인 발전과 함께 의료분야 활용 가능성에 대한 면밀한 검증 필요
- ✓ 성급한 규제보다는 블록체인 산업을 정착시키고 블록체인 기술의 활용을 확장시킬 수 있는 지원형 법·제도 정비를 검토할 필요
 - 2016년 유럽의회는 블록체인 규제에 대하여 불간섭주의 채택,
 - 미국 각 주의 경우도 산업 정착 또는 활용 확장을 위한 법제도 정비에 집중
- ✓ 환자 중심의 의료 실현과 공공성 확대에 기여할 수 있을 것으로 예상되므로 블록체인 기술의 활용에 대한 점진적이고 긍정적인 검토 필요



블록체인의 의료분야 활용 현황

4 참고자료

< 블록체인 기술의 기본원리 >

- 블록체인은 P2P 네트워크에서 일정 시간마다 새로운 거래내역을 담은 새로운 블록이 형성되어 기존 블록에 계속 연결되는 데이터베이스 구조
- 새로 형성된 블록의 거래정보는 직전 블록의 정보를 포함하고 있으며, 직전 블록은 다시 그 이전 블록의 해시값을 포함



✓ 참고문헌

- 블록체인 기술의 현황과 미래, 박성준
- 사례연구를 통한 안전한 블록체인 도입에 대한 제언 : 의료정보시스템을 중심으로, 2017년 한국통신학회 하계종합학술발표회
- P2P 분산 네트워크 환경 내 프라이버시 및 정보보호 방안-블록체인 중심으로, 보안공학연구논문지
- Blockchain opportunities for health care, Deloitte
- Blockchain Technology in Global Healthcare, 2017-2025, Frost & Sullivan
- 블록체인 기술의 발전과정과 이해, 피넥터보고서
- ICT 융합 동향리포트, 정보통신산업진흥원
- Medibloc Whitepaper, 메디블록
- 대한병원학회지 2018 Vol.370
- Block chain Innovation Conference 2018 : ICT 패러다임의 변화 : 블록체인 기반 적용사례
- 의료분야 블록체인 활용, 복지부 올해 관련 R&D 착수, 메디파나뉴스
- 보안혁명 '블록체인' 의료미래 바꾼다, Medical Observer
- '환자데이터 안전하게' 'IBM 왓슨과 FDA 블록체인 공동연구, CIO Korea,
- 의료정보 보호 논란 블록체인으로 해결, elec4
- MIT 공룡들 블록체인으로 헬스케어 사업 혁신 나선다, 조선비즈

블록체인 기술의 의료분야 활용 현황 및 정책제언


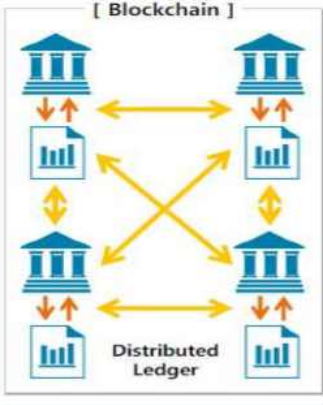
한현욱, 차의과학대학교, stepano7@gmail.com

1. 블록체인 기술의 이해
2. 의료분야에서 블록체인 기술의 활용
3. 블록체인 의료분야 적용을 위한 선결과제
4. 의료분야 블록체인 활성화를 위한 제언

미래의료의 핵심은 데이터에 기반을 둔 맞춤형 의료 및 예측의료의 실현이다. 이것이 가능하기 위해서는 개인의 의료 데이터를 언제 어디서나 열람, 관리 및 유통이 가능한 개방형 생태계를 이루어야 한다. 하지만 의료 데이터는 그 속성상 매우 민감한 개인정보를 다루기 때문에 상당한 수준의 신뢰성과 보안성이 요구된다. 데이터의 관점에서 개방과 안전이라는 두 마리 토끼를 잡는다는 것은 매우 난해한 문제이다. 최근 이러한 데이터의 양면성을 해결하기 위한 기술로써 블록체인이 의료계에 크게 주목을 받고 있다. 블록체인은 거래정보를 특정 중앙 서버에 데이터를 보관하는 전통적인 방식과 달리 P2P(Peer-to-Peer) 네트워크로 모든 사용자에게 데이터를 분산해서 기록하고 공동으로 관리하는 방식의 정보통신 인프라를 말한다. 블록체인 기술이 의료분야에 활용될 경우, 건강정보 관리 능력 증대, 보험청구 및 심사 프로세스 효율화, 의료기기 및 약물 유통 채널 추적성 제고, 임상 시험의 안전성 향상, 연구 데이터의 공유와 활용의 증대, 개인 의료 및 건강 정보의 보호 강화, 의료정보 무결성 확보 및 책임 추적성이 개선될 것으로 예측되고 있다. 하지만 아직까지 전 세계적으로 의학 및 생물학 분야에서 블록체인에 관한 연구는 이제 막 걸음마를 배우고 있는 수준이다. 향후에는 의료분야 블록체인에 관한 구체적인 서비스 모델, 유통되는 의료 데이터의 형태와 구조, 보안, 블록에 저장될 데이터 수준 및 표준화, 법적 문제에 관한 다방면의 연구가 필요하다. 따라서 미래에는 블록체인 기반 의료 서비스 모델 개발, 의료분야 블록체인 코어 플랫폼 기술 및 거버넌스 구축, 블록체인 관련 의료 제도 및 정책 개발에 관한 국가 차원의 정책적 전략 로드맵이 수립되어야 한다.

1. 블록체인 기술의 이해

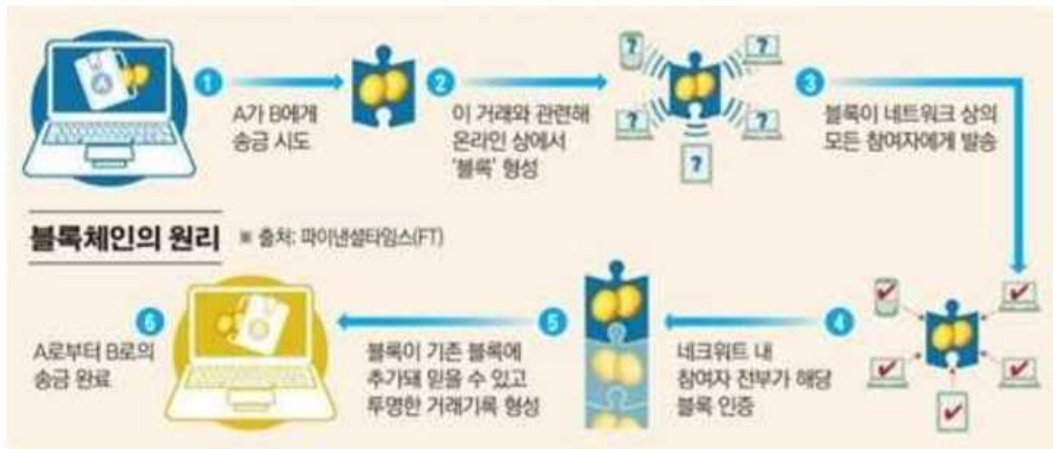
블록체인은 거래정보를 특정 중앙 서버에 데이터를 보관하는 전통적인 방식과 달리 P2P(Peer-to-Peer) 네트워크로 모든 사용자에게 데이터를 분산해서 기록하고 공동으로 관리함으로써 데이터의 안전성, 신뢰성, 무결성 및 투명성을 보장하는 기술을 말한다. 블록체인 기술이 제2의 인터넷이라 불리며 사회, 경제적으로 엄청난 파급효과를 몰고 올 것으로 전망되고 있는 가운데, 2017년 세계경제포럼 보고서에서는 블록체인을 인공지능 및 사물인터넷 등과 함께 12대 미래 유망기술로 선정하기도 했다. 원래 블록체인은 금융 산업을 중심으로 최초 활용되었으나 현재는 비금융 산업인 물류, 유통, 에너지, 공공서비스, 헬스케어 및 자산관리 등 다양한 분야에서 활용성이 증가하고 있는 추세이다.

공인된 제 3자에 의한 저장과 블록체인 기술을 통한 저장		
기존 네트워크	구분	블록체인 네트워크
	구조	
<ul style="list-style-type: none"> ■ 중앙집중형 구조 ■ 개인과 '제 3자 신뢰기관(은행/정부)'간의 거래 ■ 중앙서버가 거래 공증 및 관리 	개념	<ul style="list-style-type: none"> ■ 분산형 구조 ■ 거래내역이 모든 네트워크 참여자에게 공유 및 거래 ■ 모든거래 참여자가 거래 내역을 확인(작업 증명, Proof-of-work)하는 공증 및 관리

출처 : 한국지식재산연구원

그림 1. 중앙 집중형 및 블록체인 네트워크의 비교

블록체인의 동작 원리는 거래가 발생할 때마다 거래와 관련된 데이터가 각 분산노드의 장부에 기록 및 저장되며, 각 노드별 장부와 일치하는지 수시로 대조 및 확인하는 과정을 거친다. 이런 데이터 대조 및 확인 과정이 모든 참여자를 대상으로 지속적으로 진행되기 때문에 데이터의 안정성 및 신뢰성을 보장받을 수 있다.



출처 : 정보통신산업진흥원

그림 2. 블록체인의 동작원리

블록체인의 유형별 종류에는 네트워크 참여자의 성격과 시스템 접근범위에 따라 비트코인 및 이더리움과 같이 암호화 화폐 발행이 가능하며 누구나 사용이 가능한 퍼블릭 블록체인(Public Blockchain), 나스닥링크와 같이 허가 받은 사용자만 이용 가능한 프라이빗 블록체인(Private Blockchain), 그리고 R2CEV와 같이 특정목적성을 갖고 컨소시엄 참여자의 합의에 의해 접근 가능한 컨소시엄 블록체인(Consortium Blockchain)이 있다. 표 1은 각 블록체인의 유형에 따른 자세한 요소별 특징을 보여준다.

표 1. 블록체인의 유형별 특징

요소	퍼블릭 (Public)	프라이빗 (Private)	컨소시엄 (Consortium)
관리주체	모든 거래 참여자 (탈중앙화)	한 중앙기관이 모든 권한 보유	컨소시엄에 소속된 참여자
거버넌스	한번 정해진 법칙을 바꾸기 매우 어려움	중앙기관의 의사결정에 따라 용이하게 법칙을 바꿀 수 있음	컨소시엄 참여자들의 합의에 따라 상대적으로 용이하게 법칙을 바꿀 수 있음
거래속도	네트워크 확장이 어렵고 거래 속도가 느림	네트워크 확장이 매우 쉽고 거래 속도가 빠름	네트워크 확장이 쉽고 거래 속도가 빠름
데이터 접근	누구나 접근 가능	허가받은 사용자만 접근가능	허가받은 사용자만 접근 가능
식별성	익명성	식별가능	식별가능
거래증명	검증 알고리즘에 따라 거래 증명자가 결정되며 거래증명자가 누구인지 사전에 알 수 없음	중앙기관에 의하여 거래증명이 이루어짐	거래 증명자가 인증을 거쳐 알려진 상태이며 사전 협의된 규칙에 따라 거래검증 및 블록생성이 이루어짐
활용사례	비트코인, 이더리움	나스탁링크	R3CEV, CASPER

출처 : 금융보안원, 유진투자증권

특히 퍼블릭 블록체인의 필연적 산물인 암호 화폐에 대한 관심이 증가함에 따라, 그 기술적 기반인 블록체인 관련 특허 출원도 전 세계적으로 폭발적으로 증가하는 추세인데, 2017년 말을 기준으로 미국과 중국이 전체 특허 출원의 78%를 점유하고 있고 한국은 일본을 제치고 특허 출원 점유율 8%를 차지하고 있다 (표 2). 하지만 우리나라는 2세대 블록체인 기술의 핵심인 스마트 계약 (Smart Contract) 보다는 암호화화폐 거래 분야에 집중하고 있어 블록체인 서비스 및 기술 개발의 비중은 상대적으로 낮은 수준이다.

블록체인의 본질적 주체별로는 전 세계 블록체인 특허 출원 중 81%를 기업

이 주도하고 있는데 이는 퍼블릭 블록체인을 근간으로 하는 기업이 민간주도의 블록체인 산업을 이끌어 가는 형국으로 해석 될 수 있다. 암호화 화폐 생태계를 갖는 퍼블릭 블록체인은 그 성격상 블록을 유지하기 위한 사용자의 참여가 매우 중요한데 이 때문에 암호화 화폐가 투기와 관련되어 많은 논란을 불러일으키고 있기도 하다. 하지만 이는 퍼블릭 블록체인의 본질적인 특성으로 인지할 수 있다. 올바른 접근 방법이다.

표 2. 블록체인 특허 출원 현황

<연도별·국가별 출원 현황>

출원인 국적 \ 출원년도	'07년	'08년	'09년	'10년	'11년	'12년	'13년	'14년	'15년	'16년	'17년	'18년	합계
미국	4	4	5	2	10	12	18	62	136	186	58		497
중국		4	2	2		3	3	9	25	321	103		472
한국				1			2	11	33	41	10	1	99
일본		4	2		2	1	2	4	11	2	8		36
유럽				1		2	2	6	24	22	16		73
기타				2	1	3		6	29	22	8		71
총합계	4	12	9	8	13	21	27	98	258	594	203	1	1,248

출처 : 특허청

현재 블록체인 기술은 기술의 진화 단계상 매우 초기의 기술이라 말할 수 있는데, 향후에는 블록체인이 갖는 본질적인 다양한 문제점- 느린 거래 속도, 한정된 데이터 저장량, 블록 업그레이드로 인한 기존 블록과의 호환문제 및 Solidity 프로그램 불안정성 등-을 해결해야만 한다. 혹자는 블록체인이 효율성을 버리고 자율성만 얻은 시스템이라 칭하며 빠른 거래가 필수인 비즈니스 분야에 적용되기에는 효율적이지 못하다고 지적하기도 했다. 하지만 최근 3세대 블록체인의 등장으로 인해 이러한 다양한 기술적 난관을 극복하려고 시도 중이며 데이터 레이크(Data Lake)와 같은 개념의 등장으로 블록에 실을 데이터인 온체인 데이터(On-Chain Data)와 해쉬값의 결과값으로 데이터 레이크에 저장

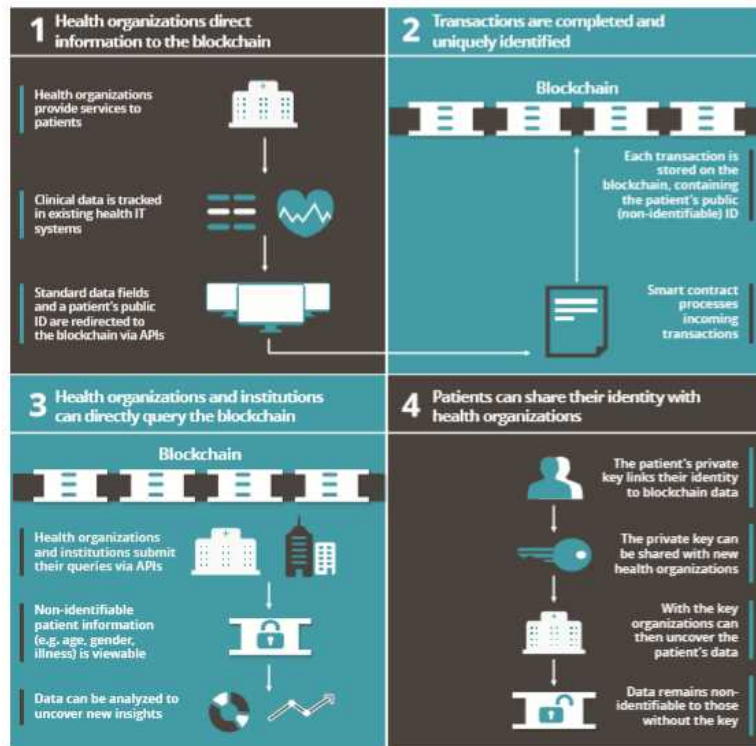
될 오프체인 데이터(Off-Chain Data)에 대한 개념 정리를 통해 이를 해결하려고 하고 있다. 현재 퍼블릭 블록체인의 경우 이더리움 및 퀀텀과 같은 자체 블록체인 네트워크를 보유한 경우도 있지만 대부분의 경우는 분산형앱(Decentralized App, Dapp)형태로 자체 블록체인 기술을 보유한 경우는 흔치 않다.

한편, 서로 다른 Dapp의 경우 블록체인 간 데이터 교환 자체가 불가능하다는 문제점이 지적되고 있다. 이는 서로 다른 블록체인 간 협의된 정보 표준화 용어 체계가 부족하고, 구현된 프로그램이 상이하며, 데이터 교환을 위한 프로토콜 자체가 없다는 것에 기인한다. 이는 블록체인의 형태에 관계없이 모든 블록체인 기술이 해결해야 할 큰 과제이다. 따라서 블록체인 기술이 산업적으로 성공적으로 활용되기 위해서는 알고리즘의 효율을 위한 기술 개발 뿐만 아니라 데이터 자체와 교환 프로토콜을 중재해 줄 거버넌스 설립이 요구된다. 이를 위해 국내외 여러 은행 및 금융 분야에서는 이미 블록체인 플랫폼 구축을 위한 컨소시엄이 출범하였으며 향후 금융상품의 결제 및 실시간 금융거래를 위한 확대 적용할 방안을 계획 중이다.

2. 의료분야에서 블록체인 기술의 활용

미래의료의 핵심은 데이터에 기반을 둔 개인 맞춤형 의료 및 예측의료의 실현이다. 이것이 가능하기 위해서는 개인의 의료데이터를 언제 어디서나 열람 및 유통이 가능한 개방형 생태계를 이루어야 한다. 하지만 의료데이터는 그 속성상 매우 민감한 개인정보를 다루기 때문에 상당한 수준의 신뢰성과 보안성이 요구되고 있다. 데이터의 관점에서 개방과 안전이라는 두 마리 토끼를 잡는다는 것은 매우 난해한 문제이다. 최근 이러한 데이터의 양면성을 해결하기 위한 기술

로써 블록체인이 의료계에 크게 주목을 받고 있다. 블록체인을 이용하면 의료 정보를 효과적으로 기록 및 관리 할 수 있으면서도 위·변조가 불가능하고 개인정보 유출 가능성을 낮출 수 있어 의료 혁신을 현실화 하는데 크게 일조 할 것으로 예측되고 있다.



출처 : Circ Cardiovasc Qual Outcomes

그림 3. 블록체인으로 인한 의료 데이터 생태계

의료분야에서 블록체인 기술이 대두됨에 따라, 2016년 미국 국가 건강 정보 기술국(ONC-HIT, The Office of the National Coordinator for Health Information Technology)에서는 보건의료 분야에서 블록체인 기술의 잠재적인 사용에 관한 조직을 구성하고 기술 및 정책적 구성요소에 관한 연구에 착수했다. 이를 통해, 블록체인을 통한 의료정보 상호운영성(Interoperability)과 유스

케이스(Use Case)에 관한 다양한 어플리케이션이 제안되었고, 문제 해결을 위한 기술적 해결 방안을 제안하기도 했다. 그림 3은 의료 분야에 블록체인을 활용하게 될 경우 의료 데이터의 생태계 변화를 보여준다.

본 연구를 통해 블록체인이 의료분야에 활용되면 건강 정보 관리 능력 증대, 보험청구 및 심사프로세스 효율화, 의료기기 및 약물 유통 채널 추적, 임상시험의 안전성 향상, 연구데이터의 공유와 활용 증대, 개인 의료 및 건강 정보의 보호 강화, 의료정보 무결성 확보 및 책임추적성이 강화 될 것으로 예견되었다. 이러한 예측은 의료 분야의 특성이 결국 데이터에 기반을 둔 산업이란 것에서 찾을 수 있는데 이러한 이유로 의료와 생명과학 분야가 그 어떤 분야보다 블록체인 응용 분야에 가장 잘 적용될 수 있는 분야로 논의되고 있다. 이 뿐만 아니라, 의료 데이터 운영 주체들간의 상호운영성(Interoperability) 증가를 통해 진료 효율이 개선될 뿐만 아니라, 보험 청구 프로세스 개선을 통해 시간과 비용을 감소할 수도 있다. 더 나아가 경험적 진료 환경이 근거중심의 의료 환경으로 전환되어 정밀의학 실현에 이바지 할 것으로 예측 된다. 더불어 의료데이터를 개인에게 돌려줌으로써 진정한 의미의 환자중심 의료 서비스 환경이 만들어질 것으로 기대된다.

현재 의료분야에서 블록체인이 응용될 다양한 서비스 모델이 시도되고 있는데 대표적으로 의료데이터 유통, 인공지능, 약물사용, 전자건강기록 개발, 웰니스, 의료비 지불, 생체이식, 신약개발, 치과치료, 의학연구, 개인건강기록, 유전체분석, 원격진료, 데이터분석기, 가상현실, 정신상담, 반려동물, 보험, 성형, 식음료, 임상 시험 등 있다. 다음 표 3은 국내외 의료에서 블록체인기술이 응용되는 주요 서비스 모델 개발의 예를 보여준다.

표 3. 대표적인 헬스케어 블록체인

블록체인명	설명
MedRec	블록체인 원장을 통해 환자 치료에 대한 정보를 공유하기 위해 블록체인 플랫폼이 구현되었으며 상호운영 가능한 전자건강기록을 구현을 목적으로 함
Gem Health	약물 공급망, 자동차 보험, 사회기반 서비스 등 다양한 분야에서 활용 가능한 공유 ID 체계 구축을 목표로 블록체인을 구성
Mediledger	의약품 운반과 공급관리를 위해 개발된 플랫폼, 모든 처방 의약품을 상호운영 가능하게 하여 공급된 의약품을 식별 및 추적관찰 가능하게 위해 고안됨
HealthCoin	만성 질환 합병증 예방을 위해 환자의 행동을 웨어러블 기술로 추적 관찰, 보험사 및 의료기관을 연결해 의료 서비스의 효율을 제고하고 참여한 환자들에게 재정적 보상을 제공
Shovom	환자의 게놈 데이터를 안전하게 저장 및 유통하기 위한 블록체인 플랫폼
certon	여러 의료기관을 연계한 의료 제증명 문서의 발급 및 사용 이력 관리
Medibloc	환자 개인이 직접 여러 의료기관에 분산된 자신의 의료정보를 통합, 관리 및 유통을 할 수 있게 하는 블록체인 기술 개발
Mygenomebox	개인에게 유전체 분석 결과에 대한 서비스를 제공하고 이러한 데이터를 제약사 및 연구기관에 제공

출처 : 보건산업진흥원




3. 블록체인 의료분야 적용을 위한 선결과제

의학 및 생물학 연구의 최대 논문 초록 데이터베이스인 펌메드(PubMed)에서 “블록체인”을 키워드로 검색한 결과 2018년 5월 기준으로 총 34건의 논문만이 검색되었다. 2014년도에 스마트 컨트랙스(Smart Contract)기능을 내장한 이더리움이 등장한 이후로 비금융 분야로의 진화가 이루어 졌다는 점을 감안해도 3년간의 연구실적 차고는 매우 빈약한 수치이다. 그나마 출판된 대부분의 논문들은 오리지널 아티클(Original Article)이 아니라 전망(Perspective)이나 테크니

컬 리뷰(Technical Review)의 성격을 띠고 있어 아직까지 의학 및 생물학 분야에서 블록체인에 관한 연구는 이제 막 걸음마를 배우고 있는 수준이라고 볼 수 있다. 따라서 향후에는 의료분야 블록체인에 관한 보다 구체화된 서비스 모델에 관한 연구가 필요하다.

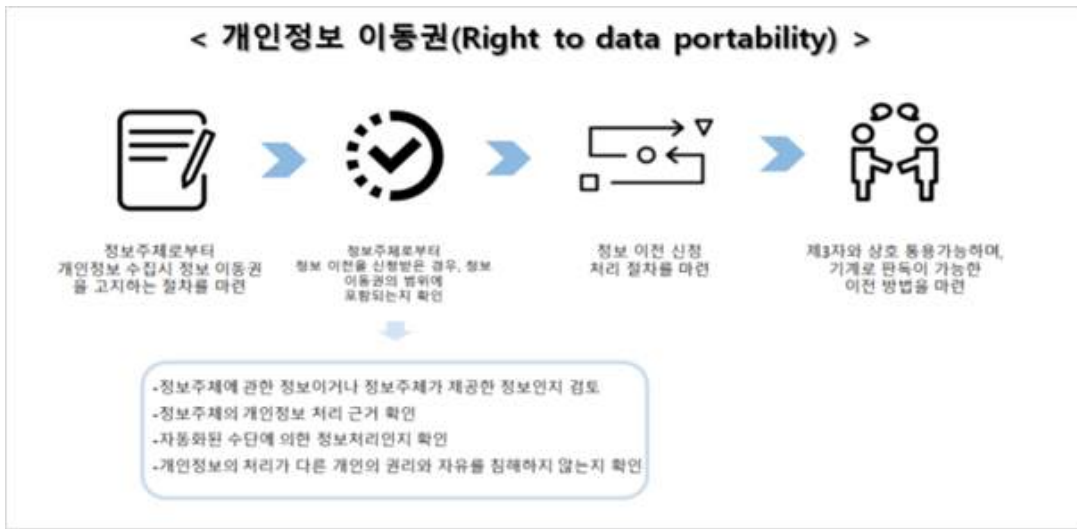
또한 의료분야 블록체인을 위한 다양한 기술적 이슈들을 하나씩 해결해 나가야 한다. 그 중 하나가 바로 유통되는 의료 데이터의 형태와 구조에 관한 것이다. 영상정보를 포함한 임상 데이터(Clinical Data) 및 유전체 데이터(Genomic Data)와 같은 다양한 의료 데이터는 그 양이 방대하고 매우 복잡하다. 특히 웨어러블 기술의 발달로 인해 환자에 의해 생산되는 건강데이터(PGHD, Patient Generate Health Data)가 축적되고 있는 상황에서 의료 데이터의 양은 지금과는 상상하기 어려울 정도로 기하급수적으로 증가할 것으로 예측되고 있다. 하지만 하나의 블록에 저장할 수 있는 데이터의 양은 매우 한정적이기 때문에 이와 같은 모든 데이터를 블록체인에 저장하는 것은 현실적으로 불가능하다. 또한 개인의 모든 정보가 비가역적으로 저장되어 열람 가능한 형태로 블록체인 저장된다면 오히려 보안에 치명적인 문제가 발생할 수 있다. 따라서, 앞서 언급한 대로 블록에 실을 온체인 데이터(On-Chain Data)와 인덱스 정보를 통해 실제 데이터가 존재하는 오프체인 데이터(Off-Chain Data)를 명확히 구분할 필요가 있다 (표 4).

표 4. 블록체인에서 온체인 데이터와 오프체인 데이터

	On-Chain data	Off-Chain data
Data types 	<ul style="list-style-type: none"> Standardized data fields containing summary information in text form (e.g. age, gender) 	<ul style="list-style-type: none"> Expansive medical details (e.g. notes) and abstract data types (e.g. MRI images, human genome)
Pros 	<ul style="list-style-type: none"> Data is immediately visible and ingestible to all connected organizations, making blockchain the single source of truth 	<ul style="list-style-type: none"> Storage of any format and size of data
Cons 	<ul style="list-style-type: none"> Constrained in the type and size of data that can be stored 	<ul style="list-style-type: none"> Data is not immediately visible or ingestible, requiring access to each health care organization's source system for each record Requires Off-Chain micro-services and additional integration layers Potential for information decay on the blockchain

출처 : Deloitte

또한 의료법상 의료데이터의 보존뿐만 아니라 폐기에 관한 법률적 검토도 필요한 부분이다. 이는 변경 혹은 폐기가 불가능한 블록체인의 특성상 환자의 권익보호에 취약할 수 있다는 것을 의미한다. 블록체인 생태계에서 법률적 검토 사항으로 또 중요하게 등장하는 것이 바로 “정보 이동권”에 관한 것이다. 정보 이동권이란 정보주체의 동의나 계약에 의하여 개인정보를 수집·처리·보관하는 정보처리자에 대하여 정보주체가 그에 관한 정보를 보내주거나 다른 정보처리자에게 직접 전송할 것을 요구하는 것을 말한다. 이는 유럽연합이 일반 개인정보보호법(General Data Protection Regulation, GDPR)에 명시함으로써 정보주체의 개인정보에 대한 통제권을 강화하고, 정보주체와 데이터 컨트롤러 간 관계 균형 조정을 통해 디지털 시장에서 정보주체에게 더 많은 선택권을 보장하기 위한 제도를 말한다.



출처 : 경희대학교 법학연구소

그림 4. 정보 이동권

한편, 블록체인을 의료분야에 성공적으로 적용하기 위해서 반드시 고려해야 것이 바로 의료 데이터 표준화에 관한 것이다. 현재 의료정보 분야에서 표준화에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있지만 국내에서는 이를 충분히 적용한 의료기관을 거의 찾아 볼 수 없기 때문에 현재 블록체인 기술이 이를 충분히 반영할 수 있을지 주의 깊게 지켜볼 필요가 있다. 특히, 유전체 데이터가 임상 영역으로 확장되고 있는 시점에서 아직까지 발전단계에 있는 유전체 데이터를 어떻게 표준화 시켜 유통시킬지에 관한 충분한 연구가 뒷받침 되어야 한다. 현재 의료정보 분야에서 임상데이터 유통을 위해서 핵심적으로 등장하는 것이 바로 HL7의 CDA(Clinical Document Architecture)이다. 이는 의료 종별 의료기관에 상관없이 의료기관 간 의료정보의 공유와 교환을 가능하게 할 수 있다.

한편, 블록체인에서 유통하기 위한 데이터 저장 표준 포맷으로써 CDM(Common Data Model)을 사용해야 한다는 주장도 있다. 하지만 CDM의

경우 의학 연구를 목적으로 의료기관 데이터를 표준화하면서 원본 데이터의 왜곡이 가능하고 CDM에 기술된 데이터만 유통 가능하며, 현재는 3차병원을 중심으로 구축되고 있는 상황이므로 1차 병원까지 확산되기까지는 상당한 시간과 노력이 필요해 보인다. 블록체인의 의료 분야에서 활용이 단순히 의학 연구만을 목적으로 하지 않기 때문에, 데이터 유통을 위한 최적의 대안에 관한 심도 깊은 연구가 필요하다.

4. 의료분야 블록체인 활성화를 위한 제언

블록체인 기술이 의료 산업과 이와 관련된 사회 기반 구조로 성공적으로 활용되기 위해서는 퍼블릭 블록체인의 선제적 도입을 통해 기술의 성숙도 제고 및 검증체계를 확보하고 이를 통해 프라이빗 블록체인 및 컨소시엄 블록체인과의 협업을 통한 확산 전략이 필요하다. 이를 위해 서비스개발, R&D 지원, 전략 수립 로드맵, 제도 및 지원체계 구축을 통해 보다 적극적인 국가전략 대응이 필요하다. 현재 대부분의 사회 전반 의료 시스템이 중앙 집중성이 강하기 때문에 기존의 서비스 모델, 기술 개발 및 인프라를 대체하기 위한 기술 뿐만 아니라 의식, 행동 및 제도 등 블록체인 생태계 전반에 관한 체계적 연구가 필요하며 가장 적합한 의료 적용분야를 찾는 것도 관건이다.

또한 블록체인 기술에 대한 잠재적 위험요소나 검증 미흡으로 인해 처리속도, 확장성, 비용문제, 보안성, 법제도 등 기술적·사회적 한계와 문제점을 극복해 기술의 안전성을 확보하는 것도 시급한 현안 과제라 볼 수 있다. 국가 차원의 의료분야 블록체인 기반 인프라 구축을 위해서는 (1) 블록체인 기반 의료 서비스 모델 개발 (2) 의료분야 블록체인 코어 플랫폼 기술 및 거버넌스 구축 (3)

블록체인 관련 의료 제도 및 정책 개발에 관한 투자 전략이 필요하다. 블록체인 기반 의료 서비스 모델개발에는 의료분야에 블록체인 기술이 적용되어 사회전반의 의료 시스템 혁신을 일으킬 수 있는 분야를 발굴 및 육성 하는 것으로 정부의 공공의료 서비스 뿐만 아니라 보험, 식음료, 신약, 유전체, 인공지능, 개인 건강기록, 웰니스 등 기존 사회 전반의 시스템 효율을 제고하는 분야를 포함하여 기존에 존재하지 않던 전혀 새로운 의료 서비스 모델을 발굴하는데 있다. 의료분야 블록체인 코어 플랫폼 기술 및 거버넌스 구축에는 의료분야에 적합한 최적의 블록체인 아키텍처 및 성능 개선 알고리즘 개발과 같은 의료분야 블록체인 코어 플랫폼 기술에 대한 연구개발과 퍼블릭블록체인과 프라이빗 및 컨소시엄 블록체인과의 통합 모델 개발이 필요하며 의료 분야 블록체인 개발 협의체를 통한 국가 단위 거버넌스 구축이 포함되어야 한다. 블록체인을 이용한 산업이 빠르게 성장하고 있음에도 불구하고 국내에서는 대부분 이더리움 등 공개된 퍼블릭 블록체인 플랫폼의 수정 및 보안을 통해 분산형앱(Decentralized App) 서비스 모델 위주로 개발되고 있는 것이 현실인 상황에서 블록체인이 단순한 서비스 산업이 아니라 플랫폼 산업임을 감안할 때, 블록체인 코어 기술에 대한 투자 없이는 양질의 지적 재산권 확보는 사실상 어려울 것이라 예상된다.

한편, 의료분야 블록체인 제도 및 정책 개발은 현재의 병원이 중심이 된 중앙 집중형 정보인프라 환경에 관한 법률 및 제도를 개선하여 의료분야 블록체인 활용 촉진을 위한 국가 차원의 전략을 마련하고 블록체인 확산을 위한 기반 조성을 위한 합리적 정책도 뒤따라야 한다. 분산장부 형태의 블록체인 기술을 의료분야에 도입 및 활용하는 데에는 다양한 법적 문제의 발생 가능성이 내재되어 있으며 원인 규명이 어려운 문제의 경우 책임소재가 불분명할 수도 있는데, 현재의 법률은 중장 집중형 관리체계에 초점을 두고 있어 탈중앙화를 기반으로

하는 블록체인 기술과는 상충되며, 보유한 데이터의 폐지 및 삭제의 불가능으로 인해 개인정보보호법, 의료법, 신용정보의 이용 및 보호에 관한 법률에 정면으로 상치될 수도 있다. 따라서 블록체인 정보 인프라 환경에 관한 법률 및 제도 개선과 블록체인 활용 촉진을 위한 국가 차원의 정책적 전략 수립 로드맵이 하루 빨리 마련되어야 한다.

참고 문헌

1. 한국지식재산연구원, 블록체인(BlockChain)기술의 산업동향 및 특허동향, 2017.4.27
2. 특허청, 블록체인 핵심 특허 확보 서둘러야, 2018.3.22
3. 정보통신산업진흥원, 블록체인과 가상화폐 시장의 동향 및 시사점, 2017.10.16
4. Circ Cardiovasc Qual Outcomes, Blockchain Technology : Application in Health Care, 2017.12.14
5. IT WORLD, 블록체인의 5가지 문제점, 2017.11.14
6. 클라우드나인-한현욱, 4차산업 혁명시대 이것이 헬스케어 빅데이터이다, 2018.1.14
7. 경희대학교 법학연구소, 정보이동권의 국내 도입방안-EU GDPR의 관련 규정을 중심으로, 2017.9
8. Deloitte, Blockchain : Opportunities for Health Care, 2016.9
9. 보건산업진흥원, 헬스케어 산업에서 블록체인 기술의 활용, 2017.5.12
10. 과학기술정책연구원 : 블록체인 기술동향과 시사점, 2017.7.25
11. 한국바이오협회, 한국바이오경제연구센터, 블록체인 기술과 헬스케어 데이터 혁신, 2018.4

블록체인 기반 의료산업 혁신

김경훈, 정보통신정책연구원, khkim@kisdi.re.kr

1. 개요
2. 블록체인과 의료산업
3. 블록체인 기반 의료산업 혁신 방안
4. 맺음말

블록체인 기술은 제조, 공공, 교육, 미디어 등 다양한 산업에 적용되어 혁신을 유발할 것으로 예상되는 가운데, 의료산업 또한 블록체인 기술이 미치는 영향은 매우 클 것으로 기대된다. 구체적으로 블록체인 기술은 현재 의료산업이 직면한 ①병원-환자 간 의료정보의 비대칭성, ②보험청구·심사 과정의 비효율성 및 모니터링 체계 미흡, ③의약품 유통 과정에 대한 모니터링 체계 미흡, ④IoMT를 통해 수집된 개인의료정보 보안 위험과 같은 문제점들에 대하여 해결방안을 제시할 수 있다.

첫째, 환자의 개인건강기록(PHR) 관리에 블록체인 기술을 적용하여 환자 중심의 투명하고 보안이 보장되는 통합의료정보플랫폼을 구축하고, 이를 통해 의료정보의 비대칭성이 해결 가능하다. 둘째, 블록체인 기반의 자동화된 보험청구·심사 체계를 구축하여 청구 및 심사 과정의 효율성을 제고하고 과다 청구, 과소 지급 등 발생 가능한 윤리적 문제를 사전에 예방 가능하다. 셋째, IoT를 통해 수집된 의약품 유통의 전 과정을 블록체인 네트워크 위에 구현함으로써 의약품의 원본성을 보장하고 위변조를 예방할 수 있다. 넷째, IoMT에서 수집된 개인의료정보를 블록체인 위에 저장함으로써 악의적인 해킹으로부터 데이터를 보호할 수 있다.

아직 블록체인 기술은 확장성, 보안성 면에서 미성숙하며 시시각각으로 변화는 의료정보 혹은 개인정보에 관한 법제도 변화에 유연하게 대응하기 어렵다는 한계점이 존재한다. 그럼에도 불구하고 앞서 서술한 의료산업의 당면과제들이 고질적인 병폐로서 지금까지 다른 기술로 해결되지 않았다는 점에서 다양한 방면으로 의료산업에 혁신을 가져다 줄 것으로 기대된다.

1. 개요

기술은 끊임없이 진화한다. 특히 최근의 IT 기술은 그 진화속도가 매우 빠르기 때문에 한 마디로 정의를 내리는 것이 불가능하다. 예를 들어, 빅데이터의 개념은 2001년 당시 가트너(Gartner)의 수석연구원이었던 더글라스 레이니(Douglas Laney)에 의해 3V, 즉 데이터의 양(Volume), 속도(Velocity), 다양성(Variety)으로 처음 정의되었지만²⁾ 17년이 지난 지금 빅데이터의 정의는 4V, 5V 또는 아예 다른 방식으로 정의되기도 한다. 블록체인 기술 또한 2008년 사토시 나카모토(Satoshi Nakamoto)가 처음 비트코인(Bitcoin)의 개념을 제안했을 당시에만 해도 블록체인은 단순히 제 3의 신뢰기관을 필요로 하지 않는 탈중앙화 거래방식, 즉 분산원장을 의미하였다³⁾. 이에 초기의 블록체인은 원장, 장부, 화폐와 같은 용어를 중심으로 금융 산업의 관점에서 정의되었다. 그러나 다른 기술과 마찬가지로 블록체인 기술은 빠른 진화를 거듭해 왔고, 블록체인 2.0으로 대표되는 이더리움(Ethereum)이 공개되면서 금융의 영역에 국한되지 않고 하나의 플랫폼으로서 전 산업으로 확장될 수 있는 발판이 마련되었다⁴⁾. 이러한 시변성에 의해 각 연구자 또는 기관마다 블록체인 기술에 대한 정의는 달라질 수 있으나, 본질적으로 블록체인 기술이 추구하는 가치는 기존의 중앙집중형(centralized) 시스템이 갖는 문제점을 해결하고, 투명성과 안전성의 가치를 제공한다는 데에는 큰 이견이 없을 것이다.

한편 의료산업은 병원과 환자로 대표되는 두 시장 주체 사이의 정보 비대칭성이 가장 큰 산업 중 하나이다. 의료정보는 고도의 전문성을 요구할 뿐만 아니라, 정보의 소유권이 대부분 병원에 있기 때문이다⁵⁾. 즉, 의료산업은 병원을 중심으

2) Douglas Laney, 3D Data management Controlling Data Volume, Velocity and Variety, 2001

3) Satoshi Nakamoto, Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System, 2008

4) 이더리움의 개발자 비탈릭 부테린(Vitalik Buterin)은 모든 과정이 투명하고 보안이 유지되는 프로토콜 내에서 누구나 프로그램을 업로드하고 나오는 등의 자기실행(self-execute)이 가능한 매직 컴퓨터(magic computer)로 정의

로 구성된 중앙집중형 시스템의 구조적 특성으로 인해 정보 비대칭성이라는 문제를 안고 있으며, 이는 곧 의료산업에서 블록체인 기술이 적용되어야 하는 당위성을 제공한다. 이에 본고에서는 블록체인 기술이 추구하는 “탈중앙화”, “투명성”, “안전성” 등의 가치에 입각하여, 블록체인 기술로 인해 의료산업이 어떻게 달라질지 구체적인 사례와 함께 살펴본다.

2. 블록체인과 의료산업

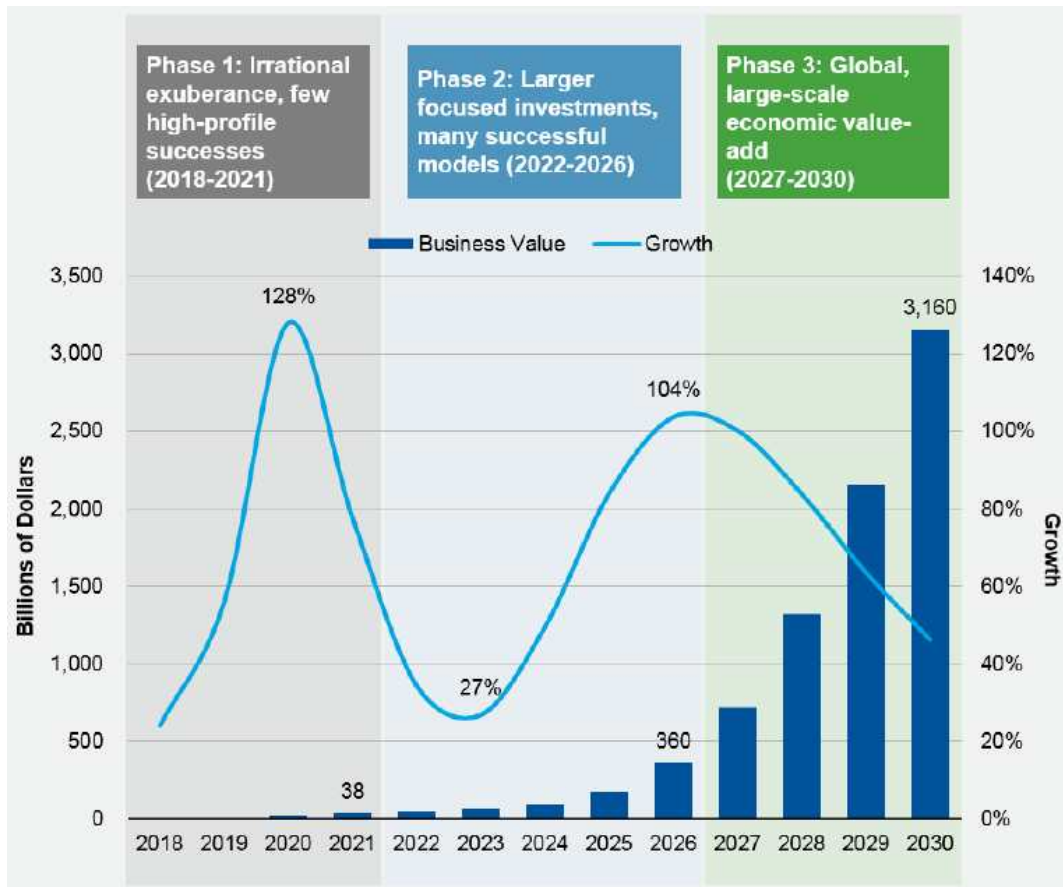
전 세계적으로 블록체인 기술에 대한 관심이 매우 뜨겁다. 실제로 지난 2017년 전문조사기관 가트너에서 한 해 동안 제일 많이 검색된 단어는 블록체인이었다. 가트너(2018)⁶⁾에 의하면 현재 블록체인 기술은 과도하게 주목받고 있는 초기 단계로 세간의 이목을 끄는 성공사례는 극소수에 불과하지만, 2022년 이후에는 집중적인 투자와 함께 다수의 성공사례들이 나오게 되며, 2027년 이후에는 전 세계적으로 엄청난 규모의 시장가치를 지닐 것으로 예상된다. 또한, 세계 경제포럼(World Economic Forum)⁷⁾에서는 2025년까지 블록체인 기반의 플랫폼이 전 세계 GDP의 약 10%를 차지할 것으로 전망하였으며, 전 세계 은행의 80%가 블록체인 기술을 도입할 것으로 예측하였다. 이처럼 각 기관들이 전 세계 블록체인 기술의 황금빛 전망을 점치는 가운데, 국내 블록체인 시장 규모 또한 2017년 324억 원에서 평균 61.5%의 성장률을 기록하여 2022년에는 3,562억 원으로 성장될 것으로 전망된다(KISTI, 2017)⁸⁾.

5) 의료정보의 소유권에 대한 논쟁은 현재진행 중이나, 아직까지 환자가 병원을 상대로 의료정보의 소유권을 주장하기는 어려운 상황

6) Gartner, Blockchain-Based Transformation: A Gartner Trend Insight Report, 2018

7) World Economic Forum, The Future of Financial Infrastructure, 2016

8) KISTI, 블록체인, 2017

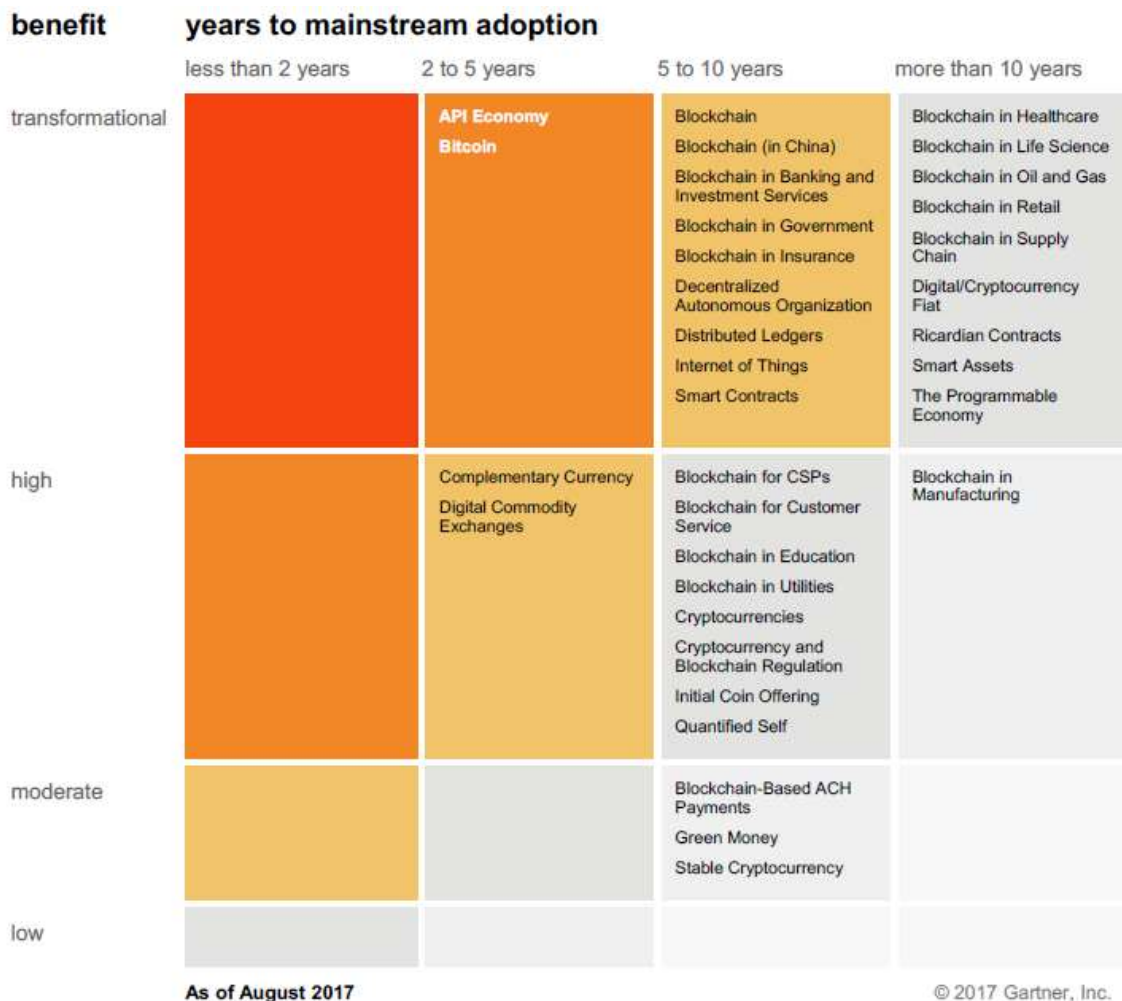


출처 : Gartner, Blockchain-Based Transformation: A Gartner Trend Insight Report, 2018

그림 1. 전 세계 블록체인 기술의 시장 가치

블록체인 기술은 기존의 비즈니스 프로세스를 바꿀 새로운 패러다임으로서 특정 산업에 국한되지 않고 전 산업에 큰 영향을 미치는 기술이다. 대표적으로 금융 산업에서는 비용 절감, 효율성 제고를 목표로 가장 적극적으로 도입·활용되고 있다. 물류 및 유통 산업에서도 사물인터넷(IoT) 기술과 결합하여 물류 전달 또는 유통 과정의 업무 효율성을 증진시키고 원본의 위변조 방지를 위해 블록체인 기술이 사용되고 있다. 이 외에도 제조, 공공, 교육, 미디어 등 다양한 산업에도 적용될 것으로 기대되는 가운데, 의료산업에서도 환자 중심의 투명한 의료정보 플랫폼 구축 등 블록체인 기술이 주는 영향은 매우 클 것으로 예상된다.

실제로 가트너(2017)⁹⁾는 헬스케어 산업에 블록체인 기술이 가져다주는 이익 (benefit)은 매우 높을 것(transformational)으로 예상하였으나, 완전히 적용되기까지는 10년 이상이 걸릴 것으로 내다보았다. 가트너의 동일 보고서에 수록된 블록체인 비즈니스에 대한 과대포장주기모형(hype cycle)에 의하면, 현재 의료 산업에서 블록체인 기술은 ‘기술의 태동 시기(Innovation Trigger)’ 단계로, 개념 모형과 미디어의 관심이 대중의 호기심을 촉발하는 단계로 해석된다.

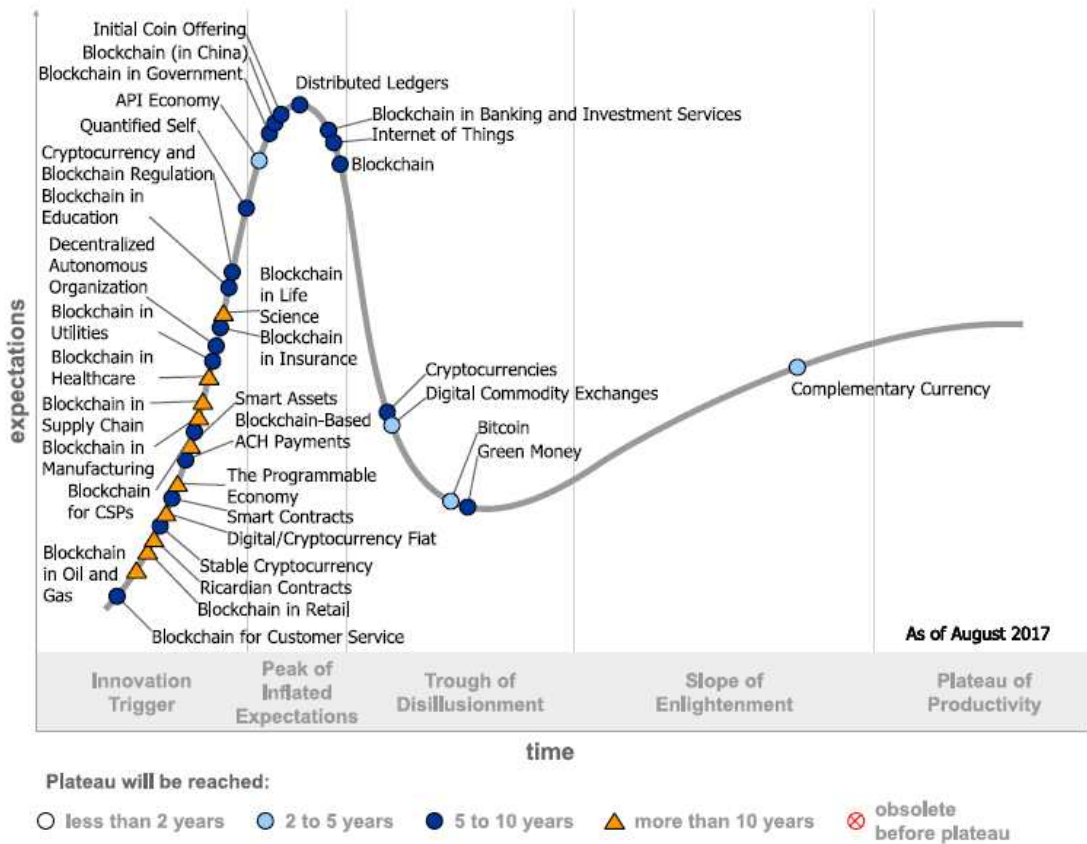


출처 : Gartner, Hype Cycle for Blockchain Business, 2017

그림 2. 블록체인 기술의 산업별 적용시기 및 파급효과

9) Gartner, Hype Cycle for Blockchain Business, 2017

즉, 타 산업에 비해 의료산업에서 블록체인 기술이 미치는 영향은 매우 클 것으로 기대되나, 아직은 초기단계로서 본격적으로 사업에 적용되고 유의미한 성공사례가 나오기까지는 다소 시간이 걸릴 것으로 예상된다. 2017년 기준으로, 헬스케어 공급 기업의 최고정보책임자(CIO, Chief Information Officer) 중 5% 미만이, 그리고 헬스케어 수요 기업의 CIO 중 오직 12%만이 블록체인 기술을 로드맵에 포함시켰다는 사실이 위 내용들을 뒷받침하고 있다.



출처 : Gartner, Hype Cycle for Blockchain Business, 2017

그림 3. 블록체인 기술 적용 분야에 따른 과대포장주기모형

3. 블록체인 기반 의료산업 혁신 방안

블록체인 기술이 어떻게 의료산업에 혁신을 가져다 줄 것인가를 논하기에 앞서, 의료산업이 현재 당면하고 있는 문제점에는 어떤 것들이 있는 지 살펴보자.

첫째, 병원-환자 간 의료정보의 비대칭성이 존재한다. 의사라는 직업이 고도의 전문성을 요구한다는 점에서 근본적으로 해결이 어려운 문제이지만, 의료정보의 소유권이 환자보다는 병원에 치우쳐져 있어 이러한 비대칭성 문제가 더 심화되는 부분은 개선의 여지가 필요하다. 특히 최근 인공지능 기술의 발전으로 의료산업에서 정밀의료 영역이 각광받고 있음에도 불구하고 자신의 의료정보에 대한 소유권이 불명확하여 활용되지 못하는 것은, 단순히 환자의 의료서비스 수요를 충족시키지 못하는 것을 넘어서 인공지능 및 의료산업의 발전을 저해하는 일이기도 하다.

둘째, 보험청구 과정에서 의료진의 과다 청구, 허위 청구 등 부당 청구행위와 관련된 윤리적 문제가, 심사 과정에서는 전문성, 투명성, 심사결과의 일관성에 대한 문제가 지속적으로 제기되고 있다. 또한 절차의 복잡성으로 인해 전반적인 보험청구·심사 과정이 비효율적으로 이루어지고 있다. 이는 결국 보험을 청구하고 심사하는 과정을 감시하는 체계가 완전하게 구축이 안 되어 있거나, 설령 구축이 되었다 하더라도 시스템적 비효율성을 내포하고 있음을 시사한다.

셋째, 의약품 공급망(supply chain)에 대한 모니터링 체계가 불완전하다. 특히 의약품은 사람의 몸에 직접적으로 영향을 주게 되므로 유통 과정에서 원본을 위·변조 없이 전달하는 것이 매우 중요한데, 생산지(제약 공장)에서부터 최종 소비자(환자)로 전달되기까지의 과정이 길어질수록 각 단계마다 필요로 하는 인증, 세관 등 다양한 법률 및 규칙이 존재하기 때문에 이를 완벽하게 모니터링하는 시도는 오히려 엄청난 비용을 발생시킬 수 있다. 또한 의약품에도 유통기한이 존재하기 때문에 복잡한 모니터링으로 인해 전달과정에 소요되는 시간이 길어질수록 해당 의약품의

가치는 낮아지게 된다.

넷째, 개인이 소유하고 있는 의료정보의 양이 점점 증가하는 만큼 개인정보 유출에 대한 우려의 목소리도 높아지고 있다. 빅데이터 산업의 발전이 사물인터넷 기술의 발전과 궤를 같이 했던 것과 유사하게 개인의료정보 또한 의료 사물인터넷(IoMT; Internet of Medical Things) 시장의 발전과 같이 움직이게 되는데, 2016년 225억 달러를 기록한 IoMT 시장은 2021년까지 연 평균 26.2%의 성장률을 기록하여 약 720억 달러에 이를 것으로 전망되는 만큼 개인의료정보의 양은 기하급수적으로 증가할 것으로 전망된다. 지난 5월 25일 EU에서 정식으로 발효된 일반개인정보보호법(GDPR; General Data Protection Regulation) 사례가 보여주듯 개인정보에 대한 쟁점이 전 세계적으로 화두가 되고 있는 가운데, 의료산업에서 IoMT를 통해 수집되는 개인의료정보 보안에 대한 문제점이 제기되고 있는 상황이다.

블록체인은 의료산업이 직면한 위 4가지 당면과제를 해결함으로써 의료산업에 혁신을 가져다 줄 것으로 기대된다. 세부 과제별로 블록체인 기술을 활용한 혁신 방안, 비용절감 효과, 구현시기 및 구현 난이도를 정리하면 표 1과 같다.

첫째, 블록체인 기술은 높은 보안성, 신뢰성, 투명성, 상호운용성(interoperability), 접근성을 바탕으로 환자 중심의 통합의료정보플랫폼을 구축 가능하게 하고, 이를 통해 기존의 중앙집중형 시스템이 갖고 있는 정보 비대칭성 문제를 해결할 수 있다. 환자는 블록체인 위에서 MRI나 CT와 같은 의료 영상 데이터를 실시간으로 모니터링하는 것이 가능해질 뿐만 아니라, 안전이 보장된 상태에서 암호화된 형태로 의사에게 전달하고 거래하는 것이 가능하게 된다. 빠른 속도로 환자 중심의 의료체계로 발전해가는 현 상황에서 블록체인 기술로 인한 이러한 변화는 가장 우선적으로 이루어져야 함에도 불구하고 의료정보에 대한 각계각층의 이해관계 및 다양한 법적·도적 쟁점으로 인해 구현 난이도는 매우 높을 것으로 예상된다.

표 1. 의료산업의 당면과제 및 블록체인 기반 의료산업 혁신 방안

구분	의료산업 당면과제	블록체인 기반 의료산업 혁신 방안	비용 절감 효과	구현 시기 ¹⁰⁾	구현 난이도
1	병원-환자 간 의료정보의 비대칭성 존재	환자의 개인건강기록(PHR) 관리에 블록체인 기술을 적용하여 환자 중심의 투명하고 보안이 보장되는 통합의료정보플랫폼을 구축하고, 이를 통해 의료정보의 비대칭성을 해결	\$18.5B	단기	上
2	보험청구·심사 과정의 비효율성 및 모니터링 체계 미흡	블록체인 기반의 자동화된 보험청구·심사 체계를 구축하여 청구 및 심사 과정의 효율성을 제고하고 과다 청구, 과소 지급 등 발생 가능한 윤리적 문제를 사전에 예방	\$97.5B	단기	下
3	의약품 유통 과정에 대한 모니터링 체계 미흡	IoT를 통해 수집된 의약품 유통의 전 과정을 블록체인 네트워크 위에 구현함으로써 의약품의 원본성을 보장하고 위변조를 예방	\$200B	단기	下
4	IoT를 통해 수집된 개인의료정보 보안 위험	IoT에서 수집된 개인의료정보를 블록체인 위에 저장함으로써 악의적인 해킹으로부터 데이터를 보호	\$5.2B	중기	中

출처 : Frost & Sullivan, Blockchain Technology in Global Healthcare, 2017-2025, 2017를 저자가 재구성

둘째, 기존의 보험청구·심사 과정에서 발생 가능한 과다 청구 및 과소 지급 등의 윤리적 문제와 전반적인 프로세스의 비효율성 또한 블록체인 기술을 통해 해결 가능하다. 우선 보험청구·심사 과정에서 자동화 가능한 영역을 프로그래밍화하여 스마트계약(smart contract)으로 구현함으로써 관리비용을 절감하고 프로세스의 효율성을 제고할 수 있다. 또한, 청구에서 심사, 그리고 심사결과에 따른 급여 지급까지 이르는 보험청구·심사의 전 과정을 블록체인 네트워크 위에서 모니터링함으로써

10) Frost & Sullivan(2017)은 해당 블록체인 기술의 구현 시기를 단기(Immediate, 2016-2018), 중기(Mid-term Future, 2018-2021), 장기(Long-term Future, 2021-2025)로 구분

투명성을 제고하고, 이를 통해 청구 과정 또는 심사 과정에서 발생 가능한 윤리적 문제를 예방할 수 있게 된다. 이는 기존의 프로세스를 단순히 블록체인 플랫폼 위에서 구현 가능하게 하는 작업으로 구현 난이도는 높지 않을 것으로 예상된다.

셋째, IoT 센서를 이용하여 의약품의 생산지(제약 공장)에서부터 최종 소비자(환자)로 전달되기까지의 모든 과정을 모니터링하고, 이를 블록체인 네트워크 위에서 네트워크 참여자에게 모두 공개함으로써 의약품의 원본성을 보장하고 위변조를 예방하는 것이 가능하게 된다. 앞의 사례와 마찬가지로 스마트계약을 통해 유통의 일부 과정을 자동화하여 비용을 절감하고 효율성을 제고할 수 있을 뿐만 아니라, 신속하게 전달함으로써 충분한 가용 기한을 확보할 수 있다. 또한 중간 과정에서 문제가 발생할 시 명확하게 책임의 소재를 밝힐 수 있다는 장점이 있다. 블록체인 기술이 의약품 유통 과정에 완전히 적용되는 경우, 현재 제약업계에서 위조약으로 인해 발생하는 연 2,000억 달러 손실만큼의 비용 절감효과가 있을 것으로 예상된다.

넷째, IoMT에서 수집된 개인의료정보를 블록체인 위에 저장함으로써 데이터 프라이버시를 확보하는 동시에 악의적인 해킹으로부터 데이터를 보호하는 것이 가능하게 된다. 하지만 모든 데이터를 블록체인 위에 올리는 경우 위변조 및 삭제가 불가능하다는 점에서 앞서 언급한 GDPR에서 주장하고 있는 ‘삭제권(Right to Erasure)’ 또는 ‘잊혀질 권리(Right to be Forgotten)¹¹⁾에 정확히 대치되는 문제점이 발생하게 된다. 이는 실제 데이터는 블록체인 밖(오프-체인, off-chain)에 저장하여 언제든지 삭제 가능하도록 하고, 데이터에 대한 접근 권한을 블록체인 위(온-체인, on-chain)에 올리는 방식으로 구현하는 방법으로 해결 가능하나, 데이터에 대한 접근 권한 또한 개인정보로 볼 수 있다는 시각이 존재하며 아직 정확한 판례가 나오지 않은 현 상황에서 GDPR은 블록체인 기술을 활용한 개인정보보호 문제와 지속적인 충돌

11) GDPR 제17조에서는 “정보주체는 정보처리자에게 자신의 개인 정보에 관한 삭제권을 행사할 수 있고, 이에 따라 정보처리자는 일정 요건이 충족되면 지체 없이 해당 개인정보를 삭제할 의무를 지게 된다”고 규정하고 있으며, 이를 위반하는 경우 연 매출 4%에 이르는 과징금이 부과됨

이 있을 것으로 예상된다.

4. 맺음말

블록체인 기술은 만병통치약이 아니며, 만병통치약이 되어야 할 필요도 없다. 블록체인 기술이 추구하는 탈중앙화, 투명성 등의 가치가 절대적으로 옳은 것이라고 그 누구도 확신할 수 없는 상황에서 블록체인 기술에 대한 무조건적인 신뢰는 지양해야 할 것이다. 실제로 블록체인 기술은 보안성, 확장성 면에서 아직 미성숙하다고 볼 수 있으며, 이는 곧 의료 산업에서 블록체인 기술이 적용되는 과정에서 한계점으로 작용한다.

예를 들어, 영상 의료정보의 경우 일반적으로 용량이 매우 크기 때문에 블록체인 기술의 확장성에 대한 이슈가 해결되지 않는 한 당장 적용되기에는 어려움이 있다. 또한, 블록체인 기술은 의료정보를 블록 안에 저장하여 사슬 형태로 연결한다는 점에서 위변조 방지 등 무결성(integrity)을 보장하지만 개별 블록에 대한 보안성은 기존의 암호학과 크게 다르지 않기 때문에 그 어떤 기술보다도 높은 보안성을 보장하는 기술은 아니다. 마지막으로 블록체인 기술은 시시각각 변하는 의료정보 혹은 개인정보에 관한 법제도 변화에 유연하게 대응하기 어렵다는 한계점이 존재한다. 일반적으로 블록체인 위에 저장된 데이터는 비가역적으로 위변조를 포함한 삭제가 불가능하기 때문이다. 특히, 최근에 발효된 GDPR과 상충되는 개인의료정보에 관한 이슈는 의료산업에서 블록체인 기술이 제대로 작동하기 위해 반드시 짚고 넘어가야 할 과제이다.

그럼에도 불구하고 블록체인 기술은 다양한 방면으로 의료산업에 혁신을 가져다 줄 것이다. 그 이유는 앞서 서술한 현 의료산업이 당면한 문제점들이 고질적인 병폐로서 지금까지 다른 기술로 해결되지 않았기 때문이다. 병원 중심의 의

료정보가 환자 중심으로 옮겨가고, 보험청구·심사 과정 및 의약품 유통과정에 대한 문제가 지속적으로 제기되고 있으며, IoMT 등 ICT 기술의 발전으로 인해 의료정보가 기하급수적으로 증가하는 이 상황에서 블록체인 기술이 의료산업에서 할 수 있는 역할은 분명히 존재한다. 언젠가 될지는 모르지만 블록체인 기술이 기술적·제도적 한계점을 보완하여 진정으로 의료산업의 혁신을 가져오기를 기대해 본다.

참고 문헌

1. 한국과학기술기획평가원, 블록체인, 2018
2. 한국과학기술정보연구원, 블록체인, 2017
3. Douglas Laney, 3D Data Management Controlling Data Volume, Velocity and Variety, 2001
4. Frost & Sullivan, Blockchain Technology in Global Healthcare, 2017-2025, 2017
5. Gartner, Blockchain-Based Transformation: A Gartner Trend Insight Report, 2018
6. Gartner, Hype Cycle for Blockchain Business, 2017
7. Satoshi Nakamoto, Bitcoin : A Peer-to-Peer Electronic Cash System, 2008
8. Vitalik Buterin, Visions, Part 1 : The Value of Blockchain Technology, 2015
9. World Economic Forum, The Future of Financial Infrastructure, 2016

※ 보건의료R&D전문가리포트는 보건의료R&D의 기술, 정책동향에 대해 관련 분야 전문가가 작성한 보고서이며, 한국보건산업진흥원의 공식 견해는 아닙니다.

※ 본 보고서의 내용을 인용할 때에는 반드시 출처를 명시하여 주시기 바랍니다.

※ 보건의료 R&D 관련 전문가 리포트 주제를 수시로 발굴 및 선정하고 있습니다. 관심있는 분야나 주제를 제안해주시면 적극 반영하도록 하겠습니다.

▶ 발 간 처 : 한국보건산업진흥원 R&D진흥본부 R&D기획단

▶ 담 당 자 : Tel. 043-713-8934, rndanalysis@khidi.or.kr

▶ 홈 페 이 지 : <https://www.khidi.or.kr>, <https://www.htdream.kr>