

한국형 ARPA-H 프로젝트 설명서

분 야	임무 3 (바이오헬스 혁신)	담 당	조영재 PM
프로젝트명	융복합 지능형 에이전트 기반 맞춤형 병원감염 극복 (Innovative Convergent Intelligent Agent for customized Hospital Infection, I-CIA-HI)		

2025. 06

한국형 ARPA-H 프로젝트 추진단

I 프로젝트/과제개요

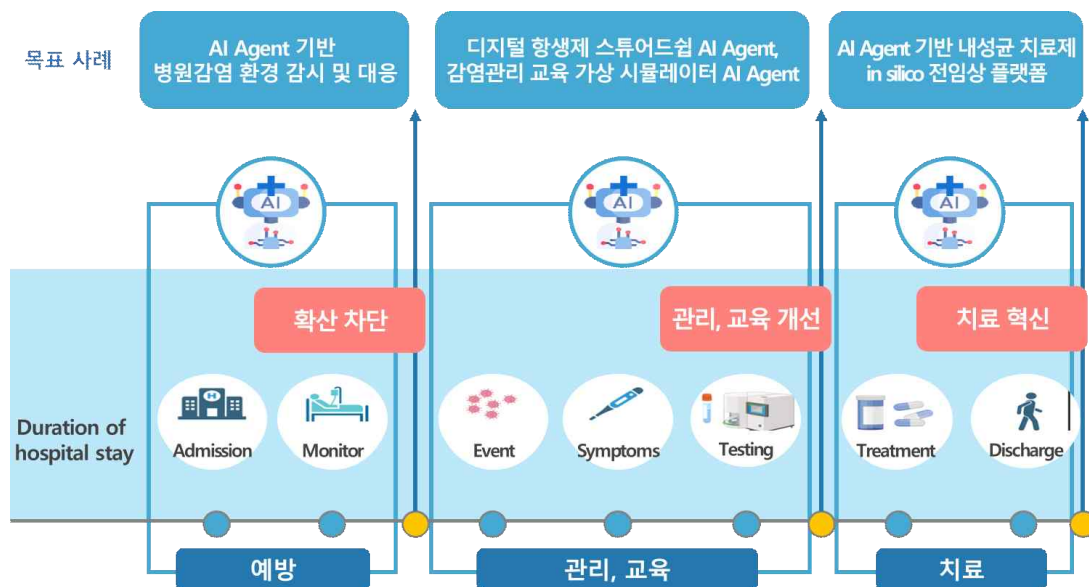
1. 해결하고자 하는 도전적 문제 제시

"AI AGENT 기술을 활용하여 병원감염 조기 대응과 치료 최적화를 할 수 있을까?"

- (도전적 문제) 지능형 에이전트를 융합한 실증기술을 통해 병원 내 감염을 예방하고, 조기대응 및 치료를 최적화하며 감염확산을 최소화

2. 프로젝트/과제 핵심 내용 요약

- AI 에이전트 기반 병원감염 대응기술을 통해 감염의 실시간 예측, 중재, 치료 전략을 통합 구현함으로써 병원감염 확산 차단, 항생제 내성 감소, 의료 안전성 향상에 기여하는 융복합 대응 체계 구축
 - (예방) 맞춤형 병원환경 감시 및 대응용 융복합 Agent 기반 ‘Guardian’ 제품
 - (관리·교육) 병원별 최적화된 지능형 Agent 기반 치료제 스튜어드십 ‘Escort’ 서비스 및 병원감염 전과 예방교육을 위한 Agent 기반 ‘Virtual patient’ 시뮬레이터
 - (치료) 지속 가능한 항생제 내성 극복을 위한 Agentic ‘in silico’ 플랫폼



[그림 1-1] 프로젝트 목표

3. 해당 분야 기술적 난제

- (예방) 병원감염 유형 편향과 민감도 한계 보완 및 적용 범위 확대 필요
 - 병원감염균 예측 기술이 특정 병원감염 유형에 최적화되어 일반화할 수 있는 한계가 존재하며, 예측 민감도에 따라 감염균 누락 가능성 존재
 - 고위험군 대상 멀티모달 정보 기반 예측을 통한 예측 정확도 및 적용 범위 확대 필요
- (관리·교육) AI 기반 항생제 스텐어드십의 중재 신뢰성과 실시간 운영 한계
 - 항생제 스텐어드십(ASP)에 AI를 적용할 경우, 모델이 제안하는 처방 중재의 설명이 불충분할 수 있으며 민감도가 임상 기준을 만족하지 못할 경우 중재 누락 위험 존재
 - 설명 가능한 AI 도입과 실시간 피드백 기능을 갖춘 시스템 구현을 통한 항생제 처방 AI의 임상 수용성과 실시간 대응력 확보 필요
- (치료) in silico 기반 항생제 반응 예측의 생물학적 신뢰성 증명 필요
 - 생성형 AI 기반 예측 모델은 단일 반응 경로 중심의 가상 조건에 최적화되어 있어, 실제 생체 환경과 약물 안정성을 반영한 다제내성균 대응에 한계 존재
 - 복합 타겟 기반 다중 네트워크 AI 기반 통합 시뮬레이션을 통한 다제내성균 대응 정밀도 강화 필요

II

추진 배경 및 필요성

- 추진 배경
 - 병원은 다양한 수준의 환자가 입원하는 곳으로 구조적, 기능적으로 감염 발생 및 전파의 위험이 높지만, 지금까지 병원 현장에서는 ‘발생 후 대응’에 주로 초점이 맞춰져 왔음
 - 사전 예방 및 후속 관리가 어려운 다층적 수준의 구조적 한계로 지난 30년간 다양한 방향으로 병원감염을 해결하고자 노력해 왔으나, 여전히 발생률·치명률은 유의미하게 감소**하지 않음

* 의료시스템 고도화, 항생제 정책, 감염 신고 체계 등

** 병원감염의 주요병원체는 현존하는 치료제에 불응인 다제내성균인 경우가 대부분이며, 전세계적으로 연간 약 1억3천만 건 발생, 2050년까지 매년 수천만명 사망 및 수십조 달러의 글로벌 GDP 손실 전망

- WHO에서는 병원감염 대응 실패의 주요 원인으로 ‘기술의 단편화와 시스템 통합의 부재’를 지목하며, 기존 방식으로는 발생률과 사망률을 낮추는 데 한계가 있음을 강조

□ 기획의 주안점

- 지능형 에이전트가 적용된 병원감염 관련 세부 난제 설정 및 해결방안 제시

* 지능형 에이전트(Artificial Intelligent Agent)란, 사용자를 대신하여 기능할 수 있는 차세대 인공지능 시스템으로 인식/처리/학습/행동/적용에 있어 자율성을 주요한 특징으로 하여 전체 산업계 전반의 생산성, 효율성을 향상시킬 초격차 기술

* 이를 이용할 경우, 기존의 한계를 넘는 새롭고 효율적인 접근 방식으로 인간과의 협업 수준을 한층 더 발전시킬 것으로 기대되고 있어 바이오헬스 영역에서도 혁신적 변화에 기여, 난제 극복 가능성을 높일 수 있을 것으로 기대

- (예방) 비정형 데이터를 활용한 AI Agent를 통해 병원 환경 내 감염 위험을 조기에 탐지하고 고위험군 환자 대상 감염 예측 정밀도를 향상하여 선제적 감염 차단 기반 확보
- (관리·교육) AI Agent 기반 항생제 스텔어드십(ASP) 시스템을 통한 항생제 사용 실시간 중재·평가 및 병원감염 관리 예방 교육을 위한 가상 시뮬레이터 기술 확보
- (치료) AI Agent 기반 in silico 모델링 및 전임상 예측 모델을 통한 시뮬레이션을 통해 내성균 맞춤형 치료 전략 구현하고 신속하고 안전한 항생제 개발 기반 확보

* 실제 현장에 직접적인 도움이 될 수 있는 예방, 관리, 치료, 교육 영역 등을 우선적 목표로 하되, 최종적으로 임상 현장의 정책적, 구조적 한계를 극복할 수 있는 혁신의료기술이라면 그 영역을 제한하지 않음

III | 환경 분석

□ 글로벌 기술 동향

- 병원감염 대응 기술은 예방-관리·교육-치료 주기별로 AI 기능(예측-판단, 개입)이 실증되고 있으며, 자동화 기술 고도화로 AI 요소 기술은 확보하였으나 확보된 기술을 기반으로 한 AI Agent 접근은 초기 단계

- 예방 기술은 병원감염 예측 모델이 현장에서 시범 적용 중으로, 병원 감염 예측 중심의 기능은 확보되었으나 자율 판단 및 개입 기능은 제한적
- 관리·교육 기술은 항생제 처방 적정성 평가 및 중재 기능이 임상 현장에 적용되며, 실시간 판단과 피드백 개입 기능을 갖춘 자율형 항생제 스텔어드십으로의 이행 단계

- 병원감염 치료 기술은 AI 기반 in silico 모델 치료 전략이 고도화 되고 있으며, 약물 설계-평가 자동화를 통한 정밀 치료 플랫폼으로의 구조적 확장이 진행될 것으로 예상

□ 글로벌 연구 동향

- AI를 활용한 병원감염 예방, 관리·교육, 치료 연구는 각 단계별로 진행 중이나, AI Agent 수준의 구현 연구는 미비한 상태로, 의료 현장에서 적용 가능한 실증 기반 연구 지원 필요
- (논문) AI Agent 기반 병원감염 대응은 일반 감염병 중심의 예방, 항생제 내성 대응을 위한 교육·관리, 가상 세포 기반 치료 분야로 확장 중
- (임상시험) 병원감염 대응에서 AI 활용은 예방·관리/교육·치료 전반에 걸쳐 확대 중이나, 멀티 에이전트 기반 연구와 특허 등 실질적 성과는 미비

□ 글로벌 경쟁(협력) 연구그룹 현황

- 해외 주요 연구그룹은 AI 기술을 임상에 통합하고 AGENT 수준 기능까지 접근하고 있는 반면 국내는 성능 입증 단계에 머물러 있어, 초격차기술 확보 필요
- (예방) 해외는 실시간 임상 데이터를 기반으로 감염 조기 예측이 가능한 AI 모델을 실증하며 AI 기능을 임상 프로세스에 통합하는 단계 진입, 국내는 멀티모달 데이터를 활용한 고정밀 예측 모델의 성능을 입증하는 기술검증 단계
- (관리·교육) 해외는 임상 프로세스에 항생제 처방 평가 AI 시스템이 통합되어 실증하는 단계, 국내는 내성 예측 모델을 보조도구로 구현 수준
- (치료) 해외 주요 연구그룹은 환자 유전체 및 내성균 데이터를 기반으로 항생제 감수성 예측과 약물 반응 시뮬레이션을 수행하며 AI 기반 in silico 모델을 통한 맞춤형 치료 전략 개발 중

□ 국내외 시장현황 및 전망

- 전 세계적인 병원감염 증가를 기반으로 병원감염 시장은 2022년에서 2029년까지 연평균 34.6% 성장 전망
- 항생제 내성으로 인한 사망자 수는 2025년 이후 2050년까지 3,900만 명에 도달할 것으로 전망되며, AI를 기반으로 한 시스템 전반의 감시에 대한 수요 증가 전망

- 맞춤형 항생제 처방이 효율적인 치료 및 항생제 남용 억제를 도모하며, AI 기반 알고리즘이 신약 개발 가속화를 촉진함으로써 병원감염 치료제 시장 성장 전망
- AI 기반 알고리즘은 분자의 생물학적 활동 예측 및 잠재적 약물 표적의 신속한 식별을 통해 효율적으로 유망 신약후보 물질을 도입함으로써 신약 개발 가속화 촉진

VI 기대 효과

□ 사회경제적 기대효과

- 주요 병원감염균 감염 약 66% 감소 및 내성균 치료 비용 절감 가능
 - 기존 병원감염 예방 기술의 병원감염 감소율 대비 AI 기반 병원감염 기술을 통해 예측률 제고 및 중재 업무 부담 경감과 재입원·내성 치료 비용 절감
- 감염 대응 프로세스 내 대응 속도 향상 및 협업 효율성 향상
 - 감염관리실, 약제실, 병동 등 모든 기능이 하나의 판단 시스템으로 통합된 MASH(Multi-agent System for Healthcare) 구조를 통한 감염 대응 업무 효율화

□ 연구결과 최종 수혜자

- (1차 수혜자_국민) 감염으로부터 보호, 치료 정확도 향상, 불필요한 항생제 노출 감소로 의료 안전성 강화
- (2차 수혜자_의료기관) 감염 대응 정확성과 속도 향상 및 의료 자원 효율적 배분을 통한 운영 리스크 절감
- (3차 수혜자_AI 솔루션 기업) 병원 시스템 내 실증 적용을 통한 기술 상용화 가능성 확보 및 고부가가치 의료 AI 제품의 시장 진입