

GAITRite 시스템 분석을 통한 퇴행성 슬관절염 환자의 보행특성 연구

황보각

동주대학 물리치료과

김병조

동의료원 물리치료실

배성수

대구대학교 물리치료학과

Study on the Gait Characteristics in Knee Osteoarthritis Patients with GAITRite System Analysis

Hwang-Bo, Gak, P.T., Ph.D.

Dept. of Physical Therapy, Dongju College

Kim, Byung-jo, P.T., Ph.D.

Dept. of Physical Therapy, Dongeui Medical Center

Bae, Sung-soo, P.T., Ph.D.

Dept. of Physical Therapy, College of Rehabilitation science, Daegu University

(Abstract)

The purpose of this study was to describe and compare the temporo-spatial gait characteristics of healthy elderly people with those osteoarthritis patients.

100 patients reported knee osteoarthritis, diagnosed at the hospital or clinic located in Daegu and Kyungbuk province and 100 normal elderly subjects were participated in this study.

Temporal and spatial parameters of gait were analysed for using the computerized GAITRite system. The system integrates specific components of locomotions to provide a single, numerical representation of gait, the Functional

Ambulation Performance score. Differences in gait characteristics between the two groups were examined using a correlated t-test and Pearson Correlation($p < .05$).

Significant differences were observed between the groups for temporal parameters(step time, double support time, stance phase, mean velocity) and spatial parameters(step length, step/extremity ratio)($p < .05$).

Also there was difference in the functional ambulation performance score between normal elderly subjects and knee osteoarthritis patients($p < .05$).

Consequently, it may help detect the abnormal gait pattern indicated the main problem in degenerative knee osteoarthritis patients as well as provide data analysing the pathokinesiologic components by comparing normal elderly.

I. 서론

고령화에 따른 질병의 양상이 변화하면서 고혈압, 당뇨병, 관절염 등과 같은 만성적인 질환들이 증가하고 있는데(Kaufman 등, 2001; Syed & Davis, 2000), 특히 근골격계 질환인 만성 퇴행성 관절염은 유병율이 가장 높은 질환 중의 하나로(배성수 외, 2002a), 대부분의 노인이 퇴행성 관절염을 지니고 생활 하고 있다(Kaufman 등, 2001; Manetta 등, 2002).

퇴행성 관절염은 일차적으로 활액 관절의 연골에 영향을 주는 만성 퇴행성 장애로써 관절 가장자리에 골재형성과 활액 및 관절낭 비후, 관절 삼출 등이 나타나고, 퇴행성 변화로 인한 관절낭 팽창으로 관절낭의 느슨함이 관찰되며, 이로 인하여 특정 가동범위에서의 과운동성과 불안정성이 나타난다. 통증과 강직, 염발음 및 염증반응과 부종이 주된 증상으로 나타나는데, 손상시 비활동으로 인한 강직, 기계적 스트레스나 과도한 활동으로 인한 통증과 질병이 점차 진행됨에 따라 운동의 제한과 심한 경우 휴식시에도 통증이 나타나고, 잠재적으로 변형을 초래하게 된다(Manetta 등, 2002).

퇴행성 관절질환은 하지의 슬관절과 고관절, 척추의 경추와 요추, 그리고 상지의 견관절 및 손의 원위지절 관절이 근위지절 관절에 비하여 자주 침범되고(박래준 외, 1997), 특히 체중부하를 지속적으로 받게 되는 슬관절에서 호발하는데, 통증과 함께 계단오르기, 의자에서 일어나기, 안정된 상태로의 기립자세 유지 등에 제한을 초래하여 보행시 통증이 나타나고 휴식을 취하면 동통이 소실되며 장기간 관절을 사용하지 않는 경우에는 강직을 초래하여 비정상적인 보행 패턴과 일상생활동작 등에 제한을 초래한다(Messier 등, 1992; Sims, 1999). 슬관절의 기능적인 장애는 가벼운 것이라 할지라도 일상적인 생활활동에 큰 영향을 줄 수 있으므로(Jink 등, 2002), 퇴행성 슬관절염 환자에 대한 올바른 평가를 통한 기능적 재활을 위하여 만성적인 통증을 조절하고 정상적인 걸음걸이의 회복을 통하여(Berman 등, 1991; Jinks 등, 2002; Stucki 등, 1998; Theiler 등, 2002), 기능적인 향상을 도모함으로써 삶의 질을 높일 수 있다

(Felson 등, 2000; Greengross 등, 1997).

보행은 인간의 신경 조직과 근골격 조직 등이 총괄적으로 사용되는 복잡한 과정으로, 많은 골격근이 상지와 하지의 여러 관절과 상호 협응을 통하여 이루어지는 복합적인 동작이며, 한 체지가 입각기의 안정된 상태를 유지하는 동안 동시에 다른 한 체지가 몸을 앞으로 움직이게 하는 연속적이고 반복적인 동작이다(Perry, 1992). 완전한 보행을 하기 위해서는 고관절부 상부에 위치한 체간과 팔, 머리의 상호 균형이 이루어져야 하고, 입각기 동안 체 분절의 지지가 이루어져야 하며, 유각기 동안 유각 상태를 유지하고 있는 발이 바닥에서 들려진 상태로 유지할 수 있어야 할 뿐만 아니라 이러한 정렬을 유지한 채 전방으로 추진할 수 있는 충분한 에너지의 공급이 뒤따라야 한다(권영실과 김진상, 1998). 또한, 정상적인 보행을 수행하기 위해서는 기립시 신체 중심점이 정중선상에 있고, 발바닥에서부터 측정하여 신장의 약 55% 정도에 위치하고 있으며, 제 2천추체 전면에 위치하고 있어야 한다(배성수 외, 2002b). 이러한 중심점은 보행시 이동을 하게 되고, 하지의 각 관절에서도 속도에 상관없이 보행 주기에 맞추어 연속적으로 일정한 패턴의 관절 각도 변화를 나타내므로(Murray 등, 1970), 최소한의 에너지 소모로 보행을 가능하게 한다(Perry, 1992).

노인은 족관절 저축 굴곡근과 배측 굴곡근의 약화로 보행시 족관절의 가동범위가 감소하고, 부하반응을 하는 동안 대퇴사두근에 주어지는 힘을 감소시키기 위하여 완전하게 슬관절을 신전하기 보다는 약간의 굴곡을 취하게 되므로, 젊은 사람에 비하여 짧은 보장(step length)을 보이며, 운동뉴런 근섬유의 손실로 인한 근력의 감소로 보행 패턴의 변화를 가져와 에너지 소모가 현저하게 증가하게 된다(Prince 등, 1997). 시간적 변수인 보행률과 속도도 현저하게 감소하여 관절 가동역에 영향을 미치므로, 보행의 속도(velocity)를 증가하면 보장이 길어지고, 고관절, 슬관절, 족관절의 각도도 증가하게 된다(Ostrosky 등, 1994).

일반적으로 노화가 진행됨에 따라, 자극에 대한 반응시간의 지연과 뇌손실을 증가, 도파민과 같은 신경전달 물질의 생산 감소, 청각과 평형감각의 감소, 시각과 체성감각 시스템의 기능이 저하되어 인지력의 감소를 초래하고(Prince

등, 1997), 퇴행성 관절 질환과 같은 근골격계 장애로 인한 균형 능력의 상실로 자세성 동요가 증가하므로 보행의 변화가 나타나게 된다. 특히, 과도한 관절 사용으로 골증식체의 형성과 관절 표면의 부조화를 가져와 보행시 관절 각도의 감소와 활보장, 보행율, 속도의 감소가 두드러지게 나타난다(Prince 등, 1997).

비정상적인 보행은 보행주기의 변화와 하지 각 관절의 운동 범위, 운동 방향 및 타이밍 등을 통하여 발견할 수 있는데, 만성적인 퇴행성 관절염을 가진 노인의 경우는 보행시 슬관절 내·외측부에 주어지는 부하가 비대칭적이고(Baliunas 등, 2002), 보행의 속도와 보장, 보행빈도수, 관절 가동범위 및 각속도의 감소와 보행시의 초기 최대 수직력의 감소 등과 넓은 활보폭(stride width), 긴 입각기와 짧은 유각기, 짧은 보행율이 특징적으로 나타난다(Alexander, 1996; Manetta 등, 2002).

보행을 객관적으로 분석하기 위한 많은 연구들이 이루어져 왔는데, 단순한 관찰적인 보행분석에서부터 복잡하고 다양한 측정도구와 방법을 사용한 다양한 수학적 모델링 기법을 사용한 연구에 이르고 있다. 보행에 대한 관찰적 평가를 통한 주관적 정보는 양적인 운동분석을 통하여 얻을 수 있는데, 신체분절에 전기측각기나 랜드마크를 부착하여 보행시 각 관절의 가동범위와 각도를 측정하기도 하고(Prince 등, 1997), 관절각과 각속도, 비디오테이프를 이용한 운동학적 분석(kinematic analysis)과 관절힘, 모멘트와 작업률, 지면 반작용력, 근전도 활동과 에너지 소모 시스템 측정법 등을 이용하여 보행 분석시 필요한 전반적인 데이터를 얻고, 이를 환자에 대한 평가와 관리에 활용되고 있다(Harris & Wertsch, 1994).

보행은 매우 복잡한 과정의 인체 활동이므로 전체적인 분석보다는 편측 하지의 활동만을 나타내는 것(Norkin & Levangie, 1992)과 같이 구성요소를 세분화하여 분절적으로 분석함으로써 정확한 자료를 얻을 수 있다(Smidt, 1974).

GAITRite 시스템은 이러한 보행의 분절적 접근을 위해 크게 시간적 변수(temporal parameters)와 공간적 변수(spatial parameters)를 이용하여 분석하고 있다.

시간적 변수는 하지의 장애를 정확하게 평가할 수 있고, 보행 중재 후의 보

행 패턴의 변화를 정확하게 수치화하여 보여줄 수 있는 임상적 평가수단으로서 많이 활용되고 있는데(Craik & Oatis, 1985), 보장 시간과 보장이 하지의 비대칭성 정도를 확연하게 드러낼 수 있기 때문에 많이 활용된다(Gretz 등, 1998). 그리고 보행의 시·공간적 변수들의 측정을 통하여 보행의 편향 정도나 정확한 진단 및 적절한 치료 방법의 선택, 환자의 진행과정에 대한 지속적인 관찰에 효과적으로 사용된다.

보장과 보장폭을 쉽게 측정하기 위하여 분필이나 잉크패드를 이용한 측정이 이루어지는데(Gaudet 등, 1990; Heintmann 등, 1989; McDonough 등, 1998; Selby-Silverstein & Besser, 1999), 시간적 보행변수를 측정하는데는 제한점이 많이 존재한다. 오늘날은 이러한 단점을 보완하고 시·공간적 보행 변수를 동시에 측정할 수 있는 보행 측정방법을 많이 활용하고 있다(Evans 등, 1997; Morris 등, 1996; Thaut 등, 1999). 이에 본 연구에서는 보행 능력을 전체적으로 평가할 수 있고, 보행의 구성 요소들을 신뢰성 있고 객관적인 방법으로 평가할 수 있는 도구로 신뢰성이 입증된 (Nelson 등, 2002) GAITRite 시스템을 활용하여 퇴행성 슬관절염 환자의 보행 특성을 알아봄으로써, 보행 장애를 가진 퇴행성 슬관절염 환자의 기능적인 일상생활 동작 수행과 독립적인 삶의 질 개선을 위한 훈련 및 치료 결과를 간단하고 효과적으로 평가할 수 있는 기초 자료를 제공하고자 한다.

II. 연구 방법

1. 연구 대상 및 연구 기간

본 연구의 대상은 정상 노인군과 퇴행성 슬관절염 환자군으로 각각 나누었으며, 정상군은 환자군의 일반적 특성(연령, 나이, 신장 등)과 유사한 노인 100명으로 하였고, 환자군은 경상북도와 대구시에 소재한 병·의원에서 퇴행성 슬관절염이라는 진단을 받은 65세 이상 노인 중 다음의 연구 조건을 충족시킬 수 있는 100명을 선정하였다.

퇴행성 슬관절염 환자군 선정을 위한 조건은 다음과 같다.

첫째, 병·의원에서 방사선상 골증식체의 출현과 관절간 협착이 나타나고, 퇴행성 슬관절염이라는 진단을 받은 자.

둘째, 퇴행성 슬관절염 이외 균형이나 보행에 영향을 줄만한 신경학적 손상이 없는 자

셋째, 보조도구 없이 최소 10m 이상을 독립적으로 보행이 가능한 자

넷째, 자세와 균형에 영향을 줄 수 있는 실험 24시간 전에 알콜 섭취를 하지 아니한 자

다섯째, 6개월 이내에 하지 골절로 인한 정형외과적 문제가 없는 자를 대상으로 실험의 목적 및 방법에 대하여 충분히 인지시킨 후 본인 및 가족의 동의를 얻은 자를 대상으로 하였다.

연구 기간은 2003년 6월 1일부터 10일까지 예비 실험을 실시한 후, 문제점을 보완하여 동년 7월 21일부터 7월 31일까지 연구에 동의한 대상자 전원에게 본 검사를 실시하였다.

2. 연구대상자의 일반적 특성

연구에 참가한 정상 노인군의 평균 연령은 72.8세, 평균 신장은 148.7cm, 평균 체중은 52.5kg이었고, 환자군은 평균 연령 70.7세, 평균 신장 152.2cm, 평균 체중이 56.5kg이었다<Table 1>.

<Table 1> General characteristics of subjects

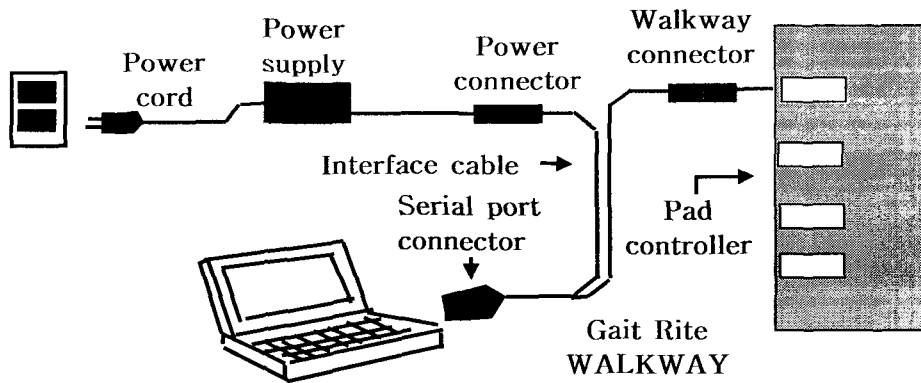
	Subjects	
	Normal(Mean±SD)	Osteoarthritis(Mean±SD)
Number	100	100
Age(year)	72.8 ± 5.2	70.7 ± 8.4
Height(cm)	148.7 ± 6.4	152.2 ± 4.6
Weight(kg)	52.5 ± 6.9	56.5 ± 7.8

SD : Standard deviation

3. 연구 도구

보행의 시간적, 공간적 변수를 분석하기 위하여 GAITRite system(CIR Systems Inc. Clifton, NJ 07012)를 사용하였다<Fig. 1>. GAITRite는 길이 8.3m, 폭 0.89m인 전자식 보행판으로, 직경 1cm의 13,824개의 센서가 1.27cm마다 보행판을 따라 수직으로 배열되어 시간적, 공간적 변수에 대한 정보를 수집한다. 그리고 보행판의 전장 중 중심을 기준으로 길이 7.32m, 폭 0.61m는 이들 센서가 압력을 인지하는 활성부위이다. 기기는 실험자가 보행시 실험자 발에 의한 부하를 초당 80Hz의 표본율(sampling rate)로 수집하여, 이들 정보

를 직렬 인터페이스 케이블에 의하여 컴퓨터로 보내게 된다. 수집된 시간적 공간적 변수에 대한 정보는 GAITRite GOLD, Version 3.2b 소프트웨어로 처리를 하였다.



<Fig. 1> GAITRite system used in experiment

4. 실험 방법

연구 대상자 전원에게 실험 과정에 대하여 충분히 설명하고, 정상 노인군과 퇴행성 슬관절염 환자군의 일반적 특성(몸무게, 키)을 측정하였다.

실험실 환경에 익숙해질 수 있도록 30분간의 휴식을 취하게 한 다음 보행검사를 실시하였다. 앞서 검사자는 대상자의 양하지 길이를 기립상태에서 대전

자 후부로부터 외측 복사뼈를 기준점으로 하여 측정하였다. 정확한 하지길이 측정을 위하여 2명의 검사자가 각각 5회 측정한 값의 평균값을 취하여 보행분석 소프트웨어에 입력하였다.

그 이후, 대상자를 보행판 전방 3m에서 서 있도록 한 다음, 검사자의 구두 신호에 의하여 보행을 시작하고, 보행은 보행판을 지나 3m까지 간 후 정지하도록 지시하였다. 대상자에게 가장 편안한 보행 속도로 걷도록 하였으며, 속도를 끝까지 일정하게 유지하도록 주문하였다. 이러한 과정을 5회 실시하여 이 중 평균에 가까운 3회를 선택하여 측정값을 얻었다.

검사자 중 한 사람은 대상자의 보행시 발생할 수 있는 안전사고에 대비하기 위하여 보행에 영향을 미치지 않는 범위 내에서 함께 걷도록 하였다.

5. 자료 처리방법

연구 대상자의 일반적인 특성은 평균과 표준편차, 백분율 등을 통하여 알아 보았고, 퇴행성 슬관절염 환자군과 정상 노인군 간의 시·공간적 보행 변수들 상호간의 통계적 유의성 검증은 독립표본 t-검정을 실시하였으며, 보행변인 상호간의 관련성 정도는 피어슨 상관계수를 이용한 통계 처리를 실시하였다. 통계학적 유의성을 검증하기 위한 유의수준 α 는 .05로 하였고 자료의 통계처리는 상용 통계 프로그램인 SPSS/window(version 10.0)를 사용하였다.

Ⅲ. 연구 결과

퇴행성 슬관절염 환자의 일반적인 보행 특성은 GAITRite 시스템을 통하여 얻은 데이터를 독립표본 t-검정으로 시·공간적인 보행 특성, 기능적 보행성 취도 결과를 분석하였고, 보행변인 간의 관련성 여부는 피어슨 상관계수를 통하여 살펴보았다.

1. 정상 노인과 퇴행성 슬관절염 환자의 시간적 보행변수 비교

시간적 보행변수에서 보장시간은 정상 노인군 0.62초, 퇴행성 슬관절염 환자군 0.66초, 동시 지지기는 정상 노인군 25.35%, 퇴행성 슬관절염 환자군 30.62%로 각 각 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다($p < .05$). 그리고 입각기 시간과 평균 표준화 속도도 유의한 차이를 보였다($p < .05$) <Table 2>.

<Table 2> Comparison of temporal parameters between normal elderly subjects and osteoarthritis patients

	Normal (Mean \pm SD)	Osteoarthritis (Mean \pm SD)	P-value
Step time(sec)	0.62 \pm 0.04	0.66 \pm 0.11	.038*
Double support(%)	25.35 \pm 2.52	30.62 \pm 5.59	.000**
Stance(%)	65.82 \pm 3.10	67.51 \pm 2.76	.025*
Mean velocity(cm/sec)	0.97 \pm 0.22	0.82 \pm 0.22	.011*

주) ** : $P < .01$, * : $P < .05$

2. 정상 노인과 퇴행성 슬관절염 환자의 공간적 보행변수 비교

공간적 보행변수에서 보장은 정상 노인군 49.47cm, 퇴행성 슬관절염 환자군 34.57cm, 보장/다리길이 비율은 정상 노인군 0.68, 퇴행성 슬관절염 환자군 0.49로 각 각 유의한 차이가 있는 것을 볼 수 있었으나($p < .05$), 양 발뒤꿈치사이 기저면은 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다($p < .05$) <Table 3>.

<Table 3> Comparison of the spatial parameter between normal elderly subjects and osteoarthritis patients

	Normal (Mean \pm SD)	Osteoarthritis (Mean \pm SD)	P-value
Step length(cm)	49.47 \pm 3.01	34.57 \pm 6.45	.000**
H-H BOS(m)	8.69 \pm 0.05	9.68 \pm 0.03	.102
Step/extremity ratio	0.68 \pm 0.03	0.49 \pm 0.10	.000**

H-H BOS : Heel to heel base of support

주) ** : $P < .01$

3. 정상노인과 퇴행성 슬관절염 환자의 기능적 보행성취도 점수 비교

정상 노인군과 퇴행성 슬관절염 환자군 간의 기능적 보행성취도 점수는 퇴행성 슬관절염 환자군에서 73점, 정상 노인군에서 94점으로 퇴행성 슬관절염 환자군에서 유의하게 감소하는 것으로 나타났다($p < .05$) <Table 4>.

<Table 4> Score of FAP between normal elderly subjects and osteoarthritis patients

	Normal (Mean \pm SD)	Osteoarthritis (Mean \pm SD)	P-value
FAP	94.76 \pm 1.59	73.24 \pm 13.29	.000**

주) ** : $P < .01$

4. 퇴행성 슬관절염 환자의 시간적 보행변수 간의 상관관계

시간적 보행변인 간의 관련성을 알아보기 위하여 피어슨 상관계수를 이용한 통계 처리를 실시한 결과, 평균 표준화 속도는 보행률($r=.733$, $p<.01$), 단일입각기 시간($r=.493$, $p<.01$), 동시입각기 시간($r=-.492$), 보장속도($r=-.615$)와 상관관계가 있는 것으로 나타났다<Table 5>.

<Table 5> Correlation between temporal parameters

Variables	Descriptive statistics		Variables						
	Mean	SD	FAP	CAD	SST	DST	SWP	STP	ST
FAP	73.24	13.29	1.000						
CAD	99.76	17.26	.432**	1.000					
SST	35.07	4.55	.519**	.213	1.000				
DST	30.62	5.69	-.642**	.019	-.520**	1.000			
SWP	35.32	3.62	.170	-.084	.035	-.604**	1.000		
STP	67.51	2.76	-.108	-.024	-.185	.158	-.046	1.000	
ST	0.66	0.11	-.551**	-.603**	-.211	.173	.149	.119	1.000
MV	.82	.22	.878**	.733**	.493**	-.492**	.186	-.133	-.615**

CAD : Cadence

주) ** : $P<.01$

SST : Single support time

DST : Double support time

SWP : Swing phase

STP : Stance phase

ST : Step time

MV : Mean velocity

6. 퇴행성 슬관절염 환자의 공간적 보행변수 간의 상관관계

공간적 보행변인 간의 관련성을 알아보기 위하여 피어슨 상관계수를 이용한 통계 처리를 실시한 결과, 보장/다리길이 비율과 보장 간에는 유의한 상관관계가 있는 것으로 나타났으나($r=.911$, $p<.01$), 보장/다리길이 비율과 양발 뒷꿈치 사이 기저면, 보장과 양발 뒷꿈치 사이 기저면 간에는 유의한 상관관계가 없는 것으로 나타났다<Table 6>.

<Table 6> Correlation between spatial parameters

variables	Descriptive statistics		Variables			
	Mean	SD	FAP	SER	SL	H-H BOS
FAP	73.24	13.29	1.000			
SER	.49	.10	.801**	1.000		
SL	34.57	6.45	.772**	.911**	1.000	
H-H BOS	.69	.04	.311	.258	.131	1.000

SER: Step/extremity ratio

SL: Step length

주) ** : $P<.01$

IV. 고찰

퇴행성 슬관절 질환은 유동성 관절연골의 마모와 관절면의 신생골 형성으로 특징지어지는 비염증성 질환으로, 관절연골의 세포외 기질 및 연골세포(chondrocyte)의 합성 및 퇴행 과정의 불균형과 관련된 형태학적, 생화학적, 생역학적 변화가 초래된다(Aigner & McKenna, 2002; Mollenhauer & Erdmann, 2002; Yatsugi 등, 2000). 이러한 퇴행성 슬관절 질환은 주로 중년기 또는 노년기에 체중부하관절을 침범하여 관절 연골, 특히 슬관절 내측부의 국소적 퇴행성 변화와 연골하골의 비대, 슬관절 주변 골연골부의 과도한 골형성과 통증 및 관절의 변형(Baliunas 등, 2002)으로 비정상적인 보행 형태를 나타내고, 기능적인 일상생활 활동 수행의 제한과 불편을 초래하게 된다(Mindham 등, 1981).

퇴행성 슬관절 질환은 일상적, 만성적인 질환으로 노인들에게 고통과 신체적 장애를 유발하여 보행과 앉았다가 일어서는 동작과 같은 일상생활 활동에 어려움을 초래하므로, 정상적인 걸음걸이로의 회복과 신체의 기능 향상을 통하여 독립적인 활동 능력을 키워주는 것이 무엇보다 필요하다고 할 수 있다(Berman 등, 1991; Ettinger & Afable, 1994).

보행에 관한 연구는 보행주기와 관련된 가장 기본적인 기술연구에서 시작하여 보다 복잡하고 다양한 측정도구와 방법을 사용하고 다양한 수학적 모델링 기법을 사용한 최근의 연구에 이르기까지 독특한 영역을 구축하며 발전해왔다. 지금까지 실시된 연구를 분야별로 살펴보면, 관절각과 각속도, 각 가속도를 연구하는 운동학적 분석(kinematic analysis)과 관절 힘, 모멘트와 작업률, 지면 반작용력, 근전도·활동과 에너지 소비를 연구하는 운동역학적 분석(kinetic analysis) 등이 연구되어져 왔다(Harris & Wertsch, 1994). 최근에는 보행에 장애가 있는 환자들을 대상으로 외과적인 장애를 일으킬 수 있는 동작에 대한 의학적 진단과 개선에 초점을 둔 임상적 연구들이 활발하게 이루어지고 있다.

보행은 매우 복잡한 인체의 활동이므로, 전체적인 분석보다는 구성요소들로 세분화하여 분절적으로 분석하는데(Norkin & Levangie, 1992), GAITRite 시

시스템은 시간적 변수와 공간적 변수를 통한 분절적인 접근으로 데이터를 확보한다(Smidt, 1974).

비정상적인 보행은 시간적 변수에 변화가 발생하기 때문에 이를 분석하여 보행을 평가할 수 있는데(Smidt, 1974), 특히 보장시간과 보장을 활용하여 하지의 장애를 정확하게 평가할 수 있고, 보행 중재 후의 보행패턴의 변화를 정확하게 수치화함으로써(Craik & Oatis, 1985), 하지의 비대칭성을 예측할 수 있다(Gretz 등, 1998).

이와같이 보행의 시·공간적 변수들은 보행의 편향정도 확인, 정확한 진단, 적절한 치료방법의 선택과 환자의 진행과정 모니터 등에 유용하게 사용된다. Blanke와 Hageman(1989), Ostrosky 등(1994)은 시·공간적인 보행 변인을 통한 젊은층과 노인층에 대한 보행 패턴을 분석한 결과 활보장과 보장, 보행율, 속도, 활보폭 등이 유의하게 차이가 난다는 것을 알 수 있었고, 윤승호와 김봉옥(1994)은 노인의 보행은 걷는 동안의 균형력 확보를 위하여 활보장이 감소하고 활보폭은 넓어진다는 것을 보고하였다. Maki(1997)와 Woo 등(1999)은 낙상군과 비낙상군에 대한 보행 특성을 분석한 결과 활보장, 보행속도가 유의한 차이를 보임으로 낙상을 예측할 수 있는 중요한 인자가 된다고 하였고, Hausdorff 등(2001)은 넘어질 가능성을 예측할 수 있는 변수로 활보장을 제시하였다.

임상에서 간단한 보행 평가 방법으로 많이 활용되는 분필이나(McDonough 등, 1998; Selby-Silverstein & Besser, 1999) 잉크패드를 이용한 보행 패턴의 측정(Gaudet 등, 1990; Heintmann 등, 1989)은 보장과 보장폭(step width)은 용이하게 측정할 수 있으나, 시간적인 보행변수를 측정하는데는 문제점을 안고 있기 때문에 이러한 단점을 극복하고 시간적, 공간적 보행변수를 동시에 측정할 수 있는 보행측정 방법들이 활발하게 이루어지고 있다(Evans 등, 1997; Morris 등, 1996; Thaut 등, 1999). 그래서, Nelson(1974)은 보행 능력을 전체적으로 평가할 수 있고, 보행의 시·공간적인 구성요소들을 평가할 수 있는 기능적 보행성취도 점수를 제안하였다.

이에 본 연구에서는 GAITRite 시스템 분석을 통하여 얻어진 시·공간적인 보행변수를 통합하여 퇴행성 슬관절염 환자의 보행 능력을 전체적으로 평가할

수 있는 기능적 보행성취도 점수와 보행의 구성요소를 평가하였다.

Nelson 등(2002)과 Freedland 등(2002)은 중등도의 파킨슨씨 병을 가진 성인과 정상성인의 보행수행력을 평가하기 위하여 GAITRite 시스템을 이용하여 기능적 보행성취도 점수의 타당도를 측정하여 두 그룹간 유의한 차이가 있음을 발견하였다.

Gretz 등(1998)은 다운증후군을 가진 성인의 기능적 보행성취도 점수 비교에서 다운증후군을 가진 성인의 보행수행력을 예측할 수 있는 자료로 사용될 수 있다고 하였다. Holden 등(1984)은 61명의 신경계 질환을 가진 성인환자로부터 시간적, 공간적 보행변수에 대한 조사에서 검사-재검사의 신뢰도 범위는 0.95-0.97을 보여주었고, 실험자간 상관관계에서도 0.98-1.00의 높은 신뢰도 범위를 보여주었다. 이처럼 기능적 보행성취도 점수는 손상을 가진 환자와 비손상인 간의 보행수행력 비교 분석시 객관성 있는 자료로 사용될 수 있다.

Blanke와 Hageman(1989)은 젊은 남자와 노인 남자의 보행 패턴을 비교한 결과 노화가 보행에 영향을 미치는 않는다고 하였지만, 이는 나이가 들어감에 따라 보장과 속도, 보행율이 현저하게 감소한다는 Prince 등(1997)과 Ostrosky 등(1994)의 연구와 상반된 결과를 얻었다. 특히, Ostrosky 등(1994)은 시간적 보행 변수가 현저하게 감소한다고 주장하였다.

본 연구에서도 기능적 보행성취도 점수는 퇴행성 슬관절염 환자군에서 73점, 정상 노인군에서 94점으로 유의한 차이를 보여주었다. 시간적 보행변수에서 보장시간은 정상 노인군에서는 0.62초, 퇴행성 슬관절염 환자군에서는 0.66초, 동시지지기는 정상 노인군은 25.35%, 퇴행성 슬관절염 환자군은 30.62%를 보였고, 입각기와 정규화한 평균속도 간에도 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다.

공간적 보행변수에서 보장은 정상군 49.47cm, 환자군 34.57cm, 보장/다리길이 비율은 정상군 0.68, 환자군 0.49로 퇴행성 슬관절염 환자군에서 감소하는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 퇴행성 슬관절염 환자군에서 특징적으로 나타나는 통증과 뻣뻣함 정도가 보행의 중요한 변수로 작용함에 따라 보행시 장애를 유발하여 시·공간적인 변수에 변화를 일으키고 일상적인 활동에 제한을 가져온다는 것을 보여준다.

낙상을 경험한 노인군의 보행 패턴 연구에서도 보장과 활보장이 감소하였고 (Maki, 1997; Wolley 등, 1997), 보행속도와 동시입각기도 퇴행성 슬관절염 환자군에서와 같이 감소하는 것으로 나타났다(Alexander, 1996; Hausdorff 등, 1997; Luukinen 등, 1995; Maki, 1997; Nolan 등, 1996; Wolfson 등, 1995; Woolley 등, 1997).

퇴행성 슬관절염 환자의 일상생활동작 수행 능력의 감소는 전체적인 보행 능력의 감소를 가져오고(Guralink & Kaplan, 1989), 슬관절부에 주어지는 비대칭적 부하와 통증은 관절 가동범위, 보장 및 보행속도의 감소를 초래한다는 (Alexander, 1996; Baliunas 등, 2002; Manetta 등, 2002)것을 알 수 있었다. 그러므로, 퇴행성 슬관절염 환자의 기능적 장애가 가벼운 것이라도 일상적인 생활 수행과 보행 능력에 큰 영향을 줄 수 있으므로, 재활을 위해서는 정상적인 보행 패턴의 회복이 절실히 요구된다고 할 수 있다.

본 연구에서 나타난 퇴행성 슬관절염 환자의 기능적 보행성취도 점수의 감소와 시·공간적 보행변수의 변이는 정상인과 비교하여 환자의 보행패턴에 대한 병리운동학적 구성요소를 찾아내는데 중요한 자료를 제공할 수 있고, 환자의 기능적인 활동능력과 삶의 질에 대한 예측을 할 수 있으며, 향후 보행 장애를 가진 환자의 훈련과정과 치료 결과를 효과적으로 평가할 수 있는 객관적인 자료로 활용하여 치료 비용을 절감할 수 있을 것으로 기대된다.

V. 결 론

본 연구는 고령화 사회에서 가장 빈발하는 만성질환 중의 하나인 퇴행성 슬관절염 환자군에 대한 비정상적인 보행 형태를 알아보고자 하였다. GAITRite 시스템을 활용하여 퇴행성 슬관절염을 지닌 환자군과 이와 일반적인 특성이 유사한 정상 노인 100명을 선정하여 시·공간적인 보행변인 및 기능적인 보행성취도 점수간의 차이를 알아보았다. 그 결과는 다음과 같다.

1. 정상 노인군과 퇴행성 슬관절염 환자군의 시간적인 보행 변수에서는 보장시간, 동시지지기, 입각기와 정규화된 평균 표준화 속도가 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다($p < .05$).

2. 정상 노인군과 퇴행성 슬관절염 환자군의 시간적인 보행 변수에서는 보장, 보장/다리길이 비율 간에는 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다($p < .05$).

3. 정상 노인군과 퇴행성 슬관절염 환자군의 기능적 보행성취도 점수 간에는 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다($p < .05$).

4. 시간적 보행변인 간의 관련성을 알아보기 위하여 피어슨 상관계수를 이용한 통계 처리를 실시한 결과, 평균 표준화 속도는 보행률($r = .733$, $p < .01$), 단일입각기 시간($r = .493$, $p < .01$), 동시입각기 시간($r = -.492$), 보장속도($r = -.615$)와 상관관계가 있는 것으로 나타났다($p < .05$).

5. 공간적 보행변인 간의 관련성을 알아보기 위하여 피어슨 상관계수를 이용한 통계 처리를 실시한 결과, 보장/다리길이 비율과 보장 간에는 유의한 상관관계가 있는 것으로 나타났으나($r = .911$, $p < .01$), 보장/다리길이 비율과 양발 뒤꿈치 사이 기저면, 보장과 양발 뒤꿈치 사이 기저면 간에는 유의한 상관관계가 없는 것으로 나타났다($p < .05$). ($p < .05$).

이상의 결과는 퇴행성 슬관절염 환자의 일상적인 활동을 제한하는 주된 요인인 비정상적인 보행 패턴을 밝혀 현장에 종사하고 있는 임상가들이 퇴행성 슬관절염 환자의 재활을 촉진하는데 도움을 주므로 환자들의 기능적인 활동능력과 삶의 질을 향상시킬 수 있으리라 기대된다.

VI. 참고문헌

- 권영실, 김진상: 뇌졸중으로 인한 편마비환자의 보행분석 I. 시간-거리변수, 골반경사각 및 지면반발력-수직력 중심. *대한물리치료학회지*, 10(1), 127-138, 1998
- 박래준, 민경옥, 김순희: **질환별 물리치료**. 서울: 대학서림, 1997
- 배성수, 이한숙, 권오현, 이진희, 구봉오, 김미현: 노령화와 관련된 퇴행성 질환의 관리. *대한물리치료학회지*, 14(3), 201-208, 2002a.
- 배성수의 23인: **물리치료학 개론**. 서울: 대학서림, 2002b.
- Aigner, T., & McKenna, L: Molecular pathology and pathobiology of osteoarthritic cartilage. *Cell. Mol. Life Sci.*, 59, 5-18, 2002.
- Alexander, N.B: Gait disorders in older adults. *J Am Geriatr Soc*, 44(4), 434-451, 1996
- Baliunas, A.J., Hurwitz, D.E., & Ryals, A.B: Increased knee joint loads during walking are present in subjects with knee osteoarthritis. *Osteoarthritis and Cartilage*, 10, 573-579, 2002.
- Berman, A.T., Bosacco, S.T., & Israelite, C: Evaluation of total knee arthroplasty using isokinetic testing. *Clin Orthop*, 106-103, 1991.
- Blanke, D.J., & Hageman, P.A: Comparison of gait of young men and elderly men. *Phys Ther*, 69(2), 144-148, 1989.
- Craik, R.L., & Oatis, C.A: *Gait assessment in the clinic: issues and approaches*. In: Rothstein, JM., editor. Measurement in physical therapy. New York: Churchill Livingstone, 169-205, 1985.
- Ettinger, W.H., & Afable, R.F: Physical disability from knee osteoarthritis: The role of exercise as an intervention. *Med. Sci. Sports Exerc*, 26(12), 1435-1440, 1994.
- Evans, M.D., Goldie, P.A., & Hill, K.D: Systematic and random error in repeated measurement of temporal and distance parameters of gait after stroke. *Arch Phys Med Rehabil*, 78, 725-729, 1997.

- Felson, D.T., Lawrence, R.C., Dieppe, P.A., Hirsch, R., Helmick, C.G., Jordan, J.M., & Yanovski, S.Z: Osteoarthritis: New insights. *Ann Intern Med*, 133(8), 635-646, 2000.
- Freedland, R.L., Festa, C., & Sealy, M: The effects of pulsed auditory stimulation on various gait measurements in persons with Parkinson's disease. *Neuro Rehabil*, 17(1), 81-87, 2002.
- Gaudet, G, Goodman, R, & Landry, M: Measurement of step length and step width: A comparison of videotape and direct measurements. *Physiother Can*, 42, 12-15, 1990.
- Greengross, S., Murphy, E., Quam, L., Rochon, P., & Smith, R: Aging: A subject that must be at the top of world agendas. *J Br Med*, 315(7115), 1029-1030, 1997.
- Gretz, H.R., Doering, L.L., & Quinn, J: Functional ambulation performance testing of adults with down syndrome. *Neuro Rehabil*, 11(3), 211-225, 1998.
- Guralink, J.M, & Kaplan G.A: Predictor of healthy aging: Prospective evidence from the Alameda country study. *Am J Public Health*, 79, 703-708, 1989.
- Harris, G.F., & Wertsch, J.J: Procedures for gait analysis. *Arch Phys Med Rehabil*, 75, 216-225, 1994.
- Hausdorff, J.M., Edelberg, H.K., & Mitchell, S.L: Increased gait unsteadiness in community-dwelling elderly fallers. *Arch Phys Med Rehabil*, 78, 278-283, 1997.
- Hausdorff, J.M., Rios, D.A., & Edelberg, H.K: Gait variability and fall risk in community-living older adults: Al-year prospective study. *Arch Phys Med Rehabil.*, 82(8), 1050-1056, 2001.
- Heintmann, D.K., Gossman, M.R., & Shaddeau, S.A: Balance performance and step width in noninstitutionalized, elderly, females fallers and nonfallers. *Phys Ther*, 69, 23-31, 1989.

- Holden, M.K., Gill, K.M., & Magliozzi, M.R: Clinical gait assessment in the neurologically impaired: Reliability and meaningfulness. *Phys Ther*, 64, 35-40, 1984.
- Jinks C., Jordan K., & Croft P: Measuring the population impact of knee pain disability with the Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index. *Pain*, 100, 55-64, 2002.
- Kaufman, K.R., Hughes, C., Morrey, BF., Morrey M, & Kai-Nan An: Gait characteristics of patients with knee osteoarthritis. *Journal of Biomechanics*, 34, 907-915, 2001.
- Luukinen, H., Koski, K., & Laippala, P: Risk factors for recurrent falls in the elderly in long term institutional care. *Public Health*, 109, 57-65, 1995.
- Maki, B.E: Gait changes in older adults. Predictors of falls or indicators of fear? *J Am Geriatr Soc*, 45, 313-320, 1997.
- Manetta, J., Franz, L.H., & Moon, C: Comparison of hip and knee muscle moments in subjects with and without knee pain. *Gait and Posture*, 16, 249-254, 2002.
- McDonough, A.L., Batavia, M., & Chen S: The concurrent validity of the functional ambulation profile and the GAITRite system. *Phys Ther*, 78, S68, 1998.
- Messier, S.P., Loeser, R.F., Hoover, J.L., Semble, E.L., & Wise, C.M: Osteoarthritis of the knee: Effects on gait, strength and flexibility. *Arch Phys, Med Rehabi*, 73, 29-36, 1992.
- Mindham, R.H., Bagshaw, A., James, S.A., & Swannell, A.T: Factors associated with the appearance of psychiatric symptoms in rheumatoid arthritis. *J psychosomatic Res*, 25(5), 429-435, 1981.
- Mollenhauer, J.A., & Erdmann, S.E: Introduction: Molecular and biomechanical basis of osteoarthritis. *Cell Mol Life Sci*, 59, 3-4, 2002.
- Morris, M.E., Matyas, T.A., & Ianssek, R: Temporal stability of gait in

- Parkinson's disease. *Phys Ther*, 76, 763-777, 1996.
- Murray, M.P., Kory, R.C., & Sepic, S.B: Walking Patterns of Normal Women. *Arch Phys Med Rehabil*, 637-650, 1970.
- Nelson, A.J., Zwick, D., & Brody, S: The validity of the gaitrite and the functional ambulation performance scoring system in the analysis of parkinson gait. *Neuro Rehabil*, 17, 255-262, 2002.
- Nolan, M.A., Rothman, J., & Nelson AJ: A comparison of ankle range of motion and flexibility in older woman, fallers, non-fallers. *Top in Geriat Rehabil*, 12(1), 70-76, 1996.
- Norkin, C.C., & Levangie, P.K: *Joint structure and function: A comprehensive analysis*. 2nd ed. Philadelphia. FA Davis, 448-495, 1992.
- Ostrosky, K.M., VanSwearingen, J.M., Burdett, R.G., & Gee, Z: A comparison of gait characteristics in young and old subjects. *Phys Ther*, 74(7), 637-646, 1994.
- Perry, J: *Gait analysis: Normal and pathological function*. SLACK Inc., 1992.
- Prince, F., Corriveau, H., Hebert, R., & Winter, D.A: Gait in the elderly. *Gait and Posture*, 5, 128-135, 1997.
- Selby-Silverstein, L., & Besser, M: Accuracy of the GAITRite system for measuring temporal-spatial parameters of gait. *Phys Ther*, 79, S59, 1999.
- Sims, K: The development of hip osteoarthritis: Implications for conservative management. *Manual Therapy*, 4(3), 127-135, 1999.
- Smidt, G.L: Methods of studying gait. *Phys Ther*, 54, 13-17, 1974.
- Stucki, G., Sangha, O., Michel, B.A., Tyndall, A., Dick, W., & Theiler, R: Comparison of the WOMAC (Western Ontario and McMaster Universities) osteoarthritis index and a self-report format of the self-administered Lequesne-Algorithmic index in patients with knee and hip osteoarthritis. *Osteoarthritis and Cartilage*, 6(2), 79-86, 1998.

- Syed, I.Y., & Davis, B.L: Obesity and osteoarthritis of the knee: Hypotheses concerning the relationship between ground reaction forces and quadriceps fatigue in long-duration walking. *Medical Hypotheses*, 54(2), 182-185, 2000.
- Thaut, M.H., Miltner, R., & Lange, H.W: Velocity modulation and rhythmic synchronization of gait in Huntington's disease. *Mov Disord*, 14, 808-819, 1999.
- Theiler, R., Spielberger, J., Bischoff, H.A., Bellamy, N., Huber, J., & Kroesen, S: Clinical evaluation of the WOMAC 3.0 OA Index in numeric rating scale format using a computerized touch screen version. *Osteoarthritis and Cartilage*, 10, 479-481, 2002.
- Wolfson, L., Judge, J., & Whipple, R: Strength is a major factor in balance, gait, and the occurrence of falls. *J Gerontol*, 50A, 64-67, 1995.
- Woo, J., Ho, S.C., & Yu, A.L: Walking speed and stride length predicts 36 months dependency, mortality, and institutionalization in Chinese aged 70 and older. *J Am Geriatr Soc*, 47(10), 1257-1260, 1999.
- Woolley, S.M., Czaja, S.J., & Drury C.G: An assessment of falls in elderly men and women. *J Gerontol*, 52A, M80-87, 1997.
- Yatsugi, N., Tsukazaki, T., Osaki, M., Koji T., Yamashita, S., & Shindo, H: Apoptosis of articular chondrocytes in rheumatoid arthritis and osteoarthritis: Correlation of apoptosis with degree of cartilage destruction and expression of apoptosis-related proteins of p53 and c-myc, *J Orthop Sci*, 5, 150-156, 2000.