

정상 성인과 편마비 환자의 보행분석 연구

서울보건대학 물리치료과

안창식

서울보훈병원 재활의학과 물리치료실

정 석

A Study on Gait Analysis of Normal Adult and Hemiplegia Patients

An, Chang sik, P.T., M.S.

Dept. of Physical Therapy, Seoul Health College

Jung, Seok, R.P.T., M.S.

Dept. of Physical Therapy, Seoul Veterans Hospital

<ABSTRACT>

The aim of this study is to present the basic reference data of age and specific gait parameters for Hemiplegia Patients. The basic gait parameters were extracted from 30 Adult Hemiplegia Patients and 30 normal adult, 50 to 60 years of age using VICON 512 Motion Analyzer.

The results were as follows:

- 1) The mean Cadence of the adult to the hemiplegia were 108.50 ± 11.67 steps/min, to 77.57 ± 22.71 steps/min.
- 2) The mean Walking Speed of the adult to the hemiplegia were 1.07 ± 0.18 m/s, to 0.44 ± 0.14 m/s.
- 3) The mean Stride Length of the adult to the hemiplegia were 1.17 ± 0.12 m, to 0.69 ± 0.21 m.
- 4) The mean maximal angles of joint on the pelvic tilt for different adult or hemiplegia were 7.60 ± 3.91 °, to 9.63 ± 4.94 °. ($p > 0.05$)
- 5) The mean maximal angles of joint on the hip flexion motion for different adult or hemiplegia were 29.53 ± 5.03 °, to 25.30 ± 9.94 °. ($p < 0.05$)
- 6) The mean maximal angles of joint on the knee flexion motion for different adult or hemiplegia were 56.36 ± 5.81 °, to 41.64 ± 17.21 °. ($p < 0.05$)
- 7) The mean maximal angles of joint on the ankle dorsiflexion motion for different adult or hemiplegia were 16.65 ± 2.72 °, to 16.53 ± 7.45 °. ($p > 0.05$)
- 8) The mean maximal angles of joint on the ankle plantarflexion motion for different adult or hemiplegia were 7.11 ± 5.42 °, to 2.81 ± 6.14 °. ($p < 0.05$)

I. 서론

편마비의 보행은 뇌졸중, 뇌종양, 뇌손상 등의 원인으로 편측 병변시 관찰되는 체위와 사지 운동의 특징적인 보행양상을 기술하는 용어이다. Brunnstrom(1964)은 편마비 보행을 관찰하고 그 특징을 느끼고 경직 되어 있음과 환측의 부조화 조절 운동 그리고 이를 보상하려는 건측의 대상작용으로 기술 한 바 있다. 즉 뇌중추신경의 운동 조절의 결핍으로 사지의 적절한 조화 조절 운동이 일어나는 것이며 따라서 중추신경의 신경학적 회복 정도에 따라서 운동 조절의 양상이 변화하며 편마비 보행의 양상도 변화 한다고 하였다. 특히, 뇌졸중으로 인해 편마비 환자의 일상 생활 동작 기능에 많은 장애가 초래되는데 특히 보행은 독립적인 생활을 영위하는데 기본이 되는 것으로 편마비 환자의 보행 양상을 평가하고 이에 연관되는 요소들을 분석하는 것은 의미 있을 것으로 생각된다. 편마비 환자에서 보행 장애의 주요 원인은 근육활동도의 감소(poor muscular activation), 체중 지지 능력의 감소(poor weight-bearing capacities), 균형 감각의 결여(poor balance) 등이다. 이러한 병적 보행을 보이는 환자에서 그 원인을 분석하고 치료를 시행함에 있어서 객관적이고 정량적인 방법의 평가는 매우 중요한 일이라 할 수 있다. 이러한 이유로 Weber(1836)등은 연속적인 사진 촬영으로 보행 분석을 시도하였으며, 그 이후 Cinefilm 및 Video Camera를 이용한 시각적 분석(Perry 1992; Sutherland 1972; Winter 1974), Electrogoniometer를 이용한 분석, 또한 최근에는 Force plate form, Dynamic EMG, Foot switch등과 함께 컴퓨터에 의한 3차원 동작 분석까지 이루어져 왔다(Gosselin 1987; Perry 1992; Sutherland 1972; Winter 1974). 최근 우리나라에서도 재활의학 및 정형외과학, 스포츠 분야, 인체공학 연구소에서 객관적이고 정확한 보행분석에 관한 관심과 함께 활발한 연구가 진행되고 있으며, 정상인의 보행지표와 아울러 편마비 환자의 보행지표는 병적 보행 양상을 비교 평가하기 위하여 기초적이고도 필수적인 자료라 할 수 있다. 그러나 아직 국내에서는 이러한 자료가 매우 드물기때문에 우리나라 편마비 환자의 보행 분석시 표준화 된 기본 지표를 구하고, 향후 3차원 동작 분석기를 이용한 보행 분석시 기초 자료로 활용하고자 본 연구를 시작 하였다.

II. 연구대상 및 방법

1. 연구 대상

연구 대상은 편마비 환자 30명(좌측 14명, 우측 16명)으로 하였으며, 평균 나이는 58.1세이며, 평균 유병기간은 18.5개월 이고, 환자 모두 남자 였다. 2001년 7월부터 2002년 6월까지 서울보훈병원 재활의학과에 입원 또는 외래 방문한 편마비 환자들 중 독립 보행이 가능한 환자들을 대상으로 환자들의 환측만 측정하였다. 정상 성인은 현재 정상적인 일상생활을 하고 있는 30명으로 모두 남자 였으며, 대상자의 평균 연령은 61.06세였으며, 체중은 평균 68.23kg이었고, 신장은 평균 168cm로 이들 두 그룹을 비교, 분석 하였다.(Table 1)

Table 1. The general character of subjects

general character	normal adult	hemiplegia patients
number	30명	30명
age	61.06±7.00세	58.1±9.140세
weight	68.23kg	68.36kg
height	168cm	167cm

2. 연구 방법

1) 먼저 환자의 과거력 청취 및 이학적 검사를 실시하여 대상자 중 맨발로 보행을 할 수 있는 환자를 선택한 후, 신장, 체중, 양 하지의 길이, 양 슬관절 및 족관절 나비(width)등 보행 검사 시 자료분석에 필요한 신체 계측을 시행하였다.

2) 대상자들의 보행 검사는 영국 Oxford Metrics Inc 의 VICON Clinical Manager Software(VCM)를 내장한 PC에 5개의 카메라가 연결되어 있는 Vicon 512 Motion Analysis System 을 이용하여 보행시의 3차원상의 운동형상학적 변화를 검사 하였다. 먼저 매 검사 직전 카메라에서 발생 될 수 있는 오차를 교정하기 위해 calibration을 시행 한 후, 하지와 골반의 주요 관절 그리고 근육에 표식자를 부착하고 힘측정판 위에 기립 정지 상태에서 각 관절의 위치를 Vicon 512 Motion Analysis System에 부착 된 컴퓨터 화면에서 정적 검사를 시행 하였다. 이때 부착된 표식자는 직경 2.5cm의 구형으로 부착 부위는 천골 표식자의 경우 좌우의 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 부위로 하였다. 양측 대퇴 표식자는 대퇴의 하 1/3에 해당하는 외측 부위로서 보행시 자연스러운 팔의 운동을 저해하지 않는 높이의 부위, 양측 족관절 표식자는 경골의 외측과 부위, 양측 족관절 표식자는 경골의 하 1/3에 해당하는 외측 부위, 양측 전족부 표식자는 제2중족골두의 상면 부위, 양측 종골 표식자는 전족부 표식자와 전족부 표식자와 연결되는 발의 중축선 상의 발뒤꿈치 부위로 하였다. 동적 검사로는 양측 종골 표식자를 제거 한 후 동일 한 표식자를 부착한 상태에서 12m 거리를 환자가 편안한 보행으로 걷게 하였으며 5회 이상 반복 보행 후 가장 자연스러운 보행 양상을 택해 분석 하였다. Vicon 512 Motion Analysis System 을 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 T검정 후 비교 분석 하였다.

III. 연구 결과

1. 시간적 지표 변화

전 보행주기 동안 대상자 보행의 시간적 지표를 정상성인과 편마비 환자를 구별하여 분석해 보면 분속수는 정상 성인에서 평균 108.50 ± 11.67 steps/min, 편마비에서는 77.57 ± 22.71 steps/min, 보행속도는 정상 성인 1.07 ± 0.18 m/s, 편마비 0.47 ± 0.23 m/s, 단하지 지지기는 정상 성인 0.40 ± 0.04 sec, 편마비 0.48 ± 0.15 sec, 양하지 지지기는 정상 성인 0.31 ± 0.06 sec, 편마비 0.75 ± 0.68 sec, 활보장은 정상 성인 1.17 ± 0.12 m, 편마비 0.69 ± 0.21 m 이었다. 정상성인과 편마비 환자 차이를 보면 정상성인에서 분속수, 보행속도, 활보장이 편마비환자보다 증가되어 있었고, 편마비환자는 단하지 지지기와 양하지 지지기가 증가되어 있는 경향을 보였다.(Table 2)

Table 2. Temporal Parameters for Different adult or hemi

	normal adult	hemiplegia patients
Cadence (steps/min)	108.50±11.67	77.57±22.71
Walking Speed (m/s)	1.07±0.18	0.47±0.23
Single Support (s)	0.40±0.04	0.48±0.15
Double Support (s)	0.31±0.06	0.75±0.68
Stride Length (m)	1.17±0.12	0.69±0.21

2. 운동 형상학적 분석

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

골반에서 정상성인과 편마비 환자를 구분하여 살펴보면 정상 성인의 경우 골반경사는 최고 7.60±3.91도, 최저 4.01±3.44도, 골반사위는 상향 3.30±1.89도, 하향 -3.55±2.11도, 골반 내회전은 4.81±2.56도, 외회전 -4.45±3.12도 였고, 편마비 환자의 경우 골반경사는 최고 9.63±4.94도, 최저 0.11±4.03도, 골반사위는 상향 3.84±5.10도, 하향 -3.28±4.06도, 골반 내회전은 4.54±7.65도, 외회전 -7.50±8.75도였다. 정상성인과 편마비 환자에 차이를 보면 골반 경사의 최저값이 유의한 차이를 보였고 그 나머지는 유의한 차이를 보이지 않았다.(Table 3)

Table 3. Maximal Angles of Joint on the Pelvic Motion for Different adult or hemi

Pelvic		normal adult	hemiplegia patients	P-Value
Pelvic tilt	Maximal	7.60±3.91	9.63±4.94	0.840
	Minimal	4.01±3.44	0.11±4.03	0.000
Pelvic obliquity	Up	3.30±1.89	3.84±5.10	0.588
	Down	-3.55±2.11	-3.28±4.06	0.749
Pelvic rotation	Internal	4.81±2.56	4.54±7.65	0.856
	External	-4.45±3.12	-7.50±8.75	0.077

Values are mean ± standard deviation p<0.05

고관절에서 정상성인과 편마비 환자를 구분하여 살펴보면 정상성인의 경우 굴곡은 29.53±5.03도, 신전 -14.37±4.01도, 내전 7.11±2.80도, 외전 -5.76±3.66도, 내회전은 8.54±5.07도, 외회전 -8.95±6.97도 였고, 편마비 환자의 경우 굴곡은 25.30±9.94도, 신전 -8.87±8.68도, 내전 4.52±3.92도, 외전 -5.88±4.64도, 내회전은 6.59±10.55도, 외회전 -10.60±11.95도였다. 정상성인과 편마비 환자에 차이를 보면 고관절의 굴곡과 신전, 내전에서 유의한 차이를 보였고 그 나머지는 유의한 차이를 보이지 않았다.(Table 4)

Table 4. Maximal Angles of Joint on the Hip Motion for Different adult or hemi

Hip		normal adult	hemiplegia patients	P-Value
Hip	Flexion	29.53±5.03	25.30±9.94	0.042
	Extension	-14.37±4.01	-8.87±8.68	0.003
Hip	Adduction	7.11±2.80	4.52±3.92	0.005
	Abduction	-5.76±3.66	-5.88±4.64	0.912
Hip rotation	Internal	8.54±5.07	6.59±10.55	0.367
	External	-8.95±6.97	-10.60±11.95	0.517

Values are mean ± standard deviation p<0.05

슬관절에서 정상성인과 편마비 환자를 구분하여 살펴보면 정상성인의 경우 굴곡의 최대값은 56.36±5.81도, 최저값 3.85±3.68도, 내반 11.23±5.37도, 외반 -2.45±3.06도였고, 편마비 환자의 경우 굴곡의 최대값은 41.64±17.21도, 최저값 2.07±10.91도, 내반 9.24±6.23도, 외반 -1.62±3.63도였다. 정상성인과 편마비 환자에 차이를 보면 슬관절 굴곡의 최대값 만 유의한 차이를 보였고 그 나머지는 유의한 차이를 보이지 않았다.(Table 5)

Table 5. Maximal Angles of Joint on the Knee Motion for Different adult or hemi

Knee		normal adult	hemiplegia patients	P-Value
Knee Flexion	Maximal	56.36±5.81	41.64±17.21	0.000
	Minimal	3.85±3.68	2.07±10.91	0.401
Knee	Varus	11.23±5.37	9.24±6.23	0.192
	Valgus	-2.45±3.06	-1.62±3.63	0.347

Values are mean ± standard deviation p<0.05

족관절에서 정상성인과 편마비 환자를 구분하여 살펴보면 정상성인의 경우 배측 굴곡은 16.65±2.72도, 저측 굴곡 -7.11±5.42도, 내회전 2.85±11.63도, 외회전 -12.02±7.52도였고, 편마비 환자의 경우 배측 굴곡은 16.53±7.45도, 저측 굴곡 -2.81±6.14도, 내회전 5.31±11.57도, 외회전 -9.98±10.97도였다. 정상성인과 편마비 환자에 차이를 보면 족관절에서는 저측 굴곡만 유의한 차이를 보이고 그 나머지는 유의한 차이를 보이지 않았다.(Table 6)

Table 6. Maximal Angles of Joint on the Foot Motion for Different adult or hemi

Ankle		normal adult	hemiplegia patients	P-Value
Ankle	DorsiFlexion	16.65±2.72	16.53±7.45	0.935
	PlantarFlexion	-7.11±5.42	-2.81±6.14	0.006
Foot rotation	Internal	2.85±11.63	5.31±11.57	0.415
	External	-12.02±7.52	-9.98±10.97	0.405

Values are mean ± standard deviation p<0.05

IV. 고찰

임상에서 보행분석은 여러질환에서 동반되는 보행장애에 대한 평가 및 치료에 따른 효과를 측정할 수 있다. 이러한 보행분석으로 뇌성마비나 편마비환자들의 보행을 종합적으로 평가

하여 정상인과 비교하여 치료나 수술등의 방법을 제안하며 가능한 한 최대한의 치료효과를 얻기 위함이다. 환자들의 보행에 대한 근골격계의 변형을 치료사에게 정확하고 신뢰도 높은 보행평가의 정보를 제공하여 보행이나 자세등의 치료의 효과를 높인다면 이는 의미있는 일이며 이를 위해서 보행분석 자료의 신뢰성은 중요하다.

Murray와 Drought(1964)가 light photography를 이용한 보행 분석을 하였으며, Perry(1968)등은 foot switch와 dynamic EMG로 stride characteristics의 분석 및 electrogoniometer를 brace에 장착하는 방법을 사용하였다. Sutherland와 Hagy(1972), Winter와 Kuryliak(1974)은 Cine film을 이용한 Vanguard motion analyzer와 NOVA 1200 computer를 보행 분석에 사용하였으며, 1980년대 중반 이후에는 force plate dynamic EMG, marker system, computer software를 갖춘 automated motion analyzer들이 도입되었다. 이러한 motion analysis system은 뇌성마비나 편마비 환자의 보행 분석 및 경직성 치료 후의 평가 그리고 여러 형태의 장애 검증 등에 좋은 객관적인 방법이지만, 설치상의 어려움과 고가의 장비, 전문 인력의 필요성 등의 문제가 있어서 널리 이용되는 데는 많은 제한점이 있는 것도 사실이다. 그러나 최근에는 여러분야에서 활발히 진행되고 있으며 그 중요성이 높이 대두되고 있다.

본 연구의 결과 시간적 지표의 변화에서 나타난 각종 수치는 서구 여러 학자들이 보고한 정상인의 분속수의 경우 Perry는 116 steps/min, Gage는 127.9 steps/min, Skinner는 117 steps/min으로 보고하여 정상성인과 편마비 환자를 구별하여 분석한 본 연구의 결과는 정상 성인에서 평균 108.50 steps/min, 편마비에서는 77.57 steps/min로써 차이가 있었으며, 정상인에 비해 낮은 분속수를 보였다. 보행속도는 정상 성인 1.07 m/s, 편마비 0.47 m/s의 결과를 보여 Hash의 0.50 m/s와 같은 외국 연구들과 비교하여 비슷한 보행 속도를 보였다. 단하지 지지기는 정상 성인 0.40 sec, 편마비 0.48 sec, 양하지 지지기는 정상 성인 0.31 sec, 편마비 0.75 sec로써 차이가 있었다.

또한 시상면의 운동 형상학적 분석의 측면에서 보면 정상 성인과 편마비 환자의 관절 운동범위는 고관절에서 성인 29도 편마비 25도, 슬관절은 성인 56도 편마비 41도, 족관절 성인 16도, 편마비 16도로 큰 차이는 보이지 않으며, Perry가 보고한 정상인 40도, 55도, 30도 등과는 약간의 차이가 있었다. 그외 정상 성인과 편마비 환자의 관상면이나 횡단면에서는 고관절의 내전에서만 차이를 보였고 별다른 차이점은 없었다. 결론적으로 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

뇌졸중에 의한 좌(14명)·우측(16명) 편마비 환자의 환측과 정상 성인(30명)을 이용하여 보행의 시간적 지표와 운동형상학적 특징을 비교하고자 서울보훈병원 재활의학과에 설치되어

있는 삼차원동작분석기를 이용하여 보행 분석을 실시하였다.

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 실시 하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 시간적 지표의 변화에서 정상성인과 편마비 환자 차이를 보면 정상성인에서 분속수, 보행속도, 활보장이 편마비환자 보다 증가되어 있었고, 편마비환자는 단하지 지지기와 양하지 지지기가 증가되어 있는 경향을 보였다..
2. 골반에서 정상성인과 편마비 환자의 차이를 보면 골반 경사의 최저값이 유의한 차이를 보였고($p < 0.05$), 그 나머지는 유의한 차이를 보이지 않았다($p > 0.05$).
3. 고관절에서 정상성인과 편마비 환자의 차이를 보면 고관절의 굴곡과 신전, 내전에서 유의한 차이를 보였고($p < 0.05$), 그 나머지는 유의한 차이를 보이지 않았다($p > 0.05$).
4. 슬관절에서 정상성인과 편마비 환자의 차이를 보면 슬관절 굴곡의 최대값 만 유의한 차이를 보였고($p < 0.05$), 그 나머지는 유의한 차이를 보이지 않았다($p > 0.05$).
5. 족관절에서 정상성인과 편마비 환자의 차이를 보면 저축 굴곡만 유의한 차이를 보이고($p < 0.05$), 그 나머지는 유의한 차이를 보이지 않았다($p > 0.05$).

참고문헌

- 권도윤, 성인영, 유종윤, 하상배. 한국 성인의 3차원적 보행분석. 대한재활의학학회지, 22(5); 1107-1113. 1998.
- 김철중, 박세진. 3차원 동작 분석기를 이용한 정상 보행 분석. 대한재활의학학회지, 16(4); 399-405. 1992.
- Brunnstrom S. Recording gait patterns of adult hemiplegic patients. J Am Phys Ther Assoc, 44; 11. 1964.
- Gage JR. Gait analysis for decision making in cerebral palsy. Bull Hosp Jt Dis, 43: 147-163, 1983.
- Gosselin GR. Diagnostic tools for the sports chiropractor. SOMA; 13: 23-29, 1987.
- Hash D. Energetics of wheelchair propulsion and walking in stork patients. In Energetics: Application to the study and management of locomotor disabilities. Orthop Clin North Am, 9; 372-374, 1978.
- Murraray MP, Drought AB. Walking pattern of normal men. J Bone Joint Surg, 46-A: 335-360, 1964.
- Oberg T, Karsznia A, Oberg K. Basic gait parameters. Reference data for normal subject; J Reha Res Dev, 30; 210-223, 1993.
- Perry J. Gait analysis. Thorofare, SLACK Co, 224-243, 1992.
- Skinner HB. Ankle weighting effect on gait in able bodied adults. Arch Phys Med Rehabil, 71; 112-115, 1990.
- Sutherland DH, Hagy JI. Measurement of gait movement from motion picture film. J Bone Joint Surg, 54-A: 787-797, 1972.
- Winter DA, Kuryliak WM. Dynamic stabilization in human gait. Biomechanics, 2-A: 280-286. 1974.