



노인 여성 관절염 환자의 보행시간에 따른 지면반력의 특징

In According to Walking Time The Character of the Ground Reaction Force in Elderly OA(Osteo-Arthritis) Female Patient

이정호* · 서정석 · 은선덕(서울대학교)

Lee, Jung-Ho* · Seo, Jung-Suk · Eun, Seon-Deok(Seoul National Unniversity)

ABSTRACT

J. H. LEE, J. S. SEO, and S. D. EUN, In According to Walking Time The Character of the Ground Reaction Force in Elderly OA(Osteo-Arthritis) Female Patient. Korean Journal of Sport Biomechanics, Vol. 17, No. 2, pp. 75-82, 2007. The purpose of this study was to analyze and compare the effect of gait time on the gait patterns in elderly female OA and non-OA patients. The intensity of the subjects joint pain was surveyed by using WOMAC. Twelve subjects participated in this study. Measurements were taken for every the 10 minutes for 30 minutes after walking by a force plate. The following variables were recorded; double stance support time, Fx, Fy, Fx_time, Fz and so on. From the investigation of these variables the following was observed and concluded. The Fz values for the OA group was 1.01BW at the start and after 30 minutes was 1.04BW on the other hand the non-OA group's Fz1 was 1.08BW and 1.10BW. There was no significant difference calculated between the two groups and at the start and end of the experiment about all the variables. Therefore, it is concluded that there was no negative effect caused by walking for the 30 minutes and that it was an effective way of strengthen both respiratory and muscle function.

KEYWORDS : OA, WALKING TIME, GROUND REACTION FORCE, 30MIN

I. 서론

현대사회는 과학의 눈부신 발전과 생활수준의 향상으로 인하여 평균수명이 점차적으로 연장됨으로써 노인

의 인구가 계속 증가하고 있는 상태이다. 65세 이상 노령인구는 2000년을 기점으로 총인구의 7%를 상회하여 본격적인 고령화 사회(Aging Society)에 돌입하였다. 2022년에는 14%를 넘어 고령사회(Aged Society)에 진

* spomal@kfiglobalor.kr

입될 것으로 전망된다. 노령인구의 비율이 7%에서 14%로 증가하는데 걸리는 기간이 22년이며, 14%에서 20%로 증가하는데는 10년에 불과하여 영국, 프랑스, 스웨덴 등 선진국에 비해 훨씬 빠른 속도로 고령사회로 진입될 것으로 예상하고 있다(통계청, 장래인구추계, 1996).

노인 인구의 급증은 기대 수명을 증가시키고 이는 다시 건강관리 서비스의 비용을 많이 요구하게 된다. 65세 이상 노인의 45.6%가 하나 혹은 그 이상의 만성적인 건강문제로 인해 그들의 활동에 제한을 받고 있다. 이러한 많은 만성적인 문제들은 신체적, 인지적 결손을 초래하고 개인의 기능적 능력에 심각한 영향을 미칠 수 있다(Snyder 등, 1991).

서순림(1990)은 노인의 건강기능상태와 일상활동능력에 대한 조사에서 노인의 활동장애를 유발하는 질병 중 관절염 또한 류마티스가 24.8%로 가장 높은 분포를 보였다. 또한 일상활동수행 장애 중 신체적 일상활동의 가장 큰 어려움은 보행으로써 9.2%의 분포를 보였다.

노인들에 있어서 보행은 가장 일상적이면서도 가장 어려운 일상활동이다. 또한 관절염 및 류마티스는 일상활동을 수행하는데 큰 장애를 주는 요인으로써 보행과 관절염은 큰 관련이 있다.

기존 연구를 보면 수직 지면 반력의 크기와 이에 의해 산출된 힘 부하율(능동적 힘을 그 힘이 최고에 도달할 때까지의 시간으로 나누어 준 값으로 힘의 발현 시간과 힘과의 관계를 보여주는 변인), 역적(근육이 능동적으로 발휘한 힘의 총합), 전후 방향의 지면 반력의 크기, 정점 수, 접지 시간, 시간적 비율(제동과 추진의 시간적 비율) 능동적 정점은 근육을 자극하여 긴장 상태를 변화시키고 근력을 향상시키는 작용을 한다(Munro, Miller & Fuglevand, 1987). 그러므로 능동적 정점의 힘 부하는 뼈, 연골, 건 인대 등 인체 구성 물질의 발달을 도모할 뿐만 아니라 근육에 작용하여 근력을 증대 시킨다(Nigg, 1983)고 하였다.

이렇게 관절염이 있는 노인인에 대한 연구의 필요성과 관절염 노인인에 대한 연구가 부족한 현 상황에서 본 연구의 목적은 관절염이 있는 노인 여성에게 있어 보행 시간이 점점 지남에 따라 지면반력에 어떠한 차이가 있는지를 알고자 하고 노인 여성에게 있어 관절에 무리가 가지 않는 적절한 걷기 운동시간을 알고자 하는데 있다.

II. 연구방법

1. 연구대상

본 연구에 참가한 대상자는 총 12명으로 관절염 집단 6명의 나이는 71.66 ± 5.47 세, 신장은 152.6 ± 4.72 cm, 체중은 57.00 ± 8.12 kg 이었고 정상인 집단 6명의 나이는 70.00 ± 3.69 세, 신장은 154.17 ± 6.08 cm, 체중은 60.60 ± 12.70 kg 이었다. 관절염의 유무는 WOMAC 설문지를 설문하여 판단하였다.

2. 실험도구 및 분석 장비

본 실험도구는 지면반력 측정 도구는 지면반력기(AMTI(Advance Mechanical Technology Inc.), OR6-5) 2대를 사용하였다. Sampling rate은 1000Hz로 세팅하고 보행 동작 수행시 5초 동안의 지면반력 자료를 저장하였다. 거리를 측정하기 위하여 바퀴식 거리측정기인 EN-R1000모형을 사용하였다.

3. 실험절차 및 방법

실험에 대한 충분한 설명을 하고, 동의서를 받은 후 발을 지면반력판을 정확하게 디딜 수 있게 연습을 한 후 본 실험을 시작하였다. 연구 대상자가 원하는 속도로 실내 체육관 트랙을 편안하게 걷기를 실시하게 하였으며 매 10분 거리를 측정하였으며, 보행 초기와 매 10분마다 지면반력 신호를 측정하였다. 아래 <표 1>은 평균속도를 나타내고 있다.

4. 자료 처리 및 용어 정의

지면반력기를 사용하여 수직, 좌우, 전후 면에 대한 지면반력을 Kwon-grf 프로그램과 엑셀을 사용하였고 각 피험자 몸무게로 나누어 표준화하여 변인을 산출하

표 1. 평균속도

	10분	20분	30분
정상	1.063	1.065	1.059
관절염	1.042	1.017	1.038

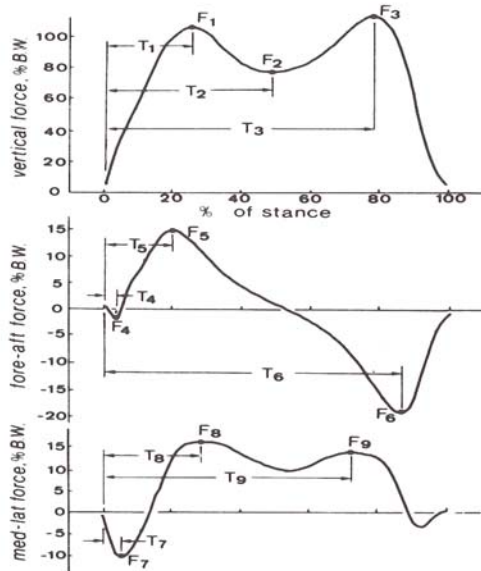


그림 1. 지면반력 전후, 좌우, 수직변인 정의

였다. 지면반력의 샘플링 프리퀀시는 1000Hz로 측정하였다.

오른발, 왼발지지시간(R_contact_time, L_contact_time)은 발이 지면에 닿은 시점부터 발이 지면에서 떨어지는 구간까지의 시간으로 정의하였다. 양발 지지 시간(Double support time)은 양발 모두가 지면에 닿아있는 구간의 시간으로써 한 발이 지면에 닿는 시점부터 다른 한 발이 지면으로부터 떨어지는 시점까지의 시간으로 정의하였다. 수직지면반력(Fz)은 지면에 수직으로 작용하는 힘이며 첫 최대값인 F1과 두 번째 최대값 F2로 대표된다. T1은 발이 지면에 닿는 시점부터 첫 최대값 F1인 시점까지의 시간, T2는 발이 지면에 닿는 시점부터 두 번째 최대값 F2인 시점까지의 시간을 말한다. 좌우지면반력(Fx)은 발의 내변과 외변이 일어나는 좌우의 힘을 말한다. Fx_D는 발이 지면에 좌우로 작용하는 힘의 범위의 폭을 구하기 위해 최대값에서 최소값을 뺀값으로 정의하였다. 세 번째 전후지면반력(Fy)는 보행시 일어나는 braking force(F5)와 추진력(F6)의 값을 말한다.

T5은 발이 지면에 닿는 시점부터 F5까지 이르는 시점까지로 정의하였고 T6은 발이 지면에 닿는 시점부터 F6까지 이르는 시점까지로 정의하였다

양 하지 운동 주기의 유사성 산출하기 위해 다음과 같은 선행연구를 살펴보았다. 선행 연구에서 사용한 사각형 방법을 사용하였다(R.P. Dobrev, 1981). 첫 번째 정점까지의 시간(TLR), 첫 번째 정점에서 두 번째 정점까지의 시간(TRR), 두 번째 정점에서 Toe-off까지의 시간(TRL), Toe-off에서 Heel-conatdat까지의 시간(TLL)이라고 한다.

$$TLR + TRR + TRL + TLL = T \text{ ----- ①}$$

방정식 ①을 전체 지지시간 T로 약분하였다.

$$TLR/T + TRR/T + TRL/T + TLL/T = 1 \text{ ---- ②}$$

방정식 ②에 양변에 360를 곱한다.

$$360 = 360 \times TLR/T + 360 \times TRR/T + 360 \times TRL/T + 360 \times TLL/T \text{ ---- ③}$$

방정식 ③의 각 항을 다음과 같이 치환한다.

$$\begin{aligned} \beta_{RR} &= TRR/T + 360, \beta_{RL} = TRL/T + 360 \\ \beta_{LR} &= TLR/T + 360, \beta_{LL} = TLL/T + 360 \end{aligned} \text{ ---- ④}$$

방정식 ④의 각 치환된 값은 360로 원에 내접하는 사각형으로 표현된다.

$$\beta_{RR} + \beta_{LR} + \beta_{LL} + \beta_{RL} = 360$$

5. 통계처리

노인 여성 관절염 환자와 정상 노인 여성인 통제 집단 간에 있어서와 보행00분, 10분, 20분, 30분의 반복 측정하였다. 두 집단과 시간의 증가(매 10분)를 독립변인으로 보고 종속변인인 수직지면반력, 전후 지면반력, 좌우지면반력, 사각형 둘레의 길이에 대해 2-way repeated-ANOVA 를 실시하였고, SPSS 12.0 통계프로그램을 사용하여 통계 처리하였다

III. 연구결과

1. 두 집단 간의 수직지면반력

정상인과 관절염 환자의 전후지면반력의 첫 번째 최대값과 두 번째 최대값은 <표 2>와 같다. 정상인과 관절염 환자의 전후지면반력의 최대값은 보행시간에 대해서 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다. 정상인과 관절염 환자의 경우 첫 번째 최대값은 보행 시간에 따라 유사한 형태를 보이지만 두 번째 최대값의 경우는 보행시간에 따라 유사하지 않은 형태를 보였다.

2. 수직지면반력 정점까지의 시간

정상인관 관절염 환자 수직지면반력의 첫 번째, 두 번째 정점까지 시간은 <표 3>과 같았다. 첫 번째 정점, 두 번째 정점까지의 시간에서 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다. 정상인과 관절염 환자의 경우 보행 30분에서 매우 유사한 값으로 수렴하는 것으로 나타났다.

3. 두 집단 간의 전후지면반력

정상인과 관절염 환자의 전후지면반력의 첫 번째 최

표 2. 두 집단의 수직지면반력 (단위: N/BW)

		00분	10분	20분	30분
Max_Fz1	정상	1.08 ±0.12	1.08 ±0.09	1.08 ±0.13	1.10 ±0.11
	관절염	1.01 ±0.05	1.00 ±0.03	1.01 ±0.07	1.04 ±0.08
Max_Fz2	정상	1.04 ±0.04	1.04 ±0.02	1.02 ±0.03	1.03 ±0.02
	관절염	1.03 ±0.04	1.03 ±0.06	1.02 ±0.03	0.99 ±0.04

표 3. 두 집단의 수직지면반력 정점까지의 시간

		00분	10분	20분	30분
Fz1_time	정상	0.21 ±0.05	0.22 ±0.08	0.19 ±0.04	0.19 ±0.03
	관절염	0.24 ±0.06	0.26 ±0.07	0.23 ±0.07	0.20 ±0.03
Fz2_time	정상	0.54 ±0.06	0.56 ±0.07	0.55 ±0.04	0.18 ±0.02
	관절염	0.61 ±0.049	0.59 ±0.03	0.58 ±0.06	0.18 ±0.03

표 4. 두 집단간의 전후지면반력 (단위: N/BW)

		00분	10분	20분	30분
Max_Fy1	정상	0.15 ±0.04	0.15 ±0.03	0.17 ±0.034	0.19 ±0.03
	관절염	0.16 ±0.03	0.15 ±0.04	0.17 ±0.054	0.20 ±0.03
Max_Fy2	정상	0.19 ±0.03	0.19 ±0.03	0.20 ±0.012	0.18 ±0.02
	관절염	0.17 ±0.02	0.18 ±0.02	0.16 ±0.02	0.18 ±0.03

대값과 두 번째 최대값은 다음 <표 4>와 같다. 정상인과 관절염 환자의 전후지면반력의 최대값은 보행시간에 대해서 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다. 정상인과 관절염 환자의 경우 첫 번째 최대값은 보행 시간에 따라 유사한 형태를 보이지만 두 번째 최대값의 경우는 보행시간에 따라 유사하지 않은 형태를 보였다.

4. 두 집단 간의 좌우지면반력의 차이

연구 대상자의 보행시간에 따른 좌우 방향에 대한 첫 정점의 최대값과 두 번째 정점 차이값의 절대값에 대한 하지의 좌우지면반력의 평균값과 표준편차는 다음 <표 5>와 같았다. Fx_D에서 반복 요인인 보행 수행시간에 있어서 유의한 차이가 나타나지 않았다. <그림 2>에서 볼 수 있듯이 정상인의 경우 30분까지 큰

표 5. 좌우지면반력의 차이 (단위: N/BW)

		00분	10분	20분	30분
Fx_D	정상	0.094 ±0.020	0.096 ±0.008	0.093 ±0.011	0.097 ±0.011
	관절염	0.101 ±0.025	0.098 ±0.020	0.095 ±0.014	0.110 ±0.027

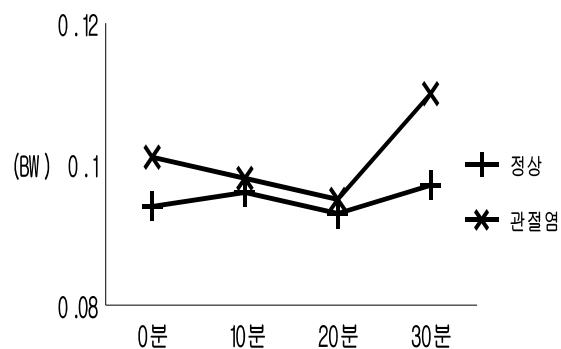


그림2. 좌우지면반력의 차이

표 6. 양하지 지지시간

그룹	00분	10분	20분	30분
정상	0.19 ±0.94	0.19 ±0.05	0.18 ±0.03	0.19 ±0.03
관절염	0.21 ±0.02	0.21 ±0.01	0.21 ±0.02	0.21 ±0.04

변화가 없지만 관절염 환자의 경우 20분에서 30분사이 갑자기 증가하는 경향을 보였다.

5. 두 집단 간의 양하지 지지시간

연구대상자의 보행 시간에 따른 양 하지 지지시간에 대한 평균과 표준편차는 다음 <표 6>과 같았다. 정상인과 관절염 환자의 양하지 지지시간은 반복요인인 보행시간에 있어서 유의한 차이를 보이지 않았다. 정상인과 관절염 환자의 경우 보행시간 30분까지 변화가 크게 나타나지 않고 일정한 지지시간을 보였다.

6. 두 집단 간의 양하지 운동주기의 유사성

정상인과 병적인 보행을 육안으로 보기 쉽게 표현한 사각형 방법을 통하여 보행 시간에 따라 사각형의 모양이 어떻게 변화를 하는지 알아보았다. 정상인과 관절염 환자의 사각형 방법에 의한 각도는 다음 <표 7>과 같았다. 각 사각형의 들레의 길이는 반복요인인 보행시간과 정상인과 관절염 환자사이에 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다. <그림 3, 4, 5>에서 볼 수 있듯이 정상인과 관절염 환자의 사각형의 모양이 다르게 나타나고 보행 시간이 지남에 따라 시계방향으로 기울어지는 것을 볼 수 있었다. 또한 정상인의 경우 20분에

서 사각형의 모양의 변화는 경향을 보였고, 관절염 환자의 경우 매 보행시마다 사각형이 변화는 것으로 나타났다.

IV. 논 의

Simon(2004)의 연구에서 관절염 환자의 인공관절수술 전후에 대한 수직 지면반력의 값 중 수술 전의 Fz1(BW)이 1.01, Fz2(BW)이 1.02 값을 보였고 수술 1주일 후 Fz1(BW)이 1.03, Fz2(BW)이 1.06의 값을 보였다. 3개월 후에는 Fz1(BW)이 1.06, Fz2(BW)이 1.03의 값을 보고하였다. 이경옥(2003)은 여성 관절염 환자를 대상으로 Fz1(BW)이 0.57, Fz2(BW)은 0.96으로 보고하였다. 본 연구에서는 정상 노인 여성 보행 초기의 경우 Fz1(BW)이 10.8, Fz(BW)2이 10.4의 값을 보였고, 관절염 노인 여성의 보행 초기는 Fz1(BW)이 1.01, Fz2v이 1.03의 값을 보였다. 해외의 선행 연구와는 비슷한 값을 보였지만 국내 이경옥의 연구는 다소 다른 값의 결과를 보였다. 이경옥의 선행연구에서는 지면반력의 정점이 3개의 경우가 있다고 하여서 첫 정점의 값이 작은 것으로 사료되고, 본 연구에 있어서도 보행 시간이 지남에 따라 3개의 정점이 나오는 경우가 있었다.

Simon의 연구 결과에서 볼 수 있듯이 관절염 치료 후 수직 지면 반력의 값이 증가한 것을 볼 수 있을 때 본 연구에서도 정상인의 경우가 관절염 환자보다 수직 지면반력의 값이 크게 나타난 것과 같은 결과로 사료된다. 보행 시간이 늘어날수록 첫 번째 정점의 수직지면반력은 일정하게 유지하다 30분에서 다소 증가하는

표 7. 사각형 방법을 통한 각도

		00분	10분	20분	30분
정상	βLR	68.2	68.5	61.1	60.2
	βRR	112.2	110.1	118.8	115.2
	βRL	70.0	67.7	67.0	68.3
	βLL	109.6	113.7	113.1	116.3
관절염	βLR	72.5	79.9	68.6	61.3
	βRR	115.0	103.0	107.4	106.5
	βRL	68.8	71.4	72.2	81.2
	βLL	103.6	105.7	111.9	111.1

(단위 : deg)

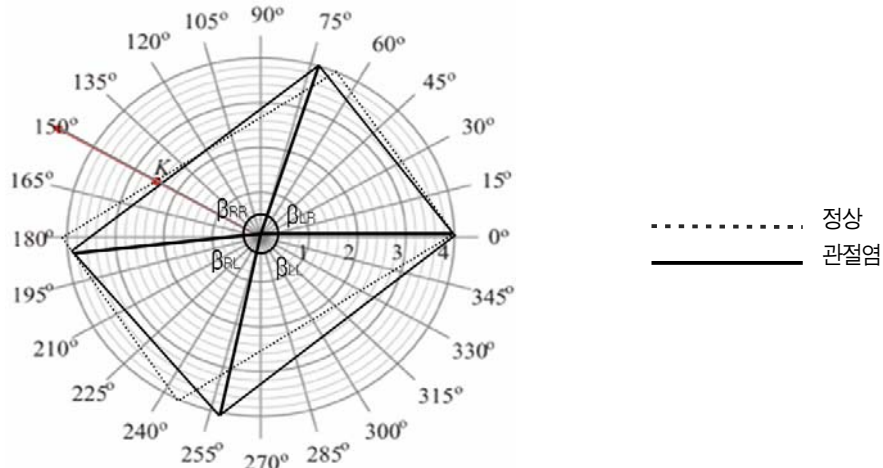


그림 3. 정상인과 관절염 환자의 보행 초기 사각형 모양

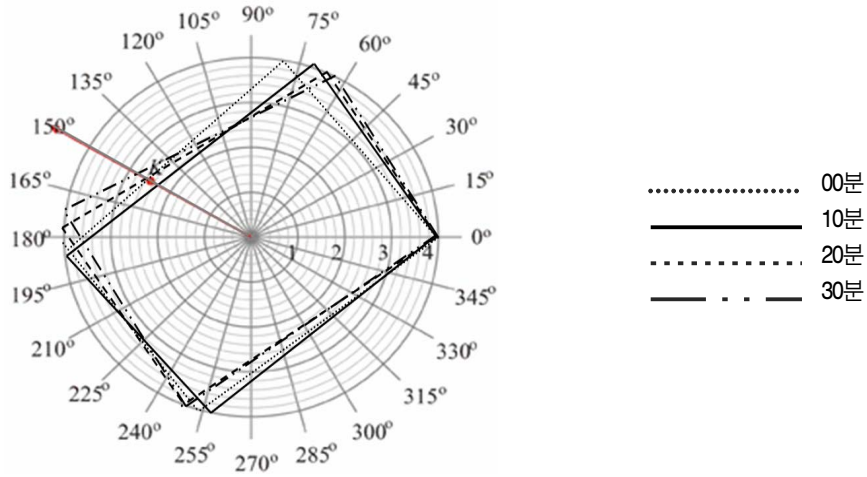


그림 4. 관절염 환자의 보행 시간에 따른 사각형 모양

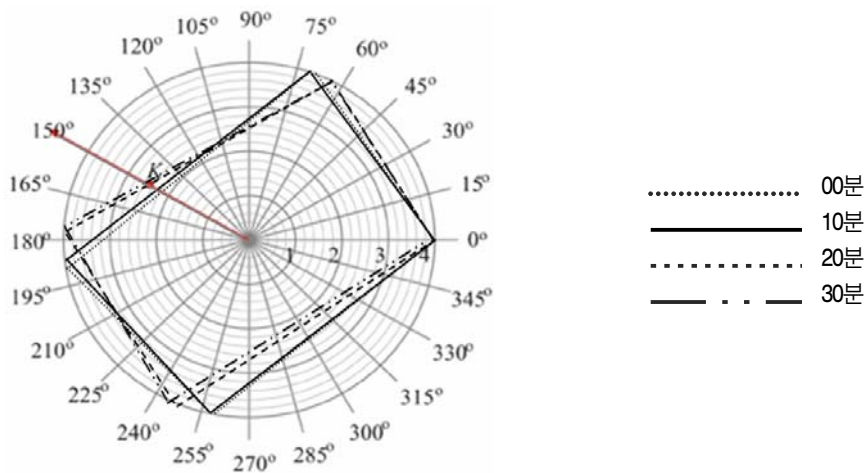


그림 5. 정상인의 보행 시간에 따른 사각형

것을 보였고, 관절염 환자의 경우 두 번째 정점에서 10분 후부터 감소하는 경향을 보였지만 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않은 것으로 볼 때 보행 30분은 수직 지면반력에 영향을 미치지 않는 것으로 사료된다.

전후 지면반력은 보행 진행 방향의 충격과 추진을 나타내는 힘으로 첫 번째 정점과 관련된 충격에 있어서는 정상 노인 여성과 관절염 환자의 경우 유사한 값을 보였고, 보행 시간이 지남에 따라 유사한 형태로 10분 후 증가하는 경향을 보였다. 정상 노인과 관절염 환자의 충격 수용에 대해서는 차이가 없고 두 집단 모두 10분 후부터 충격 수용하는 값이 커지는 것으로 볼 수 있었지만 매우 미비한 차이였고, 좌우 지면반력에 있어서도 역시 아주 미비한 차이를 보였을 뿐이었기에 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다. 보행 30분 동안 지면반력에 있어서 의미가 있는 지면반력의 차이를 볼 수 없었다. 이는 관절염 환자에게 있어 보행 30분이 지면반력에 영향을 주지 못하는 것으로 사료된다.

사각형의 방법에 있어서는 정상 보행과 병적인 보행의 차이를 시각적으로 보여줄 수 있었지만 사각형 둘레의 길이와 같은 대표값들에서 유의한 차이를 보이지 않았다. 관절염 환자의 경우 보행 시간이 흐를수록 미비하게 시계방향으로 사각형이 움직이는 것을 볼 수 있었고, 정상인의 경우 00분과 10분 사이에 유사한 모양을 보였고 20분에서 시계방향으로 움직인 후 유사한 모양을 보였다. 하지만 이러한 움직임은 매우 미비하였기에 보행의 불규칙함을 볼 수 없었다고 사료된다.

V. 결론

이상의 연구를 종합해 보면, 노인 여성 중 정상인과 관절염 환자와의 지면반력 성분인 수직, 좌우, 전후 지면반력에 있어 두 집단 간에는 유의한 차이를 보이지 않았다. 하지만 노인 여성 뿐 아니라 관절염을 가지고 있는 병적인 보행에서는 개인 내와 개인 간에서 많은 차이를 보여 왔다. 유의한 차이를 보이지는 않았지만 전후지면 반력에 있어 두 집단 모두 보행 시간이 지남에 따라 첫 번째 정점이 커지는 것으로 볼 때 제동력

이 커져 관절에 무리가 갈 수 있을 것이라 조심스럽게 사료되어 충분한 충격 흡수를 할 수 있는 신발이 노인 여성에게 필요할 것이라 조심스럽게 사료된다. 또한 보행 시간이 30분에 가까워지면서 좌우 지면반력의 차이가 관절염 환자에게 있어 커지는 것으로 볼 때 관절염 노인 여성의 경우 좌우 흔들림이 커져 낙상의 위험성이 높아질 것으로 판단되어 걷기 운동시 좌우 균형을 보완할 수 있는 신발들이 좋을 것이라 사료된다. 관절염 정도에 대한 정확한 분류가 필요하고 많은 관절염 환자들에 대한 편차를 줄일 수 있는 방법에 대한 연구가 필요하다고 생각되어진다.

참 고 문 헌

- 서순림(1990). 노인의 건강기능상태와 일상활동능력. 경북대학교 제31권 제2호
- 이경옥, 김미예 (2003). 퇴행성관절염 환자의 보행시 지면 반력 분석. *한국특수체육학회지*, 11(3), 183-194.
- 통계청, 『장래인구추계』, 1996
- Hageman, P. A. (1995). Gait characteristics of healthy elderly. a literature review. *Issues Aging*, 18, 14-17.
- Munro, C. F., Miller, D. I., & Fuglevand, A. J.(1987). Ground reaction forces in running : A reexamination. *Journal of Biomechanics*, 20, 147-155.
- Nigg, B. M.(1983). External force measurements with sports shoes and playing surfaces, *In Biomechanical Aspects of Sports Shoes and Playing Surfaces*, B. M. Nigg and B. Kerr(Eds.), Ca
- Prince, F., Corriveau, H., Hebert, R., & Winter, D.A(1997). *Gait in the elderly*. *Gait and Posture*. 5. 128-135.
- Simon, F. T., Carl, P. C., Max, J. C., Yu-Cheng, P., Yiu-Chung, L., & Chau-Peng, L. (2004)

Changes in sagittal ground reaction forces after intra-articular hyaluronate injections for knee osteoarthritis. *Arch Phys Med Rehabil*, 85: 951-5. Calgary : University of Calgary, 11-23.

Snyder, M, P. B. Wiger, S. Ahern, C. Depew, P. K. Larson, E. Semmering, and S. Wyb -le(1991). Complex health problems, clinically assessing self-management abilities. *Journal of Gerontological Nursing*, 17(4), 23-27.

투 고 일 : 4월 30일

심 사 일 : 5월 14일

심사완료일 : 5월 31일