

# 누운 자세에서 사이클링 기기를 이용한 하지 운동 효과 분석

## Effect on Lower Limb Exercise using Cycle Ergometer on Supine Position

\* # 권대규<sup>1</sup>, 박용근<sup>2</sup>, 김재훈<sup>3</sup>, 유미<sup>2</sup>, 박찬희<sup>2</sup>

\*#T.K. Kwon(kwon10@jbnu.ac.kr)<sup>1</sup>, Y.J.Piao<sup>2</sup>, J.J. Kim<sup>3</sup>, M. Yu<sup>2</sup>, C.H. Park<sup>2</sup>

<sup>1</sup>전북대학교 공과대학 바이오메디컬공학부, 고령친화복지기기연구센터,

<sup>2</sup>전북대학교 자동차부품금형기술혁신센터,

<sup>3</sup>전북대학교 대학원 헬스케어공학과

Key words : cycle ergometer, supine position, tilting bed, lower limb exercise, electromyogram

### 1. 서론

사이클 운동은 대표적인 유산소 운동으로 심폐 기능을 꾸준히 자극하여 순환계와 호흡계를 강화하고, 하지 근육을 지속적으로 수축, 이완시켜 증진시킨다. 또한, 안장에 체중을 실어 엉덩이, 다리, 팔을 중심으로 온몸에 무게를 분산시키기 때문에 anmv에 가해지는 체중부하를 크게 감소시켜 관절 손상을 방지하고, 균형유지를 위한 민첩성과 균형 감각, 순발력을 증진시키는 연구가 진행되고 있다 [1-2]. 이에 따라 사이클 운동은 하지 운동을 필요로 하는 노약자, 관절질환 및 하지 근육 관련 질환 환자 들을 위해 효과적인 운동이라 할 수 있다.

또한 근래에 치료용 의료기기보다 재활 및 트레이닝 기기에 대한 관심이 증가되고 있다. 최근에는 기능적 전기자극치료[3], 로봇 보조치료(robot assisted therapy)[4], 부분체중지지 트레드밀 운동[5] 등 다양한 부가적인 치료방법과 개념들이 비교적 초기 재활치료부터 도입되어 재활 치료에 이용된다. 이러한 시스템 내에서는 하지 근육의 재활을 돕는 메커니즘에 관한 연구가 주를 이루지만, 기존의 침대 밖에서의 재활이란 개념으로는 이런 것들을 실현시키는 것이 어렵다. 따라서 환자를 침대에 누워있는 입원초기부터 재활을 가능하도록 한다면 보다 빠른 재활 효과를 확인할 수 있을 것이다. 이와 관련하여 Yu 등[6]은 침대에서 하지 재활 훈련을 할 수 있도록 힙판을 부착한 경사 침대형 조기 재활 시스템을 개발하였지만, 힙판에서의 하지운동은 사용자가 비교적 많은 힘을 들어서 운동해야 하는 단점이 있어서 다른 구동 메커니즘을 고려해야 한다.

따라서 본 연구에서는 상·하 기울기가 가능한 경사침대의 하단에 사이클형 보조기기 장착하여, 앙와위 자세(spine position)에서 침대의 경사 각도에 따라 사이클링 운동 시 하지 근육의 특성을 분석하였고 이에 따른 운동 효과를 분석하였다.

### 2. 실험방법

그림 1은 하단에 사이클 형식의 하지운동 보조기기를 장착한 경사 침대형 하지 운동 시스템을 나타내고 있다. 시스템의 구성은 환자가 운동의 영상이나 결과를 볼 수 있는 시각제시부, 기울기 센서가 장착된 경사침대로 구성되어 있다. 이 시스템은 구동 컴퓨터에 설치된 AD 변환기와 소프트웨어에 의해서 운용된다. 경사침대는 경사가 0-90° 조절되는 전동실린더로 이루어져 있다. 또한 발판높이 조절이 0 ~ 25cm 까지 되는 전동실린더로 이루어져 있으며 안전장치가 되어 있다.

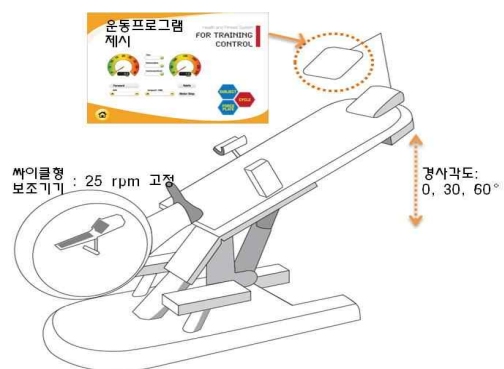


Fig. 1 Lower limb exercise system with cycle ergometer

사이클 형식의 하지 운동 보조기기는 가로 600mm, 세로 400mm, 높이 1000mm 크기로, BLDC 모터를 이용하여 사이클 안장과 핸들의 페달축에 대한 상대좌표 RPM, Torque 등을 측정할 수 있는 감지기와 측정회로를 제작하였다. 또한 LabVIEW 프로그램(NI Inc., USA)각 운동 형태에 맞게 프로그램을 제작하여 제시할 수 있도록 하였다.

실험 대상으로는 전북대학교에 재학 중인 20대 성인 남자(평균연령  $23.4 \pm 1.34$ 세, 평균신장  $175.1 \pm 8.90$ cm, 평균몸무게  $76.2 \pm 7.76$ kg) 3명이 참여하였다. 경사침대에서 운동 형태별 하지 운동 시 하지근육의 활성화를 분석하기 위하여 양쪽 다리의 대퇴직근(Rectus Femoris, RF), 대퇴이두근(Biceps Femoris, BF), 전경골근(tibialis anterior, TA), 비복근(gastrocnemius, Ga)에 전극을 부착하고, EMG를 측정하였다. EMG 측정을 위해 MP150(BIOPAC Systems, Inc.)을 사용하였고 샘플링률 1000Hz, 증폭비 1000배로 하였다. 근전도 신호는 근활성도를 알기 위해 확률 밀도함수를 구하여 스펙트럼 에너지를 분석하였다.

경사침대의 사이클형 보조기에서 하지운동이 익숙해 질수 있도록 앙와위 자세에서 약 3분 정도 연습을 한 후에 실험을 시행하였다. 실험은 경사침대의 0, 30, 60°의 각도에서 한 명당 2회씩 실시하였다. 각 조건 사이에는 약 3분의 휴식을 취하였다.

### 3. 결과

본 연구에서는 상·하 기울기가 가능한 경사 침대의 하단에 사이클형 보조기기를 장착하였고, 앙와위 자세에서 침대 경사각도에 따라 사이클링 하지 운동을 하는 동안 근전도를 측정하여 이에 대한 효용성을 분석하였다.

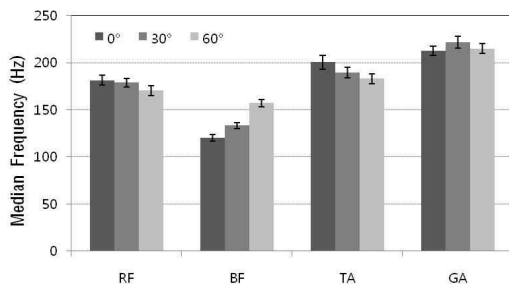


Fig. 2 Median frequency of EMG according to tilt angle during cycling exercise

대퇴이두근의 경우, 경사침대 각도가 증가할수록 근육 사용이 증가하는 경향을 보였으며, 대퇴직근과 전경골근의 경우 감소하는 경향을 보이고, 비복근의 경우 각도와의 상관관계가 없는 것으로 분석되었다.

이번 연구 결과로 사이클링을 장착한 경사침대형 하지운동시스템은 뇌질환 환자 등의 조기재활 훈련시스템으로 응용될 수 있다. 또한 향후 다양한 재활훈련의 프로그램 종류, 강도 및 각 질환별 최적 패턴 개발이 수행되어야 하며, 조기재활 훈련의 효과 차이에 대해 정량적인 데이터 수집의 분석에 대한 연구가 필요하다.

### 후기

이 논문은 2011년 한국산업기술평가관리원(지식경제부)으로부터 지원받아 수행된 연구임 (QoLT 기술개발사업/No. 10036494)

### 참고문헌

1. Cohen, H., Blatchly, C.A., Combash, L.L. "A study of the clinical test of sensory interaction and balance", *Physical Therapy*, 346-354, 1993.
2. Chae, J.B., Kim, B.J., Bae, S.S., "A study on the control factors of posture and balance", *J Kor. Soci. Phys. Ther.*, 421-431, 2001.
3. Anderson E., Anderson, T. P. and Kottke, F. J., "Stroke rehabilitation: Maintenance of achieved gains", *Arch. Phys. Med. Rehabil.*, **58**, 345-352, 1977.
4. Burgar, C.O., Lum, P.S., Shor, P.C. and Machiel, V. der L. H. F., "Development of robots for rehabilitation therapy: the Palo Alto VA/Stanford experience", *J Rehabil Res*, **37**, 663-673 2000.
5. Hesse, S., Bertelt, C., Jahnke, M. T., Schaffin, A., Baake, P., Malezic, M. and Mauritz, K. H., "Treadmill training with partial body weight support compared with physiotherapy in non-ambulatory hemiparetic patients", *Stroke*, **26**, 976-981, 1995.
6. Yu, C. H., Kim, K., Kim, Y. Y., Kwon, T. K. Ryu., M. H. and Kim, N. G., "A New Training System Using a Tilting Bed for an Early Rehabilitation", *SICE-ICASE*, 5858 - 5861, 2006.