

디지털 기술의 시대, 변화에 어떻게 대응할 것인가?

디지털 의료 발전 4P(예측·맞춤·예방·참여)의료 구현과 직결

글_최윤섭디지털헬스케어연구소 최윤섭 소장

의료는 현재 변혁의 시기를 지나고 있다. 과거를 돌아보더라도 의료와 헬스케어만큼 빠르게 발전하며 새로운 기술이 적극적으로 적용되는 분야도 드물었다. 질병을 치료함으로써 사람들의 목숨을 구하고 삶의 질을 높이는 분야만큼 많은 투자와 연구가 진행되기 때문이다.

하지만 지금 의료에 거치는 변혁은 과거와는 전혀 다른 양상을 띠고 있다. 변혁의 규모와 속도의 측면뿐만 아니라, 그러한 변화를 일으키고 있는 근본적인 원인이 다르기 때문이다. 과거의 의료 혁신은 의학 내부나 약학·생화학·생명공학 등 전통적인 의학 주변부에서 일어난 것이라면, 지금 의료에 겪고 있는 파괴적인 변화는 의학과는 완전히 별개로 간주되던 외부에서 시작된 것이다. 그 변혁의 진원지는 바로 디지털 기술의 발전이다.

변혁의 쓰나미 앞에서

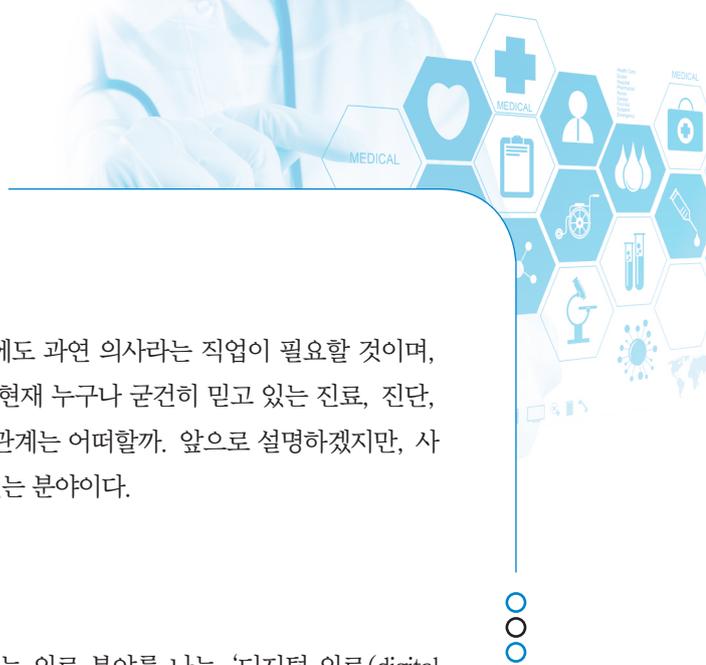
기하급수적인 디지털 기술의 발전은 급기야 의료를 근본적으로 변화시키고 있다. 의료에 직결되는 전자의무기록(electronic medical record), 유전체 분석 등의 분야뿐 아니라 인공지능·사물인터넷·웨어러블 디바이스·스마트폰·클라우드 컴퓨팅·3D 프린터 등의 디지털 기술이 의료 분야에 빠르고 광범위하게 접목되고 있다. 때론 SF 수준의 의료 기술들이 구현되기도 한다.

디지털 기술과 의료의 경계는 점점 더 허물어지고 있으며, 갈수록 이 두 분야를 명확하게 구분짓기는 더욱 어려워질 것이다. 첨단 디지털 기술의 대표적이고 최우선적인 활용 분야는 이미 의료 분야이며, 이 디지털 기술을 빼놓고 미래의 의료를 설명하기도 불가능할 것이다.

이러한 변화는 긴 의료의 역사를 통틀어서도 가장 근본적이고 파괴적일 수 있다. 현재 우리가 가지고 있는 의료 분야의 개념 자체를 뒤집어 엮을 정도로 말이다. '의료의 개념 자체가 바뀐다'는 말이 지나치다고 생각될지도 모르겠지만, 약간만 시야를 넓혀보면 이런 변화는 다른 분야에서 이미 폭넓게 일어나고 있다.

자율주행자동차의 보급으로 운전기사가 기계로 대체된다. 3D 프린터의 보급으로 전통적인 공장과 생산직종이 사라지고 있다. 드론의 보급으로 과거의 물류배송체계가 바뀐다. 우버와 에어비앤비의 보급으로 전통적인 운송업계와 숙박업계가 타격을 입는다. 코세라(Coursera) 등 MOOC(Massive Open Online Course)의 활성화로 전통적인 대학의 역할이 축소된다. 유튜브 등을 통한 개인 미디어의 범람으로 기존 방송사와 언론사의 역할이 줄어든다.

전통적인 산업이 무너지고 기존의 직업은 없어진다. 소비자가 생산자가 되고, 승객이 기사가 되고, 숙박객이 숙박업자가 되며, 시청자가 제작자가 된다. 아래가 위가 되고, 위가 아래가 된다.



이러한 변화 속에서 결코 의료만 예외로 남아 있을 수는 없다. 미래에도 과연 의사라는 직업이 필요할 것이며, 현재의 병원은 미래에도 여전히 지금 같은 역할과 체계로 남아있을까. 현재 누구나 굳건히 믿고 있는 진료, 진단, 처방, 연구 등의 개념은 10년 뒤에도 유효할까. 의사와 환자의 역할과 관계는 어떠할까. 앞으로 설명하겠지만, 사실 의료는 이러한 변화의 예외는커녕 오히려 정면으로 직격탄을 맞고 있는 분야이다.

디지털 의료의 지향점

디지털 기술 혁신이 의료 기술과 융합되어 변화되고 새롭게 태동되는 의료 분야를 나는 ‘디지털 의료(digital medicine)’ 라고 부르고자 한다. 다양한 디지털 기술이 의료 분야에 영향을 미치는 넓은 범주를 총칭하기 때문에 다소 모호한 개념처럼 들릴 수도 있다. 뿐만 아니라 국내에서는 아직 이 표현 자체가 거의 쓰이지 않고 있다.

하지만 스크립스 중개과학연구소(Scripps Translational Science Institute)는 동명의 학과를 만드는 등 세계적인 의료 혁신의 선구자들은 이미 널리 사용하고 있는 용어이다. 디지털 의료라는 분야가 미래에 의료가 가지게 될 모습을 전부 대변하지는 못하겠지만, 그 중 상당 부분을 포괄할 것임은 의심의 여지가 없다.

디지털 의료라는 용어가 생소하다고 해서 이 분야가 추구하는 바도 생소한 것은 아니다. 아니, 반대로 의료가 추구하는 미래의 궁극적인 이상향이 바로 이 디지털 의료의 구현으로 달성될 수 있다.

의료계 종사자라면 소위 ‘4P 의학(4P medicine)’ 이라는 용어에 익숙할 것이다. 시스템 생물학의 선구자인 리로 이 후드(Leroy Hood) 등이 2000년대 중반에 처음 소개한 것으로 보이는 이 개념은 P로 시작하는 4가지 의료 혁신의 목표 즉, 예측의료(Predictive Medicine), 맞춤의료(Personalized Medicine), 예방의료(Preventive Medicine), 참여의료(Participatory Medicine)를 의미한다. 질병을 미리 예측하고, 사전에 예방하며, 환자에 맞춤형 의료를 제공하고, 그 과정에서 환자의 역할이 커진다는 것이다.

이 용어는 그 중요성에도 불구하고 ‘빅 데이터’ 처럼 그동안 너무 남발되었기 때문에 오히려 뻘하거나 진부하게 느껴질지도 모르겠다. 하지만 최근에 들어서는 조금 달라졌다. 단순히 막연한 구호에 그치던 4P 의료를 실제로 구현할 수 있는 수단과 방법이 생겼기 때문이다. 4P 의료가 우리가 언젠가는 당도하려고 하는 목적지라면, 이제 그 곳에 이르기 위한 구체적인 지도와 이동 수단까지 갖추게 되었다. 디지털 의료가 그 중의 하나이다. 사실 많은 선구자들은 이미 저마다 그 여정에 오르고 있으며, 상당한 진전을 보이고 있는 곳도 많다.

누가 디지털 의료를 이끄는가

디지털 의료는 산업적으로도 빠르게 성장하고 있는 분야다. 특히 필자는 2014~2015년이 디지털 의료 산업이 태동한 원년이라고 생각한다. 추후 의료계에 미칠 근본적인 변화들이 언제 시작되었는지를 되돌아보게 된다면, 많은 변화들이 이 시기에 일어났을 것이다.

이 분야는 기존의 의료계·병원·제약회사·의료기기회사 등이 기여하지 않는 것은 아니지만, 애플·구글·IBM·마이크로소프트·삼성·퀄컴·인텔·샤오미 등의 IT 기업에 의해서 주도되고 있다. 사실 글로벌 IT 기업들 중에서 차

세대 신성장동력으로 의료·헬스케어를 꼽으며, 이 분야에 뛰어들지 않은 곳을 꼽기가 더 어려울 정도다. 이 기업들이 진출을 본격화한 것이 바로 이 시기이다. 2014~2015년 동안 예를 들면 아래와 같은 일들이 있었다.

- 애플은 아이폰 기반의 헬스케어 플랫폼 헬스킷 (HealthKit), 임상 의료 연구 플랫폼 리서치킷 (ResearchKit) 및 애플 최초의 스마트 워치인 애플워치 (Apple Watch)를 출시하며 독자적인 의료 생태계를 구축하고 있다.
- 구글은 헬스케어 플랫폼 구글 핏 (Google Fit)을 발표하고, 구글 라이프 사이언스 부서에서 혈당 측정용 스마트 컨택트 렌즈 개발, 건강한 사람의 신체 상태를 규명하려는 베이스라인 스터디 (Baseline study), 암세포 조기 발견을 위한 나노 입자 개발 등을 진행해왔다. 2015년 8월에는 아예 '알파벳 (Alphabet)' 이라는 지주회사를 만들고 기존의 구글 라이프 사이언스를 버릴리 (Verily)라는 자회사로 독립시켰다.
- IBM은 인공지능 왓슨을 기반으로 다양한 병원 및 의료계와 협력을 확대하고 있다. 2015년 4월에는 왓슨 헬스 (Watson Health) 부서를 독립시키고 애플, 존슨앤존슨, 메드트로닉, 에픽 시스템스 등의 회사들과 협력 및 인수를 통해서 의료 생태계를 강화시켜 나가고 있다.

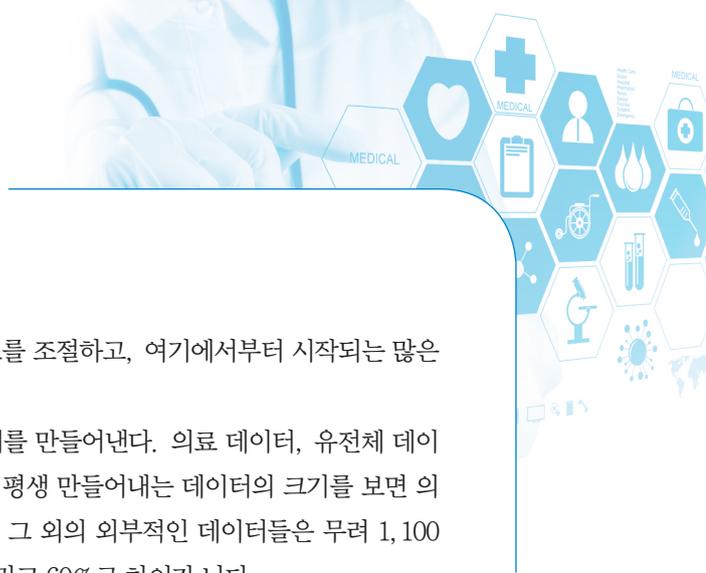
게다가 이 기간 동안에는 대형 기업들뿐 아니라 일일이 열거하기 어려울 정도로 수많은 스타트업들이 도전적 목표를 달성하기 위해서 혁신을 꾀하기 시작했다. 특정 분야의 미래 가치나 기대치는 보통 스타트업에 대한 투자 규모를 보면 알 수 있다. 장기적인 기술의 흐름과 미래 가치에 가장 발빠르게 움직이는 곳이 벤처 투자 업계이기 때문이다. 이런 측면에서도 2014~2015년은 기록적인 기간이었다.

실리콘밸리의 디지털 헬스케어 전문 투자사인 락 헬스(Rock Health)의 보고에 따르면 2014년 미국의 디지털 헬스케어 스타트업 투자 규모는 약 43억 달러였다. 이는 2011년부터 2013년까지의 투자를 모두 합친 것보다 더 큰 규모였을뿐 아니라, 20억 달러가 투자된 2013년과 비교했을 때에도 두 배 이상 성장한 수치였다. 직전 연도의 기록을 넘어설 수 있을지 주목을 모았던 2015년(12월초 기준)에도 거의 동일한 43억 달러가 투자되었음이 집계되었다. 2014년까지의 폭발적인 성장세를 이어가지는 못했지만, 여전히 디지털 헬스케어 분야는 큰 미래 가치를 인정받고 있다고 할 수 있다.

데이터, 데이터, 데이터!

디지털 의료에서 가장 중요한 한 가지 요소만을 꼽으라면 무엇을 골라야 할까? 이론의 여지는 있겠지만, 나는 다름아닌 '데이터' 라고 생각한다. 디지털 의료에서 데이터는 새로운 재화이자, 새로운 권력이며, 새로운 경쟁 우위 요소가 될 것이다. 또한 데이터를 누가 소유하고, 접근권을 가지며, 어떻게 관리할 것인가가 중요한 이슈로 부각될 것이다. 재무 분야의 오랜 격언 중에 '현금이 왕이다(Cash is king)' 라는 말이 있다. 여기에 빗대어 나는 디지털 의료에서는 '데이터가 왕이다(Data is king)' 라고 감히 이야기하고 싶다.

다소 거친 표현이지만, 우리 인간은 그 자체로 데이터다. 우리가 생명을 유지하고 살아가는 것 자체가 데이터를 생산해내는 과정이다. 우리가 숨쉬고, 먹고, 마시고, 심장이 뛰고, 혈액이 흐르고, 걷고, 뛰고, 땀을 흘리고, 잠을 자고, 느끼고, 말을 하는 모든 것이 데이터를 만들어낸다. 더 나아가 우리는 태어나면서 고유의 데이터를 가지고



있다. DNA 염기서열에 담겨 있는 유전정보가 대표적이다. 이 유전정보를 조절하고, 여기에서부터 시작되는 많은 생명 현상이 모두 데이터다.

IBM이 분석한 바에 따르면, 우리 인간은 크게 세 가지 종류의 데이터를 만들어낸다. 의료 데이터, 유전체 데이터, 그리고 그 밖의 외부적인 데이터이다. 이러한 각 종류 별로 인간이 평생 만들어내는 데이터의 크기를 보면 의료 데이터는 0.4 테라바이트, 유전체 데이터는 약 6테라바이트인 반면 그 외의 외부적인 데이터들은 무려 1,100 테라바이트나 된다. 우리의 건강에 미치는 영향도 각각 10%, 30%, 그리고 60%로 차이가 난다.

이 데이터들 중에 우리가 현재 의료에 활용하고 있는 데이터는 무엇인가? 전자의무기록이나 종이 차트에 기록된 전통적인 의료 데이터 정도다. 유전체 데이터의 경우, 최근 유전 정보 분석 기술의 발전으로 이제야 서서히 의료 시스템 속으로 들어오고 있는 중이지만 여전히 개선해야 할 점들은 많다. 그리고 가장 큰 비중을 차지하는 그 밖의 외부적인 데이터들은 현재의 의료 체계 하에서는 전혀 사용하지 못하고 버려져야 했다. 적어도 지금까지는 말이다.

하지만 지금부터는 이야기가 좀 달라질 것이다. 인류 역사 최초로 우리는 인간을 디지털화할 수 있는 시대에 살고 있다. 즉, 예전에는 의미 없이 버려졌거나, 불안전하게 얻었던 데이터들이 이제는 측정 가능해지고 있다는 것이다. 웨어러블 센서, 사물인터넷, 스마트폰 등의 발전에 따라 측정 가능한 데이터의 종류, 양과 질 모두 과거와 비교할 수 없을 정도로 개선되고 있다. 더 나아가 클라우드 컴퓨팅, 인공지능, 소셜미디어 등의 발전은 디지털 의료 데이터를 공유, 전송, 저장할 수 있게 해주며, 이러한 데이터를 통합하고 분석함으로써 질병을 예측하고, 예방하며, 치료하기 위한 새로운 인사이트를 얻게 해줄 것이다.

4P 의료의 구현

이러한 의미에서 디지털 의료의 발전은 앞서 언급한 4P 의료의 구현과 직결된다. 특히 정밀 의료와 예방 의료, 예측 의료라는 측면에서 말이다.

정밀 의료라는 개념은 최근에 유행처럼 번지고 있지만, 사실 의료의 궁극적인 지향점 중의 하나를 이보다 잘 표현할 수는 없을 것이다. 개별적인 환자들은 모두 다른 유전학적, 생물학적, 생화학적 특성을 지니고 있기 때문에 동일한 치료법이나 약, 심지어는 음식에 대해서도 다른 결과를 낳게 된다. 이러한 개별 환자의 특성을 분석하고, 차별화된 치료를 제공함으로써 효과는 극대화하고 부작용은 최소화하는 것이 정밀 의료의 목적이다.

정밀 의료의 출발은 개별 환자의 특징과 상태를 분석하는 것이다. 이를 위해서는 해당 환자에 대한 유전정보를 비롯한 종합적이고 입체적인 데이터를 측정하고 통합함으로써, 우리는 그 환자의 의학적 상태를 근본적으로 정의할 수 있다. 이를 위해 우선적으로 활용할 수 있는 것은 유전체 정보를 포함한 개별환자의 데이터이다. '정밀 의료 이니셔티브'를 통해 오바마 정부가 2016년까지 2억 불이 넘는 자금을 투자하는 분야도 차세대 유전체 염기 서열 분석 기술이나 유전 정보 데이터베이스의 구축 등이다.

또한 예방 의료(preventive medicine)와 예측 의료(predictive medicine)의 구현도 가능하다. 이를 위해서도 역시 유전 정보 및 센서를 통해서 환자의 상태를 파악하는 것이 중요하다. 특히, 사물 인터넷 센서 등을 활용하면 환자



의 상태를 실시간·지속적·정량적으로 파악함으로써 질병의 발병·재발·악화를 사전에 예측하고, 더 나아가 예방까지 모색할 수 있다.

우선 유전 정보의 분석을 통해 개인 환자에게 유전적으로 발병 위험성이 높은 질병을 파악할 수 있다. 안젤리나 졸리의 사례에서 볼 수 있듯 특정 유전자를 분석하면 유방암과 난소암의 발병 위험도를 계산하고, 선제적인 치료를 받는 것이 대표적인 사례이다.

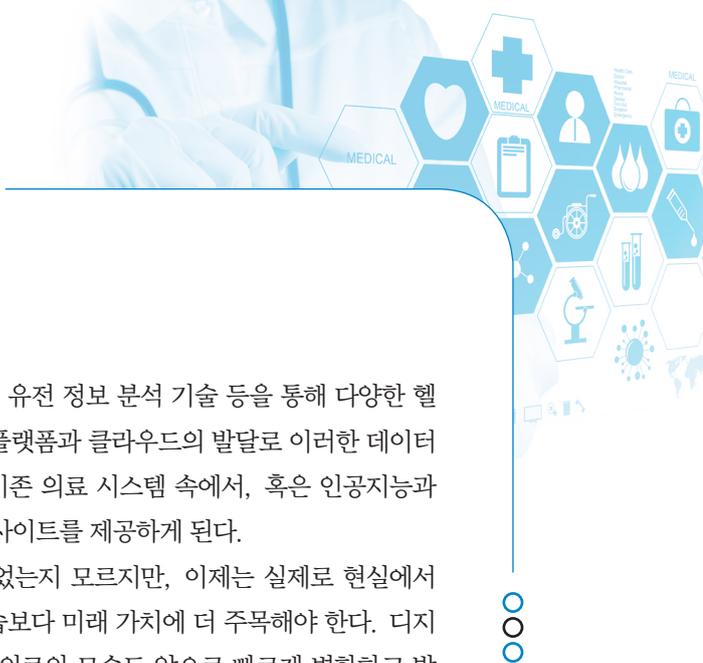
유전 정보가 결코 만능은 아니지만 이를 통해 지금도 다양한 질병의 위험도를 알아낼 수 있다. 유방암뿐만 아니라, 린치증후군(Lynch syndrome, 유전성 비용종증 대장암)이나 가족성 선종성 용종증(familial adenomatous polyposis) 등의 대장암, 시력 상실의 원인 중의 하나인 노인황반변성, 알츠하이머 등이 현재 유전 정보 분석으로 위험성을 미리 판단할 수 있는 질병들이다.

유전 정보의 분석을 통해 여러 질병의 위험도를 알 수는 있지만, 이것만으로 질병에 언제 걸리게 될지 혹은 언제 재발할지는 알 수 없다. 질병 악화나 이상 징후를 조기에 알기 위해서는 환자의 종합적인 상태를 실시간으로, 지속적으로 파악하는 것이 중요하다. 이를 위해서 필요한 것이 각종 센서를 통한 모니터링과 이로부터 얻은 데이터다.

자동차를 생각해보자. 과거에는 타이어 공기압이나 엔진오일, 부동액, 배터리 등을 정기적으로 직접 체크하거나 정비소에 들러야 했다. 때로는 이상징후를 조기에 포착하지 못해서 문제가 커진 이후 뒤늦게 정비소를 찾는 경우도 많았다. 하지만 현재는 센서의 발달로 자동차의 상태를 항상 모니터링하다 이상이 있으면 운전자에게 조기에 경보를 울려줌으로써 많은 사고를 예방할 수 있게 되었다. 자동차의 이상을 감지하는 센서의 종류는 갈수록 증가하여, 현재는 60-100 개의 센서가 설치되어 있다고 한다. 자동차의 상태를 일년에 몇 번 체크하는 것에서, 지속적으로 항상 모니터링함으로써 문제의 발생을 사전에 알려주거나 미리 예측할 수 있게 되었다는 것이다.

사람의 경우도 마찬가지다. 예방 의료와 예측 의료를 위해서는 일 년에 병원을 몇 번 방문해서 검사를 받거나 몇 년에 한 번 건강 검진을 받는 것이 아니라, 일상생활에서 지속적으로 환자의 상태를 모니터링하는 것이 필요하다. 지속적인 모니터링을 통한 데이터 측정과 분석을 기반으로 발병 혹은 질병의 진행 징후를 미리 파악하고, 시간에 따른 데이터의 변화와 패턴에 기반하여 미래의 상태를 예측할 수도 있다. 또한 환자에게 처방된 약을 잘 복용하고 있는지, 약이 효과가 있는지의 여부를 파악할 수도 있다.

예를 들어, 우울증 환자의 경우라면 말투, 어조, 대화 빈도, 활동량, 수면 패턴, 호흡 패턴, 안면 표정, 활력징후, 심박 변이도(HRV), 피부활동전위(GSR), 복약 순응도 등을 모니터링하여 종합적으로 상태를 파악하고 더 나아가 향후 상태까지 예측해볼 수 있다. 천식 환자의 경우라면 대기오염지수, 온도, 습도 등 환경의 환경적인 요인과 활동량, 활력징후, 강제 호흡 배출량(forced expiratory volume), 호흡 패턴 등의 데이터를 분석하는 것도 가능하다. 결국 이렇게 데이터의 측정과 분석은 예방 의료와 예측 의료의 구현에 핵심적인 역할을 하는 것이다.



맞는 말

디지털 의료 혁신은 이미 시작되었다. 스마트폰, 웨어러블 디바이스, 유전 정보 분석 기술 등을 통해 다양한 헬스케어 빅 데이터를 때와 장소를 가리지 않고 측정가능하며, 헬스케어 플랫폼과 클라우드의 발달로 이러한 데이터는 실시간으로 저장 및 통합적으로 관리될 수 있다. 이러한 데이터는 기존 의료 시스템 속에서, 혹은 인공지능과 같은 새로운 기술을 통해서 분석되고 건강 관리 및 질병 치료를 위한 인사이트를 제공하게 된다.

이러한 기술들은 몇년 전까지만 해도 SF 영화에나 나올법한 장면이었는지 모르지만, 이제는 실제로 현실에서 구현되고 있는 것들이 많다. 더 나아가, 우리는 디지털 의료의 현재 모습보다 미래 가치에 더 주목해야 한다. 디지털 기술은 현재도 기하급수적으로 발전하고 있으며, 이에 따른 디지털 의료의 모습도 앞으로 빠르게 변화하고 발전해나갈 것이다.

하지만 디지털 의료의 발전은 장밋빛 미래만을 약속하는 것은 아니다. 새로운 기술과 산업의 등장에 따라 해결해야 할 과제들 역시 우리 앞에 주어지고 있다. 이 이슈들을 현명하게 해결할 수 있다면 디지털 헬스케어의 발전이 우리에게 주는 혜택을 극대화 할 수 있을 것이다.

디지털 기술이 바뀌어놓고 있는 의료의 미래. 이러한 변화의 물결 속에서 우리는 어떻게 대처하고 어떠한 기회를 포착할 것인지 이제 고민해야 할 때다.