

# 자세균형 재활 훈련을 위한 지능형 보행 보조기 개발

## Development of the Intelligent Walker for the Rehabilitation Training of Postural Control

\*김경<sup>1</sup>, 강승록<sup>2</sup>, 오가영<sup>2</sup>, 박용균<sup>1</sup>, 김남균<sup>4</sup>, #권대규<sup>3,4</sup>

\*K. Kim<sup>1</sup>, S. K. Kang<sup>2</sup>, G. Y. Oh<sup>2</sup>, Y. J. Piao<sup>1</sup>, N. G. Kim<sup>4</sup>, #T. K. Kwon(kwon10@chonbuk.ac.kr)<sup>3,4</sup>

<sup>1</sup> 전북대학교 의용생체공학과, <sup>2</sup> 전북대학교 헬스케어공학과, <sup>3</sup> 전북대학교 바이오메디컬공학부, <sup>4</sup> 전북대학교 고령친화복지기기연구센터

Key words : Intelligent walker, Rehabilitation training, Postural control

### 1. 서론

자립적 보행의 불가능으로 인한 노인 고립의 문제를 해결하기 위해서는 이들을 사회로 복귀시키기 위한 재활훈련이 중요하다<sup>1</sup>. 노인 혹은 장애자들이 가장 원하는 것은 정상인처럼 보행하고 생활하는 것이다. 이를 위해서는 장애자에게 남아 있는 감각 기능을 활용한 훈련이 필요하고, 이러한 환경을 통하여 노인과 장애자는 사회복귀가 가능하다.

기존의 보행보조기는 환자가 사용할 경우 장애물을 피할 수 있는 능력과 안전성 면에서 많은 문제점을 가지고 있다. 작은 바퀴로 인하여 큰 장애물을 만났을 경우 피할 수 있는 능력이 없을뿐더러 단지 보행보조기로서의 기능만 할 뿐 환자의 재활에는 아무런 도움을 주지 못하고 있다. 또한 병원이나 재활기관에도 자세균형에 관한 훈련 장치는 미미한 실정이며 근육운동에만 치중할 뿐 자세균형의 중요성을 체감하지 못한다<sup>2</sup>. 이에 노인 및 장애자도 쉽게 이용할 수 있고 별도의 훈련시간 필요 없이 일상생활 및 동적 상태에서 훈련할 수 있는 장치에 제안이 필요하다. 또한 근력이 약하고 보행이 불편한 노인 및 편마비 환자들에게는 기존의 재활을 목적으로 하는 보행보조기 및 보행도우미 로봇 등은 일반인들이 사용하기에는 매우 고가이며 스스로 훈련하기에 너무나 무거워 무리가 있었고, 재활치료사나 간호사들을 동반하여 재활운동 시 주관적인 재활훈련 평가로 불편하고 비효율적이었다<sup>3</sup>. 기존의 연구 및 재활훈련 장치는 주로 안정한 지지면 위에서 균형을 유지하는 면에 초점이 맞춰져 자세 균형 재활에 필요한 시각, 전정감각, 체성감각을 통합적으로 자극하지 못하고<sup>4</sup> 단조로운 뿐만 아니라, 불안정판의 경우는 전후좌우의 방향으로만 움직이거나 시각적 피드백이 없는 단순한 형태였다<sup>5</sup>. 또한, 바이오 피드백시스템은 의사 또는 화면의 지시에 따라 움직이거나 외부에서 힘판(force plate)을 움직였을 때 균형을 유지하는 수동적인 형태로 지루하여 피험자가 장시간의 훈련을 하기 어렵고 피험자에 따라 훈련의 강도를 조절할 수가 없다.

본 연구에서는 보행 시 자세균형 재활훈련을 할 수 있도록 시각적으로 피드백 해주는 보행보조기를 제작하였다. 이러한 보행보조기를 가지고 임상시험을 구현하여 자세균형 능력 평가를 수행하였다.

### 2. 시스템구성

본 연구에서 사용한 보행보조기는 Active Korea사의 Active Walker를 사용하였고, 이 고령자용 보행보조기에 압력 계측부,

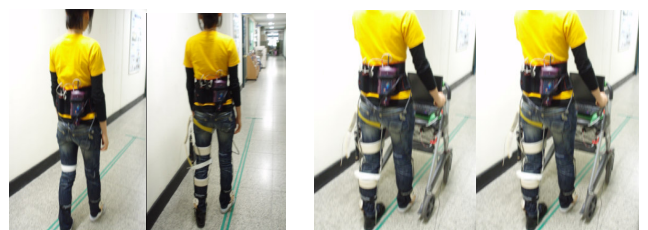


Fig. 1 Smart walker for the rehabilitation training

장애물 감지부, 압력 피드백 제어부로 구성하여 적용하였다. 압력 계측부는 재활훈련을 원하는 노인이 보행보조기를 끌고 보행을 시도할 때 손잡이에 부착되어진 압력센서에서 편마비 환자가 보행보조기를 지지할 때의 악력을 검출한다. 이는 신체의 자세가 우측 또는 좌측에 기울어져 보행하고 있다는 것을 인식시킨다. 압력 피드백 제어부는 보행보조기 앞에 장착되어진 MINI PC를 통해 정량적인 힘의 양을 시각적으로 피드백 받는다. 시각적 피드백을 받은 보행자는 스스로 신체 힘의 불균형을 인지하여 우측 또는 좌측의 힘을 양쪽으로 고르게 나눌 수 있도록 시도한다. 이러한 압력센서를 이용한 재활훈련을 통해 자세균형을 수정할 수 있어 보행 시 바른 자세균형을 유지하도록 하여 자연스러운 보행을 돕는 것을 특징으로 한다. 또한, 일상생활에서 손쉽게 이용 가능하기 때문에 장소의 구애를 받지 않고 보행을 시도하며 앉기/서기, 용변 등의 일상에서의 기본 운동을 보조를 받아 자연스러운 보행 및 안전과 지지에 도움을 받을 수 있는 지능형 보행보조기기를 적용하였다. 또한, 지능형 보행보조기의 앞부분에 부착되어 있는 초음파센서는 노인이 보행 시 Walkway에 장애물을 탐지하여 청각적 피드백(bell sound)을 준다. 이는 보행보조기를 통해 재활을 하고 있는 노인의 주의가 집중되어 있을 때 주변의 장애물을 깨닫기가 쉽지 않기 때문에 청각적으로 장애물이 있다는 것을 인지시켜 장애물에 걸려 넘어지거나 부딪치는 것을 방지할 수 있다(Fig. 1).

### 3. 실험 방법

실험은 정상인과 편마비 환자의 보행 특성을 비교하고 시각 피드백의 유무에 따른 지능형 보행보조기를 이용한 보행 시 편마비 환자의 보행 특성이 어떻게 나타나는지를 알아보았다. 편마비 환자의 보행 특성을 위하여 하지 보조기를 이용하여 왼쪽 다리를 구속시켰다. 먼저, 피험자들의 고유한 보행 특성을 알아보기 위하여 정상적인 피험자들에게 아무런 제약도 주지 않은 채 일반 보행을 시행시켰다.(Fig. 2(a)). 다음으로, Fig. 2(b)에서 보듯이 편마비 환자의 보행 특성을 구현하기 위하여 왼쪽 다리를 구속시킨 후 피험자의 일반 보행을 시행하였다. 그리고 Fig. 2(c)과 같이, 보행보조기를 이용한 보행 시 시각 피드백을 받지 않는 상태에서의 보행 특성을 알아보았다. 마지막으로 Fig. 2(d)와 같이 구속된 다리를 유지한 채 압력 계측기를 통해 측정된 양쪽의 균형을 시각 피드백 받으면서 자세균형을 유지하려는 재활차원의 실험을 진행하였다. 실험에 앞서 우리는 피험자들에게 실험에 관한 내용과 정확한 실험 방법 등을 숙지시켰다.



(a) Normal (b) Abnormal (c) ANF (d) AF

Fig. 2 Gait condition

### 4. 결과

Fig. 3, 4는 각 4가지 상태별 보행에 따라 보행의 입각기에서 왼발과 오른발의 최대 압력 분포를 비교한 결과이다. 여기서 Left 1, 2와 Right 1, 2는 각각 왼발과 오른발의 초기와 말기 양하지 접지기를 나타낸다. 또한 Normal은 정상 보행의 상태를 나타내고, Abnormal은 하지보조기를 이용하여 왼발을 구속시켰을 경우, ANF(Abnormal non-feedback)은 하지 보조기를 이용하여 왼발을 구속시킨 상태에서 시각적 피드백을 받지 않고 보행보조기의 도움을 받아 걷는 경우, AF(Abnormal feedback)은 하지 보조기를 이용하여 왼발을 구속시킨 상태에서 보행보조기의 도움을 받으며 압력 계측기를 통한 시각적 피드백이 되는 경우를 나타낸다. 아래의 각각의 그래프 값들은 피험자 10명에게서 각각 4가지 상태에 따른 4-step의 평균값을 나타낸 것이다.

ANF와 AF의 Left 1과 Left 2를 비교해 보면 보행보조기의 시각적 피드백을 받았을 경우 그렇지 않을 경우에 비해 Left 1와 Left 2 값의 간격 차가 줄어들 것을 알 수 있다. 이는 보행보조기를 통해 시각적 피드백을 받아 최대 압력이 일정함으로써, 동작 상태의 자세 균형에 도움이 되는 것으로 판단된다. 오른발을 살펴보면, 대부분 초기 접지기에 힘이 많이 실리고 말기 접지기에 힘이 덜 든다는 것을 알 수 있다. 또한 보행보조기의 도움을 받

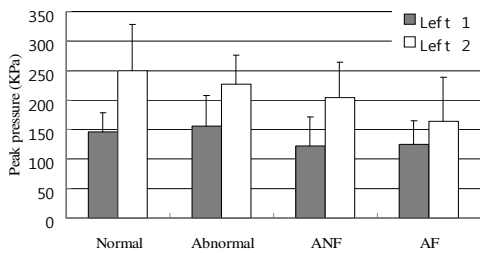


Fig. 3 Left maximum pressure in stance phase

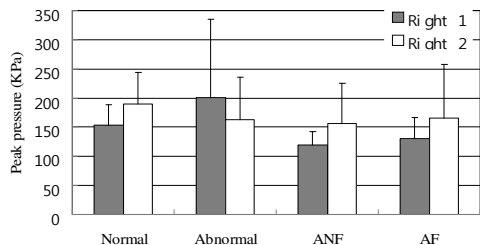


Fig. 4 Right maximum pressure in stance phase

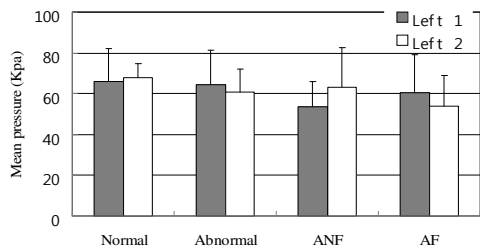


Fig. 5 Left averaged pressure in stance phase

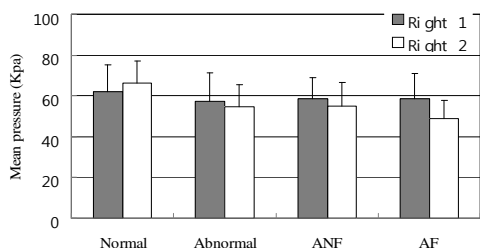


Fig. 6 Right averaged pressure in stance phase

지 않는 Right 1 & Right 2와 보행보조기의 도움을 받은 Right 1 & Right 2를 비교해 보면 보행보조기의 도움을 받은 Right 1 & Right 2가 전체적인 최대 압력이 낮는데 이를 통해 비구속 시킨 발도 보행보조기를 통해 약간의 도움을 받는 것을 알 수 있다.

Fig. 5, 6은 각 4가지 상태별 보행에 따라 입각기에 왼발과 오른발의 평균 압력을 비교해 본 것이다. 왼발은 오른발에 비해 Left 1과 Left 2의 면적차이가 적는데 이는 구속시킨 발의 스윙이 되지 않아 발을 끌면서 보행하기 때문에 나타날 수 있다. 또한 Left의 ANF와 AF를 비교해보면 그 면적 차이가 줄어들었는데 이는 보행보조기의 시각적 피드백을 받아 면적이 거의 일정해진 것을 알 수 있다. 또한 오른발의 전체적인 양상은 Normal과 크게 다르지 않다.

### 5. 결론

본 연구에서는 고령자들에게 발병률이 높은 뇌졸중으로 인한 편마비 환자들이 자신의 자세를 자가 진단하여 실생활에서 보행 시 자세균형 재활훈련을 받는 지능형 보행 보조기를 연구하고자 하였다.

압력 계측기를 이용하여 양쪽 자세의 균형에 대해 인지한 후 이를 바로 잡기 위해 보행 시 자세균형을 잡는 재활 훈련을 유도 하였다. 압력 계측기의 재활 정도를 위해 10명의 피험자를 대상으로 하지보조기를 왼쪽 다리에 착용하여 실험한 결과, 하지보조기를 착용하고 일반적인 보행기를 사용하였을 때에 자세균형의 정도가 현저히 떨어지는 것을 볼 수 있었다. 그러나 압력 계측기를 통해 자세균형 정도를 시각 피드백 받은 후 보행을 지속한 경우, 자신의 자세균형을 자가 진단하여 좌우 균형을 잡아주는 것을 확인 할 수 있었다.

제작된 고령자를 위한 자세균형 재활훈련 보행보조기는 편마비 환자들이나 노인들이 평상시에 보행 시 자세균형에 대한 피드백을 받으며 자가 진단하여 자세균형을 잡는 재활훈련을 하는데 효과가 있을 것이라 기대된다.

### 후기

이 논문 또는 저서는 2009년 정부(교육인적자원부)의 재원으로 한국학술진흥재단의 지원을 받아 수행된 연구임(지방연구중심대학육성사업/헬스케어기술개발사업단).

### 참고문헌

1. Jacquelin Perry, "GAIT ANALYSIS Nomal and Pathological Function", Young mun Publishing company, pp. 325-327, 502-505, 2006.
2. Yeh C., Chen J. J., and Tsai K. H., "Quantitative analysis of ankle hypertonia after prolonged stretch in subjects with stroke", Journal of Neuroscience Methods, Vol. 137, No. 2, pp. 305-314, 2004.
3. Kim S. H., and Park R. J., "Task oriented approach of hemiparetic patients", The Korean Society of Physical Therapy, Vol. 16, No. 1, pp. 54-62, 2004.
4. Hess J. A., and Woollacott M., "Effect of High-Intensity Strength-Training on Functional Measures of Balance Ability in Balance-Impaired Older Adults", Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics, Vol. 28, No. 8, pp. 582-590, 2005.
5. Kim H. S., "The effect of progressive exercise on the activities of the elderly", KAUTPT, Vol. 7, No. 3, pp. 19-33, 2000.