

An analysis of existing products for deriving ergonomic design factors

Yeongchan Kwak, Jonghyun Kim, HyunHo Choi, KeyoungJin Chun

Gerontechnology Center, KITECH, Cheon-An

ABSTRACT

Objective: In this study, conclusion of the ergonomic design factors by design evaluation based on the experimental using existing electric beds. **Background:** Increasing demand for electric bed with an increasing number of elderly people living in hospitals or elderly nursing home due to aging. However, lack research about convenience or design of electric bed. **Method:** In this study, we analyze the design factors by using two type of electric bed; (1) Extracts the body size applied electric bed, (2) Dimensional analysis of the existing electric bed, (3) Motion analysis of existing products and interlocking pattern analysis of body pressure. **Results:** Experimental results of interlocking pattern analysis by motion analysis and analysis of body pressure. **Conclusion:** Suggestion the design elements for ergonomic design of electric bed. **Application:** The results of this study, expected to be applied the design of electric bed and evaluation of various age-friendly products and a study on drawn design elements.

Keywords: Electric bed, Ergonomic design, Design factor, Motion analysis, Interlocking pattern

1. Introduction

최근 고령화의 급속한 진행은 세계적인 추세이며, 중요한 사회 문제로 부각되고 있다. 한국은 이미 2000년에 고령화 사회 (65세 이상, 7%) 로 진입한 이래, 2050년에 65세 이상 인구는 전체의 약 40%가 될 것으로 전망된다. 이에 맞춰 노인복지에 관련된 많은 제도가 시행되고 있으며, 복지용구의 수요도 증가하고 있는 추세이다. 따라서 복지용구는 점차 노인의 삶을 윤택하게 하는 선택사항이 아닌 필수사항으로 받아들여지고 있다.

전동침대는 한국의 전통적인 좌식문화에서 침대생활로 변화됨에 따라, 사용빈도 및 보급이 점점 증가하고 있으며, 사용성 및 디자인적 측면에서 제품에 대한 개발과 평가의 필요성이 증가되고 있다. 따라서 전동침대에 대한 제품 디자인 및 평가는 고령자의 안전과 전동침대의 사용성을 향상하기 위하여 필수적으로 수행되어야 한다.

고령자들의 사용제품에 대한 사용성 문제는 사용상의 불편뿐만 아니라, 고령자의 상해를 가져올 수 있는 심각한 사고로 연결될 수 있다. 특히 고령자들은 청장년층과 비교하여 여러 가지 기능에서 현저히 저하된 능력을 갖고 있다

(Arthur & Wendy, 1997). 고령자들의 신체 및 정신적 능력의 감퇴는 고령자의 사고 유발 가능성을 높이고 있다.

제품 안전사고의 경우, 60세 이상 사용자의 사고발생 비율이 60세 미만의 사용자에 비해 훨씬 높은 것을 확인할 수 있다 (소비자시대, 2007).

전동침대의 디자인은 이러한 안전사고와 밀접한 관계가 있으므로, 본 연구에서는, 노인을 위한 전동침대의 적합한 설계와 개선을 위하여 인체치수의 추출 및 기존 전동침대에 대한 치수분석, 그리고 기존제품의 동작분석 및 연동패턴에 따른 체압분석을 통해, 전동침대의 인간공학적 디자인을 위한 디자인요소를 정리하였다.

2. Method

2.1 Anthropometric research

전동침대의 설계 시, Overall Size 선정을 위하여, 한국인 표준체형 (제 5차 한국인 인체치수조사, 2004)을 고려하여 인체치수를 추출하였다.

전동침대의 Bed부 및 Stroke을 선정하기 위하여, 전동침대 주 사용자인 60대 남/녀에 대한 주요신체 데이터 (Table 1) 및 요양원의 주 수발자인 40대 여성에 대한 주요신체 데이터 (Table 2)를 정리하였으며, 극단치를 이용한 설계를 적용하여 95% tile의 데이터를 사용하였다.

Bed부의 크기는 큰 사람을 기준으로 하여, 거의 모든 사람을 수용할 수 있도록 하여야 한다. 따라서, 길이는 60대 고령자의 키 95% tile 값 (1,713mm)을 고려하였고, 폭은 60대 고령자의 위팔사이너비 95% tile 값 (469.5mm)과 40대 수발자의 손너비*2 (167mm)의 합을 고려하였다. 위팔사이너비는 양쪽 어깨세모근점 사이의 수평거리로서, 통상 외상의 최대폭으로 선정하며, 요양원 및 병원의 전동침대의 경우, 수발자의 개입이 필요하므로, 양쪽으로 두 명분의 손너비를 포함하였다. 전동침대의 최저 지상고는 요양원의 저장형 침대 최저높이 (550mm)를 고려하였고, 최대 지상고는 수발자의 편의성을 최대로 할 수 있도록, 40대 여성의 굽힌팔꿈치높이 95% tile 값 (1,012mm)을 고려하였다. 최대허용하중은, 전동침대의 주 사용자인 60대 고령자의 최대 몸무게 95% tile 값 (76.6kg)을 고려하였다.

2.2 Analyzing dimension of existing bed

시중에서 판매중인 전동침대 중 대표적인 제품 세 가지에 대하여, Overall Size, Mattress Size, 조절 가능 각도 등 치수 데이터를 정리하였다 (Table 3).

시중에서 판매중인 전동침대 중 대표적인 제품에 대하여, Overall Size, Mattress Size, 조절 가능 각도 등 치수 데이터를 정리하였다. 정리된 결과에서, 침대 전체의 Overall Size 평균은 975mm*2,095mm (Width*Length)이며, 높이는 265mm~588mm로 약 323mm의 이동거리를 가지는 것이 확인되었다. 매트리스의 Overall Size 평균은 890mm*1,937mm *98mm (Width*Length*Height)로 확인되었다. 등받이 각도는 세 가지 제품 모두 0~75°까지 조절이 가능하며, 다리받침대는 평균 0~25°까지 조절이 가능하다.

2.3 Motion analysis and body pressure of existing bed

전동침대 자체의 연동 패턴 특성 변화에 따른 사용자의 접촉압력, 수직력 (Normal Force), 전단력 (Shear Force) 분포 특성 변화를 분석하여, 전동침대 연동 패턴이 욕창발생 위험성을 실제 어느 정도 감소시킬 수 있는지를 정량적으로 확인하고자, 시중에 판매중인 전동침대 제품 2개에 대하여 실험을 실시하였다.

피검자 선정은 한국인 표준체형 (제5차 한국인 인체치수

Table 1. Physical measurements data of primary users (60~69 years/Korean elderly)

	평균	5% tile	95% tile
키	1,581.8 mm	1,455.5 mm	1,713 mm
위팔사이너비	431.29 mm	387 mm	469.5 mm
몸무게	62.02 kg	48 kg	76.6 kg

Table 2. Physical measurements data of primary caregivers (40~49 years/Korean female)

	평균	5% tile	95% tile
손너비	77.97 mm	70.5 mm	83.5 mm
굽힌팔꿈치높이	957.49 mm	896.5 mm	1,012 mm

Table 3. Dimensions data of main electric beds

구분	Model	PZB-H3S	KQ-86320	FBK-730
	Model Figure			
Source	Maker	Platz	Paramount	Francebed
	Head office	Japan	Japan	Japan
Overall Size	Width	1,005mm	998mm	922mm
	Length	2,075mm	2,030mm	2,115mm
	Stroke	300~600mm (300mm)	250~580mm (330mm)	245~585mm (340mm)
Mattress Size	Width	910mm	910mm	850mm
	Length	1,950mm	1,910mm	1,950mm
	Height	115mm	100mm	80mm
Adjust the Angle	Seat-back	0~75°	0~75°	0~75°
	Leg-rest	0~25°	0~30°	0~20°
Body Weight		98.4kg	87.5kg	80kg

조사, 2004)에 근거하여, 고령자 표준 신체 조건에 근사하는 7명의 여성 피검자 (나이: 65.6±4.1세, 신장: 151.2±3.8cm, 무게: 62.6±5.6kg)를 선정하였다.

실험에서 사용한 전동침대는 시장가격, 시장점유율, 판매량, 사용자 접근성, 제조사 인지도, 실험 편의성을 바탕으로 적합한 2개의 제품 (Type A: KQ-86320, Paramount Bed, Japan and Type BL PZB-H3S, Platz Bed, Japan)을 선정하였다.

선정된 전동침대에 내장된 연동패턴을 적용하여, 전동침대를 구동하였으며, 각 전동침대 연동 패턴의 특성은 10대의 적외선 카메라를 사용한 삼차원 동작 분석시스템 (VICON Motion System Ltd., UK)을 사용하여 평가하였다. 접촉면적 및 최대 압력을 측정하기 위해 전동침대용 매트

리스 위에 침대용 압력측정시스템 (Pliance FTX, Novel, Germany)을 사용하였으며, 주요 인체 부위에서의 접촉면적 및 최대 압력 분포 변화를 측정하였다(Figure 1). 이 때 모든 실험은 동일한 과정을 3회 반복 실시함으로써, 측정 오차를 최소화 하였다.

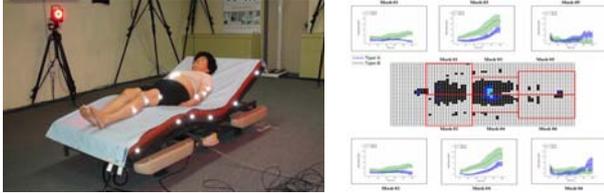


Figure 1. Configuration of motion and pressure analysis experiments with VICON motion system and pressure measuring system

획득한 데이터는 상호간의 통계적 유의성을 파악하기 위하여 대응 표본 T 검증 (Paired T-test)과 일원배치 분산분석 (One way ANOVA)을 수행하였으며, 모든 통계분석에 있어서 유의수준은 0.05로 설정하였다.

3. Results

3.1 The result of motion analysis

삼차원 모션캡처에서 획득한 전동침대의 거동각도, 속도를 토대로 각 전동침대를 분석한 결과, Type A의 경우 총 동작시간은 30초, Type B의 총 동작시간은 20초로 파악되었다. Type A는 등 지지판이 상승하여 환자가 미끄러지는 것을 방지하기 위해 초기 7 초간 다리 지지판이 30°로 상승하고, 후반 10초간 다리 지지판의 각도가 15°를 이루면서 환자의 각 관절이 과굴곡 (Hyper Flexion) 되는 것을 방지해 주었다. Type B의 경우, dusehd 모드 초기에 다리 지지판이 상승하였고, 지지판의 각도가 70°에 이르면, 다리 지지판의 각도가 0°를 이루면서 무릎관절이 신전 (Extension)되어 환자의 둔부에 최대 압력이 증가하는 현상이 확인되었다.

3.2 The result of body pressure

전동침대의 연동 패턴 특성 변화에 따른 최대 주요 인체 부위의 압력 특성 변화는, 머리와 둔부에서 발생하는 압력이 Type B에서 더 크게 측정되었다. Type A의 연동모드에서는 후반부에 다리 지지판이 약 15°로 상승하게 되어, 다리의 최대 압력이 증가하는 것으로 판

단된다. 또한 전동침대 연동모드 수행 시 각 전동침대와 피검자 사이에 접촉면적은 측정된 최대 압력 값과 상응하는 결과 값을 보였다.

4. Conclusion

전동침대의 연동 패턴 특성 변화에 따른 접촉면적, 최대 압력 분포, 수직력, 전단력의 변화를 분석한 결과, 등지지판과 다리지지판 사이의 상호간 각도 조합에 따라 사용자 주요 인체부위의 접촉면적, 최대 압력 분포, 수직력, 전단력의 특성 변화가 유사하게 변화하는 것이 확인되었다 ($p < 0.05$).

따라서 전동침대의 장시간 사용에 따른 사용자의 편의성을 높이기 위하여, 인체 특성과 전동침대의 연동 패턴 특성, 그리고 인간공학적 디자인의 적절한 조합할 경우, 다양한 고령친화제품의 평가 및 디자인요소 도출을 위한 연구에 적용 가능할 것으로 기대된다.

Acknowledgements

This work was supported by the Hanlim Medical Equipment Co.,Ltd (PIP11090).

References

- Resident Registered Population Statistics, *the Ministry of Public Administration and Security*, 2010.
- A.D. Fisk, Human Factors and the older adult, *Ergonomics in design*, January, 8-13, 1999.
- Jaichandar K. S, Mohan Rajesh Elara, Sampath Kumar, Adrian Chua, "A semi autonomous control and monitoring system for bed sores prevention", *International Convention On Rehabilitation Engineering & Assistive Technology*, 245-248, 2007.
- Maki Mimura, Takehiko Ohura, Makoto Takahashi, Ryuji Kajiwara, Norihiko Ohura, "Mechanism leading to the development of pressure ulcers based on shear force and pressures during a bed operation: Influence of body types, body positions, and knee positions, *Wound Repair and Regeneration*, 17, 789-796, 2009.