

# 보행 실험과 VAS test 결과를 통한 고령자용 신발 평가에 관한 연구

## A Study on Evaluation of elderly shoe based on Gait & VAS test

\*문경률<sup>1</sup>, 최진승<sup>1</sup>, 방운환<sup>1</sup>, #탁계래<sup>1</sup>

\*K. R. Mun<sup>1</sup>, J. S. Choi<sup>1</sup>, Y. H. Bang<sup>1</sup>, #G. R. Tack(grtack@kku.ac.kr)<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 건국대학교 의료생명대학 의학공학부

Key words : Elderly shoe, Gait, VAS, Evaluation

### 1. 서론

발은 하퇴골(Cruris)의 하부에 위치하면서 크고 작은 26개의 뼈와 비복근(Gastrocnemius muscle), 전경골근(Tibialis anterior muscle)과 같은 20개의 근육 그리고 41개의 인대(Tendon)로 이루어진 조직이며, 구조적으로 약해 외부에서 주어지는 조그마한 물리적 충격에도 쉽게 손상된다(김진호&황인규., 2004). 신발은 신체를 보호하는 가장 기본적인 도구로 온몸을 지탱해 주고, 걸음을 걸을 때 충격을 흡수 하며, 신는 사람의 보행 이상을 보정해 주는 기능을 갖는다(정석길 등, 2001). 최근의 신발은 신체를 보호하는 전통적인 역할에서 확대되어 약해진 신체부위를 보호 혹은 복원하기 위한 재활기구의 형태와 운동량을 증진 시키는 운동기구의 형태로 그 기능적 역할이 강조되고 있다(Nigg, Hintzen & Ferber, 2006). 이러한 신발의 기능적 역할의 하나로써 고령자용 신발이 등장하고 있다. 고령자의 보행에 있어서 20대와 비교해보면, 고령자는 발목관절 저측굴곡근과 배측굴곡근의 약화로 보행시 발목관절의 가동범위가 감소하고, 부하에 대해 대퇴사두근에 주어지는 힘을 감소시키기 위해 무릎관절을 완전히 신전하기 보다는 약간의 굴곡을 취하는 형태를 보이며, 젊은 사람에 비해 보장(step length)이 짧아지는 경향이 있다. 또 자극에 따른 반응시간이 지연되고, 뇌 손실률의 증가, 신경전달 물질 생산의 감소, 청각과 평형 감각의 감소, 균형 감각의 상실로 신체적 동요가 증가한다고 알려져 있다(Prince et al., 1997). 고령자용 신발 개발을 위해서는 고령자의 보행 특성을 정확하게 파악하고 이를 보완해 줄 수 있어야 하고 이러한 고령자용 신발에 대한 연구는 많지 않다. 실제로 고령자용 신발에 대한 평가는 주관적이며, 개인적인 기호가 많이 반영되어 보행 실험을 통한 변인의 정량적인 평가에 어려움이 따른다.

따라서 본 연구에서는 여러 고령자용 신발을 이용하여 피험자의 신발에 대한 주관적인 척도를 나타내는 VAS(Visual Analog Scale) test와 3차원 동작 분석기를 통한 운동학적, 운동역학적 보행 변인 분석의 다양한 고령자 신발을 이용한 비교를 통해 객관적인 고령자 신발 평가 방법에 대해 고찰해보고자 한다.

### 2. 방법

실험은 각 피험자가 각 실험 신발을 착용하고 충분히 적응한 후, 보행로를 선호보행속도로 걷도록 하였다. 이때 동작분석시스템을 이용한 운동학적/운동역학적 데이터를 획득하고 실험 후 신발의 편안함에 대한 주관적인 관점을 VAS test를 통해 나타내도록 하였다. 피험자는 일반적인 평지보행에 지장이 없는 고령자로 남성 12명과 여성 13명으로 구성되었다. 피험자에게는 실험 전에 실험 목적, 실험 내용 등을 충분히 설명하고 실험참가 확인서에 서명을 받았다.

Table 1 Elderly subjects

	나이(years)	신장(cm)	몸무게(kg)
남	68.6±4.2	165.15±5.4	62.9±10.5
여	68.3±6.1	154.5±6.6	57.3±5.9

피험자의 정보는 Table 1. 과 같고, 비교를 위해 사용된 신발은 Figure 1. 과 같다. 실험에 사용한 신발은 BEES(A type), BOSS(B

type), SAS(C type) 그리고 Vainer(D type)사의 고령화 신발을 사용했고, 실험은 피험자가 실험용 신발을 착용하고 충분한 적응시간을 가진 후, 10m × 3m의 보행로에서 실험을 수행하였다. 보행 시 6대의 초고속 적외선 카메라(Motion Analysis Corp. Santa Rosa, CA USA)와 2대의 지면반력기(AMTI, Inc., MA, USA)를 사용해 동작 및 지면반발력을 측정하였다. 샘플링주파수는 각각 120Hz와 1200Hz로 하였다. 사용된 마커셋은 헬렌헤이즈셋을 이용하였고, 피험자는 2대의 보행로 바닥에 감춰진 지면반력기를 정확히 밟을 때까지 수차례 반복하여 보행하였고, 각 신발마다 성공적으로 측정된 5회의 데이터를 저장하여 분석에 이용하였다.

측정된 데이터의 분석을 위해, 동작 데이터와 지면반력데이터를 바탕으로 보행 속력과 하지 관절각(고관절, 무릎관절, 발목관절), 관절모멘트(고관절, 무릎관절, 발목관절), 질량 중심과 무게 중심의 기울기 각(center of mass and center of pressure inclination angle, COM-COP 각도)을 이용하였다. 수집된 동작 데이터는 2차 0지연 Butterworth필터를 이용해 차단주파수 6 Hz로 저역통과시켜 급격한 변화의 데이터 수집 오차를 제거하여 보행이벤트의 추출에 사용하였고 지면 반발력 데이터는 30 Hz의 차단주파수를 사용하여 저역통과시켜 이용하였다. 분석에 이용된 각도와 모멘트, 최대 vGRF 변인의 추출과 계산을 위해 OrthoTrak v6.5.1 (Motion Analysis Corp., Santa Rosa, CA USA) software를 사용하였고, COM-COP angle의 계산은 Matlab v7.3 (Mathworks Inc., USA) program이 이용되었다. 변인간의 차이를 확인하기 위한 통계적 분석에는 SPSS 12.0k (SPSS Inc., USA)가 이용되었고, ANOVA분석을 이용해 차이를 확인하고 변인 간 차이확인을 위해 Tukey의 사후검정을 사용하였다.



Figure 1 type of shoes for elderly

### 3. 결과

1. VAS test 결과

VAS test는 피험자의 각 신발에 대한 주관적인 착화감을 나타낸다. 그 결과 전체적인 편안함과 발이 땅에서 떨어질 때, 피험자가 느끼는 편안함은 C type의 신발에서 가장 편안함을 느꼈고(p<.05), B type의 신발에서 가장 불편하다고 대답하였다. 또한 발바닥의 편안정도 역시 B type의 신발이 가장 불편하다고 응답했으며(p<.05), 유의차는 없었지만 발목의 편안정도와 heel strike시 가장 편안한 정도도 C type의 신발에서 가장 높았고, B type의 신발에서 가장 낮았다.

Table 2 Result of VAS test

VAS항목	typeA	typeB	typeC	typeD
전체적인 편안정도	7.11	6.27	<b>7.62*</b>	7.27
발바닥의 편안정도	6.90	<b>6.13*</b>	7.51	7.31
발목의 편안정도	6.62	6.45	7.31	7.33
발이 땅에 닿을 때(HS)	7.05	5.63	7.11	7.11
발이 땅에서 떨어질 때(TO)	6.81	<b>5.43*</b>	<b>7.59*</b>	7.08

점수: 0(불편하다)~10(편하다), \*:p<.05

2. 질량중심과 무게중심의 기울기각

COM-COP 각도는 일반적으로 양발지지기(double limb support)에서 한발지지기(single limb support)로 전환될때의 신체의 안정성과 밀접한 관련이 있는 것으로 알려져 있다(Lee & Chou, 2006; 윤석훈, 김태삼, 이재훈, 류지선과 권영후, 2007). 이는 보행 진행 방향(anterior-posterior direction)과 좌우 방향(medio-lateral direction)의 질량중심과 무게중심사이의 각도의 최대값을 비교 변인으로 사용한다. COM-COP 각도는 보행 시 신체의 질량이동 시점에서 질량중심과 무게중심의 거리를 의미하고 이 거리가 가까울수록 신체의 안정성이 뛰어나다고 할 수 있겠다. (윤석훈 et al., 2007). 본 실험에서는 heel strike 직후부터 중간 입각기(mid stance)까지의 구간과 중간 입각기부터 말기 입각기(terminal stance)까지의 구간으로 나누어서 그때의 전후방과 좌우방향의 COM-COP결과를 비교해 보았다. 그 결과 heel strike 직후부터 중간 입각기까지의 구간중 남녀 모두에서 C type의 신발이 가장 낮은 값을 가지고 B type의 신발이 가장 높은 값을 가짐을 확인할 수 있었다. 이는 B type의 신발이 질량중심과 무게중심사이의 각도가 가장 크고 좀 더 불안정한 보행을 야기시킨다고 생각할 수 있다(Figure 2). 이로써 heel strike시 보행을 하는 피험자는 C type의 신발에서 가장 편안함을 느끼고 B type의 신발에서 가장 불편함을 느낄 수 있을 것이다.

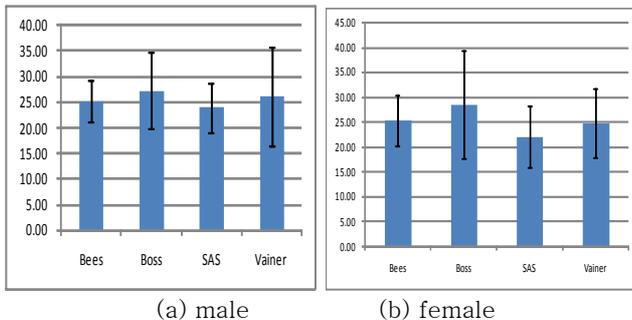


Figure 2 COM-COP inclined angle (anterior-posterior direction)

3. 관절모멘트

Figure 3은 각 신발에 따른 고관절의 관절모멘트를 나타낸 그림이다. Heel strike 직후부터 전체 입각기 동안 B type 신발의

관절 모멘트가 가장 크게 나타나고 있음을 확인 할 수 있고, 이는 VAS test의 발이 땅에 닿을 때의 편안함을 측정된 부분과 함께 비교할 수 있다.

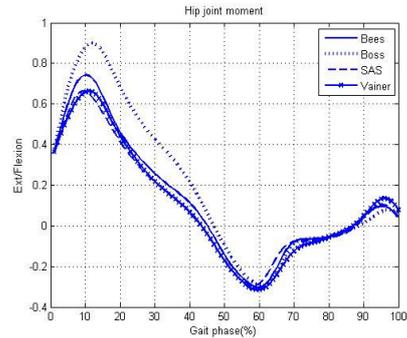


Figure 3 Joint moment at hip joint as shoe types

4. 결론

본 연구에서는 고령자용 신발의 객관적 평가를 위해 정량적인 동작분석결과와 정성적인 VAS test 결과를 비교하여 보았다. 그 결과 COM-COP 각도와 관절모멘트의 차이와 VAS test 결과에서 그 양상을 추론할 수 있었다. 이는 추가적 분석을 통해 통계적인 유의차가 있는 검증이 필요할 것이다.

후기

본 연구는 지식경제부 지역산업기술개발사업(70000709)의 지원으로 수행되었음.

참고문헌

1. 김진호, 황인극, "단기 간 보행분석을 통한 노인용 고기능성 구두 개발", 한국산업경영시스템학회, 97-103, 2004.
2. 안송이, 김상범, 이기광, 신발 아웃솔의 굴곡 형태에 따른 하지근육활동의 특성과 보행 패턴의 비교연구, 한국운동역학회지, 17(3), 173-180.
3. Myers, K. A et al., Biomechanical implications of the negative heel rocker sole shoe: Gait kinematics and kinetics, Gait&Posture, 24(3), 323-330.
4. Romkes, J., Rudmann, C., Brunner, R. Changes in gait and EMG when walking with the Masai Barefiir Technique. Journal of Clinical Biomechanics, 21(1), 75-81.
5. Stewart, L., Gibson, J. N. A., Thomson, C.E., In-sole pressure distribution in "unstable"(MBT) shoes and flat-bottomed training shoes: A comparative study. Gait&posture, 25(4), 648-651.
6. 김택훈, 보행과 달리기 시 신발의 크기가 족저압과 지면반발력, 하지의 근피로에 미치는 영향, PTK vol. 15, 2008.
7. 정석길, 김준교, 김병수, 노인의 신발 디자인을 위한 보행 특성에 관한 연구, Journal of Korean Society of Design Science Vol. 14 NO.3, 2001.
8. Nigg, B., Hintzen S., Ferber. R., Effects of an unstable shoe construction on lower extremity gait characteristics. Journal of Clinical Biomechanics, 21(1), 82-88.
9. Prince, F., Corriveau, H., Hebert, R., Winter D.A, "Gait in the elderly", Journal of Gait and Posture 128-135, 1997