

슬관절 신전 운동용 헬스케어기기를 이용한 하지 근력 특성 분석

Characteristic Analysis of the Muscular Activities of Lower Limbs Using Healthcare Equipment for the Knee Extension Movement

*이호준¹, 강승록¹, 김 경², 정구영³, 김정자^{4,5}, #권대규^{4,5}

*H. J. Lee¹, S. R. Kang¹, K. Kim², G. Y. Jeong³, J. J. Kim^{4,5}, #T. K. Kwon^{4,5}(kwon10@chonbuk.ac.kr)
¹전북대학교 대학원 헬스케어공학과, ²전북대학교 의용생체공학과, ³전북대학교 헬스케어기술개발사업단,
⁴전북대학교 바이오메디컬공학부, ⁵전북대학교 고령친화복지기기연구센터

Key words : Healthcare equipment, Knee extension movement, Muscular activities of lower limbs

1. 서론

최근 건강에 대한 관심도가 높아지고 웰빙, 웰니스, 헬스케어 등 의료분야 패러다임이 바뀌고 있다. 건강유지에 대한 관심이 증가하면서 가정용 헬스기구가 보편화되어 헬스케어 산업이 급성장하게 되었다. 또한 단순한 헬스기구에서 재활의료기기에 대한 관심이 증가하고 인식이 변화하면서 신개념 헬스케어기구에 대한 요구가 증가되고 있는 실정이다. 운동기구란 운동을 할 때 쓰는 도구로써, 흔히 동네 헬스장에서 무거운 바벨을 걸고 자기의 부하량에 맞지 않더라도 억지로 무게에 맞춰 운동하는 것이 대부분이다. 그러나 경제 성장과 시장의 변화로 인해 운동기구는 근육을 키우고자 하는 소수의 필요에서 벗어나 질병의 치료 및 예방, 재활 또한 건강유지와 복지의 차원으로 변화해 가고 있다. 이러한 운동기구의 변화에 대해서 많은 헬스케어기기 특성 연구가 진행되고, 있다. 동적 자세에 대한 운동 영향평가에 대한 연구로써 이인재 등^[1]은 동적 들기 작업 시 소음과 배경음악이 몸통 근육 피로에 미치는 영향을 고찰하여, 근육 피로도와의 상관관계를 EMG 생체신호를 이용하여 근육 피로 회복효과로써 명상음악 자극 시 피로회복 효과가 높게 나타남을 고찰하였다. Marras et al.^[2]는 심리 사회학적 스트레스(psychosocial stress)가 중량물 취급 시 요추의 근육 활동도에 미치는 영향을 EMG를 활용하여 연구하였다.

본 논문에서는 공압실린더를 이용하고 신체정보 피드백 제어 회로를 적용하여 효율적이고 안전한 헬스케어기기를 개발하고 근전도 생리분석을 통해 공압방식에 의한 슬관절 신전 운동용 헬스케어기구에 대한 근력 특성을 비교 분석하였다.

2. 시스템 구성 및 실험방법

Fig. 1은 본 논문에서 제작한 재활훈련용 헬스케어 기기 시스템을 나타내고 있다. 본 시스템의 구성은 크게 제어부(control part)와 검사부(monitring part)로 나뉜다. 제어부에서는 공압을 제어하는 실린더와 안전사고를 예방하기 위한 피드백 제어부분이 있다. 검사부에서는 실시간으로 자신의 생체정보를 관찰할 수 있으며 또는 사용자가 원하는 영화나 음악 등 여가생활이 동시에 제공된다. 제어부에서는 환자의 운동 상황에 맞추어 운동기능이 작동되며 만약 환자에게 위급상황이 발생 시 환자의 생체정보를 피드백 받아 시스템이 더 이상 움직이지 않고 즉각 정지 되는 안전장치 기능을 가지고 있다. 본 시스템을 이용하여 슬관절 신전(knee extension) 운동을 행하였을 때 하지 근육의 근전도를 측정하여 무게추 타입의 운동과 비교하였다.

피험자는 근골격계에 이상이 없는 건강한 남성 10명(나이: 24±2세, 체중 : 60Kg±4.5Kg, 신장 : 170cm ±5.6cm)을 대상으로 실험을 진행하였다. 실험기간은 총 2주 동안 매주 3회 실시하였다. 실험에 사용된 본 시스템에서 제어되는 공기압을 이용한 운동방식과 기존의 운동기구에 적용된 하중 적용방식의 운동을 비교 하였다. 이때 공기압과 하중의 부하는 인가 압력상당인 5kg으로서, 공압 시스템을 제외하고 5kg의 하중을 걸었을 때와 공압시스템에 3기압의 압력을 인가하였을 때의 데이터를 수집 비교하였다.

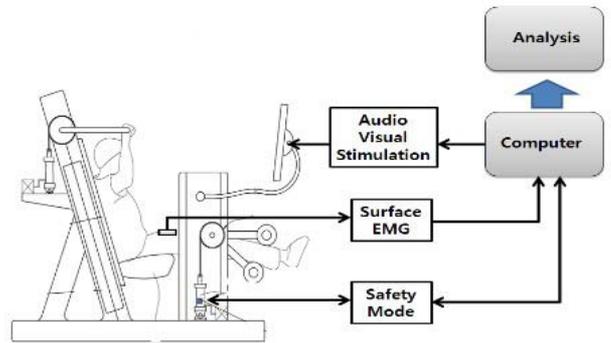


Fig. 1 Block diagram of the experiment



Fig. 2 Measured muscle for the analysis of muscular activities of lower limbs

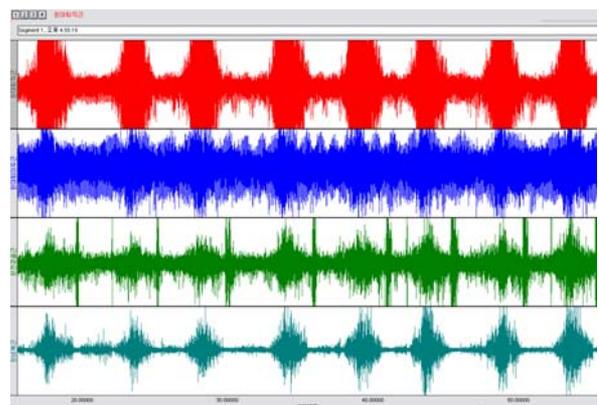


Fig. 3 EMG data analysis program (Lab-VIEW 8.0)

본 연구에서는 본 시스템을 이용하여 피험자가 신전운동을 할 때 발생하는 근전도(EMG)를 BIOPAC MP 150(BIOPAC, Inc)을 이용하여 측정하였다. Fig. 2와 같이 측정된 하지 근육은 .RF(대퇴직근), BF(대퇴이두근), TA(전경골근), GAS(비복근)이며 총 2주간 피험자에게서 측정된 EMG값들은 Lab-VIEW 8.0(Fig. 3)으로 제작된 EMG 데이터 해석 프로그램에 의해 통계 분석 처리되었다. 실험이 진행되는 동안 실험실 온도와 습도는 항상 유지되었으

며 피험자는 본 시스템을 이용하여 운동을 하는 실험기간 동안 다른 어떠한 운동도 하지 않았으며 피험자의 체격과 평소 운동 습관 등을 고려하였다.

3. 결과 및 고찰

실험 결과, 피드백제어를 통한 재활훈련용 헬스케어기기의 공기압력별 최대근력 특성은 하지의 4부분 근육에서 나타나는 근전도를 통하여 분석 하였다 측정된 4가지 근육은 RF(대퇴직근), BF(대퇴이두근), TA(전경골근), GAS(비복근)이다. Fig. 4를 통하여 공압 액츄에이터에 인가된 압력에 따른 근력을 분석하면, 공압이 높아질수록 피험자가 사용하는 근육 활성도가 증가하기 때문에 커지는 경향을 확인할 수 있었다. 결과적으로 무게추와 공압에서의 EMG값은 비슷한 경향을 나타내었으며 이는 근육활성도에 비슷한 효율을 제공한다고 추측되며 본 시스템에서 제공되는 공압별 EMG값 변화는 무게추의 부하 증가량만큼 증가하는 경향을 확인할 수 있다.

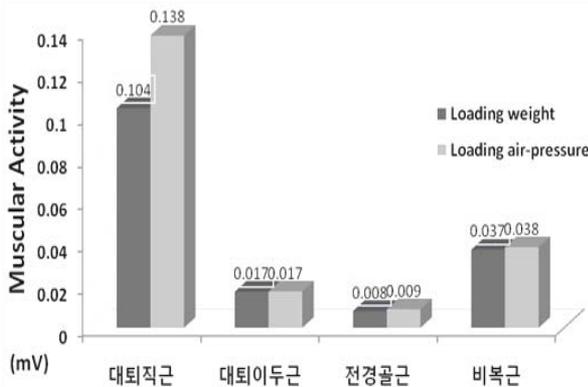


Fig. 4 Comparison of the EMG between both of tool type when same load

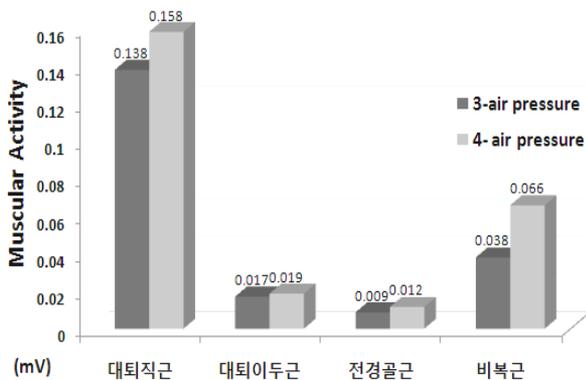


Fig. 5 Comparison of the EMG according to the difference of pressure

아래의 Fig. 4에서는 공압 3기압과 무게추 5kg을 사용하였을 때 측정된 EMG값들을 비교한 것이다. 공압 3기압과 무게추 5kg을 사용하였을 때 측정된 EMG값들은 비슷하게 나왔으며 이는 일반적으로 근력운동에 사용되는 무게추와 본 논문에서 제작된 시스템이 제공하는 공압 3기압이 근육활성도에 미치는 효율이 비슷하다고 추측된다. Fig. 5는 본 연구에서 제작된 시스템을 이용하여 3기압과 4기압에서 측정된 EMG값들을 보여주고 있다. 3기압에서 4기압으로 공압이 증가 될 때 피험자의 EMG값 또한 증가하는 경향을 보이고 있다. 이는 일반적인 운동기구에서 부하량이 증가하면 EMG값 또한 증가하는 것과 같은 효과라고 설명된다.

4. 결론

본 논문에서 무게추 운동 대신 공압실린더를 이용한 공압 운동을 제공해 하지 운동 시 근력을 증진 시키는 피드백제어를 통한 재활훈련용 헬스케어기기 개발에 관한 연구를 수행한 결과, 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 무게추의 역할을 할 수 있는 공압 시스템을 설계하여 압력을 인가하였을 때와 무게추를 부착하였을 때 EMG값이 비슷한 경향을 나타내는 것을 확인할 수 있었고 이는 무게추와 공압이 근육활성도에 비슷한 효율을 제공하여 비슷한 효과를 이끌어 낸다고 생각된다.
2. 일반운동기구에서 무게추의 증가에 따른 근육에 미치는 부하만큼 본 시스템의 공압의 증가에 따른 근육에 미치는 부하 또한 증가한 것을 근육별 EMG를 통해 확인할 수 있었다.

위와 같은 결과를 바탕으로 하여 본 시스템은 건강한 성인에게는 일반 운동기구가 제공하는 근력증진 효과를 제공해 주고 일반운동기구 사용 시 빈번한 무게추 낙상사고를 대신해 공압실린더를 사용함으로써 안전한 운동을 제공할 수 있으며 건강한 성인뿐만 아니라 신체가 약한 환자나 고령층들에게는 본 시스템에 내장된 피드백제어를 이용하여 운동을 할 때 사용자의 생체정보를 실시간 모니터링해서 긴급한 상황이 발생 시 자동으로 시스템이 정지하는 기능을 이용하여 보다 안전하고 또는 환자나 고령층 각자 혼자서 재활 기능을 이용할 수 있을 거라 판단된다.

후기

본 연구는 2009년 문화체육관광부 스포츠산업기술개발사업의 일환으로 수행된 연구 결과임.

참고문헌

1. In-Jae Lee, Jung-Ryong Kim, Hyun-Ju Sin, "The Effect of Noise and Background Music on the Trunk Muscle Fatigue during Dynamic Lifting Tasks", Ergonomics Society of Korea, pp. 155~154, 2006.
2. William S. Marras, Kermit G. Davis, "The Influence of Psychosocial Stress, Gender, and Personality on Mechanical Loading of the Lumbar Spine", Spine, Vol. 25, No. 23, pp. 3045 ~ 3054, 2000.
3. Dickstein R., Nissan M., Pillar T., Scheer D. " Foot ground pressure pattern of standing hemiplegic patients : major characteristics and patterns of improvement", Physical Therapy, Vol. 64, No. 1, pp. 19-23, 1984.
4. Wannstedt G. T., Hermam R. M., "Use of augmented sensory feedback to achieve symmetrical standing", Physical Therapy, Vol. 58, pp. 553-559, 1978.