

목욕 돌봄로봇 및 돌봄기기에 대한 돌봄자의 사용성 비교

Usability Comparison of Bathing Care Robots and Devices for Caregivers

백 정 은¹, 송 원 경¹

(Jeong-Eun Baek¹ and Won-Kyung Song^{1,*})

¹Department of Rehabilitative & Assistive Technology, National Rehabilitation Center

Abstract: This study aimed to compare and evaluate the usability of three types of bathing assistive robots and devices from the perspective of caregivers. Thirty caregivers participated and assessed the devices using the Korean version of the Quebec User Evaluation of Satisfaction with Assistive Technology (K-QUEST 2.0) and the System Usability Scale (SUS). Usability was evaluated using a five-point Likert scale. Data were analyzed using SPSS 28.0, with the Shapiro - Wilk test for normality followed by the Kruskal - Wallis test. Significant differences were found in adjustment, durability, ease of use, and system usability. Specifically, Etude showed higher adjustability (4.00 ± 0.66 , M $\pm$ SD) and durability (4.40 ± 0.51) than Silvermate v. 1.5 (2.40 ± 1.17 and 2.70 ± 1.16 , respectively). In addition, Hot Bath Shower Bench HP demonstrated a higher ease of use (4.60 ± 0.51) and system usability (81.00 ± 11.13) compared to Silvermate v. 1.5 (3.20 ± 1.22 and 54.75 ± 18.46). Based on these evaluations by caregivers, this study identified key functional directions for improving bathing assistive robots. The findings provide fundamental insights for developing user-centered designs for future bathing robots to reduce caregiver burden and enhance usability in real care environments.

Keywords: care robot, bathing robot, usability testing, user-centered design, caregiver, AgeTech

I. 서론

한국은 2024년 초고령화 사회에 접어들었고 2025년 기준으로 인구 중 20%가 노인인 실정이다[1]. 또한 한국의 고령화는 OECD 평균보다 빠르게 진행되고 있어 2070년에는 노인 인구가 46.4%에 달할 전망이다[2]. 고령 인구가 증가함에 따라 일상생활에서의 신체적, 정신적 돌봄이 필요한 인구 또한 증가하고 있다.

이에 따라 돌봄 제공 인력에 대한 필요성이 대두되고 있다. 그러나 현재 돌봄 제공 인력 중 간병인의 평균 연령은 50대에서 70대인 것으로 나타났다[3]. 이렇듯 돌봄 제공 인력도 노인에 가깝거나, 이미 노인이 대부분인 것이 현 실정이다. 한편 돌봄 제공 인력 부족으로 인해 현재 해외 노동자가 돌봄 인력으로 유입되고 있는 상황이기도 하다[4,5].

돌봄 인력이 부족한 이유 중 하나는 돌봄 업무가 신체적 부담이 크고, 정서적 소진이 심한 직종에 해당되기 때문이다 [6-8]. S. Kim [9]의 연구에 따르면 노인 장기요양기관 종사자를 대상으로 직무 스트레스가 직무 불만족과 이직 의도에 영향을 미치는 것으로 나타났고, S. Son [10]의 연구에 따르면 요양원 근무자 중 근무 시 부상이나 근골격계 질환 경험에 있을 경우에 직무 만족이 유의미하게 저하되었다고 하였다

[9,10]. 이는 돌봄 인력의 신체적, 정신적 부담, 즉 돌봄에 대한 어려움을 줄여줄 방안이 필요함을 의미한다. 또한, 한국 의료 로봇은 30년의 발전을 발판 삼아, 고령화 대응을 위한 산업 중심 실용화 단계로 전환 중이다[11].

이러한 돌봄의 어려움을 극복하기 위해 한국에서는 돌봄기와 돌봄로봇의 개발이 이루어지고 있다. 돌봄로봇은 일상생활이 어려운 장애인이나 노인의 일상생활을 보조하는 로봇, 로봇기술 등 4차 산업혁명 기술을 기반으로 기존의 기술로는 해결되지 않았던 돌봄 관련 문제를 해결하는 로봇 등으로 정의된다[12,13]. 실제로 이동 보조, 배설 보조, 식사보조, 목욕보조와 같은 다양한 돌봄로봇이 개발되어 실증이 이루어지고 있으며, 이 중에서도 돌봄자에게 가장 높은 신체적 부담을 주는 활동 중 하나로 평가되고 있는 활동이 바로 목욕 돌봄이다 [14-16].

목욕 돌봄은 목욕을 지원하는 활동으로 돌봄을 받는 사람의 목욕하는 자세가 편안하도록 지원하는 기술이나, 욕조에 들어가고 나오는 것을 지원하는 기술을 의미한다. E. Kwak [17]의 선행연구에 따르면 목욕 돌봄은 돌봄자가 어려워하는 돌봄 영역에서 전체 대상자의 26%가 목욕 돌봄을 꼽았다고 하였다. 이는 배설 보조 15.9%, 이동지원 14.3%보다 높은 수치로 나타났으며 신체적 어려움이 원인으로 고찰되었다[17].

*Corresponding Author

Manuscript received November 11, 2025; revised December 1, 2025; accepted January 5, 2026

백정은: 국립재활원 재활보조기술연구과 연구원(bje04128@gmail.com, ORCID ID 0009-0008-8309-065X)

송원경: 국립재활원 재활보조기술연구과 과장(wonksong@gmail.com, ORCID ID 0000-0002-9884-0467)

※ 본 연구는 보건복지부의 재원으로 한국보건산업진흥원의 수요자 중심 돌봄로봇 및 서비스 실증 연구개발 사업 지원에 의하여 이루어진 것임(RS-2023-KH138252).

따라서 돌봄 인력의 업무 부담을 경감할 수 있는 목욕보조 로봇 및 관련 기기의 도입이 시급하다.

현재 국내외에서는 다양한 형태의 목욕 돌봄로봇이 개발되고 있다. 유럽에서는 I-SUPPORT라는 사람의 위치를 감지하여 로봇팔이 물을 뿌려주는 형태의 목욕로봇이 개발되었다[18]. 미국에서는 세정, 행균, 건조작업이 가능한 침상 목욕 시스템인 RABBIT이 개발되었다[19]. 또한 한국에서는 2023년부터 수요자 중심 돌봄로봇 실증연구사업의 일환으로 돌봄 받는 자가 휠체어를 탄 상태로 욕조와 휠체어를 체결하여 욕조 안으로 쉽게 들어갈 수 있도록 돕는 형태의 목욕보조 돌봄로봇이 개발되고 있다[20]. 일본에서는 욕조에 입욕하는 것을 돕는 리프트가 부착된 형태의 기기와 미스트를 분사하는 샤워 돔 형태의 목욕보조 돌봄로봇이 개발되어 판매되고 있다[21]. 이렇듯 여러 국가에서 다양한 목욕보조 돌봄로봇이 개발되고 있으나 한국의 상황을 고려하여 목욕보조 돌봄로봇 또는 기기에 대한 만족도를 조사한 연구는 부족한 실정이다.

이에 본 연구에서는 개발 또는 판매 중인 목욕보조 돌봄로봇 및 기기 3종에 대해 돌봄자를 대상으로 만족도와 사용성 평가를 실시하고자 한다. 이를 통해 향후 목욕보조 돌봄로봇 개발 시 반영해야 할 요소를 도출하고자 한다. 특히, 실제 돌봄 현장은 고령의 돌봄 인력이 주를 이루고 있으나, 신규 로봇 기술의 초기 수용성과 기능적 안전성을 면밀히 검토하기 위해 기술 친화적인 연령층의 피드백을 우선 수렴하는 과정이 선행되었다. 본 연구에서는 돌봄자의 경험을 다각도로 분석함으로써 기술개발과 현장적용 간의 간극을 좁히는 실증적 시사점을 제시하고자 한다. 이를 통해 돌봄자의 목욕보조 돌봄로봇 및 기기에 대한 만족도를 포함한 사용성을 비교하고, 새로운 목욕 로봇을 개발할 때 돌봄자는 어떤 점이 적용되길 바라는가에 대해 고찰하고자 한다.

II. 연구 도구

1. 연구 장비

본 연구에서는 세 가지 유형의 서로 다른 형태와 기능적 특성을 지닌 목욕로봇을 비교 대상으로 선정함으로써 상이한 목욕 돌봄 방식에 대한 돌봄자의 사용성을 보고자 하였다. 대원인물(주)에서 개발한 Silvermate v. 1.5는 전신을 입욕할 수 있는 통목욕형 로봇, Amano에서 판매 중인 Etude는 자동 세정 과정을 제공하는 샤워돔 형태의 로봇이다[20,21]. 또한 Aaron Kasei에서 판매 중인 Hot Bath Shower Bench HP는 간단한 구조의 의자 형태의 온욕 기기라는 점에서 서로 다른 목욕 돌봄 방식을 띠고 있다[22]. 이러한 차이는 돌봄자가 수행해야 하는 조작 단계, 신체 및 인지적 부담, 안전성, 기능에 대한 만족도에 영향을 미칠 수 있다.

그러므로 목욕 방식의 구조적 차이에 따른 사용성을 비교하여 향후 목욕 돌봄로봇 개발 시 반영되어야 할 사용자 요구 및 설계적 고려요인에 대해 고찰하고자 한다.

1.1 Silvermate v. 1.5

Silvermate v. 1.5는 국내 대원인물(주)에서 개발 중인 욕조형 목욕보조 로봇으로, 사용자가 욕조에 입욕하여 전신을 목욕할 수 있도록 설계된 장비이다[20]. 돌봄자는 컨트롤 패널의 저수 버튼을 이용해 수조에 물을 채운 후, 컨트롤 패널의 온도표시



그림 1. Silvermate v. 1.5 구성 및 활용 절차.

Fig. 1. Configuration and operation process of Silvermate v. 1.5.

창을 통해 적정 수온을 확인할 수 있다. 돌봄 받는 자가 앉은 샤워 휠체어 형태의 의자를 욕조의 도킹 레일에 결합시킨 뒤 컨트롤 패널의 눌림 및 세움 버튼을 이용해 욕조의 기울기를 조정하고 급수 및 배수를 수행할 수 있다. 급수 시 수조에 담긴 물이 1분 이내에 욕조로 채워진다. 입욕이 완료된 후에는 욕조를 원위치로 세우고 샤워 휠체어를 분리하여 마무리 행균을 진행한다.

Silvermate v. 1.5는 현재 개발 중인 시제품이지만 돌봄자가 수행하는 의자 도킹, 자세 조절, 급배수 조작과 같은 주요 기능이 실제 사용 환경에서 요구되는 수준으로 구현되어 있어 조작 기반의 사용성 평가가 가능하였다. 본 연구는 돌봄자가 경험하는 조작 절차의 이해 용이성, 편의성 등 기능적 사용성 요소를 분석하는 데 목적이 있으므로 Silvermate v. 1.5를 연구 장비에 포함하였다.

1.2 Etude

Etude는 일본 Amano사에서 개발된 샤워돔형 자동 목욕보조 로봇으로 전신 세정 과정을 자동으로 수행 가능한 목욕로봇이다[21]. 본 장비는 돌봄 받는 자가 탑승한 샤워 휠체어 형태의 의자를 샤워돔 내부에 진입시킨 후 'Auto Bathing Mode'를 선택하면 22개의 노즐에서 세정수, 비눗물, 행균수가 순차적으로 분사되어 전신 자동 세정을 수행한다. 자동 세정이 종료된 후에는 샤워돔에서 샤워 휠체어 형태의 의자를 이동시켜 등, 허벅지 등 세부 부위를 샤워기로 마무리 세정할 수 있다. 샤워돔의 미스트 온도와 샤워기 온도가 디지털로 표시된다.

1.3 Hot Bath Shower Bench HP

Hot Bath Shower Bench HP는 일본 Aaron Kasei에서 제작된



그림 2. Etude 구성 및 활용 절차.

Fig. 2. Configuration and operation process of Etude.



Hot Bath Shower Bench HP 활용 모습

그림 3. Hot Bath Shower Bench HP 구성 및 활용 절차.

Fig. 3. Configuration of Hot Bath Shower Bench HP.

표 1. 목욕 로봇 및 기기 특성별 비교.

Table 1. Comparison of characteristics of bathing assistive robots and devices.

구분	Silvermate v. 1.5	Etude	Hot Bath Shower Bench HP
형태	욕조형	샤워동형	의자형
기능	- 입욕을 통한 통목욕 - 욕조 눕힘/세움 기능 (전동식) - 나노 버블수를 활용한 세정 - 자동 급배수 기능 - 수온 조절 기능	- 노즐 분사 (물, 비눗물)를 통한 나노 미스트 세정 및 온욕 - 샤워동 살균 기능 - 수온 조절 기능 - 핸드 샤워기 부착	- 노즐 분사(물)를 통한 온욕 - 노즐 및 의자 높이조절 가능 - 샤워기-노즐 간 호스 호환 가능
적용 대상	입욕 및 통목욕을 원하는 돌봄 받는 자	물과 비누의 자동 분사를 원하는 돌봄 받는 자	간단한 장치로 온욕을 원하는 경중 돌봄 받는 자
규격	(욕조 및 도킹프레임) - height: 1200mm - width: 840mm - length: 1350mm (수조) - height: 1500mm - width: 800mm - length: 600mm	(샤워동) - height: 1025mm - width: 1000mm - length: 1025mm (샤워 휠체어) - height: 1250mm - width: 600mm - length: 1135mm	(의자) - height: 1020~1320mm - width: 545mm - length: 570mm

의자 형태의 노즐 분사가 가능한 목욕 보조 기기로, 등받이와 좌판에 장착된 온수 분사 노즐을 통해 간편한 온욕이 가능한 장비이다[22]. 돌봄자는 샤워기의 연결부를 분리하여 노즐 연결부에 호스를 연결한 뒤 수전을 통해 온수를 분사시켜 대상자의 몸을 세정한다. 이때 돌봄 받는 자는 온욕효과를 느낄 수 있다. 이후 비누칠 및 행굼을 위해 다시 샤워기로 전환하여 마무리 세정한다.

2. 로봇 활용 시나리오

연구참여자는 3가지 목욕보조 돌봄로봇 및 기기 중 배정받은 하나의 기기에 대한 사용 방법을 교육받았다. 교육은 30분 동안 진행되었고, 교육 후 연습시간을 가졌다. 기기별 시나리오 오는 표 2, 3, 4와 같다.

표 2. Silvermate v. 1.5 활용 시나리오.

Table 2. Utilization scenarios for Silvermate v. 1.5.

Silvermate v. 1.5 활용 시나리오



Silvermate v. 1.5

- Task 1. 컨트롤 패널의 저수 버튼을 눌러 수조에 물을 채운다.
- Task 2. 수조에 물이 채워진 후 컨트롤 패널에 표시된 수온을 확인한다.
- Task 3. 샤워 휠체어 형태의 의자에 더미를 앉힌다.
- Task 4. 샤워 휠체어 형태의 의자를 밀고 이동하여 욕조의 도킹 레일에 샤워 휠체어 형태의 의자를 결착시킨다.
- Task 5. 레일을 따라 샤워 휠체어 형태의 의자를 밀어 넣어 고정시킨다.
- Task 6. 컨트롤 패널의 눕힘 버튼을 눌러 욕조를 눕힌 후 급수 버튼을 눌러 욕조에 물을 채운다.
- Task 7. 입욕 시간 대기 후 컨트롤 패널의 세움 버튼을 눌러 욕조를 세운다.
- Task 8. 샤워 휠체어 형태의 의자를 레일을 따라 당겨 욕조로부터 샤워 휠체어 형태의 의자를 분리한다.
- Task 9. 샤워기를 활용하여 더미의 몸을 마무리 행군다.

표 3. Etude 활용 시나리오.

Table 3. Utilization scenarios for Etude.

Etude 활용 시나리오



Etude

- Task 1. 샤워 휠체어 형태의 의자에 더미를 앉힌다.
- Task 2. 샤워 휠체어 형태의 의자를 밀고 이동하여 샤워동 안에 위치시킨다.
- Task 3. 샤워동 문을 닫는다.
- Task 4. Auto bathing mode를 선택한다. 샤워동에서 물과 비눗물, 행굼을 위한 물이 분사된다.
- Task 5. Auto bathing mode가 끝나고 나면 샤워동에서 샤워 휠체어 형태의 의자를 빼낸다.
- Task 6. 샤워기를 활용하여 더미의 등과 허벅지 뒤 등을 행군다.

표 4. Hot Bath Shower Bench bath shower bench HP 활용 시나리오.

Table 4. Utilization scenarios for Hot Bath Shower Bench HP.

Hot Bath Shower Bench HP 활용 시나리오

Task 1. 샤워 의자에 더미를 앉힌다.
Task 2. 샤워기의 연결부를 분리한 후 노즐 연결부에 호스를 연결한다.
Task 3. 수전을 틀어 노즐을 통해 물을 분사시킨다.
Task 4. 온수 샤워 시간을 기다린 후 더미의 몸을 비누칠한다.
Task 5. 노즐 연결부의 호스를 분리한 후 샤워기 연결부에 호스를 연결한다.
Task 6. 샤워기 더미에 묻은 비누를 행군다.

3. 평가도구

3.1 한국판 보조기구 만족도 검사(Korean version of the Quebec User Evaluation of Satisfaction with assistive Technology, K-QUEST 2.0)

K-QUEST 2.0은 보조기기 사용자의 만족도를 측정하기 위한 표준화된 도구로, 제품의 규격, 편의성, 내구성 등 12개 항목을 5점 Likert 척도로 평가한다. 또한 클라이언트의 신체장애나 감각 장애에 상관없이 시행할 수 있으며, 다양한 로봇을 포함한 보조기기 사용과 관련하여 사용자의 만족도를 폭넓게 평가하도록 구성된 표준화된 도구이다[23]. 보조기기에는 로봇도 포함될 수 있다.

K-QUEST 2.0은 중증장애인과 돌봄자를 대상으로 식사보조 돌봄로봇 사용성을 평가한 연구와 소셜 로봇(Pepper)의 사용성을 분석한 선행연구에서 활용된 바 있다. 이에 따라 본 연구에서도 목욕 돌봄로봇 및 기기에 대한 사용성 평가를 위해 K-QUEST 2.0을 채택하였다. 이때 본 평가 문항에서 의미하는 보조기구는 목욕 돌봄로봇 및 돌봄기기임을 참여자에게 설명한 후 설문 조사를 수행하였다[24,25].

K-QUEST 2.0의 9번부터 12번까지는 사후 서비스와 관련된 문항인데, 본 연구에서는 개발 중인 목욕로봇이 연구장비로 포함되어 있으므로 아직 사후 서비스에 대해 연구참여자가 평가할 수 없는 상황이다. 이를 고려하여 9번부터 12번 문항은 제외하고 평가를 시행하였다. 본 연구에 활용된 K-QUEST 2.0의 문항은 표 5와 같다.

3.2 시스템 사용성 척도(System Usability Scale, SUS)

시스템 사용성 척도(system usability scale, SUS)는 Brooke [26]가 개발한 시스템 사용성 평가 도구로, 총 10개의 문항으로

표 5. 한국판 보조기구 만족도 검사(K-QUEST 2.0) 평가 항목.

Table 5. Evaluation items of the Korean version of the Quebec User Evaluation of Satisfaction with assistive Technology (K-QUEST 2.0).

항목	내용
규격	보조기구의 규격(크기, 높이, 길이, 너비)에 대해 만족하십니까?
무게	보조기구의 무게는 어떻습니까?
조절	보조기구의 일부(부속)를 조절(고정, 잠금) 하기 편리하니까?
안전성	보조기구가 안전하고 견고하다고 생각하십니까?
내구성	보조기구의 내구성(오랫동안 사용가능)에 대해 만족하십니까?
용이성	보조기구를 사용하기 용이(사용하기 쉬운)하니까?
편안함	보조기구 사용시 편안(안락)하다고 생각하십니까?
효과	보조기구의 효과(사용하는 목적에 맞는 효과)에 만족하십니까?

구성되어 있으며 사용자의 효율성, 효과성, 만족도를 측정한다. 각 문항은 5점 리커트 척도(1=전혀 그렇지 않다~5=매우 그렇다)로 평가하며, 점수는 0~100점으로 환산된다.

시스템 사용성 척도는 짧은 시간 내에 신뢰도 높은 결과를 제공하는 장점이 있으며, 보조기기 및 로봇 시스템의 사용성 평가에 널리 활용되고 있다. 본 연구에서는 돌봄자가 목욕보조 돌봄 로봇을 사용한 후 전반적인 사용성을 평가하기 위해 시스템 사용성 척도를 실시하였다[26].

4. 윤리적 고려

본 연구는 국립재활원 생명윤리심의위원회의 승인(NRC 2023-07-050)을 받은 후 시행하였다. 연구대상자에게는 연구의 목적과 방법을 충분히 설명하였으며, 자발적인 참여 의사에 따라 서면 동의를 작성한 후 연구에 참여하였다. 또한 연구도중 언제든지 참여를 철회할 수 있음을 사전에 고지하였다.

설문 조사 결과는 익명성이 보장된 상태에서 수집되었으며 연구결과는 순수한 학문적 목적을 위해서만 활용되었다. 연구 동의서에는 연구 참여로 인한 잠재적 이익과 불이익, 개인정보 보호 및 익명성 보장에 관한 사항이 명시되었다.

III. 연구결과

본 연구에 참여한 연구참여자는 돌봄자 30명으로 목욕 돌봄 경험이 있는 자를 대상으로 국립재활원 피험자 모집공고 포스터를 통해 모집하였다. 돌봄자는 국립재활원 1차 스마트 돌봄스페이스와 목욕 스마트돌봄스페이스에서 목욕보조 돌봄로봇 및 기기에 대한 평가를 수행하였다. 모집된 돌봄자는 3가지 유형의 목욕보조 돌봄로봇 및 기기를 랜덤으로 배정받았다. 3가지 목욕로봇 및 기기에 대해 각 군당 10인의 돌봄자가 평가를 수행하였다.

1. 연구참여자

본 연구의 참여자는 총 30명으로 평균 연령은 약 35.8세였다. 성별 분포는 남성 11명(36.7%), 여성 19명(63.3%)으로 여성 참여

표 6. 참여자 특성.

Table 6. General characteristics of participants.

구분	M ± SD
연령(세)	35.8 ± 10.5
신장(cm)	167.5 ± 7.1
체중(kg)	66.2 ± 11.8
돌봄 경력(년)	3.9 ± 3.8

M: 평균. SD: 표준편차

자가 다소 많았다. 참여자의 평균 신장은 167.5 ± 7.1 cm, 평균 체중은 66.2 ± 11.8 kg으로 나타났다.

연령대별로는 20대 12명(40.0%), 30대 10명(33.3%), 40대 3명(10.0%), 50대 4명(13.3%), 60대 1명(3.3%)으로 나타났다. 또한 참여자들은 돌봄 관련 직무 또는 돌봄 경험을 가진 성인이며 평균 돌봄 경력은 3.9 ± 3.8년이다. 참여자의 구체적인 인구 통계학적 특성은 표 6과 같다.

2. 설문결과

3개 군의 차이를 비교하기 위하여 먼저 SPSS 28.0을 활용하여 정규성 검정을 실시하였다. Shapiro-Wilk 정규성 검정 결과, 인구 통계적 변수와 만족도, SUS 변수가 정규성을 만족하지 못하여 비모수 통계 방법을 통해 가설을 검정하였다.

3개 군의 만족도와 SUS의 차이를 검증하기 이전에 각 장비별 집단 간 동질성을 확인하기 위하여 인구 통계적 특성에 따른

표 7. 성별 분포의 동질성 검증 결과.

Table 7. Homogeneity Test of Gender Distribution.

목욕로봇 및 기기	남(명)	여(명)	χ^2	p
Silvermate v. 1.5	5	5	0.268	0.875
Etude	5	5		
Hot Bath Shower Bench HP	4	6		

 χ^2 : 카이제곱 통계량. p: 유의 확률

표 8. 인구통계학적 특성의 동질성 검증 결과 (각 군 n=10).

Table 8. Homogeneity Analysis of Demographic Characteristics (n = 10 in each group).

구분	목욕로봇 및 기기	M	SD	χ^2	p
연령(세)	SM	37.4	12.89	0.749	0.688
	ET	32.9	7.49		
	HB	37.1	11.71		
신장(cm)	SM	167.7	6.22	0.930	0.628
	ET	168.9	9.12		
	HB	166.0	6.63		
체중(kg)	SM	67.5	10.87	0.481	0.786
	ET	66.5	12.26		
	HB	64.7	14.06		
돌봄 경력(년)	SM	4.2	4.39	0.076	0.963
	ET	4.0	4.29		
	HB	3.5	3.21		

M: 평균. SD: 표준편차. χ^2 : 카이제곱 통계량. p: 유의 확률
SM: Silvermate v. 1.5, ET: Etude, HB: Hot Bath Shower Bench HP

집단 간 차이를 검증하였다. 성별의 경우 교차 분석을 실시하였으며, 연령, 신장, 체중, 돌봄 경력은 정규성을 만족하지 못하여 Kruskal-Wallis 검정을 실시하였다.

성별과 장비의 교차분석 결과는 표 7과 같으며, p값이 .875로 장비 간의 성별 분포 차이가 나타나지 않았다.

Kruskal-Wallis 검정 결과는 표 8과 같으며, 나이(p=.688), 키(p=.628, 몸무게(p=.786), 돌봄 경력 수(p=.963)로 장비 간에 인구 통계적 특성의 차이가 나타나지 않아 장비별 표본에 따른 편향이 적을 것으로 판단하였다.

서로 다른 3개 집단 간의 차이를 검증하기 위하여 Kruskal-Wallis 검정을 실시하였으며, 유의미한 차이가 나타난 항목에 대해서는 장비 간 쌍 비교를 실시하였다. 세 장비(Silvermate v. 1.5, Etude, Hot Bath Shower Bench HP) 간 가능한 모든 조합(SM-ET, SM-HB, ET-HB)을 대상으로 사후검정을 수행하였으며, 다중 비교에 따른 제1종 오류를 조정하기 위해 Bonferroni 보정을 적용하였다. 결과는 표 9와 같다.

집단 간 유의미한 차이가 나타난 항목은 조절, 내구성, 용이성, 시스템 사용성(SUS)이었다. 반면 규격, 무게, 안전성, 편안함, 효과성 항목에서는 세 집단 간 유의미한 차이가 나타나지 않았다.

표 9. 만족도 및 사용성평가(K-QUEST 2.0, SUS) 분석 결과.

Table 9. Results of satisfaction and usability (K-QUEST 2.0, SUS) analysis.

항목	로봇 및 기기	M	SD	χ^2	p	사후분석 (Post hoc)
규격	SM	3.1	0.87	1.915	0.384	
	ET	3.7	0.94			
	HB	3.6	1.26			
무게	SM	3.7	1.25	3.482	0.175	
	ET	3.9	0.87			
	HB	4.5	0.70			
조절	SM	2.4	1.17	8.711	0.013*	ET>SM
	ET	4	0.66			
	HB	3.5	1.26			
안전	SM	3	1.05	4.553	0.103	
	ET	3.9	0.73			
	HB	3.3	1.05			
내구성	SM	2.7	1.16	12.489	0.002*	ET>SM
	ET	4.4	0.51			
	HB	3.7	0.67			
용이	SM	3.2	1.22	8.36	0.015*	SM<HB
	ET	3.9	0.99			
	HB	4.6	0.51			
편안	SM	3.4	1.17	1.625	0.444	
	ET	3.5	0.52			
	HB	3.9	0.99			
효과	SM	3.9	1.19	4.339	0.114	
	ET	3.2	0.63			
	HB	3.9	0.73			
SUS	SM	54.75	18.46	11.736	0.003*	SM<HB
	ET	71.75	9.35			
	HB	81	11.13			

*p < 0.05. M: 평균. SD: 표준편차. χ^2 : 카이제곱 통계량
SM: Silvermate v. 1.5, ET: Etude, HB: Hot Bath Shower Bench HP

표 10. 목욕로봇 및 기기 사용 주요 의견.

Table 10. Key user feedback on bathing assistive robots and devices.

구분	Silvermate v. 1.5	Etude	Hot Bath Shower Bench HP
사용 편의성	- 급수 및 배수 기능이 자동으로 되어 있어 편리함. - 욕조 청소하기 다소 번거로울 것 같음.	- Auto Bathing 기능이 있어 사용이 편함. - 버튼 하나로 자동 세정이 가능해서 편리함. - 자동 세정이 진행되는 중 다른 대상자를 케어 수 있음.	- 팔걸이와 노즐이 수동으로 움직여 단순하고 쉬움. - 의자 높이와 좌판 깊이가 짧음. - 구조가 단순하고 가벼워 이동이 용이함.
조작 및 인터페이스	- 레일 도킹 과정이 복잡함. - 레버나 브레이크 등 돌봄자가 조작할 때 만져야 하는 부분의 크기가 작아 눈에 띄지 않음. - 브레이크 및 잠금장치가 뻑뻑함. - 손에 물이 묻은 상태에서 터치패드 조작이 잘안됨. - 샤워 휠체어 형태의 의자와 욕조 결합 레일의 마감처리가 날카로움.	- 초기 사용 시 설정 방법 교육이 필요함. - 조작패널의 용어가 직관적이지 않음.	- 조작부가 직관적이고 간단함. - 노즐의 위치와 방향 조절이 어려움.
효과	- 몸 전체가 물에 잠겨 입욕 효과는 좋은 것 같음.	- 물 온도 조절 기능이 편리함. - 자동세정 후 일부 부위가 깨끗하게 씻기지 않음 (등, 허벅지 아래 등). - 돌봄자 개입을 줄여주긴 하지만 마무리 샤워를 다시 해야 함.	- 물만 분사되는 단순 구조로 세정보다는 온욕 목적에 적합함. - 비눗물도 분사되면 좋겠음. - 하체 세정 불충분함.
안전성	- 입욕 시 샤워 휠체어 형태의 의자에 헤드 레스트가 없음. - 물이 있는 환경에서 전기 코드 사용하는 것이 불안함.	- 습기로 인한 전기 안전이 우려됨.	- 안전벨트가 없어 낙상 위험 있음. - 온도조절이 불가한데 노즐로 물이 바로 분사되어 약간 불안함.
설치 공간	- 욕조와 수조가 커서 일반 욕실 설치가 어려움.	- 크기가 커서 일반 가정화장실 설치는 어려울 것 같음.	- 가정에서도 활용 가능한 크기임.
유지관리	- 장기 사용 시 부식 및 고장 우려 있음. - 제품 관리 방법에 대한 공식 매뉴얼이나 안내가 필요함.	- 살균 기능이 있어 여러 명의 돌봄 받는 자가 로봇을 사용할 때 관리하기 좋음.	- 노즐 관리 매뉴얼 필요함.

조절 항목에서는 집단 간 유의미한 차이가 확인되었으며 ($\chi^2=8.711$, $p=.013$), 사후검정 결과 Etude($M=4.00$, $SD=0.67$)는 Silvermate v. 1.5($M=2.40$, $SD=1.17$)보다 조절성이 유의미하게

높게 나타났다($p<.05$). 내구성 항목에서도 유의미한 차이가 나타났다($\chi^2=12.489$, $p=.002$), Etude($M=4.40$, $SD=0.52$)는 Silvermate v. 1.5($M=2.70$, $SD=1.16$)보다 높은 점수를 보였다($p<.05$). 용이성 항목의 경우에도 세 집단 간 유의미한 차이가 확인되었고($\chi^2=8.360$, $p=.015$), 사후검정 결과 Hot Bath Shower Bench HP($M=4.60$, $SD=0.52$)가 Silvermate v. 1.5($M=3.20$, $SD=1.23$)보다 유의미하게 높게 평가되었다($p<.05$). 시스템 사용성(SUS) 항목에서도 집단 간 유의미한 차이가 나타났다($\chi^2=11.736$, $p=.003$), Hot Bath Shower Bench HP($M=81.00$, $SD=11.13$)가 Silvermate v. 1.5($M=54.75$, $SD=18.46$)보다 시스템 사용성이 유의미하게 높게 나타났다($p<.05$).

3. 사용자 인터뷰

평가과정에서 반구조화 인터뷰를 통하여 목욕 로봇 및 기기 사용에 관한 다양한 의견이 도출되었다. 비슷한 의견은 통합시켰다. 주요 의견은 표 10과 같다.

V. 고찰

본 연구에서는 돌봄자를 중심으로 목욕보조 돌봄로봇 및 기기 3종(Silvermate v. 1.5, Etude, Hot Bath Shower Bench HP)의 사용성을 비교·평가하였다. 그 결과 조절, 내구성, 용이성, 시스템 사용성(system usability scale, SUS) 항목에서 집단 간 유의미한 차이가 나타났다. 이러한 차이는 각 기기의 구조적 특성, 작동 방식, 제품 완성도의 차이에 따른 사용자 경험의 차이에서 비롯된 것으로 판단된다.

조절 항목에서 Etude는 자동 세정(Auto Bathing) 기능이 있어 버튼 하나로 세정이 진행되고, 조작이 간편하다는 긍정적인 의견이 다수 제시되었다. 반면 Silvermate v. 1.5는 레일 도킹 과정이 복잡하고, 브레이크 및 잠금장치가 뻑뻑하며, 조작부의 크기가 작고 표시가 직관적이지 않다는 의견이 보고되었다. 실제 사용 시 제어의 불편함이 조절성 평가에 부정적으로 작용한 것으로 보인다. Etude가 Silvermate v. 1.5보다 유의미하게 높은 조절성 점수를 보인 것은 자동 세정 시스템과 단순한 인터페이스 덕분으로 해석된다.

내구성 항목에서도 Etude가 Silvermate v. 1.5보다 유의미하게 높은 평가를 받았다. 이는 Silvermate v. 1.5의 경우 “레일 마감이 날카롭다”, “도킹 시 덜거덜이 있다”, “결착부가 불안정하다”, “장기 사용 시 부식 우려가 있다”는 의견에 의한 것으로 사료된다. Silvermate v. 1.5의 경우 상용제품이 아닌 시제품 단계의 프로토타입으로, 완성도 측면에서 다른 두 상용화 제품(Etude, Hot Bath Shower Bench HP)에 비해 불완전한 점들이 존재했고, 이 점들이 평가 결과에 영향을 미친 것으로 판단된다.

용이성 항목에서는 Hot Bath Shower Bench HP가 가장 높은 점수를 보였다. 전원을 사용하지 않는 수동식 기기이기 때문에 “조작이 단순하고 직관적이다”, “누구나 쉽게 사용할 수 있다”는 의견이 주된 요인으로 사료된다. 반면 Silvermate v. 1.5는 “조작 버튼 크기가 작고 직관적이지 않다”, “도킹 시 힘이 필요하다”, “도킹 과정이 복잡하다”는 응답이 도출되어 사용의 용이성이 낮게 평가되었다. 이는 Hot Bath Shower Bench HP가 불필요한 절차를 최소화하고 직관적인 구조를 제공한 반면, Silvermate v. 1.5는 복잡한 기계적 요소와 조작 학습이

필요했기 때문으로 해석된다.

시스템 사용성(SUS)에서 Hot Bath Shower Bench HP가 가장 높은 점수를 보였고 Silvermate v. 1.5보다 유의미하게 점수가 높은 것으로 확인되었다. 이는 “가정에서도 사용할 수 있는 크기”, “전기를 사용하지 않아 안전하다”, “구조가 단순하고 이동이 편리하다”는 긍정적 인식과 일치한다. 반면 Silvermate v. 1.5는 “조작이 복잡하다”, “터치패드 조작이 어렵다”, “기기 크기가 크고 설치가 어렵다”와 같은 의견이 다수 제시되어 시스템 사용성 점수 하락의 원인으로 작용한 것으로 보인다.

한편 규격, 무게, 안전성, 편안함, 효과성 항목에서는 세 집단 간 유의미한 차이가 나타나지 않았다. 다만 일부 응답에서는 “Silvermate v. 1.5 샤워 휠체어의 헤드 테스트가 필요하다”, “Etude의 크기가 크다”, “Hot Bath Shower Bench HP는 안전 벨트가 필요하다”와 같은 세부 개선점이 제시되어, 향후 사용자의 신체 특성과 공간 조건에 적합한 맞춤형 설계가 필요함을 시사한다.

종합적으로 볼 때 Etude는 자동화 기능과 구조적 안전성 덕분에 조절성과 내구성 측면에서 높은 평가를 받았으며, Hot Bath Shower Bench HP는 단순하고 직관적인 구조로 용이성과 시스템 사용성에서 우수한 평가를 보였다. 반면 Silvermate v. 1.5는 복잡한 구조와 시제품 단계의 불완전성으로 인해 조작 및 안전성 측면에서 낮은 평가를 받았다. 이러한 결과는 목욕 보조 로봇 및 기기의 사용성 향상을 위해 제품의 완성도, 조작의 직관성, 안전성 간의 균형이 중요함을 시사한다. 특히, 보조기기 및 로봇의 성능을 보장하기 위해서는 개발 단계에서부터 개별 구동 모듈의 기초 성능을 검증할 수 있는 체계적인 테스트베드와 실시간 데이터 분석 시스템의 구축이 필수적이다 [27]. 향후 연구에서는 시제품 단계의 돌봄로봇 개발 과정에서 사용자의 실제 피드백을 반영한 사용자 중심 설계(user-centered design) 접근이 필요하며, 돌봄자와 돌봄 받는 자의 상호작용이 원활히 이루어질 수 있는 피드백 기반 조작 인터페이스 개선이 요구된다.

한편, 사용자(돌봄자) 인터뷰를 종합하면 향후 목욕로봇 개발 시 1) 직관적이고 단순한 인터페이스, 2) 기기의 안전성, 3) 가정과 시설 모두에 적합한 컴팩트한 설계, 4) 세정 기능의 필요성, 5) 습한 환경을 고려한 전기 안전성에 대한 요구가 도출되었음을 알 수 있었다.

Etude는 자동세정 기능으로 돌봄 부담을 줄였으나 등, 허벅지 뒤와 같은 일부 부위 세정이 미흡하였고, Silvermate v. 1.5는 도킹 구조가 복잡하고 조작부가 직관적이지 않아 개선이 필요하였다. Hot Bath Shower Bench HP는 사용이 간편하고 가정 적용성이 높았으나 안전장치와 세정 기능이 제한적이었다. 이에 따라 새로운 목욕로봇은 상기 다섯 가지 요구를 통합하는 사용자 중심 설계(user-centered design)가 필요하다.

본 연구는 돌봄자를 중심으로 목욕보조 돌봄로봇 및 기기의 사용성을 평가하였으나, 다음과 같은 제한점이 있다. 첫째, 본 연구는 30명의 참여자를 3개 장비에 각각 10명씩 무작위 배정하여 사용성 평가를 수행하였으며, 집단 간 동질성을 확인한 후 비모수 통계 방법으로 분석하였다. 둘째로는 실제 돌봄자의 연령층이 주로 40~60대에 분포함에도 불구하고, 본 연구의 참여자는 20대 12명(40.0%), 30대 10명(33.3%), 40대 3명

(10.0%), 50대 4명(13.3%), 60대 1명(3.3%)으로 상대적으로 젊은 연령층이 다소 높은 비율을 차지하였다. 이에 따라 실제 돌봄 현장에서의 신체적 피로도나 조작 경험 차이가 충분히 반영되지 못했을 가능성이 있다. 셋째, 실험은 일회성 체험 기반으로 진행되어 장기 사용 시 발생할 수 있는 유지보수, 피로 누적, 학습효과 등의 요인을 고려하기 어려웠다. 따라서 추후 연구에서는 장기적 사용 경험과 반복 학습에 따른 사용성 변화, 그리고 돌봄자의 신체적, 심리적 부담 변화를 포함한 종합적인 분석이 필요하다. 마지막으로, 본 연구의 비교 대상 중 Silvermate v. 1.5는 시제품 단계인 반면, 타 장비들은 상용화된 제품이라는 점이 사용성 평가 결과에 영향을 미칠 수 있다. 그럼에도 불구하고 개발 초기 단계에서 상용 제품과의 상대적 격차를 실증적으로 확인하는 것은, 향후 시제품의 완성도를 높이기 위한 사용자 중심 설계 관점에서 필수적인 과정이다. 본 연구는 실제 돌봄자가 사용하게 될 목욕보조 로봇의 조작성, 편의성, 안전성에 대한 기초적 근거를 제시하였다는 점에서 의의가 있다.

VI. 결론

본 연구는 돌봄자를 중심으로 상이한 방식의 목욕보조 로봇 및 기기 3종(Silvermate v. 1.5, Etude, Hot Bath Shower Bench HP)의 사용성을 비교하였다. 분석 결과 조절, 내구성, 용이성, 시스템 사용성에서 집단 간 유의미한 차이가 확인되었으며, 이는 각 장비의 구조 및 인터페이스 특성과 제품 완성도 차이에 기인한 것으로 해석된다. 목욕 돌봄로봇은 직관적인 인터페이스와 안전성, 공간 효율적 설계, 그리고 실용적인 세정 기능을 모두 통합한 사용자 중심 설계를 지향해야 한다.

본 연구는 참여자 수와 연령 분포 등 제한에도 불구하고, 돌봄자가 목욕로봇에 대한 의견을 실증적으로 제시하였다는 점에서 의의가 있다. 향후 연구에서는 장기 사용 및 반복 학습에 따른 사용성 변화와 유지보수 소요를 분석하고, 주거 및 시설 등 다양한 환경에서의 실증을 통해 연구 결과의 일반화 가능성을 확보해야 한다.

REFERENCES

- [1] Statistics Korea, “2024 Statistics on the Elderly,” Statistics Korea, Oct. 24, 2025.
https://www.kostat.go.kr/board.es?mid=a10301060500&bid=10820&act=view&list_no=432917
- [2] H. J. Eom, “The role and direction of Daesoon Jinrihoe’s elderly welfare in the super-aged society,” *Journal of Daesoon Academic Science*, vol. 54, pp. 193–225, 2025.
- [3] D.-R. Kim, D.-Y. Bae, and D.-W. Bae, “Analysis of elderly care workforce in Korea and Japan: Focused on caregivers and visiting care workers,” *Journal of the Korea Academia-Industrial Cooperation Society*, vol. 24, no. 11, pp. 800–808, 2023.
- [4] Y.-J. Lee, “An analysis of operation status and benefits of long-term care worker support centers to strengthen consumer-centered elderly care in the aging era,” *Journal of Community Welfare*, vol. 89, pp. 1–22, 2024.
doi: <https://doi.org/10.15300/jcw.2024.89.2.1>

- [5] I.-S. Song, "A study on the effect of elderly hospital caregivers' care service quality on reuse intention: Focused on Chinese-Korean caregivers," *Journal of the Korea Academia-Industrial Cooperation Society*, vol. 20, no. 5, pp. 50-58, 2019.
<https://www.kais99.org/jkais/journal/Vol20No05/vol20no05p50.pdf>
- [6] H.-K. Choi, "Determinants of burnout among elderly care workers," *Korean Journal of Gerontology*, vol. 28, no. 1, pp. 157-176, 2008.
- [7] S.-Y. Hong, "Meanings and characteristics of care work as perceived by care workers in elderly care facilities," *Journal of Welfare for the Aged*, vol. 51, pp. 165-190, 2011.
- [8] S.-S. Ok and H.-S. Cho, "Perception types of job experience among care service workers," *Journal of Social Science Research*, vol. 32, no. 2, pp. 243-269, 2016.
- [9] S.-Y. Kim, H.-S. Jung, and D.-H. Lee, "Effects of job stress on turnover intention, job dissatisfaction, and psychological instability: Focused on workers in elderly care institutions," *Journal of Business Convergence*, vol. 10, no. 2, pp. 53-61, 2025.
- [10] S.-H. Son, Factors affecting job satisfaction of care workers, Ph.D. dissertation, Seoul National Univ., Seoul, South Korea, 2024.
- [11] J. Kim, "Efforts and Challenges for Medical Robots challenges for medical robots in South Korea," *Journal of the Institute of Control, Robotics and Systems (in Korean)*, vol. 30, no. 4, pp. 423-427, April 2024.
- [12] H.-J. Yoon, J.-W. Lee, H.-R. Shin, and Y.-S. Kim, "Effects of digital literacy of elderly care workers on acceptance of transfer-assist robots: The mediating effect of care robot self-efficacy," *Journal of Korean Institute of Information Technology*, vol. 22, no. 11, pp. 101-113, 2024.
- [13] Y.-H. Bae, "An ethical consideration of the development and service of care-assist robots: Focusing on transfer, posture change, eating, and excretion robots," *Journal of Korea Robotics Society*, vol. 17, no. 2, pp. 103-109, 2022.
- [14] H.-J. Yoon, H.-J. Lee, S.-W. Ban, Y.-R. Choi, H.-Y. Jung, H.-R. Shin, H.-S. Lim, and Y.-S. Kim, "A study on the experience and intention to use care robots among elderly care workers: Focusing on the usability evaluation of transfer-assist robots and occupational differences," *Proc. of the ICROS Annual Conference 2022*, pp. 333-334, 2022.
- [15] B.-Y. Kim, J.-Y. Han, H.-G. Kim, J.-S. Moon, and J.-B. Lee, "Usability evaluation of non-wearable walking assist robots for the elderly and experts," *Proc. of the ICROS Annual Conference 2018*, pp. 412-413, 2018.
- [16] Y.-H. Bae, D.-K. Lee, J. Gong, D.-I. Choi, and W.-K. Song, "A literature review on the development and service of care robots: Focusing on robot ethics and care ethics," *Proc. of the Korean Institute of Electrical Engineers Conference*, pp. 2464-2468, 2020.
- [17] E.-Y. Kwak and G.-R. Hong(Son), "An exploratory study on the use of care robots and assistive devices by caregivers of institutionalized elderly," *Journal of Korea Robotics Society*, vol. 18, no. 4, pp. 392-402, 2023.
- [18] A. Zlatintsi, A. C. Dometios, N. Kardaris, I. Rodomagoulakis, P. Koutras, X. Papageorgiou, ... and R. López, "I-Support: A robotic platform of an assistive bathing robot for the elderly population," *Robotics and Autonomous Systems*, vol. 126, 103451, 2020.
- [19] R. Madan, S. Valdez, D. Kim, S. Fang, L. Zhong, D. T. Virtue, and T. Bhattacharjee, "Rabbit: A robot-assisted bed bathing system with multimodal perception and integrated compliance," *Proc. of the ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction*, pp. 472-481, Mar. 2024.
- [20] Ministry of Health and Welfare, "MOHW launches user-centered care robot demonstration research project," Ministry of Health and Welfare, Jul. 12, 2023.
https://www.mohw.go.kr/board.es?act=view&bid=0027&list_no=1487694&mid=a10503010200&nPage
- [21] Amano Corporation, "Etude: Automatic shower bathing system," Amano Group, n.d.
<https://www.amano-grp.co.jp/products/shower-nyuyoku/etude/>
- [22] Aronkasei Co., Ltd., "Warm Bath Shower Bench HP Fit," Anju Nursing Care Products | Aronkasei, n.d.
<https://www.aronkasei.co.jp/anju/products/nyuyokukaigo-showerbench/1001254/>
- [23] S.-H. Lee, B.-G. Jung, and S.-Y. Park, "Korean translation and psychometric characteristics of QUEST 2.0," *Journal of Korea Academia-Industrial cooperation Society*, vol. 14, no. 7, pp. 3284-3292, 2013.
- [24] J.S. Kim, W.-K. Song, S.R. Han, and K.J. Lee, "A study on satisfaction with a meal-assistive robot among individuals with severe disabilities and caregivers: Using the K-QUEST to derive satisfaction and improvement needs," *Proc. of the Korean Society of Rehabilitation & Assistive Technology Annual Conference*, pp. 119-121, 2021.
- [25] S.H. Ryu and W.-K. Song, "Usability evaluation of the social robot Pepper in a smart care space," *Proc. of the Korean Society of Rehabilitation & Assistive Technology Annual Conference*, pp. 16-17, 2023.
- [26] J. Brooke, "SUS: A quick and dirty usability scale," *Usability Evaluation in Industry*, vol. 189, no. 194, pp. 4-7, 1996.
- [27] H.-T. Lee, J.-G. Park, M.-K. Jeon, S.-H. Park, and H.-J. Shin, "Development of a testbed for evaluating the functions and performance of various MPK," *Journal of the Institute of Control, Robotics and Systems (in Korean)*, vol. 31, no. 3, pp. 167-174, 2025.



백정은

2020년 대구대 작업치료학과 졸업. 2024년 대구대 재활학과 석사. 2024년~현재 경희대학교 노인학과 박사과정. 2022년~현재 국립재활원 재활보조기술연구과 연구원. 관심분야는 돌봄로봇, 스마트 홈, AgeTech, 장애인, 사용자중심.

**송 원 경**

2001년 KAIST 전기및전자공학과 박사.
2001~2008년 삼성SDI 책임연구원. 2008~
2014년 국립재활원 재활연구소 재활보
조기술연구과 공업연구관. 2014~현재 국
립재활원 재활연구소 재활보조기술연구
과장. 관심분야는 재활로봇, 돌봄로봇, 재활
공학, 인간-로봇 상호작용.