Journal of the Ergonomics Society of Korea
Vol. 28, No. 4 pp.125-137, November 2009

전동침대의 인체측정학적 분석과 높이에 따른 기립 동작의 기초 연구

강 병 기 · 정 광 태

한국기술교육대학교 디자인공학과

Anthropometric and Standing Action Analysis for Electric Adjustable Bed

Byeong Ki Kang, Kwang Tae Jung

Department of Industrial Design Engineering, KUT, Cheonan, 330-708

ABSTRACT

Recently, the frequency in use of electric adjustable bed is going up by an increase in the elderly population. In bad ergonomic design for an electric adjustable bed causes some problems in the aspects of usability and safety. In particular, lots of accidents came from going up or going down an electric adjustable bed. In that case, the height of bed is very important factor for preventing an accident. This problem is related to its anthropometric factors. Therefore we carried out its anthropometric analysis and old people's standing action according the height of electric adjustable bed as an experimental study. As a result, we proposed some anthropometric design criteria and identified the effect of bed height when old people use it.

Keyword: Electric adjustable bed, Anthropometric analysis, Standing action, EMG

1. 서 론

1.1 연구배경 및 목적

최근 노인인구가 증가함에 따라 대한민국은 이미 고령사회로 접어들었고, 초 고령사회로 나아가고 있다. 이에 맞춰 노인복지에 관련된 많은 제도가 시행되게 되었으며 복지용구의 수요도 증가하게 되었다. 따라서 복지용구는 점차 노인의 삶을 윤택하게 하는 선택사항이 아닌 기본적인 필수용품으로 받아들여지고 있다.

본 연구는 여러 가지 복지용구 중에서 하루 생활의 시작과 종료를 함께하는 침대에 대해서 다루었다. 그리고 특히 고령자가 스스로 활동할 수 있도록 편리한 기능을 제공하는 전동침대는 노인장기요양보험의 급여대상 품목에 추가되어 그 필요성이 더욱 높아지고 있다.

현재 전동침대는 매우 다양한 제품이 출시되고 있으며 사용자층도 노약자뿐만 아니라 일반인에 이르기까지 넓어지고 있다. 하지만, 전동침대가 가장 절실하게 필요한 노인요양시설과 같은 곳의 노인들의 특성을 잘 반영하여 설계된 제품은 그리 많다고 할 수 없다.

전동침대는 주된 사용자가 고령자 및 환자인 만큼 안전이 매우 중요한 요소이다. 그 중에서 노인에게 주로 발생하는 낙상사고에 관한 문헌조사에 따르면 낙상의 주요 환경적 요인으로는 침대 높이나 화장실 내의 어두운 조명등의 환경적

*본 논문은 성남 고령친화제품 · 서비스종합체험관구축사업의 지원으로 수행되었습니다.
교신저자: 정광태
주 소: 330-708 충남 천안시 동남구 병천면 가전리 307, 전화: 041-560-1197, E-mail: ktjung@kut.ac.kr

인 상태(Huang et al., 2003)라고 하였으며, 한국은 전통적으로 좌식문화가 자리잡고 있으나 노인이 침대생활로 바꾸게 될 경우 침대의 높이에 의한 낙상사고가 빈번하게 발생할 것으로 예상된다.

한편, 전동침대는 제품에 따라 그 기능이 다양한데, 본 연구는 노인을 위한 전동침대의 적합한 설계와 개선을 위해 인체측정학적 분석을 실시하였고 그것과 관련하여 사용 시 발생하는 동작에 대한 기초 연구를 진행하였다. 또한 그 중에서 특별히 높이 조절 기능과 관련되어 높이 변화에 따라 기립 동작 시 발생하는 하지 근력의 변화를 살펴봄으로써 노인의 낙상 방지를 위해 전동침대 설계 시 반영되어야 할 사항에 대해 고찰해보았다.

1.2 연구방법 및 범위

전동침대의 적합한 설계를 위해 우선 전동침대에 관한 일반적인 사항들을 조사하였다. 그리고 사용자에 대한 인체측정학적 분석을 실시하였는데, 사용자는 두 그룹으로써 노인과 요양보호사의 인체치수를 반영하였으며 사용 동작 중심으로 분석을 하였다.

전동침대의 높이 변화와 노인의 낙상과의 관계를 알아보기 위하여 문헌조사를 통한 낙상의 요인들에 대해 살펴보았으며, 특히 기립 동작 시 노인의 하지 근력과 관절의 기능저하가 미치는 영향을 알아보기 위하여 관련 연구사례들을 조사하였다. 또한 전동침대의 높이 변화가 하지 근력에 미치는 영향을 확인하기 위하여 실험을 실시하였다.

본 연구는 노인을 대상으로 하는 기초 연구의 성격으로 수행되었다. 따라서 피실험자로서 10명의 노인들을 대상으로 실험을 수행하였으며, 다양한 침대의 높이를 가정하여 높이가 다른 좌석에 앉아 기립 동작 시 발생하는 근력을 측정하여 비교하였다. 근력의 측정은 노인의 기립 동작에 크게 관여하는 대퇴사두근에 대하여 실시하였으며 그 밖의 기립 동작에 사용되는 근육들에 대한 측정은 배제하였다.

2. 전동침대의 구조 및 역할

2.1 전동침대의 기능

전동침대는 상반신을 적절한 각도로 일으켜 세울 수 있거나, 무릎관절을 굴절시킨 상태로 유지할 수 있으며 침대의 높이가 전동으로 조절이 가능한 침대로서 환자나 고령자의 간호 및 요양을 목적으로 한다(KS규격, 가정 요양용 전동침대, 2007).

전동침대는 제품마다 작동 가능한 기능이 다르며 대개는 사용되는 액츄에이터의 개수나 제품가격에 따라 차이가 나는 편이다. 일반적인 전동침대의 주요 기능은 표 1과 같으며, 기립 동작 시 높이 조절과 등판 상승 기능이 노인의 신체활동 폭을 줄여주는 중요한 역할을 하며 침대 구성 요소 중 사이드레일이나 이동지원 바는 기립 동작이나 스스로 체위 변경 시 안정감을 주어 유용한 기능을 제공한다. 그 외에도 전동침대는 요양보호사의 입장에서 높낮이 조절이 가능할 경우 여러 간호 동작을 수월하게 취할 수 있도록 하며, 휠체어와 같은 다른 복지용구로 이승 시 편리함을 제공한다.

표 1. 전동침대의 주요 기능

주요 기능	목 적
높이 조절	간호 및 치료가 용이하도록 높낮이를 조절. 사용자의 신체적 여건에 맞게 오르고 내리기 쉽도록 함
등판 상승	허리 각도를 조절하여 사용 및 간호가 용이하게 함
무릎 상승	안락감 상승 및 등판 상승 시 미끄러짐 방지
틸트 기능	Trendelenburg 체위가 가능하게 함
좌우회전	침대의 세로 축을 중심으로 좌우 각도가 변경되어 체압분포를 변화시킴(욕창방지)

2.2 전동침대의 종류

전동침대는 기능이나 사용목적과 환경에 따라 구분할 수 있으며, 그 밖의 소재, 분절형태 등에 의하여 분류할 수 있다. 아래의 표 2는 전동침대를 종류별로 정리한 것이다. 그리고 기능에 의한 분류는 5가지 기능들의 혼합에 의해 종류가 다양해진다.

표 2. 전동침대의 분류

분류기준	분류항목				
기능	H	B	L	T	R
	높이 조절	등판 상승	무릎 상승	틸트	좌우회전
사용목적	의료용		요양용		
사용환경	병원용		가정용		
분절형태	2분절	3분절	4분절	5분절	길이 조절
구동방식	전기 모터 방식		공기 튜브 방식		
기타	측면난간형태		바퀴유무	프레임 및 마감재	

2.3 전동침대의 구성 요소

전동침대는 종류에 따라 구성 요소의 차이가 조금씩 있으나 일반적으로 구성되는 요소들은 그림 1, 표 3과 같으며, 제품에 따라 소재와 형태는 다양하다.

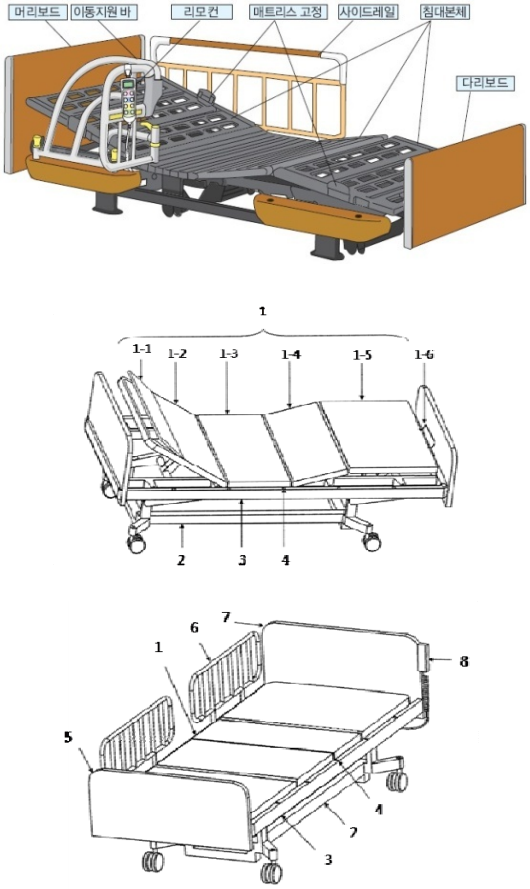

그림 1. 전동침대의 구조와 각부 명칭
(KS규격: KS P 0388 : 2007에서 발췌)

표 3. 전동침대 각부의 명칭

1	매트리스 지지판
1-1	머리받침
1-2	등 지지판
1-3	엉덩이 지지판
1-4	넙다리 지지판
1-5	정강이 지지판
1-6	매트리스 고정부
2	바닥판
3	옆판
4	측면난간 고정부
5	발판
6	측면난간
7	머리판
8	제어기

2.3.1 매트리스 지지판

매트리스 지지판은 보통 3~5개 정도로 분할되어 신체 각 부의 높이와 기울기를 조절할 수 있는 부분으로서 전동침대의 특징을 가장 잘 나타낸다.

크게 몸통부, 대퇴부, 하퇴부 지지판으로 나뉘며, 최근에는 그 밖의 용도에 따라 다양한 분절 구조를 갖는 제품도 개발되어 있다. 각 지지판은 신체의 하중에 의해 변형이 없어야 하기 때문에 재질은 강선을 이용한 그물구조, 플라스틱 성형 또는 강판에 타공을 한 것이나 목재가 이용되기도 한다. 한편, 매트리스 이탈을 방지하기 위한 고정부가 포함된다.

2.3.2 머리판

머리받침은 매트리스, 침구류 그리고 신체의 이탈을 방지하는 역할을 한다. 또한 몸을 머리쪽으로 끌어 당기거나 보행 시 손잡이 역할을 한다. 경우에 따라서는 요양보호사가 케어를 수월하게 하기 위하여 분리 또는 개방되는 제품도 있다.

2.3.3 발판

발판은 머리판과 마찬가지로 매트리스, 침구, 신체의 이탈을 막으며, 분리 및 개방이 되기도 한다. 보행 시 손잡이 역할을 한다.

2.3.4 옆판

옆판은 없는 경우도 있다. 옆판은 매트리스 지지판의 측면이나 측면난간 고정부를 가리는 마감재 역할을 한다.

2.3.5 바닥판

매트리스 지지판 하부의 기계장치에 외부의 접촉이 가해지는 것을 방지한다. 침대를 마주보고 옆면에 사람이 섰을 때 하퇴와의 간섭이 없어야 한다.

2.3.6 측면난간

측면난간은 없는 제품도 있으나 고령자 요양을 목적으로 하는 경우 반드시 필요하다. 침구나 신체의 이탈 및 낙하를 방지하고 침상에서의 활동 시 지지대 역할을 한다. 분리형, 고정형, 접이식으로 분류할 수 있으며 장착형태에 따라 사용목적도 달라진다. 형태적으로 일체형 분절형으로 나뉘나 침상에 오르고 내리는데 방해가 되지 않아야 한다. 재질은 주로 금속 파이프가 사용된다.

2.3.7 측면난간 고정부

측면난간은 장착되기 위하여 고정부가 필요하며 고정부 자체가 옆판을 따라 슬라이딩 되어 사용편의성을 높인 제품도 있다.

2.3.8 이동지원 바

침대로부터 스스로 이동하거나 다른 이동수단으로 이승 시에 지지대 역할을 한다.

2.3.9 제어기

전동침대의 전동 기능을 제어하거나 침대의 상태를 모니터링할 수 있는 역할을 한다. 누워있는 환자 및 요양보호사 모두 사용하는데 불편이 없어야 한다.

3. 전동침대의 인체측정학적 분석

3.1 사용 동작을 고려한 설계 요소

전동침대의 사용자는 침대에 기거하는 고령자와 그들을 간호하는 요양보호사 그룹으로 나눌 수 있으며, 사용 동작은 노인 스스로 하는 행위, 요양보호사가 개입하는 행위 그리고 요양보호사가 독립적으로 하는 행위로 구분 지을 수 있다. 따라서 전동침대의 설계는 침대와 관련하여 발생하는 두 사용자 그룹의 특성이 반영되어야 한다.

본 절에서는 사용 동작에 따라 관여하게 되는 전동침대의 기능과 요소를 도출하여 인체측정학적 분석 시 고려되도록 하였다. 그리고 전동침대 사용 중 발생하는 일반적인 동작들은 표 4와 같이 정리할 수 있다.

표 4. 침상에서의 동작

행위	노인	노인 + 요양사	요양사
상체 각도 조절	●		●
하체 각도 조절	●		●
침대 높이 조절	●		●
일어서기	●	●	
돌아눕기	●	●	
수평이동	●	●	
옮겨타기	●	●	
걸터앉기	●	●	
식사하기	●	●	
침상정리	●		●
용변 및 개인위생관리	●	●	

3.1.1 상체 각도 조절

상체 각도 변경은 체위 변경, 일어나기, 옮겨타기, 용변, 식사 등의 다양한 행위에 수반되는 중요한 동작이다. 상체를 일으켜 세울 때에는 측면난간과 매트리스 사이에 신체 일부가 끼이는 일이 없어야 한다. 또한 각도 상승 시 매트리스 지지판의 분절형태는 신체가 다리 방향으로 미끄러지는 것에 영향을 끼친다. 이러한 미끄러짐은 신체 접촉면에 마찰력과 전단응력을 발생시켜 욕창의 발생을 촉진하게 된다(권진욱 외, 2002). 또한 상체 각도를 올린 상태에서 시간이 경과할수록 엉덩이, 흉부, 복부에 강한 압박을 주게 된다(이치가와 기요시 외, 2006).

그림 2. 상체 각도 조절 동작

3.1.2 하체 각도 조절

하체 각도 조절은 상체 각도 변경 시 신체가 다리 방향으로 미끄러지는 것을 방지시켜 준다. 그리고 그림 3의 우측과 같이 넙다리 지지판의 길이가 사용자의 대퇴부 길이에 비해 클 경우 등 지지판을 올렸을 때 종아리가 올라가거나 골반이 뒤로 젖혀져 압박을 받게 된다(이치가와 기요시 외, 2006). 또한 혈액순환이 좋지 않은 노인의 경우 발이 부었을 때 하체 각도를 올림으로써 이를 경감시킬 수 있다.

그림 3. 하체 각도 조절 동작

3.1.3 침대 높이 조절

침대의 높낮이 조절은 노인의 일어서기와 걸터앉기, 다른 기구로의 이승 그리고 요양보호사의 여러 간호 동작에 영향을 주는 중요한 동작이다. 휠체어나 목욕의자로 이승 시 또는 일어설 때에 침대의 높이가 약간 높은 것이 유리하며, 요양보호사에게 있어서는 간호가 수월할 만큼 높을수록 좋다. 그러나 측면난간이 없을 경우 치매노인과 같이 추락위험이 있는 사람에게는 낮은 높이가 안전하다.

3.1.4 일어서기

노인은 상체 각도 조절, 높낮이 조절, 측면난간 또는 이동지원 바를 이용하여 일어서는데 도움을 받을 수 있다. 기립 시 침대의 높이를 높여 무게 중심을 높이면 좀 더 쉽게 일어설 수 있다. 그리고 측면난간이나 이동지원 바를 사용하여 동작을 수월하게 하고 낙상에 의한 부상을 방지할 수 있다.

그림 4. 일어서기 동작

3.1.5 돌아눕기

체위 변경은 장기간 침대를 사용하는 사용자에게 필수적이다. 인간이 위로 누운 상태에서 뼈돌출부에 받게 되는 압력으로 인해 2시간 후면 욕창의 병리적 변화가 나타난다(Kosiak, 1961). 따라서 2시간마다 주기적으로 체위의 변경이 필요하다. 또한 인체는 수면 중에 발한하기 쉬운 상태로 되어 침상 내 습도가 높아지면 습한 침상기후를 바꾸기 위해 돌아눕는 현상이 발생한다(김건흠 외, 1998). 그렇기 때문에 돌아눕는 동작이 어렵게 되면 침상의 습도가 상승하게 되고 결과적으로 욕창 및 수면상태에 좋지 않은 영향을 주게 된다.

돌아눕는 동작은 노인 스스로 할 경우 침대 좌우의 측면난간을 이용하여 쉽게 할 수 있으며, 요양보호사의 도움이 필요한 경우 적절한 높이로 침대가 상승해야 요양보호사의 근골격계에 무리가 줄어든다.

그림 5. 돌아눕기 동작

3.1.6 수평이동

상체 각도를 변경하여 신체가 다리쪽으로 쏠려있거나 다른 장소에서 침대로 돌아왔을 경우 침대의 적합한 위치에 신체를 위치시키기 위해 침대의 세로축으로 이동해야 한다. 이때에 양측의 측면난간을 이용하여 신체를 이동하는데 도움을 받을 수 있다.

그림 6. 수평이동 동작

3.1.7 옮겨타기

침대에서 휠체어와 같은 다른 기구로 옮겨타는 동작은 이동영역을 확장함으로써 생활의 질을 높일 수 있는 행위이다. 옮겨타기는 선 자세가 가능한 경우와 오직 앉은 자세만 가능할 경우, 그리고 전혀 움직일 수 없을 경우로 구분 지을 수 있다. 앞의 두 경우는 보조자의 도움이 필요 없거나 조금 필요하며, 마지막의 경우에는 오로지 요양보호사의 도움을 필요로 한다.

옮겨타기 동작은 우선 등 지지판의 각도를 올리고, 측면난간이나 이동지원 바를 이용하여 앉은 자세를 유지하는 동작이 수반된다. 그리고 침대의 좌면을 높이고 트랜스퍼 보드나 보조인의 도움을 받아 다른 기구로 옮겨타도록 한다. 제품에 따라서는 옮겨타는 동작에 간섭을 줄이기 위하여 옆판이 없거나 매트리스 지지판의 측면 아래에 위치하기도 한다.

그림 7. 도움받아 휠체어 옮겨타기 동작

그림 8. 혼자 휠체어 옮겨타기 동작

3.1.8 걸터앉기

걸터앉는 동작은 일어서기, 옮겨타기 등의 동작에 수반되는 동작으로서 측면난간이나 이동지원 바를 이용하게 되고,

침대의 높이 조절 기능이 있으면 다음 동작으로 연결하는데 수월해진다. 또한 그림 9의 우측과 같이 침대의 옆판이 돌출되거나 측면을 전부 막아버리는 난간은 걸터앉는 동작에 간섭을 주어 불편을 초래한다.

그림 9. 걸터앉기 동작

3.1.9 식사하기

자립 정도가 낮은 노인의 경우 주로 침대에서 식사를 하며 요양보호사의 도움을 필요로 한다. 식사 시에는 등 지지판의 각도를 올려 앉은 상태를 유지하고 보조 테이블을 사용하게 된다. 식사는 비교적 시간이 오래 소요되는 동작으로서 요양보호사는 식사 수발 시 의자나 침대에 앉게 된다. 이때 측면난간이 제거되고 옆판이 돌출되지 않는 것이 좋다.

3.1.10 침상정리

침상정리는 매트리스의 세척, 이불 및 커버의 교체 및 정리 정돈이 포함되며, 요양보호사가 주로 하게 되는 동작이다. 침상정리 시 침대의 높이는 필요한 만큼 상승할 수 있으면 편리하며 측면난간은 제거되는 것이 유리하다.

그림 10. 침상정리 동작

3.1.11 용변 및 개인위생관리

용변 및 개인위생관리는 거동이 불편한 노인에게 해당되는 행위로써 요양보호사의 도움을 필요로 하게 된다. 이동변기, 목욕의자, 샤워트롤리와 같은 타 기구로의 이승을 필요로 하게 되므로 옮겨타기와 유사한 동작을 취하게 된다. 하지만 2명의 요양보호사가 노인을 옮겨야 하는 경우에는 머리판이나 발판, 측면난간이 제거되고 침대의 3면에서 접근할 수 있으면 유리하다(권순정 외, 2008).

이상으로 사용 동작을 중심으로 전동침대의 구성 요소를 살펴본 바에 의하면, 각 매트리스 지지판의 치수와 조절 각도, 측면난간과 이동지원 바, 침대의 높이 및 조절 폭, 옆판, 머리판과 발판이 직접적으로 사용과 관계되는 요소들이다. 따라서 이러한 요소들에 대하여 사용 상황에 따른 적합한 인체측정학적 설계가 이루어져야 한다.

3.2 인체치수에 의한 전동침대 설계 기준

전동침대 설계에 반영되는 인체치수는 두 그룹으로 나누어 생각해야 할 필요가 있다. 우선 본 연구의 주 대상자인 65세 이상의 남녀 노인과 연령대별 요양보호사가 대상이며, 인체치수 자료는 산업자원부 기술표준원에서 실시한 5차 인체치수조사 자료를 사용하였다.

실질적인 전동침대의 사용편의성을 높이기 위해 앞 절의 사용 동작으로부터 도출된 설계 요소들을 중점적으로 설계 기준에 반영하였다. 그리고 안전을 우선으로 하는 최소한의 기준은 2007년에 제정된 한국산업규격(가정 요양용 전동침대, KS P 0388: 2007)을 참고하였다.

문헌조사에 의하면 요양보호사의 경우 다양한 연령대에 분포하고 있으나 40, 50대가 전체의 약 70% 가량을 차지하며, 여성이 88% 이상을 차지하고 있다[표 5] (장우삼, 2009). 따라서, 요양보호사의 인체치수는 40~50대의 여성을 중심으로 반영하되, 전체 요양보호사에 대한 인체치수가 필요한 경우 괄호 안에 별도 표기하도록 하였다.

표 5. 요양보호사의 성비 및 연령대

구분		빈도	%
성별	남	38	11.9
	여	280	88.1
연령대	20대	32	10.1
	30대	50	15.7
	40대	131	41.2
	50대	91	28.6
	60대 이상	14	4.4

표 6과 그림 11은 각각 노인, 요양보호사의 인체치수별 코드번호와 항목을 나타낸다. 전동침대 설계 기준에 반영하는 노인의 연령 범위는 65~79세로 정하였다. 이는 전국 노인의 연령대별 차지하는 비율이 65~79세가 약 85%를 차지하기 때문이다(2006안산통계연보, 05.12.31기준).

표 6. 코드별 항목

101	머리 위로 뻗은 주먹 높이	102	키
103	눈 높이	105	어깨 높이
108	굽힌 팔꿈치 높이	110	샅 높이
111	주먹 높이	115	무릎 높이
116	가슴 높이	128	몸통 수직길이
129	벽면 앞으로 뻗은 주먹수평길이	130	벽면 몸통두께
236	팔길이	301	앉은키
302	앉은 눈 높이	305	앉은 팔꿈치 높이
307	앉은 무릎 높이	308	앉은 오금 높이
309	앉은 엉덩이 무릎수평길이	310	앉은 엉덩이 오금수평길이
314	팔꿈치 손끝수평길이	318	위팔사이너비
320	앉은 엉덩이너비		

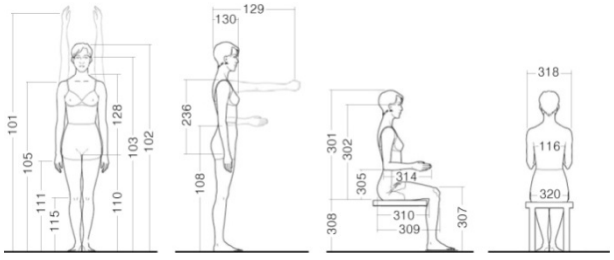

그림 11. 인체치수 코드번호

3.2.1 매트리스의 크기

매트리스의 크기는 길이, 폭 그리고 두께로 구분할 수 있다. 우선 길이는 남성 노인의 키 95분위에 의해 정해진다. 그리고 매트리스의 폭은 좌우 끝단에 측면난간이 위치하므로 앞 절에서 서술한 동작 중 돌아눕기와 수평이동을 고려하며, 남자 노인의 위팔사이너비 95분위를 참고한다.

매트리스의 두께에 있어서 小原二郎(1986)은 지나치게 유연하면 자세 보존이 어렵고 신체 지지가 불안정해 무의식적인 가운데 근육이 작용해서 쉬 피로해지며, 체압 분포가 잘 되지 않고 중앙부분만 침몰하여 쾌적한 수면이 곤란하므로 흉부와 골반부의 침몰 차가 3cm를 넘지 않도록 적당히 단단해야 한다고 하였다.

매트리스 길이 = 남자 노인 키(95%ile) + 여유치(64) × 2	1856 이상 (단위:mm)
매트리스 폭 = 남성 노인 위팔사이너비 (95%ile) + 여유치(152) × 2	777.5 이상 (단위:mm)

3.2.2 침대의 폭

침대의 폭은 매트리스의 폭의 영향을 받으며 요양보호사가 노인에게 제공하는 체위 변경이나 여러 간호 동작을 위해 여성 5분위 몸통 수직길이 고려해야 한다(권순정 외, 2008). 그리고 동작 범위 설계 시 일반적으로 가끔하는 작업은 50cm 이내 작업역 내에서 실시해야 한다(이동경, 2003). 침대의 폭은 매트리스의 폭과 옆판의 돌출거리를 합한 것이기 때문에 앞 절의 매트리스 폭에 의해 침대의 폭은 결국 777.5~1091.5mm 사이가 되어야 한다.

침대 폭 = 여자 요양보호사 몸통수직길이 (5%ile) + 작업역(500)	1091.5 이하 (단위:mm)

3.2.3 침대 높이

침대의 높이는 바닥면에서 매트리스 윗면까지이며 노인이 침대에 걸터앉은 동작으로부터 일어서는 동작과 관련이 있다. 또한 요양보호사의 여러 간호 동작들도 고려해야 한다. 일반적으로 의자 디자인 시 좌면의 높이는 앉은 오금 높이 5분위를 참고하는데, 좌면이 약간 높을 경우 하지 근력이 약한 노인은 무게 중심 이동거리가 짧아져 일어서기 쉬워진다(이치가와 기요시 외, 2006). 또한 휠체어와 침대 간의 이승 시 침대 높이는 일반적인 휠체어높이 450mm 내외(KS규격)가 되어야 동작에 어려움이 없다. 요양보호사의 입장에서 침대의 높이는 굽힌 팔꿈치 높이를 참고해야 하는데, 입식 작업대의 높이는 중(重) 작업일 경우 팔꿈치 높이보다 15cm가량 낮은 것이 적당하다(Grandjean, 1981).

결과적으로 침대의 높이는 조절이 가능한 것이 좋으며, 노인 여성의 5분위 앉은 오금 높이와 요양보호사의 굽힌 팔꿈치 높이 평균치에 의해 결정되는 것이 좋다.

침대 높이(매트리스 윗면 기준) = (여성 노인 앉은 오금높이(5%ile) – 여유치(10)) ~ (여성 요양보호사 굽힌 팔꿈치 높이(평균치) – 중작업(150))	313.5~801 (단위:mm)
* 전체 요양보호사 굽힌 팔꿈치 높이(평균치)를 고려할 때의 침대 높이	(313.5~853.3)

3.2.4 엉덩이, 넙다리 지지판의 크기

엉덩이, 넙다리 지지판의 크기에서 폭은 매트리스의 폭을 따르며, 길이는 분절형태에 따라 결정해야 한다. 매트리스 지지판 중에서 특히 엉덩이와 넙다리 지지판은 사람마다 체형이 다르기 때문에 길이 조절이 가능한 것이 좋으나, 그렇지 못한 경우 전체 길이가 사용자의 대퇴부 길이에 비해 클

경우 등 지지판과 하체를 올렸을 때 종아리가 올라가거나 골반이 뒤로 젖혀져 압박을 받게 된다(이치가와 기요시 외, 2006). 따라서 엉덩이와 넙다리 지지판은 여성 노인 5분위 앉은 엉덩이 오금 수평길이에 여유치(Panero & Zelnik, 1996)를 더한다. 그 외 등, 정강이 지지판은 전체 매트리스 길이를 참고하여 결정한다.

엉덩이 + 넙다리 지지판 길이 = 여성 노인 앉은 엉덩이오금 수평길이(5%ile) + 여유치(152~229)	550~627 (단위:mm)

3.2.5 매트리스 지지판의 각도

등 지지판이 수평면과 이루는 각도는 85° 이하이어야 하며, 등 지지판과 정강이 지지판의 접히는 지점 사이의 각도는 90° 이상이어야 한다. 그리고 넙다리 지지판이 수평면과 이루는 각도는 0°에서 최소 12° 범위가 조절 가능해야 하며, 정강이 매트리스 지지판이 수평면과 이루는 각도는 0°에서 최소 20° 범위가 조절 가능해야 한다(KS규격, 2007).

3.2.6 측면난간 및 이동지원 바

측면난간은 추락 방지, 체위 변경, 이동과 관련된 요소이다. 측면난간은 등 지지판의 각도를 올릴 때 신체 일부가 매트리스와 측면난간 사이에 끼일 수 있으므로 등 지지판과 일체형으로 되어 함께 각도가 변경되는 것이 좋다. 또한 다양한 신체치수를 고려하여 중간에 보조프레임이 있는 것이 좋다. 그리고 이동 및 요양보호사의 간호를 위해서 측면난간을 탈착식이거나 접이식으로 함으로써 측면이 개방될 수 있어야 한다. 걸터앉는 동작을 위해서 등 지지판 옆의 측면난간의 길이는 등 지지판 길이에 맞추는 것이 좋다.

추락을 방지하지 위해서 매트리스 윗면에서 측면난간의 가장 높은 곳까지의 거리는 남성 노인 위팔사이너비 95분위의 1/2 이상이어야 한다. 그리고 걸터앉기, 옮겨타기 시 신체를 지지하기 위해서 이동지원 바의 높이는 노인의 앉은 팔꿈치 높이 50분위에 여유치를 감안하여서 결정한다(곽원모 외, 1998). 그리고 프레임의 둘레는 막대쥔 손안둘레(평균치)를 활용한다.

매트리스 위면 ~ 측면난간의 높이 = 남성 노인 위팔사이너비(95%ile) / 2	235.5 이상 (단위:mm)
매트리스 위면 ~ 이동지원 바의 높이 = 노인 앉은 팔꿈치 높이(50%ile) – 여유치(15)	220.5
프레임의 둘레 = 막대쥔 손안둘레(평균치)	89.7

3.2.7 옆판

옆판의 설계 요소는 두 가지로 살펴볼 수 있다. 첫째로 매트리스의 측면 끝단으로부터 돌출되는 거리이다. 돌출되는 거리가 길어지면 휠체어나 다른 기기로 옮겨 탈 때에 불편을 초래하며 걸터앉았을 때에 허벅지 아래 부분을 제대로 지지할 수 없게 된다. 따라서 옆판이 매트리스의 측면보다 돌출되지 않도록 하는 것이 좋으며, 최근에는 아예 없는 제품도 있다.

둘째로 바닥면으로부터 옆판의 가장 아래면에 이르는 높이이다. 이 높이가 사용자의 발목 높이보다 낮으면 침대 아래에 발을 넣을 수가 없게 된다. 따라서 요양보호사의 경우 침대를 측면에서 마주보고 작업을 수행할 때 작업역이 커지게 되는 효과를 낳아서 불편함을 겪게 된다.

바닥면 ~ 옆판 아래면까지 거리 = 남성 요양보호사 발목높이(95%ile) + 신발두께(25)	120.5 이상 (단위:mm)

3.2.8 머리판과 발판

머리판과 발판은 요양보호사의 간호를 위해 제거될 수 있는 것이 좋다. 머리판과 발판은 노인의 추락을 방지하기 위해서는 매트리스 윗면으로부터의 높이가 남성 노인의 코끝에서 뒤통수돌출수평길이 95분위의 절반이상이 되어야 한다. 그리고 이동 시 지지대 역할을 하기 위해서는 노인의 엉덩이 높이와 굽힌 팔꿈치 높이를 참고한다(김노석, 2007). 요양보호사의 간호 동작을 위해서 침대의 높이를 가장 낮추었을 때 바닥면으로부터 상측까지의 높이가 여성 요양보호사의 굽힌 팔꿈치 높이 5분위보다 낮아야 한다.

매트리스 윗면 ~ 머리/발판 상단까지 높이 = 남성 노인 코끝_뒤통수돌출수평길이(95%ile)/ 2 + 베개높이(150)	264.3 이상 (단위:mm)
바닥면 ~ 머리/발판 상단까지 높이 = 여성 노인 엉덩이 높이(5%ile) ~ 여성 노인 굽힌팔꿈치높이(5%ile)	679~823

3.2.9 제어기

제어기는 노인과 요양보호사 모두가 접근할 수 있는 곳에 위치해야 한다. 제어기에 있어서 버튼은 최소 지름 15mm 원으로 감싸는 것이 좋으나 반드시 원형은 아니어도 무관하다. 그리고 버튼 사이의 거리는 10mm 이상으로 하고 버튼을 누르는 작동력은 5N 미만이어야 한다(KS규격, 2007).

이상의 인체측정학적 분석을 통해 도출된 사항을 기존의

KS규격과 비교하면 표 7과 같으며, 기존 규격이 전동침대의 최소 기준을 정의하고 있다면 본 연구의 결과는 노인과 요양보호사를 고려한 좀 더 실제적이고 합리적인 기준을 제안하고 있다.

표 7. KS규격과 새로운 설계 기준의 비교(단위:mm)

KS규격	새로운 제안기준
침대의 폭	
취급설명서에 기재된 크기	매트리스의 폭과 요양보호사의 작업역 고려: 777.5~1091.5
침대의 내측 길이	매트리스의 길이
1900 이상	1856 이상
매트리스 지지판의 가동높이	
최저 300이하, 최고 620 이상 고정식의 경우: 400(±20)	요양보호사 고려: 313.5~853.3 고정식의 경우: 442.9(기립, 휠체어 이승 고려)
머리판과 발판의 높이(바닥으로부터 높이)	
취급설명서에 기재된 크기	노인 이동보조와 요양보호사의 간호동작 고려: 679~823
엉덩이, 넙다리 매트리스 지지판 길이	
엉덩이: 200~260 넙다리: 340~400	550~627
측면난간의 높이(매트리스 윗면으로부터)	
220 이상(참고값)	235.5 이상
이동지원 바	
없음	220.5

4. 전동침대의 높이에 따른 기립 동작

4.1 노인의 신체적 특성과 낙상 요인

낙상은 해마다 65세 이상 노인의 1/3에서 발생하며, 그 중 50% 정도는 낙상이 재발된다. 낙상의 요인은 크게 내인성 요인(일반적 특성, 신체적 특성, 심리적 특성)과 외인성 요인(환경 특성, 낙상의 경험과 유형)으로 구분되며, 낙상은 노인의 유병율, 사망률과 연관이 있고 무엇보다도 낙상으로 인한 신체적, 사회 심리적, 경제적 문제를 야기시켜 노인 대상자들의 삶의 질을 저하시킨다(김민정, 2004).

외인성 요인 중 환경적 요인은 전체 낙상 발생 요인의 50%와 관련된다(정낙수, 2001). Huang 등(2003)에 의하면 주요 환경적 요인으로는 침대 높이나 화장실 내의 어두운 조명등이라고 하였으며, Sadigh 등(2004)은 가장 흔한 낙상의 장소로 낙상자들의 침실이라고 보고한 연구 결과가 있다. 한편 한국소비자 보호원(2003)의 노인 가정 내 안전 실태 조사에 따르면 사고는 가정 내에서 56.1%로 가장 많았으며, 사고 발생 장소로는 방/침실이 전체의 42.4%를 차지하여 가장 높았다. 그러나 부적절한 화장실 환경을 가장 주요한 요인으로 지적한 유인영(2005), 이연숙 외(1994) 등 그 밖의 여러 연구 결과와는 차이를 보이는데, 이는 좌식문화에서 비롯되는 생활양식의 차이에 기인한 것으로 추측되며, 한국 내 침대 사용이 증가한다면 이러한 연구 결과의 차이는 줄어들게 될 것으로 전망된다.

정상적인 연령 변화에 따른 신체적 변화는 낙상의 중요한 위험 요소이며, 가장 중요한 요소로는 근골격계, 신경계, 시각, 심혈관계의 변화다(정낙수, 2001). 근골격계의 변화, 골다공증과 같은 노화로 인한 신체적 변화는 낙상과 관련이 있으며, 하지의 약화, 보행 균형의 문제 등은 낙상을 일으킨다(Josephson et al., 1991). 노인인구에 있어서 근력 약화는 균형유지에 영향을 주며 특히 하지 근력의 약화는 낙상 발생의 중요한 요인으로 작용한다(Judge et al., 1993). 노인은 정적인 상태에서 동적인 상태로 자세를 이동(앉은 자세에서 일어서기, 방향 바꾸기)하는 사이에 높은 낙상빈도를 보이며(Polcyn et al., 1998), 앉은 자세에서 일어서기는 슬관절의 움직임, 체중심의 이동, 좋은 평형감각을 필요로 하여 낙상의 원인이 될 수 있다(Hirschfeld et al., 1999).

자세 균형은 신체의 무게 중심점을 지지면 위에서 최소의 자세 동요 하에 유지시키는 능력을 말하며, 자세 균형 제어는 복합적인 감각 및 운동 기능이 관여한다(김연희 등, 1995). 하지만 노인은 몸통의 전방 굴곡과 경부의 굴곡, 신체의 몸 중심점이 기저면을 벗어나는 앞쪽에 위치하여 균형이 상실될 위험이 많고(Alexander, 1996), 낙상을 경험한 노인이 경험하지 않은 사람보다 더 자세의 동요가 많아서 그로 인해 더욱 낙상의 위험이 증가하는 신체적 특성을 보인다(Tideiksaar, 1997). 또한 노인은 상지에 비하여 하지와 등 근육의 힘이 빨리 소실된다(Wilmore, 1991). 앉은 자세에서 일어서기는 슬관절의 움직임을 필요로 하는데, 노인은 대퇴사두근이 줄어드는 양상을 보여 앉은 자세에서 일어서는데 어려움을 겪게 된다(김수진, 2005).

4.2 대퇴사두근의 EMG 측정 및 근력 비교

노인을 주 사용자로 하는 전동침대나 일반침대의 높이와 관련한 설계 시 고려사항을 알아보기 위한 목적으로 기초실험을 수행하였다. 실험의 요점은 노인의 낙상과 깊은 관련이 있는 기립 동작 시 대퇴사두근의 근력을 측정하여 분석하는 것이다. 실험은 낙상경험이나 낙상의 두려움이 없는 남녀 노인 각 5명을 피실험자로 선택하여 실시했다. 피실험자의 조건은 아래와 같다.

- 독립적으로 일상생활이 가능한 자
- 보조 장치의 도움 없이 기립이 가능한 자
- 의자에서 손을 지지하지 않고 기립이 가능한 자
- 균형유지에 영향을 주는 약물을 복용치 않은 자
- 최근 1년 사이에 낙상 경험이 없는 자

실험의 절차는 침대의 높이 변화를 가정하여 좌면의 높이를 8가지로 선정하여 앉았다 일어서기 태스크를 5회씩 실시하는 동안 근전도를 측정하여 각각의 높이에 해당하는 근력을 비교분석하는 것이다. 좌면의 높이는 피실험자의 앉은 오금 높이를 측정하여 표 8에 나타난 높이 별로 조절하였다. 태스크 시작 전에 근력 비교를 위한 최대 자발적 수축(MVC) 시 근전도를 측정하였으며 태스크의 순서는 무작위로 진행하였다. 기립 동작 시에는 손을 사용하지 않도록 하였고 시선은 정면을 향하도록 하였다. 발목과 슬관절의 위치는 피실험자가 자연스럽게 위치하도록 하되 발바닥 전체가 지면에 닿도록 하였고 하나의 태스크가 끝나는 동안 발바닥은 움직이지 않도록 하였다. 근전도 데이터 수집을 위해서 전극은 그림 12와 같이 오른쪽 다리의 대퇴사두근을 구성하는 근육중의 하나인 대퇴직근의 슬개골의 중앙에서 전상장골극 사이의 중앙부위에 부착하였다. EMG 신호를 수집하기 위한 장비는 Biopac사의 MP100을 사용하였으며 샘플링 비율은 200Hz/sec, gain은 2000으로 설정하였다. 그리고 채널설정 시 RMS값을 동시에 계산할 수 있도록 설정하였다.

표 8. 각 Task의 좌면 높이

오금 높이에 대한 %							
−20	−10	0	10	20	30	40	50

그림 12. 전극부착 및 실험장면

EMG 신호 측정 후 데이터 처리 및 분석소프트웨어인 Acqknowledge를 이용하여 MVC값과 태스크 별 EMG RMS값을 구하였다. EMG RMS값은 5회 측정한 값의 평균치를 사용하였고 각 높이에 따른 근력을 비교하기 위하여 노인 10명에 대한 %MVC 평균을 각각 구하여 표 9, 그림 13과 같이 정리하였다.

표 9. 높이에 따른 %MVC값

높이(%)	%MVC(노인 10명 평균)
−20	58.962
−10	48.537
0	42.073
10	34.475
20	30.606
30	26.441
40	23.781
50	23.092

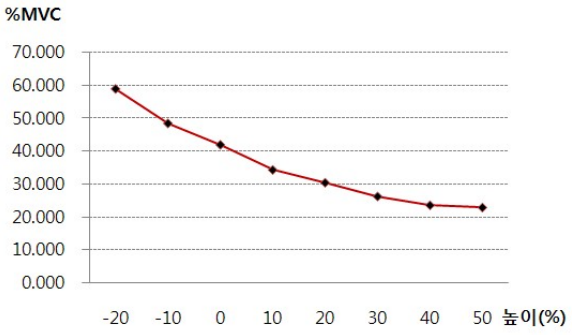

그림 13. 앉은 높이에 따른 근력의 변화

유의성 검정을 위해 일원배치 분산분석을 실시한 결과 유의수준 0.01에서 유의성을 가지며, Duncan 사후 검정 결과 앉은 높이에 따라 4개의 동일 집단으로 구분되었다(표 10, 표 11 참조).

표 10. 일원배치 분산분석 결과(%MVC)

	제곱합	자유도	평균제곱	F	유의확률
집단-간	11600.411	7	1657.202	8.290	.000
집단-내	14392.782	72	199.900		
합계	25993.193	79			

좌면의 높이에 따른 근력을 측정한 결과, 피실험자의 앉은 높이가 증가함에 따라 사용되는 근력이 감소하는 경향을 보였다. 좌면의 높이가 높아짐에 따라 완전히 기립하기 위하여 이동해야 하는 무게 중심의 거리가 짧아졌기 때문이다. 하지만 그림 13에서 보는 것과 같이 감소되는 폭이 점차 작아지다가 40% 높이부터는 변화가 거의 없다. 한편, 그림 14에서 한 피실험자의 0%, 20%, 40% 높이에서의 EMG

그래프를 살펴보면, 높이가 올라갈 수록 가만히 앉아있는 시작점에서 이미 근육이 활성화되어 있는 것을 볼 수 있다. 이것은 높아진 좌면에 앉아있다는 것은 불안한 상태로서, 피실험자의 신체 균형을 유지하기 위하여 대퇴직근을 사용하도록 만들기 때문인 것으로 판단된다.

표 11. 사후 검정 결과(%MVC) – Duncan

Height (%)	N	유의수준 = .05에 대한 부집단			
		1	2	3	4
50	10	23.09150			
40	10	23.78130			
30	10	26.44100			
20	10	30.60640	30.60640		
10	10	34.47520	34.47520		
0	10		42.07330	42.07330	
−10	10			48.53740	48.53740
−20	10				58.96200
유의확률		.113	.090	.310	.104

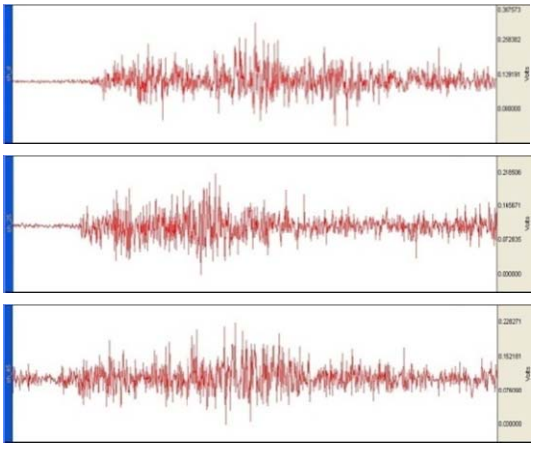

그림 14. 높이 0%(상), 20%(중), 40%(하)에서 근활성도

5. 전동침대의 높이 설계 시 고려사항

인체측정학적 분석과 기립 동작 시 근력측정 실험으로부터 도출된 결과들은 노인을 주 대상으로 하는 전동침대 설계에 활용될 수 있다. 앞 절의 인체치수를 활용한 설계 기준 제시를 통해 요양보호사의 간호 동작과 노인의 이동지원을 고려하였는데, 특히 그 중에서 낙상 방지를 위해 침대의 높이 조절 기능과 관련된 고려사항을 제안하면 다음과 같다.

노인을 대상으로 한 앉은 높이에 따른 근력의 변화측정 결과에 의하면 오금 높이의 40% 증가한 높이를 기립을 위한 기준으로 선택할 수 있다. 표 12는 높이 변화 시 오금 높이에 대한 근력 사용의 감소율을 나타내는 것으로서 40%에서 50%로 높였을 때 약 1.6%만의 감소를 보여 그 효율이 급격히 하락함을 알 수 있다. 또한 앞 절에서 서술하였듯이 근육의 긴장으로 인하여 자세유지가 불안정해진다는 사실도 고려된다. 이와 같은 사실은 전동침대의 높이 조절 기능 설계에 반영될 필요가 있으며, 특히 제어기 설계 시 사용자의 오금 높이에 따라 기립을 위한 적정 높이의 사전설정이 가능해야 한다. 또한 고정식 침대의 경우라 하더라도 기립 시 착석부위는 높이를 다르게 하거나 침대 높이 조절 나사 또는 높이 구간 별로 조절이 가능한 홀과 핀이 침대 프레임에 마련되어야 한다.

표 12. 각 높이의 오금 높이에 대한 %MVC값의 감소율

높이 변화(%)	10	20	30	40	50
%MVC감소율	−18.05	−27.25	−37.15	−43.47	−45.11

6. 결론 및 향후 연구

전동침대의 적합한 설계를 위하여 사용자의 동작들을 중심으로 인체측정학적 분석을 실시하였다. 인체측정학적 분석을 위하여 전동침대 사용에 따르는 11가지 주요 동작으로부터 9개 부분의 중점 설계 요소들을 추출하였다. 추출된 설계 요소들에 대한 인체측정학적 측면에서의 설계지침을 인간공학적 적용 논리에 의하여 도출하였다. 도출된 결과는 전동침대의 설계를 위한 중요한 자료로서 활용될 수 있을 것이다.

또한 노인의 낙상에는 여러 가지 요인이 있겠으나 침대를 사용하는 생활방식에 있어서 침대의 높이는 주요한 낙상 요인이 되며, 신체적으로는 하지 근력(특히 대퇴사두근의 근력)과 관절 기능의 저하라는 사실을 문헌조사를 통하여 알 수 있었다. 그러한 측면에서 침대의 높이가 기립 동작 시 노인의 근력에 유의한 영향을 줄 것이라는 가설 하에, 높이가 기립 동작에 미치는 영향을 알아보기 위한 실험을 수행하였다.

실험 결과로서 침대에서의 기립 동작은 앉아있는 높이에 따라 각각 다른 근력 특성을 보여주었다. 즉 앉은 자세에서 일어서는 동작 시, 피실험자의 앉은 오금 높이에 따라 앉은 높이가 높아지면서 사용되는 대퇴직근의 근력은 줄어드는

추세를 보이다가 특정 높이 이상이 되면 감소폭이 거의 없어지고 앉은 자세에서도 근육이 긴장하는 사실을 발견하였다. 그리고 도출된 결과를 바탕으로 전동침대의 높이 설계 시 고려되어야 할 사항을 제안하였다.

아직까지 전동침대는 가격적인 요인으로 인하여 널리 보급이 되지 못하고 있으나 향후 보급속도가 빨라질 것으로 예상되고 있으며, 그럼에도 불구하고 현재까지 관련 연구가 많이 이뤄지지 못한 실정이다. 그러한 의미에서 본 연구는 고령자의 전동침대 사용에 대한 안전성과 사용성을 제고하는데 중요한 가치가 있다고 판단된다.

향후 본 연구는 전동침대에서의 기립 동작 시 근력측정과 함께 노인의 슬관절에 가해지는 하중과 요양보호사의 허리에 미치는 동작들을 연구하는 것으로 확장할 계획이다.

참고 문헌

곽원모 외, 산업디자인을 위한 한국인 인체측정 및 활용 기술개발에 관한 연구, 산업자원부, 1998.

권진욱 외, 욕창 방지용 침대의 기구학적 설계, 대한기계학회, 2002.

권순정 외, 노인요양시설의 적정 침실 면적에 관한 연구, 한국의료복지시설학회지, 14권 3호, 2008.

김건흠 외, 쾌적 침대시스템의 개발, 과학기술부, 1998.

김노석, 고령자를 배려한 주거 단위공간 치수계획에 관한 연구, 서울시립대학교 석사학위논문, 2007.

김민정, 재가 노인의 낙상 관련 요인 연구, 석사학위논문, 이화여자대학교, 2004.

김수진, 앉아서 일어서기 과제에서 젊은 성인과 건강노인낙상노인의 근 수축 개시시간에 대한 비교, 석사학위논문, 대구대학교, 2005.

김연희, 김남균, 차은종, 김형일, 신용일, 이경무. 힘판을 이용한 자세 균형 제어력의 정량적 평가와 임상 균형 지수와의 비교 연구. 대한 재활의학회지, 19(4), 1995.

김호성, 대퇴사두근 등척성 운동 시 효과적인 고관절 각도에 대한 연구, 석사학위논문, 경희대학교, 2001.

박경수, 인간공학, 영지문화사, 1992.

송미순, 최경숙, 욕창 발생 예측 요인에 관한 연구, 대한간호학회지, 제21권, 제1호, 1990.

안산시, 안산통계연보, 2006(제20회). 안산시. 2006.

안옥희 외, 주거인간공학, 기문당, 1998.

유인영, 노인 단독가구의 낙상과 주거환경 문제, 한국생활환경학회지, Vol. 12, No. 3, 2005.

이관석, 한국 노인 시설의 인체공학적 연구, 대한인간공학회, 2000.

이동경, 근골격계질환 유해 요인과 인간공학적 작업장관리, 한국노동조합총연맹, 2003.

이연숙, 박정아, 오찬옥, 노인단독가구의 환경적 지원성 요구에 관한 연구, 한국노년학, 14(1), 84-94, 1994.

이치가와 기요시 외, 복지용구지원론, *The Association for Technical Aids*, 2006.

이현자, 홍경희, 침대 사용 시의 제반 현상에 대한 실태조사, 한국생활과학회지 제10권 4호, 2001.

장우삼, 노인장기요양보험제도에 따른 요양보호사 교육 및 관리에 관한 연구, 한국노인복지학회, 2009.

정낙수, 최규환, 노인 낙상의 원인과 예방, 한국전문물리치료학회, 8(3), 2001.

최준오, 정준수, 안산시 소재 노인복지완 이용자의 이용 특성 연구, 大韓建築學會論文集 計劃系, 제24권 6호, 2008.

한국공업규격, 가정 요양용 전동침대(KS P 0388), 기술표준원, 2007.

한국소비자보호원, 가정내 안전실태 조사 결과, 한국소비자 보호원 보고서, 2003.

Alexander, N. B. Gait Disorders in Older Adult, *J Am Geriar Soc*, 44, 1996.

Grandjean, E., *Fitting the Task to the Man*, Taylor & Francis, London, 1981.

Hirschfeld, H., Thorsteinsdottir, M. and Olsson, E. Coordinated Ground Forces Exerted by Buttock and Feet Are Adequately Programmed for Weight Transfer during Sit-to-stand. *J Neurophysiol*, 82, 3021-9. 1999.

Huang, H. C., *et al*., Assessing Risk of Falling in Older Adults. *Public Health Nursing*, 2(5), 2003.

Josephson, K. R., Fabaccher, D. A. & Z. Rubenstein, L., Home Safety and Fall Prevention. *Clinics in Geriatric Medicine*, 7(4), 707-730, 1991.

Julius Panero & Martin Zelnik, *Human Dimension & Interior Space*, The Architectural Press, 1996.

Judge, J., Linsey, C., Underwood, M. and Winsemius, D. Balance Improvement in Older Women: Effects of Exercise Training. *Phys Ther*., 67(1), 43-48, 1993.

Kosiak, M., Etiology of Decubitus Ulcers, *Archieves of Physical Medicine and Rehabilitation*, 1961.

Polcyn, A. F., Lipsitz, L. A., Kerrigan, D. C. and Collins, J. J. Age-related Changes in the Initiation of Gait: Degradation of Central Mechanisms for Momentum Generation. *Arch Phys Med Rehabil*, 79, 1582-1589, 1998.

Sadigh, S., et al., Falls and fall-related injuries among the elderly: a survey of residential-care facilities in a Swedish municipality, *Journal of Community Health*, Vol. 29, No. 2, 2004.

Tideiksaar, R. *Falling in Old Age: Its Prevention and Treatment*. 2nd ed, New York, Springer. 1997.

Wilmore, J. H., The Ageing of Bone and Muscle. *Clin Sports Med*, 10, 1991.

小原二郎, 寢具의 機能과 人間工學, 第2回 睡眠環境Symposium, 睡眠環境 硏究會, 1986.

◐ 저자 소개 ◑

❖ 강 병 기 ❖ toilet@kut.ac.kr
한국기술교육대학교 디자인공학과 석사과정
현 재: 한국기술교육대학교 디자인공학과
관심분야: 인간공학응용디자인, 디자인공학

❖ 정 광 태 ❖ ktjung@kut.ac.kr
KAIST 산업공학과 박사
현 재: 한국기술교육대학교 디자인공학과 교수
관심분야: Applied Ergonomics and Design, HCI

논 문 접 수 일 (Date Received) : 2009년 09월 04일
논 문 수 정 일 (Date Revised) : 2009년 10월 28일
논문게재승인일 (Date Accepted) : 2009년 10월 28일