

# 인공지능(AI) 기반 애플리케이션 도입이 의료기관의 운영효율성을 향상시킬까?: 기회와 도전

이돈희<sup>†</sup>

인하대학교 경영학과

## Does Artificial Intelligence (AI)-based Applications Improve Operational Efficiency in Healthcare Organizations?: Opportunities and Challenges

Lee, DonHee<sup>†</sup>

College of Business Administration, Inha University

### ABSTRACT

**Purpose:** This study investigates whether adoption of AI-based systems and technologies improve operational efficiency in healthcare organizations through a systematic review of the literature and real-world examples.

**Methods:** In this study, we divided the AI application cases into care services and administrative functions, then we explored opportunities and challenges in each area.

**Results:** The analysis results indicate that the care service field primarily uses AI-based systems and technologies for quick disease diagnosis and treatment, surgery and disease prediction, and the provision of personalized healthcare services. In the administrative field, AI-based systems and technologies are used to streamline processes and automate tasks for the following functions: patient monitoring through virtual care support systems; automating patient management systems for appointment times, reservations, changes, and no-shows; facilitating patient-medical staff interaction and feedback through interaction support systems; and managing admission and discharge procedures.

**Conclusion:** The results of this study provide valuable insights and significant implications about the application of AI-based systems or technologies for various innovation opportunities in healthcare organizations. As digital transformation accelerates across all industries, these findings provide valuable information to managers of hospitals that are interested in AI adoption, as well as for policymakers involved in the formulation of medical regulations and laws.

**Key Words:** AI-based System and Technology, Applications, Real-world Examples, Opportunities and Challenges, Quality of Data, Digital Transformation, Healthcare Service

● Received 18 July 2024, 1st revised 1 August 2024, accepted 5 August 2024

† Corresponding Author(dhlee04@inha.ac.kr)

© 2024, The Korean Society for Quality Management

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-Commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

\* 본 연구는 2024년도 인하대학교 학술연구비 지원으로 수행되었음(73094-1).

# 1. 서론

최근 의료서비스 분야는 디지털 전환(Digital Transformation)으로 인해 의료서비스(진료 및 원무행정 영역) 측면을 변화시킬 수 있는 잠재력을 경험하고 있다(Butcher and Hussain, 2022). 정보통신기술(Information & Communications Technology: ICT)의 발전과 함께 디지털 기술은 인류가 상상하는 것 이상으로 크게 발전됨과 동시에 빠르게 확산되었고, 그 중요성은 더욱 커지고 있다(Kim et al., 2022, 2024; Lee and Yoon, 2021). 이러한 변화에 대응하기 위해 의료 관계자들은 디지털 기술을 빠르게 채택하고 통합하여 디지털 전환을 가속화하였는데, 이는 환자진료 및 원무행정분야에서 변화의 원동력이 되었다(Lee and Lee, 2021; Shakeel et al., 2023).

의료기관의 디지털 전환(예, 인공지능)은 긍정적·부정적 측면에서 쟁점이 되고 있다. 긍정적 측면의 경우 운영간소화, 비용절감, 환자관리(모니터링) 등이 제안되고 있지만, 개인정보(질병관련) 해킹 또는 유출 가능성이 높다는 점에서 정보보안 문제, 초기투자(고가의 기술적 인프라와 소프트웨어) 및 유지보수 비용 증가 등의 부정적 측면이 제기되고 있다. 그리고, 새로운 디지털 기반 시스템 교육 및 적응/활용에 따른 구성원의 참여와 노력 필요, 환자-의료진 간 비접촉으로 인한 의료서비스의 한계, 의료법 및 규제 기준 미흡, 시스템 간 비호환성 등의 부정적 관점 또한 제기되고 있다(Chin et al., 2023). 그러나, 많은 영역에서 디지털 전환을 통해 운영효율성을 추구하고 있고, 비즈니스 환경 흐름도 빠르게 변화되고 있으므로 의료서비스 영역에서도 디지털 전환에 대해 부정적인 인식을 최소화하면서 효율성 향상 방안을 강구해야 한다.

2023년 5월, The Lancet Global Health는 “의료분야에는 위험할 만큼 인력이 부족하다”며, 전 세계적으로 2030년까지 약 1,000만 명에 이르는 의료 인력부족이 예상된다고 강조했다. 의료서비스는 의료시설과 의료인력 없이는 제공될 수 없으며, 특히 의료 및 보건, 의료 시스템 또는 응급 대응이 불가능하므로, 안정적인 의료 인력 수급은 매우 중요하다. 또한, 미국에서는 매년 약 80만 명의 환자가 의료 오류(의료사고, 의료과오 등)로 피해를 보고 있다(Harris, 2023). 많은 연구는 의료인력 부족 및 의료사고를 예방하기 위한 해결책으로 인공지능(Artificial Intelligence: AI)의 도입을 강조하고 있다(Ashique et al., 2024; Diaz, 2023; Harris, 2023). 따라서 의료서비스 분야에서 AI의 도입은 이제 필수적인 흐름으로 봐야 한다.

2023년 기준 미국식품의약국(U.S. Food and Drug Administration)은 약 420개의 의료용 AI 기반 디바이스 사용을 승인하였다. 이러한 AI 기반 디바이스의 주요 장점 중 하나는 매일 생성되는 방대한 양의 의료데이터에서 새롭고 중요한 인사이트를 도출할 수 있어 잠재적 가치가 높게 평가되고 있다(U.S. Food and Drug Administration, 2023). 예를 들어, 헬스케어 소프트웨어 대표기업인 에픽(Epic)은 전자건강기록(Electronic Health Record)과 건강정보학을 기반으로 AI 기술을 통합하여 의료시스템 운영, 진료 및 임상 결과를 제공한다. 현재 Mayo Clinic, Cleveland Clinic, Johns Hopkins Medicine, Kaiser Permanente 등이 에픽의 고객사이며, 전 세계 약 2억 5천만 명 이상의 환자들이 에픽사의 시스템을 사용하고 있다(<https://www.epic.com/>).

특히, AI 기술 활용은 데이터분석, 패턴인식, 의사결정지원 등 다양한 목적으로 활용되어, 조직의 효율성과 경영성과를 향상시킬 수 있다(Varnosfaderani and Forouzanfar, 2024). 로봇 프로세스 자동화(Robotic Process Automation: RPA)는 반복적인 작업을 자동화하여 작업자의 오류를 줄이고, 작업처리시간을 단축하여 직원들이 더 복잡하고 전략적인 작업에 집중할 수 있도록 하는 데 긍정적인 영향을 미친다(Varnosfaderani and Forouzanfar, 2024). 머신러닝(Machine Learning: ML)은 빅데이터 세트에서 유용한 인사이트를 추출하여 예측 모델링, 고객행동 분석 등의 분야에서 연구되고 있으며(Murphy, 2012), 비정형 언어데이터를 처리하고 분석하는 자연어 처리(Natural Language Processing)는 기업의 내부자료를 활용하여 문서 요약, 감성분석(Sentiment Analysis), 고객서비스 자동화(챗봇) 등과 같이 대량의 텍스트데이터를 분석하고 처리하는 데 사용된다(Jones et al., 2019). 이러한 사례는 서비

스 제공 방식을 어떻게 개선하고 확장할 수 있는지에 대한 관점에서 업무 자동화 및 업무 프로세스 개선을 위한 방안으로 활용되고 있음을 보여주는 대표적인 사례이다(Spring et al., 2022; Yoon and Lee, 2019). 따라서 업무제공 방식을 어떻게 변화시켜 운영효율성을 높일 수 있을 것인가에 대한 연구가 필요하다.

본 연구에서는 의료기관에서 AI 기반 시스템 및 기술 도입에 관한 선행연구를 기반으로 의료서비스 제공 방식에서의 운영효율성 향상 방안을 제안하고자, 첫째, 관련 선행연구 및 적용사례를 진료부서 및 원무행정분야로 구분하여 분석하였다. 둘째, 적용사례를 기반으로 각 분야의 기회요인과 위협(도전)요인을 제안하였다. 셋째, 디지털 전환 기반의 시스템 및 기술 도입을 통해 효율성 및 효과성, 정확성을 제안하기 위해서는 데이터의 질적(Quality)확보가 전제조건임을 제안하였다. 본 연구 결과는 의료기관 경영에서 디지털 전환 기반의 운영전략을 고려하고 있는 의료기관에게 운영전략 수립의 방향성 결정에 기초적인 정보로 사용될 것이다.

## 2. 선행연구 고찰

### 2.1 디지털 전환과 의료서비스

디지털 전환은 서비스 분야의 전통적인 제공 방식에 근본적인 변화를 불러올 수 있다는 잠재력이 다양하게 제안되면서 관련 사례가 대두되고 있다(Chin et al., 2023). 특히, 의료서비스 분야는 생명과학의 발전으로 인해 큰 변화를 겪고 있는데, 예를 들어, 유전체학(Genomics), 디지털 의학(Digital Medicine), 인공지능(AI), 머신러닝(ML) 등은 새로운 유형의 노동력과 진료표준 도입을 필요로 한다. 이러한 새로운 기술은 생체인식(Biometrics), 조직공학(Tissue Engineering), 백신산업(Vaccine Industry)과 같은 분야에서 진단, 처치, 진료, 재생치료 등 의료분야의 다양한 측면을 개선하고 혁신할 수 있는 잠재력을 가지고 있다(Ng and Tan, 2021). 그러므로 첨단기술을 활용하여 더 정확하고 개인화된 치료를 제공함으로써 환자치료 결과와 웰빙을 개선할 수 있다(Ng and Tan, 2021).

디지털 전환과 함께 환자진료 및 웰빙 분야뿐만 아니라 의료서비스 제공방식에서도 혁신적인 변화가 요구되고 있다(Lee and Yoon, 2021; Yoon and Lee, 2019). 이러한 점에서 AI 기술이 서비스 분야 특히, 전문서비스 분야에서 제품 및 서비스 제공 방식의 프로세스에 다양하게 적용되면서 잠재적인 효용가치가 있는 것으로 제안되었다(Spring et al., 2022). 그러나 전문서비스 분야(예, 의료서비스)에서 AI 기술 도입이 전문가의 역할을 대체하는 것인지, 아니면 전문가의 업무를 보완하는 것인지, 그렇다면 제공 방식을 어떻게 변화시킬 수 있는지에 대해서는 이해관계자에 따라 차이가 있어 공통적으로 수립된 의견은 제시되지 않았다.

AI 기반 시스템 또는 기술은 의료산업을 비롯한 여러 산업을 변화시킬 잠재력을 지닌 혁신적인 기술로 평가되면서, 경제적 가치뿐만 아니라 진료서비스의 효율성과 효과성을 향상시킬 잠재력이 있는 것으로 평가되었다(Berlin et al., 2023; Raza et al., 2022). 예를 들어, 간호업무의 경우 기술 활성화, 자동화 및 업무 위임 개선을 통해 간호사 업무 시간을 최대 15%까지 효율적으로 확보할 수 있으며, 간호활동에 소요되는 비율 42% 중 약 50%를 감소시킬 수 있어 간호활동을 최적화할 수 있다(Berlin et al., 2023). 이외에도 기술자, 간호보조사, 환자관리 기술자, 식품 서비스, 보조 서비스 등 업무 담당직원은 12시간 업무시간을 약 5~10% 줄일 수 있는 것으로 분석되었다(Berlin et al., 2023). 의료서비스 분야에서 약 3분의 1 이상의 업무를 자동화할 수 있고, 예약 및 변경, 진료비청구, 보험청구 처리와 같은 반복적인 업무를 자동화하여 담당직원의 업무 효율성 증가 및 비용을 절감할 수 있다(Berlin et al., 2023). 또한 인적오류(예, 진료비 청구 및 예약 오류 등) 등을 최소화하여 비용을 감소시킬 수 있다(Roth, 2023). 환자의 경우, 디지털 기반 시스템에 참여함으로써 개인의 질병 치료 결과뿐만 아니라 예약일정을 변경할 수 있으며, 불필요한 병원입원 또는 방문을 감소시켜 관련 비용을 절약할 수 있다(Samorani and Blount, 2020).

의료산업에서 머신러닝 알고리즘과 딥러닝 네트워크를 활용한 인공지능(AI)은 대규모 데이터셋을 분석하고 패턴을 식별하여 예측함으로써 더 정확한 진단과 최적화된 의료서비스를 제공할 수 있는 잠재력을 가지고 있다(Bahrami & Forouzanfar, 2022; Berlin et al., 2023). Winner(2023)는 AI와 기계학습 기술이 장기이식(Organ Transplants)과 같은 중요한 절차의 대기시간을 줄이고 비효율적인 운송으로 인한 낭비 요소를 최소화할 수 있다고 주장하였다. 예를 들어, 2022년에 기증된 장기의 20%는 이식되지 않았고, 이식을 기다리는 동안 매일 17명이 사망하며, 10만 명 이상의 환자가 여전히 이식을 기다리고 있다(Winner, 2023). 이러한 낭비의 대부분은 의료시설, 장기은행, 운송기관 간의 비효율적인 의사소통에서 발생하므로, AI의 도입은 이러한 비효율적인 시스템을 간소화하여 많은 생명을 구할 수 있는 가능성을 제시한다고 강조하였다(Winner, 2023).

따라서 선행 연구에서 논의된 결과를 종합해 보면, 의료산업에서 디지털 전환을 추진하는 것에 대해 우려의 목소리도 있지만, 현재의 디지털 환경을 고려할 때 의료산업, 특히 진료와 원무행정분야에서 디지털 전환 기반의 기술이나 시스템 구축으로 얻을 수 있는 기대효과는 크다고 판단된다. 특히 소비자(환자)의 니즈와 기대를 충족시키는 측면에서 긍정적인 효과가 클 것으로 예상된다. 예를 들어, ChatGPT 사용은 산업 및 사회에서 장려되며, 많은 업무가 ChatGPT를 통해 효율성을 추구하고 있다. 그러나, 대학에서는 학생들의 ChatGPT 사용에 대해 부정적인 측면을 강조하며 사용을 제한하고 있다(Ogugua et al., 2024). ChatGPT를 사용해 본 학생과 사용하지 않은 학생 간의 효율성과 효과성의 차이는 어떨까? 이러한 관점에서 사회적 흐름을 역행하기보다는 긍정적인 측면을 고려하고, 부정적인 측면을 해결하는 방안을 모색하는 것이 중요하다. 의료산업, 특히 환자 및 보호자에게 진료서비스를 제공하는 의료기관에서의 디지털 전환은 필수적인 흐름으로 간주되어야 한다.

### 3. 사례연구

빠르게 변화하는 ICT 기술로 인해 의료시스템과 데이터베이스는 의료데이터를 효과적으로 수집하고 저장할 수 있어, 이러한 기술은 새로운 의료시스템과 함께 환자에게 보다 전문적이고 차별화된 진료 서비스를 제공한다(Wang, 2006). 현재 의료산업 분야에서는 AI 기반 시스템이나 기술이 수술 보조 로봇, 업무자동화, 개인맞춤형 진료서비스 등 다양한 방식으로 활용되고 있다(Daley, 2022; Varnosfaderani & Forouzanfar, 2024).

본 연구에서는 <그림 1>과 같이 진료 및 원무행정 분야에 적용된 사례를 분석하여 각 분야별 성과를 평가하고, 기회와 도전요인을 제시하고자 한다. 그러나 국내외 의료기관에서 사용되고 있는 AI 기반 시스템 또는 기술은 아직 초기 진입단계에 있어, 구체적인 특징 및 성과가 명확히 보고되지 않은 경우가 많다. 따라서 본 연구에서는 특정 기준을 설정하지 않고, 국내외에서 소개된 다양한 사례를 포괄적으로 선정하여 분석하였다.

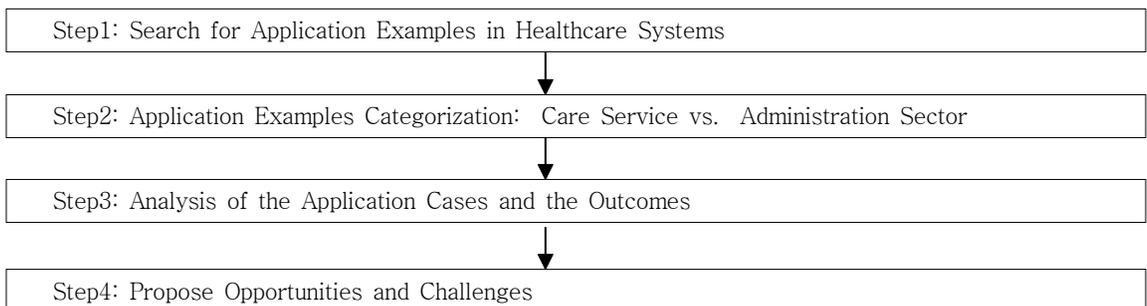


Figure 1. Research Model for Case Analysis

### 3.1 진료분야 적용사례

매년 약 40만 명의 입원환자가 예방가능한 의료사고 및 오류 피해를 보고 있으며, 이 중 약 10만 명 이상이 사망하고 있다(Rodziewicz et al., 2024). AI 기반 기술이 의료사고를 줄이거나 빠르게 진단하여 적시에 진료서비스를 제공할 수 있다면, 진료환경은 어떻게 변화될까?

#### 3.1.1 미국 CHI(Catholic Health Initiatives) Health

미국 네브라스카주 오마하(Nebraska Omaha, USA)에 위치한 CHI Health 소속 병원에서는 2021년부터 AI 기술을 도입하여 폐혈증 위험을 식별 및 예측하고, 영상을 통해 뇌졸중을 식별한다(Diaz, 2024). 특히, CHI Health는 AI 기반의 폐혈증 탐지 시스템을 통해 의료진이 환자의 폐혈증 초기 징후를 더 빨리 감지할 수 있도록 지원하고 있는데, 과거 전통적인 진단 방법보다 평균 6시간 더 빨리 폐혈증을 발견할 수 있게 해주며, 폐혈증 환자의 사망률을 현저히 감소시킬 수 있는 것으로 나타났다. 기존의 진단 방법은 폐혈증을 감지하는 정확도가 약 65%였으나, AI 기반 시스템 도입 후 90%로 향상되었다. 뇌졸중 진단 시간도 AI 도입 전 평균 60분에서 도입 후 20분으로 진단 시간을 약 67% 단축하였다. 폐혈증과 뇌졸중 환자의 생존율은 각각 20% 및 25% 증가했다(<https://www.chihealth.com/>). 이와 유사하게 존스홉킨스대학교(Johns Hopkins University, 2021)에서도 AI 기반 시스템을 통해 환자가 폐혈증으로 사망할 가능성을 20% 낮추었다고 설명하였다.

CHI Health는 AI 기반 영상 분석 기술을 통해 뇌졸중을 식별하고 있다. 이 기술은 의료진이 뇌졸중 환자를 신속하게 진단하고 적절한 치료를 제공할 수 있도록 도와 환자의 예후를 개선하며, 장기적으로 질병 치료 향상 및 건강관리에 기여하고 있다. 이러한 AI 기반 시스템은 의료진이 중증 환자를 더 정확하고 신속하게 관리할 수 있도록 지원하여, 환자의 생명을 구하고 치료 결과를 개선하는 데 중요한 역할을 수행한다.

#### 3.1.2 미국 Intermountain Healthcare

미국 유타주 솔트레이크시(Utah Salt Lake City, USA)에 위치한 Intermountain Healthcare는 의사의 병상(입원한 환자) 진단을 돕기 위해 AI 기반 플랫폼을 임상 의사결정지원(Clinical Decision Support) 시스템에 통합하였다. 이 플랫폼은 빠른 의료 상호운용성 리소스(Fast Healthcare Interoperability Resources)를 활용하여 임상 관련 데이터에 대한 실시간 액세스를 제공하는데, 의료진은 전자건강기록 시스템을 통해 환자의 질병 진단을 위한 정확성 및 적시성을 개선하여 환자의 안전과 진료의 질적 향상을 추구한다. 이 시스템은 ePneumonia 앱을 통해 특히 폐렴 환자를 보다 효과적으로 식별하고 치료할 수 있도록 지원하고 있는데, 50개 이상의 데이터 요소를 분석하여 폐렴의 가능성과 심각도를 평가하고 필요할 경우 입원을 포함한 적절한 치료법을 추천한다. 이러한 시스템을 도입한 이후 이 병원 폐렴환자의 30일 내 사망률을 36% 감소시켰고, 응급실에서 외래 진료로의 전환율은 17% 증가하는 등 진료 성과를 크게 개선하였다(Wicklund, 2023).

#### 3.1.3 미국 Mayo Clinic

메이요 클리닉(Mayo Clinic, USA)은 심혈관 의학의 다양한 측면에 AI 기반 시스템을 통합하였는데, 이 시스템은 뇌졸중을 더 빨리 진단하기 위해 CT 스캔을 분석하고, 심전도를 사용하여 심부전을 예측하고, 증상이 나타나기 전에 심방세동을 감지하는 데 사용된다(Mayo Clinic, 2024). 뇌졸중 진단 시간은 평균 120분이었으나, 도입 후 30분으로 단축되었는데, 이는 진단 속도가 약 75% 향상된 것을 의미한다. 심방세동 감지는 무증상 심방세동을 감지하는 AI의

도입으로 조기 발견율이 30% 증가하는 성과를 보였다. 심부전 예측 정확도의 경우 AI 도입 전에는 약 70%의 정확도를 보였으나, 도입 후 90%로 향상되었다. AI 기반 예측은 수술 후 장기 생존율 향상과 상관관계가 있어 더 나은 환자 관리 및 수술결정에 도움이 되었고, AI 분석을 통해 뇌졸중 진단을 신속하게 할 수 있어 치료 시간을 크게 단축한 것으로 보고되었다(Mayo Clinic, 2024).

특히, 이 통합시스템은 심장 수술 후 장기 사망률을 예측하여 환자의 위험을 평가하는 데 잠재적 가치가 있는 도구로 평가되었다. 1993년부터 2019년까지 로체스터의 메이요 클리닉에서 환자 20,627명을 대상으로 한 검토에서 17,125명은 AI 기반 심전도(Electrocardiogram) 검사가 정상이었고, 3,502명은 비정상적으로 나타났는데, 이들의 5년 생존 확률은 정상 검진 환자의 경우 86.2%, 비정상 검진 환자의 경우 71.4%로 분석되었고, 이 두 그룹의 10년 생존확률은 각각 68.2%, 45.1%로 분석되었다(Furst, 2021). 특히 최근 메이요 클리닉은 Apple Watch와 같은 스마트워치에서 심전도를 사용하기 위해 AI 알고리즘을 수정했는데, 의료진은 비임상 환경에서도 심부전을 원격으로 감지할 수 있다. 환자는 스마트워치를 사용하여 심전도를 기록하고 전자건강기록과 통합되는 스마트폰 앱을 통해 데이터를 업로드할 수 있다. 이 접근 방식은 조기 심부전 감지를 위한 확장기능이며, 비용적인 측면에서도 효율성이 높은 것으로 평가된다(Mayo Clinic, 2024).

### 3.1.4 영국 NHS((National Health Service))

영국의 NHS는 2021년 1월부터 AI 기술을 통해 희귀질환 진단을 개선하고자 멘델리안(Mendelian) AI를 도입하였다. 이 시스템은 AI 기반 멘델스캔(MendelScan)을 통해 환자데이터와 증상을 분석하여 진단 가능성을 강조함으로써 주치의가 잠재적인 희귀질환을 식별하고 진단하는 데 도움을 준다. 멘델리안의 AI 기반 기술 도입 전 희귀질환 진단에 평균 5~7년이 소요되었으나, 도입 후 평균 1년으로 단축되었는데, 이는 진단 시간이 약 85% 단축된 것을 의미한다. 조기 개입을 통한 치료 성공률은 40% 증가했고, 희귀질환 진단 정확도는 약 25% 향상되었다. 예를 들어, 베체트병(Behcet's Disease)의 경우 멘델스캔은 베체트병의 임상적 특징을 가진 14명의 환자를 식별했는데, 이 중 단 2명만이 기존 방법으로 진단되었다. AI 기반 기술을 통해 진단 기간은 4년을 단축하였고, 진단 비용은 76%(13,079파운드) 절감하였으며, 불필요한 의뢰 3건과 오진 1건을 피할 수 있었다(Buendia et al., 2021, 2022; Mendelian: [www.mendelian.co/solution](http://www.mendelian.co/solution)). 엘러스-덴로스 증후군(Ehlers-Danlos Syndrome)의 경우에도 이 시스템을 통해 엘러스-덴로스 증후군 특징을 가진 환자 12명을 식별하였고, 진단 기간은 3년을 단축시켰으며, 진단 비용은 35%(4,739파운드) 절감하였다(Buendia et al., 2021, 2022; Mendelian: [www.mendelian.co/solution](http://www.mendelian.co/solution)).

### 3.1.5 AI 기반 로봇수술

의료산업은 오래전부터 AI 기반 시스템이나 기술, 로봇 등을 활용한 다양한 사례를 소개하였다. 국내는 1996년 최초의 로봇수술을 시작으로 2005년 5월 연세의료원에서는 다빈치로봇을 도입하였고, 그해 7월 전 세계로 실시간 생중계하며 로봇수술을 성공적으로 마쳤다.

애틀랜틱 종합병원(Atlantic General Hospital, USA)은 2022년 9월 관절 교체 수술을 위해 Mako SmartRoboticsTM 시스템을 도입하여 연조직 손상이 적고 뼈를 더 잘 보존할 수 있다는 수술 결과와 함께 무릎 굴곡과 연조직 보호 개선 효과, 환자의 입원기간 단축 등을 제시하였다(Atlantic General Hospital, 2022).

아폴로메디스 슈퍼 스페셜티 병원(Apollomedics Super Specialty Hospital, India)도 유사하게 2023년 6월 무릎 인공관절 수술을 보조하는 첨단 AI 기반 로봇 시스템을 사용하여 무릎 교체 수술 서비스를 시작했다. 이 시스템은 수술 절개와 임플란트 삽입의 정밀도를 높였는데, 80~85% 정확도가 AI 기반 로봇수술 도입 후 95%~99%로 향상되

었다. 특히 저렴한 비용으로 많은 환자가 더 쉽게 의료서비스를 받을 수 있다는 점에서 높게 평가되었다(Apollo Hospitals, 2023).

토론토 종합병원(Toronto General Hospital, Canada)은 2023년 4월에 메드트로닉 휴고™ 로봇보조수술 시스템(Medtronic Hugo™ Robotic-assisted Surgery System)을 사용하여 최초의 상업적 수술(Commercial Procedure)을 시행하였다. 이 시스템은 로봇의 정밀성과 AI 기반 데이터 인사이트를 결합하여 복잡한 수술을 더욱 정확하게 수행할 수 있도록 지원하며, 환자는 회복시간 단축 및 수술 후 합병증 감소로 전반적인 환자만족도 향상과 병원효율성 향상에 기여한 것으로 평가되었다(Medtronic, 2023).

### 3.1.6 기타

국내 의료기관 중 서울아산병원은 영상데이터를 기반으로 구축한 AI 알고리즘으로 알츠하이머 질환(AD)과 경도성인지장애(MCI) 등 치매질환 예측 등에 활용하고 있다(Medical Newspaper, 2020). 세브란스병원은 디지털 병리 시스템을 통해 조직 슬라이드 이미지를 분석하는 AI 기술을 도입하여 병리학자들의 진단 시간을 크게 단축시키고, 진단의 일관성과 정확성을 높였다(Severance Hospital, 2021). 삼성서울병원은 응급실에 AI 기술을 도입하여 응급실에서 환자의 상태를 실시간 모니터링으로 응급상황 발생 시 신속한 대응이 가능해졌으며, 응급실 처치 추천 등에 AI 기반의 임상사결정 시스템을 운영하고 있다(MedicalTimes, 2024).

미국 필라델피아 아동병원(Children’s Hospital of Philadelphia, USA)은 AI 기반 기술을 활용하여 계층, 임상 및 영상데이터의 통합과 공유가 용이하도록 시스템을 구축하여 연구자들이 질병을 교차분석하여 보다 효율적으로 질병을 발견할 수 있도록 지원하고 있다. 또한 미국 시애틀에 있는 프레드 허친슨 암 센터(Fred Hutchinson Cancer Center, USA)는 자연어 처리 사용을 기반으로 구조화되지 않은 임상데이터를 선별하여 임상 암 연구 대상 환자를 신속하게 선정하여 암 임상시험 환자 모집 프로세스를 크게 간소화시켰다(Fred Hutchinson: <https://www.fredhutch.org/en.html>).

<표 1>과 같이 의료기관별 적용사례 성과를 요약하였는데, 많은 의료기관에서 환자 질병 진단, 치료, 수술 등의 의료서비스 제공 시 사용하고 있는 AI 기반 사례의 공통점은 환자의 질병 진단 및 치료의 정확성과 효율성을 높이고 의료진이 환자치료에 집중할 수 있도록 하는데 사용되고 있음을 알 수 있다. 따라서 <표 1>은 의료서비스 분야에서 AI 기반 시스템이나 기술 적용의 잠재적 가치의 가능성을 보여주는 사례라고 할 수 있다. 그러므로 의료서비스를 지원하는 AI 기반 시스템이나 기술은 환자치료의 정확성을 향상시켜 보다 신속하고 개인화된 치료로도 발전할 수 있을 것이다(Diaz, 2024; Siwicki, 2024).

**Table 1.** AI Application Cases and Outcomes of Healthcare Services

Healthcare Organizations	AI Application Cases	Outcomes
CHI Health	<ul style="list-style-type: none"> <li>Identify and prevent sepsis risk</li> <li>Identifying stroke through imaging</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 38% increase in sepsis prediction accuracy</li> <li>✓ 67% reduction in stroke diagnosis time</li> <li>✓ Rapid diagnosis and appropriate treatment of stroke patients increased patient survival: 20% increase in sepsis; 25% increase in stroke patients</li> </ul>

Healthcare Organizations	AI Application Cases	Outcomes
Intermountain Healthcare	<ul style="list-style-type: none"> <li>Diagnosing and treatment patients with pneumonia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 36% reduction in 30-day mortality for pneumonia patients</li> <li>✓ 17% increase in emergency department to outpatient diversion rate</li> </ul>
Mayo Clinic	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cardiovascular diagnosis and treatment</li> <li>Managing patients after cardiovascular surgery</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 75% reduction in stroke diagnosis time</li> <li>✓ 28% improvement in heart failure prediction accuracy</li> <li>✓ Improved atrial fibrillation detection 30%</li> <li>✓ Improved survivorship-related patient management</li> <li>✓ Improved surgical decision making</li> <li>✓ Faster stroke diagnosis and reduced time to treatment</li> </ul>
NHS	<ul style="list-style-type: none"> <li>Diagnosis of rare diseases</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Diagnosis time: reduced to 1 year on average (85% reduction)</li> <li>✓ 40% increase in treatment success rate</li> <li>✓ Increased diagnostic accuracy by approximately 25</li> </ul>
Children's Hospital of Philadelphia	<ul style="list-style-type: none"> <li>Disease cross-analysis</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Discover more efficiently by developing new hypotheses</li> </ul>
Fred Hutchinson Cancer Center	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cancer research patient selection and clinical trial patient recruitment</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Streamline the patient selection and recruitment process for cancer studies</li> </ul>
Atlantic General Hospital; Apollomedics Super Specialty Hospital; Toronto General Hospital	<ul style="list-style-type: none"> <li>AI-based robotic surgery</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Shorter hospital stays</li> <li>✓ Faster recovery time</li> <li>✓ Reduced post-operative complications</li> <li>✓ Improved access to healthcare</li> </ul>
Samsung Medical Center	<ul style="list-style-type: none"> <li>Emergency room patient monitoring</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Monitor patient status in real-time during emergency department visits</li> <li>✓ Quickly respond to and treat emergencies</li> <li>✓ Example: 21% fewer arterial line insertions, 61% fewer ventilator exhumations</li> </ul>
Seoul Asan Medical Center	<ul style="list-style-type: none"> <li>Alzheimer's and mild cognitive impairment diagnosis</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Predicting people with dementia</li> </ul>
Severance Hospital	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pathology diagnostics</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Reduced diagnostic time in pathology</li> <li>✓ Consistency and accuracy of diagnosis</li> </ul>

### 3.2 원무행정분야 적용사례

AI 기반의 시스템이나 도구가 원무행정분야에도 다양하게 적용될 수 있는데, 예를 들어, 진료기록 자동처리, 환자 셀프 스케줄링 기능, 환자 흐름 예측 및 수용(외래 및 입원) 능력 예측을 통한 인력배치 및 활용도 최적화, 간소화된 퇴원 및 수술실 활용을 위한 인사이트 제공은 원무행정분야의 업무를 간소화하거나 자동화시킴으로써 운영효율성 향상 및 운영비용 절감의 효과가 있다(Varnosfaderani et al., 2024).

### 3.2.1 가상진료지원시스템

미국 사우스캐롤라이나주 찰스턴(Charleston)에 있는 MUSC(Medical University of South Carolina, USA)는 AI 기반 시스템을 사용하여 응급실에서의 환자경험을 개선하기 위해 안도르 헬스(Andor Health)의 씽크안도르(ThinkAndor) 플랫폼을 통해 가상라운딩(Virtual Rounding), 주변 문서화(Ambient Documentation) 및 가상환자분류(Virtual Triage) 기능을 구현했다. 이 플랫폼은 환자가 특정상담실을 이용할 수 있도록 설계되어 있어 의료진은 원격으로 수술을 수행하고, 평가하며, 가상으로 진료서비스를 제공할 수 있다. 그런 다음 의료진은 ThinkAndor의 가상명령 센터를 통해 즉시 업데이트되는 환자정보를 기반으로 환자의 상태를 모니터링한다. 이 플랫폼 시행초기에는 씽크안도르의 가상라운딩 및 가상환자분류 기능을 통해 진료받지 않고 퇴원하는 환자 비율이 안정적으로 유지되는 것으로 나타났고, MUSC는 이 프로그램을 통해 생산성이 500% 증가한 것으로 평가되었다(Diaz, 2024).

### 3.2.2 환자관리시스템

미국 네브라스카주 오마하(Nebraska Omaha, USA)에 있는 CHI Health 소속 병원은 AI 기반 환자 노쇼 예측기술(No-show Prediction Technology)을 통해 환자 노쇼모델을 도입하였다. 이 모델은 필요한 치료를 제때 받을 수 있도록 환자 진료예약 관리뿐만 아니라 사전에 환자에게 연락함으로써 병원에 오는 데 장애가 되는 요소가 무엇인지를 파악할 수도 있다(Diaz, 2024). 존스 홉킨스 대학(Johns Hopkins University, 2021)은 의료데이터 분석시스템에 AI 기반 시스템을 도입하여 환자의 진료기록과 데이터를 분석하고 예측모델을 구축하여 환자 실시간 모니터링 및 위험 요소 조기 대응에 활용하고 있다. 메이요 클리닉(Mayo Clinic)도 AI 기반 시스템을 활용하여 환자 스케줄링 및 자원관리를 개선하고 있는데, 환자일정관리 최적화 및 의료진의 일정을 효율적으로 관리함으로써 환자의 대기시간을 감축시키고 있다. 스탠포드 의과대학(Stanford Medicine)도 환자 대기시간 관리, 진료일정 조율, 환자 피드백 분석, 리소스 할당 등의 업무를 개선하였고, 환자데이터를 분석해 최적의 진료일정을 제안하고, 자동화된 환자 피드백 분석을 통해 서비스 품질을 향상시켰다. 특히, 216,000명 이상의 성인 환자 입원에 대한 진료정보를 분석하여 예상치 못한 재입원, 장기입원 및 병원 내 사망에 대한 예측모델을 개발하여 효율적인 리소스 계획을 세우고 대기시간을 단축하였다(Hansen, 2018).

### 3.2.3 상호작용지원시스템

미국 존스 홉킨스 병원(Johns Hopkins Medicine, USA)에서는 환자와 의료진(팀)이 더 자유롭게 소통을 하면서 임상주의 번아웃을 방지하기 위해 앰비언트 스크라이브(Ambient Scribe) 기술을 도입하였다. 이 기술은 AI 기술을 활용하여 의사와 환자 간의 대화를 실시간으로 기록하고 요약하는 시스템으로 의사가 환자와 상담할 때 발생하는 모든 대화를 자동으로 캡처하고, 이를 기반으로 진료기록을 생성한다(Siwicki, 2024). Stanford Health Care, UC(University of California) San Diego Health, UW(University of Wisconsin) Health, VUMC(Vanderbilt University Medical Center) 등도 예פק사의 이 시스템을 적용한다(Landi, 2023).

이와 유사하게 UPMC(University of Pittsburgh Medical Center, USA)와 에모리 헬스케어(Emory Healthcare, USA)도 예פק사와 에이브릿지(Abridge)의 AI 솔루션을 채택하여 환자-의료진 간 상호작용을 개선하고 관리업무를 간소화하였다(Emory News Center, 2023). AI 기반 커뮤니케이션 시스템은 환자에게 일정 알림, 맞춤형 건강 팁, 대안 등을 제안하는 데 사용될 수 있어 환자만족도를 향상시켰고(Daley, 2022), 의사들은 하루에 약 2시간의 문서 작업 시간을 절약할 수 있다(Diaz, 2024; Siwicki, 2024).

### 3.2.4 원무행정업무 간소화 및 자동화

국내 의료기관 중 서울아산병원은 AI와 RPA 기술을 통해 원무행정업무를 자동화하였고, 이를 통해 환자의 진료 예약 및 변경, 입퇴원 수속, 보험청구 등의 행정업무를 간소화했다. 이로 인해 환자의 대기시간을 줄이고 원무행정분야의 업무효율성을 향상시켰다(Seoul Asan Medical Center, 2020). 또한, 분당서울대학교병원은 RPA 시스템을 원무행정분야에 도입하여 환자 안내, 진료 예약, 결제 시스템 등을 개선하고, 병상 현황 파악 및 배정을 자동화하여 40~50분 소요되었던 시간을 5분으로 단축했다. 또한 병실 배정 결과와 입원 스케줄은 '알림톡'을 통해 전달되며, 이를 통해 환자가 입원 일정을 조율할 수 있는 양방향 서비스도 시작했다(Young Doctors, 2023).

해외 사례 중 클리블랜드 클리닉(Cleveland Clinic)은 팔란티어 테크놀로지스와 파트너십을 맺고 AI 및 RPA 기술을 도입하여 빅데이터 분석을 활용한 가상명령센터(Virtual Command Center)를 구축했다. 이 AI 기반 플랫폼은 병상가용성, 환자수요, 인력배치, 수술실 스케줄 관리를 지원한다(Cleveland Clinic, 2024). 가상명령센터는 실시간 데이터와 예측분석을 제공하여 의사결정 프로세스를 간소화하고 리소스(자원) 활용도를 개선한 결과, 병원의 운영효율성을 높이고 대기시간을 줄이는 데 기여하며, 특히 피크기간 동안 적시에 자원을 할당할 수 있어 유용하다고 평가되었다(HealthITAnalytics, 2023).

**Table 2.** AI Application Cases and Outcomes of Healthcare Administration

Service Sectors	AI Application Cases	Outcomes	Healthcare Organizations
Virtual care support systems	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Patient monitoring through virtual care support systems</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Increase productivity 500%</li> </ul>	MUSC Health
Patient management system	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Automating patient management systems for appointment times, reservations, changes, and no-show</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Patient management</li> <li>✓ Coordinate appointments</li> <li>✓ Analyze patient feedback</li> <li>✓ Manage wait times</li> </ul>	CHI Health; Mayo Clinic; Johns Hopkins University; Stanford Medicine
Interaction support systems Process & simplification and automation	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Automated documentation: record and summarize clinician-patient conversations in real time</li> <li>• Interaction: automated, empathetic responses to patient messages and automatic filing</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Save approximately 2 hours of documentation time and focus on patient care</li> </ul>	Johns Hopkins Medicine; Stanford Health Care; UC San Diego Health; UW Health; VUMC; UPMC; Emory Healthcare
Process simplification and automation	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Scheduling and rescheduling; patient wait time management</li> <li>• Managing admission and discharge procedures</li> <li>• Processing insurance claims;</li> <li>• Monitoring resource allocation;</li> <li>• Controlling facility and inventory management</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Reduce wait times</li> <li>✓ Manage resources more efficiently</li> <li>✓ Reduce costs</li> <li>✓ Efficiency in hospital operations</li> <li>✓ Increased work efficiency</li> </ul>	Asan Medical Center; Seoul National University Hospital, Bundang; Johns Hopkins Hospital; Stanford Health Care; Cleveland Clinic

앞에서 논의된 사례를 <표 2>와 같이 요약하였으며, 이러한 국내외 사례는 원무행정분야에서 AI 기반 시스템 또는 기술 도입에 대한 잠재력 및 새로운 변화 요구를 보여주는 결과로 볼 수 있다. 이는 궁극적으로 AI 기반 기술 도입

을 통해 환자만족도 향상에 중요한 역할을 하고 있으며, 긍정적인 효과가 나타나고 있어 향후 원무행정분야에서 다양하게 활용될 것으로 기대된다.

## 4. AI 기반 시스템 및 기술적용에 대한 기회와 도전

전 세계적으로 의료진 부족 문제는 의료서비스 축소, 의료진의 번아웃 및 정신 건강 문제 증가, 인건비 상승 등의 영향을 초래하여 어려움을 겪고 있다. 특히 COVID-19와 같은 감염병이 확산될 경우, 의료서비스 환경은 매우 심각한 상황에 직면할 수 있다(Lee and Lee, 2021). 따라서 의료산업에서도 디지털 전환을 통해 의료진이 수행하는 업무를 재설계할 필요가 있으며, 기술 지원 또는 자동화를 통해 업무 프로세스를 개선하여 업무 효율성을 높여야 한다. 다음으로는 의료산업에서 AI 기반 시스템 및 기술 도입에 따른 기회와 도전 요인에 대해 살펴보고자 한다.

### 4.1 진료분야

앞 절에서 진료 분야의 적용 사례를 살펴보았다. 그렇다면 다양한 디지털 전환 기술을 의료서비스 분야에 도입할 경우, 기회요인과 잠재적인 도전(위협) 요인을 분석하여 경쟁우위를 유지하기 위한 운영전략을 모색해야 할 것이다.

첫째, AI 기반 시스템 또는 기술을 통해 다양한 의료 영상 이미지를 분석하여 질병 진단 및 예측에 활용할 경우, 질병 진단의 정확성 및 진단 속도 개선의 기회가 있다(Kaur et al., 2020). 예를 들어, 미국의 딥마인드(DeepMind)가 개발한 AI 알고리즘은 안과 전문의보다 높은 정확도로 망막질환을 진단할 수 있는 것으로 잘 알려져 있다. 또한, 의료진이 현재의 기술이나 도구만으로는 진단하기 어려운 희귀질환의 진단 시간을 단축시킴으로써 질병명을 몰라 치료방법을 놓치는 기회를 예방할 수 있다. 그러나 의료영상 이미지 분석을 위한 AI 모델은 대규모의 데이터에 의존해야만 좋은 진단 결과를 제공할 수 있다. 이 데이터에는 환자 개인의 질병정보가 포함되므로, 데이터 수집에 어려움이 있으며 윤리적 문제 또한 도전요소가 된다(Diaz-Rodriguez et al., 2023). 환자의 진료정보는 민감한 개인정보를 포함하고 있어 이를 처리하고 분석하는 과정에서 다른 용도로 유출되거나 제3자에게 판매되는 경우가 있어, 이러한 관점에서 도전요인이 존재한다.

둘째, 다양한 질병 및 진료데이터를 활용하여 개인맞춤형 의료서비스 제공 및 예방적 의료서비스 차원에서 기회요인이 존재한다(Varnosfaderani et al., 2024). AI 기반 기술을 통해 환자의 개별적인 특성과 진료기록을 분석하면, 개인맞춤형 치료 방법을 제안할 수 있어 질병 치료의 효과성을 높일 수 있다. 예를 들어, 암 진단 후 유전자 분석을 통해 가장 효과적인 약물을 예측하는 AI 시스템 개발은 개인맞춤형 의료서비스의 가능성을 보여주는 사례로 볼 수 있다. 그러나 개인맞춤형 의료서비스를 제공하기 위해서는 환자의 건강 및 질병 데이터에 대한 접근성을 확보해야 한다. 현재 데이터 접근에는 어려움이 있어 의료법 및 규제, 불확실성 등의 문제점이 도전요인으로 작용하고 있다.

셋째, AI 기반 원격진료시스템은 원격진료 및 환자모니터링을 통해 의료서비스의 접근성을 높일 수 있으며, 감염병 확산 시 비대면 진료서비스를 통해 감염병 확산을 방지할 수 있는 기회가 있다. 실시간 환자모니터링 시스템은 의료진에게 비정상적인 상황에 대한 경고를 제공하여 위급한 상황에서 환자를 보호할 수 있다(Kaur et al., 2020). 그러나 원격진료 및 모니터링 시스템은 몇 가지 도전 요인을 가지고 있다. 1) 의료법 내의 허용 범위와 관련된 법적 문제를 해결해야 한다. 2) 네트워크 연결의 초고속 및 안정성이 필수적이며, 사용자들의 네트워크 사용에 대한 학습과 참여가 절대적으로 요구된다. 3) 원격진료서비스에서 환자와 의료진 간의 상호작용이 얼마나 효율적으로 이루어질 수 있는지에 대한 문제점도 존재한다.

앞서 논의한 관점을 <표 3>과 같이 요약하였다. 이러한 기회 및 도전요인을 고려할 때, 의료서비스 분야에 AI 기반 시스템 또는 기술을 적용하는 것은 많은 기회를 제공하지만, 데이터 관리, 윤리적 이슈, 규제 준수, 환자의 참여, 사회적 인프라 구축, 의료법 및 규제 등의 도전요인도 신중히 고려해야 의료서비스 분야에서의 혁신적인 변화를 끌어낼 수 있다(Díaz-Rodríguez et al., 2023). 또한, 의료기관에서는 다양한 질병 사례와 환자의 특성으로 인해 동일한 질병이라 하더라도 그 다양성이 매우 크기 때문에 데이터의 질적(Quality) 확보가 가장 중요하다(Kim et al., 2024). 따라서 데이터의 질적 확보를 어떻게 유지할 것인지에 대한 점도 도전요인과 동시에 사전 전제조건으로 볼 수 있다.

**Table 3.** Adoption of AI-based Systems or Technologies in Healthcare Service: Opportunities and Challenges

Healthcare Service	Opportunities	Challenges	Prerequisite
Disease diagnosis and prediction	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Accurate disease diagnosis</li> <li>✓ Faster diagnosis</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Privacy Regulations</li> <li>✓ Managing the risks of digital transformation</li> <li>✓ Ethical issues</li> <li>✓ Regulatory compliance</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Ensure high quality data</li> <li>✓ Data diversity</li> </ul>
Personalized care service	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Personalized and preventive care</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Efforts to ensure access to patient health and disease data</li> </ul>	
Expanding access to healthcare	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Improve access to healthcare</li> <li>✓ Preventing the spread of infectious diseases</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Building infrastructure, including networks</li> <li>✓ User (patient) engagement</li> <li>✓ Patient-provider interactions</li> <li>✓ Healthcare laws and regulations</li> </ul>	

## 4.2 원무행정분야

앞 절에서 살펴본 원무행정분야 적용사례를 기반으로 AI 기반 시스템 또는 기술 도입에 따른 원무행정분야의 기회요인과 잠재적인 도전(위협)요인을 다음과 같이 간략하게 논의하고자 한다.

첫째, 원무행정업무 간소화 및 자동화를 통해 운영효율성을 향상시키는 사례로는 환자 스케줄링, 진료비 및 보험 청구 처리 및 관리 등이 있다. 이러한 자동화는 담당 직원의 업무 부담을 줄이고, 업무처리 속도를 향상시킴으로써 운영효율성을 높일 수 있다(Daley, 2022). 그러나 AI 기술이 완벽하지 않기 때문에 원무행정분야의 업무를 자동화하거나 최적화하는 데에는 몇 가지 한계가 있다. 특히 자연어 처리나 음성 인식과 같은 기술적 문제가 도전요인이 될 수 있다. 또한, 시스템 오류가 발생할 경우 중요한 정보에서 더 큰 혼란(예, 처방전, 수술 부위 등)을 초래할 수 있어, 이에 대한 유지보수 및 대체 방안이 요구된다. 그리고 초기투자 비용과 같은 재정적 어려움도 발생할 수 있다. 이러한 도전요인을 해결하기 위해 철저한 시스템 검토와 지속적인 유지보수, 그리고 충분한 투자계획이 필요하다.

둘째, AI 기반 시스템 또는 기술 도입으로 원무행정분야의 업무자동화가 가능해지면서, 인력 및 운영 비용 절감, 보험청구 처리의 신속성과 정확성 향상 등으로 보험 클레임 오류를 감소시키고 비용절감을 이끌어낼 수 있다. 이러한 개선은 의료기관의 전반적인 운영비용 절감과 병원 운영의 효율성 측면에서 중요한 기회요인으로 작용한다(Daley, 2022; Zamzam et al., 2023). 그러나 새로운 기술을 도입할 때 직원들의 저항 및 사용자 교육과 훈련이 필수적이다. 이러한 저항을 극복하고, 인적자원 재배치 등을 성공적으로 관리하는 것이 도전요인이 될 수 있다. 따라서 기술 도입 과정에서 직원들의 변화에 대한 적응을 지원하고, 교육 및 훈련을 체계적으로 진행하여 저항을 최소화하

는 운영전략이 필요하다.

셋째, AI 기반의 스케줄링 시스템은 환자의 대기 시간을 줄이고 의료 서비스의 접근성을 높이는 데 기여하여 환자 경험만족도를 향상시킨다(Joseph et al., 2022). 또한, AI 기반 기술을 통한 의료 데이터 분석과 모니터링 시스템은 환자의 상태를 실시간으로 파악하고(Kaur et al., 2020; Munavalli et al., 2021), 이를 바탕으로 보다 나은 의료서비스를 제공하여 환자경험만족도를 높인다(Joseph et al., 2022). 그러나 시스템 기반의 원무행정 서비스는 환자의 요구 조건을 충분히 파악하지 못할 경우, 오히려 불만족을 초래할 수 있다. 이러한 문제를 예방하기 위해서는 환자의 개별적인 요구 파악과 동시에 AI 기반 시스템에 관련 요구사항이 반영되어야 한다.

넷째, AI 기반 시스템 또는 기술은 의료 데이터를 자동으로 처리하고 분석하여 데이터의 정확성을 높이며, 데이터 보안 기술을 통해 환자의 개인정보와 진료 및 의료정보를 안전하게 보호한다는 측면에서 데이터의 정확성과 보안 기술 강화 측면에서 긍정적으로 평가된다(Varnosfaderani et al., 2024). 그러나 환자의 진료기록과 개인정보를 다루는 과정에서 윤리적 문제가 발생할 수 있다. 개인정보 보호, 데이터 액세스 권한, 데이터 공유 및 보안시스템 구축 등의 도전요인이 제기될 수 있다. 따라서 이러한 도전요인을 해결하기 위해서는 개인정보 보호 규정을 준수하고, 철저한 보안시스템을 구축하며, 데이터 액세스 권한을 명확히 설정하는 것이 필요하다.

다섯째, AI 기반 시스템 또는 기술은 의료기관의 공급망 최적화에 활용될 수 있다. 예를 들어, 의료기관 방문 환자의 특성을 질병군에 따라 분류하고 트렌드를 분석하여 주문 프로세스를 자동화할 수 있다(Adhikari et al., 2023; Samadhiya et al., 2023). 이러한 분석과 자동화는 공급망 내에서 발생할 수 있는 리스크를 감소시키는 데 기여할 수 있다. 특히, 응급 또는 위기 상황에서 AI 기반 시스템은 물류 및 자원관리에 중요한 역할을 하며, 공급망에서 발생할 수 있는 위기 상황을 신속하게 분석하고 필요한 자원을 예측하여 자원을 효율적으로 관리하는 데 도움을 준다(Sun et al., 2020). 그러나 공급망 리스크는 통제할 수 없는 상황(예: 자연재해, 전쟁 등)에서는 그 역할을 최적화하는 데 한계가 있으므로 AI 기반 시스템 이외의 리스크 관리 방안도 필요하다.

**Table 4.** Adoption of AI-based Systems or Technologies in Healthcare Administration: Opportunities and Challenges

Healthcare Administration sector	Opportunities	Challenges	Prerequisite
1. Patient scheduling, billing and insurance claims processing and management	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Reduce employee workload</li> <li>✓ Improve workflow</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Needs for continuous improvement of AI technology</li> <li>✓ Error-prone nature of the system</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Ensure high quality data</li> <li>✓ Data diversity</li> </ul>
2. Reduce labor and operating costs & Resource utilization and staffing	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Efficiency in hospital operations</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Employee resistance and user training</li> <li>✓ Redeployment of human resources</li> </ul>	
3. Manage patient satisfaction	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Manage patient satisfaction</li> <li>✓ Promote patient engagement</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Limitations of system-based administrative services</li> </ul>	
4. Data accuracy and security systems	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Improve data accuracy</li> <li>✓ Improve information security</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Need to protect privacy</li> <li>✓ Data access rights and sharing</li> <li>✓ Building security systems</li> </ul>	
5. Supply chain optimization	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Efficient inventory management</li> <li>✓ Manage supply chain risk</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Supply chain risk management in an uncertain environment</li> <li>✓ Inventory by treatment room and inpatient unit</li> </ul>	

앞에서 논의한 관점을 <표 4>와 같이 요약하였으며, 원무행정분야에서 AI 기반 시스템 또는 기술을 적용하는 것은 많은 기회를 제공하지만, 사용자의 이해관계, 윤리적 이슈, 기술적 한계, 규제 준수, 초기 투자 비용 등의 도전요인을 고려하여 의료기관의 특성에 맞는 적용 방안을 마련할 필요가 있다. 또한, 이러한 디지털 전환 기술을 도입하여 효율성을 높이고자 하는 운영전략에서 가장 기본적으로 전제되어야 할 부분은 데이터의 질적 확보와 다양성이다 (Kim et al., 2024). 데이터의 질적 확보는 AI 시스템의 효과적인 운영과 신뢰성 있는 결과를 도출하기 위한 필수 요소로 이를 통해 최적의 성과를 달성할 수 있다.

## 5. 결론 및 한계점

의료산업은 첨단정보통신기술(ICT)을 활용하여 의료 문제를 해결하고 의료서비스를 개선하기 위해 AI 및 관련 기술을 연구해 왔다(Kumar et al., 2023; Lämmermann et al., 2024). 본 연구에서는 의료산업 분야, 특히 의료기관에서 활용되고 있는 AI 기반 시스템 및 기술의 적용 사례를 진료와 원무행정분야로 나누어 분석하였다. 이러한 분석결과를 바탕으로 AI 기반 시스템 및 기술 적용에 대한 기회와 도전 요인을 제안하였다.

진료 분야의 적용 사례 분석결과는 다음과 같다. 첫째, 의료기관에서는 AI 기반 시스템 및 기술을 적용하여 질병을 신속하게 진단하고, 환자의 진단 및 치료의 정확성과 효율성을 높이고 있다. 둘째, 의료영상 이미지 및 진료데이터를 분석함으로써 질병 예측이 가능해져, 환자의 예후 진단 및 질병 예방을 위한 선행적 의료서비스에 활용되고 있다. 셋째, 빅데이터 분석을 통해 개인맞춤형 의료서비스 제공에도 활용되고 있는 것으로 분석되었다. 넷째, 이러한 사례들은 의료서비스 분야에서 AI 기반 시스템 및 기술 적용의 잠재적 가치를 보여주는 사례라고 할 수 있다. 따라서 AI 기반 시스템 및 기술은 의료진이 질병을 진단하고 치료하거나 예방의학 분야에서 보다 나은 의료환경을 구축하는데 기여하고 있다(Diaz, 2024; Siwicki, 2024). 또한, 의료인력 부족으로 인한 진료 지연 및 어려운 의료서비스 접근성 문제에도 긍정적인 영향을 미치고 있다. 이러한 요인들은 진료 분야에서의 기회요인이 될 수 있지만, 이러한 환경을 구축하기 위해서는 질병 치료와 관련된 환자의 개별 정보가 공유되어야 하므로 정보보호 및 관리를 위한 방안이 요구된다.

원무행정분야의 적용사례 분석결과, 첫째, 진료기록 자동처리 방식을 통해 업무량 및 의무기록 작성 오류를 감소시키고 있는 것으로 나타났다. 둘째, 환자관리시스템은 진료예약 변경 및 노쇼관리 등을 보다 효율적으로 관리함으로써 운영효율성을 높이고 있는 것으로 분석되었다. 셋째, 원무행정업무 간소화 및 자동화 시스템을 통해 환자 대기 시간 관리, 입퇴원 수속 및 보험청구 간소화, 환자 피드백 분석, 자원할당, 시설 및 재고관리 등이 가능해져 담당직원의 업무효율성 및 운영효율성이 향상되고 있는 것으로 평가되었다. 넷째, 상호작용지원 시스템을 통해 자동으로 실시간 문서작성 및 요약이 가능해져 커뮤니케이션의 질적 향상 및 빠른 피드백이 가능해지고 있는 것으로 분석되었다. 그러므로 본 사례 분석결과는 구성원뿐만 아니라 환자에게도 다양한 인사이트를 제공하고 있다. 그러나 AI 기반 시스템 및 기술로 인해 원무행정분야도 다양한 기회요인이 있지만, 업무의 일부가 시스템 또는 기술로 대체되므로 구성원의 반발 또는 이해관계자의 비협조 문제가 야기될 수 있다. 비록, AI 기반 시스템 등이 진료 및 원무행정분야에서 유용하게 활용될 수 있지만(Davenport, 2018), 디지털 전환, 데이터 공유 및 질병정보관리, 컴퓨팅 인텔리전스, 이해관계자 등의 동의와 합의가 전제되어야 한다.

본 연구결과는 다음과 같은 학문적·실무적 시사점이 있다. 학문적 관점에서 첫째, AI 기반 시스템 또는 기술 적용 의료기관 사례를 기반으로 어떠한 영역에서 활용되고 있는지를 분석하였다. 그러나 현재 많은 의료기관에서 사용되고 있는 AI 기반 시스템 또는 기술 적용에 대한 성과지표가 명확히 도출되지 않아, 학문적으로 성과분석의 가능성을

제시하였다. 둘째, AI 기반 시스템 또는 기술 적용 의료기관 사례를 진료와 원무행정분야로 구분하여 분석하였기 때문에 자원기반이론(Resource based Theory) 또는 핵심역량이론(Core Competence Theory)을 바탕으로 인적자원 vs. 기술을 실증적으로 비교할 수 있는 기초자료로 사용될 수 있어 학문적 의미가 있다.

실무적 시사점은, 첫째, AI 기반 시스템 또는 기술 적용은 진료 또는 진단부서 등 사용자 관점에서 접근성이 다르므로 본 연구결과는 특정 부서에서 AI 기반 시스템 또는 기술 실행을 위한 타당성 분석 시 운영전략 구축을 위한 가이드라인이 될 수 있다. 둘째, AI 기반 시스템 또는 기술은 지속적으로 개선되어야 그 역할(신속성 및 정확성 등)을 최적화할 수 있으므로 의료기관의 특성에 맞는 시스템 또는 기술 확보 계획 시 기초자료로 활용될 수 있다. 셋째, 전 세계적으로 특히 간호인력의 부족이 부각되고 있는데, 부족한 자원에 대한 효율적 관리를 위한 운영전략을 수립하고자 하는 경영진과 실무진에게 본 사례연구 결과는 의미 있는 인사이트를 제공한다. 넷째, 모든 산업에서 디지털 전환이 가속화되고 있어 의료기관에 맞는 의료법 및 규제 제정을 위한 정책입안자에게도 유의미한 정보로 활용될 수 있다. 다섯째, 질적 데이터 확보를 위한 방향 및 필요성 등을 논의할 때 실무적으로 활용될 수 있다.

본 연구의 한계점은 다음과 같다. 첫째, AI 기반 시스템 또는 기술을 사용하고 있는 국내의 의료기관을 선정하여 분석하였기 때문에 사례에 대한 객관성이 부족하고, 특정 기관의 단기 성과를 제시하고 있으므로 본 연구결과를 일반화하는 데에는 한계가 있다. 둘째, 선정된 의료기관들은 운영방식, 환자의 특성, 의료시스템 등이 서로 달라 동일한 시스템이나 기술을 적용할 경우 성과가 다를 수 있다는 점에서도 한계가 있다. 그러므로 향후 연구에서는 이러한 한계점을 고려하여 후속연구를 진행해야 한다. 또한 도입에 따른 사용자 의견을 수렴하여 도입 시 평가되어야 할 요인이 무엇인지에 대한 연구 및 AI 기반 시스템 또는 기술 적용 전후를 비교할 수 있는 연구도 필요하다.

## REFERENCES

- Adhikari A., Joshi R., & Basu S. 2023. Collaboration and coordination strategies for a multi-level AI-enabled healthcare supply chain under disaster. *International Journal of Production Research* 1-27. Published Online: <https://doi.org/10.1080/00207543.2023.2252933>.
- Apollo Hospitals. 2023. Apollomedics Super Specialty Hospital, Lucknow Has Launched The World'S Most Advanced AI Powered Robot for Robotic Knee Replacement Surgery. Available from: <https://www.apollohospitals.com>.
- Ashique S., Mishra N., Mohanto S., Garg A., Taghizadeh-Hesary F., Gowda B., & Chellappan D. 2024. Application of artificial intelligence (AI) to control covid-19 pandemic: current status and future prospects. *Heliyon* 10(4): E25754.
- Atlantic General Hospital. 2022. Atlantic General Hospital Offers Mako Robotic Arm-Assisted Joint Replacement Surgeries. Available from: <https://www.atlanticgeneral.org>.
- Bahrami M., & Forouzanfar M. 2022. Sleep apnea detection from single-lead ecg: a comprehensive analysis of machine learning and deep learning algorithms. *IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement* 71:1-11.
- Berlin G., Bilazarian A., Chang J., & Hammer S. 2023. Reimagining the Nursing Workload: Finding Time to Close The Workforce Gap. McKinsey & Company.
- Buendia O., Benfredj R., Halford T., Rustigliani I., Fish P., Evans W., Apse R., Aussel N., Toal C., & Garzon V. 2021. Case Report: Reducing The Diagnostic Odyssey In Behcet'S Disease Using A Digital Health Approach Into Primary Care UK. Available from: [www.mendelian.co/pdf/poster-reducing-the-diagnostic-odyssey.pdf](http://www.mendelian.co/pdf/poster-reducing-the-diagnostic-odyssey.pdf).
- Buendia O., Shankar S., Mahon H., Toal C., Menzies L., Ravichandran P., Roper J., Takhar J., Benfredj R., & Evans

- W. 2022. Is it possible to implement a rare disease case-finding tool in primary care? a uk-based pilot study. *Orphanet Journal of Rare Diseases* 17(1):54.
- Butcher CJ., & Hussain W. 2022. Digital healthcare: the Future. *Future Healthcare Journal* 9(2):113–117.
- Chin H., Marasini D., & Lee D. 2022. Digital transformation trends in service industries. *Service Business* 17(1):11–36.
- Cleveland Clinic. 2024. How AI Assists With Staffing, Scheduling and Once-Tedious Tasks. Available from: <https://consultqd.clevelandclinic.org>.
- Daley S. 2022. AI in Healthcare: Uses, Examples and Benefits. *Built In*. Available from: <https://builtin.com>
- Davenport TH. 2018. *The AI Advantage: How to Put the Artificial Intelligence Revolution to Work*. MIT Press: Cambridge, MA, USA.
- Diaz N. 2023. How AI Can Have a Tangible Impact on Healthcare. *Becker's Health IT*. Available from: <https://www.beckershospitalreview.com>.
- Diaz N. 2024. How MUSC is using AI in its Emergency Departments. *Becker's Healthcare*. Available from: <https://www.beckershospitalreview.com>.
- Díaz-Rodríguez N., Del Ser J., Coeckelbergh M., De Prado ML., Herrera-Viedma E., & Herrera F. 2023. Connecting The dots in trustworthy artificial intelligence: from ai principles, ethics, and key requirements to responsible AI systems and regulation. *Information Fusion* 99:101896.
- Dubois KN. 2019. Deep medicine: how artificial intelligence can make healthcare human again. *Perspectives on Science And Christian Faith* 71(3):199–201.
- Emory News Center. 2023. Abridge Becomes Epic'S First Pal, Bringing Generative AI to More Providers And Patients, Including Those At Emory Healthcare. Available from: <https://news.emory.edu/>.
- Fred Hutchinson Cancer Center. Available from: <https://www.fredhutch.org/en.html>
- Furst J. 2021. AI Algorithm Can Predict Long-Term Patient Survival after Cardiac Surgery. *Mayo Clinic Study Finds*, Mayo Clinic.
- Hansen A. 2018. Artificial Intelligence in Medicine Predicting Patient Outcomes and Beyond. *Stanford Medicine*: Available from: <https://scopeblog.stanford.edu/>.
- Harris E. 2023. Misdiagnosis might harm up to 800000 US patients annually. *Jama-Journal of The American Medical Association* 330(7):586.
- Healthitanalytics. 2023. Cleveland Clinic to Improve Hospital Operations Through AI Command Center. Available from: <https://www.medicalbuyer.co.in/>.
- Johns Hopkins University. 2021. AI Speeds Sepsis Detection to Prevent Hundreds of Deaths. Available from: <https://www.sciencedaily.com/releases/2022/07/220721132009.htm>.
- Jones E., Kalantery N., & Glover B. 2019. *Research 4.0 Interim Report*. Demos.
- Joseph J., Senith S., Kirubaraj A., & Ramson J. 2022. Machine learning for prediction of wait times in outpatient clinic. *Procedia Computer Science* 215:230–239.
- Kaur S., Singla J., Nkenyereye L., Jha S., Prashar D., Joshi GP., El-Sappagh S., Islam MS., & Islam SR. 2020. Medical diagnostic systems using artificial intelligence (ai) algorithms: principles and perspectives. *Ieee Access* 8:228049–228069.
- Kim, Il Jung, Kim, Woo Soon, Kim, Joon Young, Chae, Hee Su, Woo, Ji Yeong, Do, Kyung Min, Lim, Sung Hoon, Shin Min, Soo, Lee, Ji Eun, & Kim, Heung Nam. 2022. Discovering essential AI-based manufacturing policy issues for competitive reinforcement of small and medium manufacturing enterprises. *Journal of Korean Society for Quality Management* 50(4):647–664.
- Kim, Ye-eun, Song, Ho Jun, & Shin, Wan Seon. 2024. Analysis of machine learning research patterns from a quality

- management perspective. *Journal of Korean Society for Quality Management* 52(1):77-93.
- Kumar P., Sharma S., Dutot V. 2023. Artificial intelligence (AI)-enabled crm capability in healthcare: the impact on service innovation. *International Journal of Information Management* 69:02598.
- Lämmermann L., Hofmann P., & Urbach N. 2024. Managing artificial intelligence applications in healthcare: promoting information processing among stakeholders. *International Journal of Information Management* 75:02728
- Landi H. 2023. Himss23: Epic Taps Microsoft to Integrate Generative AI Into EhRs With Stanford, UC San Diego As Early Adopters. *Health Tech*. Available from: <https://www.fiercehealthcare.com/health-tech>.
- Lee D., & Yoon S. 2021. Application of artificial intelligence-based technologies in the healthcare industry: opportunities and challenges. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 18:271.
- Lee S., & Lee D. 2021. Opportunities and challenges for contactless healthcare services in the post-covid-19 era. *Technological Forecasting and Social Change* 167:120712.
- Mayo Clinic. 2024. *AI in Healthcare: The Future of Patient Care and Health Management*. Mayo Clinic Press.
- Medical Newspaper. 2020. BUNO, Seoul Asan Medical Center and AI Dementia Prediction Study Published in AJNR. Available from: <http://www.bosa.co.kr/news>.
- Medical Times. 2024. Samsung Medical Center evolves its AI Environment...Introducing Automated Machine Learning. Available from: <https://www.medicaltimes.com>.
- Medtronic. 2023. First Commercial North American Procedure Using Medtronic Hugotm Robotic-Assisted Surgery (Ras) System at Toronto General Hospital. Available from:<https://canadanews.medtronic.com>.
- Mendelian. Available from:[www.mendelian.co/solution](http://www.mendelian.co/solution).
- Munavalli JR., Boersma HJ., Rao SV., & Van Merode G. 2021. Real-Time Capacity Management and Patient Flow Optimization in Hospitals Using AI Methods. In Book: *Artificial Intelligence and Data Mining in Healthcare* 55-69.
- Murphy KP. 2012. *Machine Learning: A Probabilistic Perspective*. MIT Press.
- Ng R., & Tan KB. 2021. Implementing an individual-centric discharge process across Singapore public hospitals. *International Journal of Environmental Research And Public Health* 18(16):8700.
- Ogugua D., Yoon S., & Lee D. 2024. Academic integrity in a digital era: should the use of chatgpt be banned in schools? *Global Business & Finance Review* 28(7):1-10.
- Raza MA., Aziz S., Noreen M., Saeed A., Anjum I., Ahmed M., & Raza SM. 2022. Artificial intelligence (AI) in pharmacy: An overview of innovations. *Innovations in Pharmacy* 13(2):1-8.
- Rodziewicz TL., Houseman B., Vaqar S., & Hipskind JE. 2024. Medical Error Reduction and Prevention. In: *Statpearls [Internet]*. Treasure Island (FL): Statpearls Publishing. Pmid:29763131.
- Roth E. 2023. The Future of Healthcare Administration: AI and Automation. Available from: <https://www.productiveedge.com/blog/the-future-of-healthcare-administration-ai-and-automation>.
- Samadhiya A., Yadav S., Kumar A., Majumdar A., Luthra S., Garza-Reyes JA., & Upadhyay A. 2023. The influence of artificial intelligence techniques on disruption management: does supply chain dynamism matter? *Technology in Society* 75:102394.
- Samorani M., & Blountl G. 2020. Machine learning and medical appointment scheduling: creating and perpetuating inequalities in access to health care. *American Journal of Public Health* 110:440-441.
- Seoul Asan Medical Center. 2020. Assigning beds with 50 complex puzzles... now with AI. Available from: <https://amc.seoul.kr>.
- Severance Hospital. 2021. Severance Hospital develops AI analytics solution specializing in cancer based on digital pathology. Available from: <https://yi.severance.healthcare/sev/news>.
- Shakeel T., Habib S., Boulila W., Koubaa A., Javed AR., Rizwan M., Gadekallu T., & Sufiyan M. 2023. A survey

- on covid-19 impact in the healthcare domain: worldwide market implementation, applications, security and privacy issues, challenges and future prospects. *Complex & Intelligent Systems* 9(1):1027–1058.
- Siwicki B. 2024. Johns Hopkins has Big Plans for AI in Epic Chart Summarization. *IT News*. Available from: <https://www.itscnews.com/news/johns-hopkins-has-big-plans-for-ai-in-epic-chart-summarization/>.
- Spring M., Faulconbridge J., & Sarwar A. 2022. How information technology automates and augments processes: insights from artificial-intelligence-based systems in professional service operations. *Journal of Operations Management* 68:592–618.
- Sun W., Bocchini P., & Davison BD. 2020. Applications of artificial intelligence for disaster management. *Natural Hazards* 103:2631–2689.
- The Lancet Global Health. 2023. Health-care workers must be trained and retained. *Lancet Glob Health* 11:E629.
- U.S. Food And Drug Administration. 2023. Artificial Intelligence and Machine Learning (AI/ML)-Enabled Medical Devices, US Food and Drug Administration 2023.
- Varnosfaderani S., & Forouzanfar M. 2024. The role of AI in hospitals and clinics: transforming healthcare in the 21st century. *Bioengineering* 11:337.
- Wang F. 2006. On future computers and computer technology. *Journal of Practical Medical Technology* 13(11):1981–1982.
- Wicklund E. 2023. Intermountain Health Adds AI, Interoperability To Cds Platform. *Healthleaders Media*. Available from: <https://www.healthleadersmedia.com/technology/intermountain-health-adds-ai-interoperability-cds-platform>
- Winner J. 2023. How AI Will Revolutionize The Healthcare Industry. *Fastcompany*. Available from: <https://www.fastcompany.com/90908129/how-ai-will-revolutionize-the-healthcare-industry>
- Yoon S., & Lee D. 2019. Artificial intelligence and robots in healthcare: what are the success factors for technology-based service encounters? *International Journal of Healthcare Management* 12(3):218–225.
- Young Doctors. 2023. Digital Transformation: How My Hospital is doing it Better than Everyone Else.. Available from: <http://www.docdocdoc.co.kr>
- Zamzam AH., Hasikin K., & Wahab AKA. 2023. Integrated failure analysis using machine learning predictive system for smart management of medical equipment maintenance. *Engineering Applications of Artificial Intelligence* 125:106715.

## 저자소개

**이돈희** 현재 인하대학교 경영학과 교수로 재직 중이며, 주요 연구 분야는 운영 및 프로세스 혁신, 지속가능 SCM, 서비스 품질과 혁신, CSR 및 의료경영 분야 등이다.