

앙와위 자세에서 하지운동시 경사각도에 따른 운동부하 분석 Analysis of Exercise Loading by Tilting Angle during Lower Limb Exercise on Supine Position

*유미¹, #권대규², 김재훈³, 이선업⁴

*M. Yu¹, #T.K. Kwon(kwon10@jbnu.ac.kr)², J.J. Kim³, S.Y. Lee⁴

¹전북대학교 자동차부품금형기술혁신센터,

²전북대학교 공과대학 바이오메디컬공학부, 고령친화복지기기연구센터

³전북대학교 대학원 헬스케어공학과

⁴전북대학교 임상시험지원센터

Key words : strong spring, unstable platform, tilting bed, lower limb exercise, electromyogram

1. 서론

재활치료를 시작하게 되면 근력강화 및 각종 기능훈련을 비롯하여 신경발달 치료나 고유수용 체신경근촉진법 등이 치료 방법을 통하여 신경 회복을 촉진하고자 하게 된다. 이런 치료와 더불어 최근에는 기능적 전기자극치료[1], 로봇 보조치료(robot assisted therapy)[2], 부분체중지지 트레드밀 운동[3] 등 다양한 부가적인 치료방법과 개념들이 비교적 초기 재활치료부터 도입되어 재활 치료에 이용된다. 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. 이에 Yu 등[4]은 힘판을 부착한 경사침대형 조기 재활 시스템을 개발하였지만, 힘판에서의 하지운동은 사용자가 비교적 많은 힘을 들여서 운동해야 하고, 가격면에서 부담스럽지 않은 다른 구동 메커니즘을 고려해야 한다.

따라서 본 연구에서는 하단에 강성스프링을 이용한 불안정판을 장착되고 좌·우 상·하 기울기가 가능한 경사침대와 상부의 모니터를 통해 하지운동 훈련 프로그램을 시각적으로 피드백 받을 수 있는 디스플레이장치로 구성된 조기재활치료 시스템을 개발하였다. 시스템의 효용성을 입증하고자 앙와위 자세(spine position)에서 하지 운동시 하지 근육의 특성을 분석하였고 이에 따른 재활훈련 효과를 분석하였다.

2. 실험방법

그림 1은 하단에 강성스프링을 이용한 불안정판을 장착한 경사 침대형 조기 재활 훈련 시스템을 나타내고 있다. 시스템의 구성은 환자가 운동의 영상이나 결과를 볼 수 있는 시각제시부, 강성스프링을 이용한 불안정판과 기울기 센서가 장착된 경사침대로 구성되어 있다. 이 시스템은 구동 컴퓨터에 설치된 A/D 변환기와 소프트웨어에 의해서 운용된다. 경사침대는 경사가 0 ~ 90° 조절되는 전동유압시스템이고, 좌·우 조절이 -30° ~ +30° 까지 가능한 전동실린더로 이루어져 있다. 또한 발판 높이조절이 0 ~ 25cm 까지 되는 전동실린더로 이루어져 있으며 안전장치가 되어 있다.

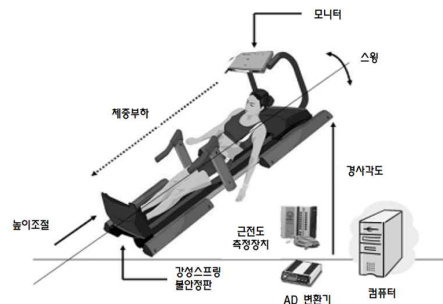


Fig. 1 Rehabilitation training system on tilting bed using unstable platform with strong springs

그림 2는 침대의 경사각에 따른 하지재활훈련을 위한 강성스프링 불안정판이다. 두 개의나무 발판의 중심과 가장자리에 5개 스프링을 볼트와 너트로 고정시켰다. 기존의 힘판(forceplate)에 비해 강성스프링 불안정판으로 인해서 침대에 누워

서 조기 재활훈련 시에 환자가 많은 힘을 들이지 않고도 스프링의 탄성력으로 인해서 운동을 쉽게 할 수가 있다[4]. 사용자가 강성스프링 불안정판에 힘을 가했을 때, 기울기 센서로부터 나오는 신호를 증폭기를 거쳐 A/D 변환기를 통해 추출한다.

표 1은 패턴별 경로추적훈련의 구성을 표시한 것이다. 직선형 패턴은 수평과 수직 방향, 원형과 사각형은 각각 시계방향과 반시계방향의 경로로 나누게 된다.

Table 1. The speculation of various patterns

pattern	shape	level	shift	speed (cm/sec)	direction
straight line	—	3	0	0.63	horizontal
circle	○	3	0	0.96	clockwise
quadra ngle	□	3	0	0.95	clockwise

실험 대상으로는 전북대학교에 재학 중인 20대 성인 남녀(평균연령 24.5 ± 1.58세, 평균신장 167.1 ± 8.90cm, 평균몸무게 60.2 ± 7.76kg, 남 5명, 여 5명) 10명이 참여 하였다.

경사침대의 각도별, 훈련패턴별 하지 운동 시 하지근육의 활성화를 분석하기 위하여 양쪽 다리의 전경골근(tibialis anterior, TA), 가자미근(Soleus, So), 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 강성스프링 불안정판에서 하지운동이 익숙해 질수 있도록 양와위 자세에서 약 3분 정도 연습을 한 후에 실험을 시행하였다. 실험은 한 명당 2회씩 실시하였다. 실험 전에 대조군으로 경사침대를 수평으로 놓은 0°의 조건에서 하지근육의 EMG를 측정하였다. 침대의 각도는 30°와 60°로 나누어 실시하였으며, 각 조건 사이에는 약 3분의 휴식을 취하였다.

3. 결과

본 연구에서는 강성스프링 불안정판을 장착한 경사침대형 조기재활시스템을 개발하였고, 30°, 60°의 경사 각도의 양와위에서 직선형, 원형과 사

각형 패턴별 하지운동 시 근력 특성을 분석하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 경사각도가 낮을수록 큰 활성화가 크며, 직선형 패턴에서 하지운동 시 활성화되는 근의 경향이 다름을 보였다.
2. 단순방향이 아닌 복합적으로 방향이 제시되는 패턴운동이 하지운동에 더 효과적임을 알 수 있었다.
3. 직선형, 원형, 사각형 패턴 순으로 근 활성화가 증가하며, 이는 사용자의 능력에 맞춘 하지운동 방법 제시가 가능함을 알 수 있었다.

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

후기

이 논문은 2010년 한국산업기술평가관리원(지식경제부)으로부터 지원받아 수행된 연구임 (QoLT 기술개발사업/No. 10036494)

참고문헌

1. Anderson E., Anderson, T. P. and Kottke, F. J., "Stroke rehabilitation: Maintenance of achieved gains", Arch. Phys. Med. Rehabil., **58**, 345-352, 1977.
2. 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.
3. 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.
4. 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.