

Foot Scan 측정을 통한 노년 여성의 보행 분석

김성숙 · 김희은[†]
경북대학교 의류학과

Gait Analysis on the Elderly Women with Foot Scan

Seong-Suk Kim and Hee-Eun Kim[†]

Dept. of Clothing & Textiles, Kyungpook National University, Daegu, Korea

Abstract : This study compares the gait characteristics of elderly women during barefoot walking and walking with sneakers. We measured foot angles, max foot pressure, peak plantar pressure of each plantar region, velocity of Center of Pressure(COP), and axis shifting of COP with an RS-scan system. Elderly women's foot angles were narrower when walking with sneakers than when barefoot walking. We found that the subtalar joint angle (representing ankle joint flexibility) affected walking stability. Regarding the peak plantar pressure of each foot region, pressures were high in the medial regions and the pressures greatly varied depending on the region measured during barefoot walking. The COP moved significantly faster when walking with sneakers than barefoot walking and suggests that elderly women walked faster in sneakers. Axis shifting of the COP decreased during walking with sneakers and indicated that gait balance improved when walking with sneakers. The findings of the present study can be utilized as foundational data for elderly women's gait characteristics as well as data for the production of functional footwear. Future research that focuses on various types of shoes, age groups, and gender are recommended for the development of more functional footwear for stable gaits.

Key words: gait analyses(보행분석), elderly women(노년여성), foot angle(발각도), plantar pressure(족저압), center of pressure(COP)(압력중심)

1. 서 론

보행동작은 인간의 일상생활에서 가장 많이 수행되는 동작 중 하나로 동적 균형성이 요구될 뿐만 아니라, 신발의 유형, 발이 닿는 지면의 형태등과 같은 외적인 특성과 함께 보행 주체자의 특성인 남녀 차, 연령 차, 건강의 상태 등에 의해 영향을 받는다(Imms & Edholm, 1981). 특히 노년기에는 시각 및 전정 감각 저하로 인한 균형감 저하, 중추신경의 정보처리 속도 저하로 인한 보폭과 발걸음 수 감소, 단하지의 지지 비율 감소, 양하지의 지지 비율 증가 등의 보행 특성이 나타난다(Kim, 2010). 신체 민첩성 및 반사신경의 저하와 몸의 불균형으로 인해 노년 여성과 남성은 청·장년에 비해 불안정한 걸음걸이가 되기 쉬우며, 골절, 관절염, 근육경직 및 근육약화, 관절변형 등이 비정상적인 보행의 원인이 되기도 한다(Shin & Tae, 2010).

보행(gait)은 신체의 가속과 제어를 위해 반복적인 하지 관절의 굴곡과 신전운동을 수반하므로 정상적인 노화과정에서 의해서도 관절범위와 근력이 감소되면서 보폭이 좁아지고 보행속도가

느려지는데, 이러한 현상은 노인의 활동성이 줄어들면 더욱 현저하게 감소하는 경향이 있다. 노인들의 걸음걸이는 보행속도가 느리고 움직임이 서툴러 민첩하지 않고 보폭은 작고 끝먼서 걷는 것처럼 보이며 발을 드는 높이가 낮다(Song & Hah, 1995). 또한, 건강한 노인에 비해 발목 근육이 약하거나 유연성이 좋지 않은 경우(Menz et al., 2006), 체질량 지수가 낮은 경우(Voort et al., 2001), 발에 맞지 않는 신발을 신은 노인의 경우 낙상을 경험할 가능성이 증가한다(Lajoie & Gallagher, 2004).

낙상은 노년기에 골절 등의 신체적 손상, 기능장애 및 사망을 초래하는 주요 건강문제로 노인의 활동을 제한시키고 독립적인 생활에 지장을 주며 낙상이나 전도에 대한 두려움 때문에 불안과 칙거로 사회적 활동에도 제약을 초래하는 등 노인의 안녕과 삶의 질을 크게 저하시키는 요소가 된다(Gu et al., 2005). 그러므로 노년기에 있어서는 빠르게 걷는 기능을 잘 보존하는 것만으로도 노화방지에 큰 역할을 할 수 있다.

보행 및 보행 자세에 관한 국내 선행연구로는 보행시 신발의 아웃솔 형태가 하지 관절 운동과 발의 압력에 미치는 영향(Kim et al., 2011), 신발 힐의 높이에 따른 보행자세의 운동역학적 분석(Ryew & Ahn, 1997), 발레 전공자의 보행에 관한 연구(Son et al., 2002), 기능성 신발과 일반 운동화의 운동역학적 비교분석(Song et al., 2008) 등이 있으며, 노년기 낙상에

[†]Corresponding author; Hee-Eun Kim
Tel. +82-53-950-6224, Fax. +82-53-950-6219
E-mail: hekim@knu.ac.kr

Table 1. Demographic data of subjects

	Participants (n)	Age (year)	Weight (kg)	Height (cm)	Foot size (mm)
Elderly women	58	63~77	43.5~77.0	145.0~160.7	230~245



Fig. 1. RS-scan system and gait measurement.

관한 연구(Jeon et al., 2001; Park, 2010)와 노인의 발의 형태 및 측정치에 관한 연구(Park, 2005; Park & Chae, 2008; Park & Nam, 2004), 한국 여성노인용 신발의 인체공학적 기능평가(Lee & Choi, 2000)등의 연구가 이루어져 왔다. 국외 선행연구로는 효과적인 재활을 위한 gait 패턴 관찰연구(Ko et al., 2011; Willems et al., 2005), 전도를 방지할 수 있는 풋웨어의 중요성을 강조한 연구(Goonetilleke, 1999; Hansen et al., 1998)등이 이루어져 왔다. 또, 노년기 증가하는 낙상 위험과 균형을 손상시키는 발 문제에 대해서 발과 발목의 구조와 기능 변화가 사전 징후로 밝혀졌다(Leveille et al., 2002; Lord et al., 2003).

노년인구가 증가함에 따라 실버산업과 노년기 건강에 대한 관심이 증가하여 노년기를 맞이하는 시점에서 건강한 일상생활을 영위하기 위한 본질적 문제 중 하나인 노년기 보행 특성을 분석할 필요성이 높아지고 있다.

따라서 본 연구는 노년여성을 대상으로 풋스캔 측정을 통해 맨발과 운동화 착용시의 발축각도, 거골하 관절 유연도, 구간별 보행시간, 족저 최대압력, 압력중심(COP) 속도와 좌우 이동거리 등을 분석하여 맨발의 보행 특성과 함께 운동화 착용에 따른 보행 특성의 변화를 알아보고자 하였다. 새로운 노년기 여성의 보행 특성을 파악하는 본 연구의 결과는 낙상, 골절 예방 등 건강한 노년 생활 유지에 기여함과 동시에 걸음걸이 재활을 위한 기초연구에 기여할 것이다.

2. 실험방법 및 절차

2.1. 실험방법

노년 여성의 맨발과 운동화에 따른 보행특성 분석을 위해 64~78세 여성 58명이 피험자로 실험에 참여하였으며, 피험자의 일반적 특성은 Table 1에 제시하였다.

보행측정에 사용된 RS-scan system(RS scan Ltd., Germany)은 압력판(Plate, 415×675 mm) 위를 보행하는 동안 보행의 분석과 최고 압력, 족저 압력의 이동경로 등을 분석하는 장비

(Blanc etc., 1999)이다. 본 연구에서는 피험자가 맨발 또는 실험화로 제공된 A사의 조강화를 착용하는 각각의 조건에서 평소 보행 속도로 걷도록 하여 3미터 보행라인의 중앙에 설치된 압력판을 디디도록 하였으며, 압력판의 크기가 보행 중 한쪽 발만 닿을 정도로 작으므로 출발시 내딛는 발의 순서를 오른발과 왼발로 조정하여 압력판에 닿는 발이 오른발, 왼발 각각 3회 이상이 되도록 측정하였다(Fig. 1).

보행시 지면에 접촉되는 발의 영역은 Fig. 2에 나타난 바와 같이 전족부(Fore foot)의 T1(Toe 1), T2-5(Toe 2-5), 중족부(Mid foot)의 M1(Metatarsal 1), M2(Metatarsal 2), M3(Metatarsal 3), M4(Metatarsal 4), M5(Metatarsal 5), MF (Mid foot), 후족부(Rare foot)의 HM(Heel medial), HL(Heel lateral)로 나누어 모두 10개 영역으로 구분하였다.

보행시의 자료는 RS-scan system 프로그램인 Foot scan 7 gait Ver.2를 이용하여 126 frame/sec로 수집되었다.

2.2. 측정항목

노년여성의 보행 분석을 위해 발축각도(Foot Axis Angle), 거골하 관절 유연도(Subtalar Joint Flexibility), 구간별 보행시간(Contact Time), 10개 영역으로 나누어진 족저의 최대압력(Max



Fig. 2. Dimension of foot.

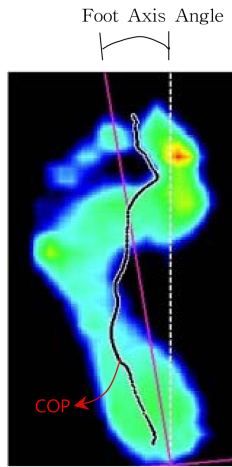


Fig. 3. Foot axis angle and COP.

Pressure), 보행 중의 족저 압력 궤적이 되는 COP(Center of Pressure)의 속도와 COP의 좌우이동 거리를 측정하였다. 각 측정항목에 대한 구체적인 내용은 다음과 같다.

발축각도는 보행의 진행 방향선과 발의 기준선(발 뒤꿈치 정중앙과 둘째 발가락 중앙을 연결한 선)과의 각도(Fig. 3)는 2~15° 정도가 정상 범주이며, 평균적인 7~8° 보다 작은 발각도를 인도잉, 큰 발각도를 아웃도잉으로 일컫는다. 거골하 관절 각도는 Fig. 4에 나타난 바와 같이 후족부의 목말뼈(거골, talus)와 발꿈치뼈(중골, calcaneus)가 만나서 만드는 거골하 관절의 외번과 내번 각도를 절대값으로 더하여 구한 것으로 후족부의 좌우 움직임을 의미하는데, 유연도로 안정적인 걸음걸이를 평가할 수 있다. 구간별 보행시간은 구간에 따라 발이 지면과 접촉된 시간을 의미하며, Song et al.(2008)은 보행의 국면을 접지기(발뒤꿈치 접지에서부터 발목관절과 고관절이 수직을 이루는 스탠스까지), 지지기(발목관절과 고관절이 수직을 이루는 스탠스에서 발뒤꿈치가 떨어질 때까지), 이지기(발뒤꿈치가 떨어진 후 발앞꿈치가 떨어질 때 까지)로 구분하였으나, 본 연구는 보행시 최초 발뒤축 접지기에서 마지막 발가락 이지(離地)시 까지 Initial Foot Contact (IFC), Initial Metatarsal Contact

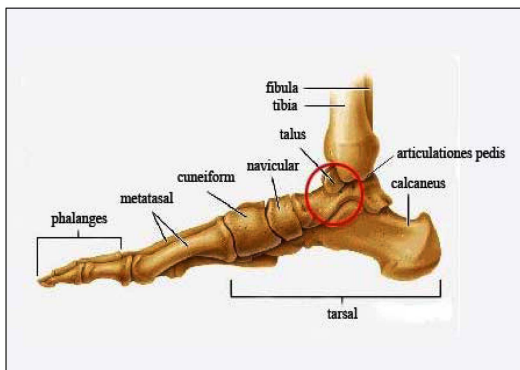


Fig. 4. Terms of the foot bone.

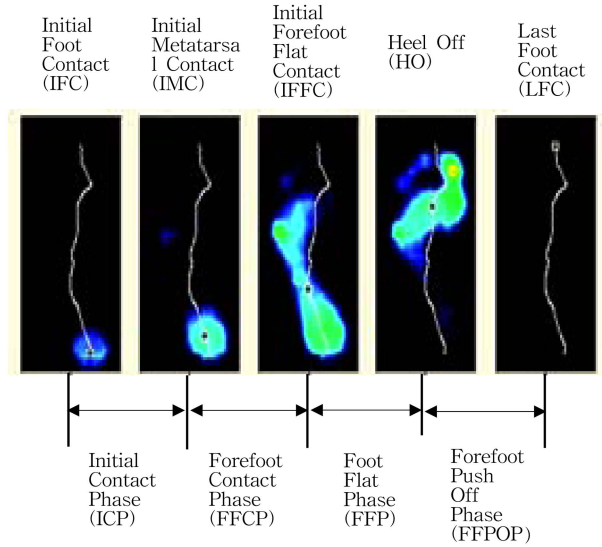


Fig. 5. The contact time of gait and gait phases.

(IMC), Initial Forefoot Flat Contact (IFFC), Heel Off (HO), Last Foot Contact (LFC)의 다섯 접촉 시로 나누고, 보행에 따른 접촉과 접촉 사이를 Initial Contact Phase (ICP), Forefoot Contact Phase (FFCP), Foot Flat Phase (FFP), Forefoot Push Off Phase (FFPOP)로 나누어 각 구간별 접촉시간을 평가하였다 (Fig. 5). 최대압력은 보행시 지면에 접촉되는 10개의 발바닥 영역의 최대 압력으로 1 cm×1 cm의 단위면적 당 미치는 힘의 측정 단위는 N/cm²이다. COP는 보행분석에 있어서 가장 일반적이고 중요한 변수 중 하나인 보행 중 족저압력의 궤적으로 정상보행의 COP는 발뒤꿈치부터 시작하여 첫 번째 발가락과 두 번째 발가락 사이로 지나가는 것을 의미한다. 이를 통해 정상보행과 이상보행을 구분할 수 있으며 COP의 속도는 mm/ms로 구하였다. 또, COP의 좌우 이동거리는 이동경로에서 발뒤꿈치 정중앙을 0으로 하여 보행시 진행방향의 이동축을 y축으로 하고, y축과 수직인 축을 x축으로 하여 x의 절대값으로 좌우 이동거리를 구해 보행의 안정감을 평가하였다.

2.3. 데이터 분석

본 연구에서 얻은 자료는 SPSS Win 14.0 통계프로그램을 이용하여 평균, 표준편차의 기술 등 통계량을 산출하였고 맨발과 운동화 착용조건에 따른 paired t-test로 유의차를 검증하였으며 p < .05에서 유의한 것으로 인정하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 발축각도와 거골하 관절 유연도

Fig. 6은 풋스캔 측정을 통해 나타난 발축의 각도와 거골하 관절각도의 유연도를 나타낸 것이다. 노년여성의 발축각도는 운동화 착용 보행시 10.3°, 맨발 보행시 12.8°로 측정되어 운동화

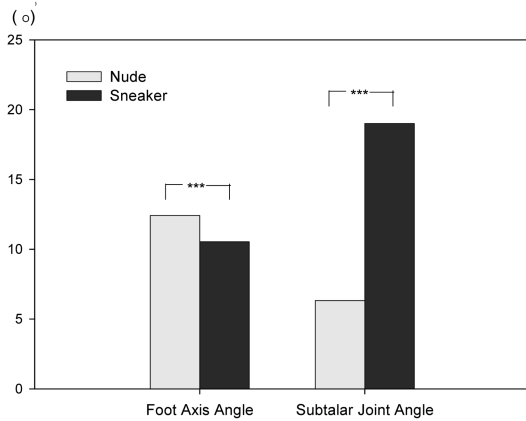


Fig. 6. The angles of foot axis and subtalar joint flexibility. (***) $p < .001$

착용시의 발축각도가 맨발보다 더 유의하게 작았다($p < .05$). Kim et al.(2011)의 20대 여성 보행분석 연구에서도 운동화 보행시의 발축각도가 맨발 보행시보다 작게 나타났으나 유의차를 보이지는 않았다. 노년 여성들의 발 근육이 약해 신발 착용으로 인해 영향을 더 민감하게 받아 운동화를 착용함으로써 맨발에서 나타났던 개인의 발 특성이 줄어들게 된 것과 약해지는 하체 근육기능의 긴장에 도움이 되어 맨발보다 일자에 가깝게 보행되는 것을 알 수 있다.

거골하 관절 각도는 발을 처음 지지하게 되는 후족부의 거골하 관절의 유연성과 관련이 있으며, 이 유연도는 보행 불균형으로 인한 발목 뻐, 낙상 및 전도의 중요한 원인이 된다(Lehtola et al., 2006; Tinetti et al., 1988). 보행은 반복 지속적인 동작이 이루어지는 것으로 비록 하지 자체의 보호작용이 있음에도 불구하고 잘못된 보행자세가 지속될 경우, 신체 자세의 균형에 악영향을 줄 수 있으며 하지 근육과 관절의 피로를 유발하는 원인이 되기도 한다. 관절부위, 뼈 그리고 근육에 상당한 하중이 전달되어 여러 가지 상해를 유발시킬 수 있기 때문이다.

본 연구의 운동화 착용 조건 보행시 거골하 관절 유연도는 19.2°로 맨발 보행시의 6.1° 보다 유의하게 큰 것으로 나타났으며 젊은 여성의 운동화 착용시 증가경향보다는 낮아(Kim et al., 2011) 유연도가 줄어들음을 알 수 있었다. 이지 회외 운동(take-off supination)은 이지지 즉, 땅에서 발이 떨어질 때 발목이 전족의 외측으로 움직이는 현상을 말하는데, 대부분 신발의

경우 20~25°의 이지 회외 운동을 일으키며, 맨발로 달릴 때는 회외 운동이 거의 일어나지 않는다고 한 Nigg et al.(1987)의 결과는 본 연구의 운동화 보행조건시 거골하 관절 유연도가 맨발보다 크게 나타난 결과와 일치하였다. 본 연구의 결과에서 보행시 운동화 착용으로 인해 발축각도는 3°정도의 차를 보였지만 거골하 관절 유연도는 맨발 보행시와 15°가량의 차를 나타내어 운동화 착용이 맨발보다 보행시 거골하 관절의 안정성에 영향을 미치는 요인이 됨을 알 수 있었으며, 연령이 증가할수록 신발 뒤꿈치의 월형과 뒤축 지지대를 고려하는 등의 올바른 신발선택의 중요함을 시사하고 있다.

3.2. 구간별 보행시간

보행이나 달리기를 할 때 정상적인 사람은 발의 후족부가 먼저 지면에 접지하고 이후 힘의 이동경로에 따라 중족부와 전족부로 이동한다. 이를 자세히 살펴보면 발은 충격을 최소화하기 위해 좀 더 복잡한 움직임이 있는데, 우선 발이 지면에 닿을 때는 후족부의 외측부터 지면에 닿은 후 그 다음에 발목이 내측으로 돌면서 후족의 내측이 지면에 닿는다. 그 후 발의 전족 부분이 지면에 닿으며 이때 몸에서 전해지는 충격을 최대한 흡수하기 위해 원래 위로 굽어 있는 발 중앙의 장심이 순간적으로 납작하게 퍼진다. 이 장심이 다시 원상태로 돌아올 때 발의 전족부분은 차고 나가는 힘을 얻기 위해 외측으로 회전을 한다. 이러한 일련의 움직임을 가리켜 전문적인 용어로 내전운동이라고 하는데 발에 가해지는 충격을 최소화하기 위한 것이라고 볼 수 있다(Kim et al., 2004).

노년여성의 맨발과 운동화 착용에 따른 구간별 보행시간을 Table 2에 나타내었다. Initial Contact Phase(ICP), Fore Foot Contact Phase(FFCP), Foot Flat Phase(FFP), Fore Foot Push Off Phase(FFPOP)는 처음 발이 지면에 닿는 Initial foot Contact, Initial Metatarsal Contact, Forefoot Flat Contact, Heel Off, Last Foot Contact의 각 사이 구간을 의미한다.

Last Foot Contact는 보행시 최초 발뒤축 접지기에서 마지막 발가락 이지(離地)시까지의 전체 접촉시간으로 맨발 보행시는 왼발 804.4 ms, 오른발 811.5 ms으로 운동화 착용 보행시의 왼발 786.5 ms, 오른발 791.4 ms 보다 유의하게 긴 것으로 나타났다. 뒷부분에 무게 중심이 실리는 Initial Contact 구간에서는 운동화를 착용한 경우가 왼발, 오른발에서 각각 맨발보다

Table 2. Time of gait phase

Phase	Left foot				t-value	Right foot				t-value
	Nude		Sneaker			Nude		Sneaker		
	Mean	SD	Mean	SD		Mean	SD	Mean	SD	
Initial Contact	68.3	27.2	78.5	24.8	0.008**	57.2	21.8	66.8	22.4	0.025*
Forefoot Contact	125.8	103.0	109.5	21.8	0.001***	120.5	104.1	101.3	105.0	0.001***
Foot Flat	361.0	112.1	324.6	22.4	0.323	383.6	105.0	362.6	102.6	0.216
Forefoot Push Off	249.7	127.3	274.0	101.6	0.001***	250.2	113.6	260.8	103.6	0.001***

* $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$

1.5%p, 1.3%p씩 접촉시간이 긴 것으로 나타났다. 발과 지면이 접촉되는 순간 충격이 발생하는데 접지 시간이 길면 길수록 충격 흡수가 잘 이루어지므로 운동화 착용의 충격흡수가 맨발보다 좋은 것을 알 수 있다.

발 앞부분이 접촉되고 발이 전체적으로 디터지는 FFCP와 FFP 구간에서는 맨발의 보행시간이 운동화 착용 보행시보다 긴 것으로 나타났다. 발꿈치를 댄 이후 마지막으로 발이 접촉되어 있는 FFPOP 구간에서는 운동화 착용 보행시가 맨발 보행시보다 왼발, 오른발에서 각각 2.9%p, 0.6%p씩 증가하였으며, De Cock et al.(2005)의 연구에서도 달리기와 보행을 비교하였을 때, 달리기의 전체 접촉시간이 짧음에도 불구하고 FFPOP구간이 차지하는 비율은 길게 나타났다. 이러한 결과에 대해 De Cock et al.(2005)은 보행과 비교하여 달리기는 속도가 증가함에 따라 앞발의 안쪽 부분(Medial forefoot)으로의 압력 이동이 빨라지기 때문으로 설명하면서 앞발의 안쪽 부분에 큰 하중이 걸리는 것으로 판단하였다. 본 연구에서 운동화 착용 보행시가 맨발의 접지시간은 짧지만 FFPOP 구간이 차지하는 비율은 길게 나타났다. MacWilliams et al.(2003)은 연구에서 FFPOP 구간은 전도가 발생하기 쉬운 구간이라고 하였으므로 FFPOP 구간이 차지하는 비율이 큰 것은 안정적이라고 볼 수 있다. 또, 보행 속도가 빠르면 후족부와 중족부에서 전족부 쪽으로의 압력 이동이 빨라지면서 FFCP, FFP의 구간 비율이 짧아져 FFPOP 구간의 비율이 상대적으로 길어질 것으로 생각된다.

3.3. 족저 최대압력

노년여성 보행 시 족저의 영역별 최대압력을 Fig. 7에 나타내었다. 최대압력은 보행시 지면에서 발로 전해지는 충격력(Loading response)을 의미하는 것으로 이 힘은 발을 지나 인체에 전달되어 관절, 무릎, 허리에 부하로 작용한다.

T1, M1, M2, M3, HM, HL의 부위는 발바닥의 내측으로 운동화보다 맨발일 때의 압력이 높고, T2-5, M4, M5, MF의 부위는 발바닥의 외측으로 맨발보다 운동화 착용 보행시의 압력이 높았으며 왼발과 오른발은 같은 경향을 보였다. 이는 한국여성 노인용 신발의 인체공학적 기능평가를 한 Lee and

Choi(2000)의 연구에서 운동화 착용시 내측 최대압력보다 외측 최대압력이 크게 나타난 결과와 같았다.

맨발의 구간별 최대 압력값은 최소 1N/cm²에서 최대 8N/cm²의 분포로 각 부위의 압력값의 편차가 컸으나 운동화 착용 보행시 구간별 최대 압력값은 최소 2.4N/cm²에서 최대 6.5N/cm²의 분포로 운동화 바닥면으로 인해 부분압력의 편차가 줄어들었을 것으로 예측된다. 발뒤꿈치를 나타내는 HM과 HL의 최대압력에서 왼발과 오른발 모두 맨발 보행 시는 HM이 HL보다 높았으며 운동화 착용 보행시에는 HL이 HM보다 높았다. 이 결과를 통해 맨발 보행시 발뒤꿈치의 내측부위에 쏠려있던 압력은 신발 착용으로 인해 발뒤꿈치의 외측으로 옮겨지는 것을 알 수 있었다. 따라서 노년기에는 개인적인 관절질환의 형태나 보행습관 특성에 따라 빠르게 걷도록 하는 처방이 달라질 수 있으므로 맨발 및 신발착용 보행의 특성을 처방에 적절히 활용해야 할 것이다.

또, Willems et al.(2005)은 발목 안정성을 측정하기 위해 발바닥 압력을 측정한 결과 불안정한 발목기능을 가진 사람들의 족저 지면반발력이 유의하게 높다고 하였는데, 본 연구에서도 맨발의 족저 최대압력이 운동화 착용 시의 최대압력보다 높게 나타났으며 이는 맨발 보행시의 발목기능이 운동화 착용 보행시의 발목기능보다 불안정한 것으로 생각된다.

3.4. COP의 속도와 COP 좌우 이동거리

맨발과 운동화 보행에 따른 COP의 속도와 COP의 좌우 이동거리를 Fig. 8에 나타내었다. 노년기 여성 보행시의 압력 중심이동 속도는 맨발일 때보다 운동화 착용 보행시 유의하게 빨라 보행시의 족저 압력 이동이 빠르게 진행된 것으로 나타났다. COP의 좌우 이동거리는 맨발 보행보다 운동화 착용 보행시 감소하였는데, 오랜 세월의 보행으로 인한 발 변형과 질병 및 통증을 특징으로 하고 있는 노년기 여성들은 맨발 보행보다 운동화 착용 보행시 COP의 속도가 빠르고 발바닥 압력 중심의 좌우 흔들림도 적어 안정감과 균형감을 증가시키는 것으로 해석된다.

또, 왼발보다는 오른발이 좌우 이동거리가 적게 나타난 것은 실험에 참여한 노년여성 대부분이 오른발을 주로 사용하여 오

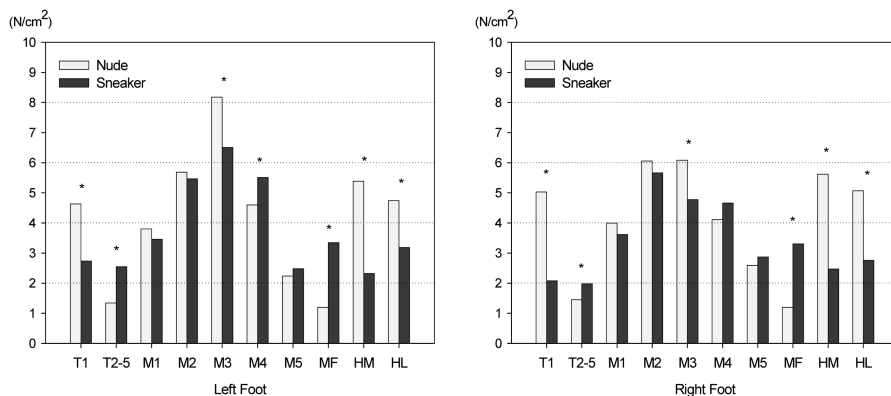


Fig. 7. Max pressure of elderly gait. (*p < .05)

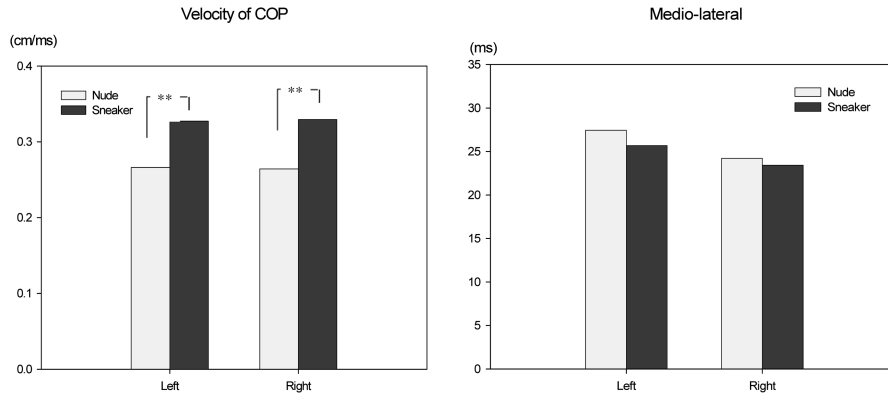


Fig. 8. Velocity of COP and medio-lateral distance of COP. (** $p < .01$)

른발의 균형감이 왼발보다 더 좋은 것으로 판단할 수 있겠다.

4. 결 론

본 연구는 65세 이상의 노년여성을 대상으로 맨발과 운동화 착용시의 발축각도, 거골하 관절 유연도, 구간별 보행시간, 족저 최대압력, 압력중심(COP) 속도와 좌우 이동거리 측정을 통해 맨발의 보행 특성과 함께 운동화 착용에 따른 보행 특성의 변화를 알아보고자 하였다. 또한 현 시점의 노년 여성 보행특성을 파악하는 이 연구결과를 통해 노년기 여성이 안정된 걸음걸이로의 유도, 낙상·골절 예방 등 건강한 노년 생활 유지에 기여함과 동시에 걸음걸이 재활 등의 즉각적인 활용 가능성에 연구의 의의가 있다.

노년여성의 발축각도는 맨발보다 운동화 착용 조건 보행시 전 연령 평균값에 가깝게 이동되어 노인의 특성을 다소 완화시키는 것으로 설명할 수 있는데, 운동화를 착용함으로써 맨발에서 나타났던 개인의 발 특성이 줄어들게 되며 약해지는 하체 근육기능을 긴장시켜 맨발보다 일자에 가까운 청년형 보행을 추구하는 것으로 이해할 수 있다. 거골하 관절 유연도는 운동화 보행 조건에서 맨발 보행시보다 크게 나타나 보행이 불안할수록 신발 뒷부분인 윗형의 지지 역할이 커지므로 노년여성의 신발선택에 유의하여야 할 것이다.

전체 보행시간은 족저의 접촉시간으로 맨발보행시가 운동화 착용조건 보행시보다 유의하게 긴 것으로 나타났으며, 구간별 보행시간에서는 뒷부분에 무게중심이 실리는 Initial metatarsal 접촉구간(IMC)에서 운동화를 착용한 경우가 접촉시간이 길었으며, 발꿈치를 댄 이후 마지막으로 발이 접촉되어 있는 Forefoot Push Off 구간(FFPOP)은 전도발생이 우려되는 구간으로 운동화 착용 보행시 FFPOP 구간이 차지하는 비율이 커 맨발 보행보다 속도가 빠른 것에 대한 안정성을 확보하기 위한 것으로 생각된다. 족저의 최대압력에서 노년여성들은 발바닥의 내측부위는 운동화 보행보다 맨발일 때의 압력이 높고, 발바닥의 외측 부위는 맨발보다 운동화 착용 보행시의 압력이 높아 안정감과 균형감을 증가시키는 또 하나의 요인으로 생각된다.

맨발의 구간별 최대 압력값은 각 부위의 압력값 편차가 컸으나 운동화 착용 보행시 구간별 최대 압력값은 운동화 바닥면으로 인해 맨발보다 부분 압력의 편차가 줄어들어 운동화 착용 시가 내측으로의 편중경향을 완화시켰으며 맨발의 다양한 부분압력을 평균화시켰다. COP의 속도는 맨발 보행보다 운동화 착용 보행시 유의하게 빨라 보행시의 족저 압력 이동이 빠르게 진행된 것으로 나타났다. COP의 좌우 이동거리는 맨발 보행보다 운동화 착용 보행시 감소하였는데, 오랜 세월의 보행으로 인한 발 변형과 질병 및 통증을 가지고 있는 노년기 여성이 맨발보행보다 운동화 착용 보행시 COP의 속도가 빠르고 발바닥 압력중심의 좌우 흔들림도 적어 운동화 착용 보행이 안정감과 균형감을 증가시키는 것으로 해석된다.

본 연구의 결과는 노년기 여성의 보행특성을 다양한 측면에서 분석하여 앞으로의 노년여성의 보행 안정감을 유지하기 위한 기초자료로 활용될 뿐만 아니라 기능적으로 디자인되는 각종 풋 웨어 제작에 유용하게 활용될 수 있을 것이다. 또한 노년기의 뼈 조직의 약화 등 신체적 변화로 인한 낙상·전도 예방에 기여할 수 있을 것이며 이것은 더 나아가 사회적 건강 증진에 도움이 되어 의료비용 발생 부담을 줄일 수 있을 것이다. 본 연구에서는 보행시 지면과 발바닥이 닿는 접촉구간(Stance)만을 평가하였으나, 추후 Swing 구간까지 연결된 보행특성 연구 뿐 아니라 정량분석을 위한 더 많은 피험자, 연령별, 성별 및 신발의 종류에 대한 후속 연구 및 더욱 기능적인 풋 웨어 개발이 이루어져야 할 것이다.

감사의 글

이 논문은 2011학년도 경북대학교 학술연구비에 의하여 연구되었음.

References

De Cork, A., De Clercq, D., Willems, T., & Witvrouw, E. (2005). Temporal characteristics of foot roll-over during barefoot jogging:

- reference data for young adults. *Gait & Posture*, 21(4), 432-439.
- Goonetilleke, R. S. (1999). Legality of bowling actions in cricket. *Ergonomics*, 42(10), 1386-1397.
- Gu, M. O., Jeon, M. Y., Kim, H. J., & Eun, Y. (2005). A review of exercise interventions for fall prevention in the elderly. *Journal of Korean Acad Nurs*, 35(6), 1101-1112.
- Hansen, L., Winkel, J., & Jfrgensen, K. (1998). Significance of mat and shoe softness during prolonged work in upright position: based on measurements of low back muscle EMG, foot volume changes, discomfort and ground force reactions. *Applied Ergonomics*, 29(3), 217-224.
- Imms, F. J., & Edholm, O. G. (1981). Studies of gait and mobility in elderly. *Age Ageing*, 10, 147-156.
- Jeon, M. Y., Jeong, H. C., & Choe, M. A. (2001). A study on the elderly patients hospitalized by the fracture from the fall. *Journal of Korean Academy of Nursing*, 31(3), 443-453.
- Kim, N. H. (2010). Relation of fall, foot and shoes. *Proceedings of the Korean Physical Education Association for Girls and Women, Fall Conferences, Korea*, pp. 107-119.
- Kim, S. S., Bang, H. Y., & Kim, H. E. (2011). Gait Analysis on young and elderly women with foot scan. *Proceedings of Fashion & Textile Research Journal, Fall Conferences, Korea*, pp. 290.
- Kim, Y. J., Ji, J. G., Kim, J. T., Hong, J. H., Lee, J. S., Lee, H. S., & Park, S. B. (2004). A comparison study for mask plantar pressure measures to the difference of shoes in 20 female. *Korean Journal of Sport Biomechanics*, 14(3), 83-98.
- Ko, S. U., Ling, S. M., Schreiber, C., Nesbitt, M., & Ferrucci, L. (2011). Gait patterns during different walking conditions in older adults with and without knee osteoarthritis-results from the baltimore longitudinal study of aging. *Gait & Posture*, 33, 205-210.
- Lajoie, Y., & Gallagher, S. P. (2004). Predicting falls within the elderly community. *Archives of Gerontology & Geriatrics*, 38(1), 11-26.
- Lee, K. C., & Choi, C. J. (2000). The study on human technological analysis and evaluation of shoes for korean old ladies. *Korean Physical Education Association for Girls and Women*, 14(2), 121-136.
- Lehtola, S., Koistinen, P., & Luukinen, H. (2006). Falls and injuries falls late in home dwelling life. *Archives of Gerontology & Geriatrics*, 42, 217-224.
- Leveille, S. G., Bean, J. B., Bandeen-Roche, K., Jones, R. J., Hochberg, M., & Guralnik, J. M. (2002). Musculoskeletal pain and risk for falls in older disabled women living in the community. *American Geriatrics Society*, 50(4), 671-678.
- Lord, S. R., Menz, H. B., & Tiedemann, A. (2003). A physiological profile approach to fall risk assessment and prevention. *Journal of the American Physical Therapy Association*, 83, 237-252.
- MacWilliams, B. A., Cowley, M., & Nicholson, D. E. (2003). Foot kinematics and kinetics during adolescence. *Gait & Posture*, 17(3), 214-224.
- Menz, H. B., Morris, M. E., & Lord, S. R. (2006). Foot and ankle risk for falls in older people. *Journals of Gerontology(Series A)*, 61(8), 866-870.
- Nigg, B. M., Bahlens, H. A., Leuthi, S. M., & Stokes, S. (1987). The influence of running velocity and midsole hardness on external impact forces in heel-toe running. *Journal of Biomechanics*, 20(10), 951-959.
- Park, J. K. (2005). Classification of foot types for shoes size system of elderly women. *Journal of Korean Society of Costume*, 55(2), 33-44.
- Park, J. K., & Nam, Y. J. (2004). Characteristics of elderly women's foot shape compared with young women. *Journal of the Korean Society of Clothing and Textiles*, 28(11), 1495-1506.
- Park, S. J., & Chae, H. S. (2008). Analysis on foot measurements of elderly women for ergonomics shoes design. *Journal of the Korean Society for Clothing Industry*, 10(1), 83-91.
- Park, S. M. (2010). Meta-analysis of the intervention for preventing falls by the elderly in the eight countries: comparison between aged 70's and 80's. *Journal of the Korean Gerontological Society*, 30(1), 49-63.
- Ryew, C. C., & Ahn, S. G. (1997). Kinematic analysis of gaits according to kinds of shoe heel height. *JEJU National University Institute of Physical and Science*, 3, 69-103.
- Shin, H. K., & Tae, K. S. (2010). The effect of toe spreader on characteristics of dynamics foot pressure in children with spastic cerebral palsy. *Journal of Korean Society Physical Therapy*, 22(10), 47-51.
- Son, S. Y., Park, S. B., & Choi, S. Y. (2002). A study on the gait of ballet dancers. *Korean Society of Science*, 7, 39-49.
- Song, J. H., Lee, C. H., & Sung, B. J. (2008). A comparative analysis in kinetics between spring shoes and normal shoes. *Korean Journal of Sports Science*, 19(1), 1-8.
- Song, M. S., & Hah, Y. S. (1995). *Gerontological nursing*. Seoul: Seoul National University Press.
- Tinetti, M. E., Speechly, M., & Gintter, S. F. (1988). Risk factors for fall among elderly person living in the community. *New England Journal of medicine*, 319, 1701-1709.
- Voort, V. D., Geusens, P. P., & Dinant, G. J. (2001). Risk factors for osteoporosis related to their outcome. *Osteoporosis International*, 12(8), 630-638.
- Willems, Y., Witvrouw, E., Delbaere, K., Cork, A. D., & Clercq, D. D. (2005). Relationship between gait biomechanics and inversion sprains: a prospective study of risk factors. *Gait & Posture*, 21(4), 379-387.

(Received 26 December 2012; 1st Revised 10 March 2013;
2nd Revised 7 May 2013; Accepted 20 July 2013)