

# 강성스프링 불안정판을 부착한 경사침대 각도에 따른 하지 근육 특성 분석 Characteristic Analysis on the Muscles Activities in Lower Limbs on the Angle of a Tilt Bed Using an Unstable Platform with Stiffness Springs

\*이선연<sup>1</sup>, 김 경<sup>2</sup>, 박용군<sup>2</sup>, 권대규<sup>3,4</sup>, 김정자<sup>3</sup>, 유문호<sup>3</sup>, #김남균<sup>3</sup>

\*S. Y. Lee<sup>1</sup>, K. Kim<sup>2</sup>, Y. J. Piao<sup>2</sup>, T. K. Kwon<sup>3,4</sup>, J. J. Kim<sup>3</sup>, M. H. Ryu<sup>3</sup>, and #N. G. Kim (ngkim@chonbuk.ac.kr)<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 전북대학교 헬스케어공학과, <sup>2</sup> 의용생체공학과, <sup>3</sup> 바이오메디컬공학부, <sup>4</sup> 전북대학교 고령친화복지기기연구센터

Key Words : Tilting bed, Unstable platform, Muscle activities, Postural training

## 1. 서론

최근 교통사고의 증가와 평균수명의 연장으로 인한 노인 인구의 급증으로 중추신경계의 기능에 손상을 초래하는 각종 질환들 즉 뇌졸중, 외상성 뇌손상, 뇌성마비 및 퇴행성 뇌질환 등이 더욱 많아지고 있다. 이러한 질환들은 뇌기능 장애로 인한 운동감각 및 인지능력 저하를 일으켜 보행과 일상생활 동작수행에 큰 장애를 초래하게 된다[1][2].

기존의 재활의 개념은 환자가 어느 정도 회복되어 환자가 침대에서 일어나 최소한의 거동을 할 수 있을 때부터 시작된다. 환자에게 있어서 재활훈련의 시기는 환자가 정상인으로써 사회에 환원될 수 있도록 하는 기간을 단축시키는 데 필요한 시간과도 밀접한 연관이 있다. 그 만큼 무리하지 않은 범위 내에서 빠른 재활은 환자의 빠른 쾌유를 도모할 것이다. 그러나 기존의 침대 밖에서의 재활이란 개념으로는 이런 것들을 실현시키기는 어렵다. 따라서 환자를 침대에 누워있는 입원초기부터 재활을 가능하도록 한다면 이를 가능하게 할 수 있을 것이다. 이를 실현하기 위해서는 환자가 침대에서부터 재활치료가 가능하도록 하는 것이 필요하다. 기존의 자세균형 제어를 위한 재활훈련장치가 있으나 자세균형에 필요한 여러 가지 감각기관중 일부만을 자극하기 때문에 재활효과의 실효를 기대하기에는 불충분하다. 또한 자세균형제어에 필요한 거의 모든 장비가 외국으로부터 수입된 제품으로 가격이 고가이기 때문에 구입 활용하기가 쉽지 않다.

본 연구에서 경사침대를 이용한 조기 재활 연구로써 기존의 경사침대와 훈련 프로그램을 이용한 자세균형 증진 훈련 시스템을 개발하여 침대에 누운 상태에서의 훈련을 통해 자세 균형 제어 능력을 향상시킬 수 있는 훈련시스템을 개발하였다. 불안정판의 하단에 강성스프링이 장착된 경사침대를 이용한 재활훈련을 통하여 하지 근육의 특성을 분석하였고 이에 따른 재활훈련 효과를 알아보았다.

## 2. 시스템 구성

그림 1은 개발된 조기 재활 훈련 시스템이다. 시스템의 구성은 환자가 운동의 영상이나 결과를 볼 수 있는 시각제시부나 운동판으로써 스프링과 기울기 센서가 장착된 경사침대로 이루어져 있다. 경사침대는 경사가 0 ~ 90° 조절되는 전동 유압시스템이고, 좌우 조절이 -30° ~ +30° 까지 가능한 전동실린더로 이루어져 있다. 또한 발판높이조절이 0 ~ 25cm 까지 되는 전동실린더로 이루어져 있으며 안전장치가 되어 있다. 경사침대의 발판으로 스프링판으로 제작하였다. 양쪽 나무판의 중심에 스프링을 달아서 볼트와 너트로 고정시킨 후 양쪽 나무판의 4개의 모서리에 중심에서 고정 시킨 것처럼 4개의 스프링을 고정시켰다. 기존의 힘판에 비해 스프링 판으로 인해서 침대에 누워서 조기 재활훈련 시에 환자가 많은 힘을 들이지 않고도 스프링의 탄성력으로 인해서 운동을 쉽게 할 수가 있다. 그림 2에서 본 연구에서 제작한 스프링 판을 보여 주고 있다. 또한, 경사침대에서 시각적 피드백을 주기 위해서 15인치 LCD모니터를 이용하였다.

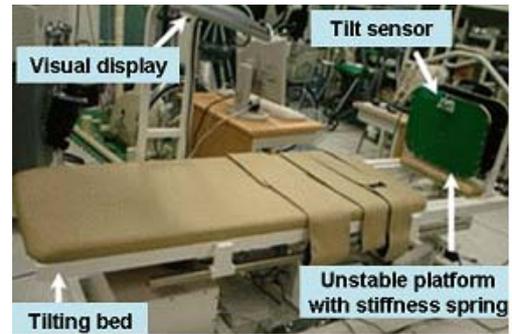


Fig. 1 Rehabilitation training system on tilting bed using unstable platform with stiffness spring.



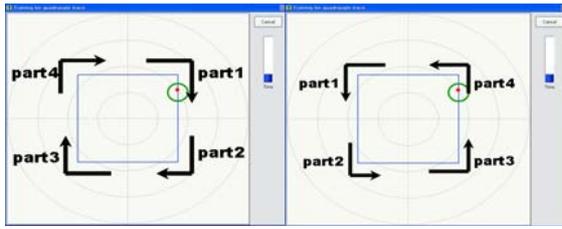
Fig. 2 Unstable platform with stiffness spring

## 3. 실험 방법

실험 대상으로는 20대 성인 남녀(평균연령 24.5 ± 1.58세, 평균 신장 167.1 ± 8.90cm, 평균몸무게 60.2 ± 7.76kg, 남 5명, 여 5명)이 참여 하였다. 실험 시작 전에 실험의 개요 및 시스템의 전반적인 사항을 설명하였다.

경사침대의 스프링 판에서의 운동이 익숙해 질수 있도록 약 3분 정도 연습을 한 후에 실험을 하였다. 실험은 한 명당 2회씩 하였으며, 한번 실험을 할 때 평균 25분이 걸렸다. 실험 시작 전에 침대에 누워서 운동을 하기 전의 EMG를 측정하였으며 경사침대의 각도 30°를 실험을 먼저 한 후에 약 3분간의 휴식이 주어지고 다시 60° 실험을 하였다. 모든 실험은 2번씩 반복하고 그 값을 평균을 내어 분석하였다. 실험의 훈련방법으로 경사침대의 각도(30°, 60°)에 따른 근육의 변화량을 알아보기 위하여 상하 운동과 좌우 운동을 실험하였고, 4가지의 복합을 알아보기 위하여 원 및 사각형을 실험을 하였다. 이때 시계방향과 반시계 방향으로 훈련하였을 경우 근육이 움직이는 차이를 알아보기 위하여 설정을 하였으며, 모양의 크기에 따라서 레벨 1과 3으로 나누었고 속도는 모두 레벨 3으로 고정하였다. 그림 3은 사각형의 part별 패턴을 나타낸다.

훈련을 하는 동안에 근육의 사용을 고찰하기 위하여 양쪽 다리의 전경골근, 가자미근, 비복근의 근육에 전극을 부착하고 이로부터 측정된 EMG를 분석하였다

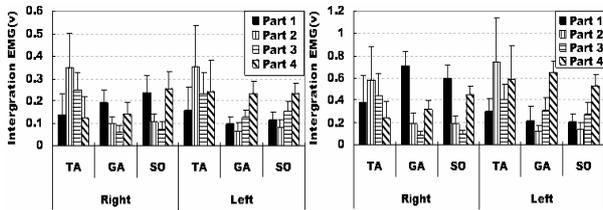


(a) clockwise direction (b) counterclockwise direction

Fig. 3 Training program on the direction of quadrangle pattern in the part

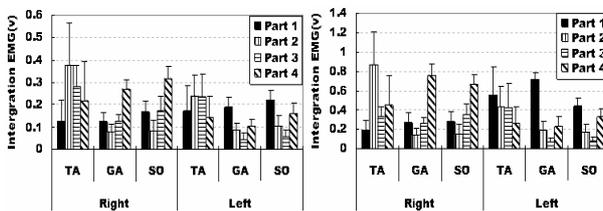
4. 결과

레벨에 따른 패턴 별 근육 사용 상황은 그림 4와 5의 사각형 시계방향과 반시계방향의 레벨 1, 3의 30°에서의 그래프를 보고 알 수 있다. 그림 4는 시계방향의 그래프를 나타낸다. part별로 살펴 보았을 때 시계방향에서 part1은 오른쪽 근육이 활성화 되어 있고, part2에서는 중심의 아래로 내려갈 때 사용하는 전경골근의 늘어남을 알 수 있다. part3에서는 위로 올라갈 때 사용하는 비복근과 가자미근이 part4 까지 이어서 나타남을 알 수 있다. 특히 이동하는 방향으로 사용되는 근육이 활성화 된다는 것을 발견할 수 있고, 아래로 내려갈 경우에 전경골근이 현저히 활성화 되는 것을 알 수 있다. 또한 레벨이 높을수록 운동하는 길이가 늘어남에 따라서 근육 사용량이 많아지기 때문에 integration EMG가 높아지는 것을 볼 수 있다. 그림 5에서는 시계방향과 비교를 했을 때 방향과 근육의 활성화가 달라지는 것을 확인할 수 있다.



(a) 30° in level 1 (b) 30° in level 3

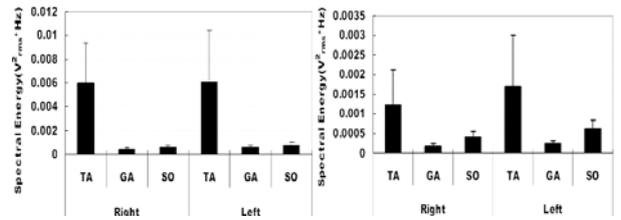
Fig. 4 Integration EMG of Movement in the quadrangle clockwise direction under the tilt bed in different level



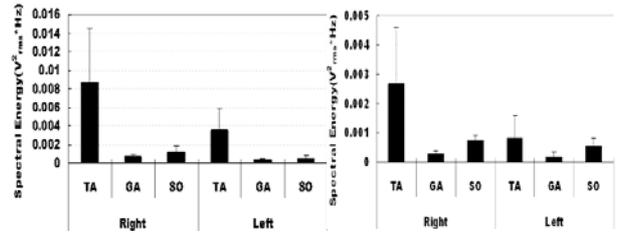
(a) 30° in level 1 (b) 30° in level 3

Fig. 5 Integration EMG of Movement in the quadrangle counterclockwise direction under the tilt bed in different level

각도 별 근육 사용 상황은 그림 6와 7의 사각형의 시계방향과 반시계방향의 Spectral Energy를 나타낸다. Spectral Energy는 60° 일 때보다 각도가 낮은 30°가 더 크게 나타나는 것을 알 수 있다. 각도가 높아질수록 하중에 의해서 힘이 달라지기 때문에 각도가 낮을수록 Spectral Energy가 더 크게 나타나는 것을 알 수 있다. 사각형은 특히 중심에서 아래로 내려가는 부분의 힘이 많이 사용하기 때문에 전경골근이 가장 크게 나타나는 것을 확인할 수 있으며, 가자미근과 비복근 순서대로 나타낸다.



(a) The tilting bed leaning in 30° (b)The tilting bed leaning in 60°  
Fig. 6 Spectral energy of the COP movement in the quadrangle clockwise direction under the tilt bed leaning in different degrees in level 1



(a) The tilting bed leaning in 30° (b)The tilting bed leaning in 60°  
Fig. 7 Spectral energy of the COP movement in the quadrangle counterclockwise direction under the tilt bed leaning in different degrees in level 1

5. 결론

본 연구에서는 강성스프링 불안정판을 부착한 경사침대의 하지 근육 특성 분석하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 강성스프링을 장착한 불안정판의 운동 방향과 그때 사용된 근육이 활성화되는 것을 확인할 수 있었다. 우측방향으로 향할 때 우측 하지 근육이 활성화 되며, 좌측 방향으로 향할 때 좌측 하지 근육이 활성화되었다.
2. 아래쪽으로 움직일 때 사용하는 근육은 전경골근이 활성을 보였고, 좌·우방향을 움직이는 하지 근육은 가자미근과 비복근이 활성화를 보이고 있다.
3. 스펙트럼 분석에서는 하중 때문에 각도가 낮을수록 더 크게 나타나고, 레벨이 높을수록 Integration EMG가 높은 것을 알 수 있었다.

후기

이 논문 또는 저서는 2008년 정부(교육인적자원부)의 재원으로 한국학술진흥재단의 지원을 받아 수행된 연구임(지방연구중심대학육성사업/헬스케어기술개발사업단).

참고문헌

1. T. P. Anderson, "Rehabilitation of patient with complete stroke", Krusen's handbook of physical medicine and rehabilitation, 4th ed., WB saunders, philadelphia, pp. 656-678, 1990.
2. G. E. Cavell and J. M. von Swearingner, "Neuro muscular analysis", Physical Therapy, pp. 656-678, 1990.