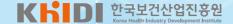


KHIDI 디지털 헬스케어 리포트

인공지능 기반 인구집단 건강관리를 통한 만성질환 관리



인공지능 기반 인구집단 건강관리를 통한 만성질환 관리

분당서울대학교병원 정세영 교수

병원 중심의 의료정보 플랫폼의 태동

병원 정보화의 성과

1 항생제 관리 시스템

2 급성 신손상 대응 시스템

10

병원 중심

의료정보화의 한계

IV

가치기반 의료의 대두

V

인구집단 건강관리

1 데이터 통합

2 위험도 분류

3 적극적 중재

VI

22

의료인공지능과 인구집단 건강관리



인공지능 기반 인구집단 건강관리를 통한 만성질환 관리



병원 중심의 의료정보 플랫폼의 태동

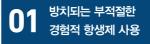
데이터 과학이 의료를 변화시키고 있다. 특히 보건의료 및 바이오 분야에서의 빅데이터는 사회 경제적으로 큰 영향력을 발휘할 수 있기 때문에 크게 주목 받고 있다. 미국의 저명한 심장내과 의사 이자 디지털헬스케어 전문가인 에릭 토폴은 미래의 의료에 대해 다음과 같이 이야기하였다. "의학은 데이터 과학으로 바뀌고 있습니다. 의료에는 빅데이터, 비지도 알고리즘, 예측 분석, 기계 학습, 증강 현실. 그리고 신경형성 컴퓨팅이 도입되고 있습니다." 데이터 과학에 기반한 의료서비스는 이미 우리 곁에 와 있다. 그 시작은 병원의 전산화, 정보화였다. 20세기 말부터 시작된 우리나라의 병원 전산화는 국가 단일 보험자인 국민건강보험공단과 보험심사평가 기관인 국민건강심사평가원 의 보험 평가 전산화 전략에 맞춰 반자발적으로 진행되었다. 따라서, 초기 병원 정보화의 중심은 주로 처방과 청구 중심의 전산화였다. 처방전달시스템이라고 불리는 프로그램이 가장 먼저 개발 되었고 의사들의 의무기록은 여전히 종이로 기록되었다. 초기 병원 정보화의 또 다른 축은 의료 영상 의 전산화였다. 1990년대 말부터 의료영상 저장전송 시스템(Picture Archiving and Communication System, PACS) 사용에 대해 수가를 지급하면서 의료 영상은 국제 표준인 의료용 디지털 영상표준 (Digital Imaging and Communications In Medicine, DICOM)을 기준으로 자생적으로 전산화되기 시작 하였다. 이후 2000년대 중반을 기점으로 전자의무기록 (Electronic medical record, EMR) 이 도입 되면서 전산화를 넘어선 병원 정보화의 기틀이 마련되기 시작하였다. 그리고, 2000년대 후반부터 진행된 일선 병원들의 차세대 병원정보시스템과 임상데이터웨어하우스 구축 사업으로 병원 정보화 가 가속화되었다. 그렇다면 병원 정보화의 효과는 어떻게 나타났을까? 2000년대 초반에 개원하여 국내 병원 정보화 흐름의 중심에 있었던 분당서울대학교병원의 사례를 몇 가지 살펴보도록 한다.



병원 정보화의 성과

분당서울대학교병원은 아시아태평양 지역에서 위치한 500병상 이상 규모의 병원으로는 최초로 종이가 없는 병원으로 2003년도에 개원하였다. 개원 초기부터 국내 '디지털 병원'을 선도한다는 기치 아래 다양한 병원 정보화 솔루션을 전향적으로 도입하였다. 2005년부터 운영한 임상데이터 웨어하우스(Clinical Data Warehouse)는 국내 병원에서는 전례를 찾기 어려웠던 솔루션으로, 병원 정보시스템과 연동되면서 임상과 경영을 지원하는 지표들을 매일 자동생성하여 병원의 질을 개선하는데 도움을 주었다. 두 가지 대표적인 사례를 통해 병원 정보화의 효과를 살펴보겠다.

11 항생제 관리 시스템 (Antibiotics Stewardship Program, ASP)



02 지속가능하지 않은 항생제 관리체계

03 비효율적이고 인력이 낭비되는 관리체계

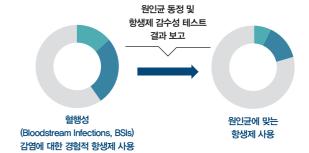


그림 1 비효율적인 항생제 관리

인공지능 기반 인구집단 건강관리를 통한 만성질환 관리

항생제는 의사가 사용할 수 있는 가장 강력한 무기 중 하나로, 환자의 항생제 내성을 막기 위해서는 항생제 사용 용례에 따라 적절한 항생제를 사용하도록 철저하게 관리되어야 한다. 보통, 감염을 일으킨 원인균을 발견 (동정) 하기 전에는 환자의 임상 상황에 맞는 경험적 항생제를 처방하고, 균배양검사와 항생제 감수성 검사결과가 보고되면 그 결과에 따라 가장 적합한 항생제로 교체하는 것이 표준 치료법이다. 하지만, 분당서울대학교병원 자체조사 결과, 균동정과 항생제 감수성 결과를 확인한 후에도 항생제 사용의 19%는 여전히 부적절하게 처방된 것으로 조사되었다.

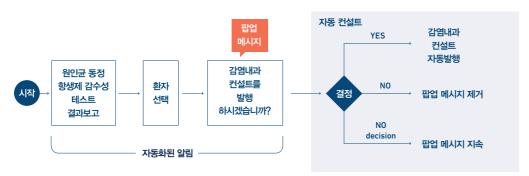


그림 2 항생제 교체 의사 결정 시스템

그래서 분당서울대학교병원은 항생제 배양검사 및 감수성 결과가 보고되면 자동화된 임상의사 결정지원 시스템이 개입하도록 하였다. 병원정보시스템은 검사결과를 주치의에게 자동으로 고지 하여, 항생제 지속 및 교체 여부를 주치의가 직접 선택하거나, 감염관리센터에 자동화된 컨설트를 의뢰할 수 있도록 하였다.

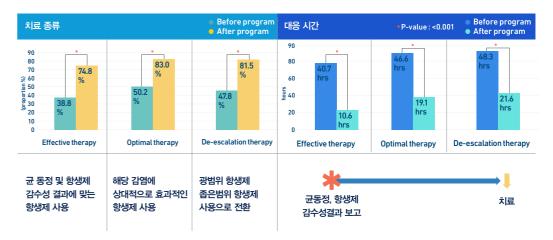
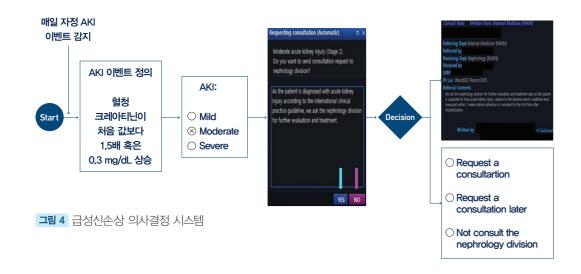


그림 3 항생제 교체 의사결정 시스템의 효과

이 중재 프로그램을 통해 균동정 및 항생제 감수성 결과에 맞는 항생제를 사용하는 비율은 26% 증가하고 대응시간은 평균 30.1시간 감소하였다. 또한, 감염병에 맞는 항생제를 사용하는 비율은 32.8% 증가하고 대응시간은 27.5시간 감소하였고, 광범위 항생제를 좁은 범위 항생제로 교체하는 비율은 33.7% 가 증가하고 대응시간은 26.7시간 감소하였다.

급성 신손상은 병원 입원환자들이 흔히 경험하게 되는 급성 합병증이다. 특히, 노인에게서 잘 발생하며, 초기 대응이 적절하지 않으면 만성 신질환이나 투석이 필요한 신부전 상태까지 진행될 수 있는 중요한 질환이다. 급성 신손상 발생은 재원기간 증가, 합병증 발생, 사망 증가 등의 위험 증가로 이어지기 때문에 이를 평가하고 관리하는 것이 매우 중요하다.

분당서울대학교병원의 급성 신손상 대응 시스템은 병원 입원환자의 검사기록을 24시간 실시간으로 관리를 하여, 혈청 크레이티닌 값이 초기값보다 1.5배 증가하거나 0.3 mg/dL 상승하면 주치의에게 급성 신손상 발생 가능성에 대한 경고 메시지를 띄운다. 주치의는 환자의 상태를 평가하여신장내과 전문의에게 자동화된 컨설트를 발생하거나 혹은 환자의 상황을 더 지켜보는 선택을 할 수



있다. 분당서울대학교병원이 급성 신손상 대응시스템을 도입한 후 급성 신손상을 놓치게 된 비율이 12.2% 감소하였고, 신손상 의심시 조기의뢰 비율은 21.4% 증가하였다. 또한, 중증 급성 신손상 비율은 4.4% 감소하였고, 급성 신손상에서 회복되는 비율은 24.7% 증가하는 성과를 거두었다. 급성 신손상 경고메시지 발행 후 자동화된 컨설트를 신장내과 전문의에게 보냈을 경우, 급성 신손상을 놓치게 된 비율이 13.5% 감소하는 성과도 거두었다.

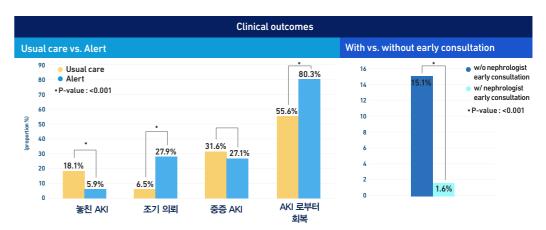


그림 5 급성 신손상 의사결정 시스템의 효과



병원 중심 의료정보화의 한계

앞선 사례를 통해. 병원에서 수집되는 데이터를 정보화한 후. 이차적으로 활용했을 때 병원 내 의료 서비스를 어떻게 개선시킬 수 있는지 확인했다. 하지만, 병원 중심의 정보화로는 환자의 질병을 예방하고 건강을 개선하는 데 한계가 있다. 왜냐하면 병원 중심의 건강관리는 우리를 건강하게 만드는 인자의 10%밖에 차지하지 않기 때문이다. 우리의 건강은 80% 이상이 일상 생활환경, 유전, 건강행태 (흡연, 음주, 운동) 에 의해 결정된다.2)



그림 6 건강 결정 인자*

*출처) https://bipartisanpolicy. org/report/what-makesus-healthy-vs-what-wespend-on-being-healthy/

따라서 일상생활환경에서 환자의 건강관련 행태를 반영하는 데이터를 지속적으로 수집하여 환자의 건강정보를 분석하여 문제가 발생하기 전에 사전에 예방하는 선제적 의료시스템이 필수 이다. 하지만, 현재의 의료는 예방적 관리보다는 주로 아픈 사람들만 치료하는 병원 중심의 서비스를 주로 공급한다. 이로 인해 의료 자원의 80% 이상이 병원에 투입되는 불균형을 보이게 된다. 따라서, 의료 정보화의 핵심은 건강의 80%를 차지하는 개인건강데이터를 어떻게 수집하고 관리하느냐에 달려있다. 개인건강데이터 (Patient generated health data, PGHD) 란 환자에 의해 혹은 환자로 부터 생성된 건강관련 데이터를 의미한다. 과거에는 PGHD를 주로 환자 설문이나 환자의 자가기입 데이터로 수집하였지만 현재는 디지털헬스 기술을 사용하여 수집한다. 웨어러블 기기를 통해 맥박, 혈압, 혈당, 체온 등의 정보가 실시간으로 수집된다. 웨어러블 뿐만 아니라 사물인터넷 플랫폼을 이용해서 일상생활 정보도 연속적으로 수집된다. 온도, 습도, 미세먼지 등의 실내 환경 정보와 레이더와 압전 센서를 활용한 수면 정보 등도 사물인터넷 을 통해 클라우드에 수집된다. 예컨대. 애보트가 출시한 연속형 혈당 측정기는 피부에 부착

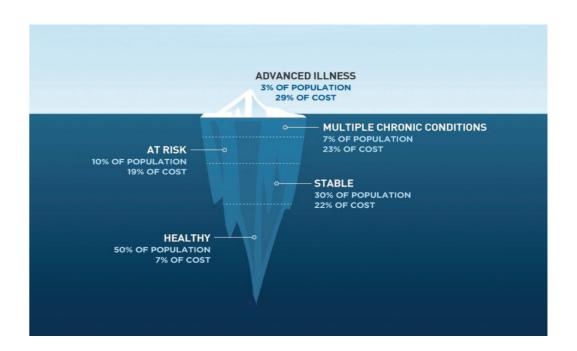


그림 7 예방적 의료(preventive care) 와 대응적(reactive care) 의료의 개념도

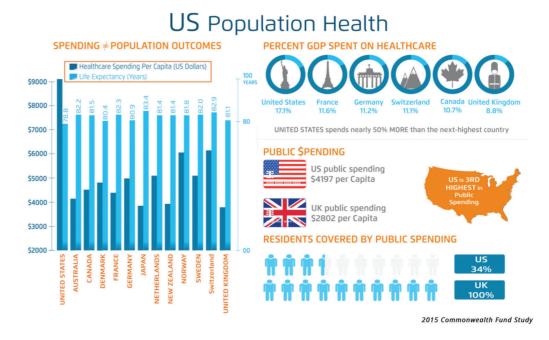
인공지능 기반 인구집단 건강관리를 통한 만성질환 관리

하는 것만으로 14일 동안 환자의 혈당 정보를 끊임없이 측정해준다. 그동안 간헐적으로 측정했던 혈당 정보에 비해 연속형 혈당 측정기는 식이와 약물 사용에 따른 혈당 변동의 패턴 정보를 더 자세하게 제공한다. 병원에 찾아오는 환자만 관리하면 위 그림에서 수면 위로 드러나는 빙산의 일각만 바라보게 된다.³⁾ 환자의 병은 보통 수면 위로 드러나기 전인 무증상기에 서서히 진행되지만 환자의 건강상태를 선제적으로 발견하고 개입하는 체계가 없으면 전체 의료비용의 30% 가까이를 소모하게 하는 진행된 질환(Advanced illness) 환자만 치료하게 된다. 건강문제를 일찍 발견할수록 건강개선 비용이 줄어들게 되며, 동일 비용 대비 건강 개선 효과가 증대된다. 이것이 바로 '가치기반 의료 (Value—based healthcare)'의 개념이다.



가치기반 의료의 대두

가치기반 의료는 과거에는 관념적으로만 존재하던 개념이었다. 하지만, 병원에서 생성된 데이터를 분석하여 의료서비스의 결과를 정량화하는 것이 가능한 데이터 과학 기반의 의료서비스가 점차 발달하면서 가치기반의료의 중요성도 덩달아 강조되기 시작하였다.



인공지능 기반 인구집단 건강관리를 통한 만성질환 관리

전통적인 행위별 수가제 기반에서는 의료의 질을 높이는데 한계가 있다. 그 체계 아래에서는 의료 공급자들은 의료의 질에 상관없이 투입량에 따라 보상을 받기 때문이다. 행위별수가제는 비단 의료의 질을 보장 하지 못할 뿐만 아니라 공급자 유인수요(supplier induced demand)나 의료 서비스의 과다이용으로 건강보험 재정의 건전성도 위협할 수 있다. 특히 인구가 고령화 되면서 다상병을 가진 인구가 늘어날수록 의료서비스 투입량에 기반을 두는 보상제도는 의료의 질과 보험 재정을 동시에 위협하는 위험요소이다.

특히 의료비용의 낭비가 가장 심한 나라인 미국은 가치기반 의료를 더욱 강조하고 있다. 2015년에 수행된 13개국의 의료시스템을 비교한 연구에 따르면, 미국은 가장 많은 의료비용을 지출하고도 평균수명이 가장 낮은 국가로 드러났다.⁴⁾ 이와 같은 문제를 해결하고자 미국은 의료시스템의 비효율을 해결하기 위한 수단 중 하나로 병원을 중심으로 한 의료의 정보화를 추진하였으며, 2010년에 건강 보험개혁법을 공표하고 가치기반 성과보상지불제도(Value—Based Payments, VBP)를 규정하여 의료의 질을 높이고 비용을 줄이려는 노력을 하고 있다. 또한 Hitech 법안을 통해 병원정보시스템을 보급하고, 수집된 의료정보를 '의미 있게 사용 (Meaningful Use)' 하기 위한 단계적 계획을 발표하였다. 의미 있는 사용 최종단계에 포함되는 개념이 PGHD 통합을 위한 개인건강관리 플랫폼과 인구집단 건강관리 플랫폼이다.



인구집단 건강관리

의미 있는 사용의 최종단계에 인구집단 건강관리 개념을 이해하기 위해서는 미충족 의료 수요 (Unmet medical needs, UMN) 에 대한 정의가 전제되어야 한다. 사실, 완벽한 의료서비스란 애초에 불가능하기 때문에 '미충족 의료 수요' 라는 개념은 이전부터 많은 문헌에서 다양한 목적과 의미로 사용되었다.

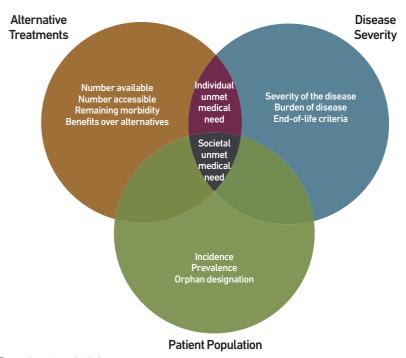


그림 9 미충족 의료 수요의 개념도

⁴⁾ Squires D, Anderson C. US health care from a global perspective: spending, use of services, prices, and health in 13 countries. Issue Brief (Commonwealth Fund) 2015;15:1-15.

인공지능 기반 인구집단 건강관리를 통한 만성질환 관리

그 정의를 명확히하고자 한 선행연구에 따르면⁵ 질환의 중증도에 따라 질병 부담이 측정될 수 있어야 하고, 미충족 의료 수요를 해결하기 위한 대안적인 접근 방법이 존재해야 한다. 마지막으로, 미충족 의료 수요의 대상이 되는 환자나 환자군을 정의할 수 있어야 한다.

예를 들어, 당뇨병 환자는 적어도 3개월 마다 혈당 조절 상태에 대해 검사를 받아야 한다. 대한 당뇨병학회 당뇨병 진료 가이드라인에 따르면 주치의는 적어도 3개월 주기로 당화혈색소 검사를 시행해야 한다. 하지만, 현실은 달랐다. 국민건강보험공단 자료로 살펴본 선행연구에 따르면, 가이드라인 준수율은 지역마다 편차가 있었으며 전체적으로 가이드라인에 명시된 검사주기를 준수하지 못했다. 특히 도시보다 농어촌 지역의 미준수율이 높은 것으로 보고 되었다.⁶⁾ 정말 단순한 예시 지만, 당뇨병 환자집단의 당뇨병 검사에서 미충족 의료 수요가 있는 점이 발견되었다고 할 수 있다. 해당 미충족 의료 수요는 환자의 중증도에 상관없이 발생하는 수요였으며, 대안적인 접근 방법으론 주치의제도를 강화하거나 당화혈색소를 주기적으로 검사하는 환자와 의료기관에 인센티브를 제공하는 방법을 검토해볼 수 있을 것이다.

Stage 1: Meaningful use criteria focus on:	Stage 2: Meaningful use criteria focus on:	Stage 3: Meaningful use criteria focus on:
Electronically capturing health information in a standardized format	More rigorous health information exchange(HIE)	Improving quality, safety, abd efficiency, leading to improved health outcomes
Using that information to track key clinical conditions	Increased requirements for e-prescribing and incorporating lab results	Decision support for national high- priority conditions
Communicating that information for care coordination process	Electronic transmission of patient care summaries across multiple settings	Patient access to self- management tools
Initiating the reporting of clinical quality measures and public health information	More patient controlled data	Access to comprehensive patient data through patient-centered HIE
Using information to engage patients and their families in their care		Improving population health

그림 10 의료정보의 의미 있는 사용 단계

병원의 전산화, 정보화로 병원 내에서 발생하는 비효율을 줄이고, 최선의 치료 (optimal care) 를 제공하는게 가능한 것처럼 인구집단 건강관리를 통해서는 만성질환자들에게 지속적인 의료 서비스 (Continuum of Care) 를 제공하는 것이 가능하다. 하지만, 미국의 의료정보의 '의미있는 사용' 전략의 마지막 3단계에 '인구집단 건강관리' 와 '개인건강관리' 플랫폼이 포함된 것을 통해 알수 있듯이, 의료정보교류에 기반한 인구집단 건강관리를 실현하려면 선결되어야할 조건들이 많다.

1 데이터 통합

인구집단 건강관리를 위해서는 먼저 청구자료 (claim data), 병원 전자건강기록자료 (electronic health records), 홈모니터링 자료 (Home health monitoring device data) 등 환자의 건강에 대한 정보와 환자의 건강에 영향을 줄 수 있는 사회경제적 정보를 통합할 수 있는 기술과 기반이 마련되어야 한다. 이때 중요한 기술이 건강정보교환 (Health Information Exchange) 기술이며, 우리나라가

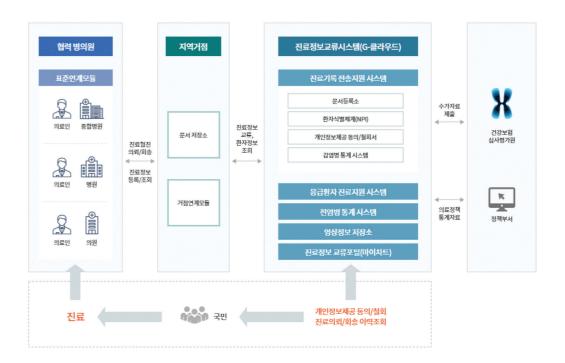


그림 11 진료정보교류사업 개념도*

⁵⁾ Vreman RA, Heikkinen I, Schuurman A, et al. Unmet Medical Need: An Introduction to Definitions and Stakeholder Perceptions. Value in health: the journal of the International Society for Pharmacoeconomics and Outcomes Research 2019;22(11):1275-1282. DOI: 10.1016/iival.2019.07.007

⁶⁾ Yoo K-H, Shin D-W, Cho M-H, et al. Regional variations in frequency of glycosylated hemoglobin (HbA1c) monitoring in Korea: A multilevel analysis of nationwide data. Diabetes Research and Clinical Practice 2017;131:61-69. DOI: 10.1016/j.diabres.2017.06.008.

^{*}출처) 한국보건의료정보원 홈페이지

인공지능 기반 인구집단 건강관리를 통한 만성질환 관리

이미 2006년부터 시행하고 있는 정부 주도의 진료정보교류 사업도 그 예라고 할 수 있다. 진료 정보교류란 의료의 연속성을 보장하기 위해 개인정보제공을 동의한 국민(환자)에 한해서 본인의 진료기록을 원하는 의료기관에 전자적 방식으로 안전하게 송수신하고 의사가 환자 진료에 참조할 수 있도록 교류하는 서비스이다.⁷⁻¹¹⁾

2006년에 시범사업으로 시작한 진료정보교류사업은 2018년부터 본 사업을 진행하였고, 전국에 위치한 33개의 거점병원을 중심으로 1,2차 병·의원이 HL7 CDA 기반의 의료정보문서를 교환한다. 하지만, 의료기관 중심의 진료정보교류 사업은 그 한계가 명확했다. 참여 의료기관이 적극적으로 진료정보교류를 하지 않으면 사업의 확산 속도가 더딜 수 밖에 없는 구조여서 애초에 정부가 기대

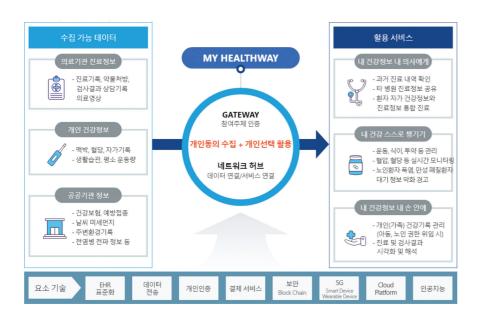


그림 12 마이헬스웨이 개념도*

했던 것만큼 보급 속도가 빠르지는 않았다.

이에 정부는 올해 초부터 의료소비자 주도의 건강기록 관리 및 교류 서비스인 마이헬스웨이 시범 사업을 시작하였다. 마이헬스웨이란 개인이 주도적으로 본인의 의료데이터를 통합·관리하고, 자신이원하는 대상에 한하여 제공·활용하는 기술 및 서비스를 의미한다. 이때 관리 및 교류되는 정보는 진료정보, 일반건강정보(라이프로그 등), 건강보험정보, 유전체정보, 공공정보(전염병·생활·환경정보 등) 등 개인의 건강과 관련된 모든 정보가 포함된다. 의료정보교류의 시작을 의료소비자가일으키는 진정한 소비자 중심의 플랫폼이다. 건강보험심사평가원의 진단이력과 약물 투약력, 건강보험공단의 건강검진 정보, 질병관리청의 예방접종 정보가 실시간으로 연동된다. 따라서, 소비자중심의 활용 모델이 개발되어 보급된다면, 진정한 의료정보교류를 가능케 하는 플랫폼으로 기능할 것으로 기대를 하고 있다.

2 위험도 분류

인구집단 건강관리의 다음 단계는 통합된 정보를 바탕으로 사전정의된 규칙 (predefined rules)이나 머신러닝 기반의 알고리즘에 따라 환자의 위험도를 분류하는 것이다. 환자의 위험도는 저위험군 (low risk), 위험군(at risk), 위험도 상승군(rising risk), 고위험군(high risk)으로 나눌 수 있다. 인구집단 건강관리의 초기 단계에서는 선행연구를 통해 밝혀진 증거나 전문가 권고를 활용하지만 데이터

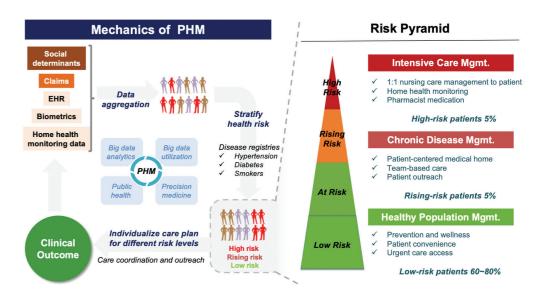


그림 13 인구집단 건강관리의 개념도

^{*}출처) 한국보건의료정보원 홈페이지

⁷⁾ Heart T, Kalderon E. Older adults: Are they ready to adopt health-related ICT? International Journal of Medical Informatics 2013;82(11):e209-e231. DOI: 10.1016/j.ijmedinf.2011.03.002.

⁸⁾ Kang SY. The ICT Technology for Geriatric Diseases Healthcare. Information Science and Applications (ICISA) 2016: Springer; 2016:1495-1500.

Lindberg B, Nilsson C, Zotterman D, Söderberg S, Skär L. Using Information and Communication Technology in Home Care for Communication between Patients, Family Members, and Healthcare Professionals: A Systematic Review. International Journal of Telemedicine and Applications 2013;2013:1-31. DOI: 10.1155/2013/461829.

¹⁰⁾ Weingart SN, Toth M, Sands DZ, Aronson MD, Davis RB, Phillips RS. Physicians' decisions to override computerized drug alerts in primary care. Archives of internal medicine 2003;163(21):2625-2631. (https://jamanetwork.com/journals/jamainternalmedicine/articlepdf/216364/ioi20692.pdf).

¹¹⁾ al-Doghaither AH, Abdelrhman BM, Saeed AA. Patients' satisfaction with physicians' services in primary healthcare centres in Kuwait City, Kuwait. J R Soc Promot Health 2000;120(3):170-4. (In eng). DOI: 10.1177/146642400012000306.

20

통합기술과 컴퓨팅 파워가 발전할수록 의료진은 진료현장에서 실시간으로 분석된 환자 위험도에 대한 자료를 제공받을 수 있게 될 것이다. 이렇게 환자가 가진 위험에 따라 계층화를 하게 되면, 의료자원을 가장 최적으로 분배할 수 있게 된다. 저위험군과 위험군에게는 예방의료서비스, 건강행동개선 서비스를 제공하면서 증상이 있을 경우에 만 의료기관에 방문할 수 있도록 독려하면 된다. 위험도 상승군은 대부분의 만성질환자를 포함하는데, 초기만성질환자는 미국의 Patient—centered medical home 모형처럼 의료기관 방문은 최소화하면서 환자 가 주도적으로 자신의 건강관리를 할 수 있도록 독려하게 된다. 고위험군은 1:1 형태로 의료진의 집중적인 관리가 필요한 대상으로, 3차병원 의료진들이 집중적으로 관리를 해야하는 환자군이 된다.

인구집단 건강관리 서비스의 초기 단계에는 통합된 자료를 이용해서 미충족 의료 수요 (UMN or care gap)을 의료진에 제시하는 초보적인 시각화 분석기술 (Visual analytics)이 주가 된다. Epic과 Cernor 를 위시한 미국 의 수 많은 EHR 제공업체들이 현재 제공하는 PHM 관련 기술도 현재까지는 시각화 분석기술이 대부분의 내용을 차지한다. 통합된 자료의 양이 늘어나고, 그 자료를 이용할 수 있는 기술들이 개발될수록 기계학습을 기반으로 한 실시간 자료분석 및 임상의사결정지원 (Clinical decision support) 이 가능해질 것이다.

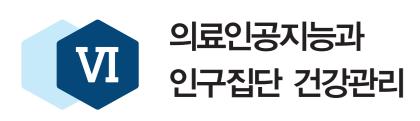
3 적극적 중재

인구집단 건강관리팀의 적극적인 중재와 환자 참여는 인구집단 건강관리 서비스의 성패를 좌우하는 마지막 관문이라고 할 수 있다. 고위험군에게는 의료진의 전문적인 집중적인 치료를 제공하고 저위험군은 가능하면 병원방문을 줄이며 그 집단이 속한 지역사회 안에서 건강관리를 지속적으로 받도록 하는 것이 인구집단 건강관리의 핵심이다. 따라서 위험군 분류를 적절하게 하고 환자가 자기 주도적으로 건강관리에 참여하게 하기 위해서는 병원에 찾아오는 집단만을 관리해서는 안된다. 개인건강기록 (Personal Health record's), 가정 건강 측정 도구 (Home health monitoring device), 사물인터넷 기술 (IOT)을 이용해서 건강 관리 대상에 속하는 개인에게 지속적으로 건강관리에 대한 정보를 습득하고 건강관련 정보를 제공해줄 수 있어야 한다.

의사와 간호사, 약사, 사회복지사 등으로 이루어진 인구집단 건강관리팀의 중재도 중요한데, IT 시스템은 참여자들이 일할 수 있는 환경만 제공할 뿐, 미충족 의료 수요가 발견되었을 때, 환자를 설득하여 적극적으로 건강관리를 하게 만들고, 필요할 경우 병원을 내원하여 질병을 관리받게하기 위해서는 관련 인력의 적극적인 노력이 필수이다. 앞서 소개한 병원 정보화의 효과를 대변

하는 두가지 사례인 항생제 처방 관리 시스템과 급성 신손상 대응 시스템도 감염관리팀의 의료진과 신장내과 전문 의료진의 헌신적인 노력이 있을 때 가능한 체계임을 생각해보면, 인구집단 건강 관리 플랫폼과 더불어 운영팀을 지원하는 일도 반드시 필요하다.

인공지능 기반 인구집단 건강관리를 통한 만성질환 관리



식품의약품안전처에 따르면, 인공지능(AI)을 적용한 의료기기 허가현황을 집계한 결과 2020년 기준으로 ▲의료영상분석장치소프트웨어(2등급) 26건 ▲의료영상검출보조소프트웨어(2등급) 12건 ▲의료영상진단보조소프트웨어(3등급) 5건▲의료영상전송장치소프트웨어(2등급) 3건 ▲의료영상 획득장치(2등급) 2건 ▲치과용영상전송장치소프트웨어(2등급) 2건 ▲홀더심전계 1건 ▲지각 및신체진단용기구 1건 ▲체외진단용소프트웨어(3등급) 1건 등 총 53건이 허가되었다.

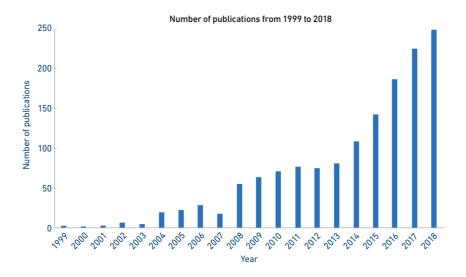


그림 14 급증하는 의료 인공지능 논문

또한 우리나라는 2020년 6월부터 '국제의료기기규제당국자포럼(MDRF)' 인공지능 의료기기 실무 그룹의 초대 의장국으로 선정됐으며, 한국 식약처는 인공지능 의료기기의 국제기준 마련에 주도적 역할을 수행하고 있다.

의료기기 인증과 별개로, AI를 이용한 의학연구도 해마다 급증하고 있다.¹²⁾ 하지만 수많은 인공지능 의료기기 중에서 의료 현장에 이식되어 매출을 발생하고 있는 예는 많지 않다. 여러가지 이유가 있겠지만, 의학이나 의료가 보수적인 분야이고 경로의존성이 크며 의학적인 효과나 경제적인 비용 효과가 충분히 입증되지 않으면 현장에서 활용되기 어려운 점이 가능 큰 이유라고 할 수 있다.

그렇다면, 기개발된 의료인공지능 소프트웨어와 의료인공지능 알고리즘은 어떻게 활용될 수 있을까? 보수적인 의료의 장벽을 뛰어넘어 어떤 가치를 제공할 수 있을까?

Zebra radiology 라는 회사의 사업전략은 인공지능 소프트웨어가 결합된 인구집단 건강관리 플랫폼의 단면을 살펴볼 수 있는 좋은 예이다.

폐암을 찾으려고 흉부 CT를 찍었어도, AI 가 관상동맥의 심한 석회화 소견을 발견하면 자동으로 인구집단 건강관리 팀에게 의뢰한다. 건강관리 팀의 일차진료 의사는 AI가 발견한 문제가 시급한 개입이 필요한 문제인지 판단하여, 필요할 경우 전문과에 의뢰하거나, 아니면 직접 관상동맥 석회화 소견의 악화를 막기 위한 치료를 시작한다.

2020년 기준으로 식약처의 인증을 받은 인공지능 소프트웨어의 대다수가 영상판독보조 기능을 하지만, 여전히 판독을 보조하는 역할만으로는 충분한 보상을 받기 어려운 상황이다. 따라서, 환자가 병원에 방문한 본래의 문제를 해결하기 위해 시행한 각종 검사를 인공지능 소프트웨어가 스크리닝하고, 방문 목적과 관련없는 부차적인 문제가 발생하면 인구집단 건강관리 플랫폼을 통해 관리받게하는 것은 인공지능 소프트웨어를 통해 미충족 의료 수요를 찾아서 최적의 의료서비스를 제공하기위한 합리적인 방법이라 할 수 있다.

¹²⁾ Rong G, Mendez A, Assi EB, Zhao B, Sawan M. Artificial intelligence in healthcare: review and prediction case studies. Engineering 2020;6(3):291-301.

그림 15 인공지능 건강관리 플랫폼의 예시 화면

미충족 의료 수요를 찾아서 최적의 의료서비스를 제공하기 위한 합리적인 방법이라 할 수 있다. 의학적인 의사결정의 속성상, 어떤 의사도 인공지능 기기의 판단을 최종 결정으로 신뢰할 수는 없다. 바꿔 얘기 해서, 어떤 의료기기도 (인공지능 의료기기 포함) 최종 결정자로서 기능 할 수 없다. 왜냐하면, 최종 결정 과정 중에 고려하지 못한 요인이 있을 수 있기 때문이다. 예컨대, 코로나 19 확진검사로 사용하는 RT-PCR 검사의 경우 민감도와 특이도가 높기는 하지만, 어떤 의사로 코로나 19 검사만으로 코로나를 진단하지는 않는다. 검사결과의 위양성과 위음성이 발생할 수 있기 때문이다. 환자의 병력과 증상과 징후를 종합적으로 고려하여 검사전 확률을 계산한 후 최종 검사로써 RT-PCR 검사 결과를 결합할 때 비로소 의사는 코로나 19를 확진 할 수 있게 된다. 인공지능 SW 의료기기의 결과값도 유사하게 활용될 수 밖에 없다. SW가 사용하는 학습 정보에 환자의 진단이나 예후를 결정하거나, 치료방침을 결정하는데 반드시 필요한 정보가 빠졌을 수 있기 때문이다.

따라서, 의료 인공지능 SW는 환자의 모든 임상 정보를 종합해서 확인할 수 있는 인구집단 건강관리 플랫폼과 연동되어 작동되어야 한다. 인공지능 SW가 분류한 위험도 외에, 인구집단 건강관리 플랫폼이 제공하는 시각화 기능, 선행 위험도 분류도구를 이용한 환자 위험도 분류 결과를 참고하여, 인공지능 SW의 결과값의 의미를 판단할 수 있게 될 것이다.

개인건강자료와 의료 인공지능을 활용한 인구집단 건강관리는 예방적 의료를 지향하는 만성 질환 관리의 핵심이라고 할 수 있다. 지역사회의 1,2차 병·의원 주치의와 3차 병원의 인구집단 건강관리팀이 하나가 되어 환자의 만성질환 관련 건강문제를 통합 관리하여, 만성질환이 악화될 경우 단계적 으로 2,3차 병원으로 의뢰하고, 호전될 경우 1차 의원 중심으로 관리하게 만드는 데이터 과학 기반의 데이터 주도형 의료전달체계의 중심에 인구집단 건강관리 플랫폼이 있다. 아직까지 국내에는 인구 집단 건강관리 플랫폼이라고 할만한 도구가 없지만, 향후 진료정보교류 사업과 마이헬스웨이 플랫폼을 통해 의료정보교류가 촉발되면, 국가 주도의 인구집단 건강관리 플랫폼 운영이 필요하게 될 것이다.

참고문헌

- 1) Topol E, The patient will see you now: the future of medicine is in your hands: Basic Books, 2015.
- 2) Center BP. What Makes Us Healthy vs. What We Spend on Being Healthy. June 5, 2012.
- 3) Duncan IG, Healthcare risk adjustment and predictive modeling: Actex Publications, 2011.
- **4)** Squires D, Anderson C. US health care from a global perspective: spending, use of services, prices, and health in 13 countries, Issue Brief (Commonwealth Fund) 2015;15:1-15,
- 5) Vreman RA, Heikkinen I, Schuurman A, et al. Unmet Medical Need: An Introduction to Definitions and Stakeholder Perceptions, Value in health: the journal of the International Society for Pharmacoeconomics and Outcomes Research 2019;22(11):1275–1282, DOI: 10.1016/ i.ival.2019.07.007.
- **6)** Yoo K-H, Shin D-W, Cho M-H, et al. Regional variations in frequency of glycosylated hemoglobin (HbA1c) monitoring in Korea: A multilevel analysis of nationwide data. Diabetes Research and Clinical Practice 2017;131:61-69, DOI: 10,1016/j.diabres,2017,06,008,
- 7) Heart T, Kalderon E. Older adults: Are they ready to adopt health-related ICT? International Journal of Medical Informatics 2013;82(11):e209-e231, DOI: 10,1016/j.ijmedinf,2011,03,002,
- 8) Kang SY. The ICT Technology for Geriatric Diseases Healthcare. Information Science and Applications (ICISA) 2016: Springer; 2016:1495–1500.
- 9) Lindberg B, Nilsson C, Zotterman D, Söderberg S, Skär L, Using Information and Communication Technology in Home Care for Communication between Patients, Family Members, and Healthcare Professionals: A Systematic Review. International Journal of Telemedicine and Applications 2013;2013:1–31. DOI: 10.1155/2013/461829.
- 10) Weingart SN, Toth M, Sands DZ, Aronson MD, Davis RB, Phillips RS. Physicians' decisions to override computerized drug alerts in primary care. Archives of internal medicine 2003;163(21):2625–2631. (https://jamanetwork.com/journals/jamainternalmedicine/articlepdf/216364/ioi20692.pdf).
- 11) al-Doghaither AH, Abdelrhman BM, Saeed AA, Patients' satisfaction with physicians' services in primary healthcare centres in Kuwait City, Kuwait, J R Soc Promot Health 2000;120(3):170-4. (In eng). DOI: 10,1177/146642400012000306.
- 12) Rong G, Mendez A, Assi EB, Zhao B, Sawan M. Artificial intelligence in healthcare: review and prediction case studies. Engineering 2020;6(3):291-301.



28159 충청북도 청주시 흥덕구 오송읍 오송생명2로 187 오송보건의료행정타운 TEL 043-713-8000~5