

인공지능이 초래한 의료의 혁명적 변화와 방향성

이 언

가천대학교 의과대학 신경외과 교수
가천대길병원 인공지능병원 추진단장

요 약

최근 기술의 진보가 의료계에 혁명적 변화를 초래하고 있다. 이러한 변화는 의료를 넘어 우리 생활에 큰 영향을 미치고 있다. 인공지능과 초고속통신기술, 코로나19감염증 등으로 인해 의료계가 어떠한 변화를 겪고 있는지, 사람들의 건강과 의료에 접근 방식은 어떻게 달라지고있는지 살펴보는 일은 앞으로 인공지능의 의료적용 기술이 어떠한 방향으로 발전해 갈 것인가를 파악하는데 매우 중요하다. 기술의 발전은 개인과 사회의 필요에 기반을 두고 있다. 이러한 현실인식을 바탕으로 확실한 방향성과 함께 인공지능 기술을 발전시켜 나가지 않으면 인공지능 선진국이 되는 일은 불가능할 것이다. 아울러 기술발전으로부터 소외된 국가나 사람에게는 최소한의 필수 의료는 받을 수 있도록 하는 일도 소홀히 해서는 안된다. 의료시스템의 지속가능성은 심각한 도전에 직면해있다. 올바른 방향성을 전제로한 기술의 발전은 이러한 위기를 극복하게 하는 중요한 열쇠이다.

I. 서 론

의료에 혁명적인 변화를 일으키고 있는 기술은 헤아릴 수 없이 많다. 그 중에서도 영향력이 큰 것을 내세우자면 인공지능기술, 5G 등 초고속 통신기술, 빅데이터 관련 기술이다. 이 기술 들은 무수한 파생기술들과 서로 긴밀하게 연계되어 발전하고 있다. 2016년 우리사회에 느닷없이 나타나 인공지능이라는 화두를 던진 이세돌 9단과 알파고의 대국이 있는 후 약 6개월 뒤 IBM의 왓슨포논콜로지가 가천대길병원을 필두로 의료계에 들어왔다. 도입 당시부터 많은 논란과 개념적 혼란이 있었지만 4년이 흐른 지금 불필요하고 소모적인 논쟁은 많이 정리되었다. 지금 시점에서 인공지능이라는 기술의 진보가 의료에 미치는 영향은 무엇이고 앞으로 의료는 인공지능을 기반으로 어떠한 변화가 일어날 것인가 짚어 보고자 한다.

의학 분야의 인공지능 응용은 최근 몇 년 동안 크게 증가했다.

처음에는 패턴인식에 사용되는 인공지능을 중심으로 영상의학과 피부과 안과 심장내과 등을 중심으로 발전하였다. 최근에는 대부분의 전문분야에서 폭넓게 사용한다. 인공지능을 의료에 적용하려면 숙련된 의료인력과 체계적으로 구성된 대규모 데이터 세트에 대한 접근이 필요하므로 대부분의 인공지능의 의료적용은 자연스럽게 선진국을 중심으로 발전해왔다. 그러나 인공지능의 의료 적용은 선진국만 필요한 것은 아니다. 최근 의료계에서는 의료를 인권차원에서 접근해야 한다는 움직임이 활발하다. 의료접근권의 불평등은 이미 세계적인 이슈가 되었다. 인간은 누구나 질 좋은 의료혜택을 받기 원한다. 특히 비교적 최근에 경제발전을 이루어 국민소득이 향상된 국가는 양질의 의료에 대한 수요가 폭발적으로 증가하고 있다. 이러한 상황을 가능한 빠른 시간 안에 해결할 방법을 찾아야한다.

시급한 이슈를 열거하면 다음과 같다.

- 1) 의료비용의 급격한 상승과 의료시스템의 지속가능성
 - 2) 의료불평등 해소 (글로벌헬스이니셔티브 낙후된 지역을 위한 인공지능 기술의 적용)
 - 3) 새로운 의료유통시스템의 등장과 병원의 변화
 - 4) 현재 적용 중이거나 향후 크게 이용될 기술
- 상기 이슈들을 중심으로 살펴보고자 한다.

II. 본 론

1. 의료비용의 급격한 상승과 의료시스템의 지속가능성

의료비용을 줄이려면 의료시스템의 혁명적 개선이 필요한데 이는 매우 어려운 과제이다.

현재의 의료시스템은 fee for service를 기반으로 구축되었다. 진료한 양에 근거하여 수가가 지불되는 구조에서는 자연스럽게 진료의 량이 증가할 수밖에 없다. 현재시스템은 대부분 치료 결과와는 큰 관련없이 진료에 투입된 서비스의 양에 대해 진료비를 지불한다. 향후 진료결과를 객관적으로 공정하게 평가

하여 진료비를 지불하려면 역시 인공지능이 동원되어야 할 것이다. 그렇지 않으면 진료의 질 평가 결과에 대한 분쟁이 끊이지 않을 것이다. 또한 지금의 의료서비스는 유통과정에서 발생하는 비용이 과다하다. 이러한 비용은 잘 보이지 않지만 실제 진료의 질과 접근성 개선에 별 도움이 안 되는 중간자(middle man)에게 지불이 되고 있다. 예를 들어 의사가 개원에 성공하려면 환자를 많이 치료해야 하고 이를 위해서는 위치가 좋은 곳, 즉 유동 인구가 많은 소위 목이 좋은 곳에서 개원을 해야 한다. 그러한 곳은 당연히 지불해야 할 임대료가 비싸다. 즉 의료비용의 상당부분이 건물주에게 유입되고 있다. 물론 자본주의 시장경제 시스템에서 불가피한 점이 있다고 인정해도 과도하게 투입되는 일은 막아야 의료시스템이 지속가능 하다.

2. 의료불평등 해소 (글로벌헬스이니셔티브 낙후된 지역을 위한 인공지능 기술의 적용)

현 시대에 의료계의 뜨거운 이슈는 폭발적인 의료비 상승과 의료접근권의 불평등이다. 의료비 상승은 의료비용의 상승과 연결되어 있다. 의료비 상승은 미국 유럽 등 선진국만 겪는 문제가 아니다. 중진국과 개발도상국 역시 원인은 다르지만 의료비 상승으로 인한 나쁨의 문제를 겪고 있다. 이러한 의료비의 상승은 나라간 계층 간 심각한 의료불평등을 초래하고 있다. 우리나라의 의료비 상승곡선역시 가파른 상승 곡선을 그리고 있다. 문제는 이러한 의료비의 상승이 실제 의료의 질 상승에 충분히 반영되지 않는데 있다. 의료시스템의 지속가능성을 높이기 위해서는 접근성(Accessibility), 비용(Cost), 의료 질(Quality)의 역동적 관계 속에서 비용대비가치(value for cost)를 향상시켜야 한다. 그 동안 이 세 가지를 모두 만족시키기는 방안을 찾아내기란 매우 어려웠다. 의료의 유통흐름이 너무 복잡하고 여러 이해당사자와 그에 따른 변수가 존재하기 때문이다. 의료 질을 좋게 하자면 비용이 올라가고 비용이 올라가면 접근성은 나빠진다. 비용을 낮추면 접근성은 좋아지나 의료의 질은 떨어진다. 이렇듯 세 가지를 모두 만족시키기란 실현 가능성이 매우 낮아 보인다. 그러나 인공지능기술의 발전이 이 어려운 과제에 해결책을 제시해 줄 수 있을 것으로 기대한다. WHO를 중심으로 'Health for all'을 슬로건으로 내세우며 의료로 인간의 기본권 차원에서 바라보는 운동이 전개되고 있다. 인간은 누구나 최소한의 기본적인 의료서비스를 제공받아야 한다는 주장에 이의를 제기할 수 없지만 현실은 녹록치 않다. 인류의 약 1/3이 평생 제대로 훈련 받은 의사를 만날 수 없다. 의료비용의 상승이 이러한 현실을 더욱 어렵게 하고 있다. 인공지능진료와 수술로봇은 이러한 소외지역에 먼저

필요하다. 고난이도 수술을 하는 선진국에 필요한 로봇보다. 간단한 창상봉합이나 농양제거와 소독을 하는 상대적으로 단순한 로봇이 먼저 개발 되어야한다. 인공지능 진료도 이러한 소외지역에 일차 진료를 담당하는 방향으로 먼저 진화해야 한다. 영상판독, 피부과진료, 안과진료, 당뇨 고혈압 등 다양한 분야에서 당장 진료현장에 투입될 수 있는 인공지능 진료 시스템이 시급하다. 특히 선진국과 비교하여 의료접근권의 격차가 크고 인공지능이 이러한 격차를 메우기 용이한 분야부터 서둘러 도입되어야 한다. 질 높은 의료인적자원의 부족위기는 전 세계적으로 확대되고 있다[1].

의료인력 부족위기는 원인이 다양하다.

첫째 잘 훈련된 의사의 전세계적 부족,

잘 훈련된 양질의 의료인력 부족은 결과적으로 치료에 대한 접근성 부족과 의료의 품질 차이를 이미 세계적인 현상으로 만들었다. 전 세계에 약 4 억 명의 사람들이 기본적인 의료조차 접근할 수 없다.

둘째 의사들의 노화와 새로운 가치관의 등장

의사의 1/3은 55세 이상이며 이들은 다음10년에 대부분 은퇴할 것이다. 또한 상대적으로 진료환경이 좋은 선진국조차 일과 생활의 균형을 중요시하는 노동관행과 생활패턴의 변화로 신규 유입되는 젊은 의사들이 과도한 노동시간을 감수하려 하지 않는다. 이러한 변화는 잘 훈련된 의사의부족현상을 더욱 심하게 하고 있다. 예를 들면 병리학 분야는 젊은 병리학자들의 신규양성이 부족하여 평균 연령이 나날이 증가하고 있다.(그림 1)

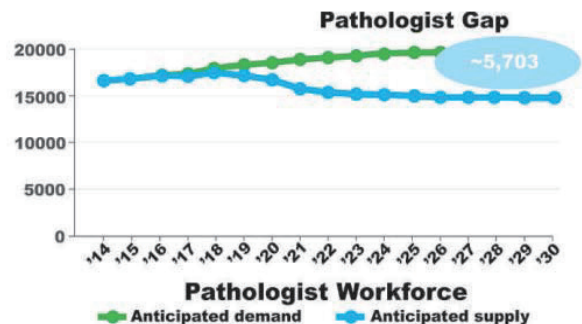


그림 1. 병리학자 인력의 수요공급격차가 지속적으로 확대되고 있다.

셋째 의사들의 업무량 증가로 인한 탈진

의료데이터의 폭발적 증가로 인해 의사들이 환자 한사람을 치료하기위해 의사가 처리해야 할 정보량이 과거와 비교가 불가능할 정도로 커졌다. 이로 인해 의사들에게 과부하가 걸리고 자연스럽게 신규전문의의 양성과 유입 부족으로 이어진다.

네째 만성 질환에 대한 의사 수요 증가 등이 오늘날 표면적으로 드러난 양질의 의료인력 부족의 원인들이다. 유능한 의

료인력이 없으면 양질의 치료를 제공할 방법이 없다. 따라서 covid19 감염사태에서 보듯이 특정 전염병의 창궐로 환자의 수가 폭발적 증가하고 이로 인해 감당할 수 있는 의료인력과 시설의 부족을 초래된다면 재난적 치명율의 증가로 이어질 수 있다. 가까운 미래에 사람들에게 기본적인 치료를 제공할 수 없게 될 날이 닥칠 것이 분명하다. 피부과 진료를 살펴보면 피부과는 인구수에 비해 전문의의 수자가 매우 부족한 분야이다. 한편 전문 의로부터 진료를 받은 경우와 그렇지 아니한 경우 치료결과 차이는 상대적으로 크다. 이 격차를 메우기 위해서는 전문의와 일반의의 격차를 줄여야 하는데 단기간에는 실현하기 어려운 과제이다. 이 경우 일반의가 피부과 진료 보조를 위한 목적으로 개발된 인공지능을 이용하면 상당한 부분 격차를 줄일 수 있을 것이다. 인공지능은 전문의가 아닌 일차진료 의사의 진단과 치료 오류를 감소시킬 수 있다. 중앙학을 위한 IBM 왓슨포온콜로지와 왓슨포제노믹스는 이중 맹검 유효성 검증 연구결과에 따르면 암 치료에 도움을 줄 수 있다[2].

인공지능은 의사로 하여금 개별환자에게 투입하는 시간을 늘리기보다는 진단과 치료를 정확하고 효율적으로 하도록 도움을 주어 의사가 매일 치료할 수 있는 사람의 수를 늘려준다[3].

환자들이 더 많은 의사에게 쉽게 도달할 수 있도록 하여 의료의 질을 희생하지 않고도 비용과 접근성 문제를 해결할 수 있는 실마리를 제공한다. 즉 인공지능을 적절히 활용하여 모든 이에 게 질 좋은 의료를 합리적인 비용으로 제공할 수 있는 가능성이 보인다.

현재 진행 중인 GHI(Global Health Initiative)의 내용에 대해 몇 가지 예를 들면 다음과 같다[4].

- 의료 인공지능 기술을 활용하여 의료의 불평등을 감지하고 완화하는 방법을 찾는다.
- 인공지능이 헬스케어 종사자들의 동선을 최적화하여 낙후지역으로 백신 공급과 전달이 원활하게 이루어 지도록 한다
- 스마트폰 사진에서 화상 치료에 소요되는 시간을 비교하여 사회 경제적 불균형 지역 추적한다.
- 환경 동향정보와 결합하여 전염병 발생을 예측한다.
- 임신관련 합병증 예측(고위험 산모 관리)한다.
- 인공지능기반 GHI(Global Health Initiative)를 위한 지속 가능한 전략의 개발과 향후 연구를 위한 분야 발굴한다.

이렇듯 인공지능은 인류의 보건문제를 해결하려고 애쓰는 파이오니어들에게 많은 영감을 주고 있다[5].

빌 게이츠(Bill Gates)는 “오늘날 가장 큰 도전 중 하나는 과학적 혁신으로 가장 가난한 사람들의 삶을 향상시키는 것입니다.”라고 말하였다. 즉 저비용 의료서비스를 인류에게 보편적으로 제공하기 위해서 과학계와 의료계는 저비용 재료, 방법 및 응용

프로그램을 개발하려는 명백한 목표를 가지고 기술 혁신에 대한 노력을 늘려야만 한다. 왜냐하면 과학계와 의료계가 오늘날의 인도주의 위기에 대응하려면 이 방법 이외에 다른 방법을 찾기 어렵기 때문이다[6].

3. 새로운 의료유통시스템의 등장과 병원의 변화

앞으로 코로나19감염 사태가 진정되면 세계 의료시스템에 큰 변화가 올 것이다[7].

그 동안 원격진료와 언라인 대면진료를 어렵게 했던 통신 인프라 부족, 정보 공유와 저장의 어려움, 데이터 기준 미 통일 등 문제가 한꺼번에 노출되었다. 따라서 코로나19감염 사태로 지금은 많은 어려움을 겪고 있지만 후에는 헬스 시스템 발전을 가속화하는 촉매제가 될 것이다. 비접촉 언라인 대면 의료서비스가 크게 활성화될 것이다. 코로나19 감염증은 주로 호흡기 계통을 침범하기 때문에 공기 중 비말과 오염물과의 접촉이 감염의 주요 경로였다. 그 결과 대규모 인원이 모이거나 근거리 밀폐된 공간에서의 접촉을 회피하는 분위기가 조성됐다. 앞으로 의료의 유통단계는 크게 간소화될 것이다. 지금의 일차 이차 삼차 상급 의료기관으로 분류하는 수직적 의료접근 방식은 더 이상 지속하기 어렵다. 따라서 의료 전달체계는 인공지능과 초고속통신망을 통해 환자와 의사사이에 일차 비접촉진료가 이루어지고 가장 최적화된 의료기관과 의사의 접근이 이루어지는 체계가 될 것이다.<그림 2>

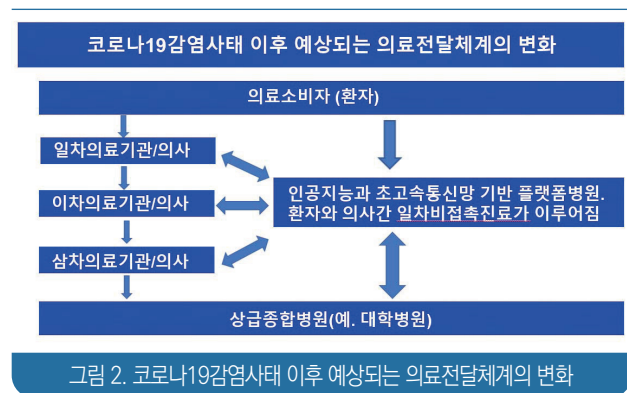


그림 2. 코로나19감염사태 이후 예상되는 의료전달체계의 변화

이러한 시스템은 코로나19감염사태에서 그 효율성과 유용성이 입증되고 있다.

시장조사기관 IDC 중국(International Data Corporation China)은 앞으로 건강에 대한 관심이 높아짐에 따라 ‘비접촉 헬스케어’ 관련한 새로운 접근방식의 의료서비스가 연이어 파생될 것이라고 전망했다.

요즈음처럼 코로나바이러스19 감염으로 인하여 전염병 환자가 급증하는 사태는 앞으로도 주기적으로 발생할 개연성이 있

다. 이러한 경우 일시적으로 대응할 수 있는 의료자원이 부족한 상황이 발생하는데, 부족현상을 통제하기 위한 중심 전략은 병원 응급실에 도착하기 전에 환자를 분류하는 선별 심사이다. 원격진료와 인공지능을 이용하여 사전에 병원에 와야만 하는 환자를 효율적으로 선별할 수 있다면 투입되는 자원을 효율적으로 사용할 수 있고 이미 병원에 와있는 다른 환자는 물론 의료서비스를 제공하는 의료진의 보호에 결정적인 역할을 할 것이다[8].

즉 의사와 간호사 검사인력 같은 전문 의료자원이 감염에 직접 노출되는 것을 최소화하면서도 의심 환자를 적절히 검사할 수 있는 시스템을 개발하여 원격의료 워크플로우에 통합해야 한다.

전문인력들의 피로누적을 줄이기 위해 여러 병원의 중환자실에 분산되어 치료받고 있는 60~100 명의 환자 상태를 원격으로 모니터링 할 수 있는 인공지능이 개입한 원격 집중치료실(AI-ICU) 모니터링 프로그램 개발이 필수적이다. 이미 GE와 Philips 등에서 개발한 시스템이 있지만 전 세계는 더욱 정교한 시스템을 요구할 것이므로 앞으로의 개발여지는 충분할 것이다.

4. 현재 적용 중이거나 향후 크게 이용될 기술들

인공지능과 더불어 주목받는 기술적 진보는 통신기술이다. 우리나라는 이미 5G 상용화 시대가 되었다. 원격진료가 활성화되기 위해서는 대용량의 데이터가 빠른 속도로 전송되어야 하며 보안과 데이터의 무결성(integrity)이 보장되어야 한다. 이와 관련된 여러가지 기술(블록체인, 엣지컴퓨팅, 동형암호기술 등)이 이미 활용단계 수준으로 진보하여 우리 곁에 있거나 개발 중이다. 의료의 질을 희생하거나 의료비용의 증가 없이 의료접근성을 개선하기 위해서는 초고속통신망을 통한 비접촉 언라인진료와 오프라인 진료를 유연하게 병행해야 한다. 의사는 시간과 공간의 제약 없이 진료를 할 수 있어야 하고 환자의 입장에서는 언제 어디서나 쉽게 신뢰도 높은 진료에 접근할 수 있어야 한다. 이미 미국과 중국 등에서 텔라닥(Teladoc), 일호약왕 같은 서비스가 활성화되고 있다. 이제 언라인진료와 오프라인진료의 병행은 세계적인 추세이다. 아직 성급한 예측 일 수 있으나 코로나19 감염 확산 사태가 언라인진료 시대를 여는 방아쇠가 될 것으로 판단한다. 이러한 감염병은 앞으로도 반복될 것이고 사람들은 불가피한 경우만 오프라인에 의존하고 가능하면 비접촉 언라인으로 일상의 일을 해결하려 할 것이다. 세계적으로 우리 인류의 생활 패턴이 언라인 중심으로 변화할 것이다. 의료 또한 예외 일 수 없다. 따라서 의료계도 '어떻게 하면 원격진료로 이야기되는 비접촉 언라인진료로의 방향성을 거부하여 도입을 지연하거나 저지 할까'가 아닌, '이러한 경향성 속에서 의료계가 무엇을 할 수 있을까?'로 바뀌어야 한다.

5. 인공지능 기술 발전이 의료 분야의 국가간 의사소통에 어떤 영향을 미칠 것인가?

이 세상에는 7,000 개가 넘는 언어가 사용되고 있다고 한다. 구글을 비롯한 수많은 회사들이 자동 동시통역을 위한 인공지능을 개발하고 있다. 각 언어 간에 동시통역이 이루어지면 의료의 국경은 허물어 질 것이다. 전 세계 사람들이 전 세계 의사들에 접근할 날이 머지않았다. 또 다른 의미의 국경 없는 의사사회가 출현할 것이다. 이러한 트렌드는 환자의 욕구에 기반하고 있으며 결코 인위적으로 멈출 수 없다.

III. 결 론

우리의 의료가 지속가능 하려면 의료시장의 확대하기 위한 새로운 의료시스템 발굴과 인프라 구축(네트워크 기반 플랫폼 병원/해외시장개척), 의료비용 절감을 위한 투자자원 대비 효율성 증대, 아울러 코로나19 감염사태 이후 의료시스템의 변화를 미리 예측함으로써 향후 새로운 기회에 대비하는 일 등을 서둘러야 한다. 향후 새로운 기술이나 시스템은 정부나 몇몇 전문가, 초대형 의료기관이 아닌 일반 의료 소비자 시장에 먼저 자리를 잡고, 기술의 성격도 다양한 환자들에게 쉽게 다가갈 수 있도록 보다 유연하게 발전할 것이다. 의료에서 인공지능을 비롯한 기술의 진보와 코로나19감염사태로 초래된 변화의 물결은 점점 더 거세지고 있다. 환자들은 더 이상 의료에 대해 무지하지 않다. 의료계는 환자와 우리사회의 필요에 근거한 기술의 진보에 자신을 맞춰야만 지속가능 할 것이다.

참 고 문 헌

- [1] Meskó B. "Will artificial intelligence solve the human resource crisis in healthcare?" BMC Health Services Research (2018) 18:545 <https://doi.org/10.1186/s12913-018-3359-4>
- [2] Somashekhar S,K. Double blinded validation study to assess performance of IBM artificial intelligence platform, Watson for oncology in comparison with Manipal multidisciplinary tumour board - First study of 638 breast cancer cases.Cancer Research.2017;77(4 Supplement):S6-07-S6-07.
- [3] Robert Sparrow and Joshua Hatherley, "High Hopes

for ‘Deep Medicine’? AI, Economics, and the Future of Care,” Hastings Center Report 50, no. 1 (2020): 14-17. DOI: 10.1002/hast.1079

- [4] Trevor D. H. “Artificial Intelligence in Global Health —A Framework and Strategy for Adoption and Sustainability” International Journal of Maternal and Child Health and AIDS (2020), Volume 9, Issue 1, 121-127
- [5] Davies R. W. "The Data Encryption standard in perspective," Computer Security and the Data Encryption Standard, pp. 129-132.(<http://www.nist.gov/aes>).
- [6] Robert M. S. “Calling for the next WHO Global Health Initiative: the use of disruptive innovation to meet the health care needs of displaced populations” J Glob Health. 2018 Jun; 8(1): 010303
- [7] Kitty F “Impact of COVID-19 on China's Economy and ICT Market” TECH SUPPLIER Mar 2020 - Market Presentation - Doc # CHE46110220
- [8] Hollander JE “Virtually Perfect? Telemedicine for Covid-19.” N Engl J Med. 2020 Mar 11. doi: 10.1056/NEJMp2003539.
- 〈그림 1〉 Robboy S.J. Pathologist Workforce in the United States—1 Arch Pathol Lab Med—Vol 137, December 2013

약 력



이 연

1980년 한양대학교 의학사
 1982년 한양대학교 의학석사
 1987년 한양대학교 의학박사
 1998년~2003년 가천대학교 의과대학 신경외과 주임교수
 2003년 가천대 길병원 부원장
 2004년~2005년 대한정위기능신경외과학회 회장
 2009년~2010년 대한신경조절학회 회장
 2015년~2016년 대한노인신경외과학회 회장
 2016년 진료 인공지능 IBM 왓슨포온콜로지 도입
 관심분야: 인공지능 진료, 원격진료, 정위기능신경외과, 운동장애질환