

## 실내·외 보행환경의 변화가 40대와 노인의 보행속도와 다리 근활성도에 미치는 영향

이준영 · 김택훈<sup>†</sup>

단국대학교 일반대학원 특수교육학과, <sup>1</sup>한서대학교 보건과학부 물리치료학과

### Effects of Changes in the Indoor and Outdoor Environmental on the Walking Speed and Lower Extremity Muscle Activities in People Aged Forty and Older than Seventy Years

Jun-Young Lee, MEd, PT · Tack-Hoon Kim, PhD, PT<sup>†</sup>

Department of Special Education, Graduate School, Dankook University

<sup>1</sup>Department of Physical Therapy, Division of Health Science, Hanseo University

Received: October 4, 2018 / Revised: October 9, 2018 / Accepted: November 9, 2018

© 2018 J Korean Soc Phys Med

#### | Abstract |

**PURPOSE:** This study compared the effects of indoor and outdoor environmental changes on the activity of the major lower limb muscles and walking factors in people 40-50 years and those aged older than 70 years.

**METHODS:** Ten middle-aged people in their forties (age:44.2±2.7, BMI:21.8±1.8) and 10 elderly aged more than 70 years (age:76.4±5.9, BMI:22.2±1.9) with a normal walking ability were included. The participants walked 100 m both indoors and outdoors at their own speed. Using a 3D motion analyzer and EMG, the walking speed, angle of the ankle and activity changes of the lower limb muscles were compared.

**RESULTS:** Significant differences in walking speed and peak-plantar flexion angle were observed between the two groups ( $p<.05$ ). The muscular activity of the gastrocnemius muscle (GCM) was significantly different outdoors in the swing phase between the two groups ( $p<.05$ ). In the people aged in their forties, the muscular activity of the rectus femoris (RF) was significantly higher outdoors than indoors ( $p<.05$ ). In the elderly, however, the muscular activity of the RF was lower outdoors than indoors ( $p<.05$ ). When compared to those in their forties, the muscular activity of the outdoor RF significantly decreased in the elderly group ( $P<.05$ ). The muscular activity of the biceps femoris (BF) in the elderly decreased significantly outdoors compared to indoors ( $p<.05$ ).

**CONCLUSION:** For the elderly, increasing the exposure to the new environments or focusing on the performance of repeated movements for gradual speed control and precise movements is required to maintain normal gaits and movements that are less affected by environmental changes.

<sup>†</sup>Corresponding Author : Tack-Hoon Kim

Tack@hanseo.ac.kr, <https://orcid.org/0000-0002-1690-5256>

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

**Key Words:** Electromyography, Enviroment, Gait, Walking speed

## I. 서론

보행은 일상생활을 수행하기 위한 고도의 자동적이고 연속적인 과정이다(Perry, 1992). 정상적인 보행은 자연스러운 신체의 이동을 위해서 인지 및 균형 그리고 관절의 위치감각, 근력과 보행의 속도, 지구력 등이 주어진 환경의 변화에 맞춰 에너지를 효율적으로 사용하면서 최대의 균형적이고 조화로운 보행을 이루어낸다(Simondson et al., 2003; Minetti et al., 1995; Terrier et al., 2005).

그러나 이러한 균형적인 조절은 60세 이후부터 노화에 따른 중추신경계 퇴화로 반응시간 증가와 근력약화 등으로 정적 또는 동적 균형능력이 저하되어 안정적인 보행패턴에 변화를 가져오게 되며 이로인해 발생하는 부조화가낙상이라고 할 수 있다(Hahn et al., 2005; Collins et al., 1995; Muir et al., 2014). 노화에 따른 노인 보행의 특성은 보행속도의 저하와 주요근육의 활성 감소가 특징적이며 사체의 굽힘으로 인해 무릎 굽힘 각도가 커지고, 보폭이 짧아지는 등 시·공간적 가변성의 변화가 두드러진다(Bounder and Wanger, 2001; Son and Kim, 2013; Hong and Park, 2011).

Muir 등(2014)은 연령별로 보행 시작 후 4번의 연속적인 걸음에 대한 시·공간적 요소의 차이 비교를 통해 노인은 젊은 사람에 비해 보행속도(gait speed)가 느리고 걸음이 진행될 때 마다 속도의 가변성(Variability)이 커졌으며, 걸음길이(step length)는 젊은 사람보다 짧아지는 등 그 가변성 또한 점점 감소한다고 하였다. 그리고 걸음 폭(step width)은 보행이 진행될수록 젊은 사람이 노인에 비해 작아지고 그 가변성은 적다고 하였다. 이처럼 선행 연구들에서 노인의 경우 보행이 진행됨에 따라 연령별 시·공간적 보행 양상이 달라지는 것은 동작의 정확성을 시간의 느낌으로 보행 전략을 수정하기 때문이다(Kim and Choi, 2000; Jeong et al., 2011).

인간의 생애주기에 있어서 40대는 신체활동이 왕성

하며 성인과 노인을 연결하는 과도기적 전환기에 속하는 중요한 연령대이지만 보행 분석과 관련된 연구는 드물어(Cho, 2011), 본 연구에서는 정상적인 보행을 하는 40대를 대조군으로 두어 노인과 연령차이를 좁혀 두 집단의 보행특성의 차이를 비교해 보고자 하였다. 노화에 따른 노인 보행의 특성은 40대와 비교하여 환경의 변화가 생기면 실내보다 실외환경에서 시·공간적인 보행 전략의 수정으로 인해 보행속도와 발목각도의 변화 그리고 보행에 관여하는 주요근육의 근 활성 변화가 더 이루어질 것이라 생각된다.

따라서 이 연구 목적은 노인과 40대의 실내·외 보행 환경 차이로 인해 나타나는 보행 요소와 근활성도 변화를 두 그룹의 비교분석을 통해 노인의 보행특성에 대한 기초자료를 제공하고자 한다.

## II. 연구방법

### 1. 연구대상자

본 연구의 대상자는 경기도 000시에 거주하는 70세 이상의 노인 42명 중 다리에 수술이력이나 신경학적 문제 등으로 인해 관절가동 범위가 제한 받지 않는 정상 보행을 하고, 연구자와의 의사소통 가능한 70세 이상의 노인 10 명을 선별하였으며 대조군은 같은 지역이면서 위 조건을 만족하는 40대 10명으로 남녀 구성비(남: 5명, 여: 5명)를 노인과 같게 하였고, 정상 체질량 지수(body mass index)를 참고하여 두 집단으로 구성하였다. 대상자들에게는 연구의 절차에 대해 자세하게 설명하고 동의서를 작성하였으며 실험 참여 순서는 무작위로 배치 하였다. 두 집단의 운동기능 측정은 근력측정기(MICROFET2, Hoggan Health Industries, USA)을 이용하여 Hislop와 Montgomery (1995)의 도수근력측정법 중 정상(Good) 이상 자세로 두 번의 측정된 최대근력 평균치를 적용하였다. 두 집단의 근력을 비교한 결과 앞정강근은  $p=.20$ , 장딴지근은  $p=.10$ , 넙적리골은근은  $p=.51$ , 그리고 넙다리두갈래근은  $p=.28$ 로 유의한 차이가 없었으며, 대상자의 일반적인 신체적 특성과 운동기능은 다음과 같다(Table 1).

Table 1. General Characteristics of the Forties Group and Elderly Group (Mean±SD)

	Age (yr)	Height (cm)	Mass (kg)	Muscle power (Torque)			
				TA	GCM	RF	BF
Forties (N=10)	44.2±2.7	166.8±10.6	60.90±9.44	60.10±19.60	62.62±8.20	45.95±10.40	35.46±5.70
Elderly (N=10)	76.4±5.9	160.2± 7.92	56.90±6.80	50.48±11.11	55.04±11.31	42.57±11.94	32.21±7.20

TA : Tibialis anterior, GCM : Gastrocnemius (medial), RF : Rectus femoris, BF : Biceps femoris muscle



Fig. 1. EMG system



Fig. 2. 3D motion analyzer's sensor and interface

2. 측정방법

본 연구에서는 두 집단의 실내와 실외 환경 변화에 따른 보행특성의 비교를 위해 8채널 무선 근전도시스

템(Telemyo 2400GT, Noraxon, USA)과 동작분석기(3D Motion analyzer, Noraxon, USA)를 사용하였다(Fig. 1, 2).

대상자들이 평소 선호하는 일정한 속도로 자연스러운 보행이 이뤄질 수 있도록 연습을 시킨 후 개방되지 않은 실내 건물의 복도와 실외의 같은 규격(너비 2 m× 길이 25 m)인 공원의 평탄하고 기울기가 없는 콘크리트 바닥의 보행로를 쉬지 않고 2번 왕복으로 안정적인 보행주기가 나올 수 있도록 견제하여 총 100 m 보행을 완성하도록 하였고, 반환점은 출발지점과 되돌아오는 지점에 아이콘을 세워 표시하였다(Herman et al., 2005; Plotnik et al., 2011; Choi et al., 2010).

대상자들에게는 반바지를 착용시켰고, 신발은 기본적인 직물과 쿠션소재의 운동화를 착용하였다(Arnadottir and Mercer, 2000). 보행 시 부가적 환경에 대한 통제는 지나가는 사람 등 돌발변수가 없도록 하고, Kim 등(2014)의 연구를 참고하여 실험 전 실내·실외 보행조건이 차이가 나지 않도록 온도는 20이상~24도 이하 범위(Protrek PRT-50, casio, Japan)에서 실시하였다. 그리고, 조도(Light meter ver 1.4 & Sound meter ver 3.2.5, Google apps, USA)와 소음측정은 그 측정치가 각각 350 lx 이하와 60 dB 이상이 되지 않도록 하였다.

3. 측정도구

1) 근 활성도 측정

근전도 측정은 보행 시 작용하는 우세측 다리의 주요 근육인 넓다리곧은근(Rectus femoiris), 앞정강근(Tibialis anterior), 넓다리 두갈래근 긴갈래(Biceps long head), 장



Fig. 3. Attachment of electrodes

판지근 안쪽갈래(medial head of Gastrocnemius)에 표면전극Ag/AgCl (Hex Dual electrodes 272S, Noraxon, USA)을 부착하였다(Cram et al., 1998). 부착 부위에는 필요 시 털을 면도하고, 표면을 각질 제거용액으로 깨끗이 닦은 후 83% 알콜 솜(Ethanol swab, Dae Han Medical, Korea)으로 처리하였으며 접지전극(HR-OP42, Hurev, Korea)은 우세측 종아리뼈에 부착하였다.

넙다리 곧은근의 경우 엉덩이의 앞쪽, 무릎뼈(patella) 바닥과 위앞엉덩뼈가시를 연결한 선상의 중간 지점에, 앞정강근은 무릎관절 바깥쪽위관절 용기(lateral condyle)와 발목관절 바깥쪽 복사뼈(lateral malleolus) 연결 선상의 위쪽 2/3지점, 넙다리 두갈래근(긴갈래)는 엉덩뼈결절과 종아리뼈머리(fibular head)의 가운데 부위에 부착하였다. 마지막으로 장판지근 안쪽 갈래는 무릎관절 안쪽 위관절용기와 발꿈치뼈(calcaneus)를 연결한 선의 1/3 부근에 부착하였다(Fig. 3).

## 2) 보행 주기 구분

보행구간의 분류를 위해 보행분석 프로그램(MR3.01, Noraxon, USA)을 활용하여 근전도 시스템과 동작분석기(3D motion analysis, Noraxon, USA)를 연동하여 감지기에서 송출되는 신호로 구현되는 발목관절의 각도 등 접지-이치 그래프와 실시간 형성화되는 보행동작을 기준으로 보행주기를 구분하였다.

## 4. 자료분석

근전도 신호의 샘플링 주파수는 1500 Hz로 설정하였고, 원자료(raw data)의 처리는 MR 3.10 프로그램을 이용하여 80Hz에서 250 Hz의 대역통과(bandpass) 필터 작업을 거쳐 전파정류(rectification)한 후, 50 ms 평활화(smoothing)하였다. 보행의 분석에서 보행속도는 대상자의 각 보행로에서 보행 시 측정되어진 직선거리 25 m의 도달 시간을 속도로 환산하였으며, 발목 관절의 최대 각도와 근육의 근 활성은 출발시작 후 25 m 반환점을 돌아와서 다시 재출발하는 50 m지점으로부터 안정화되는 구간 즉, 재 출발점을 돌고 나서 3걸음을 제외한 연속되는 보행주기 5개의 구간을 분석하였고, 이를 실내보행의 각 5주기의 근 활성 최대값의 평균치를 기준으로 %RVC 방법을 이용하여 구간 별 최대각도와 평균 근 활성을 구하였다(Jeong et al., 2011). 이 후 SPSS ver21.0 통계프로그램을 이용하여 측정 결과들에 대한 Shapiro-Wilk 검정을 한 결과 정규분포하여 모수검정을 실시하였다. 같은 집단내의 실내보행과 실외보행 시의 근활성의 유의한 차이는 대응표본 t-검정을 이용하였고, 두 집단 간 실내 및 실외보행에서의 근활성 비교는 독립표본 t-검정으로 비교하였으며 유의수준은  $\alpha=0.05$ 로 설정하였다.

## III. 연구결과

### 1. 실내와 실외 보행 시 보행속도와 발목관절 각도 변화

같은 집단 내 실내-실외보행 비교 시 40대 집단의 보행속도는 유의한 차이가 없었고( $p>.05$ )(Table 2), 노인집단은 유의한 차이를 보였다( $p<.05$ )(Table 2). 발목관절 각도 변화는 40대 집단은 실내-실외환경의 최대 발등 굽힘각도에 유의한 차이가 있었고( $p<.05$ )(Fig. 4), 노인집단은 유의한 차이가 없었다( $p>.05$ )(Table 2). 최대 발바닥 굽힘은 두 집단 모두 유의한 차이가 없었다( $p<.05$ )(Table 2). 다른 두 집단 간 실내보행의 비교 시 보행속도는 40대 집단과 노인집단 간 유의한 차이가 있었고( $p<.05$ )(Table 2), 최대 발등 굽힘 및 최대 발바닥 굽힘 모두 유의한 차이가 없었다( $p>.05$ ). 두 집단 간

Table 2. Comparison of the Walking Speed and Ankle Angle in Indoor and Outdoor Environment of the Two Groups (Mean±SD)

Division		Indoor	Outdoor	P
Walking speed (m/s)	Forties	1.59±.14	1.57±.15	.30
	Elderly	1.21±.22	1.10±.26	.02*
	P	.00*	.00*	
Ankle joint angle	Forties	8.18±1.35	6.46±1.64	.01*
	Elderly	9.30±2.98	7.50±4.20	.19
	P	.29	.47	
Peak-plantarflexion	Forties	24.40±6.83	26.03±7.12	.15
	Elderly	18.83±5.98	18.99±5.59	.37
	P	.05	.02*	

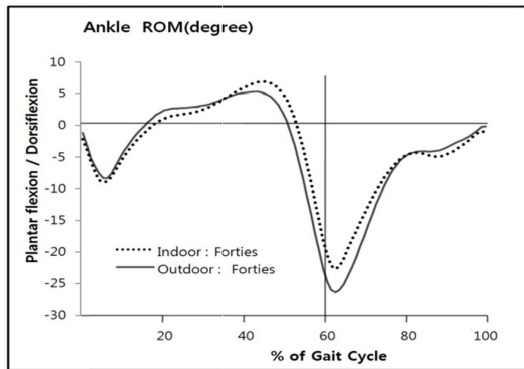


Fig. 4. Comparison of the ankle angle change in indoor and outdoor walking in the forties group

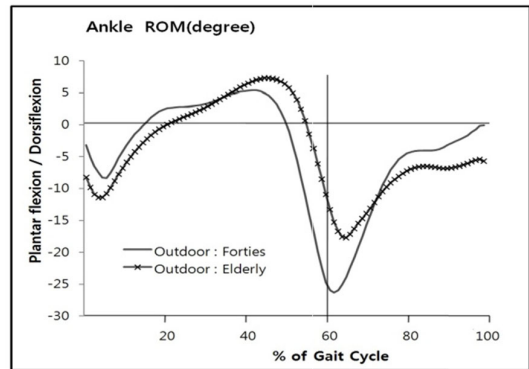


Fig. 5. Comparison of the ankle angle change in outdoor walking between forties and elderly groups

실외 보행 비교 시 보행속도와 발바닥 굽힘에서 유의한 차이를 보였고( $p < .05$ )(Table 2)(Fig. 5), 최대 발등 굽힘은 두 집단간 유의한 차이가 없었다( $p > .05$ ).

2. 실내와 실외 보행 시 다리근육의 근활성 변화

같은 집단 내 실내-실외 보행 비교 시 40대 집단과 노인집단 모두 앞정강근과 장딴지근은 입각기와 유각기에서 유의한 차이를 보이지 않았으며( $p > .05$ )(Table 3)(Fig. 6, 7), 넙다리곧은근은 입각기에 유의한 차이가 있었고( $p < .05$ )(Table 3)(Fig. 8), 유각기에는 유의한 차이를 보이지 않았다( $p > .05$ ). 넙다리두갈래근은 40대 집단에서 입각기와 유각기에 유의한 차이가 없었고( $p > .05$ ), 노인집단의 입각기에는 유의한 차이가 없었으나( $p > .05$ ),

유각기에서는 유의한 차이를 보였다( $p < .05$ )(Table 3)(Fig. 9).

서로 다른 집단 간 실내 보행 비교 시 앞정강근의 근활성은 40대와 노인 두 집단 간 입각기와 유각기 모두 유의한 차이가 없었다( $p > .05$ ). 장딴지근은 40대와 노인 두 집단간 입각기에서는 유의한 차이가 없었으나 유각기에서는 두 집단 간 유의한 차이를 보였다( $p < .05$ )(Table 3)(Fig. 7). 그리고 넙다리곧은근과 넙다리 두갈래근은 입각기와 유각기는 두 집단간 모두 두 집단간 유의한 차이가 없었다( $p > .05$ ).

서로 다른 집단 간 실외 보행 비교 시 앞정강근의 근활성은 40대 집단과 노인 두 집단 간 입각기와 유각기 모두에서 유의한 차이를 보이지 않았다( $p > .05$ ). 장딴지

Table 3. Comparison of the Major Muscle Activity in the Indoor and Outdoor Environments of the Two Groups (Mean±SD)

Division		Indoor	Outdoor	P		
Muscle activity / % R V C	Tibialis anterior	Forties	65.72±22.94	79.10±26.32	.16	
		Stance phase	Elderly	74.07±22.38	72.23±20.65	.74
		P	.42	.52		
		Swing Phase	Forties	82.41±14.03	83.39±27.35	.91
		Elderly	71.04±20.95	69.03±17.68	.70	
		P	.17	.18		
	Gastrocnemius (medial)	Stance phase	Forties	91.08±6.96	113.82±36.50	.06
		Elderly	83.90±9.35	80.62±15.90	.60	
		P	.06	.01*		
		Swing phase	Forties	15.40±13.61	45.99±86.98	.24
		Elderly	23.56±22.93	7.62±7.97	.08	
		P	.34	.34		
	Rectus femoris	Stance phase	Forties	75.41±18.71	105.71±26.60	.01*
		Elderly	68.10±30.42	56.94±22.27	.04*	
		P	.52	.00*		
		Swing phase	Forties	79.50±10.20	109.31±42.20	.08
		Elderly	67.10±23.90	56.23±41.06	.03*	
		P	.14	.01*		
Biceps femoris (lateral)	Stance phase	Forties	55.05±23.82	63.01±31.69	.15	
	Elderly	68.36±21.21	66.40±26.03	.94		
	P	.20	.80			
	Swing phase	Forties	80.14±16.27	80.84±29.00	.93	
	Elderly	81.90±12.41	64.80±18.83	.01*		
	P	.80	.20			

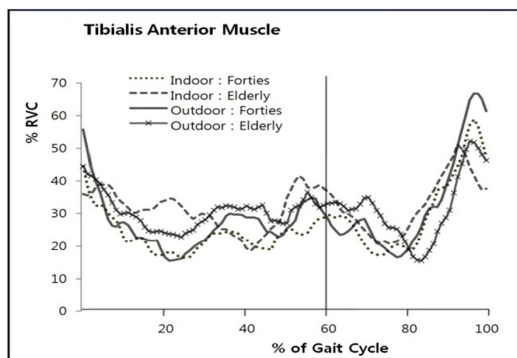


Fig. 6. Comparison of the ankle change in TA muscle activity in the indoor and outdoor walking in the forties and elderly

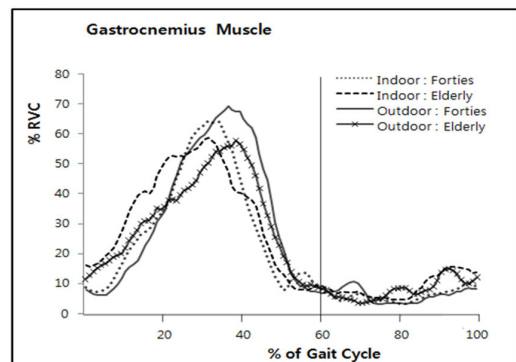


Fig. 7. Comparison of the ankle change in GCM muscle activity in the indoor and outdoor walking in the forties and elderly groups

근은 두 집단간 입각기에서 유의한 차이를 보였고

( $p < .05$ )(Table 3)(Fig. 7), 유각기는 유의한 차이가 없었다

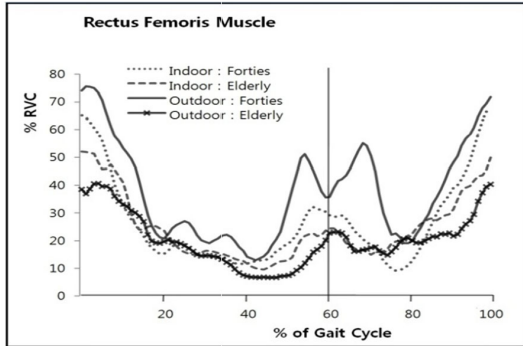


Fig. 8. Comparison of the changes in RF muscle activity in indoor and outdoor walking in the forties and elderly groups

( $p > .05$ ). 넙다리곧은근은 두 집단간 입각기와 유각기에서 모두 유의한 차이를 나타내었다( $p < .05$ )(Table 3)(Fig. 8). 그리고, 넙다리두갈래근은 두 집단 간 입각기와 유각기 모두에서 유의한 차이가 없었다( $p > .05$ ).

#### IV. 고 찰

보행속도에 관련된 선행연구에서 Perry (1992)는 정상 성인의 보행속도가 1.43 m/s이고 Skinner와 Barrack (1990)은 1.39 m/s 라고 하였는데 본 연구의 40대 집단은 실내와 실외 환경에서 이보다 빠른 보행속도를 보였고, 74세 이상의 노인의 대상으로 한 Lee 등(2007)의 연구는 노인의 보행속도를 .85 m/s 제시하였으나 본 연구에서 측정 되어 진 노인의 실내와 실외 환경에서의 보행속도는 이보다 빠르게 나타났다. 같은 집단의 실내와 실외 환경에서의 보행속도 비교해 보면 40대 집단은 실내-실외 보행 속도에 유의한 차이가 없었지만, 노인집단의 비교 시 실내에서 보다 실외 보행 속도가 감소하였다. 노인은 노화에 따른 운동조절의 문제를 상쇄하기 위해 이동동작의 정확성을 기하고자 보행속도를 늦추는 방법으로 타협한다고 하였다(Walker et al., 1997; Kim and Choi, 2000; Jeong et al., 2011). 본 연구에서도 노인은 실외환경에서는 실내환경 보다 많은 감각자극과 돌발 변수의 영향으로 보행의 조절을 위한 예측능력이 떨어져서 동작의 정확성을 기하기 위해 속도가 느려졌다고

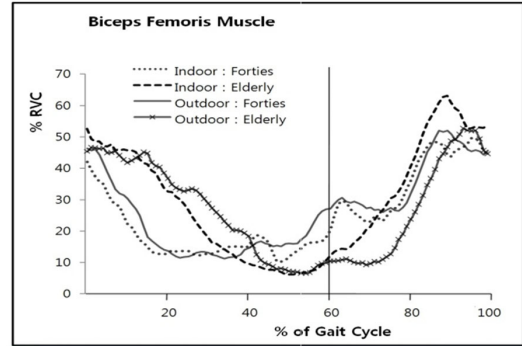


Fig. 9. Comparison of the changes in BF muscle activity in indoor and outdoor walking in the forties and elderly groups

생각된다.

두 집단의 전체 보행주기의 발목관절 각도와 앞정강근의 활성을 분석 시 두 집단간 최대 발등 각도에 유의한 차이가 있었고, 앞정강근의 근 활성에는 차이가 없는 것으로 나타났다. Hong과 Park (2011)의 연구에 따르면 발이 지면에 접지하는 중간 입각기 이후 40대가 노인 에 비해 추진 에너지를 얻기 위한 지지를 위해 다리의 수직 힘의 증가가 이뤄진다고 하였다. 보행주기 40-60 %구간 앞정강근의 근활성 변화를 보면 40대 집단은 실내에 비해 실외환경에서 근활성이 증가하는 반면 노인집단은 실내 보다 실외환경에서 오히려 감소하는 것을 볼 수 있었다. 이는 노인이 실내보다 실외환경에서 발목 지지의 감소로 안정감이 떨어지는 특성을 나타냈다고 할 수 있다. 또한 실외 보행에서 유각기에서 입각기로 전환 시 노인집단의 앞정강근 활성이 실내보다 실외에서 감소하는 것으로 보아 40대 집단보다 실외보행 환경에서 발바닥으로의 지면 접촉 경향이 큰 것으로 생각되어 진다.

보행 시 두 집단 간 실내 및 실외환경의 변화에 따른 장딴지근의 활성은 40대 젊은 집단이 노인집단보다 실외환경의 유각기에서 근활성이 증가되는 것으로 나타났다. 이는 40대 집단이 실외보행 시 장딴지근의 구심성 수축으로 몸을 앞으로 이동 시키는 동작이 노인보다 크다는 것을 나타낸다. Robinovitch 등(2002)는 보행 시 다리의 불안정성을 발목전략(ankle strategy)을 이용하

여 추진력으로 균형을 회복한다고 하였다. 본 연구에서 40대 집단은 의발로 딛고 추진할 때의 불안정성을 발바닥 굽힘근의 토크(Torque)를 이용하여 균형을 회복한 것으로 여겨지며 이는 유각기 최대 발바닥 각도로도 확인 할 수 있었다. 반면 노인집단은 실외환경에서 오히려 실내와 비교하여 근활성이 유의한 차이를 나타내지 않았는데 이는 노화에 따른 무릎 및 발목관절을 굽히는 자세로 안정을 취하려는 실생활의 특성이 반영되어 실외보행 시 보행시간의 증가와 장딴지근의 활성의 감소에도 영향을 미쳤다고 생각되며 노인이 실내보다 실외 보행에서 불안정성을 나타내는 것으로 볼 수 있다.

넙다리곧은근의 경우 두 집단간의 실외환경에서의 차이는 없었으나 실외환경에서는 유의한 차이를 보였다. McGibbon과 Krebs (2004)는 이른 입각기에 엉덩이 굽힘에 관여하는 근육이 최대로 활성화 된다고 하였고, 본 연구에서도 두 집단의 보행 결과를 비교해 보면 입각기 초기와 유각기 말기에 다리를 들기 위한 근활성이 증가하는 것을 나타내고 있으며 특히 40대가 노인에게 비해 실외환경 보행 시 근활성이 증가됨을 확인할 수 있다. Perry (1992)는 넙다리곧은근이 활성화 되는 시기가 전체보행 주기 중 56%에서 64%에 나타나며 나타나지 않을 경우도 있다고 하였다. 본 연구에서도 40대 집단과 노인집단 모두 입각기와 유각기 그리고 유각기와 입각기로 전환되는 시기에 활성화 되었고, 특히 노인 집단에 비해 40대 집단의 실외보행 시 그 활성화가 크게 나타났다. 이는 전방이동 시 보폭의 증가와 무릎을 안정시키는 역할을 했음을 뒷받침해준다.

노인집단의 넙다리 두갈래 근육(긴 갈래)의 근 활성이 실내에 비해 실외환경의 유각기에 그 활성이 감소됨으로 나타났다. Schmitz 등(2009)과 Park 등(2012)는 보행속도가 감소되면 굽힘 시 활성이 저하된다고 하였는데 본 연구의 결과를 보면 실내에서 노인의 입각기의 안정성은 40대 집단과 비슷하나 유각기에는 40대 집단보다 보행속도 감소가 있어 굽힘 시 활성의 저하를 보였다고 생각된다. 이러한 노인의 추진력의 저하를 통한 자세안정성의 확보 전략은 상체의 후방 이동을 유발하여 추진력을 낮추고 오히려 넙다리곧은근에 대한 보행 제어와 지지도를 높이게 만들어 안정성에 우위를 주는

결과를 가져오게 한다.

본 연구의 제한 점으로는 연구의 대상자 수가 작고, 대상자들이 정상적인 활동과 의사소통이 가능한 노인 이긴 하지만 인지상태를 고려하지 않았다는 점으로 인해 일반화시키기에 어려움이 따른다. 앞으로의 연구에서는 신체적인 환경적 조건뿐만이 아닌 인지 수준을 고려하고 대상자 수를 충분히 확보한 상태에서 보행패턴에 대한 보다 세부적인 연구가 필요하다고 본다.

## V. 결론

두 집단의 보행결과 분석 결과를 통해 실외 보행환경에서 충분히 실내와 같은 보행 조건을 고려 했음에도 40대는 환경의 변화에 영향을 받지 않고 실내와 실외 환경에서의 보행속도가 일정한 반면, 노인은 실외환경 보행속도가 느려지고 추진력에서 40대와 비교해 차이를 보인다는 것을 알 수 있었다. 보행의 중요한 역할을 하는 굽힘 근육인 넙다리 두갈래근과 발바닥 굽힘근의 활성이 두 집단에서 차이가 난것은 노인이 외부의 공간적인 다양한 환경자극의 감각통합 문제 및 적응 지연 등으로 인해 중추신경계의 자동적인 보호기전 조절이 작용하여 낙상을 예방하기 위해 우선적으로 추진력을 낮추며자세의 안정성을 확보하고 동작의 정확성을 기한 것으로 생각되어 진다. 즉, 젊은 사람들은 외부 환경에서 보다 적극적으로 보행의 변수에 빨리 적응하고 역동적으로 조절하는 반면 노인은 보호받지 못하면 오히려 보행 자체가 안정적으로 유지시키는 경향을 보이는 것이다. 그렇기 때문에 젊은 사람과 비슷한 신체 조건을 가진 노인이더라도 실외환경에서는 보행속도와 근 활성 등에서 차이를 나타낼 수 있기 때문에 각 환경적 변화에 따른 보행 특성의 변화를 고려하지 않는다면 감각통합 과정의 지연과 균형 상실로 인한 자세 불안과 낙상사고 등으로 이어질 수 있으므로 노인에게 있어 나이와 장소 변화에 영향을 덜 받는 정상보행과 움직임을 유지시키려고 한다면 노화의 연령을 고려하여 사전에 관련 프로그램 및 이를 시행하려는 장소가 노인들에게 익숙한 환경이 될 수 있도록 노출 횟수 등의 늘려주거나, 동작속도의 점진적 조절을 통한 반복적이



고 정확한 동작 수행에 초점을 맞추어 그 차이를 보완할 수 있는 접근방법을 권장한다.

## References

- Amadottir S, Mercer V. Effects of footwear on Measurements of balance and gait in women between the ages of 65 and 93 years. *Physical Therapy*. 2000;80(1):17-27.
- Bounder BR, Wanger MB. Functional performance in older adult (3rd edition). Philadelphia, F. A. Davis Company. 2001.
- Cho JH. A life-course model on physical activity promotion and assessment. *KSME*. 2011;13(3):1-16.
- Choi JS, Oh HS, Kang DW, et al. Comparison of Differences among Alzheimer's Disease, Mild Cognitive Impairment and Healthy Elderly using Gait and Cognitive function. *KSPE*. 2010;2(1):1403-6.
- Collins JJ, De Luca CJ, Burrows A, et al. Age-related changes in open-loop and close-loop postural control mechanisms. *Exp Brain Res*. 1995;104(3):480-92.
- Cram JR, Kasman GS, Holtz J. Introduction to surface electromyography. Maryland, Jonsen & Bartlett publishers. 1998.
- Hahn M, Farley A, Lin V, et al. Neural network estimation of balance control during locomotion. *Journal of Biomechanics*. 2005;38(4):717-24.
- Herman T, Giladi N, Gurevich T, et al. Gait instability and fractal dynamics of older adult with a "cautions" Gait why do certain older walk fearfully?. *Gait posture*. 2005;21(2):178-85.
- Hislop H, Montgomery J. Daniels and Worthingham's muscle testing (sixth edition). Pennsylvania. W.B saunders. 1995.
- Hong HH, Park SK. Vertical Limb Stiffness Increased with Gait Speed in the Elderly. *JKSPE*. 2011;28(6):687-93.
- Jeong TG, Park JS, Choi JD, et al. The Effects of Sensorimotor Training on Balance and Muscle Activation During Gait in Older Adult. *KSPT*. 2011;23(4):29-36.
- Kim JY, Tack GR, Choi JS, et al. Comparison of Body Part Variability According to Illumination and Gait-speed using Accelerometers. *KSPE*. 2014;2(1):791.
- Kim SJ, Choi BK. The Effect of Age and Speed Tendency on the Anticipation Timing. *Korean Journal of SportPhysiology*. 2000;11(1):19-30.
- Lee SY, Son GS, Jeon HJ, et al. The effects of therapeutic exercise on the balance and gait in older adults. *J Kor Soc Phys Ther*. 2007;19(2):1-10.
- McGibbon CA, Krebs DE. Discriminating age and disability effects in locomotion: neuromuscular adaptations in musculoskeletal pathology. *J Appl Physiol*. 2004; 96(1):149-60.
- Minetti AE, Capelli C, Zamparo P, et al. Effects of stride frequency on mechanical power and energy expenditure of walking. *Med Sci Sports Exerc*. 1995;27(8):1194-202.
- Muir BC, Rietdyk S, Haddad JM. Gait initiation: the first four step in adults aged 20-25years, 60-79years, and 81-91years. *Gait Posture*. 2014;39(1):490-4.
- Park MH, Park HI, Oh DW. The Relationship between Physical Characteristics and Walking Ability in Elderly: A Cross-Sectional Study, KAIS. 2012;13(6):2664-71.
- Perry J. Gait analysis: Normal gait and Pathological Function. Korea. Youngmun publishers,. 1992.
- Plotnik M, Giladi N, Dagan Y, et al. Postural instability and fall risk in Parkinson's disease: impaired dual tasking pacing, and bilateral coordination of gait during "ON" medication state. *Exp Brain Res*. 2011;210(3-4): 529-38.
- Robinovitch SN, Heller B, Lui A, et al. Effect of strength and speed of torque development on balance recovery with the ankle strategy. *J Neurophysiol*. 2002;88(2): 613-20.
- Schmitz A, Silder A, Heiderscheid B, et al. Differences in lower-extremity muscular activation during walking between healthy older and young adults. *J ElectromyogrKinesiol*. 2009;19(6):1085-91.

- Simondson JA, Goldie P, Greenwood KM. The Mobility Scale for Acute Stroke Patients: concurrent validity. *Clin Rehabil.* 2003;17(5):558-64.
- Skinner HB, Barrack RL. Ankle weighting effect on gait in able bodied adults. *Arch Phys Med Rehabil.* 1990;71(2):112-5.
- Son HH, Kim EJ. Analysis of Spatio-Temporal Parameters of Gait in Elderly by Various Walking Pathways Width. *JKCA.* 2013;13(10):444-51.
- Terrier P, Tumer V, Schulz. GPS analysis of human locomotion: Further evidence for long-range correlations in stride-to-stride fluctuations of gait parameters. 2005;24(1):97-115.
- Walker N, Philbin DA, Fisk AD. Age-related differences in movement control: adjusting submovement structure to optimize performance. *J Gerontol B Psychol Sci Soc sci.* 1997;52(1):40-52.