

## 편마비 장애인의 외회전 보행을 교정하기 위한 Feedback System 개발

이아라\*, 장경배\*  
국립재활원 재활원연구소\*

### Development of a Feedback system for toe-out gait correction in Hemiplegia disability

Ah-Ra Lee\*, Kyung-Bae Jang\*  
National Rehabilitation Center, Research Institute\*

**Abstract** - 뇌졸중으로 인한 편마비 장애인은 뇌손상으로 인해 운동 및 감각 신경 통로의 장애가 있어, 기립 및 보행 시 비정상적인 행태를 보이는 경우가 많다. 과도한 외회전은 보행 시 안전성을 보장 받기 어려워 낙상 등 신체적 위협에 처할 수 있고, 또한 비장애인의 보행과의 시각적 차이로 인하여 환자들의 심리적 위축감을 가중시킬 수 있다. 본 연구에서는 외회전 보행 시 편마비 장애인에게 피드백을 주어 자가 교정이 가능하도록 시스템을 개발하였으며, 이는 외회전 보행을 하는 편마비 장애인의 보행 교정에 도움이 될 것으로 기대된다.

은 모두 고가의 장비이며 치료사나 보호자의 관찰이 필요하거나 특별한 장소가 필요한 제품들이 대부분이다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 외회전 보행 교정 장치는 소형으로 보행에 영향을 주지 않는 외회전 보행을 측정하는 센서 및 컨트롤러 부분과 휴대가 편리하며 일상생활에서도 보행패턴을 확인할 수 있고 외회전 보행 발생 시 feedback을 줄 수 있는 feedback 장치 부분으로 나뉜다. 외회전 보행을 측정하는 센서 및 컨트롤러 부분에서 수집된 데이터들은 블루투스를 통해 feedback 장치로 전해지고 사용자의 보행이 외회전 되었을 때 Feedback을 주는 방식으로 구성된다.

#### 1. 서 론

보행은 복합적인 운동 기능의 결과이며, 나이, 성별, 균형, 하지의 근력, 운동 조절 능력 등의 많은 요소와 관계되어 있어 독립적인 생활을 하는 데 반드시 필요한 요소이다[1]. 뇌손상으로 인한 편마비 장애인은 운동 및 감각 신경 통로의 장애가 있어 대다수가 능동적 운동의 제한을 가져오게 되며, 기립 및 보행 시 비정상적인 행태를 취하는 경우가 많다. 이러한 편마비 장애인들에게는 체간의 비대칭적 자세 및 정렬이상, 골반과 고관절의 비대칭이 보이며, 체중 지지의 편향성은 체간의 불균형을 야기하여 정상적인 보행이 어려운 경우가 빈번하다[2]. 그렇기 때문에 편마비 장애인의 보행에서 운동패턴의 비대칭성을 감소시키는 것은 의미 있는 목표를 할 수 있으며, 외회전 보행 교정이 되었을 때 고관절 외회전과 골목구속 유발 또한 방지할 수 있는 효과를 가지고 올 수 있다[3].

편마비 장애인의 보행 훈련 시 개별적 보행 특성에 맞는 언어적 지시를 지속적으로 주기 어렵기 때문에 교정이 기대한 만큼 이루어지지 않는 경우가 많다[4]. 또한 이러한 지시를 주기 위하여 지속적으로 치료사 혹은 보호자의 관찰이 필요하기 때문에 시간과 장소의 제약이 따른다. 장애인들이 어느 정도 독립보행을 이룰 수 있는 경우 외회전 보행을 감지하고, 이에 대한 Feedback을 보내주는 장치가 있다면 효과적인 자율훈련을 기대할 수 있다.[5]

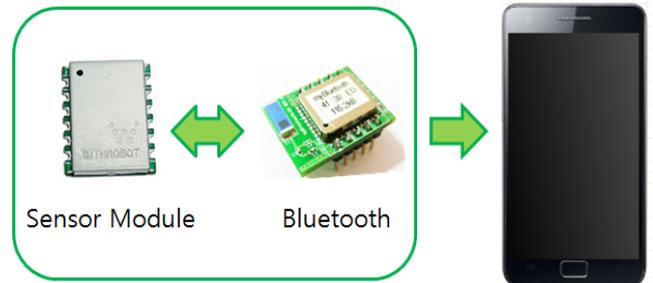
현재 국내외에서 외회전 보행을 방지하기 위해, 외회전 보행이 발생했을 때 물리적인 힘을 주어 보행을 교정 시켜주는 용품들과 외회전 보행 교정에 필요한 정보를 제공하는 보조적인 기술들이 있지만 소수에 불과하다. 외회전 보행에 관한 대부분의 장치는 외회전 방지 신발과 Torque Heel과 같이 물리적인 힘으로 인해 내회전 토크가 발생하도록 하는 제품과, Smartstep과 같이 체중의 분산 이동을 감지하여 보행 교정에 필요한 정보를 제공하는 시스템이 있다.[6] 이러한 장치나 시스템들은 외회전 발생 시 물리적으로 내회전 토크로 전환시키는 장치 위주로 되어 있어 보행 시 특수 전용 신발이 필요하고, 착용 시에는 보행 교정이 가능하나 탈착 후 지속적인 교정 효과를 기대하기 어렵다. 또한 체중부하 정도를 파악하여 보행을 분석하고 장애인에게 Feedback을 줄 수 있으나 외회전을 반영하기 어려운 구조로, 이에 대한 충분한 정보를 제공하기 어렵다.

장애인에게 지속적으로 외회전 보행의 정보를 알리고, 보행의 변화나 전환을 유도하는 것이 근본적으로 외회전 보행을 교정하는 좋은 방법이라고 할 수 있다. 이에 우리는 일상생활에서 쉽게 장치를 착용하고 외회전 보행을 분석함으로써, 실시간으로 Feedback을 줄 수 있는 외회전 방지 Feedback System을 개발하여 외회전 보행의 교정에 도움이 되고자 한다.

#### 2. 본 론

##### 2.1 외회전 보행 교정 장치의 구성

일상생활을 영위하는 편마비 장애인에게 지속적인 보행 패턴의 정보와 외회전 보행 시 적당한 feedback을 제공하지 못한다면 효과적인 외회전 보행의 교정이 이루어지기 어렵다. 현재 국내외적으로 보행 패턴의 정보를 제공해주고 모니터링 해주는 장치가 일부 개발되어 있으나 이들



<그림 1> 외회전 보행 교정 장치 구성도

##### 2.1.1 외회전 보행 측정 장치

현재 국내외적으로 가속도 센서나 자이로 센서를 이용하여 보행 패턴을 측정하기 위한 장치가 일부 개발되어 있으나 매우 고가여서 개인이 휴대하기 어렵다는 단점을 가지고 있다. 이러한 문제점을 해결하기 위해서 myARS-USB를 사용하여 저가격의 비교적 정밀한 이동형 측정 장치를 개발하여 휴대용 단말기를 통해 지속적인 보행패턴의 정보를 제공할 수 있도록 설계하였다. myARS-USB 센서의 정밀도는 다른 종류의 센서보다 높고, 소형이며 가벼워 신발이나 보조기에 장착하여도 일상생활을 하면서 보행에 지장을 주지 않을 것으로 판단되며 정밀도, 디자인 등을 고려할 때 가장 적합한 센서이다. 고안된 외회전 보행 측정 장치는 30\*40mm 크기로서 1개의 myARS-USB 센서로 보행패턴을 측정하고 각각의 센서에서 측정된 데이터를 수집하여 데이터를 처리한다. 수집한 데이터는 블루투스를 통하여 사용자 단말기로 전송할 수 있다.



<그림 2> 외회전 보행 측정 장치

### 2.1.2 Feedback 장치

외회전 보행 교정 장치에서 취득한 보행 데이터는 사용자 단말기로 전송되고 외회전 교정 Feedback 장치에 의해 실시간으로 사용자의 보행 패턴 정보를 볼 수 있도록 구성하였다. 만약 외회전 보행이 되면 사용자 단말기를 통해 외회전 보행 정도에 따른 Feedback이 나타난다. 편마비 장애인을 위해 시각, 청각, 촉각과 같은 다양한 감각기관을 이용하여 Feedback이 제공된다. 이에 본 연구에서는 그 중 시각과 청각적 Feedback을 선택하여, 외회전 보행이 측정되었을 때 시각, 청각적 Feedback을 주어 외회전 보행을 교정할 수 있도록 하였다. 이와 동시에 측정된 보행 데이터는 사용자 단말기의 내부에 자동적으로 저장될 수 있도록 할 예정이다. 추후에 PC용 외회전 보행 분석 프로그램을 개발하여, 의사나 치료사가 장애인의 보행 패턴에 대해 조금 더 상세한 정보를 원한다면 저장된 데이터를 개인용 PC로 옮긴 후 PC용 외회전 분석 프로그램을 사용하여 장애인의 보행 패턴을 파악하고 좀 더 나은 치료에 이용할 수 있도록 할 예정이다.



<그림 3> 사용자 단말기용 Feedback 프로그램

### 2.2 외회전 보행 교정 장치 알고리즘

위드로부터에서 개발된 myARS-USB는 3축 가속도 센서, 2축 자이로 센서, 32비트 ARM Cortex-M3 마이크로프로세서를 탑재한 모듈이다. 다른 ARS()에 비해 크기가 작고 무게가 적어 보조기나 신발에 착용하여도 보행에 큰 영향을 주지 않고, 블루투스를 이용하여 데이터를 전송할 수 있기 때문에 유선방식에 비해 사용자에게 장착할 위치 및 공간의 제약이 작은 장점을 가지고 있다. 이러한 특징들은 휴대성이 좋고, 외회전 보행 교정을 위한 장비개발에 적합하다.

편마비 장애인의 경우 비정상적인 보행이 나타나네 교정을 하기 위해서는 장애인의 보행 패턴을 확인해주는 사람이 필요하기에 스스로 보행을 교정하기가 어렵다. 그렇기 때문에 사용자의 보행 패턴을 분석하고 그 중 외회전이 발생하였을 때 피드백을 주어 스스로 보행 훈련을 할 수 있도록 개발하였다.

외회전 보행의 경우 정상보행보다 아웃토잉(out-toeing)하는 형태로, ARS의 yaw 각 데이터를 기준으로 외회전 보행을 판단한다. 외회전 보행은 일반 보행보다 yaw 각 데이터가 더 큰 값으로 나타나게 되므로 외회전 보행을 판단할 수 있다.

앞으로 ARS의 yaw 각 데이터는 블루투스를 통하여 Feedback 장치로 보내지고 그 데이터를 바탕으로 외회전 보행 발생시 Feedback이 발생할 수 있도록 개발할 것이다.



<그림 4> 외회전 보행 교정 장치 알고리즘

### 3. 결 론

외회전 보행을 교정하는 방법 중 가장 좋은 방법은 지속적인 훈련이다. 현재 편마비 장애인의 외회전 보행 교정을 위해 시판되는 국내외의 외회전 보행 교정 장치는 정밀한 대신에 치료자나 보호자가 있는 특정 장소에서 사용할 수 있는 장치이고 이동성에 불편함이 있다. 일상생활에서 보행을 측정함에 있어서는 사용자가 보행패턴을 얼마나 잘 인지할 수 있는나와 측정 장비가 얼마나 이동성이 쉬운 것이지가 가장 중요한 요인이라고 할 수 있다. 본 연구는 소형의 ARS센서와 무선으로 정보를 송수신이 가능한 작은 단말기를 사용함으로써 내구성 및 이동성에서 큰 장점을 보인다. 또한 ARS 센서를 사용하므로 체압 정보의 신뢰성과 실제의 유연성 역시 뛰어나다고 볼 수 있다. 본 논문에서 개발한 외회전 보행 측정 장치에서는 블루투스를 통하여 데이터를 전송할 수 있으므로 시중에 널리 쓰이고 있는 스마트폰을 사용자 단말기로 사용하여 보행 패턴을 볼 수 있도록 개발 할 수 있다. 또한 저장된 데이터를 이용하여 보행 패턴을 파악하고 더 나은 치료에 이용할 수 있도록 PC용 외회전 분석 프로그램의 개발이 필요하다. 본 연구는 외회전 감지뿐만 아니라 보행 패턴을 측정하여 보다 다양한 분야에 활용이 가능하며, 편마비 장애인뿐만 아니라 보행이 어려운 다양한 장애인들의 보행 패턴을 측정하는데 활용될 수 있을 것으로 보인다.

이미 장애를 가진 사람들에게 비정상적인 보행은 2차적인 고통과 사회와의 단절을 가져다 주게 된다. 본 연구에서 제안한 외회전 보행 교정 장치는 비정상보행을 하는 사람들의 보행 훈련을 도와주어 현명하게 보행 교정을 할 수 있도록 도움을 줄 것이라 생각한다.

### [감사의 글]

본 연구는 국립재활원 내부연구사업(과제번호: 11-A-01)으로 수행되었습니다.

### [참 고 문 헌]

- [1] 주병규, 유종윤, 하상배, "Torque Heel®을 이용한 편마비측 발의 외회전 교정에 대한 3차원 보행 분석", 대한재활의학회지, Feb 22(5), pp.1114-1123, 1998
- [2] 김아람, 박철주, 유인정, 최성욱, 현주협, "외회전 감소운동이 편마비 환자의 보행에 미치는 영향", 한려대학교 물리치료학과 학술지, Feb 3(1), pp35-41, 2008
- [3] 이주강, 임오경, 임윤명, 정스런, 배근환, 김성환, 이광래, "단하지 보조기를 착용한 편마비측 발의 과도한 외회전을 방지하는 신발", 대한재활의학회지, Feb 30(1), pp.94-97, 2006
- [4] 박시운, 이경환, 장순자, 김병식, "음악적 자극이 편마비 보행에 미치는 영향", 대한재활의학회지, Feb 25(1), pp34-38, 2001
- [5] 권대규, 김경, 박용근, 양윤석, 김남균, "편마비 환자의 자세균형 재활훈련을 위한 보행 보조기 개발", 한국정밀공학회, pp.895-896, 2008
- [6] E. ISAKOV "Gait rehabilitation: a new biofeedback device for monitoring and enhancing weight-bearing over the affected lower limb" Eura Medicophys, Feb 43(1), pp21-26, 2007