

# 로드셀을 이용한 자세 제어 평가 시스템 개발 Development of Postural Control Evaluation System using Loadcell

\*엄희준<sup>1</sup>, 김지원<sup>1</sup>, 권유리<sup>1</sup>, 박상훈<sup>1</sup>, 허재훈<sup>1</sup>, #엄광문<sup>1</sup>, 이승현<sup>2</sup>, 이정현<sup>2</sup>, 권영민<sup>2</sup>

\*H.J. Um<sup>1</sup>, J.W. Kim<sup>1</sup>, Y.R. Kwon<sup>1</sup>, S.H. Park<sup>1</sup>, J.H. Hur<sup>1</sup>, #G.M. Eom<sup>1</sup>

J.H. Lee<sup>2</sup>, Y.M. Kwon<sup>2</sup>, S.H. Lee<sup>2</sup>

<sup>1</sup>건국대학교 의학공학부, <sup>2</sup>창명제어기술(주)

Key words : COP, Loadcell, Postural Control

## 1. 서론

자세 제어 (postural control)는 일상생활 활동을 하는데 있어서 중요한 역할을 하며, 불안정시 낙상 등으로 이어지게 된다. 자세 제어 능력을 평가하기 위해 힘판 (force plate)이 많이 사용된다. 많은 연구들이 힘판 위에 정적 기립 자세에서 신체의 압력 (center of pressure:COP) 중심이 동요하는 크기 및 속도를 측정함으로써 자세 제어 능력을 평가하였다.

Kim 등은 힘판을 이용하여 젊은 성인과 고령자들을 대상으로 연령에 의한 자세 능력의 차이와 성별에 의한 차이를 조사하였다[1]. 또한, 눈을 뜬 자세와 감은 자세에서의 자세 동요를 측정하여 시각에 의존하는 자세 제어 능력을 평가한 보고가 있다[2]. 하지만, 이와 같이 기존에 사용되고 있는 상용화된 힘판은 정적인 자세에서 반응하는 지면 반발력 (reaction force) 뿐 아니라 보행이나 달리기와 같은 동적인 움직임에 반응하는 지면 반발력도 측정할 수 있도록 높은 사양의 센서들로 구성되어 있어 매우 가격이 비싸다는 제한점을 가지고 있다. 따라서, 자세 균형 능력만을 전용으로 사용할 수 있는 저가의 자세 제어 평가 시스템이 요구된다.

본 연구의 목적은 저가의 로드셀 (Loadcell) 센서를 이용하여 자세 제어 평가 시스템을 개발하는 것이다. 개발된 평가 시스템의 신뢰성을 평가하기 위해 젊은 성인을 대상으로 자세 제어 능력을 측정하였고, 상용화된 힘판과 비교하였다.

## 2. 방법

Fig.1과 같이 양방향 1축 로드셀 8개를 이용하여 이중 힘판 (dual force plate)를 개발하였다. 하나의 힘판 당 4개의 로드셀이 각 알루미늄판 모서리에

고정되었고, 각 로드셀에 힘이 잘 전달 될수 있도록 상판 덮개를 고정하였다.

각각의 로드셀은 필터링과 증폭 등의 시그널 컨디셔닝을 하였다. 로드셀의 신호를 측정하기 위해 데이터 수집 보드 (USB 6215, NI Inc., Austin, TX)가 사용되었다. 로드셀에 의해 측정되는 수직 방향의 지면 반발력을 이용하여 인체의 압력중심이 산출될 수 있도록 랩뷰 8.0 (Labview 8.0, NI Inc., Austin, TX)을 이용하여 프로그램을 개발하였다.

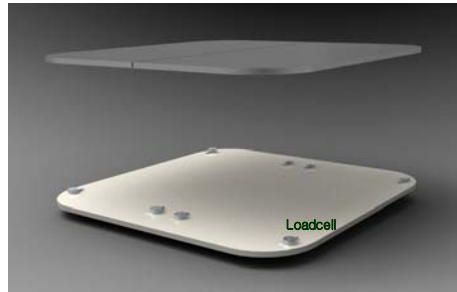


Fig. 1 Developed dual force plate using loadcell



Fig. 2 Representative COP measurement on developed system

본 개발 시스템의 평가를 위해 젊은 성인 4명 (남성 3명, 여성 1명)을 대상으로 자세 균형 능력을 측정하였다. 또한, 본 개발 힘판과 상용화된 힘판 (OR-7-2000, Advanced Mechanical Technology, Watertown, NY, USA)과의 비교를 위한 실험도 실시하였다. Table 1은 피험자의 정보를 나타내고 있다.

Table 1 Subject characteristics

Subject (n=4)	height (cm)	weight (kg)	foot length (cm)	stance width (cm)
	172.4	66	246.3	23.8
	±4.4	±10.7	±10.3	±6.3

모든 피험자는 Fig.2 와 같이 개발된 힘판에 올라가 전방을 주시하면서 정적 서기상태에서 신체의 압력 중심을 측정하였다. 모든 피험자는 개인이 선호하는 자연스러운 자세(natural stance)에서 맨발로 서기 자세를 100초 동안 총 3회를 실시하였고 1회 측정 시마다 충분한 휴식을 취하였다.

각각의 힘판에서 측정된 압력중심 데이터는 5Hz의 영 위상 저역 통과 디지털 필터 (zero phase low pass digital filter)를 이용하여 고주파 잡음을 제거하였다.

분석 파라미터로서, 앞뒤(AP)방향과 좌우(ML) 방향에 대해 압력중심의 평균 속도가 산출되었다. 분석 파라미터의 반복 신뢰도를 산출하기 위해 크론바흐 알파 계수 (Cronbach Alpha coefficient)가 산출되었다. 개발 힘판과 상용화된 힘판과의 비교를 위해 상관성(Pearson correlation) 분석이 실시되었다. 모든 파라미터 산출은 MATLAB 6.5를 이용하였고, 통계 분석은 SPSS 20을 이용하였다.

### 3. 결과

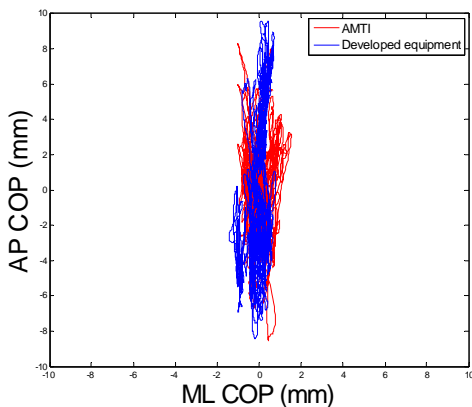


Fig. 3 Representative COP data from commercial force plate and developed system

Fig. 3은 개발된 힘판과 상용화된 힘판 각각에서 측정된 대표적인 압력 중심 데이터를 나타내고 있다. 압력 중심의 AP, ML방향 모두 크기가 유사한 것을 볼 수 있었다.

본 연구에서 개발한 힘판을 이용하여 산출된 압력 중심의 평균 속도의 반복 신뢰도는 크론바흐 알파 계수가 0.958로 매우 높은 것을 확인할 수 있었다. 또한 본 시스템과 상용화된 힘판과의 상관 계수는 0.862로 매우 높은 것을 확인할 수 있었다.

본 연구에서는 저가형 로드셀만으로도 상용화된 고가의 장비와 비교하여 비슷한 성능을 보이는 것을 확인하였다. 본 저가형 자세 제어 평가 시스템은 일상생활의 정적 균형 능력을 평가하는데 도움이 될 것으로 기대된다.

### 4. 결론

본 연구에서는 저가형 로드셀을 이용하여 정적인 자세에서의 균형 능력을 평가할 수 있는 시스템을 개발하였다. 본 시스템을 이용하여 산출된 평가 지수는 높은 반복 신뢰도를 보였고, 상용화된 힘판과의 상관성도 매우 높았다.

### Acknowledgement

이 연구는 중기청 미래선도과제 (No..S1072595) 의 지원을 받았음.

### 참고문헌

1. Kim, J. W., Eom, G. M., Kim, C. S., Kim, D. H., Lee, J. H., Park, B. K., and Hong, J., "Gender differences in the postural sway characteristics of young and elderly subjects during quiet natural standing," *Geriatr. Gerontol. Int.*, Vol. 10, No. 2, pp. 191-198, 2010.
2. Kim, J. W., Kwon Y.R. Eom, G. M., "Effects of Vision, Age and Gender on Structural and Global Posturographic Features during Quiet Standing" *IJPEM.*, Vol. 13, No. 6, pp. 969-974, 2012.