

# 낙상 방향에 따른 신체 관절의 동적 특성 분석

\*김성현<sup>1</sup>, 김용욱<sup>2</sup>, 권대규<sup>3</sup>, 김남균<sup>3</sup>

<sup>1</sup>전북대학교 의용생체공학과, <sup>2</sup>전북대학교 헬스케어 기술개발 사업단, <sup>3</sup>전북대학교 생체정보공학부

## Dynamic Characterization of Joint Movement for Different Fall Direction

\*Seong-hyun Kim<sup>1</sup>, Yong-yook Kim<sup>2</sup>, Tae-kyu Kwon<sup>3</sup> and Nan-gyun Kim<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Dept. of Biomedical Engineering, Chonbuk Nation Univ., <sup>2</sup>Center for Healthcare Technology Developments, Chonbuk Nation Univ.,

<sup>3</sup>Division of Bionics and Bioinformatics, Chonbuk Nation Univ.

Key words : fall, fall direction, fracture

### 1. 서론

고령화 사회의 진행에 따라 고령자들의 사회적 활동이 꾸준히 증가하여 왔으나 여전히 고령자들은 체력 노쇠현상과 균형감각의 저하로 인하여 잦은 낙상을 경험하게 된다. 한 보고서에 의하면 60세 이상의 노인들 중 25~30%가 낙상을 경험하였고, 70세 이상의 노인들은 35%, 그리고 80세 이상의 노인들은 50%가 낙상을 경험하였다고 하였다[1].

고령자들이 낙상을 경험하게 되면 낮은 골밀도에 의해 쉽게 골절이 야기되고 젊은 사람들에 비해 세포 재생능력이 떨어지기 때문에 오랜 시간동안 병실에 누워있게 되고 다른 합병증을 불러오며 심지어는 사망에 이르게 되는 경우도 보고되고 있다 [2].

따라서 고령자들에게 발생하는 골절을 방지하기 위해서는 낙상시 지면과의 충격을 최소화 할 수 있는 어떠한 장치가 필요하게 되고 이를 위해 사람이 낙상을 할 경우에 신체 관절의 동적 특성을 분석하는 것이 중요하다. 지금까지의 연구를 보면 K.M. DeGoede는 Biomechanical simulations of Forward Fall Arrests에서 시뮬레이션 프로그램을 이용하여 신체 낙상을 측정하였고, Stephen N. Robinovitch는 Effect of the "Squat Protective Response" on Impact velocity During Backward Fall에서 후방 낙상만의 속도를 측정하였다. 그러나 이 연구들은 실제 사람이 아닌 시뮬레이션 프로그램을 이용하였거나 후방낙상의 속도만 측정하였기 때문에 정확한 낙상을 분석하는 데 어려움이 있었다.

본 연구에서는 기존의 낙상 해석의 문제점을 해결하기 위해 3차원 동작분석기를 이용하여 전방과 후방으로 낙상할 때 발생하는 동작패턴을 분석하였다. 그리고 낙상 시에 발생하는 속도와 가속도를 정확하게 측정, 분석하였다.

### 2. 실험 방법

본 연구에서는 피험자가 예측할 수 없도록 강제적인 낙상이 전방과 후방에 대하여 시행되었다[3]. 본 실험에서는 무엇보다도 피험자의 안전이 중요하였기 때문에 낙상시에 충격을 최소화하고 골절을 방지하기 위해 매트리스 위에서 실험을 하였다.



<Moving Forward> <Moving Backward>  
Fig. 1 Pneumatic actuator

Fig. 1은 본 실험에 사용되어진 낙상을 유도하기 위한 공압 actuator이다. 이 시스템은 구동을 위한 하나의 실린더와 충격을 완화하기 위한 두 개의 실린더로 구성되어 있고 구동을 위한 실린더는 compressor에 직접 연결되어 있다. 좌측의 그림은 전방 낙상을 유도하기 위해 매트리스가 전진한 그림이고 우측의 그림은 후방낙상을 유도하기 위하여 매트리스가 후진한 그림이다.

Fig. 2는 3D Motion Monitor System이라고 하는 3차원 동작 분석 시스템으로 본 실험에서 낙상을 측정하기 위해 사용되었다. 본 시스템은 신체에 부착된 marker를 관찰하기 위한 3대의 적외선 카메라와 1대의 비디오카메라, data 수집을 위한 여러 부착장치와 data를 분석하기 위한 컴퓨터로 구성되어 있다.

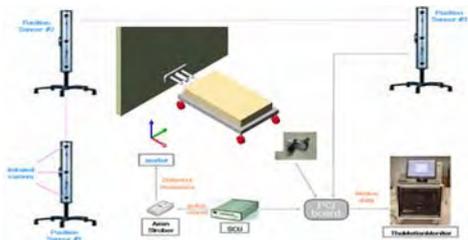


Fig. 2 Block diagram of fall measuring system

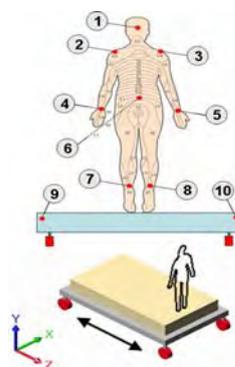


Fig. 3 Positions of sensors

Fig. 3는 몸에 부착된 marker의 위치와 개수를 나타낸 것이다. 본 실험에서는 낙상시 신체 관절의 측정을 위하여 marker를 머리에 1개, 양쪽 어깨에 1개씩, 양쪽 손목에 1개씩, 엉덩이에 1개, 양쪽 발목에 각 1개씩 그리고 낙상을 유도하기 위한 카트에 2개, 총 10개의 marker를 부착하여 초당 420frame의 resolution으로 실험을 하였고 사람이 서 있는 양쪽 방향을 X축, 매트리스가 움직이는 방향을 Z축, 사람이 서 있을 때의 위아래 방향을 Y축으로 설정하였다.

Fig. 4는 실제 낙상 실험에 대한 사진들이다. 피험자가 벽을 바라보고 actuator 반대쪽에서 있게 한 다음 actuator를 밀어 전방 낙상을 유도하였고 후방 낙상은 역시 벽을 바라보고 actuator쪽에서 있게 한 다음 actuator를 당겨서 유도하였다.



<Forward Fall>



<Backward Fall>

Fig. 4 Photos of fall experiments

3. 실험 결과

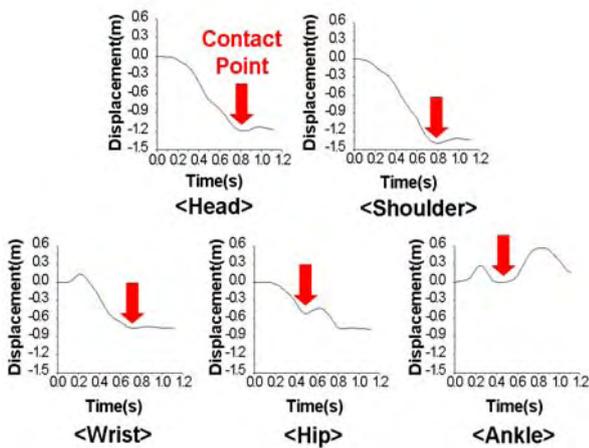


Fig. 5 Displacement in Y-axis during forward fall

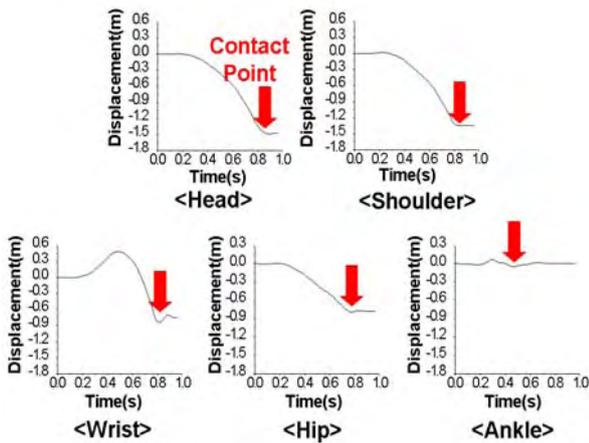


Fig. 6 Displacement in Y-axis during backward fall

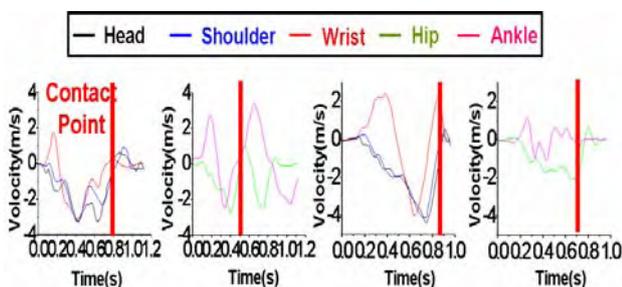


Fig. 7 Velocity in Y-axis during fall

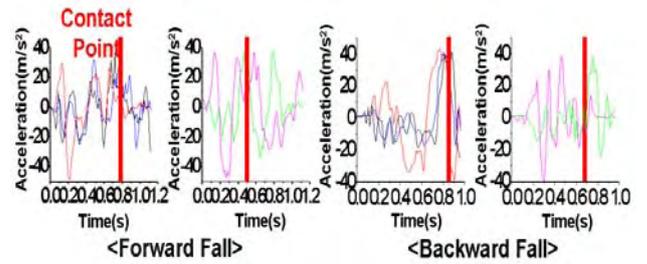


Fig. 8 Acceleration in Y-axis during fall

Fig. 5와 Fig. 6는 낙상하는 동안의 Y축의 변위를 나타낸 것이다. 그림에서 보듯이 상체는 낙상이 시작한 후 약 0.8초 이후에 땅에 닿고, 하체는 낙상이 시작한 후 약 0.5초 이후에 땅에 닿게 된다. 그래프에 나와 있는 빨간 화살표는 각 관절이 땅에 닿는 순간을 표시한 것이다.

손목의 움직임 속도는 초기에 매우 높게 나타나는 것을 볼 수 있는데 이것은 피험자가 낙상이 시작할 때 반사적으로 자신의 손을 높게 들기 때문이었다. 일반적으로 각 관절의 속도는 (-)Y축으로 증가하다가 0으로 감소하였다.

낙상에 엉덩이의 가속도는 40m/s<sup>2</sup>까지 증가하다가 엉덩이가 땅에 닿은 후부터는 급격하게 감소하였다. 그리고 난 후 매트리스의 반동에 의하여 다시 증가하는 것을 볼 수 있다. 머리와 어깨는 일반적으로 40m/s<sup>2</sup>에 육박하는 것을 알 수 있다.

4. 결론

본 연구에서 우리는 낙상시 고령자들에게 골절을 야기시키는 가장 큰 원인중의 하나인 가속도를 정확하게 측정하려고 하였고 실험 결과 낙상시에 머리와 어깨 그리고 엉덩이에서 40m/s<sup>2</sup>에 이르는 가속도가 발생한다는 결과를 얻었다. 이 결과를 가지고 우리는 낙상이 발생하였는지를 결정지을 수 있는 척도로 사용할 수 있게 되었고 본 연구는 앞으로 우리가 계속 연구해야 할 골절방지 시스템에서 요구하는 낙상을 판별하는데 기초적인 자료로 사용될 수 있을 것이다. 또한 우리는 좀 더 정확한 낙상 판별을 위해 다음 연구에서는 전방과 후방뿐만이 아닌 측방에 대한 낙상과 보행, 주행 그리고 일상생활에서 발생할 수 있는 가속도를 계속 연구할 것이다.

후기

본 연구는 2006년도 산업자원부지정 핵심연구개발사업 실버의료기기 핵심기술개발 연구비에 의하여 연구되었음. (과제번호 : 10022722-2006-9월)

참고문헌

1. Kanten, D.N., Mulrow, C.D., Gerety, M.B., et al, "Falls : an examination of three reporting methods in nursing homes", *Journal of Am Geriatr Soc*, 41, 662-666, 1993
2. Kenndy, T.E., Coppard, L.C., "The prevention of falls in later life", *Danish Medical Bulletin*, 34, 1-24, 1987.
3. Stephen N. Robinovitch, Elizabeth T. Hsiao, Reuben Sandler, Jeff Cortez, Qi Liu, and Guy D. Paiement, "Prevention of Falls and Fall-Related Fractures through Biomechanics", *Exercise and Sport Science Reviews*, 28(2), 74-79, 2000.