

## 파킨슨 질환 환자의 보행시 운동형상학 특성

안동과학대학 물리치료과

유재응

서울보건대학 물리치료과

안창식

## Kinematic Characteristics during of Gait in Parkinson's Disease Patients

You, Jae-Eung, R.P.T.

Dept. of Physical Therapy, Andong Science College

An, Chang-Sik, R.P.T., M.S

Dept. of Physical Therapy, Seoul Health College

### <Abstract>

The aim of this study is to present the basic reference data of age and specific gait parameters for Parkinson's Disease Patients. The basic gait parameters were extracted from 5 patients, 5 men and 65 years of age using VICON 512 Motion Analyzer. The temporal gait parameters and kinematic parameters is data of Parkinson's Disease Patients. The results were as follows;

1. The cadence, velocity, stride length decreased and single limb support period, double limb support period increased than normal adult in the temporal parameters.
2. The mean angles of joint pelvic tilt and hip, knee, ankle joint decreased than normal adult at kinematic characteristics on sagittal plane.
3. The mean angles of joint pelvic tilt and hip, knee joint has no difference than normal adult at kinematic characteristics on coronal plane.
4. The mean angles of joint pelvic tilt, hip joint no difference and internal, external rotation in ankle joint significantly decreased than normal adult at kinematic characteristics on transverse plane.

### I. 서론

파킨슨병은 1817년 James Parkinson이 'An essay on the shaking palsy'에 처음으로 언급하면서 알려지게 되었고(Kao등, 1994), 1841년에 처음으로 Marshall Hall의 교과서인 "Diseases and Derrangements of the Nervous System"에서 진전

마비(Paralysis agitans)라는 이름으로 소개되었으며(아담스 신경과학 편찬위원회, 1998), 1912년 Kinner Wilson에 의해 추체의로계 질환임이 밝혀지게 되었다(Lindsay와 Bone, 1997). 이 질환은 미국에서 10만명 당 100에서 150명의 노인인구에게 나타나는 질병이며 60세 이상 인구의 약 1%에서 발생하며(Tanner CM, 1992), 일반적으로 나이가 많아짐에 따라 증가하게 되

므로 최근 평균수명의 연장과 노령인구의 증가로 발병률이 점차 증가할 것으로 생각된다(이충휘, 1998). 또한 보통 40대 후반부터 처음 증상이 발현되기 시작하여 50대에서 70대까지 많이 관찰된다(Hoehn & Yahr, 1967). 임상적으로 파킨슨병 환자의 일차적인 장애는 강직(rigidity), 운동완서(bradykinesia), 진전(tremor), 그리고 자세불안정(postural instability)등이 전형적으로 나타난다(Jankovic J, 1988; Huber와 Cummings, 1992; Lindsay와 Bone, 1997). 거기에 파킨슨병 환자는 자주 몸을 구부리고, 과도한 흉추 후만증과 요추 전만증의 결핍으로 특징지어지는 굴곡된 자세를 갖는다(Turnbull G. 등, 1992).

이러한 징후가 나타나는 것은 원칙적으로 신경화학 때문으로 여겨지고 선조체(corpus striatum)내의 신경전달물질인 도파민 부족에 의해 일어난다. 또한 이 결핍으로 미상핵과 담창구로 축삭을 보내는 흑색질 신경원(substantia nigra neurons)의 변성을 초래한다(O'Sullivan, 1994). 파킨슨병이 진행함에 따라 근골격계에 다양한 손상을 받아 장애를 가지는데, 특히 보행장애로 인한 골절의 빈도가 높은 것으로 보고하고 있다(Johnell 등, 1992).

파킨슨병의 보행은 특별히 가속보행(festinating gait)이라고 하며 속도가 점차적으로 증가하고, 보폭(stride length)은 좁아진다. 상지에서는 팔 흔들기(arm swing)가 없고, 발을 명확하게 들어올리지 못하고 질질 끈다(이충휘, 1998). 파킨슨병의 치료에 대한 최근의 연구는 질병의 진행을 더디게 하거나 증상 및 징후를 완화시킬 수 있는 약제의 개발에 주로 국한되어 왔고 보행에 관련된 연구는 연구장비의 부족으로 많이 이루어지지 못하고 있는 실정이다. 이에 본 연구에서는 파킨슨병 환자의 보행 분석을 실시하여 각종 보행 관련 인자와 관절 운동 범위에 대한 표준화, 객관화된 기초 자료를 제공하고 자 하며 앞으로 보행분석에 있어서 광범위하게 쓰여질 것으로 기대되어지는 3차원 동작분석기를 이용하여 파킨슨병 환자 5명을 대상으로 골반, 고관절, 슬관절, 족관절의 운동형상학적 특성과 이들의 보행주기별 변화치를 평가하고 또한 보폭과 속도변화를 알아봄으로써 향후 임상에서 실제적으로 3차원 동작분석기를 이용한 환자들의 보행분석시 필요한 기초자료로 삼기 위하여 본 연구를 실시하였다.

## II. 연구방법

### 1. 대상

대상은 2000년 8월부터 2001년 6월까지 서울보훈병원 재활의학과에 입원 또는 외래 방문한 파킨슨병 환자들 중 독립 보행이 가능한 환자 5명을 대상으로 하였다.

### 2. 연구 방법

1) 먼저 환자들에 대한 과거력 청취 및 이학적 검사를 실시하여 파킨슨병으로 진단 받은 환자를 대상으로 독립적인 보행을 할 수 있는 환자를 선택하고 신장, 체중, 양하지의 길이, 양 슬관절 및 족관절 너비등 보행 검사시 자료분석에 필요한 신체 계측을 시행하였다.

2) 대상자들의 보행 검사는 영국 Oxford Metrics Inc. 사의 VICON Clinical Manager Software(VCM)를 내장한 PC에 5개의 카메라가 연결되어 있는 Vicon 512 Motion Analysis System을 이용하여 보행시의 3차원상의 운동형상학적 변화를 검사하였다. 먼저 매 검사직전 카메라에서 발생될 수 있는 오차를 교정하기 위해 구경측정(Calibration)을 시행 한 후, 하지와 골반의 주요 관절 그리고 근육에 표식자를 부착하고 힘 측정판 위에 기립 정지 상태에서 각 관절의 위치를 Vicon 512 Motion Analysis System에 부착된 컴퓨터 화면에서 정적 검사를 시행하였다. 이때 부착된 표식자는 직경이 2.5cm, 형태는 구형이었고, 부착 부위는 친골 표식자의 경우 좌우 후상장골돌기를 연결한 선상의 중간점으로 골반과 척추 연결 부위의 약간 튀어나온 뼈의 돌출 부위, 양측 골반 표식자는 좌우의 전상장골돌기 부위, 양측 슬관절 표식자는 슬관절 굴곡의 축으로 슬관절의 앞뒤를 연결하는 선상의 중간점인 슬관절의 외측 부위에 부착하였다. 양측 대퇴 표식자는 대퇴의 하 1/3에 해당하는 외측 부위로서 보행시 자연스러운 팔의 운동을 저해하지 않는 높이의 부위, 양측 족관절 표식자는 경골의 하 1/3에 해당하는 외측 부위, 양측 전족부 표식자는 제 2 중족골두의 상면 부위, 양측 종골 표식자는 전족부 표식자와 전족부 표식자와 연결되는 발의 중축선 상의 발 뒤꿈치 부위에 부착하였다. 동적 검사는 양측 종골 표식자를 제거 한 후 동일한 표식자를 부착한 상태에서 12meter 거리를 환자가 편안한 보행으로 걷게 하였으며 5회 이상 반복 보행 후 가장 자연스러운 보행 양상을

택해 분석하였다. Vicon 512 Motion Analysis System을 통해 얻어진 visual and analogue data는 VCM software 프로그램으로 처리하여 보행의 각 주기에 따른 3차원상의 자료로 나타내었고, 이를 다시 수치화하여 보행의 주요 주기에 따른 시상면, 관상면, 횡단면의 3차원상의 관절운동으로 나타내었다. 검사후 얻어진 보행 주기별 자료는 그 평균치를 내어 통계 처리후 비교 분석 하였다.

### Ⅲ. 연구 결과

#### 1. 대상자의 특성

Table 1. The general character of subjects

특성구분	파킨슨병 환자
인 원	5명
평균 연령	65.25세
체 중	63kg
신 장	164.5cm
하지 길이	75cm
슬관절 폭	10.57cm
족관절 폭	7.2cm

대상자의 평균 연령은 65.25세 었으며, 체중은 평균 63kg이었고, 신장과 하지길이는 각각 평균 164.5cm, 75cm이었다. 한편 슬관절과 족관절의 폭은 10.57cm, 7.2cm이었으며 환자 모두 남자였고, 서울보훈병원 재활 의학과에 설치되어 있는 삼차원 동작분석기를 이용하여 2000년 8월부터 2001년 6월까지 본 연구를 실시 하였다(Table 1).

#### 2. 시간적 지표 변화

Table 2. Temporal Parameters for Patients

	각 도
Cadence (steps/min)	96.26±7.47
Walking Speed (m/s)	0.65±0.29
Single Support (s)	0.41±0.05
Double Support (s)	0.41±0.09
Stride Length (m)	0.81±0.37

Values are mean ± standard deviation

진 보행주기 동안 대상자의 보행의 시간적 지표를 분석해 보면 분속수는 평균 96.26±7.47 steps/min, 보행속도는 0.65±0.29 m/s, 단하지 지지기는 0.41±0.05 sec, 양하지 지지기는 0.41±0.09 sec, 활보장은 0.81±0.37m 이었다. 정상인에 비해 분속수, 보행속도, 활보장등은 감소되었고, 단하지 지지기와 양하지 지지기는 증가되어 있는 경향을 보였다( Table 2).

#### 3. 운동 형상학적 분석

한 보행 주기에서 각 관절 운동범위의 최고값과 최저값은 운동이 이루어지는 시상면, 관상면, 횡단면으로 구분하여 측정하였다.

Table 3. Maximal Angles of Joint on the Sagittal Plane for Patients

		각 도
pelvic tilt	maximal	6.70±3.99
	minimal	3.46±8.08
Hip	Flexion	29.97±10.05
	Extension	5.05±10.7
Knee	maximal	55.87±8.92
	Flexion	minimal
Ankle	DorsiFlexion	20.41±2.81
	PlantarFlexion	2.32±7.05

Values are mean ± standard deviation

먼저 시상면에서 골반경사는 최고 6.70±3.99도, 최저 3.46±8.08도, 고관절 굴곡은 29.97±10.05도, 신전 5.05±10.7도 슬관절 굴곡은 최고 55.87±8.92도, 최저 -1139±9.73도 족관절 배측 굴곡은 20.41±2.81도, 저측 굴곡 2.32±7.05도 었다(Table 3).

Table 4. Maximal Angles of Joint on the Coronal Plane for Patients.

		각 도
pelvic	Up	3.11±1.14
	Obliquity	Down
Hip	Adduction	4.58±2.05
	Abduction	4.57±5.33
Knee	Varus	14.07±4.94
	Valgus	0.98±2.50

Values are mean ± standard deviation

관상면에서 골반사위는 상향  $3.11 \pm 1.14$ 도, 하향  $3.09 \pm 1.97$ 도, 고관절 내전은  $4.58 \pm 2.05$ 도, 외전  $4.57 \pm 5.33$ 도, 슬관절 내반은  $14.07 \pm 4.94$ 도, 외반  $0.98 \pm 2.50$ 도 였다.(Table 4)

Table 5. Maximal Angles of Joint on the Transverse for Patients

		각 도
pelvic Rotation	Internal	$4.00 \pm 1.31$
	External	$4.37 \pm 1.04$
Hip Rotation	Internal	$12.73 \pm 3.78$
	External	$5.27 \pm 4.14$
Foot Rotation	Internal	$-1.52 \pm 11.73$
	External	$13.60 \pm 8.64$

Values are mean  $\pm$  standard deviation

횡단면에서 골반 내회전은  $4.00 \pm 1.31$ 도, 외회전  $4.37 \pm 1.04$ 도, 고관절 내회전은  $12.73 \pm 3.78$ 도, 외회전  $5.27 \pm 4.14$ 도, 족관절 내회전은  $-1.52 \pm 11.73$ 도, 외회전  $13.60 \pm 8.64$ 도 였다.(Table 5)

#### IV. 고 찰

인간의 직립보행은 선천적으로 태어나면서부터 가능한 것이 아니고 성장하면서 신경계 및 근육결계의 발달과 오랜 기간에 걸친 훈련에 의해 완성되는 과정이라고 할 수 있기 때문에 인간의 보행은 7세에서 9세 사이에 완성되는 것으로 알려져 있고, 이때는 동체를 지면에 대해 지지하는 힘과 진행에 따라 양쪽이 교대로 동체를 지지하는 주기적인 운동의 2가지 기본 요구가 있다. 또한 정상적인 보행을 위해서는 골반과 두 다리의 각기 다른 길이와 축을 갖는 11개의 관절과 57개의 근육이 조화롭게 움직여야 하고 궁극적으로 보행에 소비되는 에너지를 극소화시키는 여러 기전이 작용하게 된다. 이러한 이유로 보행 중 일어나는 여러 근육 활동이나 관절의 가동성에 대한 연구가 그 동안 계속 이루어져 왔다. 그러나 기존의 보행 분석 방법들은 0.4~0.8초 주기로 일어나는 여러 관절들의 변화를 측정하기가 용이하지 않아서 많은 장비들이 개발되어졌다.

파킨슨병의 주된 손상은 추체의로계를 구성하는 담창구와 흑질에 있다. 퇴화로 인해 도파민으로 알려진 뇌에

서의 중요한 전달 물질의 결핍을 초래하는데 흑질과 기저신경질이 실제로 모든 도파민을 포함한다(Adel과 Bergman, 1980; Godwin, 1982). 흑질과 선조체를 연결하는 두가지의 주요한 섬유 체계인 억제성 도파민의 체계와 흥분성 콜린의 체계는 선조체 내에서 서로 길항적이다(Affifi & Bergman, 1980).

정상적인 움직임이 발생하기 위해서는 피질, 소뇌, 그리고 기저신경질이 중요한 되먹임 회로를 통해 모두 상호 작용하는데 도파민이 억제성 물질이므로 도파민 전달의 상실로 아세틸콜린과의 균형이 깨지고 콜린성의 흥분성 경로를 허용하게 된다(Perlik, et al, 1980). 따라서 추체의로계의 억제 기능의 상실로 해리 현상이라 불리우는 비정상적 운동 행태나 불수의적인 운동의 결과가 온다. 이러한 이유로 모든 운동이 느려지고 시작이 어려워진다. 목과 동체(torso) 그리고 사지의 운동성은 점차 소실되고, 병이 진행될수록 침상동작(bed mobility), 이동, 그리고 보행에서의 기능적 제한에 심하게 장애를 갖게 된다(Margaret S. 등, 1997). 이중 특히 보행은 균형을 유지하기 위한 재빠른 적응능력의 소실로 시작이 어렵고 또한 부분적으로도 어렵게 된다. 걷는 모양이 특이해 운동을 시작하기 위하여 몸을 앞으로 숙이고 균형유지를 위해 짧고 빠른 보폭을 나타내며 걷는다. 정상적인 팔의 진동은 없다.

본 연구의 결과 시간적 지표의 변화에서 나타난 각종 수치 중 분속수에서는 파킨슨병 환자가  $96.26 \pm 7.47$  steps/min로 서구 여러 학자들이 보고한 정상인의 분속수인 116 steps/min(Perry), 127.9 steps/min(Gage), 117 steps/min(Skinner)에 비해 낮은 분속수를 보였다. 보행속도에서는  $0.65 \pm 0.29$  m/s의 결과를 보여 정상인에 비해 낮은 보행 속도를 보였고, 단하지 지지기는  $0.41 \pm 0.05$  sec, 양하지 지지기는  $0.41 \pm 0.09$  sec로써 실제적으로 정상인의 단하지 지지기가 양하지 지지기보다 배로 증가되어 있지만 본 연구의 결과에서는 비슷한 것으로 나타났고, 활보장은  $0.81 \pm 0.37$  m로 정상인 보다 감소된 것으로 나타났다. 이러한 결과는 걷는 모양이 특이해 운동을 시작하기 위하여 몸을 앞으로 숙이고 균형유지를 위해 짧고 빠른 보폭을 나타내며 걷기 때문으로 생각된다.

또한 시상면의 운동 형상학적 분석의 측면에서 보면 환자의 관절 운동범위는 고관절에서 34도, 슬관절은 44도, 족관절 22도로 Perry가 보고한 정상인 40도, 55도, 30도 등과는 차이가 있었다. 관상면에서는 정상인과 별

다른 차이가 없었고, 횡단면에서 족관절의 내회전과 외회전이 정상인에 비해 현저하게 감소한 것으로 나타났다. 이것을 통해 보행 장애가 고관절이나 슬관절 그리고 족관절의 운동 범위 장애와 연관성이 있음을 알 수 있었다. 결과에서 보듯이 보행 분석이 일상생활이 이루어지는 환경이 아닌 일정한 실내 공간인 검사실에서 이루어짐으로써, 보행 거리의 제한이 있고 여러 개의 active marker들과 근전도기 등의 여러 가지 선이 연결되어져 대상자가 보다 자연스러운 보행을 하는데 지장을 초래하여 자료 분석시 다소 문제가 있는 것도 간과할 수 없었다. 따라서 앞으로 보다 많은 대상자와 다양한 환경에서 보행 분석을 실시하여 기존의 연구자료들과 비교 분석함으로써 3차원 동작분석기를 이용한 여러가지 검사와 진단의 객관성과 정확성의 증가에 기여할 수 있게 광범위한 연구가 있기를 기대해 본다.

## V. 결 론

파킨슨병 환자에 관한 보행의 시간적 지표와 운동역학적 특징을 알아보고자 총 5명을 대상으로 서울보훈병원 재활의학과에 설치되어 있는 삼차원 동작분석기를 이용하여 보행 분석을 실시하였고 골반, 고관절, 슬관절, 족관절의 관절운동범위의 값과 이들의 보행주기별 변화치를 평가, 비교하고 또한 보폭과 속도변화를 알아봄으로써 향후 임상에서 실제적으로 삼차원 동작분석기를 이용한 환자들의 보행분석시 필요한 기초자료로 삼기 위하여 본 연구를 실시하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 시간적 지표의 변화에서는 정상인에 비해 분속수, 보행속도, 활보장등은 감소되었고, 단하지 지지기와 양하지 지지기는 증가되었다.
2. 시상면에서의 운동 형상학적 특성을 보면 환자의 관절 운동범위는 골반경사, 고관절, 슬관절, 족관절 모두 정상인에 비해 감소하였다.
3. 관상면에서의 운동 형상학적 특성을 보면 환자의 관절 운동범위는 골반경사, 고관절, 슬관절에서 정상인과 별다른 차이가 없었다.
4. 횡단면에서의 운동 형상학적 특성을 보면 환자의 관절 운동범위는 골반경사와 고관절에서 정상인과 별다른 차이가 없었으나, 족관절 내회전과 외회전은 현저히 감소하였다.

## 〈 참고 문헌 〉

- 박준용, 임주혁, 양승오, 하상배 : 파킨슨병과 골다공증, 대한재활의학회지, 22(1), 15-20, 1998.
- 아담스 신경과학 편찬위원회 역 : 아담스 신경과학, 정답, 980, 1998.
- 이대회 : 임상신경학 각론, 고려의학, 150-157, 1998
- 4이충휘 : 물리치료학, 정답, 481, 1998
- Adel A, Bergman Afifi, Ronald A. : Basic Neuroscience, 2nd ed, Urban & Schwarzenbeg, Baltimore, 1986.
- Gage, James R. : Gait analysis in cerebral palsy, Cambridge University Press, 1991.
- Godwin, Austen RB : Parkinsonism - Clinical, Philadelphia, 292, 1982.
- Hoehn MM, Yahr MD : Parkinsonism, Progression and mortality, 17, 427-442, 1967.
- Huber SJ, Cummings JL, et al. : Parkinson's disease - Neurobehavioral Aspects. New York, Oxford University Press Inc, 10-13, 1992
- Jankovic J. : Parkinson's disease - Recent advances in therapy. South Med. J, 81, 1021-1027, 1988
- Johnell O, et al. : Fracture risk in patients with Parkinsonism, a population-based study in Olmsted county Minnesota, Age Aging, 21, 32-38, 1992.
- Kao CH, et al. : Bone mineral density in patients with Parkinson's disease measured by dual photon absorptiometry, Nucl Med Communication, 15, 173-177, 1994.
- Kenneth WL, Ian Bone : Neurology and neurosurgery Illustrated, 3rd ed, Churchill Livingstone, 1997
- Margaret Schenkman, Toni M. Cutson, Maggie Kuchibhatla, et al. : Reliability of Impairment and Physical Performance Measures for Persons with Parkinson's disease, Physical therapy, 77, 19-27, 1997
- O'sullivan SB, Schmitz TJ : Physical Rehabilitation - Assessment and Treatment. 3rd ed, Philadelphia, FA Davis Co., 474,

1994.

Perlik SJ, et al : Parkinsonism is your treatment appropriate, *Geriatrics*, 65, 1980.

Perry J. : Gait analysis, Thorofare, Slack Inc, 224-243, 1992.

Skinner HB. : Ankle weighting effect on gait in able bodied adults. *Arch Phys Med Rehabil*,

71, 112-115, 1990.

Tanner CM. : Epidemiology of parkinson's disease, *Neurol Clin*, 10, 317-329, 1992.

Turnbull G, et al. : *Physical Therapy Management of Parkinson's Disease*. New York, Churchill Livingstone Inc, 137-192, 1992