

Research Article

Open Access

## 고령자의 전동침대 사용 시 테이블 높이에 따른 상지와 체간의 근활성도 분석

이명희 · 이상열<sup>†</sup>

경성대학교 이과대학 물리치료학과

An Analysis on Upper Extremity and Trunk EMG of Elderly for Table Height Using Electronic Bed

Myoung-Hee Lee, PT, PhD, Sang-Yeol Lee, PT, PhD<sup>†</sup>

Department of Physical Therapy, College of Science, Kyongsung University

Received: July 3, 2013 / Revised: August 5, 2013 / Accepted: August 17, 2013

© 2013 Journal of the Korean Society of Physical Medicine

### | Abstract |

**PURPOSE:** In recent years, senior friendly device is growing rapidly because of population aging. The study was designed to investigate the effects of table height of electronic bed on upper extremity and trunk EMG in elderly.

**METHODS:** Thirty right-handed elderly without history of neurological and musculoskeletal dysfunction were participated in this study. Three heights of the table (3/3 height, 2/3 height, and 1/3 height between top of the shoulder and olecranon) were provided. During the eating performance, surface electromyography (EMG) was used to measure muscle activity, and electrodes were attached to the deltoid middle fiber, serratus anterior, suprapinatus, upper trapezius, rhomboideus, cervical part of longissimus, thoracic part of longissimus, lumbar part of longissimus on right. One way ANOVA was conducted for the statistical analysis.

**RESULTS:** There were significant differences in deltoid middle fiber, suprapinatus, upper trapezius, rhomboideus, lumbar part of longissimus in the 3 different height of table ( $p < .05$ ). The deltoid middle fiber, suprapinatus, upper

trapezius, and lumbar part of longissimus were significantly increased in higher table than lower table ( $p < .05$ ). And the rhomboideus was significantly decreased in higher table than lower table ( $p < .05$ ).

**CONCLUSION:** This study demonstrates that different height of table affect upper extremity and trunk muscle activity. The table height of olecranon is the best for elderly.

**Key Words:** EMG, Table height, Long sitting

### I. 서론

우리 나라는 지난 2010년 65세 이상 고령자의 비율이 11%를 넘었으며 2018년에는 총인구의 14%를 넘는 고령사회가 될 것이라고 예측되고 있다. 또한 베이비붐 세대의 은퇴와 더불어 이들에 대한 노후 복지 역시 중요한 문제로 부각되고 있다(Hwang과 Jung, 2011). 고령자들은 그 신체적·인지적 특성 때문에 여러 가지 문제들을 일으킬 수 있고 그 중 낙상과 같은 문제는 이후 자리 보전을 하거나 사망에 이르게 하기도 한다. 뿐만 아니라 이와 관련된 의료비용도 심각한 문제가 되고 있다

<sup>†</sup>Corresponding Author : sjslh486@hanmail.net

(Kang 등, 2005; Lee와 Kam, 2011).

고령자들이 주로 사용하는 고령친화제품은 21품목으로 그 범위가 넓고 다양하다. 주된 사용자 층이 노인이므로 한국보건산업진흥원에서 안전성을 고려한 우수제품을 지정하여 운영하고 있지만 사용자의 신체적 특징을 반영하여 설계된 제품은 그리 많지 않다. 최근에 들어서야 노인의 특성을 반영한 제품의 디자인을 제안하기 위해 관련 연구들이 수행되고 있다(Choi 등, 2010; Jung 등, 2010; Kang 등, 2009).

다양한 고령친화제품 중 전동 침대는 주로 환자나 노인들이 편리하게 사용하게 하기 위해 전동으로 등판이나 다리판의 기울기를 조절하도록 개발된 침대로 등지지판, 엉덩이지지판, 대퇴지지판, 하퇴지지판으로 구성되어 있으며, 사용자의 안전을 위해 사이드레일이 장착되어 있다. 또 식사 등의 일상생활활동을 하기 위한 테이블이 부착되어 있다. 하지만 테이블의 높이가 한 가지 높이로만 사용할 수 있도록 설계되어 있어 사용자의 신체치수와 맞지 않았을 경우 테이블을 사용할 때 자세불안, 어깨의 근피로, 수평력 저하 등 여러 가지 문제점을 야기할 수 있다. 이와 유사하게 작업대의 높이에 따른 근골격계의 문제점을 분석한 연구들이 선행되어 왔는데, 2009년 Yu와 Kim은 뇌졸중 환자를 대상으로 작업대의 높이가 상지기능에 영향을 준다고 하였으며 이는 일상생활을 수행하는데도 영향을 미친다고 하였다. 또 작업대의 높이는 승모근의 근활성도와 긴장도에 영향을 주는데 작업대의 높이가 증가할수록 근긴장도가 증가하고 좌우 불균형을 야기한다(An 등, 2006). 이처럼 상지의 위치에 따라 작업 시 근육의 피로도가 달라지므로, 효율적인 움직임을 위해 적절한 팔의 위치를 연구하는 것은 반드시 필요하다(Herberts 등, 1980; Sigholm 등, 1984). 하지만 노인들이 주로 사용하는 침대의 테이블 높이에 관한 연구는 전무하며, 노인의 경우 움직임의 특성이 젊은 성인과 달라 사용자의 효율성을 생각했을 때 노인을 대상으로 한 연구결과가 필요하다. 또 이전에 연구되었던 테이블의 형태가 대부분 의자에 앉은 자세 또는 선 자세에서 사용하는 것이기 때문에 다리를 뻗고 앉은 자세에서 주로 사용하는 침대용 테이블과는 체간의 근활성도 형태에서 차이가 있으므로

(Caneiro 등, 2010) 상지의 근활성도 뿐 아니라 체간의 근활성도를 포함한 근육움직임의 분석 역시 고려해야 하는 요소이다.

따라서 본 연구는 노인들이 주로 사용하는 전동침대의 기능 중 주로 식사를 할 때 사용되는 테이블의 높이에 따른 상지와 체간의 근활성도를 분석하여 사용자가 일상생활을 할 때 근육이 가장 효율적으로 움직일 수 있는 테이블의 적절한 높이를 제시하고자 한다.

## II. 연구 방법

### 1. 연구 대상

본 연구의 대상자는 신경학적인 병력이 없고, 근골격계 질환이 없으며 과제수행을 위해 다리뻗고 앉은 자세를 유지할 수 있고 오른쪽 팔을 사용하는데 문제가 없는 65세 이상 노인으로서 선정하였다. 또 오른손이 우세수이며, 연구자의 설명을 잘 이해하고 지시한 사항을 수행하는데 문제가 없도록 MMSE-K 평가결과 24점 이상인 대상자만을 선별하여 선정하였다. 대상자들은 모두 연구에 관한 설명을 충분히 듣고 자발적으로 참여 의사를 밝혔으며 연구계획서를 확인한 후 동의서를 작성하였다.

### 2. 연구방법 및 절차

본 연구에서 전동침대의 테이블 높이에 따른 상지와 체간의 근활성도를 비교하기 위해 침대의 등받이를 70° 세운 상태에서 대상자들의 등을 등받이에 기대지 않고 다리를 뻗어 앉게 하였다. 또한 식탁의 용도로 주로 쓰이는 침대용 테이블을 설치하였으며 테이블의 높이를 세 가지로 제공하였다. 테이블의 세 가지 높이는 대상자가 팔을 편안하게 내리고 주관절을 90° 굴곡했을 때 팔꿈치 높이, 상완길이의 2/3 높이, 상완길이의 1/3 높이로 선정하였다(Fig 1). 본 연구에서는 대상자들에게 세 가지 높이의 테이블을 무작위 순서로 제공하였으며 각각의 테이블 높이에서 같은 형태의 식사동작을 수행하도록 지시하였다.

식사동작을 수행하기 위해 테이블 위에는 왼쪽부터

밥그릇, 국그릇, 숟가락, 컵 순서로 세팅하였고, 1) 숟가락 들기, 2) 밥그릇에 밥을 떠서 입으로 가져가기, 3) 국그릇으로 이동하여 물을 떠서 입으로 가져가기, 4) 숟가락 원래 위치에 놓기, 5) 컵을 들고 마시는 동작 후 제자리에 놓기의 순서대로 식사동작을 수행하도록 하였다. 1)에서 5)의 과정을 순서대로 모두 수행하는 과정을 1세션으로 하고 각각 테이블의 높이에서 대상자들은 1세션을 3번 반복하였다. 측정된 각 세션의 근활성도를 분석한 값의 평균을 본 연구의 자료로 사용하였다.

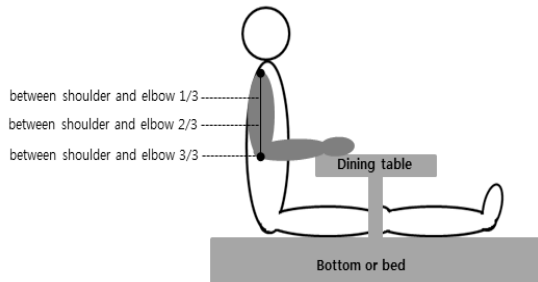


Fig 1. Experimental set-up

3. 측정 방법 및 측정 장비

각각의 조건에서 근육의 활성도를 측정하기 위해 MP36(Biopack System, USA)를 사용하였다. 본 연구에서 표면근전도의 신호는 표본 추출률 1000Hz로 설정하였고, 원신호를 주파수 대역 필터인 20~500Hz를 사용하였다. 각 근육별 근전도 신호를 RMS(root mean square)로 처리한 후 정량화 하기 위해 각 대상자의 팔을 편안히 늘어뜨린 상태에서 근활성도를 측정하여 기본값으로 사용한 %RVC값을 구하였다.

표면근전도 신호를 측정할 때 피부의 저항을 최소화하기 위해 부착부위를 가는 사포로 문질러 각질을 제거하고 소독용 알코올을 솜에 묻혀 부착부위를 닦아낸 후 표면 전극을 부착하였다. 대상자들의 삼각근 중부

섬유, 전거근, 극상근, 상승모근, 능형근, 경최장근, 흉최장근, 요최장근을 측정하기 위해 표면전극은 우세측 즉, 오른쪽의 체간 및 상지에 부착하였다.

4. 통계 처리

수집된 자료는 SPSS 19.0을 이용하여 통계 처리하였고 기술통계를 이용하여 평균 및 표준 편차로 제시하였다. 세 가지 높이에 따른 상지와 체간의 근활성도를 비교하기 위해 일원배치 분산분석(one-way ANOVA)을 사용하였고, Tukey를 이용하여 사후검정을 실시하였으며, 통계학적 유의성을 검증하기 위해 유의수준  $\alpha$ 는 .05로 하였다.

III. 연구 결과

1. 연구 대상자의 일반적 특성

연구 대상자의 일반적인 특성은 Table 1과 같다. 남자 15명, 여자 15명의 대상자가 본 연구에 참여하였고 평균 나이 69.63세, 평균 키는 159.71cm였으며 평균 몸무게는 63.08kg이었다. 또 MMSE-K 점수는 평균 26.67점이었다.

2. 다리 뻗고 앉은 자세에서 테이블 높이에 따른 식사 시 근 활성도 비교

다리를 뻗고 앉은 자세에서 식사 시 테이블 높이에 따른 상지 및 체간 근육의 근활성도를 분석한 결과, 삼각근 중부 섬유, 극상근, 상승모근, 능형근, 요최장근에서 통계적으로 유의한 차이를 보였다( $p < .05$ )(Table 2). 삼각근 중부 섬유, 극상근, 상승모근 그리고 요최장근은 테이블의 높이가 올라갈수록 근육의 활성도가 유의하게 증가하였고( $p < .05$ ), 능형근은 테이블의 높이가 올라갈수록 근육의 활성도가 감소하는 양상을 보였다( $p < .05$ ). 사후 검정 결과 삼각근 중부 섬유는 팔꿈치

Table 1. General characteristics of subjects (mean±SD)

Sex(Male/Female)	Age(years)	Height(cm)	Weight(kg)	MMSE-K
15/15	69.63±3.27	159.71±8.33	63.08±8.06	26.67±1.65

Table 2. Muscle activation on long-sitting position according to table height during eating performance  
(unit : %RVC)

	3/3 height	2/3 height	1/3 height	F	p
DM	227.15±118.44*	328.33±195.99	401.11±227.63*	4.39	.01*
SA	137.70±42.42	150.62±42.70	133.58±30.52	1.04	.36
SS	218.06±122.88*	346.83±169.09*	418.97±227.19*	6.52	.00*
UT	358.12±156.80*	405.98±169.51*	527.47±202.44*	4.84	.01*
Rh	405.21±179.53*	375.91±122.29*	293.25±65.57*	8.42	.00*
CL	189.97±141.96	163.18±91.20	173.53±120.49	0.25	.77
TL	202.71±49.43	197.27±63.28	215.59±64.10	0.50	.60
LL	73.33±27.38*	130.41±62.78*	126.57±59.42*	7.42	.00*

Values at mean ± SD \* Significant linear trend \*, \* Indicate significantly different group

3/3 height : between shoulder and elbow 3/3

2/3 height : between shoulder and elbow 2/3,

1/3 height : between shoulder and elbow 1/3,

DM : deltoid middle fiber, SA : serratus anterior, SS : suprapinatus

UT : upper trapezius, Rh : rhomboideus, CL : cervical part of longissimus

TL : thoracic part of longissimus, LL : lumbar part of longissimus

높이에서 상완의 1/3 높이에 비해 유의하게 낮았고, 극상근과 요최장근은 팔꿈치 높이에서 상완의 2/3 높이와 1/3 높이보다 유의하게 낮았다( $p<.05$ ). 상부승모근은 상완 1/3 높이에서 다른 두 높이보다 유의하게 높은 근활성도를 보였으며, 능형근은 상완 1/3 높이에서 다른 두 높이보다 유의하게 낮은 근활성도를 보였다( $p<.05$ ).

#### IV. 고찰

현대 사회는 빠른 속도로 증가하는 고령자들의 비율에 따라 고령친화제품들의 수요도 역시 높아지고 있는 추세이다. 다양한 고령친화제품 중 전동침대는 환자와 고령자들이 주로 사용하는 것이지만 고령자들의 신체적인 특성을 고려하여 제작된 제품은 많지 않다. 따라서 본 연구는 사용자의 신체적 특성에 맞는 인체공학 적 설계를 위해 전동침대의 구조물 중 하나인 테이블 사용 시 높이에 따른 고령자의 상지와 체간의 근활성도를 분석하여 적절한 테이블 높이에 관한 기초 자료를 제시하고자 하였다.

침대에 부착된 테이블은 일상생활활동 중 주로 식사

시에 사용되며 식사동작 시 테이블 높이에 따른 상지와 체간의 근활성도를 분석한 결과 삼각근 중부 섬유, 극상근, 상승모근에서 테이블의 높이가 높을수록 근활성도가 높았고 요최장근 역시 테이블 높이가 상완의 2/3 높이가 되었을 때 상완길이 높이보다 근활성도가 높아졌다. 하지만 능형근은 높이가 높을수록 근활성도가 낮아졌으며 상완 1/3 높이일 때 유의한 차이를 보였다. 이러한 결과는 작업대 높이에 따라 승모근의 근활성도를 연구한 선행연구의 결과와 일치하며 선행연구에서도 작업대의 높이가 팔꿈치 위치일 때와 3 cm 높았을 때의 승모근 근활성도가 가장 낮았고, 높이가 6 cm, 9 cm로 높아짐에 따라 근활성도가 2배, 5배로 급속히 높아지는 것을 볼 수 있었다(An 등, 2006). 또 책상 높이에 따른 상지 자세와 승모근 근긴장을 연구한 결과에서 책상이 팔꿈치 높이에서 5 cm, 10 cm로 높아짐에 따라 승모근 근긴장이 높아지고 어깨 거상과 굴곡, 외전이 유의하게 증가하는 것을 확인하였다(Kim 등, 2002). 이러한 운동학적인 분석은 본 연구결과에서 삼각근, 승모근, 극상근의 근활성도가 증가하는 것과 일치하며 근활성도 증가의 근거가 될 수 있다. 테이블 높이에 따른 근활성도의 차이는 동작을 수행할 때 수행도에도 영향

을 주어 적절한 테이블 높이에 따른 효율적인 근육의 사용은 수행시간을 단축하거나 수행력이 더 좋아지게 한다(Yu와 Kim, 2009; Lee, 2005).

이전 연구에서도 언급되었듯이 앉은 자세에 따라 체간의 운동학적, 운동역학적 특성은 달라진다(Caneiro 등, 2010; Yoo 등, 2006). 본 연구에서 상지의 근활성도 뿐 아니라 요최장근의 근활성도도 높이에 따라 증가하는 양상을 보였다. 이는 테이블 높이가 높아짐에 따라 어깨 거상과 굴곡, 외전이 증가하게 되고(Kim 등, 2002) 이러한 상지의 움직임은 요부의 불안정성을 유도하여 안정성을 유지하기 위해 근육의 활성도를 증가시켰을 것이다. 이전에 밝혀진 여러 연구 결과에서도 불안정한 면에서의 움직임은 높은 근활성도를 유도한다고 하였다(Buchecker 등, 2013; Imai 등, 2010).

고령자는 노화가 진행됨에 따라 자세에 변화를 가져 오게 되는데 시상면에서 관찰하였을 때 앉은 자세에서도 여러 가지 변화가 일어난다. 상경부에서는 신전이 증가되고 하경부에서는 굴곡이 증가된 전형적인 전방 두부자세를 보이고 흉추후만증이 증가하며 요추 굴곡이 감소한다(Kuo 등, 2009). 이처럼 변화된 자세에서 안정성을 확보하기 위한 근육의 움직임은 그 양상이 다를 것이며 비효율적으로 나타난다. 이러한 이유로 변화된 신체적 특성과 비효율적인 근육의 움직임을 고려한 고령친화제품의 설계가 매우 중요한 것이다.

본 연구에서는 사용자의 특성에 맞는 제품의 설계를 위해 고령자가 전동침대의 요소인 테이블을 사용 시 적절한 높이를 제안하기 위해 실시되었다. 앞으로 제품의 사용 목적에 맞게 효율적으로 사용되기 위해 사용자의 특성을 고려할 수 있도록 관련 기초 연구가 많이 수행되어야 할 것이다.

## V. 결론

본 연구에서는 전동침대에서 고령자가 식사과제를 수행할 때 테이블의 높이가 높아질수록 어깨 근육 활성도가 높아지는 것으로 나타났고 능형근에서는 근활성도가 낮아지는 것으로 나타났으며 또 요최장근에서는

근활성도가 높아지는 것으로 나타났다. 이는 식판의 높이가 높아짐에 따라 자연스럽게 팔의 위치가 높아지고 또 식판에 팔꿈치가 닿는 불편함을 피하기 위해 어깨의 높이를 높게 거상시킨 동작에서 식사를 하기 때문인 것으로 판단된다. 하지만 어깨 주변 근육과 허리 근육의 과도한 사용이 지속되었을 때 피로도가 증가되어 어깨 통증을 유발할 수 있을 것으로 생각된다.

따라서 실험 결과에 의한 적정 식탁 높이는 고령자가 스스로 식사를 할 경우 본인의 팔꿈치 높이가 가장 적절하고 이를 고려한 제품의 설계가 이루어져야 한다고 생각된다.

## References

- An CS, Lee MH, An YH. The Effect on the Tension Trapezius Muscle of the Height Keyboard Computer. *J Kor soc phys ther.* 2006;18(6):67-75.
- Buchecker M, Stöggel T, Müller E. Spine kinematics and trunk muscle activity during bipedal standing using unstable footwear. *Scand J Med Sci Sports.* 2013 Jun;23(3):e194-201.
- Caneiro JP, O'Sullivan P, Burnett A, et al. The influence of different sitting postures on head/neck posture and muscle activity. *Man Ther.* 2010;15(1):54-60.
- Choi HH, Chun KJ, Hong JS, et al. An Analysis of Musculoskeletal Characteristics for Height of Using Elderly Lift chair. *Journal of the Ergonomics Society of Korea.* 2010.5, 132-135.
- Herberts P, Kadefors R, Broman H. Arm positioning in manual tasks An electromyographic study of localized muscle fatigue. *Ergonomics.* 1980;23(7):655-65.
- Hwang MJ, Jung SH. The Ageing Society of Korea and the Population Estimate. *Journal of the Korea gerontology Society.* 2011;34(2):113-33.
- Imai A, Kaneoka K, Okubo Y, et al. Trunk muscle activity during lumbar stabilization exercises on both a stable and unstable surface. *J Orthop Sports Phys Ther.*

- 2010;40(6):369-75.
- Jung KT, Song BH, Shin DJ, et al. User Analysis for Shower Chair Design, *Journal of the Ergonomics Society of Korea*, 2010;29(1):93-100.
- Kang BK, Jung KT, Chun KJ, et al. Anthropometric and Standing Action Analysis for Electric Adjustable Bed. *Journal of the Ergonomics Society of Korea*, 2009;28(4): 125-37.
- Kim MW, Cho SH, Han TR, et al. The Desk Height and Keyboard Design as Determinants of Posture and Trapezius Tension. *J Korean Acad Rehabil Med*. 2002;26(4):461-9.
- Kuo YL, Tully EA, Galea MP. Video analysis of sagittal spinal posture in healthy young and older adults. *J Manipulative Physiol Ther*. 2009;32(3):210-5.
- Lee SG, Kam S. Incidence and Estimation of socioeconomic Costs of Falls in the Rural Elderly Population. *J Am Geriatr Soc*. 2011;15(1):8-19.
- Lee TH. Ergonomic comparison of operating a built-in touch-pad pointing device and a trackball mouse on posture and muscle activity. *Percept Mot Skills*. 2005;101(3): 730-6.
- Sigholm G, Herberts P, Almström C, et al. Electromyographic analysis of shoulder muscle load. *J Orthop Res*. 1984;1(4):379-86.
- Yoo WG, Yi CH, Kim HS, et al. Effects of Slump Sitting Posture on the Masticatory, Neck, Shoulder, and Trunk Muscles Associated With Work-Related Musculoskeletal Disorders. *Phys Ther Kor*. 2006;13(4):39-46.
- Yu YY, Kim HS. Study on How the Height of the Table Influences of the Functional Ability Performance to Patients Group with Stroke. *Journal of the Ergonomics Society of Korea*, 2009;28(4):9-15.