

골절방지 시스템을 위한 낙상 패턴에 관한 기초 연구

김성현*, 김경, 정성환, 김기범 (전북대 의용생체공학과),
권대규, 홍철운, 김남균 (전북대 생체정보공학부)

A Basic Study on Fall Patterns for Fracture Prevention System

S. H. Kim*, K. Kim, S. H. Jung, G. B. Kim (Dept. of Biomedical Engineering, CBNU)
T. K. Kwon, C. U. Hong, N. G. Kim (Division of Bionics and Bioinformatics, CBNU)

ABSTRACT

In recent years, the importance of the characterization of fall for a fracture prevention system keeps increasing since fracture from a fall can lead to serious health problems. Fall is one of the major sources which increase morbidity in elderly people. In terms of the cost and the influence to the quality of life, the most serious injury with hip fractures is caused by falls. The traditional methods in characterizing fall patterns have been mainly by the epidemiological surveys. With surveys, the exact data of fall patterns can not be acquired. In this paper, we measured and analyzed with the parameters related to fall pattern such as velocities and accelerations during the motion of falls using 3D motion capture program. We acquired the parameters of the fall pattern of intentional and unexpected fall. The result showed that the variation of velocity and acceleration during fall was very important in characterizing fall pattern, which of vital importance for the development of a fracture prevention system and for the safety of the elderly

Key Words : Fall(낙상), Fracture(골절), Fracture prevention(골절 방지)

1. 서론

고령화 사회의 진행에 따라 고령자들의 사회적 활동이 많아진 반면 여전히 고령자들은 체력 노쇠 현상과 평형기능의 저하에 의하여 낙상이 발생하고 그 결과 뼈가 골절되는 빈도가 높아지게 된다. 낙상은 60세 이상 노인의 25 ~ 30%, 70세 이상에서 35%, 80세 이상에서는 50%가 매년 발생한다고 보고되고 있고[1], 미국의 경우 매년 30만 건의 새로운 고관절 골절이 발생하며 이에 따른 의료비용은 약 70억불에 해당하는 것으로 보고 되어 있다. 낙상하는 방향으로서는 크게 전방, 측방, 그리고 후방으로 분류되어지는데 전방으로의 낙상은 58%로 매우 높고, 다음은 측면으로 30%, 그리고 후방으로의 낙상은 12%가 되고 있다.

골 조직은 다른 신체 조직들보다 연령에 의한 그 치유기간이 뚜렷이 다르게 나타나는데, 이는 고령자들의 뼈의 골밀도가 낮을 뿐만 아니라 세포 재생 능력도 젊은 사람에 비해 떨어지기 때문이다.

또한 치료기간의 장기화에 따라 육체적 활동을 할 수 없기 때문에 모든 신체기능이 저하되어 결국 사망에 이르는 경우가 발생하고 있고[2], 통계에 따르면 낙상에 따른 합병증이 고령자의 6대 사망원인이라고 알려져 있다.

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 후방낙상만의 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 각 방향으로 낙상할 때 발생하는 동작패턴을 분석하였다. 그리고 낙상 시에 발생하는 속도와 가속도를 정확하게 측정, 분

석하여 낙상에 대한 여러 가지 파라미터들을 정량화하고 이를 골절방지 시스템에 적용하고자 하였다.

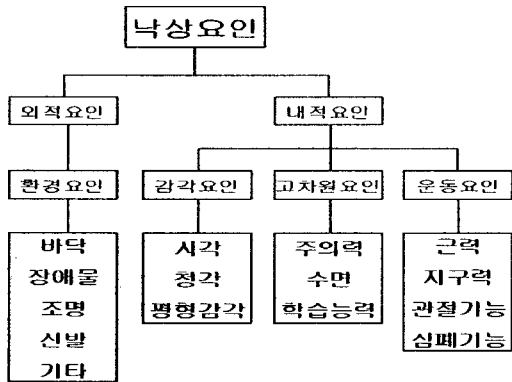


Fig. 1. Primary factor of fall

Fig. 1은 낙상의 주요 요인을 표시하고 있다. 낙상이란 본인의 의사와 상관없이 발바닥 이외의 신체 일부가 바닥면에 접지한 경우라고 정의되어 있는데[3] 이는 크게 내적요인과 외적요인에 의해 발생한다[4]. 이 두 요인을 자세히 살펴보면 내적요인에는 시각, 청각, 평형감각 등의 결여에 기인한 감각적인 요인과 주의력, 수면, 학습능력의 저하에 따른 고차원적인 요인, 그리고 근력, 지구력, 관절기능, 심폐기능의 저하에 따른 운동요인이 있다. 그리고 외적 요인으로서는 활동 장소의 바닥, 장애물, 조명 등에 따른 환경 요인이 있지만 실제 낙상은 이 모든 요인들이 복잡하게 연결되어 발생되어진다고 알려져 있다.

2. 실험 장치 및 방법

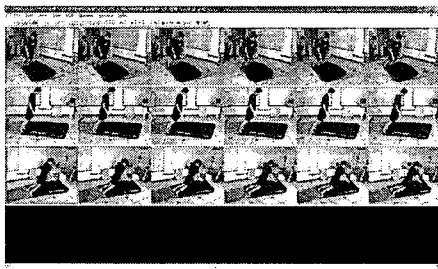


Fig. 2. Fall measuring system on the fall pattern

2.1 낙상 측정 시스템

본 실험에 각 방향에 대하여 피험자 스스로의 자

의적인 낙상과 피험자의 의사와 상관없는 강제적인 낙상에 대하여 실험하였다. 자의적인 낙상은 피험자에게 스스로 낙상을 하게 하였고, 강제적인 낙상은 피험자가 서있는 메트를 잡아 당겨 낙상을 유도하였다[5]. Fig. 2는 낙상 측정 시스템을 이용하여 얻어진 낙상패턴을 보여주고 있다. 본 실험에 사용된 3차원 동작분석기는 Ariel Dynamics사의 APAS(Ariel Performance Analysis System)로써 비디오카메라에 기본을 둔 3차원 동작 분석기이다. 이 시스템은 먼저 비디오에 녹화된 영상을 Studio Version이라는 프로그램으로 동영상 파일로 변환시키고, 그 파일을 Trimming작업으로 원하는 부분만 잘라낸 후에 Digitizing작업을 통하여 포인트를 분석하고 변환 프로그램에서 3차원으로 변환시켜 준다. 그리고 마지막으로 Display라는 프로그램에서 그래프와 여러 데이터를 나타내주는 시스템이다.

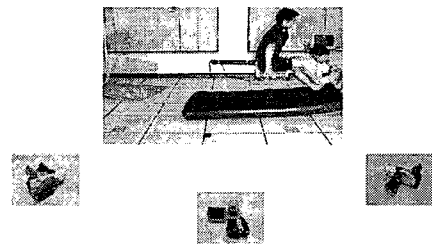


Fig. 3. Photo of fall experiments

Fig. 3은 실제 낙상 실험의 사진을 보여주고 있다. 피험자에게 낙상을 유도한 장면을 3대의 카메라에 녹화한 뒤 동작분석기를 이용하여 전방 자유낙상, 후방 자유낙상, 전방 강제낙상, 후방 강제낙상 등에 대한 가속도를 구하였다.

3. 실험 결과

3.1 전방 자유 낙상

전방 자유 낙상을 할 때에는 피험자가 스스로 넘어지기 때문에 1초가 지난 후부터 본격적인 낙상이 시작되어 낙상이 끝날 때까지의 시간은 약 2.05초가 걸렸다.

Fig. 4는 전방 자유낙상 중에 발생하는 타겟의 가속도 성분을 나타내고 있다. 전방 자유낙상 시 가속도는 시간에 대한 속도의 변화이기 때문에 속도가 변하는 곳에서는 어디에서든 나타나지만 특히 본격적인 낙상이 시작되는 1.5초이후에 많이 나타난다. 이는 그 때에 속도의 변화가 가장 크게 나타나기 때문이다. 그리고 엉덩이 부분의 가속도를 보

면 1.4초후에 갑자기 커지는데 이는 엉덩이 부분이 땅과 닿게 되어 속도가 급격히 줄어들기 때문이다.

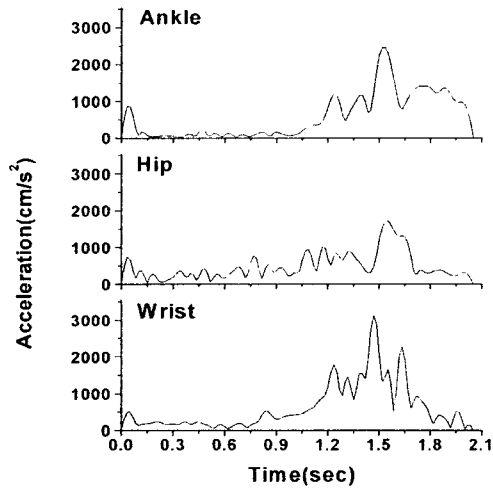


Fig. 4. Acceleration of whole target during free forward fall

3.2. 후방 자유 낙상

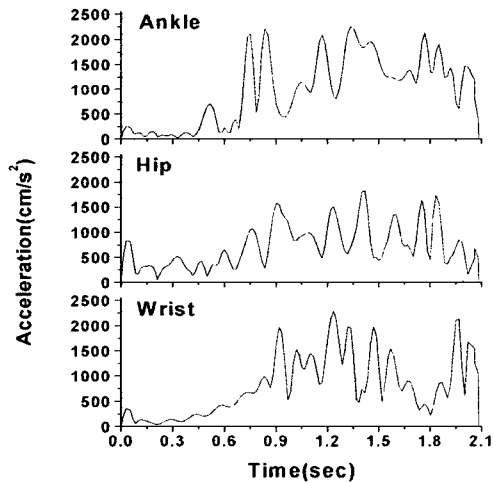


Fig. 5. Acceleration of whole target during free backward fall

Fig. 5는 후방 자유낙상 중에 발생하는 타겟의 가속도 성분을 나타내고 있다. 후방 자유 낙상 또한 전방 자유 낙상과 마찬가지로 낙상 시간은 약 2초가 걸렸고 신체의 움직임 또한 전방 자유 낙상과 같이 1초가 지난 후부터 많은 움직임이 발생하였으며 최대 가속도도 전방낙상과 비슷한 수치가 나왔다.

3.3. 전방 강제 낙상

앞의 피험자에게 스스로 낙상을 요구한 경우 피험자는 낙상시의 충격과 그로 인한 부상을 염려하여 자기를 보호하려는 경향이 많았기 때문에 속도와 가속도, 그리고 시간에서도 실제 낙상과 흡사한 결과를 얻을 수 없었다. 그래서 피험자가 매트리스 위에서 있을 때 예고 없이 발판을 빼는 방식으로 강제 낙상을 유도하였다. 강제낙상에서는 신체가 거의 제자리에서 공중에 떠다가 내려앉는 양상을 보였고, 낙상 시간은 자유낙상에 2초 정도인 반면 강제낙상은 0.9초 안에 발생하는 것을 알 수 있었다. Fig. 6은 전방 강제낙상 중에 발생하는 타겟의 가속도 성분을 나타내고 있다. 전반적인 가속도는 본격적인 낙상이 시작되는 0.2초부터 급격히 증가하기 시작하여 갑자기 속도가 줄어드는 0.4초에서 4000cm/s^2 에 육박하는 가속도가 나왔다. 그리고 0.8초 부근에서 손목의 속도가 크게 변했기 때문에 가속도가 크게 나타났다.

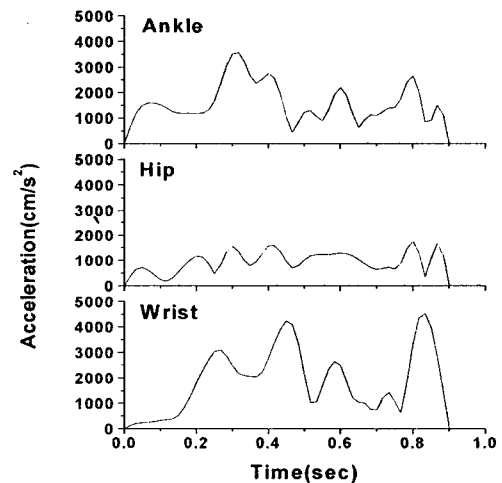


Fig. 6. Acceleration of whole target during forced forward fall

3.4 후방 강제 낙상

Fig. 7은 후방 강제낙상 중에 발생하는 타겟의 가속도 성분을 나타내고 있다. 뒤로의 강제낙상 또한 낙상 시간이 약 0.9초로 앞으로의 강제낙상과 같이 자유낙상에 비해 낙상시간이 훨씬 짧게 나타났다. 이 실험에서도 초기에 발목의 속도가 크게 증가하는 것을 볼 수 있는데 이 또한 전방으로의 강제낙상과 같이 발판에 발이 떨어오기 때문이고, 전반적인 가속도는 전체적으로 3000cm/s^2 정도가 나왔지만 신체가 공중에 떠다가 내려앉기 시작하는

0.6초부터 급격하게 증가하여 5000cm/s²에 도달하는 것으로 나타났다. 엉덩이 부분의 가속도 역시 0.6초 부분에서 약 4800cm/s²의 가속도 성분이 발생하는 것을 알 수 있었다.

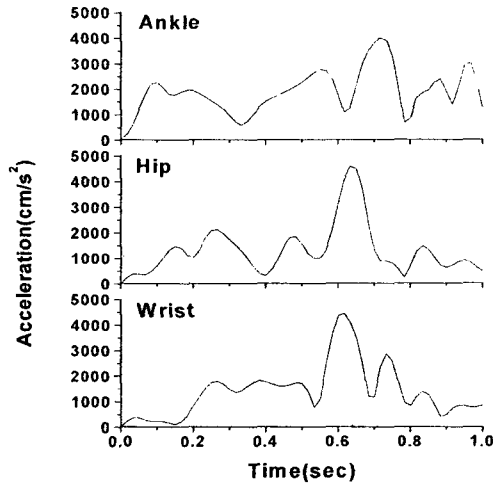


Fig. 7. Acceleration of whole target during forced backward fall

4. 결론

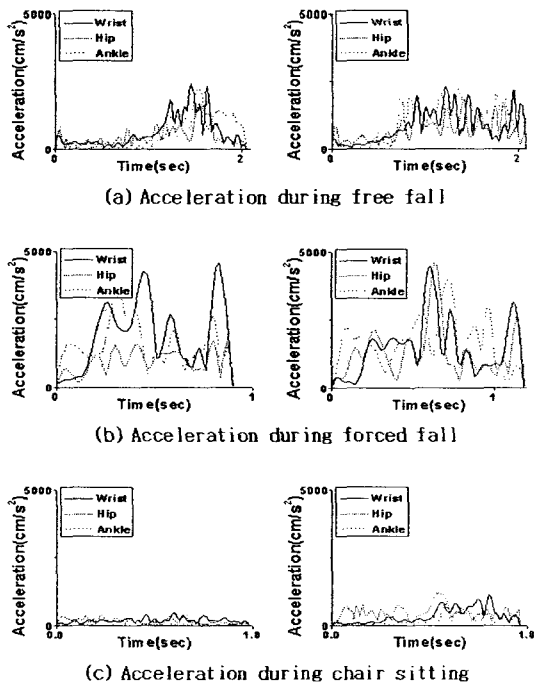


Fig. 8. Synchronization of acceleration

본 연구에서는 고령자들에게 발생하는 골절의 원인이 되는 낙상을 연구하기 위해 낙상할 때 발생하는 가속도를 정확하게 측정, 분석하고자 하였다.

Fig. 8은 일상생활 중 발생하는 가속도와 낙상시에 발생하는 가속도를 비교한 그래프로써 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1. 낙상시의 가속도는 최소한 2000cm/s²이상의 가속도가 발생하지만 일상생활 중 발생하는 가속도는 최대 1500cm/s²이하의 가속도 성분이 발생하였다.
2. 각각의 낙상 방향에 따라 발생하는 가속도를 측정하여 낙상 시 동작패턴을 구별할 수 있었고, 이것을 이용하여 낙상 판별 시스템에 적용시킬 수 있다고 판단되어진다.

앞으로 이러한 기초데이터는 본 연구에서 개발하고자 하는 낙상 방지용 골절방지 시스템을 개발하는 데 있어 기초데이터로 활용될 수 있다.

후기

본 논문은 산업자원부주관 실버의료기기 핵심기술개발사업 지원 연구비에 의하여 연구 되었습니다.

참고문헌

- [1] D. N. Kanten, C. D. Mulrow, M. B. Gerety, et al, "Falls:an examination of three reporting methods in nursing homes, *Journal of Am Geriatr Soc.* 41, pp662-666, 1993
- [2] T. E. Kenndy, L. C. Coppard, "The prevention of falls in later life", *Danish Medical Bulletin*, 34, pp1-24, 1987
- [3] M. Gibson, "Falls in later life : Improving the health of older people", *World Health Organization*, pp. 296-315, 1990.
- [4] H. Nickens, "Intrinsic factors in falling among the elderly, *Arch Intern Med*, 145, pp. 1089-1093, 1985
- [5] N. R. Stephen, T. H. Elizabeth, S. Reuben, Jeff Cortez, Qi Liu, and D. Guy, Paiement, "Prevention of falls and fall-related fractures through biomechanics", *Exercise and Sport Sciences Reviews*, vol. 28, no. 2, pp. 74-79, 2000.