

뇌졸중 환자의 보행 비대칭성과 속도, 하지 운동 기능과의 상관관계

남형천 · 김성렬¹ · 안승현²

경북전문대학 물리치료과, ¹경남대학교 물리치료학과, ²국립재활원 물리치료실

The Relationships among Gait Asymmetry, the Gait Velocity and Motor Function of Lower Extremity in Stroke Patients

Hyounghun Nam, PT, PhD, Seongyeol Kim, PT, PhD¹, Seunghyun An, PT, PhD²

Department of Physical Therapy, Kyungbuk College

¹Department of Physical Therapy, Kyungnam University

²Department of Physical Therapy, National Rehabilitation Center

<Abstract>

Purpose : The present study was to examine the difference and severity of asymmetry in independently ambulating stroke survivors and to establish the association between gait asymmetry, velocity, and the motor function of lower extremity.

Methods : The subjects used in this study were 43 subjects with hemiparesis being able to walk independently. Motor function of lower extremity was measured clinically with the Fugl Meyer-Lower /Extremity Assessment. Overground gait velocity and spatio-temporal parameters were collected by the GAITRite system.

Results : Thirty(69.77%) patients showed statistically significant temporal asymmetry while 28(65.1%) exhibited statistically significant spatial asymmetry. One-way ANOVA results showed a main effect of temporal symmetry group(normative, mild, severe) for gait velocity($F=74.129$), FM-L/E($F=17.270$), swing-stance symmetry($F=66.869$, $F=13.485$, respectively), spatio-temporal symmetry($F=13.166$, $F=31.800$, respectively)

66, $F=31.800$, respectively). Gait velocity was negatively associated with temporal asymmetry($r=-.83$), spatial asymmetry($r=-.60$). Motor function of lower extremity was also associated with temporal asymmetry($r=-.58$), and spatial asymmetry($r=-.50$).

Conclusion : The study attempted to establish the standard assessment of hemiparesis gait symmetry in light of the complex relationship with motor impairment and gait velocity. More future work will need to link the

degree of gait asymmetry to clinically relevant outcomes to better establish the clinical significance of such observations.

Key Words : Asymmetry, Function of lower extremity, Gait velocity, Spatio-temporal parameter, Stroke

I. 서 론

뇌졸중 후 편마비 보행은 보행 속도의 감소와 더불어 보행의 시·공간적인 변수에 변화를 초래하는데 그 중 분속수와 보장은 보행 속도와 관련하여 감소되는 양상을 보이고(Roth 등, 1997). 양하지 지지기와 비마비측 단하지 지지기는 일반인에 비해 더욱더 길어져 비대칭적인 보행 패턴을 야기시킨다. 또한 뇌졸중 환자들의 하지 근력 약화와 강직, 그리고 균형의 감소는 신체적 활동 수준의 감소로 이어지게 되고 보행 보조 도구를 이용한 보행이 증가하게 되어 비대칭적인 체중 부하로 인한 보행의 심각한 비대칭성 보행 양상을 가중 시키게 된다(Allet 등, 2009).

뇌졸중 환자의 보행 훈련 시 빠른 보행속도의 획득과 보행 패턴의 개선이 궁극적인 목적이 되므로(Hsu 등, 2003), 보행 속도의 감소와 보행의 비대칭 정도를 일차적으로 파악 하는 것은 보행 훈련 프로그램 중재에 필요한 중요한 과제라 할 수 있다. 일반적으로 보행 속도를 측정함으로써 보행의 기능적인 수행능력을 충분히 반영할 수 있으나 기능적인 회복의 정도와 장애에 관한 정보를 제공하는데 극히 제한적이며(Lord 등, 2004; Olney 등, 1994), 뇌졸중 환자의 일반적인 문제점인 대칭적인 체중 부하와 이동에 관한 보행 능력의 객관적인 지표를 반영할 수 없다는 문제점을 지적할 수 있다. 보행 속도의 증가는 마비측 하지의 비대칭적인 체중 부하와 이동 능력이 중요하며, 하지 운동 기능의 역할이 강조되기 때문이다(Kim과 Eng, 2003).

Brandstater 등(1983)에 의해 제안된 보행 대칭성은 보행의 질적이고 정량적인 분석이 가능하다. 시간적인 변수(분속수, 보행 속도, 좌·우 유각기, 입각기, 한걸음과 활보장 시간)와 공간적인 변수(좌·우 관절 각도, 보장, 활보장)를 이용하여 대칭성에 관한 보행 지표로 활용하고 있으며, 양하지의 비대칭성을

알아 보는 데 이점을 가지고 있다. 특히 뇌졸중 환자들의 전형적인 비대칭적인 보행 패턴으로 마비측 하지의 유각기시 발을 들어 올릴 수 있는 힘이 부족하여 유각 시간이 증가하게 되고 마비측으로 무게 중심을 이동할 수 있는 능력이 부족하여 마비측 입각시간이 감소하게 되는데 이러한 경우에 비마비측의 보상적인 움직임(골반의 과도한 들어 올림, 전방으로 과도한 체중심의 이동)을 통하여 보행 속도가 증가하였다면 보행이 더욱 더 비대칭적인 형태를 보이게 된다(Patterson 등, 2008; Wall과 Turnbull, 1986).

이러한 이유로 보행 회복에 있어서 보행 속도와 시·공간적인 대칭성에 관하여 관심을 가질 필요가 있다. 이와 관련하여 보행 속도와 보행 대칭성과의 관련성을 조사한 사례연구에서 서로 다른 연구 결과가 보고되었다. Roth 등(1997)에 의하면 시간적 보행 요소(유각 대칭성과 마비측 유각 비율/마비측 입각 비율)는 보행 속도와 관련이 있고 시간적인 대칭성(마비측 유각 비율/마비측 입각 비율 : 비마비측 유각 비율/마비측 입각 비율)은 보행속도와 관련이 없다고 하였으나 Brandstater 등(1983)의 연구에서는 보행 속도와 시간적 대칭성은 서로 관련이 있다고 하였다.

그러나 두 연구 모두 표본수(<25명)가 작고 보행 보조 도구를 사용하는 피실험자들이 포함되어 있어 보행 속도와 시간적 대칭성과의 관련성에 대한 연구 결과의 제한점이 있으며, 공간적 대칭성과의 관련성에 대해 언급하지 못하였다. 편마비 보행에서 보행 속도와 시간적 대칭성은 서로 관련이 있는 변수로서 동일한 장애를 측정하는 것으로 볼 수 있다. 두 변수는 운동 회복, 하지 근력, 우력, 강직과 관련이 있음이 여러 선행연구에 의해 보고되었다(Bohanon 등, 1987; Brandstater 등, 1983; Hsu 등, 2003). 그러나 시간적 대칭성이 떨어지는 환자들의 경우 동적인 균형 조절의 변화, 심신의 무기력과 장애, 마

비측 하지 근력, 비대칭적인 하지 부하로 인한 불균형의 변화와 관련이 있기 때문에 보행 속도가 느리다고 단정 짓기에는 제한적 일수 있으며(Patterson 등, 2008), 보장과 활보장과 같은 공간적인 대칭성에 의해서도 영향을 받는다.

일반적으로 보행의 대칭성과 에너지 소비는 서로 관련이 있으므로 체계적인 보행은 가장 효율적인 보행 패턴이라 할 수 있다(Davis 등, 2004; Draper, 2000). 뇌졸중 환자들은 보행시 에너지 소비 효율이 크고 일반인과 비교하여 활동 수준이 매우 낮다(Michael 등, 2005; Platts 등, 2006). 이러한 편마비 환자의 비대칭적인 보행 패턴은 에너지 소비가 증가하게 되고 시간이 흐름에 따라 전반적인 활동 수준이 감소하기 때문이다. 또한 비마비측 사지의 근골격계 상태에 따라 비대칭적인 보행 패턴에 부정적인 영향을 줄 수 있다. 뇌졸중 환자의 시간적 대칭성은 비마비측 사지의 수직 지면 반발력 증가와 양의 관계에 있다(Kim 등, 2003). 그러므로 시간이 지날수록 뇌졸중 환자의 비대칭적인 보행 패턴은 비마비측 사지의 반복적이고 증가된 체중 부하에 의해 영향을 더욱 크게 받게 된다.

따라서 보행 속도와 보행의 비대칭성 관계를 파악하는 것은 매우 중요하다고 할 수 있다. 뇌졸중 환자의 비대칭적인 보행을 주제로 한 연구가 일부 보고 되었으나 비대칭성에 관한 특성과 함축적인 내용에 초점이 맞추어져 있고 대다수의 연구에서 상대적으로 표본 수의 크기가 작다는 것이다. Hsu 등(2003)의 연구에 의하면 경증이거나 중등도의 뇌졸중 환자들의 경우 보행 속도와 대칭성은 신체적 장애 정도에 따라 영향을 받는다고 하였다. Lin 등(2006)은 족관절과 고관절의 움직임이 보행 특성을 결정짓는데 중요한 변수라고 하였으나 보행 속도와 대칭성과는 관련성이 없다고 하였다. 뇌졸중 환자들의 신체적 활동 수준과 장애 정도와의 관련성에 의해 보행 속도와 대칭성과의 관련성을 파악하는 것은 어려운 점이 있다. 따라서 본 연구의 목적은 뇌졸중 환자의 보행의 시·공간적인 비대칭 정도에 관련된 보행 속도와 FM-L/E 및 보행의 대칭성 변수의 차이를 알아보고 각 변수들과의 관련성을 알아보고자 하였다.

II. 연구 방법

1. 연구 대상

본 연구의 대상은 뇌졸중으로 인한 편마비 진단을 받은 환자로 N병원에서 입원 치료를 받는 편마비 환자 중 연구에 동의한 환자 43명을 대상으로 2009년 8월부터 11월까지 실시하였으며, 선정조건은 다음과 같다.

- 가. 편마비로 진단 받고 발병 후 3개월이 지난 뇌졸중 환자
- 나. 지팡이 등 기타 보조도구 없이 10m 이상 보행이 가능한 환자
- 다. 하위 운동 신경 병변이 없으며 양 하지의 정형외과적 질환이 없는 환자
- 라. 연구내용을 이해하며 의사소통이 가능한 환자

2. 연구 도구 및 측정방법

검사에 앞서 GAITRite를 이용한 보행 검사는 평상시 10m를 안정적인 보행 속도로 걷게 하여 3회 연습을 실시하도록 하였다. 그런 다음 피실험자를 보행 판 전방 3m에서 서 있도록 한 다음, 검사자의 구두신호에 의하여 보행을 시작하고, 보행은 보행 판을 지나 3m까지 간 후 정지하도록 지시하였으며, 3회 측정의 평균값을 이용하였다. 피검자들의 피로도를 최소화하여 정확한 데이터 수집을 위해 필요 시 검사 마다 휴식은 30초에서 1분을 넘지 않도록 하였다. 푸글마이어 하지 운동 기능 평가(Fugl Meyer-Lower/Extremity, FM-L/E)는 이 평가지를 사용한 경험이 있고, 신경계 물리치료에 관련하여 임상 경력 10년 이상인 물리치료사에 의해 시행되었다. 일반적으로 보행의 비대칭 정도를 파악하는데 시·공간적 대칭성의 정상 범위는 0.9~1.1, 1.1이상~1.5이하는 경중, 1.5이상인 경우 중중, 보장의 대칭성은 1.1이상인 경우 비대칭성을 말하며, 시간적 대칭성이 1보다 크면 보행 시 비마비측 하지에 더욱 의존하고 있음을 의미한다. 본 연구에서 사용된 시간적 대칭성 변수와 공간적 대칭성(보장의 대칭성)의 계산 공

$$\begin{aligned} \text{유각 대칭성} &= \frac{\text{마비측 유각기 sec}}{\text{비마비측 유각기 sec}} \\ \text{입각 대칭성} &= \frac{\text{마비측 입각기 sec}}{\text{비마비측 입각기 sec}} \\ \text{유각-입각 대칭성} &= \frac{\text{마비측 유각기 sec (비마비측 유각기 sec)}}{\text{마비측 입각기 sec (비마비측 입각기 sec)}} \\ \text{시간적 대칭성} &= \frac{\text{마비측 유각-입각 대칭성}}{\text{비마비측 유각-입각 대칭성}} \\ \text{공간적 대칭성} &= \frac{\text{비마비측 보장 cm}}{\text{마비측 보장 cm}} \end{aligned}$$

식은 다음과 같다(Cohen, 2004; Hornby 등, 2008; Patterson, 2006; 2008).

1) 보행의 시·공간적인 변수의 측정

보행의 시·공간적 요인 측정에 관한 타당도와 신뢰도가 검증된 GAITRite(CIR Systems Inc., USA)를 이용하였다(Bilney 등, 2003; McDonough 등, 2001). GAITRite는 폭 61cm, 길이 366cm인 전자식 보행판으로 보도에는 특수한 센서가 부착되어 있으며, 매트 내부에는 6개의 센서 패드가 내장되어 있다. 각 패드에는 2,304개의 센서가 48×48격자 패턴으로 1.27cm간격으로 위치해 있다. 실험자가 보행 시 실험자 발에 의한 부하를 초당 80 Hz의 표본율로 수집하여 이들 정보를 직렬 인터페이스 케이블에 의하여 컴퓨터로 보내게 된다.

2) 퓨글마이어 하지 운동 기능 평가(Fugl Meyer-Lower/Extremity, FM-L/E)

본 연구에서 뇌졸중 환자의 하지 운동 기능을 평가하기 위해 FM-L/E를 이용하였다(Fugl Meyer 등, 1975). 하지는 엉덩이/무릎/발목과 협응 능력으로 세분화되어 있으며 만점은 34점이다. 이 평가척도의 세분화된 항목은 3점 만점으로 0점은 수행할 수 없음을 의미하고 1점은 부분적 수행, 2점은 완전하게 수행할 수 있음으로 구분되어 있다. 이 평가도구의 신뢰도는 측정자 간 r=.94, 측정자 내 r=.99로 높다(Duncan 등, 1983).

3. 통계 처리

SPSS Ver 13.0을 이용하여 일반적인 특성은 빈도분석을 하였고, Shapiro-wilk 검정방법을 통해 변수들의 정규성 검정을 하였다. 시간적 대칭성은 정규분포하여 시·공간적인 대칭성 변수와 FM-L/E의 차이를 검증하기 위해 One-way ANOVA(사후 검정 Scheffe)를 하였고, 공간적 대칭성은 정규 분포하지 않아 Mann Whitney U검정을 이용 하였다. 보행의 시·공간적 대칭성 변수와 보행 속도 및 FM-L/E와의 관계를 알아보기 위해 피어슨 상관계수를 구하였으며, 유의수준 α=.05로 하였다.

III. 연구 결과

1. 연구 대상자의 일반적 특성

Table 1. Characteristics of subject (n=43)

Characteristics		n(%)
Gender	Male	23(53.5)
	Female	20(46.5)
Age	40~49	3(7.0)
	50~59	25(58.1)
	60~69	15(34.9)
Etiology	Cerebral infarction	24(55.8)
	Cerebral hemorrhage	19(44.2)
Type	Left hemiplegia	18(41.9)
	Right hemiplegia	25(58.1)
Duration	3 month over~6 month below	8(18.6)
	6 month over~1 years below	26(60.5)
	1 years over	9(20.9)

Table 2. Comparison of the Gait velocity, FM-L/E, Spatio-temporal Gait Parameters between the 3 Temporal symmetry groups, 2 Spatial symmetry groups

Variables	Total (n=43)	Overall Temporal symmetry groups			F	Spatial symmetry groups		z
		Normative (n=13) (0.9~1.1)	Mild (n=13) (1.1~1.5)	Severe (n=17) (>1.5)		Symmetric (n=15) (0.9~1.1)	Asymmetric (n=28) (>1.1)	
Gait velocity(cm/s)	60.14±16.07	78.02±5.60	63.01±7.94	44.27±8.56	74.129***	72.71±10.80	53.41±14.37	-3.836***
FM-L/Ea(score)	21.74±5.67	26.62±5.09	22.46±2.44	17.47±4.63	17.270***	24.80±5.44	20.11±5.17	-2.528*
Spatio-temporal gait parameters								
Swing symmetry	1.43±0.32	1.09±0.11	1.35±0.13	1.76±0.20	66.869**	1.16±0.15	1.58±0.30	-4.005***
Stance symmetry	0.89±0.11	0.98±0.04	0.90±0.13	0.81±0.08	13.485***	0.96±0.09	0.85±0.11	-3.011**
Spatial symmetry	1.29±0.31	1.07±0.11	1.20±0.16	1.52±0.35	13.166***	1.02±0.05	1.43±0.30	-5.333***
Temporal symmetry	1.41±0.41	1.04±0.06	1.28±0.12	1.79±0.39	31.800***	1.14±0.17	1.55±0.44	-3.597***

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

a FM-L/E; Fugl Meyer-Lower/Extremity

연구 대상자의 일반적 특성은 아래 Table 1과 같다.

각, 입각 대칭성 및 시·공간적 대칭성이 1에 가까워지는 것을 알 수 있었다(Table 2).

2. 시·공간적 대칭성 군 간에 보행 속도, FM-L/E, 보행의 대칭성 변수 비교

시간적 대칭성 정도에 따라 정상(0.9~1.1), 경증(1.1~1.5), 중증(>1.5)으로 분류하였고, 공간적 대칭성 정도에 따라 대칭(0.9~1.1), 비대칭(>1.1)으로 하여 집단간에 차이를 비교한 결과 보행 속도, FM-L/E, 보행의 대칭성 변수에 차이가 있었다. 또한 보행 속도가 빠르고 FM-L/E점수가 높을수록 유

3. 보행의 시·공간적 대칭성 변수와 보행 속도 및 FM-L/E와의 관계

시·공간적 대칭성은 FM-L/E와 음의 상관관계가 있었고(r=-.50~- .58), 보행 속도는 시·공간적 대칭성과 음의 상관관계가 있었으며(r=-.60~- .83), 시간적 대칭성은 공간적 대칭성(r=.67)과 유각(r=.63) 및 입각 대칭성(r=-.55)과도 양의 상관관계가 있었다(Table 3, Fig 1, 2).

Table 3. Relationship Between the Spatio-temporal Gait Parameters, Gait velocity, and FM-L/E

Parameters	FM-L/E	Gait velocity	Temporal symmetry	Spatial symmetry	Swing symmetry
Gait velocity	.66*				
Temporal symmetry	-.58*	-.83*			
Spatial symmetry	-.50*	-.60*	.67*		
Swing symmetry	-.53*	-.74*	.63*	.67*	
Stance symmetry	.43*	.60*	-.55*	-.56*	-.55*

*p<.01

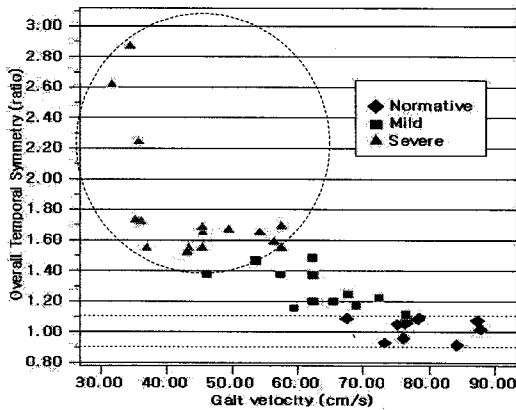


Fig 1. Scatter-plot between the Overall Temporal Symmetry and Gait velocity

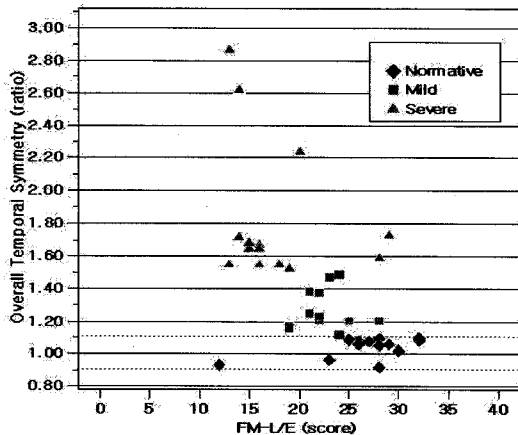


Fig 2. Scatter-plot between the Overall Temporal Symmetry and FM-L/E

IV. 고 찰

본 연구의 목적은 뇌졸중 환자의 보행의 시·공간

적인 비대칭 정도에 관련한 보행 속도와 FM-L/E 및 보행의 대칭성 변수의 차이를 알아보고 각 변수들과의 관련성을 알아보려고 하였다. 연구 결과 전체 피 실험자 43명 중 30명(69.77%)은 시간적 비대칭성에 유의한 차이가 있었는데 이는 정상값의 기준인 1보다 큰 것으로 상대적으로 비마비측 입각기가 증가하고 그에 따른 비마비측 하지에 더욱 의존하고 있다는 것이다. 공간적 대칭성의 정상 범위(0.9~1.1)보다 벗어난 43명 중 28명(65.1%)은 공간적 비대칭성에 유의한 차이가 있었는데 28명 중 16명(57.14%)은 매우 심각한 시간적인 비대칭성이 있는 것으로 나타났다(Fig 1).

시간적 대칭성 정도(patterson 등, 2008)에 따라 정상(0.9~1.1), 경증(1.1~1.5), 중증(>1.5)으로 분류하였고, 공간적 대칭성 정도에 따라 대칭(0.9~1.1), 비대칭(>1.1)으로 하여 집단간에 차이를 비교한 결과 보행 속도, FM-L/E, 보행의 시·공간적 대칭성 변수에 차이가 있었다. 또한 보행 속도가 빠르고 FM-L/E점수가 높을수록 유각, 입각 대칭성 및 시·공간적 대칭성이 1에 가까워지는 것을 알 수 있었다.

보행 주기를 통한 보행의 시·공간적인 대칭성 평가는 보행의 정량적인 분석이 가능하다. 보행 속도에 관한 연구에서 Holden 등(1986)에 의하면 모든 평지 보행과 계단 보행이 가능하고 최소한의 독립적이고 기능적인 보행을 유지하기 위한 최소한의 보행 속도는 60cm/s라고 보고하였다. Perry 등(1995)에 의하면 지역 사회 보행을 위한 최소 보행 속도는 42cm/s라고 하였고, 40cm/s이하는 실내에서의 보행, 40~80cm/s는 제한된 지역사회에서의 보행, 80cm/s 이상은 완전 독립 보행으로 분류하였다. Taylor 등(2006)은 지역 사회에서 독립적인 보행이 가능하기

위해서는 80cm/s 이상은 되어야 한다고 보고하였다. 본 연구에서 Perry 등(1995)과 Taylor(2006)의 기준에 따르면 정상군은 78.02cm/s로 완전 독립 보행은 아니었고 경증 환자군의 경우 63.01cm/s로 제한된 지역사회 보행이 가능하지만 시간적 대칭성이 경증임을 알 수 있었다. 제한된 지역 사회 보행이 가능하면서 최소한의 보행 속도가 60cm/s 이하인 뇌졸중 환자들은 시간적 대칭성이 경증(1.1~1.5)일 확률이 크다고 할 수 있다(Fig 1). 집단 간 비교에서 보행 속도가 60cm/s 이하인 뇌졸중 환자의 시간적인 대칭성은 1.70(1.16~2.86)인 반면 60cm/s 이상인 군은 1.13(0.92~1.49)이었다. 특히 보행의 대칭성을 평가하는 방법은 보행 속도가 60cm/s 이하인 뇌졸중 환자의 보행의 기능적인 수행 능력과 비대칭 정도를 구분하는데 보조적인 평가 자료로 활용이 가능할 것이다.

보행의 비대칭성과 느린 보행 속도는 하지 운동 기능 장애와 관련이 있다. Patterson 등(2008)은 하지 운동 기능과 시간적 대칭성과의 관계에서 Chedoke-McMaster Stroke Assessment(CMSA)의 하지(7점)와 발(7점)의 세부 항목을 이용하여 평가하였는데 하지($r=-.64$), 발($r=-.63$)과 유의한 관계에 있다고 하였다. 본 연구에서는 FM-L/E는 시·공간적 대칭성($r=-.58$, $-.50$)과는 음의 상관관계가 있었다. 이러한 관계는 시간적 대칭성이 1.5 이상인 환자군에서 더 확연한 차이가 있음을 알 수 있었는데 사후 검정에서 정상군과 경증 환자군이 심각한 비대칭성군에 비해 유의한 차이가 있었다(Fig 2). 최소 FM-L/E 점수가 26.62 점 이상인 경우 보행의 시·공간적인 비대칭성의 가능성이 적다고 단정 짓기는 어려우나 잠재적인 보행의 질적인 패턴을 확인하는데 부가적인 변수가 될 수 있으며, 22.46 점 이하인 경우는 비대칭적인 보행 패턴의 가능성이 있음을 추측할 수 있다.

대부분의 선행 연구에서 족관절 배측굴곡근과 슬관절 굴곡근, 신전근, 고관절 굴곡근력, 신전근력이 보행 속도를 결정짓는 중요한 변수라고 하였고, 이러한 움직임이 조합된 마비측 하지 근력의 중요성을 강조하고 있다(Anderson, 1990; Bohannon, 1986; Nadeau 등, 1999). FM-L/E 평가는 개개의 분리된 하지 움직임과 협응을 평가하는 것으로 34점 만점에

26.62점은 하지 운동 기능이 양호한 수준이라 볼 수 있으며, 본 연구의 피실험자들의 22.64점인 경우 대다수는 FM-평가 항목 중 앉은 자세와 선 자세에서 족관절 배측 굴곡 검사와 선 자세에서 슬관절 90° 굴곡 검사에서 낮은 점수를 보여 대조적인 차이가 있었다.

아직 선행 연구가 거의 없어 본 연구결과를 일반화 할 수 없는 제한점이 있다. 따라서 추후 더 많은 표본수를 확보하여 개개 하지 근력의 측정과 근전도를 이용한 근 수축 개시 시간 및 종료 시간에 대한 정량적인 분석을 통한 시·공간적인 비대칭성 보행과의 관련성을 분석할 필요가 있다.

뇌졸중 환자의 시·공간적 비대칭성 보행 형태는 하지 운동 기능 정도에 영향을 받으며 더욱이 하지 운동 기능이 좋을수록 보행 속도를 증가시키기 위한 보상적인 전략(동적인 균형 조절)이 가능함으로 상대적으로 매우 심각한 비대칭적인 시간적인 보행 형태를 지닌 뇌졸중 환자들의 경우 더욱 더 큰 장애를 초래하게 된다. 보행 속도와 시간적 대칭성과의 관계에 대한 본 연구 결과는 Brandstater 등(1983)과 Roth 등(1997)과는 다소 상반되는 것으로 나타났다. 공간적 대칭성은 시간적 대칭성($r=.67$)과 보행 속도($r=-.60$)와 양의 상관관계가 있었고, 보행 속도와 시간적 대칭성($r=-.83$)과는 음의 상관관계로 나타나 보행 속도가 더 느릴수록 이러한 관계는 확연히 구별된다. 평균 보행 속도가 63.01cm/s 이하일수록 매우 심각한 시간적 비대칭성인 것임을 알 수 있었고 두 변수의 관련성은 매우 느린 보행 속도(<60 cm/s)를 가진 환자군의 경우 보행의 비대칭성 정도는 비선형상의 관계라고 할 수 있다(Fig 1). Patterson 등(2008)은 만성 뇌졸중 환자 54명을 대상으로 한 연구에서 보행 속도와 시간적 대칭성($r=-.58$)의 관계는 본 연구 결과($r=-.83$)와 차이가 있었고 공간적 대칭성($r=-.15$)은 보행 속도와 관련이 없으나 본 연구 결과($r=-.60$)와는 확연한 차이가 있었다.

그의 연구에서는 독립 보행이 가능한 뇌졸중 환자 중 정상군(24명)과 경증 환자군(12명)의 평균 보행 속도는 각각 92.54cm/s, 92.07cm/s, 심각한 비대칭성 군(18명)은 41.79cm/s로 본 연구의 정상군(13명)과 경증 환자군(13명)의 평균 보행 속도는 각각

78.02cm/s, 63.01cm/s로 다소 차이가 있었다. 또한 정상군과 경증 환자군의 하지 운동기능 중 정상군의 하지와 발은 각각 5.7점, 5점인 반면 경증 환자군의 경우 각각 5점, 5.5점으로 두 군 모두 본 연구의 피실험자들(FM-L/E(34점)의 정상군=26.62점, 경증 환자군=22.46점)에 비해 하지 운동 기능이 더 우수하였다. 두 집단 간에 환자의 기능적인 수행능력의 차이에 의한 것으로 보행속도와 관련한 시·공간적 대칭성과의 관련성이 다소 작게 나오거나 차이가 있었을 것으로 생각된다. 보행 속도 증가와 관련한 임상적인 시·공간적 대칭성의 관계는 명확히 설명하기에는 매우 제한적이다(patterson 등, 2008). 이러한 관계에 영향을 줄 수 있는 것은 환자들의 표본 수와 보행 시 동적인 균형 조절과 마비측 하지 운동 기능 및 보상적인 움직임을 통하여 보행속도를 증가시켜 시·공간적 대칭성에 영향을 줄 수 있다. 그러나 일반적으로 뇌졸중 환자들은 마비측 입각기가 감소하고 마비측 유각기가 증가하여 보행속도가 감소하게 되는데 이는 양측 체중 지지의 변화와 함께 마비측으로의 체중 이동에 제한이 있어 비대칭적인 시·공간적인 보행 패턴을 만든다(Cohen, 2004; Hsu 등, 2003; Patterson, 2006; 2008).

마비측 하지의 유각기시 발을 들어 올릴 수 있는 힘이 부족하여 체공시간이 길어지게 되는데 이런 경우 보행 속도가 증가하였다면 실질적으로 마비측 하지를 통한 유각 시간은 감소하게 되어 더욱 더 시간적 비대칭성은 더욱 악화된다. 또한 마비측으로 무게 중심을 이동할 수 있는 능력이 부족하여 마비측 입각시간이 감소하게 되는데 이러한 경우에 보행 속도가 증가하였다면 정상적인 보행 주기의 변화가 아니며, 보행이 더욱 더 비대칭적인 형태를 보여 시간적 대칭성에 아무런 영향을 줄 수 없으나 대칭성은 개선될 수 있다(Wall, 1986).

뇌졸중 환자들은 비마비측의 보상적인 움직임을 통하여 보행 속도가 증가할 수 있으나 보행 주기의 변화 없이 보행 속도가 증가한 것은 대칭성에 아무런 영향을 줄 수 없다(Griffin 등, 1995; Wall 등, 1986; Patterson 등, 2008). 보행 요소의 대칭성은 치료의 성공 여부를 결정하는데 중요하다(Hsu 등, 2003; Yan 등, 2005). 보행 주기의 변화와 함께 보행속도

가 증가하고 대칭성지수가 변화한 것은 편마비 보행의 비대칭적인 보행 패턴이 개선되고 있음을 의미하는 것으로 가장 이상적인 보행 패턴이라 할 수 있다(Cohen, 2004; Lin 등, 2006; Patterson, 2006). 따라서 환자들의 질적인 보행 능력에 관여할 수 있는 변수가 다양함으로 임상적으로 보행 속도를 증가시키면서 보행의 대칭적인 패턴을 개선시키기 위한 노력이 필요하다. 따라서 물리치료사는 뇌졸중 환자의 양측하지의 균등한 체중지지 훈련과 더불어 정상적인 보행 주기에 입각한 반복적인 보행 훈련이 가능한 체중 탈부하에 점증적이고 속도 의존성 보행 훈련이 필요하다고 할 수 있다.

V. 결 론

뇌졸중 환자의 보행 속도와 대칭성의 관계는 선형상의 변수가 아니며 시·공간적인 비대칭성에 영향을 줄 수 있는 변수(하지 운동 기능, 동적 균형 조절 능력, 보상 전략)들은 다양하게 포함되어 있다. 그러나 보행의 시·공간적 비대칭성은 보행 속도와 하지 운동 기능과 관련이 있는 것으로 나타나 뇌졸중 환자의 보행의 질적인 패턴과 기능적인 보행 훈련을 위하여 속도 의존성 보행 훈련과 하지 근력 강화 훈련이 병행되어야 한다. 특히 보행의 대칭성을 평가하는 방법은 보행 속도가 60cm/s이하인 뇌졸중 환자의 보행의 기능적인 수행 능력과 비대칭 정도를 구분하는데 보조적인 평가 자료로 활용이 가능할 것이다. 추후 뇌졸중 환자의 비대칭적인 보행 패턴의 표준화 작업을 위한 평가 개발과 비대칭적인 보행 패턴과 관련하여 보행 능력에 영향을 줄 수 있는 변수들과의 임상적인 분석이 필요하다.

참 고 문 헌

- Allet L, Leemann B, Guyen E, et al. Effect of different walking aids on walking capacity of patients with poststroke hemiparesis. Arch Phys Med Rehabil. 2009;90(8):1408-13.
- Anderson TP. Rehabilitation of patient with complete stroke. In: Kottke FJ, Lehmann JF, Krusen's

- Handbook of Physical Medicine and Rehabilitation. 4th ed. Philadelphia, WB Saunders Co., 1990.
- Bilney B, Morris M, Webster K. Concurrent related validity of the GAITRite walkway system for quantification of the spatial and temporal parameters of gait. *Gait Posture*. 2003;17(1):68-74.
- Bohannon RW. Gait performance of hemiparetic stroke patients: selected variables. *Arch Phys Med Rehabil*. 1987;68(11):777-81.
- Bohannon RW. Strength of lower limb related to gait velocity and cadence in stroke patient. *Physiotherapy Canada*. 1986;38(4):204-6.
- Brandstater ME, deBruin H, Gowland C, et al. Hemiplegic gait: analysis of temporal variables. *Arch Phys Med Rehabil*. 1983;64(12):583-7.
- Cohen E. Gait asymmetry and step to step variability post stroke [dissertation]. Toronto: Univ Toronto; 2004.
- Davis BL, Ortolano M, Richards K, et al. Realtime visual feedback diminishes energy consumption of amputee subjects during treadmill locomotion. *J Prosthet Orthot*. 2004;16(2):49-54.
- Draper ER. A treadmill-based system for measuring symmetry of gait. *Med Eng Phys*. 2000;22(3): 215-22.
- Duncan PW, Propst M, Nelson SG. Reliability of the fugl-meyer assessment of sensorimotor recovery following cerebrovascular accident. *Phys Ther*. 1983;63(10):1606-10.
- Fugl-Meyer AR, Jaasko L, Leyman I, et al. The post-stroke hemiplegic patient. *Scand J Rehabil Med*. 1975;7(1):13-31.
- Griffin MP, Olney SJ, McBride ID. Role of symmetry in gait performance of stroke subjects with hemiplegia. *Gait & Posture*. 1995;3(3):132-42.
- Holden MK, Gill KM, Magliozzi MR. Gait assessment for neurologically impaired patients. standards for outcome assessment. *Phys Ther*. 1986;66(10): 1530-9.
- Hornby TG, Campbell DD, Kahn JH, et al. Enhanced gait-related improvement after therapist-versus robotic-assisted locomotor training in subject with chronic stroke: A Randomized Controlled Study. *Stroke*. 2008;39(11):1786-92.
- Hsu AL, Tang PF, Jan MH. Analysis of impairments influencing gait velocity and asymmetry of hemiplegic patients after mild to moderate stroke. *Arch Phys Med Rehabil*. 2003;84(8):1185-93.
- Kim CM, Eng JJ. Symmetry in vertical ground reaction force is accompanied by symmetry in temporal but not distance variables of gait in persons with stroke. *Gait & Posture*. 2003;18(1): 23-8.
- Lin P, Yang Y, Cheng S, et al. The relation between ankle impairments and gait velocity and symmetry in people with stroke. *Arch Phys Med Rehabil*. 2006;87(4):562-8.
- Lord SE, McPherson K, McNaughton HK, et al. Community ambulation after stroke: how important and obtainable is it and what measures appear predictive? *Arch Phys Med Rehabil*. 2004;85 (2):234-9.
- McDonough AL, Batavia M, Chen FC, et al. The validity and reliability of the GAITRite system's measurements: a preliminary evaluation. *Arch Phys Med Rehabil*. 2001;82(3):419-25.
- Michael KM, Allen JK, Macko RF. Reduced ambulatory activity after stroke: the role of balance, gait and cardiovascular fitness. *Arch Phys Med Rehabil*. 2005;86(8):1552-6.
- Nadeau S, Aresmault AB, Gravel D, et al. Analysis to the clinical factors determinating natural and maximal gait speeds in adults with a stroke. *Am J Phys Med Rehabil*. 1999;78(2):123-30.
- Olney SJ, Griffin MP, McBride ID. Temporal, kinematic and kinetic variables related to gait speed in subjects with hemiplegia: a regression approach. *Phys Ther* 1994;74(9):872-85.
- Patterson KK. Characteristics of independent ambulation in chronic stroke survivors. [dissertation]. Toronto: Univ Toronto. 2006.

- Patterson KK, Parafianowicz I, Danells CJ, et al. Gait asymmetry in community-ambulating stroke survivors. *Arch Phys Med Rehabil* 2008;89(2): 304-10.
- Perry J, Garrett M, Gronley JK, et al. Classification of walking handicap in the stroke population. *Stroke*. 1995;26(6):982-9.
- Platts MM, Rafferty D, Paul L. Metabolic cost of overground gait in younger stroke patients and healthy controls. *Med Sci Sports Exerc*. 2006;38 (6):1041-6.
- Roth EJ, Merbitz C, Mroczek K, et al. Hemiplegic gait: relationships between walking speed and other temporal parameters. *Am J Phys Med Rehabil*. 1997;76(2):128-33.
- Taylor D, Stretton CM, Mudge S, et al. Does clinic-measured gait speed differ from gait speed measured in the community in people with stroke? *Clin Rehabil*. 2006;20(5):438-44.
- Wall JC, Turnbull GI. Gait asymmetries in residual hemiplegia. *Arch Phys Med Rehabil*. 1986;67(8): 550-3.
- Yan T, Hui-Chan CW, Li LS. Functional electrical stimulation improves motor recovery of the lower extremity and walking ability of subjects with first acute stroke: a randomized placebo-controlled trial. *Stroke*. 2005;36(1):80-5.