

TOP 10 RESEARCH
ACHIEVEMENTS

감염병원 서비스를 위한 이동 확장형 음압 병동

Mobile and Extendable Negative Pressure Clinic Module
For Contagious Disease Hospital Service

소속학과 산업디자인학과

연구책임자 남택진

홈페이지 <http://mcm.kaist.ac.kr>

감염병 위기상황에서는 음압격리병실의 수요가 급증한다. 본 연구는 고급 의료 설비를 갖춘 이동형 음압병동을 단기간에 경제적으로 구축할 수 있는 시스템인 Mobile Clinic Module(MCM)을 제시하였다. MCM은 음압프레임, 에어텐트, 기능패널의 기본 모듈 조합을 통해 음압병동을 구축할 수 있도록 한다. 단계적 음압화와 효과적인 공기 순환을 용이하게 한다. 4개월만에 사용자 연구, 디자인, 시제품개발을 완료했다. 임상시험이 가능한 병동을 개발하여 원자력병원에 설치하였다. 사용자 중심 시스템 디자인의 성과로써 MCM은 K-방역의 대표 제품이 될 것으로 기대된다.

1. 연구배경

COVID-19와 같은 감염병 대유행 상황에서는 중등도 이상 환자 치료에 필요한 음압격리병실 수요가 급증한다. 기존 음압병상 구축 방법은 막대한 설치비와 운영을 위한 기회비용이 소요된다. 위기 시 신속 설치가 가능하고 평상시에 보관할 수 있는 신개념의 이동형 음압격리병동 개발이 요구된다. 컨테이너 개조로 대표되는 기존 이동식 병실은 단순 격리 기능에 치중되어 의료 활동이 어렵다. 이러한 한계를 극복하고자, 본 연구에서는 병원 시스템과의 연계, 의료진, 환자, 관리자 등 다양한 이해관계자의 니즈를 고려한 이동형 음압격리 병동을 제안하였다.

2. 연구내용

이동 확장형 음압 병동(MCM: Mobile Clinic Module)의 주요 특징

MCM은 중등도 이상 환자를 위해 단기간에 의료 환경을 구축하고 효과적으로 이송 및 보관할 수 있는 음압 격리 시설 구축 시스템이다. 기능성, 경제성, 효용성의 기본적인 요구사항뿐만 아니라, 환자와 의료 인을 위한 사용 편의성, 감성적 만족감을 함께 고려하였다. MCM은 음압프레임, 에어텐트, 기능패널의 세가지 구성 요소를 포함하여 이들의 조합을 통해 다양한 양음압의료시설 구축이 가능하다. 부지의 특성에 따라 다양한 구성 및 배치를 용이하게 하는 소프트웨어도 함께 개발되었다.

가장 중요한 구성 요소인 음압프레임은 양음압 공간 복합기로서 인접한 텐트 양방향으로 차등 압력을 효과적으로 설정할 수 있다. 상단부의 양압기와 하단부의 음압기를 통해 공기를 순환시킨다. 음압프레임의 화면을 통해 실시간으로 공간별 압력, 온도, 습도 등을 확인할 수 있으며, 의료진은 환자와 메시지를 주고받는 등의 의사소통 매개체로도 활용할 수 있다. 에어텐트는 에어빔과 이중막 구조로 구성되어

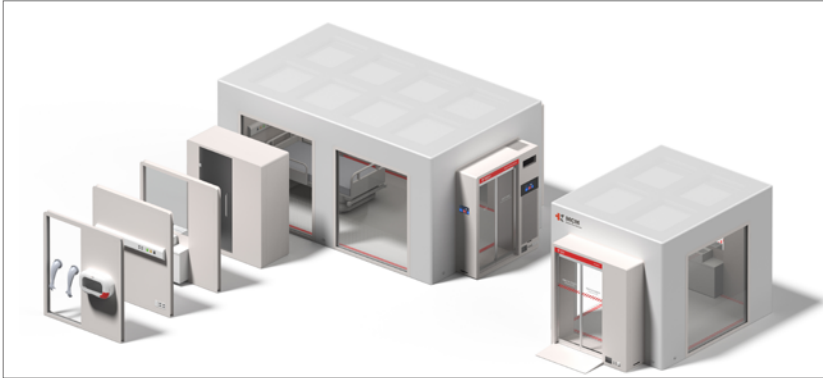


그림 1. MCM 주요 구성 요소: 음압프레임, 에어텐트, 기능패널



그림 2. 원자력병원에 설치된 중환자용 음압병동

있다. 음압프레임 내 공기압 유지 장치와 연결되어 최소의 에너지로 안정된 구조를 유지한다. 고립 환자를 위해 충분한 크기의 병실 공간 구축이 용이하다. 천정부에 에어샤워 효과를 낼 수 있는 통풍구가 전산유체해석을 기반으로 적용되었다. 기능패널은 텐트의 구조적 안정성을 보강하면서 필요 기능을 제공한다. 의료 패널의 경우 중환자에게 필수적인 의료 가스를 공급한다. 글로브&패스박스 패널은 개인 방호복을 입지 않고도 감염환자에게 필요한 물품을 전달하거나 간단한 진단과 치료를 할 수 있도록 한다. 전실과 병실로 구성되는 MCM의 기본 유닛은 약 15분 이내 설치가 가능하다. 기존 구조 개조 방식에 비해 비용 측면에서 약 80% 비용 절감이 예상된다. 보관시 부피는 75%, 무게는 60%, 이송시는 75%가 줄어들 것으로 예상된다. 모듈화되어 있어 항공 운송이 가능하여 해외 수출시 병동 전체를 항공으로 운송할 수 있다는 것이 차별점이라 할 수 있다.

디자인 개발 과정 및 평가

MCM은 사용자 중심 디자인과 신속하고 순환적인 프로토타이핑을 통해 개발되었다. 의료진과의 협력을 통해 감염환자 입원 및 치료에 대한 기존의 프로세스를 이해하고 디자인 요구사항을 파악 하였다. 4개월 만에 사용자 연구, 디자인, 시제품 개발, 임상적 운영이 가능한 병동 개발을 완료하였다. 한국원자력의학원의 500제곱미터 실외 주차장 공간에 설치된 병동에서 의료진 및 환자의 사용성, 안정성, 만족도를 평가하였다.

3. 기대효과

MCM은 주기적으로 반복될 감염병 위기 상황에 필수적인 방역 시스템이 될 것이다. 의료 자원을 효율적으로 운용하게 하고 불필요한 병동 증축을 최소화할 것이다. MCM은 기능성, 효용성, 경제성뿐만 아니라 사용성과 감성적 만족감을 극대화한 사용자 중심 음압병동 시스템으로써 다양한 의료 시설로 활용할 수 있을 것이다.



연구 성과

COVID-19 위기상황에서 실용화를 목표로한 연구로 원자력병원에 실제 설치된 음압격리병동이 주요 성과임.
[특허] 양·음압시설 구축용 조립형 모듈형 시스템(2020. 12. 07. 출원)
 이동형 음압병동 구축용 음압프레임, 전실 포함 이동형 음압 병실 유닛, 중환자 병상 음압화를 위한 이동형 음압 병실 유닛, 이동형 음압병동 구축용 의료 설비 패널, 이동형 음압병동 구축용 글로브 및 패스박스 패널 등 5건(2020. 12. 10. 출원)
[수상] Red Dot Award: Product Design 2021, Best of the Best

연구비 지원

KAIST 2020년 코로나대응 과학기술뉴딜사업 (이동형 감염병원)