

진동이 평형감각에 미치는 영향에 관한 연구

정성환*, 박용군(전북대학교 의용생체공학과),
이상민, 권대규, 홍철운, 김남균(전북대학교 생체정보공학부)

A Study on the Effect of Vibration Input toward the Sense of Equilibrium

S. H. Jeong, Y. J. Piao (Dept. of Biomedical Eng., CBNU),
S. M. Lee, T. K. Kwon, C. U. Hong, N. G. Kim (Division, of Bionics and Bioinformatics Eng., CBNU)

ABSTRACT

In this study, we investigated the influence of vibrational stimulation on postural control. To study the effect, the sway of the center of pressure was observed for two different visual conditions and for three different patterns of vibrational stimulation on plantar area. The two visual conditions were normal condition with visual feedback and blind condition with both eyes closed. The three vibrational stimulations were white noise, constant vibration, and vibration with amplitude modulations (sine curve modulation). The experimental results showed that the sway of the center of pressure distinctively reduced with white noise vibrational stimulation. This result showed that it's possible to use vibrational stimulation for improving the ability of postural control.

Key Words : Vibration(진동), Equilibrium sense(평형감각), COP(center of pressure, 압력중심)

1. 서론

전신진동(whole-body vibration)이란 인체와 기계 진동 요소가 접촉하는 발, 엉덩이 등 부위에 전달 되는 진동을 의미한다. 인체 진동의 측정 및 평가 대하여 ISO 2631-1: 1977(E)는 전신 진동의 측정 및 평가 방법에 대한 일반론을 제시하고 있으며, 진동의 인체 영향을 피폭되는 진동의 양에 따라 안락도 한계(comfort limit)와 보건 및 안전 한계(limit for health and safety)로 구분하고 있다.

인체 접촉부를 통하여 전달되는 피폭 진동의 측정치에 의한 분야는 인체의 동적 질량(dynamic mass), 기계적 임피던스(mechanical impedance), 그리고 서 있는 자세 혹은 앉은 자세에 대한 머리까지의 진동전달 특성(vibration transmissibility to head)의 실험에 대한 측정 및 평가 방법까지 확장될 수 있다. 진동이 인체에 미치는 영향 및 인간의 진동 인지 에 대한 이론적 체계는 미비하며 수식으로 기술 할 수 있을 정도의 학문적 체계는 아직 전무한 상태이며, 기존 연구는 인간을 피시험 대상체로 수행 한 진동실험 결과들의 통계적 분석을 통한 이해에 의존하고 있다¹.

인체의 평형감각을 무너뜨리는 요인은 낙상과 의

부의 무게중심의 변화로 인한 평형감각 제어력 상실이 원인이 된다. 또한, 강한 진동으로 인하여 평형감각 조절 능력이 상실되며 인간이 느끼기 시작 하는 작은 진동이나 느끼지 못하는 미세한 진동에 대해서도 인간의 평형감각 조절 능력은 진동의 영향을 받을 수 있다².

본 연구에서는 기립자세로 서 있을 때 하체의 발로부터 인간이 느끼기 시작하는 작은 진동이나 느끼지 못하는 미세한 진동이 인체의 평형감각 조절 능력에 미치는 영향을 분석하여 진동과 평형감각의 상관성을 검토하였다.

2. 시스템구성

Fig. 1 은 진동이 인체의 평형감각에 미치는 영향을 알아보기 위하여 고안된 시스템이다. 진동의 영향을 알아보기 위한 진동 제시부와 진동에 의해서 피험자의 COP 흔들림을 측정하기 위한 측정부로 구성되어 있다. 인솔과 진동 모터를 이용한 진동 제시 시스템과 피험자의 COP 흔들림을 측정하기 위해 힘판을 이용하였다. 힘판에서 얻어지는 신호는 증폭되어 NI 사의 PCI-6024 DAQ 보드를 통하여 컴퓨터에 입력하여 측정하였다.

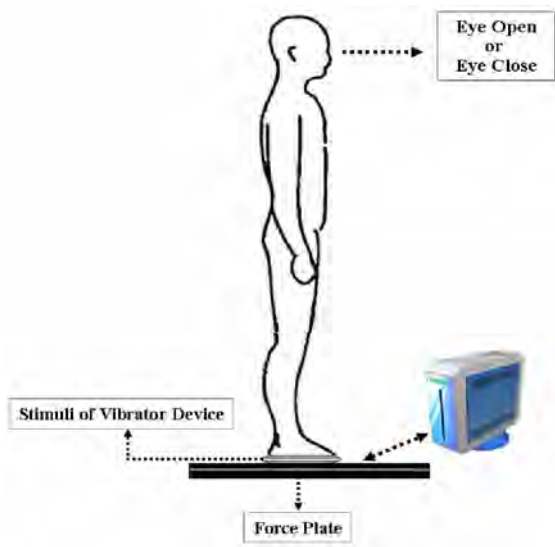


Fig. 1 The measured system of COP sway

Fig. 2 는 NI 사의 LabVIEW 6.1 을 이용하여 개발된 진동 제시 및 COP sway 측정 시스템의 블록다이어그램이다. 소프트웨어를 시작하게 되면 진동 장치와 힘판을 초기화 한 후 진동 제시모드를 선택하여 진동을 제시하고 COP sway 를 측정하여 분석하였다.

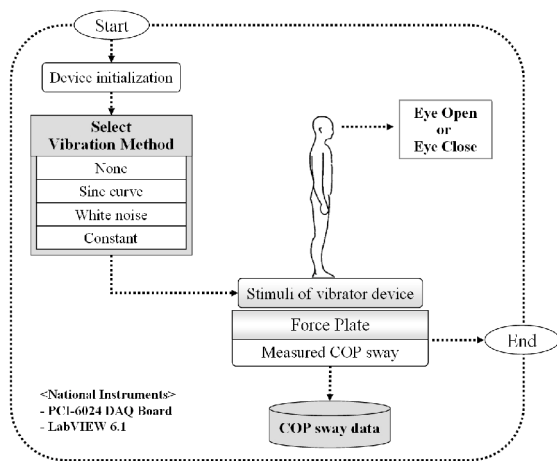


Fig. 2 The block diagram of vibration stimuli device

진동 제시에 따른 COP sway 를 측정하고 분석하기 위하여 네 개의 로드셀(load cell)을 설치한 힘판을 이용하였다. 힘판의 크기는 가로 400mm 세로 300mm 높이 40mm 이다. 로드셀에서 입력된 신호를 증폭과 필터링을 거친 후 시리얼 포트(serial port)를 통해서 NI 사의 SCB68 데이터 수집 보드에 연결되

며 SCB68 은 PCI-6024 와 통신하여 힘판의 데이터가 입력되게 된다. Fig. 3 은 힘판에서 COP sway 를 구하는 원리를 나타내고 있으며 식(1), (2)에 따라서 COP sway 를 측정하였다.

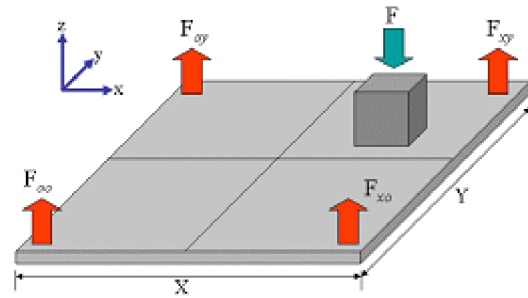


Fig. 3 The measured of COP sway(force plate)

$$F_z = F_{00} + F_{x0} + F_{0y} + F_{xy}$$

$$COP_x = \frac{X}{2} \left[1 + \frac{(F_{x0} + F_{xy}) - (F_{00} + F_{0y})}{F_z} \right] \quad (1)$$

$$COP_y = \frac{Y}{2} \left[1 + \frac{(F_{0y} + F_{xy}) - (F_{00} + F_{x0})}{F_z} \right] \quad (2)$$

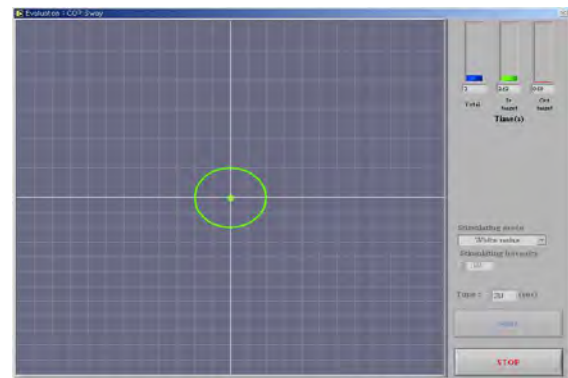


Fig. 4 The software for vibration stimuli

Fig. 4 는 진동 제시와 힘판으로부터 COP sway 를 측정하고 시각적 제시를 위한 NI사의 LabVIEW 6.1 을 이용하여 개발된 소프트웨어이다. 진동의 크기를 조절할 수 있으며 실험시간 진동의 제시 조건을 제어할 수 있다.

3. 실험과정

진동이 평형감각에 미치는 영향을 알아보기 위하여 20 대의 성인 20 명을 대상으로 실험을 진행하였다. Fig. 5 는 실험과정을 나타낸 것이다. 피험자 마

다 발에서 느끼는 진동의 크기가 다르기 때문에 진동을 느끼기 시작하는 부분을 개별적으로 제시하여 측정하였다. 진동을 느끼기 시작할 때를 100%로 정의하고 100%에서 10%를 뺀 90%의 진동을 무작위로 제시하고 눈을 감았을 때와 눈을 떴을 때 COP sway 를 측정하였다. 진동의 제시 모드는 None, Sine curve, White noise, Constant 로 4 가지의 진동 제시모드를 이용하여 진동을 제시 할 때 COP sway 를 측정하였다.

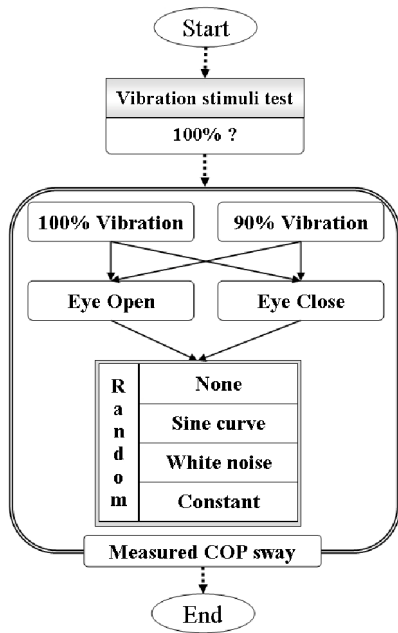


Fig. 5 Experimental procedure

4. 결과 및 고찰

Fig. 6 은 눈을 떴을 때 진동 제시 모드에 따라 진동을 제시하였을 때 COP sway 를 나타낸 것이다. 진동을 제시하지 않았을 때에는 0.68cm 였지만 진동을 느끼는 100%와 느끼지 못하는 90%를 제시했을 때 White noise 진동 제시 모드에서 각각 0.46cm, 0.47cm 로 나타나 COP sway 가 감소한 것을 알 수 있었다. COP sway 가 감소했다는 것은 기립자세로서 있을 때 흔들리지 않고 안정적으로 서 있었다는 것을 의미한다. 하지만, Sine curve 나 Constant 진동 제시 모드에서는 진동에 대해 COP sway 가 높아지거나 낮아짐으로써 진동이 평형감각에 미치는 영향을 알 수 없었다.

Fig. 7 은 눈을 감았을 때 진동 제시 모드에 따라 COP sway 를 나타낸 것이다. 눈을 감고 진동을 제시하지 않았을 때 1.33cm 였으며, 눈을 뜨고 COP sway 를 측정 했을 때와 같이 White noise 모드에서

각각 1.2cm, 1.26cm 로 나타나 COP sway 가 감소한 것을 알 수 있다. 이는 White noise 가 평형감각을 유지하는데 진동이 없을 때 보다 영향이 미치고 있으며 진동을 느끼지 못하는 90% 진동 제시 모드에서도 COP sway 가 감소하여 White noise 진동이 평형감각 조절 능력에 도움이 된다는 것을 알 수 있다.

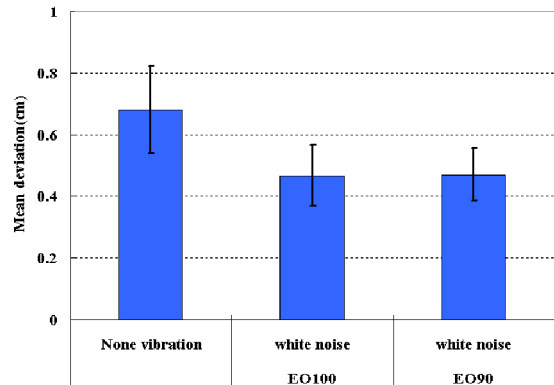


Fig. 6 The COP sway of EO100(eye open 100%) and EO90(eye open 90%)

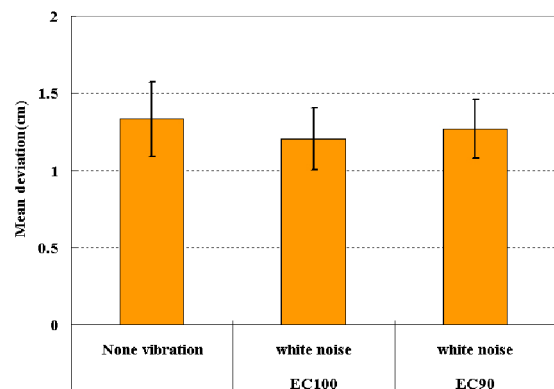


Fig. 7 The COP sway of EC100(eye close 100%) and EC90(eye close 90%)

5. 결론

본 연구에서는 진동이 평형감각에 미치는 영향을 알아보기 위하여 20 대의 젊은 성인을 대상으로 기립자세로서 있는 상태에서 진동을 느끼기 시작하는 진동을 100% 로 하고 10%를 제외한 90%의 진동을 제시하고 눈을 감았을 때와 떴을 때의 COP sway 를 측정하여 분석하였다.

실험 결과 눈을 뜬 상태, 감은 상태 모두 White noise 진동을 100%와 90% 제시 했을 때 COP sway 가 감소하였다. COP sway 가 감소하였다는 것은 기

립 자세로 서 있을 때 흔들리지 않고 똑바로 서 있었다는 것을 의미한다.

이는 진동이 인체의 평형감각 조절 능력에 영향을 미친다는 것을 알 수 있었으며 White noise 를 인체에 인가한다는 것은 평형감각 조절 능력 향상에 유용함을 알 수 있었다.

후 기

이 연구는 2005 년도 교육인적자원부 지방연구중심대학 헬스케어기술개발사업단의 지원에 의하여 연구되었음.

참고문헌

1. 정완섭, “전신 진동에 대한 개괄적 이해”, 소음 진동, 제 14 권, 제 5 호, pp. 6-14, 2004.
2. Attila Priplata, James Niemi, Martin Salen, Jason Harry, Lewis A. Lipsitz, J. J. Collins, “Noise-Enhanced Human Balance Control”, Physical Review Letters, Vol. 89, No. 23, pp. 1-4, 2002.
3. D. Casey Kerrigan, James J. Collins, “Noise-Enhanced Vibrotactile Sensitivity in Older Adults, Patients With Stroke, and Patients With Diabetic Neuropathy”, Arch Phys Med Rehabil, Vol. 83, pp. 171-176, 2002.
4. James J. Collins, Attila A. Priplata, Denise C. Gravelle, James Niemi, Jason Harry, and Lewis A. Lipsitz, “Noise-Enhanced Human Sensorimotor Function”, IEEE Engineering in Medicine and Biology Magazine, March-April, 2003.