

EMG를 이용한 하지 재활 운동 개선

이광재, 이해림, 호종갑, 민세동
순천향대학교 의료IT공학과

A Study on Improvement of Leg Rehabilitation Using EMG

KwangJae Lee, Haelim Lee, Jonggab Ho, Se dong Min
Dept. of Medical IT Eng, Soonchunhyang University

Abstract - 본 논문에서는 하지 재활 치료가 필요한 환자의 신체적 정신적 기능의 회복과 효율적인 치료를 목적으로 하고 있다.

기존의 재활훈련 방식은 작업치료사와의 시간도 병원과 맞춰야 하고, 뿐만 아니라 병원까지 이동하는 시간과 교통비, 병원 진찰비 또한 감안해야 한다. 이러한 이유로, 병원에서 재활치료를 받게 되면 환경적으로 어려운 면이 발생 하게 된다.

따라서 본 연구에서는 가정에서 환자가 독립적이고 능동적으로 재활을 할 수 있으며, 병원을 가지 않고, 의료진이 없어도 환자 스스로 운동할 수 있도록 도움을 주는 시스템을 설계하였다. 훈련 방법 중에서 저가의 운동기구로도 할 수 있는 Cycling을 기반으로 하였다.

근전도 신호 EMG(Electro Myo Graphy)와 3축 가속도 센서를 이용하여 재활이 필요한 하지의 운동량과 페달링을 측정 하고자 하였다. 근전도 신호를 측정하기 위한 전극의 위치는 하지 근육 중에서도 Cycling을 할 때 근수축이 활발한 대퇴사두근(Musculus quadriceps femoris)을 기반으로 했고 3축 가속도 센서는 한 개의 축을 이용하였다. 이러한 신호를 기반으로 한 본 연구에서는 하지 재활 훈련 및 치료에 관한 분야에 도움이 될 것이라고 본다.

1. 서 론

1.1 연구 배경

하지 재활 훈련(Leg Rehabilitation)은 하지의 마비(Paralysis), 근력약화(Muscular Weakness), 사고(Accident) 또는 운동 중 부상 등으로 인한 근육 손상이 있는 환자를 대상으로 한다. 이 훈련은 초기 재활 훈련이 환자의 회복시간에 많은 영향을 미치는 중풍환자와 경제력 성장과 여가활동의 증대로 인한 스포츠 활동 중 일어나는 사고를 입은 재활환자 및 일반 환자를 대상으로 관절 및 하지의 근육량을 늘리고 질병의 치료 및 신체적, 정신적 기능의 회복과 사회로의 조기복귀를 목적으로 하고 있다. [1]

사회로의 복귀라 함은 일상에서 항상 접할 수밖에 없는 하지의 기본적인 보행능력을 향상시키는 것과 연관되며, 이는 낙상 방지를 위한 하지의 안정성과 밀접한 관련이 있다. 현재 노령인구 증가에 따라 노령인구의 사고도 증가하고 있는 추세이기 때문에 오늘날의 재활 산업 분야에서는 환자뿐만 아니라 다수의 고령자의 자립과 존엄성 확보를 목적으로 하지재활훈련을 하기도 한다.

스포츠 의학 분야에서도 하지 재활 훈련을 위한 훈련 및 기구가 많이 이용되고 있다. 스포츠 참여 인구의 증가와 함께 빈번하게 증가하고 있는 상해 중에 하지에서 발생하는 비율이 약 77%이며, 무릎과 발목의 상해가 각각 21%, 18%를 차지한다는 점은 더 이상 놀라울만한 결과가 아니며, 한번 상해가 발생한 부위에 대한 반

복적인 손상이 80%에 달한다는 점은 지속적이지 못한 하지 재활 훈련에 대한 경각심을 불러일으킨다.[2].[3]

하지 재활 훈련의 종류는 Cycling, 상·하지훈련 치료기, 경사침대, 평행보행, 계단보행, 슬링, 부분 체중 부하를 이용한 트레드밀(Treadmill), 러닝, 상지관절 유지를 위한 환차기구 등이 있다. 치료사들은 운동치료를 필요로 하는 환자에게 여러 가지 운동을 적용한다.[4] 이렇게 다양한 치료기구를 이용하여 운동효과를 볼 수 있도록 함과 동시에 환자 스스로 개선효과를 느낄 수 있도록 하여 실질적 치료 증진이 되도록 한다. 따라서 현재 시점에서 훈련의 효율성을 더 높일 수 있는 재활 시스템이 필요하다.

1.2 연구의 필요성

하지 재활 환자들은 병원에서 하지 훈련 운동기기인 트레드밀(Treadmill)과 사이클링(Cycling) 기기 등의 도움을 받아 재활을 한다. 그러나 이러한 경우 항상 의료진이 있어야 하고, 훈련을 받기 위한 별도의 비용과 시간이 필요하다는 점이 문제이다.

본 연구에서는 하지 재활 환자 중 지지대 없이 걸어 다닐 수 있고, 근력 강화를 위해 Cycling 훈련을 이용한 환자를 대상으로 의료진과 병원 왕래 없이 가정에서도 훈련을 할 수 있도록 하지 재활 운동 개선에 관한 보조기구를 개발하고자 한다. PhysioLab사의 EMG kit를 이용하여 대퇴사두근(Musculus Quadriceps Femoris)의 근전도를 측정하였고, 이 데이터와 3축 가속도 센서의 데이터를 MCU에서 ADC처리를 하였다. MCU에서 ADC처리 후 실험을 통하여 정상적인 운동을 하였을 시의 EMG신호 최저값의 평균과 하향 페달링시 대퇴부의 각을 구하여 Threshold를 정한 뒤 근육을 사용하지 않은 경우의 페달링 횟수와 올바른 운동을 하여 페달링을 했을 경우의 횟수를 MCU board에 부착한 LCD에 출력을 할 수 있도록 하였다.[2]

기존 Cycling 훈련에 EMG와 3축 가속도 센서를 이용하여 개선을 하고자 하는 이유는 한 쪽 다리의 재활이 필요한 경우 비교적 정상적인 다리로 페달링을 할 가능성이 있기 때문이다. 정상적인 다리로 페달링을 하면 재활이 필요한 다리 근육의 사용 없이 페달링이 진행 되며 이는 재활이 필요한 다리의 회복을 방해하게 된다. 이러한 현상을 방지하고 환자의 의지를 높이기 위해 시각화하여 목표를 갖게 하면 재활에 도움이 될 것이라 생각하여 연구하게 되었다.

따라서 본 연구에서는 EMG센서를 재활이 필요한 다리에 부착하여 해당 다리의 근육을 사용하였는지 여부를 측정하고, 올바르게 훈련을 하고 있는지 시각화하도록 하였다.

1.3 연구의 내용

본 연구에서는 EMG Kit, 3축 Acceleration Sensor, Micro Controller Unit 그리고, LCD Booster Pack으로 나누었다. EMG Kit는 재활하고 있는 하지의 근전도를 측정하여 근육의 운동량을 측정한다. 3축 Acceleration Sensor는 한 개의 축을 이용하여 페달링 횟수를 측정한다. 이 두 가지의 데이터를 Micro Controller Unit에서 ADC(Analog to Digital Converter) 처리를 하고, LCD BoosterPack은 MCU에서 처리한 데이터를 출력한다.

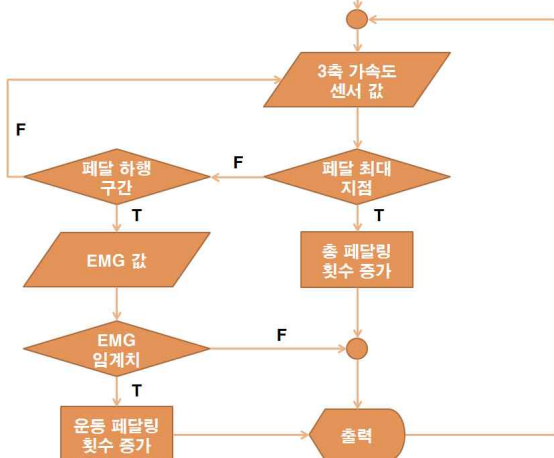
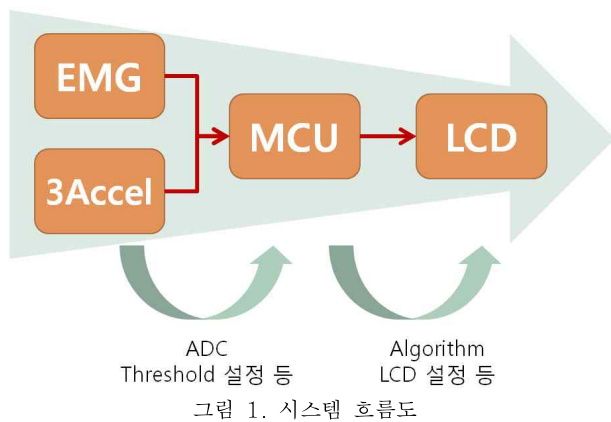
2. 본 론

2.1 시스템 구성

본 연구의 하드웨어 구성은 근전도를 측정하는 EMG-kit와 페달링 횟수를 측정하기 위한 3축 Acceleration Sensor를 계측부로 이용하였다. 이 값들을 받아 MSP430 LaunchPad에서 신호를 처리하였고, 처리한 결과 값을 LCD BoosterPack을 이용하여 출력하도록 구성하였다.

2.1.1 동작원리

본 시스템은 하지에 전극을 부착하고 근수축이 발생하게 되면, EMG 신호가 발생하게 되고, 이 값과 페달링 횟수를 측정하는 3축 Acceleration Sensor 값을 MSP430 LaunchPad가 받는다. LaunchPad에서 ADC를 하여 아날로그 신호를 디지털 신호로 변환한다. 실험을 통하여 변환된 값을 정상적인 운동을 하였을 시의 EMG신호 최저값의 평균과 하향 페달링시 대퇴부의 각을 구한다. 이 값들을 이용하여 Threshold를 정하고 현재 페달링 횟수는 몇 회인지, 올바른 운동을 하여 페달링 한 횟수는 몇 회인지를 LCD BoosterPack에 모니터링 할 수 있도록 한다.



2.1.2 EMG kit

EMG kit는 Switch를 이용하여 Notch Filter, High Pass Filter, Amplitude 그리고, Low Pass Filter의 주파수 대역을 각각 설정 할 수 있도록 설계되어 있다. Notch Filter Switch는 On/Off, HPF(High Pass Filter)는 10Hz와 50Hz, Amplification은 25배와 50배, 그리고 LPF(Low Pass Filter)는 100Hz와 200Hz를 선택 할 수 있다. 선택에 따라 약 250배와 500배 증폭도를 갖고 있다.

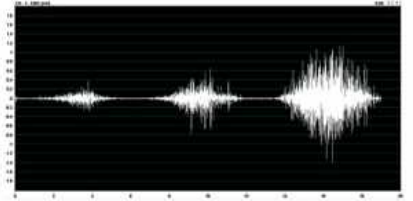
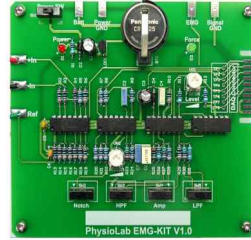


그림 3. EMG-kit 및 근전도 파형 측정

2.1.3 MSP430 LaunchPad

TI에서 제작한 초저전력(ULP,Ultra Low Power) 16-bit의 RISC 구조 기반의 MCU를 내장한 보드이다. MSP430 플랫폼은 저전력, Portable device 분야 등에 많이 이용된다. Wearable device 분야에서 MCU를 선정하기에 중점적으로 염두하는 부분이 전력과 해상도이다. 이러한 부분을 만족하여 의료기기 및 계측기 분야 등에서 많이 적용된다.

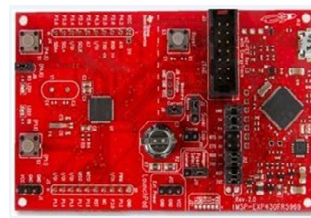


그림 4. LaunchPad 및 BoosterPack

2.1.4 하드웨어 설계

Cycling 재활 운동을 하며 대퇴사두근의 근전도를 측정하기 위해서 크기가 큰 EMG-kit를 사이클링 기기로 분리시켜 운동에 지장이 없도록 하였다. EMG-kit로부터 신호를 받는 LaunchPad는 대퇴부에 밴드로 고정을 시켜주었고, LaunchPad 뒷면에 3축 Acceleration Sensor를 부착하였다.



그림 5. 하드웨어 구성 사진

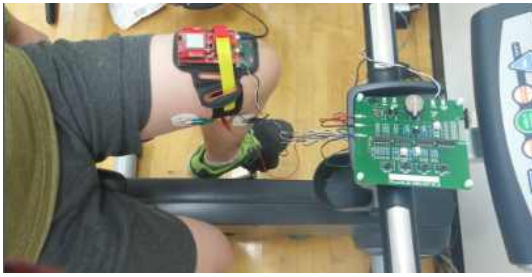


그림 6. 하지에 부착한 보드 사진

하는 것이다. 재활 환자가 훈련을 반복하다보면, 무의식 중에 훈련을 진행하는 경우가 있어 재활기간이 길어진다.

본 연구를 진행하면서 매회 측정시 마다 EMG 전극 부착위치에 따라 Threshold를 새로 잡아야한다는 점에서 오차가 발생하는 부분이 있다. 또한, 현재 단계에서는 정확한 Threshold와 페달링의 횟수를 측정하지는 못한다. 이러한 문제점은 Adaptive하게 알고리즘을 구현하여 Threshold를 사용자 또는 전극 위치가 바뀌어도 적응 할 수 있도록 수정 및 개발 하는 것을 차후 연구에서 진행 될 것이다.

본 연구를 통해 얻은 결과로 하지 재활훈련 및 치료에 관한 분야에 도움이 될 것이라 사료된다.

2.2 시스템 구현 및 실험 결과

LaunchPad에서 EMG값과 3축 Acceleration Sensor의 값을 디지털값으로 변환하고, 프로그램 내에서 정상적인 운동을 했을 경우의 페달링 횟수와 총 페달링 수를 구할 수 있도록 Threshold를 실험을 통해 설정하였다.

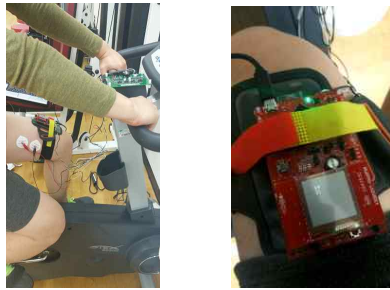


그림 7. 측정 모습



그림 8. 올바른 운동을 한 경우



그림 9. 반대 다리로 운동을 한 경우

반대 다리나 타인이 페달을 손으로 돌려주어도 페달링이 되면서 재활이 필요한 다리의 근육이 수축되어 근전도 신호가 발생한다. 하지만 이러한 경우에 EMG신호가 발생을 하여도 올바른 운동을 하여 페달링을 하였을 경우와 비교하였을 때, 근육을 사용한 페달링 횟수 차이가 발생한다. 실험을 해본 결과 평균적으로 총 페달링 횟수 대비 40~50% 정도의 근수축에 의한 페달링 횟수가 측정 되었다.

3. 결 론

본 연구는 두 가지의 신호로 알고리즘을 설계하여 하지 재활 훈련 방법 중 한 가지인 사이클링을 이용한 하지재활을 기반으로 하였다. 총 페달링 횟수와 올바른 운동을 하였을 경우의 페달링 횟수를 LCD에 출력하여 사용자에게 목표의식을 갖게 할 수 있다. 본 연구에서 사용자에게 목표의식을 갖게 할 수 있다는 의미는 올바른 운동, 즉, 재활이 필요한 하지의 근육을 이용하였을 때의 페달링 횟수가 총 페달링 횟수에 근접할 수 있도록

감사의 글

본 연구는 미래창조과학부 및 정보통신산업진흥원의 ICT 융합고급인력과정 지원사업의 연구결과로 수행되었음 (NIPA-2014-H0401-14-1022)

(참 고 문 헌)

- [1] 강정훈, "근전도 바이오피드백을 이용한 재활 치료 환경 개선에 관한 연구", 인제대학교 대학원 석사 학위 논문, 2011
- [2] 송기호, "하지재활을 위한 생체신호기반 동작분석 및 가속도 센서를 사용한 기능성 콘텐츠 연구", 한국산업기술대학교 대학원 석사 학위 논문, 2013
- [3] "치유과정에 따른 재활 치료 단계" 바디코어 스포츠 클리닉
- [4] 광주 시립 제1요양병원 건강증진 재활훈련센터