

직립 자세에서의 전후, 좌우 방향 움직임에 따른 동적 자세 응답

Dynamic Postural Response of Stance During Horizontal Vibration in Anterior-Posterior and Medial-Lateral Direction

*오가영¹, 박용군², #권대규^{3,4} (kwon@chonbuk.ac.kr), 김정자³, 김동욱³, 김남균³

*G. Y. Oh¹, Y. J. Piao², #T. K. Kwon^{3,4} (kwon@chonbuk.ac.kr), J. J. Kim³, D. W. Kim³, N. G. Kim³

¹ 전북대학교 대학원 헬스케어공학과, ² 전북대학교 대학원 의용생체공학과, ³ 전북대학교 공과대학 바이오메디컬공학부
⁴고령친화복지기기연구센터

Keywords : Dynamic postural control, Muscle activities, Center of pressure

1. 서론

자세 균형이란 외력 즉 중력에 대해서 체위를 주어진 환경 내에서 자신의 지지기저면 위에 신체 중심을 유지하는 능력이다. 신체의 안정성과 독립성을 위해 필수적인 자세균형은 시각계, 체성감각계, 그리고 전정계로부터의 말초적인 정보들을 바탕으로 중추신경계에서 중력과 환경에 대해 공간 내에서 인체의 위치나 동작을 원하는 대로 조절함으로써 이루어지게 된다^[1].

자세 균형 제어에 관한 연구는 주로 힌판을 이용하여 특정 감각 시스템으로부터의 입력을 제한하거나 외력에 의해 평형 유지를 방해했을 때, 신체 전이(displacement), 압력 중심의 움직임(Center of Pressure; COP), 자세 유지 시 작용하는 근육의 활동전위 등을 측정하는 것이다. 지지면의 안정성에 변화를 둔 연구로써는, 1986년 Horak^[2]은 고정된 지지 면에서 단순한 자세동요만을 측정하는 것은 일차원적인 평가이기 때문에 자세조절을 양적 질적으로 평가하는 데는 부족하다고 하였고, Allum^[3]과 Commissaris^[4] 등은 발판을 좌·우, 앞·뒤 방향으로 움직였을 때의 동적 자세 균형 응답 특성을 고찰하였다. 최근에도 기저면에 움직임을 주어 기본적인 동적 자세 균형 응답을 분석하려는 연구가 계속해서 시도되고 있으나 주파수, 기저면 이동거리의 변화와 시각의 유무에 따른 연구는 아직 도 미미한 실정이다.

본 연구에서는 기저면을 전·후, 좌·우 방향으로 움직였을 때 주파수, 기저면 이동거리의 변화와 시각의 유무에 따른 근전도, 지면 반발력 등을 동시에 측정함으로써 이에 따른 동적 자세 특성에 대한 인체 응답 특성을 고찰하고자 한다.

2. 실험 방법

2.1 연구대상

피험자는 최근 1년 동안 근골격계나 신경근육계에 손상이 없는 남자 4명, 여자 3명(나이 24.4±0.7세, 신장 170.1±0.7cm, 체중 63.0±12.6kg)을 대상으로 임상실험을 실시하였다. 실험을 실시하기 전 연구의 목적과 방법에 대하여 충분히 설명한 후 동의를 얻었다.

2.2 실험 장치

본 연구에서는 동적 자세 응답에 관해 Fig. 1과 같이 실험 하였다. 본 실험은 6축 모션베이스(DSMP606, Simulink Co.), 힌판(Forceplat, Bertec System), 근전도 측정 시스템(Biopac System Co.) 등으로 구성되어 있다. 모션베이스는 6축으로 서로 직각인 3방향의 직선 운동과 서로 직각인 3축을 기준으로 주파수와 기저면의 이동거리를 조절하여 좌·우, 전·후 방향 움직임을 주는 시스템으로 구성되어 있다. 이것의 기저면은 가로 1.55 m, 세로 1.35 m 로

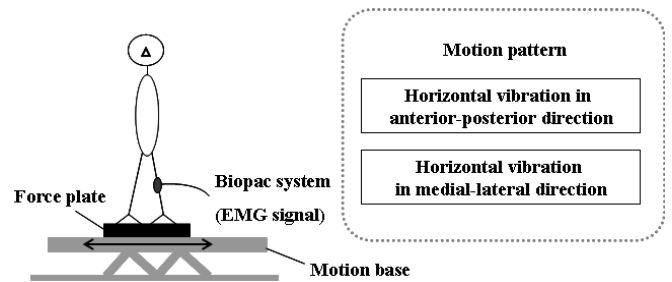


Fig. 1 Block diagram of dynamic postural control experiment using a motion base system.

베이스 기저면 위에는 인체의 무게 압력 중심을 측정해 주는 가로 400 mm, 세로 600 mm, 높이 80 mm의 힌판을 설치하였다. 표면 근육의 활성도를 측정하기 위한 근전도 신호는 양쪽 하지의 대퇴직근(Rectus femoris, RF), 대퇴이두근(Biceps femoris, BF), 비복근(Gastrocnemius, Ga), 전경골근(Tibialis anterior, TA)에 표면 전극을 부착하고 MP150 근전도 시스템에 연결하여 근전도를 측정하였다. 근전도 데이터는 1000 Hz의 샘플링율(sampling rate)로 획득하였으며 근전도 분석 방법으로는 IEMG값을 구하였다.

2.3 실험 절차

실험은 주파수, 모션 베이스 기저면의 이동거리, 시각의 유무, 모션 베이스 움직임 패턴을 매개변수로 네 가지 실험을 시행하였다. (1) 전후 방향 움직임(Horizontal vibration in anterior-posterior direction) 시 눈을 뜬 상태(eye open, EO), (2) 전후 방향 움직임 시 눈을 감은 상태(eye close, EC), (3) 좌우 방향 움직임(Horizontal vibration in medial-lateral direction) 시 눈을 뜬 상태(EO), (4) 좌우 방향 움직임 시 눈을 감은 상태(EC). 각각의 실험에서 주파수는 0.5Hz, 1Hz, 2Hz로 모션 베이스 기저면의 이동거리는 0.5cm, 1.5cm로 주었다. 각각의 주파수와 이동거리에 대한 최고 속도와 가속도는 Table 1에서 보여준다. 실험은 20초씩 시행하였으며 실험 순서는 랜덤하게 시행하였다.

Table. 1 Peak velocity(cm/s) and peak acceleration(cm/s²) of different vibration amplitude and frequency.

	Peak velocity / peak acceleration		
	0.5 Hz	1 Hz	2 Hz
0.5 cm	1.57/4.94	3.14/19.74	6.28/78.98
1.5 cm	4.71/14.81	9.43/59.23	18.85/236.93

3. 결과 및 토의

Fig. 2는 기저면이 좌우 방향으로 움직일 때 20초 동안 동적 자세 균형 응답을 COP 변이 RMS의 평균값으로 나타낸 그래프이다. X축은 주파수이고 Y축은 COP 변이 RMS의 평균값이다. 주파수가 증가할수록 RMS 값이 증가하는 것을 볼 수 있었고 이동거리가 클수록 RMS 값도 큰 것을 볼 수 있었다. 이는 기저면이 전후 방향으로 움직일 때에도 같은 추이를 보였다.

Fig. 3은 전후 방향으로 1.5cm 움직일 때 20초 동안 동적 자세 균형 응답을 눈을 떴을 때와(EO) 눈을 감았을 때(EC)의 COP 변이의 RMS 평균값을 나타낸 그래프이다. 0.5Hz에서는 눈을 떴을 때와 감았을 때 비슷한 RMS 값을 보였지만 1Hz와 2Hz에서는 눈을 떴을 때보다 감았을 때 더 큰 RMS 값을 보였다. 즉, 시각의 유무가 자세 균형 유지에 관여한다는 것을 알 수 있다.

Fig. 4는 전후 방향으로 움직일 때 양쪽 하지 근육을 평균 낸 근육 활성도를 나타낸 것이다. 전체적으로 모든 주파수 대역에서 상대적으로 비복근이 가장 큰 활성도를 보이고 있다. 이는 기저면이 전후 방향으로 움직일 때 균형을 잡기 위해 움직임에 주로 관여하는 주동근인 비복근의 활성도가 크다고 볼 수 있다. 특히, 피험자 중 우세발이 왼발인 경우 왼쪽 비복근의 활성도가 더 크게 나타나고 있다. 좌우 방향으로 움직일 때는 여러 근육이 함께 활성화 되었고, 상대적으로 비복근의 활성도 높게 나타나고 있다.

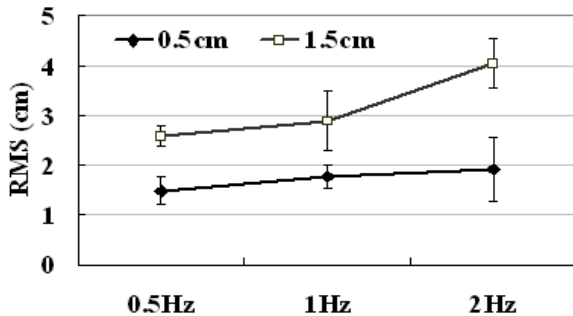


Fig. 2 RMS of COP displacement of horizontal vibration in medial-lateral direction.

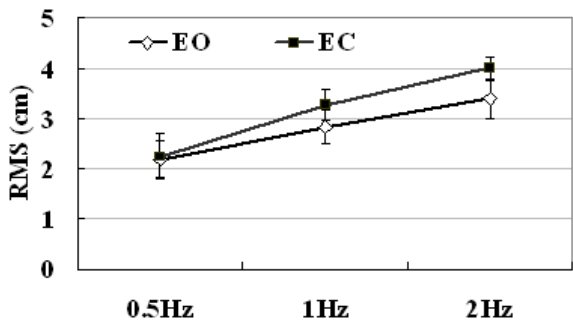


Fig. 3 RMS of COP displacement in different visual condition of horizontal vibration in anterior-posterior direction.

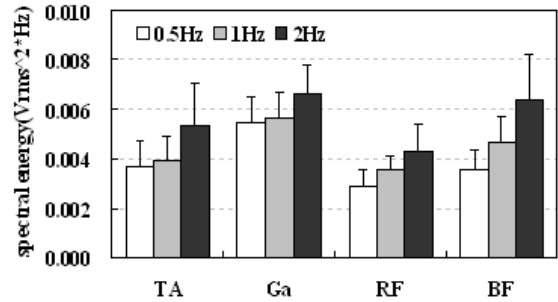


Fig. 4. Spectral energy of different muscles of horizontal vibration in anterior-posterior direction.

4. 결론

본 연구는 움직이는 기저면 위에 주파수와 이동거리에 변화를 주었을 때 직립자세를 유지하기 위한 동적 자세 응답에 대해 고찰하였다.

기저면의 움직임과 주파수, 이동거리에 따라 지면 반발력과 근전도는 주파수와 이동거리의 증가율에 영향을 미쳤으며 기저면이 전후 방향으로 움직일 때 균형을 잡기 위해 움직임에 주로 관여하는 주동근인 비복근의 활성도가 상대적으로 증가하였다. 무게 중심의 이동이 용이한 좌우 방향으로 움직일 때는 비복근의 활성도가 상대적으로 증가하였고 나머지 각 근육의 변동 폭이 작으며 여러 근육이 함께 활성화 되었다.

연구 결과는 임상에서 균형의 장애가 있는 사람들에게 유용한 자료로 쓰일 것이라고 사려 된다.

후기

This work was supported by the Korea Research Foundation Grant funded by the Korean Government (MOEHRD), (The Regional Research Universities Program/Center for Healthcare Technology Development)

참고문헌

- Shumway-Cook, A. and Wollacott, M., "Motor control : Theory and practical applications(second edition)" Baltimore: Williams & Wilkins, 4-62, 2001.
- Horak, F.B. and Nashner, L.M., "Central programming of postural movements: adaptation to altered support surface configurations, J. Neurophysiol, **55**, 1369-1381, 1986.
- Allum, J.H.J., "Organization of stabilizing reflex responses in tibialis anterior muscles following ankle flexion perturbations of standing man," Brain Res., **264**, 297-301, 1983.
- Commissaris, D.A.C.M, Nieuwenhuijzen, P.H.J.A. ,Overeem, S. A.,de Vos J.E.J. Duysens and Bleom,B.R. "Dynamic posturography using a new movable multidirectional platform driven by gravity," J. Neuroscience Methods, **113**, 73-84, 2003.
- K.S. Tae, Y.H. Kim, "Balance Recovery Mechanism Against Anterior Perturbation during Standing," J. Biomed. Eng. Res. **24**, 435-442, 2003.