

욕창예방 돌봄로봇의 사용성 평가 및 개선사항 도출

Usability Evaluation and Derivation of Improvement for Care Robots to Prevent Pressure Injury

김민정¹, 신용순[†]

Min-jung Kim¹, Yong-Soon Shin[†]

Abstract: The purpose of this study is to evaluate the usability of the care robots to prevent pressure injury and to present directions for improvement. Thirty-two caregivers of severely disabled people and older adults with mobility difficulties participated in this study. They used the care robot in a real care environment for 2 weeks and conducted pre and post-care interviews. Based on the interview results, improvements were derived through the technical modeling method of care robots. Considering the circumstances in which caregivers take care of a large number of patients in nursing homes and hospitals, it is necessary to ensure the convenience and safety of remote control and side rail operation of the care robots to prevent pressure injury. We expect that the results of this study will be used as basic data for development of care robots to prevent pressure injury.

Keywords: Care Robot, Usability Evaluation, Pressure Injury

1. 서 론

장애 인구의 급속한 증가와 고령화 현상으로 장애인과 노인에 대한 돌봄 수요는 빠르게 증가하고 있으나^[1], 저출산과 고령화의 변화로 인한 생산가능인구 감소에 따라 장애인과 노인에 대한 돌봄제공자의 부족을 야기하여^[2] 돌봄 수요에 비해 공급이 부족해지는 돌봄 불균형을 초래하고 있다. 특히 이러한 사회적 변화의 추세와 함께 일상생활도움이 필요한 중증장애인 및 거동이 불편한 노인은 돌봄제공자의 돌봄부담을 가중시켜서 돌봄의 기피 대상이 되고 있다^[3].

체위변경은 중증장애인 및 거동불편 노인의 욕창을 예방하기 위한 주요 방법 중 하나로^[4] 체위변경을 할 때마다 돌봄제공자의 도움이 필수적이다. 그러나 욕창을 예방하기 위해 주기적으로 시행하는 체위변경은 돌봄제공자의 근골격계 통증을 유발하는 것으로 나타났다^[5]. 또한 돌봄제공자는 욕창 예방을 위한 체위변경을 24시간 관리해야 하며, 돌봄받는자별로 욕창 호발

부위에 대해 신경 써야 함에 따라 심리적 돌봄부담을 느끼는 것으로 밝혀졌다^[6]. 이에 욕창예방을 위해 체위변경하는 돌봄제공자의 돌봄부담을 완화시켜줄 대안에 대한 검토가 필요하다.

최근 돌봄제공자의 돌봄부담과 관련된 문제를 해결하기 위한 수단으로 돌봄로봇에 주목하고 있다^[7]. 돌봄로봇은 “일상생활이 어려운 장애인이나 고령자의 일상생활을 보조하는 로봇”으로^[8] 돌봄로봇은 돌봄현장의 노동생산성과 효율성을 높여서 돌봄부담의 감소와 더불어 돌봄 인력 부족의 완화에도 도움을 줄 것으로 기대하고 있다^[9]. 이에 본 연구에서는 욕창 예방을 위한 체위변경의 돌봄 업무부담을 경감해주는 욕창 예방 돌봄로봇을 중심으로 살펴보고자 한다.

현재 국내에서는 욕창예방을 위해 체위변경을 지원하는 돌봄로봇이 개발되어서 실생활에서 사용되고 있다^[10]. 그러나 아직 돌봄로봇을 활용한 돌봄에 대한 인식 수준이 높지 않고, 실제 사용자의 의견이 반영된 돌봄로봇 개발이 활발하지 않아서 사용자가 돌봄로봇을 사용할 때 어려움을 겪는 것으로 보고되었다^[11]. 따라서 사용자 친화적인 욕창예방 돌봄로봇을 만들기 위해서는 실제 사용자의 의견에 대해 들어볼 필요가 있겠다.

우리나라의 급속한 인구고령화 현상과 돌봄 수요의 지속적인 증가를 고려할 때, 욕창예방 돌봄로봇의 사용자가 지속적으로 늘어날 것으로 예상되고 있으나, 욕창예방 돌봄로봇의 사용성 평가 연구는 미비한 실정이다. 욕창예방을 위한 돌봄

Received : Jul. 31. 2023; Revised : Sep. 1. 2023; Accepted : Nov. 14. 2023

※ This paper is a research project (HK21C0008) funded by the Korean Health Industry Development Institute with the support of the Ministry of Health and Welfare of Korea

1. Visiting Professor, Department of Nursing, Kyungmin University, Uijeongbu, Korea (minjung8606@naver.com)

† Professor, Corresponding author: College of Nursing, Hanyang University, Seoul, Korea (ysshin2k@hanyang.ac.kr)

로봇을 적용한 국내 선행연구는 욕창예방 돌봄로봇의 안전성 확보를 위해 체위변경 기능 시 최대접촉압력 측정 시험 가능 여부를 확인한 연구¹²⁾와 욕창예방 돌봄로봇을 원활하게 사용할 수 있도록 가이드라인을 개발한 연구¹⁰⁾가 있으나, 실제로 돌봄현장에서 욕창예방 돌봄로봇을 사용한 경험이 있는 돌봄 제공자가 욕창예방 돌봄로봇을 어떻게 인식하고 있는지에 대해 의견을 살펴보고, 개선사항에 대해 파악한 연구는 찾아보기 어렵다.

이에 본 연구는 중증장애인과 거동불편 노인을 돌보는 돌봄제공자를 대상으로 욕창예방 돌봄로봇의 사용성 평가를 실시하여 사용 경험을 분석하고, 이를 바탕으로 욕창예방 돌봄로봇의 개선방안을 제안하는 것에 목적이 있다.

2. 연구방법

2.1 연구대상

본 연구의 대상자는 요양시설과 요양병원에서 근무하면서 주기적 체위변경이 필요한 뇌졸중, 척수손상, 뇌성마비, 근육병 등으로 인한 장애의 정도가 심한 지체장애인과 거동불편 노인을 돌보고 있는 간호사, 간호조무사, 요양보호사, 간병인 32명이다. 대상자는 의사소통이 가능하며, 인터뷰 질문을 이해하고 답변할 수 있는, 인지기능에 장애가 없는 자로 선정하였고, 돌봄제공자의 돌봄형태는 돌봄제공자 한 명이 다수의 돌봄받는자를 담당하는 1 : n이었다. 본 연구에서 적용하고자 하는 욕창예방 돌봄로봇을 사용한 경험이 있는 돌봄제공자는 이미 사용 방법이 익숙해짐에 따라 처음 욕창예방 돌봄로봇을 사용할 때 경험하는 오류에 대한 의견을 제공하는 것에 제한이 있으므로 대상에서 제외하였다.

2.2 연구도구

2.2.1 욕창예방 돌봄로봇

본 연구에서 사용한 욕창예방 돌봄로봇은 국내 제품 중 욕창예방 돌봄로봇의 기능 관련 특허를 보유한 JINB-1000 제품(정인이엔에스, 대한민국)으로, 기존 전자동 침대가 보유하고 있지 못한 자동 측위 변경 기능을 탑재하고 있는 것이 특징이다. 욕창예방을 위한 임상 중재에서 체표압력 분산을 위한 자세 변경은 가장 중요하고 효과적인 방법으로 여겨진다. 욕창예방 돌봄로봇의 기능 중에서도 욕창 호발부위인 천골부위의 압력을 분산하기 위해서는 측위로 자세를 변경해주는 자동화 기능이 필수적이기 때문에 해당 모델을 선정하였다 [Fig. 1].

이 제품은 욕창예방을 위해 자세변환 동작을 능동적으로 지원하는 침대로 사용자 자세를 프로그램을 통하여 제어하는



[Fig. 1] The appearance of care robot to prevent pressure injury

[Table 1] Specifications of care robot to prevent pressure injury

Parameter	Specification
Size	960 mm × 2,160 mm × 470 mm
Mattress size	840 × 1950 × 100 mm
Weight	190 kg
Maximum gross weight	150 kg
Maximum gross height	180 cm

기능을 구현할 수 있다. 누워있는 상태에서 침대 프레임을 통하여 기울기 각도는 등판은 최대 75도, 다리판은 최대 40도, 좌, 우측 판은 최대 60도로 원하는 각도만큼 올리거나 내릴 수 있는 것이 가능하도록 개발된 제품이다. 특히, 좌우, 상하운동을 원하는 시간과 각도를 셋팅하여 전자동 자세변경 기능이 탑재되어 수면 중에도 돌봄제공자의 조작없이 자동으로 자세변경이 가능하여 사용자 편의를 도모하도록 설계되었다는 점이 특징이다 [Table 1].

연구자는 연구수행 전에 욕창예방 돌봄로봇이 요양병원과 요양시설 환경에 적합하고 안전하도록 기존 모델을 수정하였다. 제조사와 6개월간의 협의와 직접 방문 등을 통해 최종 수정된 부분은 다음과 같다.

- 욕창예방 돌봄로봇의 규격을 표준형 병원용 침대와 유사한 크기로 축소
- 매트리스는 고사양 폼 소재로 방수 커버 추가
- 측위 최대 각도 70도는 낙상 등 안전상의 문제가 있을 수 있어 최대 30도로 프로그램 수정
- 기존에 6개로 분할되어 있던 침상 난간을 4개로 축소하고, 하중을 견딜 수 있도록 플라스틱 재질을 강철 재질로 변경
- 접이식 식탁 추가
- 기존 바퀴는 이동에 불편하여 바퀴 크기 확대
- 리모트 컨트롤의 표식을 사용자가 알기 쉽게 디자인 개선

2.2.2 사용성 평가 지표

사용성 평가를 위한 인터뷰를 진행하기 위해 연구자는 반구조화된 설문지를 이용하였으며, 새로운 정보기술과 관련하여 사용자의 수용 행동에 대해 설명하는 통합기술수용이론(Unified Theory of Acceptance and Use of Technology, UTAUT)을 기반으로^[13] 욕창예방 돌봄로봇의 유용성, 편리성, 수용성, 개선사항 등을 파악하고자 다음과 같이 질문내용을 구성하였다. 1) 도입질문: 욕창예방 돌봄로봇을 사용한 경험은 어떠한가요? 2) 주요 질문: 욕창예방 돌봄로봇의 사용이 도움이 되었나요?, 욕창예방 돌봄로봇을 사용하는데 어려운 점과 편리한 점은 없었나요?, 욕창예방 돌봄로봇을 앞으로 계속 사용할 수 있습니까?, 욕창예방 돌봄로봇 이용을 통한 귀하의 신체적 변화(예: 신체 기능향상, 피로도 경감 등)에 만족하십니까? 욕창예방 돌봄로봇의 크기나 무게 등이 어떠셨나요?, 욕창예방 돌봄로봇의 외형(모양, 색 등)은 어떠셨나요? 욕창예방 돌봄로봇의 구조나 기능 면에서 개선해야 할 점(예:난간이 낮다 등)은 무엇인가요? 자세를 바꾸는 데 효과적이었나요? 사용하는데 안전했습니까? 사용하기에 편리했나요? 고장나지 않고 튼튼했습니까? 사용하기에 편안했습니까? 3) 마무리 질문: 꼭 이야기하고 싶었는데, 빠진 내용이나 이전에 말씀하신 내용 중 다시 정리하고 싶은 내용이 있으시면 다시 말씀해 주세요.

2.3 사용성 평가 진행 절차

욕창예방 돌봄로봇의 사용성 평가는 2022년 7월 12일부터 2022년 12월 27일까지 대상자가 근무하는 2곳의 요양시설과 1곳의 요양병원에서 진행되었다. 대상자가 욕창예방 돌봄로봇에 대한 요구사항 및 문제점 등을 자연스러운 돌봄 환경에서 평가하고 분석할 수 있도록 대상자가 평소 돌보는 다인실에서 기존 침대를 욕창예방 돌봄로봇으로 대체하여 사용하도록 하였다.

욕창예방 돌봄로봇을 사용하기 전 연구자는 대상자에게 욕창예방 돌봄로봇의 사용법과 안전과 관련된 주의사항을 자세히 설명하고, 이에 대하여 시범교육을 하며, 교육 후 대상자가 직접 교육받은 대로 사용하면서 어려워하는 부분은 익숙해질 때까지 재교육하였다.

이후, 대상자는 2주 동안 중증장애인 및 거동불편 노인의 체위변경 시 욕창예방 돌봄로봇을 최소 하루 1회, 5일 이상 사용하도록 하였다. 욕창예방 돌봄로봇은 2주간 24시간 사용하게 했고, 대상자의 교대근무 형태에 따라 일일 사용 시간은 8~24시간이었다.

2주 동안 욕창예방 돌봄로봇을 사용 후 대상자가 느낀 점, 불편한 점, 어려웠던 부분에 대해 인터뷰를 진행하였다. 인터뷰는 한 명의 연구원이 모든 대상자에게 동일하게 1:1 면대면

방식으로 평균 30분간 시행하였으며, 인터뷰를 진행하는 동안 전체 과정을 녹취하였으며, 중요한 내용은 현장에서 메모하였다. 일반적으로 사용성 평가 방법으로 인터뷰, 사용자 관찰, 설문조사 등이 사용되지만^[14], 본 연구에서는 욕창예방 돌봄로봇을 사용한 경험에 대해 대상자의 주관적인 정보를 얻고자 심층 인터뷰를 시행하였다.

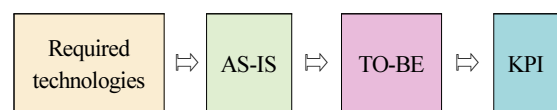
2.4 윤리적 고려

본 연구는 자료수집 하기 전 연구자가 소속된 기관의 기관생명윤리위원회의 심의 승인(HYUIRB-202205-007)을 받았다. 요양병원 및 요양시설에 연구자가 방문하여 연구에 대해 설명하고 대상자를 모집하였다. 연구자는 대상자에게 본 연구의 목적과 내용, 연구 참여의 자율성, 자료 폐기 등에 대해 설명한 후 자발적으로 동의한 경우에만 서면 동의를 받았다. 본 연구에 참여하지 않아도 불이익을 받지 않으며, 본인이 원하지 않는 경우 언제든지 참여 의사를 철회할 수 있음에 대해 설명하였으며, 익명성에 따른 비밀을 보장하고, 수집된 자료가 연구목적 이외에는 절대 사용되지 않을 것이라는 내용에 대해서도 설명하였다. 또한, 본 연구에 참여하여 욕창예방 돌봄로봇을 사용 중 신체적 손상이 발생할 경우 즉시 그 문제에 대해 확인하고, 연구를 중단하며, 치료가 필요할 경우 치료비 등 상해에 대한 치료를 제공할 것을 알렸다. 그리고 연구 참여로 인한 시간 손실에 대한 보상으로 대상자인 돌봄제공자와 돌봄받는자 모두에게 각각 소정의 사례비를 지급하였다.

2.5 자료분석 방법

인터뷰를 통해 수집된 자료는 연구자 2인이 녹음된 파일을 반복 청취하여 전사하였으며, 이를 의미있는 문장 단위로 분석하여 가정 요양용 전동침대의 사용성 평가 지표를 개발한 선행연구^[15]를 토대로 안전성, 조작성, 만족도 영역으로 구분하여 사용성 평가 내용을 추출하였다.

대상자의 인터뷰 자료를 바탕으로 도입이 필요한 기술(Required technologies), 현재 욕창예방 돌봄로봇의 기술과 문제점(AS-IS), 사용 과정에서 도입이 필요하다고 생각되는 기술 및 문제점에 대한 해결방안(TO-BE), 주요 성과 지표(Key Performance Indicator, KPI)를 제시하는 돌봄로봇 기술 모델링을 통해 개선방안을 도출하였다 [Fig. 2].



[Fig. 2] Technical modeling method of care robots

도입이 필요한 기술(Required technologies), 현재 욕창예방 돌봄로봇의 기술과 문제점(AS-IS), 사용 과정에서 도입이 필요하다고 생각되는 기술 및 문제점에 대한 해결방안(TO-BE)에 대한 분석을 위해 욕창예방을 위한 체위변경의 행위를 6단계로 구분하였다. 1단계는 침대를 수평으로 맞추어 침대높이를 조절하는 단계이며, 2단계는 침상난간을 내리는 단계, 3단계는 침상머리쪽으로 돌봄받는자를 이동시키는 단계, 4단계는 반대편 침상난간을 올리는 단계, 5단계는 돌봄제공자로부터 멀리 있는 쪽의 돌봄받는자 어깨와 둔부 위에 돌봄제공자의 손을 놓고, 돌봄제공자 방향으로 돌리는 단계, 6단계는 필요시 적합한 신체선열을 유지할 수 있도록 베개로 지지하는 단계이다.

주요 성과 지표(Key Performance Indicator, KPI)는 인터뷰 자료와 욕창예방 돌봄로봇을 사용한 경험이 있는 돌봄전문가 그룹의 자문, 문헌고찰을 바탕으로 분석을 실시하였다. 인터뷰 자료에서 추출한 사용성 평가 내용과 기술모델링 내용은 욕창예방 돌봄로봇을 사용한 경험이 있는 돌봄전문가 그룹의 자문과 검토를 받았다.

3. 결 과

3.1 대상자의 일반적 특성

연구대상자는 총 32명으로 평균 연령은 56.13±9.08세였으며, 여성이 96.9%(31명)로 대부분을 차지하였다. 그룹으로 살펴보면, 요양보호사 13명(40.6%), 간병인 9명(28.1%), 간호사 6명(18.8%), 간호조무사 4명(12.5%) 이었으며, 교육수준은 대학교 졸업 이상이 12명(37.5%), 고등학교 졸업이 13명(40.6%), 중학교 졸업이 5명(15.6%), 초등학교 졸업 이하가 2명(6.3%)

[Table 2] General characteristics (N=32)

Characteristics	Categories	n (%) or M±SD (Min~Max)
Age (years)		56.13±9.08 (29~77)
Gender	Male	1 (3.1)
	Female	31 (96.9)
Group	Care worker	13 (40.6)
	Paid caregiver	9 (28.1)
	Nurse	6 (18.8)
	Nursing assistant	4 (12.5)
Education	≤Elementary school	2 (6.3)
	Middle school	5 (15.6)
	High school	13 (40.6)
	≥College	12 (37.5)
Working hours a day		12.22±6.95
Working days a week		5.22±1.36

으로 고등학교 졸업이 가장 많은 비중을 차지하였다. 1일 평균 근무시간은 12.22±6.95시간이었으며, 1주일 평균 근무 일수는 5.22±1.36일이었다 [Table 2].

3.2 사용성 평가

사용성 평가는 가정 요양용 전동침대의 사용성 평가 지표를 개발한 선행연구^[15]를 기반으로 안전성, 조작성, 만족도 평가 항목으로 분류하여 평가하였다. 안전성 영역에서는 욕창예방 돌봄로봇의 기능과 관련해 신체의 손상될 위험이 없이 안전한지에 대해 평가하였으며, 조작성 영역에서는 사용자가 직접 조절하는 구성요소에 근거한 항목과 각 구조별 사용법에

[Table 3] Usability assessment results of care robot to prevent pressure injury

Domain	Contents
Safety	<ul style="list-style-type: none"> · The caregiver's clothes got caught at the end of the side rail on care robot to prevent pressure injury and were torn. · Pressure is applied by touching the skin of the care recipients when changing the posture because the gaps between side rails on care robot to prevent pressure injury are blocked and there is no ventilation.
Operation	<ul style="list-style-type: none"> · It was convenient that it automatically changed without additional manipulation, if the time and angle of position change were set. · It was difficult to adjust with screws when raising or lowering the side rails on care robot to prevent pressure injury. · It was difficult to operate with a remote control. · An error occurred when using the remote control. · The process of taking out and using the remote control was cumbersome. · When changing the position, the mattress went down as a whole, so it was cumbersome to raise the mattress again and use it. · The care recipients will feel more comfortable if care robot to prevent pressure injury move smoothly when it works.
Satisfaction	<ul style="list-style-type: none"> · The size of care robot to prevent pressure injury was appropriate. · There was stability of care robot to prevent pressure injury because it was weighted. · Slip of the care recipients occurs on care robot to prevent pressure injury when changing posture. · When changing posture, assistive devices should be used to prevent the care recipients from slipping.

다른 효율성에 대해 평가하였으며, 만족도 평가 항목에서는 디자인과 사용 시 편리함 위주의 항목을 근거로 평가하였다 [Table 3].

사용성 평가 결과 안전성 영역에서는 침상난간에 관한 부분으로 침상난간 끝부분이 튀어나와 있어서 대상자가 근무하면서 옷이 걸려서 찢어진 경험이 있었으며, 침상난간 사이 틈들이 막혀서 자세변환 시 돌봄받는자의 피부에 닿아서 압력이 가해진다고 평가하였다 [Fig. 3].

조작성 영역을 살펴보면, 체위변경의 시간과 각도를 세팅해놓으면, 추가적인 조작없이 자동으로 자세가 변환되어서 편리하다고 평가하였다. 반면, 침상난간을 올리거나 내릴 때, 안전걸쇠를 조정하는 것이 힘들었고, 다칠 위험이 있다고 느꼈다 [Fig. 3]. 조작성 영역에서 리모컨의 인식 용이성이 낮게 나타났으며, 리모컨에 익숙하지 않아서 작동 시 오류를 경험하였고, 리모컨을 꺼내어 사용하는 과정이 번거롭다고 표현하였다 [Fig. 3]. 또한, 조작성 영역에서 자세변환 시 매트리스가 전체적으로 내려가서 다시 올려서 사용하는 것에 신체적 부담

을 느꼈으며, 자세변환 작동할 때 자연스럽게 움직이면 돌봄받는자가 편안하게 느낄 것 같다고 평가하였다.

만족도 영역에서는 크기가 적당하다고 생각하였으며, 욕창 예방 돌봄로봇이 무게감이 있어서 안정적인 면이 있었다고 평가하였다. 그러나 욕창예방 돌봄로봇으로 자세변환 시 돌봄받는자가 미끄러져서 보조기구를 이용하거나 다시 체위변경을 수기로 조정하는 것을 번거롭다고 평가하였다.

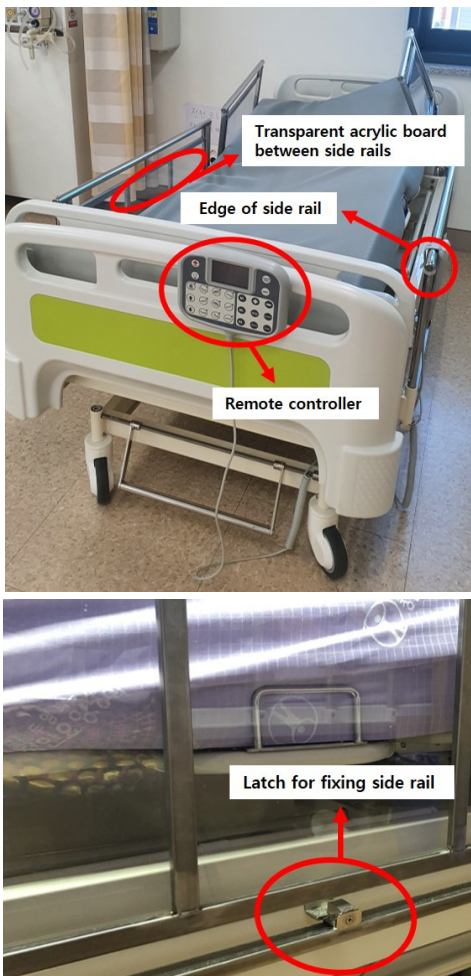
3.3 개선사항 도출

체위변경 단계에 따른 개선사항도출 결과는 [Table 4]와 같다. 1단계인 침대를 수평으로 맞추어 침대높이를 조절하는 단계에서 속도가 느려 체위변경 시간이 지체되는 것에 대해 불편하다는 의견이 있었다. 본 연구에서 사용한 욕창예방 돌봄로봇은 모든 조건에서 동일한 속도로 침대가 수평으로 조절되었다. 따라서 1단계의 개선사항으로 침상머리 상승각도에 따라 수평조절 속도가 맞춤형으로 적용되는 기술이 필요하다. 예를들면 침상머리 상승각도가 45도 이상일 때 너무 빠른 속도로 낮추면 대상자가 불안해 할 수 있으므로 수평으로 조절되는 속도를 느리게 해야 하며, 침상머리 상승각도가 45도 이하라면, 조금 더 빠르게 수평으로 조절되도록 할 수 있다.

2단계 침상난간을 내리는 단계와 4단계 침상난간을 올리는 단계에서 침상난간의 안전걸쇠를 조정하는 것이 어렵고, 낙상 방지 목적으로 침상난간 사이 틈에 설치한 플라스틱(아크릴판)으로 인해 돌봄받는자의 피부에 압력이 가해진다는 의견이 있었다. 2단계와 4단계에서는 침상난간을 조작하는 것에 대한 편의성과 침상난간의 안전을 고려한 소재 및 구조가 요구되나, 본 연구에서 사용한 욕창예방 돌봄로봇은 침상난간을 조작하는 방법이 어려우며, 메탈(metal) 재질의 침상난간과 침상난간 사이 틈들이 플라스틱으로 막혀 있어서 통풍이 되지 않는다. 따라서 이에 대한 해결방안으로 침상난간 조작의 자동화와 안전사고를 방지할 수 있는 구조와 소재로의 변경을 제안한다.

3단계 침상머리 쪽으로 대상자를 이동시키는 단계에서는 신체적으로 부담이 있다는 의견이 있었다. 침대 받치로 밀려 내려간 돌봄받는자의 신체를 침대 머리쪽으로 올리는 3단계에서는 돌봄제공자의 신체적 노력없이 돌봄받는자를 이동시키는 기능이 요구되나, 본 연구의 욕창예방 돌봄로봇에는 이와 같은 기능이 포함되어 있지 않다. 그러므로 자동으로 돌봄받는자의 위치를 침상머리쪽으로 조절할 수 있는 기능의 도입을 제안한다.

5단계는 돌봄제공자로부터 멀리 있는 쪽의 돌봄받는자 어깨와 둔부 위에 돌봄제공자의 손을 놓고, 돌봄제공자 방향으로 돌봄받는자를 돌리는 단계이다. 이 과정에서 욕창예방 돌



[Fig. 3] Graphical summary of usability assessment results

[Table 4] Derivation of improvement for care robots to prevent pressure injury

Position change	Required technologies	AS-IS	TO-BE
Lowering the head of bed and adjusting bed height	<ul style="list-style-type: none"> · The speed controlled technique of flattening the bed according to the angle of inclination. 	<ul style="list-style-type: none"> · The bed is leveled at the same speed regardless of the angle. 	<ul style="list-style-type: none"> · Technology that adjusts the horizontal speed step by step according to the angle of inclination. (Example) If the height of the head of the bed is 45 degrees or more, the leveling speed is slow, and if it is less than 45 degrees, the speed is slightly faster.
Lowering and raising side rails	<ul style="list-style-type: none"> · Simple operation structure. · Changed to a handrail materials that considers safety rather than metal · Structure to hang drainage tube. 	<ul style="list-style-type: none"> · Difficulty to operate · There is a risk of injury because it is made of metal. 	<ul style="list-style-type: none"> · Automated bed rail lowering and raising function. · Changed the material and structure to prevent accidents.
Pulling the patient up to the head of the bed.	<ul style="list-style-type: none"> · Function to be pulled up without effort. 	<ul style="list-style-type: none"> · None of those features. 	<ul style="list-style-type: none"> · Added ability to automatically adjust patient's position towards the head of the bed.
Placing the caregiver's hand on the patient's shoulder and hip on the far side of the caregiver and turning the patient toward the caregiver.	<ul style="list-style-type: none"> · Functions that can be operated other than the remote control. · Various mode setting function. · Fast posture change speed. · Quiet operating sound. 	<ul style="list-style-type: none"> · Needs to bring remote control every time to operate. · Posture is always changed in the same order. · Mattress pushed. · Does not move naturally smoothly. · Slow movement. · Makes noise when moving. 	<ul style="list-style-type: none"> · Introduced a voice support function that can be used by both caregivers and patients. · Diversified repositioning mode (Example) Left tilting → Supine → Right tilting Left tilting → Right tilting → Left tilting · Introduced a suspension system like a car so that the patient does not feel the vibration. · Allows user to select the speed of repositioning.
Supporting with pillows to maintain proper body alignment if needed	<ul style="list-style-type: none"> · Development of dedicated assistive devices. · Function to maintain body alignment without assistive devices. · Non-slip mattress material. 	<ul style="list-style-type: none"> · Since the body is tightly attached to the mattress, it does not seem to be effective because the posture has to be changed again. · If a pillow is placed between the mattress and the patient's body, ventilation is poor. · The patient's body slides due to gravity. · Assistive device is needed to prevent the patient from bumping into the bed railing in bed. 	<ul style="list-style-type: none"> · Equipped with seat belts available when needed. · Integrated bed that introduces a sling function into the seat and uses automatic lift to maintain body alignment

봄로봇을 사용하는 경우 리모컨으로 조작하는 부분이 어렵고, 번거로웠다는 의견이 있었으며, 항상 동일한 순서대로 자세가 변환된다는 의견이 있었다. 이 단계에서는 리모컨 외에 조작이 가능하도록 욕창예방 돌봄로봇 사용의 편의성이 요구되며, 다양한 모드로 체위변경이 가능하도록 설정하는 기능과 돌봄받는자가 불안하지 않도록 소음을 저감하기 위한 기능이 요구된다. 따라서 돌봄제공자와 돌봄받는자 모두 사용 가능한 음성지원 서비스 기능을 도입하고 체위변경 설정 모드를 좌측위 → 양와위 → 우측위, 좌측위 → 우측위 → 좌측위 등 순서로 설정이

가능하도록 다양화하는 것을 제안한다.

마지막 6단계인, 필요시 적합한 신체선열을 유지할 수 있도록 배개로 지지하는 단계에서는 욕창예방 돌봄로봇을 이용하여 체위변경을 할 때 돌봄받는자가 매트리스에서 미끄러져서 수기로 자세 조정이 필요하며, 침상난간에 부딪히지 않도록 하기 위한 보조기구가 필요하다는 의견이 있었다. 따라서 신체선열을 유지하게 해주는 전용 보조장치의 사용이 요구되며, 욕창예방 돌봄로봇에 안전벨트 등 보조기구를 장착하여 체위변경 후에도 미끄러지지 않도록 하는 보조장치를 제안한다.

3.4 욕창예방 돌봄로봇의 돌봄제공자 기대효과 평가

욕창예방 돌봄로봇 적용에 대한 돌봄제공자의 기대효과를 평가하기 위해 주요 성과 지표(KPI)를 제시하였다 [Table 5]. 기대효과는 효과성, 효율성, 개별성, 조작성, 만족도, 돌봄주는자와의 관계에서의 효과성 측면에서 종합적으로 평가할 필요가 있다.

효과성 평가 지표에는 통증 증상 유무, 심리적 돌봄부담, 신체적 돌봄부담, 돌봄 서비스 노동의 질을 포함하였다. 통증 증상 유무는 근골격계조사표를 이용하여 욕창예방 돌봄로봇 사용 전과 사용 후를 비교할 수 있다. 심리적 돌봄부담은 Zarit's Burden Interview^[16], 신체적 돌봄부담은 Job Strain Index 점수^[17]를 이용하여 욕창예방 돌봄로봇 사용 전과 사용 후를 비교하여 평가할 수 있다. 돌봄 서비스 노동의 질은 동료관계와 직무만족도로^[18,19] 측정하고, 욕창예방 돌봄로봇 사용 전과 사용 후를 비교할 수 있다.

효율성 평가 지표는 일일 돌봄 서비스 노동 시간, 사회적 부담을 포함하였다. 욕창예방 돌봄로봇 사용 전과 사용 후 일일 욕창예방을 위한 체위변경 시간을 측정하여 평가할 수 있다. 사회적 부담의 평가항목으로 일일 휴식시간과 주간 또는 월간 여가시간을 욕창예방 돌봄로봇 사용 전과 사용 후를 비교하여 평가할 수 있다.

[Table 5] Key Performance Indicator (KPI) for care robots to prevent pressure injury

Domain	KPI
Effectiveness	Presence of musculoskeletal pain symptoms
	Psychosocial burden of caregivers
	Physical burden of caregivers
	Quality of care service work (Coworker relationships, job satisfaction)
Efficiency	Hours of caregiving (/day)
	Social burden (Leisure time, break time)
Individuality	Identification of appropriate targets for care robot application
Operability	Period of familiarity using care robots to prevent pressure injury
Satisfaction	Satisfaction of care robots to prevent pressure injury
	Experience of using care robots to prevent pressure injury (Usability, convenience, economical efficiency, acceptability, ease of storage, convenience of movement)
Effectiveness of the relationship with the care recipient	Caregiver- care recipient interaction
	Caregiver- care recipient conversation time

개별성 즉, 맞춤형가능성에 대한 평가지표로 인터뷰 조사를 이용한 돌봄로봇 적용에 적절한 대상자를 파악하여 질적인 평가를 할 수 있다. 조작성의 평가지표로 돌봄로봇에 익숙해지는 시간을 측정하여 평가할 수 있다. 만족도의 평가지표로 돌봄로봇 만족도와 돌봄로봇 이용경험을 활용할 수 있다. 돌봄로봇 만족도는 욕창예방 돌봄로봇을 사용 후 한국정보조공학 만족도^[20]로 측정하여 평가할 수 있다. 돌봄로봇 이용경험은 욕창예방 돌봄로봇을 사용 후 인터뷰를 통해 돌봄로봇의 유용성, 편리성, 경제성, 수용성, 용이성 등에 대한 내용을 파악 및 평가할 수 있다.

돌봄받는자와의 관계에서의 효과성 평가지표로 상호작용과 대화시간을 이용할 수 있다. 상호작용은 Clinical Interpersonal Reactivity Index^[21] 점수를, 대화시간은 언어적 의사소통 횟수^[22]를 통해 욕창예방 돌봄로봇 사용 전과 사용 후 평가할 수 있다.

4. 논 의

본 연구는 욕창예방 돌봄로봇 개발 시 고려되어야 하는 요소에 대한 기초자료를 제공하기 위해 욕창예방 돌봄로봇을 사용해 본 돌봄제공자를 대상으로 수행되었다.

욕창예방 돌봄로봇의 사용성 평가는 욕창예방을 위해 주기적 체위변경이 필요한 중증장애인 및 거동불편 노인을 돌보는 돌봄제공자가 실제 돌봄현장에서 욕창예방 돌봄로봇을 사용한 경험을 바탕으로 이루어졌다. 돌봄로봇의 사용성 평가에 대한 연구를 살펴보면, 스스로 식사를 하지 못하는 중증 장애인과 그들의 돌봄제공자 등을 대상으로 식사보조 돌봄로봇의 사용성 평가를 진행한 연구^[11], 65세 이상 노인 등을 대상으로 의사소통 돌봄로봇의 사용성 평가지표를 개발한 연구^[23]가 있었으나, 욕창예방 돌봄로봇의 잠재적 사용자를 대상으로 사용성 평가를 진행한 연구는 찾아보기 어렵다. 돌봄로봇이 돌봄현장에 성공적으로 적용되기 위해서는 사용자가 돌봄로봇을 큰 노력 없이 쉽게 사용할 수 있어야 하므로^[24] 그렇게 하기 위해서는 욕창예방 돌봄로봇을 개발하는 과정에서 욕창예방 돌봄로봇의 사용자인 돌봄제공자가 어떻게 받아들여지는지 파악하는 것이 필요하다. 따라서 본 연구는 욕창예방 돌봄로봇의 사용성 평가에 대한 선행연구가 부족한 상황에서 가까운 미래에 욕창예방 돌봄로봇을 사용할 수 있는 잠재적 사용자를 대상으로 사용성 평가를 하였다는 점에서 의의가 있다.

본 연구에서는 욕창예방 돌봄로봇 사용자들이 만족하지 못하는 내용에 대한 의견을 수렴하고 욕창예방 돌봄로봇 개발 시 고려해야 하는 요소를 도출하기 위해 인터뷰 내용을 바탕으로 돌봄로봇 기술 모델링을 통해 분석하였다. 욕창예방 돌봄로봇에 향후 개선이 필요한 기능에는 수평 조정의 속도 선

택 기능, 침상난간 조작의 자동화 기능, 침대 내 미끄러짐 방지 기능, 밀려 내려온 대상자의 신체를 침대 머리쪽으로 자동으로 이동하는 기능, 소음저감 기능, 리모컨을 대신할 음성지원 기능, 체위변경 순서의 다양한 세팅 기능이 있다. 종합해보면, 시설 및 병원에서 다수의 돌봄받는자에게 돌봄을 제공해야 하는 대상자를 고려해볼 때, 욕창예방을 위해 욕창예방 돌봄로봇의 침상난간과 리모컨을 조작하는 것에 대한 편의성과 안전성을 확보하는 것이 필요하며, 욕창예방을 위해 적절한 체위를 유지하는데 적합한 보조기구의 개발이 필요함을 알 수 있다. 이러한 연구 결과는 의료기관에 근무하는 돌봄제공자를 대상으로 포커스 그룹 인터뷰를 통해 의료용 전동 침대의 개선방안을 도출한 이탈리아의 연구²⁵⁾와도 일치한다. 이 연구자들은 의료용 전동침대의 디자인 개선을 통해 돌봄제공자의 신체적 돌봄부담이 감소할 것으로 보고하였다²⁵⁾. 개선이 필요한 부분으로 측위 변환 기능을 추가, 수평 조정의 속도 증가, 바퀴 개선, 리모트 컨트롤의 버튼 디자인 개선을 제시한 선행 연구와는 달리, 본 연구에서는 유사한 내용이 도출되지 않았다. 이는 본 연구에서 기술수준이 상대적으로 높은 욕창예방 돌봄로봇을 이용했기 때문으로 사료된다. 따라서 본 연구에서 제시한 편의성과 안전성에 대한 개선방안을 중심으로 욕창예방 돌봄로봇의 기능들이 보완된다면 국내 기술의 현 수준을 보다 향상하는 데 기여할 수 있을 것이다. 또한 개발된 욕창예방 돌봄로봇에 대한 사용자의 만족도가 높아질 수 있고, 나아가 욕창예방을 위해 체위변경을 하는 돌봄제공자의 돌봄부담 감소를 기대해 볼 수 있을 것이다.

본 연구에서는 인터뷰 자료, 돌봄전문가 그룹의 자문, 문헌 고찰을 통해 욕창예방 돌봄로봇 사용에 대한 기대효과를 평가하기 위한 KPI를 도출하였다. 본 연구에서 제시한 KPI가 돌봄 현장에서 욕창예방 돌봄로봇의 기대효과를 파악하기 위한 근거로 활용되기 위해서는 추후 연구에서 전문가의 검토와 예비 실험을 수행하는 것이 필요하며, 타당도와 신뢰도를 분석하여 KPI의 적정성을 검증하는 것이 필요하다. 또한, 욕창예방 돌봄로봇을 활용한 KPI 연구는 아직 기초연구 단계이므로 여러 종류의 욕창예방 돌봄로봇을 대상으로 KPI의 반복검증이 필요하며, 이는 앞으로 도입할 욕창예방 돌봄로봇의 기대효과 평가 기준으로 활용할 수 있다.

사용자 친화적인 욕창예방 돌봄로봇을 만드는 데 기여하기 위해 실제 돌봄현장에 있는 돌봄제공자 대상으로 인터뷰를 진행하였으나, 후속연구에서는 돌봄로봇 기술개발 전문가 그룹의 인터뷰를 포함하여 객관적이고 심화된 개선방안을 제안할 필요가 있다. 또한 본 연구는 요양시설과 요양병원에서 근무하는 돌봄제공자를 대상으로 진행됨에 따라 가족 돌봄제공자와 돌봄받는자의 돌봄로봇 사용경험을 모두 반영하는 데 한계가 있다. 이러한 제한점에도 불구하고, 욕창예방

돌봄로봇을 실제 돌봄 현장에서 2주간 직접 사용한 경험을 토대로 사용성을 분석하고, 개선방안을 도출하였다는 점에서 의의가 있다.

5. 결 론

본 연구는 욕창 예방하기 위하여 일정시간마다 중증장애인 및 거동불편 노인을 주기적으로 체위변경을 해주어야 하는 돌봄제공자 32명을 대상으로 욕창예방 돌봄로봇을 2주 동안 사용 후 인터뷰를 통해 욕창예방 돌봄로봇에 대한 문제점과 의견을 도출하고, 이에 대한 개선방안을 제안하였다.

본 연구는 실제 욕창예방 돌봄로봇의 사용이 필요한 돌봄제공자 집단을 직접 연구에 참여시켰다는 점에서 의의가 있으며, 연구의 결과가 안전하고, 쉽게 욕창예방을 위한 체위변경을 할 수 있는 욕창예방 돌봄로봇을 개발하는데 있어서 유용한 기초자료로 활용될 수 있을 것이라 생각된다.

향후 연구에서는 사용성 평가 대상을 가정에서 중증장애인 및 거동불편 노인을 돌보는 가족 돌봄제공자를 포함하고, 욕창예방 돌봄로봇의 잠재적 사용자의 요구 분석을 평가하기 위해서 돌봄제공자 뿐만 아니라 돌봄받는자를 대상으로 욕창예방 돌봄로봇의 평가 및 개선사항을 도출할 것을 제안한다.

References

- [1] H. M. Park, "Policy analysis of the long-term care system for the elderly and the disabled in France: Focusing on the APA and PCH," *Health and Social Welfare Review*, vol. 36, no. 1, pp. 349-376, 2016, DOI: 10.15709/hswr.2016.36.1.349.
- [2] H. Yoon and Y. Kim, "A study on factors affecting the intention to use care robot among institutional elderly care professionals : Focusing on transfer assist robot," *Journal of Korean Gerontological Society*, vol. 41, no. 5, pp. 715-736, Oct., 2021, DOI: 10.31888/JKGS.2021.41.5.715.
- [3] E. R. Ro, M. J. Lim, H. Kweon, and W.-K. Song, "A preliminary study of the care needs analysis for people with severe disability," *Rehabilitation Engineering And Assistive Technology Society of Korea academic symposium 2018*, Busan, Republic of Korea, pp. 101-102, Apr., 2018, [Online], <https://www.dbpia.co.kr/journal/articleDetail?nodeId=NODE07437070>.
- [4] J. W. Ko, "Comparative effects and ranks of repositioning for pressure ulcer prevention in adults: A network meta-analysis," *Journal of Muscle and Joint Health*, vol. 29, no. 1, pp. 18-27, Apr., 2022, DOI: 10.5953/JMJH.2022.29.1.18.
- [5] D. Kim, "Study on factors that induce musculoskeletal symptoms in care workers who offer visiting home-help services," *Journal of Korean Society of Occupational and Environmental Hygiene*, vol. 27, no. 4, pp. 352-360, Dec., 2017, DOI: 10.15269/JKSOEH.2017.27.4.352.

- [6] M. G. Kim, C. Y. Park, and Y. W. Lee, "A proposal for CNN-based pressure-inducing risk detection system," *Korean Institute of Information and Communication Sciences Conference 2021*, Gunsan, North Jeolla Province, Republic of Korea, pp. 439-441, 2021, [Online], http://click.ndsl.kr/servlet/LinkingDetailView?cn=NPAP13484256&dbt=CFKO&org_code=O483&site_code=SS1483&service_code=01.
- [7] Y.-K. Kong, K.-H. Choi, H.-H. Shim, M.-U. Cho, M.-J. Kim, S.-S. Park, J.-W. Shim, and S.-Y. Kim, "Development of workload assessment system for comparison of manual care and robot-aided care loads in the transfer assistive care," *Journal of Ergonomics Society of Korea*, vol. 40, no. 5, pp. 313-329, Oct., 2021, DOI: 10.5143/JESK.2021.40.5.313.
- [8] I. H. Moon, S. W. Yuk, and W. J. Yu, "A study on definition and classification of care robots," *Korean Society for Precision Engineering 2020 Conference*, pp. 106-106, Sept., 2020, [Online], <https://www.dbpia.co.kr/journal/articleDetail?nodeId=NODE10489463>.
- [9] Y.-H. Bae, "Ethical review of development and service with care assistance robot: Focusing on transfer, repositioning, feeding, and toileting care assistance robot," *Journal of Korea Robotics Society*, vol. 17, no. 2, pp. 103-109, Jun., 2022, DOI: 10.7746/jkros.2022.17.2.103.
- [10] H.-J. Keum, C. Lee, J. B. Ko, J. S. Hong, and B.-H. Won, "A study on the development of guidelines for care robots to prevent bedsores in long-term care," *2022 Fall Conference of the Ergonomics Society of Korea*, Jeju, Republic of Korea, 2022, [Online], <https://www.dbpia.co.kr/journal/articleDetail?nodeId=NODE11288644>.
- [11] B. R. Jung, W. K. Song, S. R. Han, and K. J. Lee, "Usability evaluation of feeding assistance robots: extraction of devices improvement points via satisfaction degree and interviews," *Rehabilitation Engineering and Assistive Technology Society of Korea Technical conference 2022*, pp. 139-141, 2022, [Online], <https://www.dbpia.co.kr/journal/articleDetail?nodeId=NODE11206093>.
- [12] S. B. Jung, I. H. Hwang, J. S. Jung, and S. W. Yuk, "A Study on the peak pressure measurement test method for bed robots for preventing bedsores," *The Korean Society of Manufacturing Process Engineers Autumn Conference 2019*, Yeosu Republic of Korea, pp. 274-274, 2019, [Online], <https://www.dbpia.co.kr/journal/articleDetail?nodeId=NODE09224650>.
- [13] V. Venkatesh, M. G. Morris, G. B. Davis, and F. D. Davis, "User acceptance of information technology: Toward a unified view," *MIS Quarterly*, vol. 27, no. 3, pp. 425-478, Sept., 2003, DOI: 10.2307/30036540.
- [14] X. X. Zhu and S. H. Park, "The plan for the improvement direction of clothing management machine through usability evaluation comparison-by taking LG TROMM styler as the center-," *Journal of Korean Society of Design Culture*, vol. 26, no. 1, pp. 207-220, Mar., 2020, DOI: 10.18208/ksdc.2020.26.1.207.
- [15] J.-S. Yoo and B.-S. Kim, "Development of usability assessment indicator of adjustable electric beds for home care," *Journal of Korea Safety Management*, vol. 18, no. 1, pp. 45-55, Mar., 2016, DOI: 10.12812/KSMS.2016.18.1.45.
- [16] H. S. Lee, D. K. Kim, J. H. Kim, H. J. Ko, H. M. Ku, and E. J. Kwon, "Measurement of stress in the caregivers of dementia patients: reliability and validity of the revised-memory and behavior problem checklist and the burden interview," *Korean Journal of Clinical Psychology*, vol. 23, no. 4, pp. 1029-1050, Jan., 2004, [Online], <https://www.kci.go.kr/kciportal/ci/sereArticleSearch/ciSereArtiView.kci?sereArticleSearchBean.artilId=ART001088922>.
- [17] J. Steven Moore and A. Garg, "The strain index: a proposed method to analyze jobs for risk of distal upper extremity disorders," *American Industrial Hygiene Association Journal*, vol. 56, no. 5, pp. 443-458, 1995, DOI: 10.1080/15428119591016863.
- [18] S. H. Son, "Factors affecting organizational effectiveness of professional soldiers: Focused on human relations, social support, job stress," Ph.D. dissertation, Konyang University, Daejeon, Republic of Korea, 2017, [Online], <http://konyang.dcollection.net/jsp/common/DcLoOrgPer.jsp?ItemId=00002351505>.
- [19] B.-R. Lee, "The mediating effect of the organizational commitment between the coworker relations and the burnout of the professionals in community rehabilitation facilities," *Journal of Korea Convergence Society*, vol. 19, no. 7, pp. 391-396, Jul., 2021, DOI: 10.14400/JDC.2021.19.7.391.
- [20] N. Y. An, J. H. Kim, D. H. Jeong, M. Y. Chang, S. H. Nam, and J. Y. Kong, "Korean assistive technology satisfaction assessment tool development," *Journal of Korean Society of Occupational Therapy*, vol. 22, no. 2, pp. 113-124, 2014, DOI: 10.14519/jksot.2014.22.2.08.
- [21] Y. Aoki and H. Katayama, "Development of the clinical interpersonal reactivity index to evaluate nurses' empathy," *Nursing & Health Sciences*, vol. 23, no. 4, pp. 862-870, Dec., 2021, DOI: 10.1111/nhs.12875.
- [22] T. Yoshimi, K. Kato, S. Tsuchimoto, N. Mizuguchi, and I. Kondo, "Increase of verbal communication by long-term use of transfer-support robots in nursing facilities," *Geriatrics & Gerontology International*, vol. 21, no. 2, pp. 276-277, Feb., 2020, DOI: 10.1111/ggi.14113.
- [23] S.-C. Kim, B.-K. Lee, and C.-Y. Kim, "Usability evaluation of communication service robot for the elderly," *Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation*, vol. 32, no. 2, pp. 313-319, Jan., 2019, [Online], <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30347586/>.
- [24] H. J. Yoo, J. Kim, S. Kim, S. M. Jang, and H. Lee, "Development and usability evaluation of a bedside robot system for inpatients," *Technology and Health Care*, vol. 30, no. 2, pp. 337-350, Mar., 2022, DOI: 10.3233/THC-212901.
- [25] D. Bacchin, G. F. A. Pernice, L. Pierobon, E. Zanella, M. Sardena, M. Malvestio, and L. Gamberini, "Co-design in electrical medical beds with caregivers," *International Journal of Environmental Research and Public Health*, vol. 19, no. 23, pp. 1-42, Dec., 2022, DOI: 10.3390/ijerph192316353.



김민정

2016 경북대학교 간호학과(석사)
2023 한양대학교 간호학과(박사)
2023~현재 경민대학교 간호학과 초빙교수

관심분야: 돌봄로봇, 돌봄부담



신용순

2002 한양대학교 간호학(석사)
2007 한양대학교 간호학(박사)
1997~2012 서울아산병원 전문간호사
2012~2014 국립중앙대학교 조교수
2014~현재 한양대학교 간호대학 교수

관심분야: 돌봄로봇, 돌봄부담, 욕창예방, 노인간호, 중재연구