

전기 자극에 의한 족관절 근육 반응에 관한 연구

A Study on the Reaction of Ankle Muscles by Electrical Stimulation

정순일* · 오세환* · 홍종한* · 전재현* · 朴春光* · 김진오† · 박광훈**

S. I. Jung, S. H. Oh, J. H. Hong, J. H. Jeon, C. Piao, J. O. Kim and K. H. Park

1. 서 론

보행 재활 훈련을 위하여 보행 보조 로봇에 대한 연구 및 개발이 국내외에서 활발하게 진행되고 있다⁽¹⁾. 일반적인 재활 로봇은 수동형 재활 방식을 사용한다. 그러나 수동형 재활 훈련은 효과가 낮으므로 능동형 재활 훈련 방식이 바람직하다. 능동형 방식을 사용하여 인체 수관절에서의 근육 반응에 대한 연구를 수행한 사례가 있다^(2,3).

본 논문은 인체 족관절 근육을 대상으로 기능적 전기 자극 장치에 의한 반응을 다룬다. 전기 자극의 단계별 강도와 족관절의 회전 각도와의 관계를 파악하고, 전기 자극과 근육의 반응 사이의 시간 지연을 파악한다.

2. 족관절의 운동 및 주요 근육

족관절의 운동은 인체의 각 평면(전두면, 시상면, 수평면)에서 회내(pronation)와 회외(supination) 운동으로 구분된다⁽⁴⁾. 족관절의 운동은 주로 시상면에서의 운동인 배측 굴곡 및 저측 굴곡 운동으로 나타난다. 이 중 배측 굴곡이 보행에 많이 기여하고, 기능적 전기 자극을 이용한 보행 재활 훈련에서 실제로 족관절의 배측 굴곡이 중요하기 때문에, 족관절 근육 반응 실험대상으로 배측 굴곡 운동을 선정하였다.

배측 굴곡을 일으키는 주된 근육들은 Fig. 1에서 보인 바와 같이 전경골근, 장지신근, 장무지신근, 장비골근(peroneus longus), 제3비골근(peroneus

tertius) 등으로서, 특히 전경골근은 유각기 동안 족관절을 배측 굴곡 시키는데 가장 중요한 역할을 한다⁽⁵⁾. 본 연구에서는 족관절의 배측 굴곡 운동을 일으키는데 가장 중요한 역할을 하고, 기능적 전기 자극장치가 피부 표면을 통해 쉽게 자극을 가할 수 있는 전경골근을 반응 측정 대상 근육으로 선정하였다.

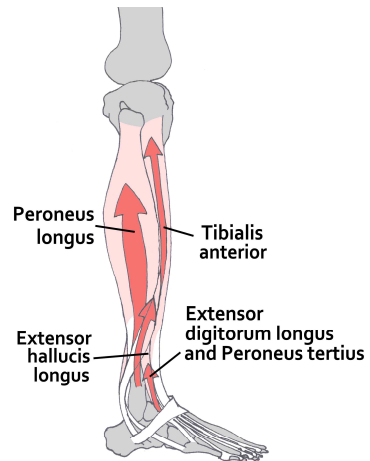


Fig. 1 Schematic diagram of an ankle joint

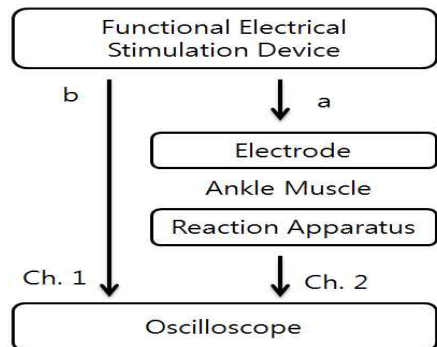


Fig. 2 Block diagram of the experimental apparatus measuring muscle reaction

† 교신저자; 정희원, 숭실대학교 공과대학 기계공학과
E-mail : jokim@ssu.ac.kr

Tel : (02) 820-0662, Fax : (02) 820-0668

* 정희원, 숭실대학교 대학원 기계공학과

** (주)피엔에스미캐닉스

3. 족관절 근육 반응 실험

기능적 전기 자극 장치를 이용하여 전기 자극을 주고 근육이 반응하여 족관절이 회전하기까지 걸리는 시간 지연을 측정하는 데에 사용할 장치를 설계하여 제작하였다. 이 장치는 전기 자극의 세기에 따라 반응하는 족관절의 회전 각도를 측정하는 데에도 사용된다.

실험 장치 구성은 Fig. 2와 같이 기능적 전기 자극 장치, 오실로스코프, 족관절 근육 반응 측정 장치로 이루어진다. 6도부터 9도까지 1도 간격으로 나누어 4개의 운동 각으로 설정하였다. 측정은 6명의 피험자를 대상으로 하였다. 실험결과의 신뢰도를 위해 한 번의 파라미터를 3회씩 총 12회 실험을 하였다.

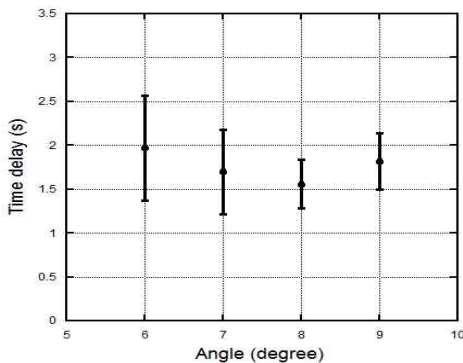


Fig. 3 Time delay at various angular displacement

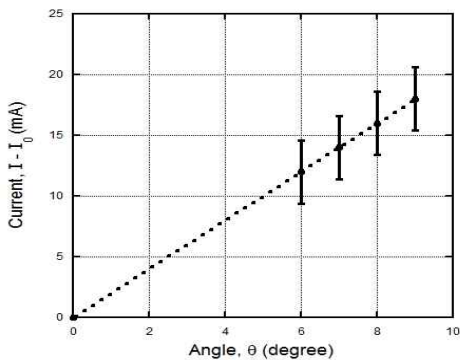


Fig. 4 Maximum angular displacement according to the FES magnitude

Fig. 3은 피험자들의 측정값을 평균값과 표준편차로 나타내었다. Fig. 3을 통해 그 시간이 평균적으로 약 1.5~2초라는 것을 알았다. 족관절 회전각을 설정해 놓고, 이 각도에 도달하기 위해 가해야 하는 전기 자극의 전류 크기를 측정하였다. Fig. 4를 통하여서, 자극을 주는 전류의 크기변화와 그에 따라 반응하는 족관절의 운동 각이 선형적으로 비례한다는 사실을 알 수 있다.

4. 결 론

족관절 회전각도 변위는 기능적 전기 자극 장치의 입력 전류 변화에 대하여 선형 비례하여 증가하는 결과를 실험에서 얻었다. 또한 족관절 근육의 전기 자극에 대한 반응 시간은 회전각도에 상관없이 약 1.5 ~ 2초로 일정한 경향을 보였다.

후 기

본 논문은 중소기업청에서 지원하는 2011년도 산학연 공동기술개발사업(No. 00046488)의 연구수행으로 인한 결과물임을 밝힙니다.

참 고 문 헌

- (1) Bae, H., Kim, J. O., Chun, H. Y., Park, K. H., Lee, K. H., 2011, Kinematic Characteristics of Walking-Assistance Robot, Journal of KSME(A), Vol. 35, No. 5, pp. 503~515.
- (2) Chun, H. Y., Kim, J. O., Park, K. H., 2010, Correlation of Human Carpal Motion and Electromyogram, Journal of KSME(A), Vol. 34, No. 10, pp. 1393~1401.
- (3) Chun, H. Y., Kim, J. O., Park, K. H., 2011, Vibration Response of a Human Carpal Muscle, Transactions of KSNVE, Vol. 21, No. 1, pp. 31~40.
- (4) Neumann, D. A., 2002, Kinesiology of the Musculoskeletal System, Mosby, Chapter 14.
- (5) Perry, J., Burnfield, J. M., 2010, Gait Analysis, 2nd ed., Slack Incorporated, Section 2~3.