

유니버설 디자인 설계 기반의 에어방석 개발 연구

Development of an Air Seat Based on Universal Design Principles

김서현*

홍익대학교 국제디자인전문대학원 디자인경영

조규형*

홍익대학교 일반대학원 기계공학과

김태근*

홍익대학교 국제디자인전문대학원 스마트디자인엔지니어링

이지현*

홍익대학교 국제디자인전문대학원 스마트디자인엔지니어링

박기철**

홍익대학교 기계시스템디자인공학과 교수

Seohyun Kim

Master, Design Management, IDAS, Hongik University

Kyuhyoung Cho

Master, Mechanical Engineering, Hongik University

Teageun Kim

Master, SDE, IDAS, Hongik University

Jihyun Lee

Master, SDE, IDAS, Hongik University

Kicheol Park

Professor, Dept. of MSDE, Hongik University

•Key words: Universal Design, Air Seat, Spinal Cord Injury

1. 서론

고령화 사회의 도래와 함께 신체적 제약을 가진 사용자의 일상생활 보조를 위한 디자인의 중요성이 점점 커지고 있다. 특히 휠체어 사용자는 장시간 착석으로 인해 체압이 한 부위에 집중되면서 육창이 발생하는 문제가 빈번하게 나타난다.¹⁾ 이러한 문제는 단순히 의학적 치료의 영역을 넘어, 사용자의 삶의 질과 직접적으로 연관되어 있다. 기존의 방석 제품은 일정한 형태와 단일 압력 분포로 구성되어 있어 사용자의 자세 변화나 체중 이동에 실시간으로 대응하기 어렵다. 따라서 본 연구는 유니버설 디자인(Universal Design) 원칙을 기반으로, 누구나 편안하고 안전하게 사용할 수 있는 에어셀 기반 자동 압력 조절형 방석을 개발하고자 한다.

에어 방석 개발은 기술적 기능성과 디자인적 심미성을 결합하여, 물리적 제약이 있는 사용자뿐만 아니라 일반 사용자에게도 보편적 사용성을 제공하는 것을 목표로 한다.

휠체어 사용 과정에서 발생하는 자세 무너짐 문제를 파악하기 위해 먼저 척수손상, 소아마비, 신경손상 장애인 3명을 대상으로 FGI(Focus Group Interview) 인터뷰를 진행하여 휠체어 기반 일상 전반의 경험을 확인하였다. 이 과정에서 기상 직후 휠체어 탑승, 이동, 식사, 화장실 이용 등 연속된 활동 속에서 체간이 서서히 전방으로 쏠리지만 이를 즉각적으로 인지하기 어렵다는 공통적 어려움이 도출되었다. 이후 해당 문제의 구체적 원인과 체감 양상을 심층적으로 확인하기 위해, 파도타기 척수병증 하지마비 휠체어 사용자 1명과 C6 척수손상 사용자 1명을 대상으로 반구조화 형식의 심층 인터뷰를 추가로 실시하였다. 그 결과, 사용자는 자세가 무너지는 순간을 스스로 알아차리지 못하거나, 인지하더라도 중심을 되돌리기 위한 수단이 부족함을 반복적으로 호소하였고, 이는 자세 무너짐을 감지하고 보정할 수 있는 피드백 시스템의 필요성을 시사한다. 주요 내용은 [표 1]에 정리하였다.

[표 1] 인터뷰 결과

인터뷰 방법 및 대상자	페인포인트
척수손상 장애인, FGI	좌우 균형 유지가 어렵고, 장시간 착석 시 허리와 엉덩이 부위에 집중 압력이 발생함. 착석 중 체온 상승이나 습기에 민감하여 땀으로 인한 피부 손상이 동반됨.
파도타기 척수병증 하지마비 장애인 반구조화 심층 인터뷰	하반신 감각 저하로 인해 장시간 착석 시 암박 부위를 인지하지 못해 육창이 쉽게 발생하며, 체위 변경이 어려워 장시간 동일 자세 유지로 통증과 피로도가 누적됨.
C6 척수손상 장애인	상 · 하체 마비로 인해 체중 분산이 어렵고, 팔의 균력이 약해 스스로 체위를 조정하기 힘듦. 공기압 변화나 쿠션 변형을 감지하기 어려워 착석 시 불균형이 자주 발생함.

2. 유니버설 디자인

유니버설 디자인은 “모든 사람을 위한 디자인”을 의미하며, 제품과 환경이 연령, 성별, 신체 능력에 관계없이 누구에게나 사용 가능해야 한다는 철학을 담고 있다.²⁾ 그 중에서도 공정한 사용, 사용상의 융통성, 간단하고 직관적인 사용, 인지 할 수 있는 정보, 실수 방지, 적은 신체적 노력, 접근 및 사용을 위한 공간과 크기의 7대 원칙을 제품 개발의 기준으로 삼아 적용하였다.

3. 심층 인터뷰 페인포인트(Painpoint) 도출

1) 장원호. (2023). 휠체어 사용자의 육창 예방을 위한 센서 기반 방석에 대한 고찰. 대한보조공학기술학회지, 15(1), 1-11.

2) 이성용. (2018). [유니버설 디자인] 경계와 장애를 허무는 ‘유니버설 디자인’. 특허뉴스, 94-94.

4. 에어방석 유니버설 디자인 고려사항

유니버설 디자인 설계 원칙에 따라 에어방석 디자인 고려사항을 적용하였고 [표 2]에 정리하였다.

[표 2] 유니버설 디자인 설계 원칙에 따른 디자인 고려사항

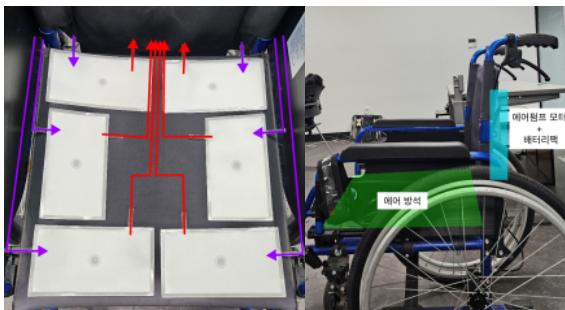
UD 설계 7원칙	디자인 고려사항
공정한 사용	휠체어 사용자뿐 아니라 허리 질환자, 장시간 착석이 필요한 직장인과 학생 등 다양한 사용자가 편안하게 사용할 수 있도록 설계한다.
사용상의 융통성	사용자 체형, 자세, 착석 습관에 따라 자동으로 공기압이 조절되어 개인별 신체 조건에 맞는 맞춤형 착석 환경을 제공한다.
간단한 직관적인 사용	휴대폰 또는 전용 컨트롤러를 통해 공기압을 손쉽게 조절할 수 있는 직관적인 인터페이스를 제공한다.
인지할 수 있는 정보	공기압 변화나 착석 상태를 시각적·촉각적 신호로 인식할 수 있어, 사용자가 현재 상태를 쉽게 파악할 수 있도록 한다.
실수에 대한 방지	사용 중 과도한 압력이 감지될 경우 자동으로 공기 주입을 차단하여 사용자에게 신체적 부담이나 위험이 발생하지 않도록 한다.
적은 신체적 노력	자동 펌핑 시스템을 적용하여 별도의 수동 조작이 필요 없으며, 최소한의 신체적 노력으로 작동이 가능하도록 한다.
접근과 사용을 위한 크기와 공간	휠체어 및 다양한 의자 규격에 맞춰 설치할 수 있도록 차수를 표준화하여, 누구나 편리하게 접근하고 사용할 수 있도록 설계한다.

다양한 사용자가 편안하게 착석할 수 있도록 공기압 자동 조절 시스템과 직관적인 인터페이스를 적용하였다. 이를 통해 장애인뿐 아니라 일반 사용자도 신체 조건에 맞춰 안전하고 효율적으로 사용할 수 있는 보편적 제품 설계를 구현하였다.

5. 프로토타입 제작

5-1. 디자인 요소

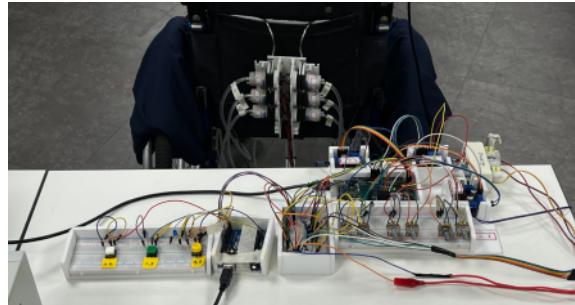
휠체어에서 크게 두 가지 영역으로 설계하였는데, 에어방석은 휠체어 시트에 올려두고, 제어장치 및 모터는 휠체어 등받이에 배치하였다. 에어방석에는 우레탄 에어셀 6개와 32채널 압력 센서, 메쉬로 이루어진 프레임으로 구성하였으며, 휠체어 등받이에 설치된 장치는 배터리 포함하여 에어펌프, 솔레노이드 벨브, 실리콘 에어 호스로 구성하였다. 또한, 공기흐름을 [그림 1]와 같이 설정하였는데, 옆에서 공기를 주입하고, 중앙 안쪽에서 공기가 빠져나가는 흐름으로 설계하였다.



[그림 1] 에어방석 제작 구상

5-2. 내부 구성

에어펌프를 제어하기 위해 모터 드라이버를 사용하였고, 마이크로컨트롤러는 Arduino Mega 2560로 사용하였고, 가변저항과 버튼을 통해 사용자가 적합하게 공기를 주입하였다.



[그림 2] 회로 구성도

6. 파일럿 테스트

파일럿 테스트는 에어셀 공기압 변화가 착석 자세에 미치는 영향을 검증하기 위해 수행하였다. 정면과 측면에 카메라를 배치하여 착석자의 어깨와 골반의 수평, 몸 중심선을 촬영하고 이를 기반으로 자세 변화를 분석하였다. 우측 3개, 좌측 3개, 전방 2개의 에어셀 조합으로 공기 주입하였으며, 3명의 피실험자는 이완 상태에서 공기가 주입되는 에어셀에 몸을 맡기도록 하였다. 분석 결과, 좌우 조건 간에는 큰 차이가 나타나지 않았으나, 몸 중심선 각도는 우측 에어셀에 공기를 주입했을 때 평균 2.38°로 기울어졌고, 전방 에어셀에 공기를 주입했을 때에는 평균 2.63°의 변화가 관찰되었다. 골반 기울기 또한 평균 3.88° 변화를 보여, 방석의 공기압 입력만으로도 좌우 체중 중심의 실질적인 변화가 발생함을 확인하였다.

7. 결론

에어방석은 휠체어 사용자들이 겪는 착석 불편과 체압 불균형 문제를 해결하기 위해 유니버설 디자인 원칙을 적용하여 개발하였다. 사용자 관찰을 통해 주요 페인포인트를 도출하고 이를 기반으로 공기압을 조절할 수 있는 구조와 형태적 안정성을 고려한 디자인을 제시하였다. 완성된 에어방석은 착석 시 체중 분산과 자세 유지를 지원하며 사용자가 스스로 공기압을 조절하여 개인의 신체 조건에 맞는 편안한 착석감을 얻을 수 있도록 설계되었다. 이러한 설계 과정은 단순한 기능적 개선을 넘어 장애 유무에 관계없이 누구나 사용할 수 있는 포용적 제품으로의 발전 가능성을 보여준다.

다만 본 실험은 제한된 인원을 대상으로 한 초기 검증 단계에 머물렀다는 점에서 한계가 있다. 이에 따라 유니버설 디자인 설계 원칙에 따라 제시된 고려사항이 실제로 적절히 반영되었는지를 확인하기 위해 파일럿 테스트를 기반으로 피실험자 수를 확대하여 추가 실험을 진행할 계획이다. 향후 연구에서는 다양한 사용자 피드백을 반영한 시제품 고도화와 실증평가를 통해 보다 완성도 높은 유니버설 제품으로 발전시킬 수 있을 것으로 기대한다.

참고문헌

- 이성용. (2018). [유니버설 디자인] 경계와 장애를 허무는 '유니버설 디자인'. 특허뉴스, 94-94.
- 장완호. (2023). 휠체어 사용자의 옥창 예방을 위한 센서 기반 방석에 대한 고찰. 대한보조공학기술학회지, 15(1), 1-11.