

# 진동자극의 역치와 근육의 Stress-strain의 상호관계에 관한 연구 Study on the Relation between Threshold of Vibratory Somatosensory Stimulation and Stress-Strain of Muscle

\*소하주<sup>1</sup>, #김동욱<sup>2</sup>, 오한영<sup>2</sup>

\*H. J. So<sup>1</sup>, #D. W. Kim(biomed@jbnu.ac.kr)<sup>2,3</sup>, H. Y. Oh<sup>1</sup>

<sup>1</sup>전북대학교 대학원 헬스케어공학과, <sup>2</sup>전북대학교 공과대학 바이오메디컬공학부

<sup>3</sup>전북대학교 고령친화복지기기연구센터

Key words : Threshold, Somatosensory Stimulation, EMG

## 1. 서론

인체의 자세안정성은 인체에 분포하고 있는 다양한 감각기관 및 근골격계의 상호작용을 통하여 유지된다[1-2]. 인체의 기능 변화와 저하를 통하여 발생할 수 있는 보행 및 움직임 변화의 해결책으로써 저하된 기능의 보완·증진기술들이 다양하게 연구되고 있다. 특히, 외부에서 인가되는 진동체성감각자극을 활용하여 근골격계 기능의 저하를 회복하고자 하는 노력이 주목받고 있다. 다양한 선행 연구들은 진동체성감각자극에 대한 근육의 기능 변화[3]와 진동체성감각자극을 통한 근골격계의 기능 강화[4-6] 사례를 보고하였다. 하지만, 진동체성감각자극의 특성 변화에 있어서 인체의 개별 역치를 고려하지 않았기 때문에 인체의 개별 역치에 의존하는 진동체성감각자극의 강도와 인체 반응의 관계를 규정하지는 못하였다.

이에 본 연구에서는 인체의 개별 역치를 측정하기 위하여 선행 연구에서 사용되었던 상승법과 하강법을 통하여 진동체성감각자극의 역치를 측정하고, 상호 비교함으로써 역치 측정 방법의 차이에 의한 역치의 변화를 논의하였다.

## 2. 실험방법

본 실험은 외부에서 유입되는 간섭을 최소화하기 위하여 암실에 체성감각자극시스템과 근전도 시스템을 구축하여 진행하였다.

피험자에게 진동체성감각자극을 인가시키기 위한 체성감각자극시스템은 기계적인 진동을 생성하는 선형 진동소자(DMJBRN1036AH, Samsung Electro-Mechanics Co.)를 사용하여 자체 제작하였

다.

진동체성감각자극의 인가에 따른 근육의 활성 변화를 관찰하기 위한 근전도시스템은 생체정보 신호수집 시스템인 Biopac(BIOPAC system Inc., USA)의 2채널 EMG 모듈을 이용하여 구축하였다.

실험에 사용된 체성감각자극시스템과 근전도 시스템은 동조시켜 체성감각자극의 강도 변화에 의한 근육의 활성 변화를 탐색할 수 있도록 하였다.

실험은 근골격계의 질병 및 신경학적인 질병이 없는 성인 남성 5명을 대상으로 진행되었다.

피험자의 개인차를 고려한 인체의 역치를 측정하기 위하여 선행 연구에서 사용되었던 상승법과 하강법을 시행하였다. 진동체성감각자극기의 입력 전압을 100mVms 단위로 상승시키거나 하강시키면서 피험자가 인지하기 시작하는 시점을 진동체성감각자극의 역치로 간주하고 측정 신뢰성을 확보하기 위하여 3회 반복하였다. 진동체성감각자극의 역치 측정 및 근전도 측정은 진동자극의 강도 이외의 요소에 의한 영향을 최소화하기 위하여 무작위순으로 진행하였다.

본 실험에서는 상승법과 하강법을 사용하여 진동체성감각자극에 대한 인체의 역치를 측정하였고, 진동체성감각자극의 인가에 의하여 변화하는 진경골근의 근육 활성을 근전도를 통하여 측정하였다.

근전도의 혼입 잡음을 제거하기 위하여 60~500Hz의 Band pass filter와 60Hz의 Notch filter를 사용하였다. 측정된 근전도 데이터는 Biopac 분석 프로그램(AcqKnowledge 3.7)을 통하여 시간영역과 주파수영역으로 나누어 분석하였다.

## 3. 결과

Table 1 Threshold of vibratory stimulation on the tibialis anterior tendon

	상승법	하강법
평균	1.26	1.18
표준편차	0.45	0.29

인체에 인가되는 진동체성감각자극의 역치를 상승법과 하강법을 통하여 측정한 결과는 표1과 같다. 전경골건에서 상승법으로 측정한 체성감각자극의 역치는 1.26Vrms로 나타났고, 하강법으로 측정한 체성감각자극의 역치는 1.18Vrms로 나타나 상승법으로 측정한 역치가 하강법으로 측정한 역치보다 1.06배 크게 나타났다.

한편, 인체에 인가되는 진동체성감각자극의 강도변화에 의한 근육의 활성변화는 그림1과 같다. 계속적으로 상승하거나 하강하는 감각자극에 대한 근육의 반응은 감각자극의 크기와 근육반응의 크기 사이에 비례관계가 성립함을 확인할 수 있었다.

#### 4. 고찰 및 결론

본 연구는 인체의 개별 역치를 측정하기 위한 방법들을 통하여 진동체성감각자극의 역치를 측정하고 측정방법에 의하여 발생하는 역치 강도의 차이를 논의하기 위한 목적을 가지고 수행되었다.

본 실험의 결과로서 나타나는 상승법과 하강법 사이에서 발생하는 역치강도의 차이는 감각자극의 잔존에 의하여 발생한 것으로 추측된다. 하강감각자극이 건에 인가되어 계속적으로 건의 감각기관이 자극을 인지하고 있는 상태에서, 감각자극이 역치자극 이하로 낮추어져 감각기관이 자극을 인지하지 못함에도 불구하고 감각자극의 잔존으로 인하여 자극을 인지하는 것으로 오인하는 경우가 발생할 수 있다.

본 연구는 그동안 다양한 연구에서 사용되었던 상승법과 하강법을 통하여 획득한 역치강도를 비교하고, 측정 방법의 차이에 의하여 발생하는 인체의 반응을 분석하였다는 데에 의의가 있다. 본 연구의 결과는 상승법과 하강법을 통한 역치 측정의 방법에 대한 신뢰성을 논의할 수 있는 기초자료로 활용될 수 있을 것이며, 연구에 따라 다른 방법을 적용하고 있는 역치 측정 방법의 통합 및 시행에 관한 기준 자료로 활용될 수 있을 것이다.

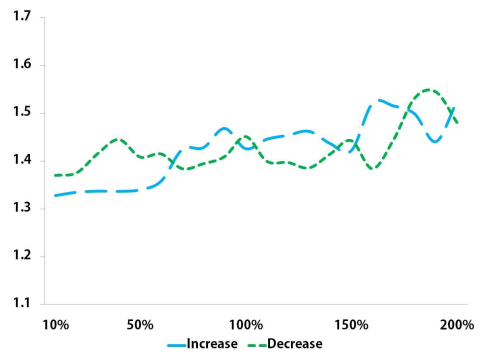


Fig. 1 Response of tibialis anterior muscle in the type of vibratory stimulation

#### 후기

“This work was supported by the Grant of the Korean Ministry of Education, Science and Technology” (The Regional Core Research Program / Center for Healthcare Technology Development and Mid - Career Researcher Program (R01-2007-000-20926-0))

#### 참고문헌

1. Y. I. Shin, Y. H. Kin, and N. G. Kim, “A Quantitative Assessment of Static and Dynamic Postural Sway in Normal Adults”, *Journal of Biomedical Engineering Research*, 18, 167-172, 1997.
2. T. K. Kwon, Y. I. Yoon, Y. J. Piao, and N. G. Kim, “Study on the Improvement of Postural Balance of the Elderly using virtual Bicycle System”, *Journal of Biomedical Engineering Research*, 28, 609-617, 2007
3. B. K. Song, "The Effect of Somatosensory Training on Postural Alignment and Trunk Control with Impairment of Visual Perception and Somatosensory in Stroke", *Journal of The Korea Aging Health Friendly Policy Association*, 3, 1-11, 2011.
4. D. A. Lake, “Neuromuscular electrical stimulation\_An overview and its application in the treatment of sports injuries”, *Sports Medicine*, 13, 320-336, 1992.
5. L. G. Bongiovanni, and K. E. Hagbarth, “Tonic Vibration Reflexes Elicited during Fatigue from Maximal Voluntary Contractions in Man”, *Journal of Physiology-London*, 423, 1-14, 1990.
6. Brendan Humphries, Geoff Warman, Jason Purton, Tim L. A. Doyle, and Eric Dugan, “The Influence of Vibration on Muscle Activation and Rate of Force Development during Maximal Isometric Contractions”, *Journal of Sports Science and Medicine*, 3, 16-22, 2004.