낙상분석을 위한 낙상유도장치의 공압 제어에 관한 연구

A Study on Pneumatic Control of Fall Guidance System for Fall Analysis

*김성현[1], #김동욱[1,2], 오한영[3], 소하주[3]

*S. H. Kim[1], #D. W. Kim(biomed@jbnu.ac.kr)[1,2] , H. Y. Oh[3], H. J. So[3]

[1]전북대학교 바이오메디컬공학부, [2]전북대학교 고령친화복지기기연구센터,

[3]전북대학교 대학원 헬스케어공학과

Key words : fall, fall detection, fall guidance, fall impact, pneumatic control

1. 서론

전 세계적인 고령화 추세에 따라 고령 인구가 급속하게 증가하고 있고 고령자들의 사회활동 또한 증가하고 있다. 이렇게 고령화 사회로의 진입에 따라 고령자들의 사회활동 증가와 더불어 고령자들의 낙상 또한 꾸준히 증가하고 있다. 65세 이상의 고령자 중 1/3 이상이 일 년에 한 번 이상 낙상을 경험하게 되고[1], 이러한 낙상은 병원에 입원하게 되는 가장 큰 원인이 되기도 한다[2]. 또한 낙상은 고령자들에게 사망원인 중 6번째에 포함되기도 한다[3]. 이와 같이 낙상은 고령자들에게 골절을 야기시키는데, 이 경우에는 만족감, 행복감 등을 앗아가고, 불안감과 의료비 지출의 증가를 불러온다.

고령자들에게 낙상에 따른 골절을 방지하기 위해서는 낙상시 발생하는 신체의 움직임을 정확하게 분석할 수 있어야 하며 이를 위해 실제 낙상과 가장 유사한 낙상을 유도하여야 한다. 따라서 본 연구에서는 사람이 경험하게 되는 다양한 종류의 낙상과 가장 유사한 낙상을 유도하기 위하여 공압 액츄에이터와 솔레노이들 밸브를 이용하여 피험자가 서 있는 매트를 다양하게 움직여 실제 낙상을 유도하였다.

2. 연구방법

정확한 낙상을 분석하기 위해 실제 사람이 낙상을 경험할 때와 유사한 낙상을 유도하는 것이 필요한데, 이를 위해 압축 공기와 실린더 등을 이용하여 짧은 시간 안에 바닥을 이동시켜 낙상을 유도할 수 있는 시스템을 개발하여 앞뒤로 움직일 수 있는 카트 위에 피험자의 안전을 위하여 안전 매트를 설치하고 이를 실린더와 연결시켜 압축 공기의 유입과 유출로 빠르게 작동시켰다. 또한 카트의 움직임에 다양한 변화를 주기 위해 압축공기의 유입량과 유출량은 솔레노이드 밸브(VX2111V-00-5D71)와 연결하여 제어하게 하였는데, 솔레노이드 밸브의 제어는 다양한 크기의 오리피스를 갖는 솔레노이드 밸브를 아래 Fig. 1처럼 병렬로 연결하여 시간에 따라 실린더에 유입되는 유량을 조절하여 카트의 이동 속도, 동작 시간, 출발 속도 등에 변화를 줄 수 있다. 솔레노이드밸브는 직동형 2포트로써 평상시엔 닫혀 있다가 통전시 오리피스를 열어 압축 공기를 통기시킨다.

Fig. 1 Solenoid valve for fall guidance

솔레노이드 밸브의 개폐를 위한 제어 프로그램은 LabVIEW(National Instruments™)를 이용하였다.

Fig. 2 Program for solenoid valve control

위의 Fig. 2처럼 각각의 밸브는 각각 원하는 시간 동안 4회에 걸쳐 개폐를 결정할 수 있다. 다양한 종류의 낙상을 구현하기 위하여 각각의 밸브를 0.05초 단위로 각각 조절하여 밸브를 통과하는 유량을 조절할 수 있고 각 밸브를 통과한 유량의 합에 의해 카트의 움직임에 변화를 줄 수 있다. 또한 밸브의 정상 작동의 확인은 우측의 녹색 버튼의 활성화 여부로 알 수 있다.

3. 결과

아래 Fig. 3은 프로그램을 통하여 밸브를 제어한 후 측정한 카트의 움직임을 나타낸다. 밸브를 개폐하는 시간의 결정은 밸브 각각의 오리피스 크기가 모두 다르기 때문에 이들을 조합하여 처음 유량을 크게 할 것인지 또는 작게 할 것인지를 결정하였고, 유량을 줄이는 정도를 마찰력으로 간주할 수 있도록 하여 급격하게 또는 천천히 유량을 감소할 수 있도록 하였다.

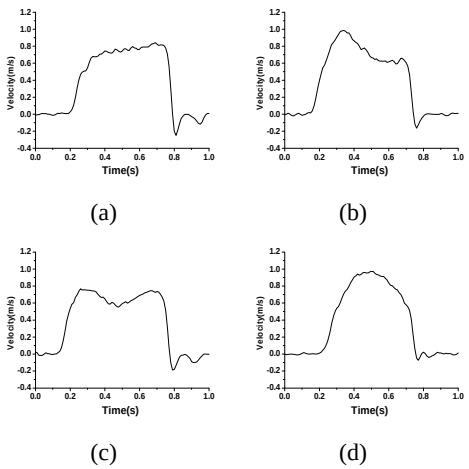

Fig. 3 Various movement with valve control

(a)는 가장 일반적으로 발생하는 낙상으로써 발이 미끄러지기 시작한 후 아무런 저항 없이 계속 미끄러지는 낙상을 나타낸 것이고, (b)는 처음 급격히 미끄러지기 시작하다 지면의 마찰력 등에 의해 다시 급격히 정지하는 경우의 낙상을 타나낸 것이다. 또한 (c)는 (b)와 유사하지만 발이 미끄러지기 시작한 후 급격히 정지하게 되고 또 다시 미끄러지게 되는 낙상을 나타낸 것이고 (d)는 원만한 속도로 미끄러지기 시작한 후 다시 원한하게 정지하는 낙상을 나타낸 것이다.

4. 결론

사람은 낙상을 할 경우 여러 가지 유형에 따라 낙상을 경험하게 된다. 대표적인 유형으로는 빙판길에서 주로 발생하는 낙상처럼 지면의 미끄러짐에 의해 발생하는 낙상, 보행이나 주행 중 지면의 장애물에 걸려 발생하는 낙상, 보행 중 지면의 갑작스런 높이 변화에 의해 발생하는 낙상 등이 있는데, 각각의 유형에 따라 신체의 움직임 변화는 다르게 나타난다. 본 연구에서는 이러한 다양한 낙상과 가장 유사한 낙상을 유도하기 위해 카트의 움직임에 변화를 주어 실제 낙상과 유사한 낙상을 유도하였지만 정확하게 일치하는 못하였다. 이를 해결하기 향후 연구에서는 다양한 크기의 오리피스를 갖는 많은 수의 밸브를 연결하고 좀 더 세분화된 시간 조절로 정확한 낙상을 유도하고 또한 두 발의 움직임을 각각 제어할 수 있는 시스템을 개발하여 좀 더 실제 낙상에 가까운 낙상을 유도할 수 있을 것이다.

후기

This research was supported by Basic Science Research Program through the National Research Foundation of Korea(NRF) funded by the Ministry of Education, Science and Technology (2012R1A1A4A01013987) and research funds of Chonbuk National University in 2013.

참고문헌

1. Salva, A., Bolibar, I., Pera, G. and Arias, C., “Incidence and consequences of falls among elderly people living in the community”, Med Clin (Barc), **122**, 172−176, 2004.
2. Kannus, P., Sievanen, H., Palvanen, M., Jarvinen, T. and Parkkari, J., “Prevention of falls and consequent injuries in elderly people”, Lancet, **366**, 1885−1893, 2005.
3. Verghese, J., Holtzer, R., Lipton, R. B. and Wang, C., “Quantitative gait markers and incident fall risk in older adults”, J Gerontol A Biol Sci Med Sci, **64**, 869-901, 2009.