

## 노르딕 워킹과 일반 보행의 효율성 비교 분석

김로빈<sup>1</sup> · 조준행<sup>2</sup>

<sup>1</sup>한성대학교 교양교직학부 · <sup>2</sup>연세대학교 교육과학대학 체육교육학과

### Comparative Analysis of Nordic Walking and Normal Gait Based on Efficiency

Ro-Bin Kim<sup>1</sup> · Joon-Haeng Cho<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Department of Liberal Arts and Science, Hansung University, Seoul, Korea

<sup>2</sup>Department of Physical Education, College of Science in Education, Yonsei University, Seoul, Korea

Received 30 October 2010; Received in revised form 03 December 2010; Accepted 15 December 2010

#### ABSTRACT

The purpose of this study were to analyze the changes in kinematic and kinetic parameters and to find biomechanical benefits of Nordic Walking and normal gait performed under the same velocity. Nine participants(age: 26.73±3.28 year, height: 182.45±4.62 cm, weight: 76.59±6.84 kg) was chosen. The velocity of gait was set by 5.75 km/h which was made by a Nordic Walking professional. The data were collected by using VICON with 8 cameras to analyze kinematic variables with 200 Hz and force platform to analyze kinetic variables with 2000 Hz. The results of this study were as follows. First, when compared with Normal gait, Nordic Walking group showed decreased Plantarflexion angle and ROM. Second, Nordic Walking group showed decreased knee flexion angle and ROM. Third, Nordic Walking group showed increased hip joint movement. Fourth, Nordic Walking group showed higher active GRF but decreased loading rate from delayed Peak Vertical GRF time and increased impulse. Fifth, Nordic Walking group showed longer ground contact time. Through this study, we found that Nordic Walking showed higher stability and efficiency during gait than normal gait and that Nordic Walking may help people who have walking difficulties.

*Keywords* : Biomechanical Benefit, Nordic Walking, Kinematics, Kinetics

## I. 서론

노르딕 워킹(Nordic Walking)은 북유럽에서 매우 인기 있는 운동으로써(Jan, Lars, Tom & Claus, 2010), 양손에 스키의 폴대(ski pole)와 같은 스틱(stick)을 짚고 몸을 앞으로 밀고 나간다는 느낌으로 걷는 운동이다. 보행을 하는 동안 양손으로 폴을 사용하기 때문에 팔, 어깨, 가슴 등 상체의 여러 근육을 함께 사

용 하게 되므로 일반 걷기 운동보다 칼로리 소비량과 산소소비량이 현저히 증가하는 형태의 운동이다(Evans, Potteiger, Bray & Tuttle, 1994). 또한 누구나 어려움 없이 손쉽게 배울 수 있으며, 하지와 더불어 상지의 움직임도 동시에 사용하기 때문에 전신 운동이 되는 건강 보행이라 할 수 있다.

폴을 사용하는 방법으로 인하여 일반 걷기에 비해 안정성이 높아짐으로 연령이 많은 사람들과 정형 외과적 이상이 있는 사람들 그리고 신체균형에 이상이 있는 사람들의 신체활동을 증진시키는데 유용하고(Timothy, Conrad & Gina, 2002) 현재 국내에서도 많은 사람들이 관심을 갖고 있으며, 일상적인 보행 운동과 재활 운동으로써 인기와 관심이 높아지고 있는 추세이다.

Corresponding Author : Joon-Haeng Cho  
Department of Physical Education, College of Science in Education,  
Yonsei University, Shinchon-Dong, Seodaemun-Gu, Seoul, Korea  
Tel : +82-2-2123-4720 / Fax : +82-2-356-0942  
E-mail : zzoan47@hanmail.net  
본 연구는 한성대학교 교내 연구비 지원과제임

노르딕 워킹은 관절염 환자들에게 수중 재활 운동(Templeton, Booth & O'Kelly, 1996; Wider & Brennan, 1993)과 더불어 효과적인 재활 치료의 방법으로 사용되며, 임상적인 효과에 대한 검증도 이루어지고 있다(김정규, 노성규, 2009).

관절염 환자들은 보행을 하는 동안 하지 관절에서 발생하는 부하에 의해 통증을 느끼게 되며, 통증에 의한 움직임의 제한은 근 기능의 약화를 가중시키게 되고(Ettinger & Afable, 1994; Leena, Dorothy, Dunlop & Cahue, 2003), 근 위축에 의한 근력의 부족과 균형 감각의 감소는 낙상으로 연결될 수 있는 가능성이 높다고 하였다(홍은정, 2007).

노르딕 워킹의 장점은 하지의 움직임뿐만 아니라 상지의 움직임을 동시에 사용하기 때문에 하지 관절에 걸리는 부하를 줄여줄 수 있고 부하의 감소는 하지 관절 중 무릎 관절의 손상을 예방하는데 효과가 있으며(Kreuzriegler, Gollner & Fichtner, 2002; Willson, Torry, Decker, Kemozer & Steadman, 2001), 걷는 동안 발생하는 부하의 감소는 통증을 감소시켜 줌으로써 걷는 양을 증가시켜주게 되어 근력을 증가시키는데 도움을 주게 된다고 하였다(Danneskoild - Samsøe, Lyngberg, Risum & Telling, 1987; Templeton et al., 1996; Kreuzriegler et al., 2002; Willson et al., 2001). 인체에서 근력의 부족은 움직임을 하는 동안 부정적인 영향을 미치게 되는데, 이처럼 노르딕 워킹은 근력을 증가시켜 주는 긍정적인 효과가 있다는 것이다.

이러한 이유로 노르딕 워킹을 통한 운동량의 증가는 심혈관계의 능력을 향상시키는데도 효과가 있어 관절염 환자뿐만 아니라 당뇨병과 심혈관 질환, 신경 질환을 가진 대상자들에게도 매우 효과적이라고 보고하였다(Oakley, Zwierska, Tew, Beard & Saxton, 2008).

이와 같은 선행연구들을 살펴보면 노르딕 워킹은 생체역학적인 측면에서 하지 관절에 부하를 감소시켜줌으로써 생리학적인 이점들이 있다고 설명하고 있다. 그러나 생리학적 측면에서의 이점들은 정량적인 분석을 통해 명확하게 밝히고는 있지만 생체역학적인 측면에서의 이점들의 분석은 부족한 실정이며, 명확한 연구결과가 미흡하다는 문제점을 가지고 있다.

따라서 본 연구에서는 동일한 속도에서의 노르딕 워킹과 일반 보행을 운동학적, 운동역학적으로 분석하여 노르딕 워킹의 생체역학적인 이점들을 찾는데 그 목적이 있다. 더 나아가 보행에 어려움을 가진 대상자들에게 유용한 정보를 제공하고자 한다.

## II. 연구방법

### 1. 연구 대상자

본 연구에서는 노르딕 워킹 경험이 없는 총 16명의 대상자들이 참가를 하였다. 노르딕 워킹 전문가에 의해 노르딕 워킹 트레이닝이 실시된 이후 전문가에 의해 노르딕 워킹 동작이 가능하다고 판단되어진 9명(나이: 26.73±3.28 year, 신장: 182.45±4.62 cm, 체중: 76.59±6.84 kg)의 대상자들이 선별되어 실험에 참가하게 되었다.

이들 모두는 축구 킥 시 주 사용발이 오른발이었으며, 최근 6개월 간 하지 관절과 전신에 어떠한 부상 경험도 없는 자들로 선정하였다. 실험 전 대상자 모두에게 실험에 대한 목적과 방법을 충분히 이해시켰으며, 참가 신청서를 받은 후 본 실험을 실시하였다.

### 2. 실험 방법

본 실험은 모 대학교 운동역학 실험실에서 실시되었으며, 실험 전 모든 대상자들은 부상예방을 위해 10분간의 준비운동과 워밍업을 실시하였다. 실험 전 모든 대상자들에게 스판 재질의 운동복과 동일한 제품의 운동화(Adidas : FTY No.CLU 600001)를 착용한 후 전신의 해부학적 경계점에 14 mm 구형반사마커 35개를 <Figure 1>과 같이 부착하였다.

본 실험에서의 보행 속도는 전문가의 노르딕 워킹 속도를 10회 측정하여 평균값인 5.75 km/h로 설정하였으며, 오차범위는 ±5%로써 5.4 ~ 6 km/h로 설정하였다. 보행 속도의 변화는 TKK 1274 running timer 2대(TATKEI 제품)를 주행로 방향 옆에 평행으로 설치하여 통제하였다. 노르딕 워킹과 일반 보행은 각 대상자들 마다 성공적인 5회의 보행이 나올 때까지 실시하였다.

각각 5회의 속도를 측정한 결과 일반 보행은 5.73±.11 km/h였으며, 노르딕 워킹은 5.74±.10 km/h로써 통계적으로 유의한 차이가 없는 동일한 속도로 보행을 실시하였다.

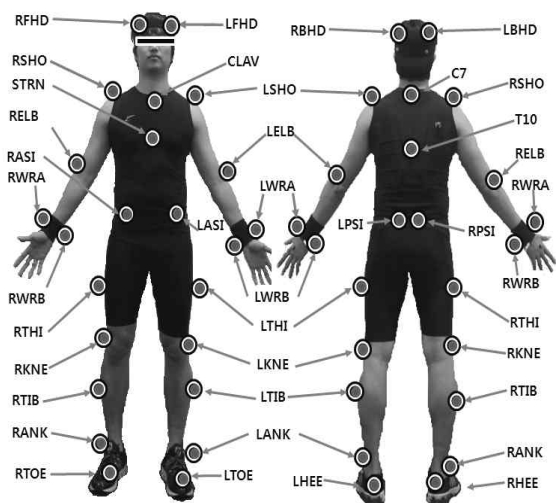


Figure 1. Marker attachment

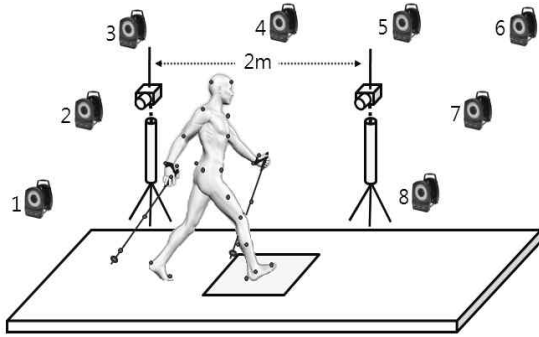


Figure 2. A set of experimentation

### 3. 자료 수집

노르딕 워킹과 일반 보행에 대한 동작분석을 위해 8대의 적외선 카메라(Vicon MX-F20, Oxford Metric Ltd, Oxford, UK)를 사용하였으며, 200 Hz로 영상 데이터를 수집하였다.

인체의 해부학적 경계점에 반사 마커를 부착하기 전 신장과 체중을 측정하였으며, 캘리퍼와 줄자를 이용하여 각 관절의 너비와 길이를 측정함으로써 상지 및 하지 관절의 중심 좌표를 구하였다.

보행 시 발생하는 지면반력 데이터를 수집하기 위해 1대의 지면반력기(ORG-6, AMTI, Watertown, MA)를 주행로의 높이와 맞추기 위해 바닥에 묻어 사용하였으며, 2000 Hz로 수집하였다.

### 4. 변인 계산

노르딕 워킹과 일반 보행 시 하지 관절의 움직임과 그에 따른 지면반력의 차이를 살펴보기 위해 오른발의 지지구간(support phase)을 분석하였으며(Benjamin, Darrly & Clifford, 2009; Cavanagh & Lafortune, 1980; 이경옥, 김지연, 2001), 분석을 위한 동작 구간은 다음과 같다.

- 1) 뒤꿈치 접지 (HC : Heel Contact) : 보행 중 오른발의 뒤꿈치가 지면반력기에 닿는 순간
- 2) 최대 수동적 수직지면반력 시점 (APMV : At Passive Max VGRF) : HC 후 최대 수직지면반력이 발생하는 시점
- 3) 최대 능동적 수직지면반력 시점 (AAMV : At Active Max VGRF) : 최대 수동적 수직지면반력 시점 이후 최대 수직지면반력이 발생하는 시점
- 4) 발가락 들림 시점 (ATO : At Toe Off) : 지면반력기에서 앞꿈치가 떨어지는 시점

운동학적 변인 분석으로는 보행 시 뒤꿈치 접지 시점과 최대 수동적 수직지면반력 발생 시점, 최대 능동적 수직지면반력

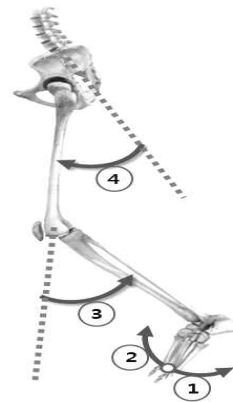


Figure 3. Movement

발생 시점 그리고 발가락 들림 시점에서의 발목, 무릎, 엉덩 관절의 시상면적 움직임을 분석하였다(Figure 3). 더불어 각 관절의 최대각과 최소각 그리고 전체의 가동범위를 분석하였다.

운동역학적 변인 분석으로는 최대 수직지면반력과 부하율, 충격량 등을 분석하였다.

본 실험에 참가한 대상자들의 몸무게는 모두 다르기 때문에 수집된 지면반력 데이터는 각 대상자들의 몸무게(body weight)로 나누어 일반화(normalization)하여 계산하였다. 수집된 지면반력 데이터는 원자료(raw data)를 사용하였으며, Labview 6.1 version을 이용하여 결과를 계산하였다.

Table 1. Lower extremity movement

No	movement	direction
①	ankle plantarflexion	-
②	ankle dorsiflexion	+
③	knee flexion	+
④	hip flexion	+

### 5. 통계 처리

각 대상자들은 노르딕 워킹과 일반 보행을 동일한 속도에서 각각 5회 실시하였으며, 운동학적, 운동역학적 변인들은 모두 성공적인 5회의 평균값으로 구하였다. 두 가지 보행 형태에 따른 변인들의 차이는 SPSS 17.0 통계패키지 내의 Paired t-test를 이용하였으며, 유의도 수준은  $p < .05$ 로 설정하였다.

## III. 연구결과

<Table 2>는 노르딕 워킹과 일반 보행 시 각 시점별 발목,

Table 2. Lower extremity angle

(unit: deg)

	Gait type	ankle				knee				hip			
		Mean	SD	t	p	Mean	SD	t	p	Mean	SD	t	p
HC	W	4.00	3.35	1.704	.127	2.32	4.05	1.452	.185	31.05	4.65	-5.908	.000***
	NW	3.27	2.89			1.55	4.11			32.64	5.12		
APMV	W	-91	4.28	.406	.695	17.73	7.62	-1.403	.198	25.82	5.35	-1.160	.279
	NW	-1.23	5.76			18.91	7.69			27.12	5.16		
AAMV	W	8.14	5.70	-6.332	.000***	3.66	5.74	-1.687	.130	-11.64	5.54	3.077	.015*
	NW	9.86	5.66			4.53	5.12			-15.17	5.23		
ATO	W	-18.67	5.16	-3.097	.015*	36.91	5.55	4.973	.001**	-8.55	6.15	2.876	.021*
	NW	-16.35	6.16			34.44	5.29			-10.93	5.71		
ROM	W	28.25	2.63	.450	.665	36.82	3.95	3.241	.012*	47.61	3.68	-5.383	.001**
	NW	27.93	2.58			34.73	3.09			50.68	3.07		
Max angle	W	9.59	4.38	-3.756	.006**	36.91	5.55	5.003	.001**	31.06	4.66	-5.913	.000***
	NW	10.95	4.81			34.46	5.27			32.82	5.16		
Min angle	W	-18.67	5.16	-2.385	.044*	.09	4.82	.598	.566	-16.55	5.89	2.074	.072
	NW	-16.98	5.91			-.26	4.23			-17.86	5.66		

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

HC : Heel Contact, APMV : At Passive Maximum VGRF, AAMV : At Active Maximum VGRF, ATO : At Toe Off, ROM : Range Of Motion, W : Walking, NW : Nordic Walking

무릎, 엉덩 관절의 움직임과 각 관절의 최대, 최소 그리고 전체의 관절 가동범위를 나타낸 것이다. 노르딕 워킹 시 발목 관절의 움직임을 살펴본 결과 최대 능동적 수직지면반력 발생 시점에서 배측굴곡각은 큰 것으로 나타났으며( $p < .05$ ), 발가락 들림시점에서 족저굴곡각은 작은 것으로 나타났으며( $p < .05$ ). 또한 최대 배측굴곡각은 크고 최대 족저굴곡각은 작은 것으로 나타났다( $p < .05$ ).

노르딕 워킹 시 엉덩 관절의 움직임을 살펴본 결과 뒤꿈치 접지 시점에서 엉덩 굴곡각이 컸으며( $p < .05$ ), 최대 능동적 수직지면반력 발생 시점과 발가락 들림 시점에서 엉덩 신전각이 큰 것으로 나타났고( $p < .05$ ), 전체의 관절 가동범위와 최대 엉덩 굴곡각은 큰 것으로 나타났다( $p < .05$ ).

<Table 3>은 노르딕 워킹과 일반 보행 시 수직지면반력과 소요시간을 나타낸 것이다. 수직지면반력에 대해 살펴본 결과 노르딕 워킹에서 최대 능동적 수직지면반력이 크게 나타났으며( $p < .05$ ), 최대 수동적 수직지면반력과 최대 능동적 수직지면반력이 발생하는 시간은 더 소요된 것으로 나타났다( $p < .05$ ).

Table 3. Peak VGRF & time

	gait type	Peak values(BW)				time(sec)			
		Mean	SD	t	p	Mean	SD	t	p
PPVGRF	W	1.20	.09	.477	.646	.14	.01	-3.000	.017*
	NW	1.19	.10			.15	.01		
PAVGRF	W	1.11	.06	-2.721	.026*	.50	.02	-3.877	.005**
	NW	1.14	.06			.53	.02		

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

PPVGRF : Peak Passive VGRF, PAVGRF : Peak Active VGRF, W : Walking, NW : Nordic Walking

Table 4. Loading rate, impulse & contact time

	gait type	Mean	SD	t	p
1st loading rate(N/BW/s)	W	86.67	12.44	2.883	.020*
	NW	79.79	9.24		
2st loading rate(N/BW/s)	W	22.34	1.36	2.350	.047*
	NW	21.54	1.36		
impulse (N/BW · s/kg)	W	343.76	22.54	-2.332	.048*
	NW	367.22	18.97		
contact time(sec)	W	.65	.02	-4.600	.002**
	NW	.68	.02		

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

W : Walking, NW : Nordic Walking

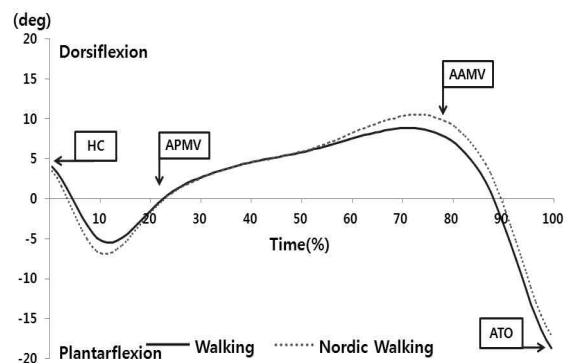


Figure 4. Ankle dorsi/plantar flexion

<Table 4>는 노르딕 워킹과 일반 보행 시 부하율과 충격량 그리고 접지시간을 나타낸 것이다. 노르딕 워킹에서 1차 부하율과 2차 부하율이 낮게 나타났으며( $p < .05$ ), 충격량은 크고 접지시간은 길게 나타났다( $p < .05$ ).

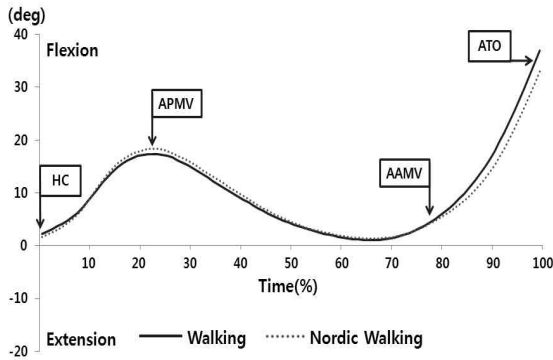


Figure 5. Knee flexion/extension

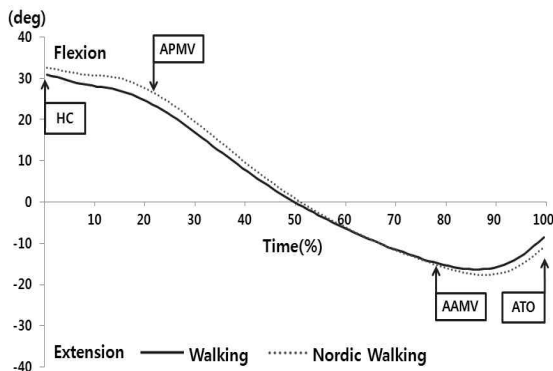


Figure 6. Hip flexion/extension

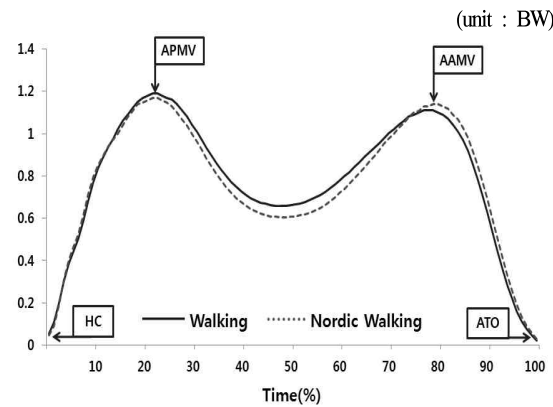


Figure 7. Vertical ground reaction force

### IV. 논 의

본 연구에서는 동일한 속도에서의 노르딕 워킹과 일반 보행을 분석함으로써 하지 관절 움직임의 차이점과 지면반력을 통한 운동역학적 차이점을 살펴보았다.

노르딕 워킹은 일반 보행에 비해 발목의 배측굴곡각은 증가시키

고( $p < .05$ ), 족저굴곡각은 감소시켜 보행하는 것으로 나타났다( $p < .05$ ).

정철수, 신인식, 서정석, 은선덕, 및 인권(2001)과 문곤성(2005)은 보행 속도에 따른 발목 관절의 움직임을 살펴본 결과 통계적으로는 차이가 나타나지 않았지만 보행 속도의 증가는 배측굴곡각과 족저굴곡각 모두를 증가시키는 경향이 있다고 보고하였다. 김로빈, 이성철, 및 진영완(2000)은 보행 속도의 증가는 발목 관절의 족저굴곡각을 증가시킨다고 보고하였고, Winter(1983)와 Fujita et al., (1983)은 보행의 속도를 증가시키기 위해서는 추진력이 필요하며, 추진력을 얻기 위해서는 보행 시 족저굴곡각을 증가시켜야 한다고 하였다.

하지만 본 연구에서는 노르딕 워킹은 일반 보행에 비해 발가락 들림 시점에서의 족저굴곡각이 낮은 것으로 나타났다( $p < .05$ ). 족저굴곡각이 낮음에도 불구하고 동일한 속도를 유지할 수 있었던 것은 보행 시 노르딕 폴대를 사용한 것과 엉덩관절의 움직임이 증가하였기 때문에 가능한 것으로 생각된다.

또한 노르딕 워킹은 보행을 하는 동안 발목의 최대 배측굴곡각을 증가시켜주는 것으로 나타났는데, Caulfield와 Garrett(2002)은 배측굴곡각을 증가시키게 되면 발목에 잠김현상(locking)이 발생하여 안정성이 증가된다고 하였으며, 이로 인해 전거비 인대(anterior talofibular ligament)의 손상을 막아준다고 하였다.

이와 같은 결과들이 의미하는 것은 노르딕 워킹이 발목의 배측굴곡각을 증가시켜 안정성을 증가시켜주면서도 적은 움직임으로 충분한 추진력을 발생시켜주었기 때문에 효과적인 보행이 된다는 것으로 생각된다.

무릎 관절의 움직임을 살펴본 결과 노르딕 워킹은 일반 보행에 비해 무릎 관절의 굴곡과 관절 가동범위가 낮은 것으로 나타났다( $p < .05$ ). 신성휴, 이효근, 및 권문석(2008)은 보행 속도에 따른 하지 관절에 대한 분석에서 최대 신전 모멘트 발생시점에서 무릎 굴곡각이 증가한다고 하였고, 김로빈 등(2000)은 보행 속도의 증가는 보행 시 무릎 관절의 신전각을 증가시킨다고 보고하였다.

Rafael et al., (2008)과 Escamilla et al., (2009)은 체중의 부하와 함께 무릎 굴곡각의 증가는 슬개대퇴통증 증후군(PFPS : patellofemoral pain syndrome)의 원인 중 하나인 슬개대퇴 압박력(patellofemoral compressive force)을 증가시킨다고 보고 하였다. 보행에 어려움을 갖고 있는 관절염 환자들에게 있어 보행을 하는 동안 체중부하와 함께 무릎 굴곡각의 증가는 무릎 관절에 통증을 유발시킬 수 있게 된다.

본 연구에서는 노르딕 워킹과 일반 보행이 동일한 속도임에도 노르딕 워킹에서는 무릎 관절의 굴곡과 신전 등의 움직임을 제한하고 보행하는 것을 알 수가 있었다.

이러한 보행의 형태는 무릎 관절에 가중되는 부하를 감소시

켜 줌으로써 보행에 어려움을 가진 대상자들에게 도움을 줄 수 있을 것으로 판단된다.

신성휴 등(2008)은 보행 속도가 증가할 경우 엉덩 관절의 움직임이 증가되는 현상이 나타난다고 보고하였다.

본 연구의 결과 동일한 속도로 보행을 할 경우 노르딕 워킹은 일반 보행에 비해 엉덩 관절의 굴곡과 신전 동작, 전체의 관절 가동범위 그리고 최대 굴곡각이 큰 것으로 나타났다( $p < .05$ ).

인체는 연결된 고리(kinetic chain)이기 때문에 한 관절의 제한은 다른 관절에서 보상작용으로 나타나게 되는데(Power, 2003; Fry, Smith & Schilling, 2003), 노르딕 워킹은 엉덩 관절의 움직임을 증가시킴으로써 발목과 무릎 관절의 부족한 움직임으로도 동일한 속도의 보행을 가능하게 해준 것으로 판단된다.

지금까지의 운동학적 결과들을 종합해 보면 노르딕 워킹은 일반 보행에 비해 발목 관절의 배측굴곡각은 증가시키고 족저굴곡각은 감소시켰으며, 무릎 관절은 굴곡각과 전체의 관절 가동범위를 감소시켰고 이에 따른 엉덩 관절에서의 움직임은 증가시켜 보행하는 것으로 나타났다.

보행 및 달리기와 같은 운동은 움직임 동안 하지 관절에 반복적이고 지속적인 충격이 전달되어지기 때문에 적절치 못한 강도와 잘못된 방법으로 실시할 경우 상해를 입을 수 있게 된다. 또한 보행 중 입각기 동안 인체는 지면반력에 의한 스트레스를 직접적으로 받게 되므로 최대 수직지면반력과 소요시간, 충격량 그리고 부하율을 분석하는 것이 중요하다(이경옥, 김지연, 2001).

Benjamin et al., (2009)은 관절염을 가진 노인 대상자들에게 정상보행과 워킹 폴(walking pole)을 이용한 보행을 실험한 결과 워킹 폴을 이용한 보행 시 수직지면반력이 줄어들었다고 보고하였다. 그렇기 때문에 일반 보행에 비해 폴을 이용한 보행은 수직지면반력을 줄여 줌으로써 보행에 어려움을 가진 대상자들에게 효과가 있을 것으로 보고하였다. 하지만 본 실험 결과 최대 능동적 수직지면반력은 노르딕 워킹 시 유의하게 증가한 것으로 나타났다( $p < .05$ ). 반면 각각의 수직지면반력이 발생하는 시점까지의 소요시간이 연장됨으로써 각각의 부하율은 감소한 것으로 나타났다( $p < .05$ ).

이처럼 보행을 하는 동안 반복적으로 발생하는 부하율의 감소는 상해와 관련된 요소들을 감소시켜 줄 수 있다는 것을 의미하며, 줄어든 부하율은 노르딕 워킹이 보행에 어려움을 가진 대상자들에게 보행의 기능을 향상시켜줄 것으로 생각된다.

더불어 소요시간의 연장으로 인한 충격량은 증가하였으며, 발이 지면에 머물게 되는 접지시간은 증가한 것으로 나타났다.

인간이 정상적인 보행을 하기 위해서는 중력에 대항할 수 있는 능력, 평형성을 유지할 수 있는 능력, 발을 앞으로 내딛을 수 있는 능력 등의 3가지 생체역학적인 기전이 필요하다

(Dimitrijevic & Larsson, 1981). 또한 인간의 보행은 여러 가지 기관계(organ system)의 기능을 통합하여 사용할 때 가능한 복잡하고 효율성이 높은 운동이다(Bohannon, 1987). 따라서 어느 한 가지 기능에 장애가 발생하게 되면 기본적인 보행의 양식을 흐트리기 때문에 보행의 효율성을 떨어트리게 된다(Bowker, 1988). 이와 같은 이유로 인해 하지 관절에 기능적 장애를 갖고 있는 사람들은 보행에 어려움을 가질 수밖에 없을 것이다.

또한 인간은 2족 보행을 하기 때문에 4족 보행에 비해 평형성이 쉽게 무너질 수 있지만 노르딕 워킹은 인간의 기본적인 2족 보행의 형태에서 노르딕 폴대를 이용하여 허리의 굴곡 없이도 4족 보행의 형태를 가능하게 한다.

따라서 노르딕 워킹은 일반인들뿐만 아니라 보행에 어려움이 있는 대상자들에게도 안정성을 높여주고 효율성을 증가시켜 줄 수 있는 좋은 보행 방법으로 제시할 수 있을 것이다.

## V. 결론 및 제언

본 연구는 동일한 속도에서의 노르딕 워킹과 일반 보행의 형태를 운동학적, 운동역학적 차이점을 분석하는데 그 목적이 있다. 본 연구에서 살펴본 발목, 무릎, 엉덩 관절의 운동학적 변인들과 지면반력에 대한 분석 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 노르딕 워킹에서는 일반 보행에 비해 발목의 배측굴곡각은 크게 나타났으나 족저굴곡각과 관절 가동범위는 작은 것으로 나타났다.
2. 노르딕 워킹에서는 일반 보행에 비해 무릎의 굴곡각과 관절 가동범위가 작은 것으로 나타났다.
3. 노르딕 워킹에서는 일반 보행에 비해 엉덩 관절의 움직임을 증가시켜 보행하는 것으로 나타났다.
4. 노르딕 워킹에서는 일반 보행에 비해 능동적 수직지면반력은 크게 나타났고 소요시간이 연장되었다. 이에 따른 부하율은 낮고 충격량은 큰 것으로 나타났다.
5. 노르딕 워킹에서는 일반 보행에 비해 접지시간이 길었던 것으로 나타났다.

본 연구에서의 결과들은 노르딕 워킹이 일반 보행에 비해 효율성과 안정성이 높은 것으로 나타났다. 이러한 노르딕 워킹의 장점은 일반인들과 보행에 어려움이 있는 대상자들에게 보행에 대한 안정성과 더불어 효율성을 증가시켜 줄 것으로 판단된다. 추후 연구에서는 정확한 노르딕 워킹의 효과를 검증하기 위해 노르딕 워킹 트레이닝을 통한 여러 가지 운동역학적 변화에 대한 연구들도 심도 있게 진행되어야 할 것이다.

## 참고문헌

- 김로빈, 이성철, 진영완(2000). 보행 시 속도변화에 따른 하지관절의 운동역학적 분석. *한국체육학회지*, 39(4), 675-687.
- 김정규, 노성규(2009). 노르딕 걷기와 수중 운동이 퇴행성 슬관절염 환자의 산화적 스트레스와 통증 반응에 미치는 영향. *운동과학회지*, 18(4), 549-558.
- 문근성(2005). 보행 속도 변화에 따른 발목 관절의 운동학적 분석과 하퇴 근육의 근전도 분석. *한국운동역학회지*, 15(1), 177-195.
- 신성휴, 이효근, 권문석(2008). 보행 속도에 따른 하지관절의 각도와 모멘트의 상관관계. *한국운동역학회지*, 18(2), 77-83.
- 이경옥, 김지연(2001). 경사도와 속도에 따른 트레드밀 보행의 운동역학적 분석. *한국운동역학회지*, 40(3), 911-922.
- 정철수, 신인식, 서정석, 은선덕, 인권(2001). 연령과 속도에 따른 보행 형태와 역학적 효율성 비교. *한국운동역학회지*, 10(2), 205-219.
- 홍은정(2007). 8주간의 운동프로그램이 퇴행성 슬관절염 고령 여성의 관절의 기능상태, 근력, 유연성 및 평형성에 미치는 효과. 미간행 석사학위논문. 건양대학교 보건복지 대학원.
- Benjamin, J. F., Darryl, D. D., & Clifford, W. C.(2009). Effective gait patterns for offloading the medial compartment of the knee. *Journal of Orthopaedic Research August*, 27, 1016-1021.
- Bohannon, R. W.(1987). Gait performance of hemiparetic patients. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 68, 777-781.
- Bowker, P.(1988). The measurement of gait. *Clinical Rehabilitation*, 2, 89-97.
- Caulfield, B. M., & Garrett, M.(2002). Functional instability of the ankle : differences in patterns of ankle and knee movement prior to and post landing in a single leg jump. *International Journal of Sports Medicine*, 23(1), 64-68.
- Cavanagh, P. R., & LaFortune, M. A.(1980). Ground reaction forces in distance running. *Journal of Biomechanics*, 13, 397-406.
- Danneskoild, S. B., Lyngberg, K., Risum, T., & Telling, M.(1987). The effect of exercise therapy given to patients with rheumatoid arthritis. *Scandinavian Journal of Rehabilitation Medicine*, 19(1), 31-35.
- Dimitrijevic, M. R., & Larsson, L. E.(1981). Neural control of gait: Clinical Neurophysiological Aspects. *Applied Neuropsychology*, 44,152-159.
- Escamilla, R. F., Zheng, N., Macleod, T. D., Edwards, W. B., Imamura, R., Hreljac, A., Fleisig, G. S., Wilk, K. E., Moorman, C. T., & Andrews, J. R.(2009). Patellofemoral joint force and stress during the wall squat and one-leg squat. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 41(4), 879-888.
- Ettinger, W. H., & Afable, R. F.(1994). Physical disability from knee osteoarthritis : The role of exercise as an intervention. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 26(12), 1435-1440.
- Evans, B. W., Potteiger, J. A., Bray, M. C., & Tuttle, J. L.(1994). Metabolic and hemodynamic responses to walking with hand weights in older individuals. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 26(8), 1047-52.
- Fry, A. C., Smith, J. C., & Schilling, B. K.(2003). Effect of knee position on hip and knee torques during the barbell squat. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 17(4), 629-633.
- Fujita, M., Matsusaka, N., Norimatsu, T., Chiba, G., Hayashi, T., Miyasaki, M., Yamaguchi, K., Suzuki, R., & Itai, T. (1983). Motion and role of the MP joints in walking. *Biomechanics*, VIII-A. 467-470.
- Jan, H., Lars, M., Tom, B., & Claus, M.(2010). Supervised and non-supervised Nordic walking in the treatment of chronic low back pain : a single blind randomized clinical trial. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 11, 30-39.
- Kreuzriegler, F., Gollner, E., & Fichtner, H.(2002). Dasist Nordic Walking. Ausrustung, Technik, Training. Munchen-Jena. 1. : *Urban & Fischer Verlag, Auflage*, 98.
- Leena, S., Dorothy, D., Dunlop, S., & Cahue, B.(2003). Quadriceps strength and osteoarthritis progression in malaligned and lax knees. *Annals of Internal Medicine*, 138, 613-619.
- Martin, P. E., & Marsh, A. P.(1992). Step length and frequency effects on ground reaction forces during walking. *Journal of Biomechanics*, 25(1), 1237-1239.
- Oakley, C., Zwierska, I., Tew, G., Beard, J., & Saxton, J.(2008). Nordic poles immediately improve walking distance in patients with intermittent claudication. *European Journal of Vascular and Endovascular Surgery*, 36, 689-694.
- Powers, C. M.(2003). The influence of altered lower-extremity kinematics on patellofemoral joint dysfunction: a

theoretical perspective. *The Journal of Orthopedic and Sports Physical Therapy*, 33(11), 639-646.

- Rafael, F., Naiquan, Z., Toran, D., Brent, E., Alan, H., Glenn, S., Kevin, E., Claude, T., & Rodney, I.(2008). Patellofemoral compressive force and stress during the forward and side lunges with and without a stride. *Clinical Biomechanics*, 23, 1026-1037.
- Templeton, M. S., Booth, D. L., & O'Kelly, W. D.(1996). Effects of aquatic therapy on joint flexibility and functional ability in subject with rheumatic disease. *Journal of Sports Physical Therapy*, 23(6), 376-381.
- Timothy, S. C., Conrad, P. E., & Gina, M. M.(2002). Field testing of physiological responses associated with nordic walking. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 73(3), 296-300.
- Wider, R. P., & Brennan, D. K.(1993). Physiological response to deep water running in athletes. *Sports Medicine*, 16, 374-380.
- Willson, J. R., Torry, M. R., Decker, M. J., Kemozer, T., & Steadman, J. R.(2001). Effects of walking poles on lower extremity gait mechanics. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 33(1), 142-147.
- Winter, D. A.(1983). Biomechanical motor patterns in normal gait. *Journal of Motor Behavior*, 15, 302-330.