

# 수직 진동을 동반한 Leg Press 운동 시 진동 크기와 주파수에 따른 하지 근육의 근전도 차이 분석

최진승\*·김용준\*·강동원\*·문경률\*·† 탁계래\*

## Difference in sEMG on lower extremity during leg press exercise with whole body vibration with various amplitude and frequency

Jin-Seung Choi\*, Yong-Jun Kim\*, Dong-Won Kang\*, Kyung-Ryoul Mun\* and  
† Gye-Rae Tack\*,

**Key Words:** Whole body vibration(전신진동), Electromyography(근전도), Frequency(주파수), Amplitude(크기)

### Abstract

As a prerequisite of developing muscle biofeedback system which can simulate analogous isokinetic exercise, the purpose of this study was to study the effects of frequency and amplitude of whole-body vibration on the difference in sEMG on lower extremities during leg press exercise with/without vibration. The amplitude of vibration was set to 20, 50, 80 and the frequency of vibration was set to 10, 20, 30, and 50 Hz. EMG were measured at Vastus lateralis muscle and Vastus medialis muscle. MP100 EMG module(BIOPAC system Inc., USA) was used for EMG measurement. The result showed that the combination of frequency of 30Hz and amplitude of 50 had more activated EMG than other combination with relatively small work load (30kg). It is necessary to experiment the frequency between 20 and 40Hz in detail, and to normalize sEMG using maximal voluntary contraction (MVC).

### 1. 서 론

근육 수축을 이용한 저항 운동 중, 등속도 운동은 관절 가동범위(range of motion, ROM)의 전역에 걸쳐 최대 저항 운동이 가능한 것으로 알려져 있고 특히, 근력이 약하거나 재활을 목적으로 할 경우에 부상위험이 적어 그 이용의 폭이 매우 크다[1]. 하지만 이러한 장점에도 불구하고 고가의 특수 장비를 필요로 한다는 단점을 가지고 있어, 이를 대신하기 위한 운동 방법으로 근전도

(electromyography, EMG) bio-feedback과 같은 형태로 적용하는 경우가 많다. 이는 근전도를 통해 하지 근육의 활성화 정도를 실시간으로 살펴보면서 저항운동을 수행하는 형태이다[2,3]. 또 최근에 전신 진동 운동을 사용한 근육강화 운동이 소개되고 있으며, 이러한 운동의 적용이 다양하게 연구되고 있다[4,5]. 진동 운동기구의 적용은 주로 수직 혹은 시소 형태의 운동기구가 많이 있으며, 이러한 운동기구의 운동법은 주로 주춤서기 자세에서 하지에 진동을 주는 형태이다[6]. 기존의 진동 운동은 저항운동 전후에 자극을 주는 형태로 수행되었지만, 이러한 진동을 이용한 운동은 기존의 다양한 저항성 운동기구와의 직접적 접목이 필요하다. 또 이를 통해, 저항성 운동기구가 수행하기 못했던 등속도 운동의 효과와 유사한 근육 운동이 가능할 것이다. 이에 본 연구의 최종목표는 저항성 운동기구인 Leg Press의 운동 시, 수직

---

† 탁계래, 건국대학교 의학공학부

E-mail : grtack@kku.ac.kr

TEL : (043)851-8257 FAX : (043)851-0620

\* 건국대학교 의학공학부

---

진동자극을 인가하는 시스템을 바탕으로, 근전도의 실시간 모니터링을 통해 등속도 운동과 유사한 형태의 근전도 패턴을 구현하고자 하는 것이다. 이를 위해 근전도 모니터링 결과에 따라, 동시적 진동 조절이 필요하다. 이것은 진동자극이 근육활동을 증가시킨다는 가정이 선행되어있다. 이를 위해서, 진동의 진폭과 주파수 변화에 따른 영향에 대한 고찰이 필요하다. 따라서 본 논문에서는 이러한 근전도 피드백시스템의 피드백 크기의 선정에 필요한 기초데이터인 진동기구가 설치된 Leg Press에서의 운동 시, 진동의 크기와 주파수에 따른 근전도의 변화를 살펴보고자 하였다.

## 2. 방법

### 2.1 실험방법

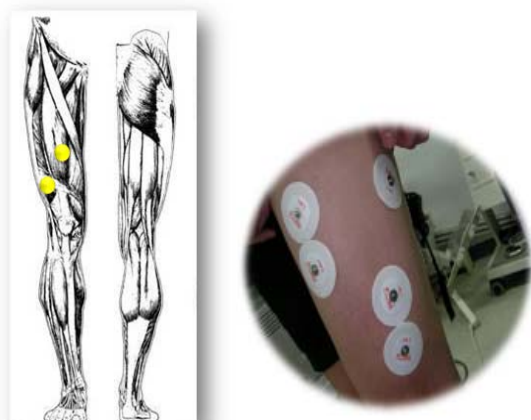
음파를 이용한 전진진동기구가 부착된 Leg Press에서 진동의 주파수와 크기를 변화시켜가면서 양하지의 근전도를 측정하여 비교한다.

#### 2.1.1 실험대상

하지의 근골격계 질환 경력이 없는 건강한 대학생 5명(평균 23.7yrs, 평균 173.5cm, 평균 78.2kg)을 대상으로 실험하였다.

#### 2.1.2 실험내용

피험자의 오른쪽 대퇴직근(Rectus femoris muscle)과 외측광근(Vastus lateral muscle)에 근전도 측정을 위한 전극을 부착하였다(Fig.1).



**Fig. 1** Attached electrode at Rectus femoris and Vastus lateral muscles.



**Fig. 2** Leg Press with vibrator

각 피험자는 Leg Press의 운동 추의 무게를 20kg, 30kg, 40kg으로 운동을 수행하였다. 1회 운동 시, 왕복 시간을 5초로 맞추어 실험하였고, 운동과 동시에 음파를 이용한 전진진동기기(TS Meditech, Corp., Korea)를 이용해 발판에 수직으로 인가하였다(Fig.2). 이 때, 진동의 주파수는 10, 20, 30, 50 Hz로 하였고, 진동의 크기는 진동기구의 눈금(0~90단계, 최대 1cm)으로 점차 증가됨에 맞추어 0, 30, 50, 80 단계로 하였다. 운동과 동시에 하지의 근전도 크기를 기록하여 비교하였다. 근전도의 측정은 Biopac(BIOPAC system Inc., USA)의 2채널 MP100 EMG모듈을 사용하였다. 데이터 획득 샘플링 주파수는 1KHz로 하였다. 전극은 피부 표면 전극을 사용하였고, 전극사이 간격은 5cm로 통일하여 사용하였다.

### 2.2 분석방법

획득한 근전도 원데이터는 저장 후, 사후에 처리하였다. 전진 진동 시, 주파수와 진폭의 변화에 따른 근전도의 양적 비교는 Fig 3과 같은 순서로 진행하였다. 우선, 필터링을 통해 20~250Hz의 데이터만 뽑아낸 후, Rectification과 20개 데이터씩 묶어 계산한 moving average를 거쳐 최종 근전도 데이터를 추출하였다.

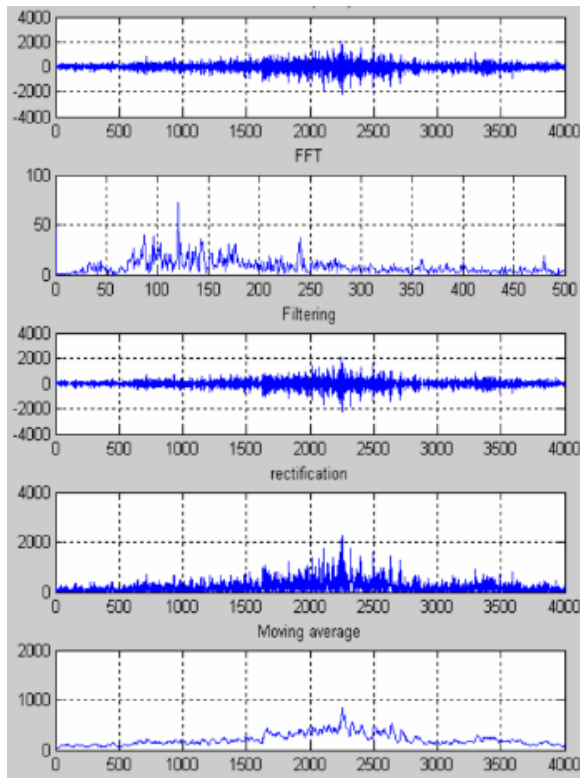


Fig. 3 Processing steps of EMG signal

추출된 근전도 데이터는 운동의 한 주기별로 나누어 0~100으로의 시간상으로 표준화시켜 구간의 총합으로 그 크기를 나타내어 비교에 사용하였다. 근전도를 측정한 두 채널의 데이터를 모두 합하여 비교에 사용하였다. 모든 데이터의 계산은 Matlab v6.5를 이용하였다.

### 3. 결과 및 토의

실험 결과는 Fig 4에 나타내었다. 그림의 M은 진동의 진폭(amplitude)을, F는 Hz 단위의 주파수(frequency)를 나타내며 Ref.는 진동을 주지 않은 일반 저항운동상태에서의 근전도 값을 의미한다. 일반적인 Leg Press를 이용한 저항 운동의 강도를 나타내는 부하무게가 20, 30, 40kg으로 증가함에 따라 전신 진동기구의 같은 진폭과 주파수에서 전반적으로 근전도의 활성화양이 증가됨을 알 수 있었다. 이 중, 같은 부하무게에서 진동의 진폭과 주파수에 따른 비교를 해보면, 진폭이 증가함에 따라 대체로 증가하는 양상을 살펴볼 수 있었으나, 무게 30kg에서 주파수 20Hz와 30Hz에서 다른

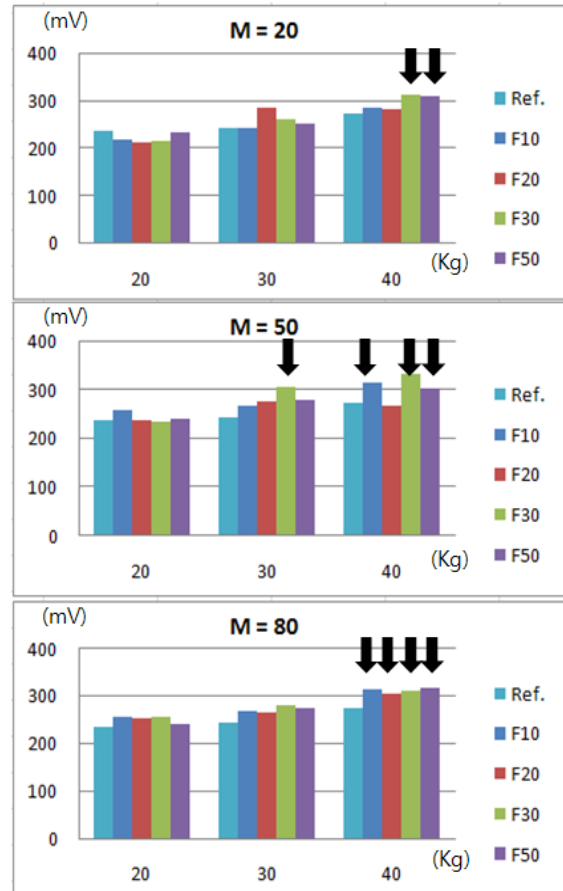


Fig. 4 Difference in EMG as amplitude of vibration (M:amplitude, F:frequency, Ref.:F=0, M=0)

양상을 보이는 등 주파수와 진폭의 조합에 따라 근전도의 활성화 정도가 다르게 나타날 수 있었다. Fig 4의 검은 화살표로 나타낸 부분은 근전도 활성화양을 나타낸 세로축의 값 300을 기준으로 그 이상의 값을 나타낸 것이다. 이 중, 부하 30kg, 진폭 50단계, 주파수 30Hz 조건에서의 근전도 활성화양을 살펴볼 때, 근육이 약화된 사람이 같은 근전도양의 수치 300 이상을 발현하기 위해 가장 작은 부하무게로 운동을 수행하면서 진동의 진폭과 주파수의 조절을 통해 큰 효과를 얻을 수 있는 조건으로 유추된다. 이는 저항운동 전후에 진동자극을 하였던 Cardinale & Wakeling(2005)의 30Hz 주파수에서의 진폭과 자극시간에 따른 효과를 보인다는 결론과 Stewart et al.(2007)의 26Hz, 4mm, 2분의 진동효과가 무릎 extensor근육의 강화에 도움이 되었다는 선행 연구 결과와 유사한 결과임을 감안하면, 저항운동과 동시에 직접적

진동운동의 수행 시에도 유사한 주파수(20~40Hz)에서의 자극이 근육의 큰 활성화와 관련이 있는 것으로 사료된다.

#### 4. 결 론

본 연구는 유사 등속도 운동을 위한 근전도 피드백시스템의 구현을 위한 연구의 일환으로 피드백 진동 자극 시 진폭과 주파수의 선정에 필요한 기초데이터인, 전신진동기구가 설치된 Leg Press에서의 운동 시, 진동의 진폭과 주파수에 따른 근전도의 변화를 살펴보았다. 그 결과, 주파수 30Hz와 진폭 50 단계에서 비교 대상 중에 상대적 작은 무게인 30kg의 부하무게를 이용한 운동에서도 하지 근육의 큰 활성화(한주기의 근전도 합의 총양이 300 이상)를 이끌었다. 이는 근육의 약화로 인해, 강도가 높은 저항성 운동이 불가능하거나 재활의 용도로 사용하는 경우에 적절한 진동 피드백 운동을 위한 데이터로 사용될 수 있을 것이다. 또 무거운 추를 이용한 무리한 운동의 경우에 발생할 수 있는 부상의 위험 또한 줄일 수 있을 것이다. 추후에 본 연구의 데이터를 바탕으로 진동 기구를 이용한 피드백 시스템의 진동 자극의 진폭과 주파수를 결정할 수 있을 것으로 사료되며, 이를 위해 현재의 데이터를 20~40Hz사이에서 보다 세밀한 간격의 진동 효과 비교가 필요하다. 이와 더불어 본 연구에서 근전도의 최대의 자발적 근수축 (maximum voluntary contraction, MVC)값으로 표준화 작업을 하지 않았던 것을 보완하여, MVC의 크기에 따른 표준화된 피드백 시스템을 구축하는 것이 필요하겠다.

#### 후 기

위 논문은 문화체육관광부의 스포츠산업기술개발사업에 의거 국민체육진흥공단의 국민체육진흥기금을 지원받아 연구되었습니다.

#### 참고문헌

(1) Oh, S. D., 2006, "Effects of isokinetic exercise programs on the improvement of muscular power," *J. Kor Sports Med*, Vol. 24, No. 2, pp. 186~193.  
 (2) Croce, R. V., 1986, "The effects of EMG

Biofeedback on strength acquisition," *Biofeedback and Self-Regulation*, Vol. 11, No. 4, pp. 299~310.  
 (3) Herrington, L., 1996, "EMG Biofeedback: What can it actually show?" *Physiotherapy*, Vol. 82, No. 10, pp. 581-583.  
 (4) Cardinale, M., Wakeling, J., Viru, A., 2005, "Whole body vibration exercise: are vibrations good for you? \* Commentary," *Br J Sports Med*, Vol. 39, No. 9, pp. 585-589.  
 (5) Delecluse, C., Roelants, M., Verschuren, S., 2003, "Strength increase after whole-body vibration compared with resistance training," *Medicine & Science in Sports & Exercise*, Vol. 35, Np. 6, pp. 1033-1041.  
 (6) Baik, S. K., Lim, Y. T., 2006, "The study of muscle contraction effect of vibration exercise device using surface electromyography," *Korean J. of Sport Biomechanics*, Vol. 16, No. 2, pp. 55-63.  
 (7) Stewart, J. A., Cochrane, D. J., Morton, R. H., 2007, "Differential effects of whole body vibration durations on knee extensor strength," *J. of Science and Medicine in Sport*, Article in Press.