

전동침대 연동 패턴 변화에 따른 사용자 주요 접촉 부위에서의 특성변화분석

The Analysis of Characteristics of Interface Pressure by Changes of Interlocking Pattern in Electrical Bed

*최현호¹, 김종현¹, 홍재수¹, 전경진¹, #임도형¹

*H. H. Choi¹, J. H. Kim¹, J. S. Hong¹, K. J. Chun¹, #D. H. Lim¹,
¹ 한국생산기술연구원

Key words : Interlocking Characteristics, Bedsore, Interface Pressure Distribution

1. 서론

간병용 전동침대는 거동이 불편한 환자나 노약자 등이 오랜 기간 동안 누워서 생활하는데 사용되고 있으나, 장기간 사용에 따른 욕창발생의 위험성이 높은 것으로 보고되고 있다.¹ 이러한 문제점을 해결하기 위하여 현재 간병인이나 간호사들이 일정 시간 간격으로 환자의 체위를 변환시켜 욕창발생의 위험성을 최소화 하고자 하고 있다.² 그러나 간병인이나 간호사들이 직접 환자의 체위를 변환하는데 있어 많은 노동력, 시간, 인력이 요구되는 문제점을 내포하고 있는 실정이다.³ 이러한 문제점은 결국 환자 관리의 부실로 이어져 효과적으로 욕창발생 위험성을 예방하는데 한계점을 발생시키고 있는 실정이다.⁴

최근 전동침대 연동 패턴 특성의 조절을 통하여 욕창발생 위험성을 감소시킬 수 있을 것이라는 가능성이 Lesley 등¹, Evan 등², Maki 등³의 연구들로부터 논의되었다. 그러나 이러한 연구는 그 가능성만을 정성적으로 논의하고 있으며, 욕창발생 위험성을 어느 정도 감소시킬 수 있을지에 대한 정량적 기준 및 전략을 제시하지 못하였다. 따라서 본 연구는 주요 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 한다. 또한 이를 바탕으로 욕창발생 위험성을 감소시킬 수 있는 연동 패턴 특성에 대한 정량적 기준 및 전략을 제시하고자 한다.

2. 실험방법

2.1 피검자 선정

디지털 한국인에서 제공하는 DB에 근거하여 고령자 표준 신체 조건에 근사 하는 7 명의 여성 피검자 (나이: 65.6 ± 4.1 세, 신장: 151.2 ± 3.8cm, 무게: 62.6 ± 5.6kg)를 선정하여 실험을 수행하였다 (Fig. 1).

2.2 전동침대 선정

실험에서 사용한 전동침대는 시장가격, 시장점유율, 판매량, 사용자 접근성, 제조사 인지도, 실험 편의성을 바탕으로 적합한 2 개의 제품 (Type A: KQ-86320, Paramount Bed, Japan and Type B: PZB-H3S, Platz Bed, Japan)을 선정하였다 (Fig. 1).



Fig. 1 Participants (Left) with specific marker set and Electrical bed (Right) selected in the current study

2.3 전동침대 구동방법

선정된 전동침대 각각에 내장된 연동 패턴을 적용하여 전동침대를 구동하였다. 각 전동침대 연동 패턴의 특성은 아래의 삼차원 동작 분석시스템(VICON Motion System Ltd., UK)을 사용하여 평가하였으며, 결과적으로 서로 다른 연동 패턴 특성을 가지고 있는 것을 확인 할 수 있었다.

2.4 데이터 측정 및 획득

10 대의 적외선 카메라를 사용한 삼차원 동작 분석시스템을 사용하여 전동침대 연동 패턴 특성 변화를 측정하였다(Fig. 2). 이때, 선행 실험에서 수행된 결과를 바탕으로 자체적으로 고안된 마커셋(Fig. 1)을 전동침대에 적용하여 전동침대 연동 패턴 특성 변화를 측정하였다. 또한 획득된 각 전동침대 연동 패턴 특성을 아래의 가상 전동침대 모델에 적용하여 근골격계 모델링 및 분석에 활용하였다(Fig. 3).

접촉면적 및 최대 압력을 측정하기 위해 전동침대용 매트리스 위에 침대용 압력측정시스템 (Pliance FTX, Novel, Germany)을 사용하여 연동 패턴 특성 변화에 따른 사용자의 주요 인체 부위(좌·우 등, 좌·우 둔부-대퇴, 좌·우 하퇴)에서의 접촉면적 및 최대 압력 분포 변화를 측정하였다(Fig. 2). 이때 모든 실험은 측정 오차를 최소화하기 위해 동일한 과정을 3 회 반복하여 실험을 수행하였다.



Fig. 2 Configuration of motion and pressure analysis experiments with VICON motion system and pressure measuring system

2.5 삼차원 근골격계 모델링 및 분석

BRG. LifeMOD (LifeModeler, Inc., USA)을 이용하여 전동침대 및 피검자에 대한 통합형 삼차원 근골격계 모델을 구현하였다. 이때 모델의 동작 구동을 위하여 삼차원 동작 분석시스템에서 획득된 전동침대 연동 패턴 운동 특성 정보를 활용하였다. 이렇게 구현된 모델로부터 연동 패턴 특성 변화에 따른 사용자의 주요 인체 부위에서의 수직력 및 전단력 변화를 계산하였다(Fig. 2). 추가적으로 모델로부터 계산된 수직력과 위의 압력측정시스템으로부터 측정된 수직력을 비교하여 구현된 모델의 검증은 수행하였다.

2.6 통계분석

획득된 데이터간 통계적 유의성을 파악하기 위하여 대응 표본 T 검정(paired T-test)과 일원배치 분산분석(One Way ANOVA)을 수행하였다. 모든 통계분석에 있어서 유의수준 (α)은 0.05 로 설정하였다.

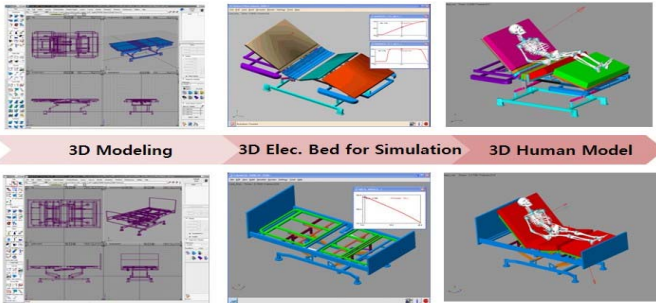


Fig. 3 Development of 3D musculoskeletal models integrated with electrical beds (Type A : upper, Type B : lower)

3. 실험결과

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

전동침대 연동 패턴 특성 변화에 따른 최대 주요 인체 부위에서의 압력 특성 변화를 Fig. 4와 Fig. 5에 나타내었다. 머리와 둔부에서 발생하는 최대압력은 Type B의 전동침대를 사용하였을 때 더 큰 압력을 나타냈다. 다리부분에서 발생하는 최대 압력은 연동모드 초기에 Type B가 더 크게 나타났으며 연동모드 후반에서는 Type A에서 더 크게 측정되었다(Fig. 5). Type A의 연동모드에서는 후반부에 다리 지지판이 약 15°로 상승하게 되어지는 현상에 의해 다리의 최대 압력이 증가하는 것으로 판단되어진다. 전동침대 연동모드 수행 시 각 전동침대와 피검자 사이에 접촉면적은 측정된 최대 압력값과 상응하는 결과 값을 보였다.

통합형 삼차원 근골격계 모델을 사용하여 계산된 수직력과 압력측정시스템에서 측정된 수직력은 유사한 경향을 보였으며, 이를 통하여 본 연구에서 구현된 모델에 대한 신뢰성을 확인하였다. 모델로부터 계산된 수직력 및 전단력은 압력측정시스템에서 분석된 결과와 같이 전동침대 연동 패턴 특성 변화에 따라 그 특성이 변화됨을 확인 할 수 있었다(Fig. 6). 이러한 특성은 위의 압력측정시스템에서 분석된 결과와 동일한 양상을 보임을 확인 할 수 있었다.

4. 토론 및 결론

전동침대 연동 패턴 특성 변화에 따른 접촉면적, 최대 압력 분포, 수직력, 그리고 전단력 특성 변화를 분석한 결과 등지지판과 다리지지판 사이의 상호간 각도 조합에 따라 사용자 주요 인체부위에서의 접촉면적, 최대 압력 분포, 수직력 그리고 전단력의 특성 변화가 유의하게 분석되었다(p<0.05). 이러한 결과는 전동침대의 장기간 사용에 따른 욕창발생을 최소화하기 위하여, 사용자 인체 특성과 전동침대 자체의 연동 패턴 특성을 적절하게 조절하는 것이 욕창 발생 위험성을 감소시키는데 주요한 고려 사항일 수 있음을 나타낸다. 따라서 본 연구의 결과를 토대로 전동침대 연동 패턴에 대한 정량적 기준을 마련하여 기존 전동침대의 연동 프로그램 알고리즘에 적용 할 경우, 간병인이나 간호사의 도움 없이 장기간 전동침대를 사용하는 환자 욕

창발생 예방에 많은 도움을 줄 수 있을 것으로 사료된다.

참고문헌

1. Lesley Stockton, Krzysztof S. Gebhardt, Michael Clark, "Seating and pressure ulcers: Clinical practice guideline", Journal of tissue viability, 18, 98-108, 2009.
2. Evan Call, Loyal Baker, "How does bed frame design influence tissue interface pressure? A comparison of four different technologies designed for long-term or home care", 17, 22-29, 2007.
3. 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.
4. 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.

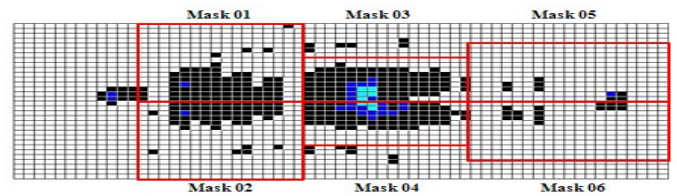


Fig. 4 Pressure distribution for left back (mask 01), right back (mask 02), left buttock-upper leg (mask 03), left buttock-upper leg (mask 04), left lower leg (mask 05), right lower leg (mask 06)

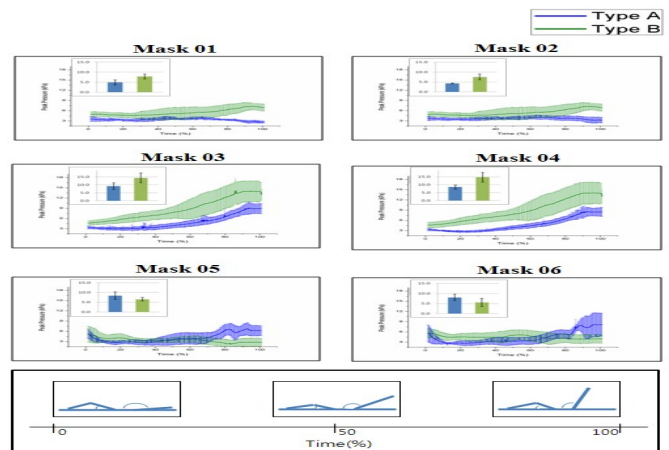


Fig. 5 Alteration of peak pressure over time in interlocking operation of electrical bed

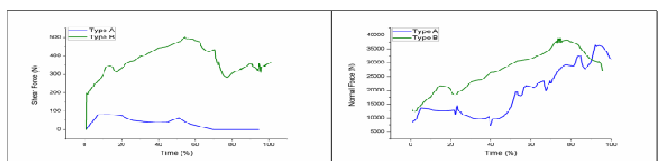


Fig. 6 Normal and shear forces predicted from musculoskeletal model integrated with electrical bed