

팔걸이가 편마비환자의 보행에 미치는 영향

송근호, 이현옥¹

마산대학 노인전문요양원, ¹부산가톨릭대학교 보건과학대학 물리치료학과

Effect of an Arm Sling on Gait with Hemiparesis

Geun-Ho Song, PT, MS; Hyun-Ok Lee PT, PhD¹

Masan College Nursing Home; ¹Department of Physical Therapy, College of Health Science, Catholic University of Pusan

Purpose: This study was to investigate the effect of an arm sling on gait with hemiparesis. **Methods:** Fifteen patients(8 male, 7 female) with hemiparesis participated in this study and walked self-selected speed over 10m walkway, randomly without arm sling, with Single strap hemisling and Rolyan humeral cuff sling. It were filmed by 5 video camera and used with 3-dimensional motion analyzer system. The following gait variables were analyzed: temporo-spatial parameters, kinematic parameters. **Results:** In the comparison of temporo-spatial parameters each trial, walking velocity and single support time on affected side was significantly increased and step length on affected side, step length asymmetry ratio, single support time asymmetry ratio was significantly decreased in the Single strap hemisling and Rolyan humeral cuff sling. In the comparison of kinematic parameters each trial, maximal angle of the hip flexion on affected side was significantly increased in the Single strap hemisling and Rolyan humeral cuff sling and maximal angle of the knee flexion on affected side was significantly increased in the Rolyan humeral cuff sling and maximal angle of the ankle dorsiflexion on affected side was significantly increased in the Single strap hemisling. **Conclusion:** An arm sling improved walking velocity and decreased asymmetry and increased maximal angle of hip, knee, ankle flexion on affected side with hemiparesis caused by stroke. (*J Kor Soc Phys Ther* 2006;18(4):27-40)

Key Words : Arm sling, Gait, Hemiparesis, Single strap hemisling, Rolyan humeral cuff sling

1. 서론

뇌졸중으로 인한 편마비환자의 기능회복에 있어서 가장 큰 목표는 보행기능 향상이다. 또한 보행 훈련은 편마비환자의 재활훈련에 중심이 되며, 보행은 일상생활에 있어 기능적인 독립을 이

루는데 꼭 필요한 요소라 할 수 있다(Davies, 1985).

뇌졸중으로 인한 편마비환자는 비대칭적 정렬과 자세로 인해 체중부하를 대칭적으로 유지하는 능력이 손상되어 균형능력에 문제가 흔히 발생되고(Bohannon과 Tinti-Wald, 1991; Shumway-Cook 등, 1988), 이러한 균형능력저하는 보행 주기 동안 두발 지지기에 환측에 체중지지를 할 수 있는 능력이 감소하여 비정상적인 보행을 초래한다. 특히 편마비환자의 환측에 나타나는 상지근의 약화는 상부체간에서의 비정상적인 보상작용을 유

논문접수일: 2006년 5월 06일
수정접수일: 2006년 6월 14일
게재승인일: 2006년 7월 13일
교신저자: 이현옥, holee@cup.ac.kr

발한다. 무겁게 느껴지는 약화된 상지는 상부체간을 하방 또는 전방외측으로 굴곡 되게 하여 상부체간 비대칭의 원인이 된다. 만일 상지가 상부체간 비대칭에 영향을 준다면 상지와 상부체간의 정렬과 조절이 고관절 조절 재교육에 필수적이므로, 보행을 위한 하지근 재교육 과정은 더욱 어려워질 것이다(Ryerson과 Levit, 1997).

편마비환자의 보행은 속도가 느리고, 선택적 근육조절의 저하와 공동운동 패턴으로 인한 보행 주기의 비대칭을 특징으로 한다. 즉 환자는 환측의 불안정성으로 인해 무게중심을 가능한 빨리 비환측으로 이동시키려 하기 때문에 환측의 입각기와 비환측의 유각기가 짧아지고, 따라서 보장도 줄어들게 되며, 환측의 입각기 중에는 침족, 전반슬 등이 관찰되고 유각기 중에는 족하수나 동적 내반 등이 관찰된다(Lehman 등, 1987).

지금까지 뇌졸중으로 인한 편마비환자의 보행 능력 증진을 위한 연구가 많은 연구자들에 의해 다양하게 이루어져 왔는데 신경생리학적 접근법(Adler 등, 1999; Bobath, 1990; Brunstrom, 1970), 체중지지 트레드밀 훈련(Hesse 등, 1994), 보장구의 적용(Hesse 등, 1999; Tyson, 1998), 보행 기계장치(Hesse 등, 2000), 기능적 전기자극(Werner 등, 2002), Botulinumtoxin주사에 의한 경직의 감소(Burbaud 등, 1996; Hesse 등, 1995), 시청각 생체되먹임 훈련(Schauer와 Mauritz, 2003) 등이 있으나 주로 하지에 국한되어 이루어지고 있는 실정이다.

최근에는 편마비환자의 견관절 아탈구 교정에 흔히 사용되는 팔걸이가 상부체간의 비대칭성 회복과 균형능력 개선을 위해 사용될 수 있고, 보행능력 개선에도 긍정적인 효과가 있다는 연구들이 보고되고 있다. 보행은 일차적으로 하지 근육의 활동이 중요한 요소이지만, 정상적인 보행을 위하여 팔과 다리의 긴밀한 상호 움직임이 필요하다 할 수 있다. Elfman(1939)은 보행 시 팔근육의 회전력을 계산하여, 팔 스윙이 수동적인 진자운동이 아니라 대부분 능동적으로 행해지는 근육의 수축으로 이루어진다고 하였다.

또한 지지하고 있는 동안 골반의 회전에 대한

반작용으로 팔 스윙이 나타나는 것이라고 제안하였다. 김덕용(2001)은 상지의 움직임이 보행 시 균형의 유지 및 추진력의 획득과 관련이 있을 것이라고 하였다.

Yavuzer와 Ergin(2002)의 연구에 의하면 팔걸이의 사용은 되먹임 기전으로 작용하여 자신의 팔을 재인식시켜 자세 적응을 도우며, 보행 시 체간의 전방 굴곡을 개선시킨다고 하였고, 이도경 등(2004)은 팔걸이가 자세 치우침을 감소시켜 기립자세 균형유지에 효과가 있어 결과적으로 보행에 긍정적인 효과가 있다고 하였다.

Perry(1992)는 신체의 중력중심의 편위를 최소화하여 보행 시 근 노력을 줄이고 에너지를 절약하게 한다고 하였고, 윤성익(2004)은 Kang's Multi-support의 착용이 보행속도를 증진시키고 심박수와 산소소모량을 감소시켜 에너지 소비에 효율적이라고 보고하였다.

특히 Yavuzer와 Ergin(2002)의 연구에서 Single strap hemisling의 착용이 정상인에서는 착용전과 착용후 보행특성에 어떠한 차이도 나타내지 않았지만 편마비 환자들에게서는 보행속도와 마비측 입각기 비율의 증가와 중력중심이동의 감소가 있었다고 보고하였다.

한편, 뇌졸중으로 인한 견관절 아탈구 교정을 위한 팔걸이 유형은 크게 주관절의 관절 범위를 중심으로 굴곡형과 신전형으로 구분된다(박주현 등, 2004). Zorowitz 등(1995)의 4가지 팔걸이를 이용한 견관절 아탈구 교정의 양적 비교 연구에 의하면, 굴곡형 팔걸이인 Single strap hemisling은 아탈구 교정효과가 뛰어나고, 이완성의 상지를 가지고 있는 환자는 근 긴장도의 향상이나 수의적인 운동이 나타날 때까지 견인력을 감소시키기 위해 착용할 수 있다고 하였다.

신전형 팔걸이인 Rolyan humeral cuff sling은 약간의 수의적인 운동을 하는 환자의 손상 받은 상지의 하중을 신체의 다른 부분으로 분산시키기 위해 착용할 수 있다고 하였다.

이상에서 살펴본바와 같이 팔걸이가 편마비환자의 각종 보행 지표에 미치는 영향에 대한 연구는 Yavuzer와 Ergin(2002)의 연구가 있고, 국내에

서는 윤성익(2004)의 연구가 있지만 아직 미흡하다 할 수 있다.

특히 Yavuzer와 Ergin(2002)의 연구에서는 각종 보행변수들 중 시간-공간 변수와 중력중심의 이동만 보고되었고, 윤성익(2004)의 연구에서는 속도와 에너지 소모량이 보고되었을 뿐 다양한 보행변수들에 대한 연구는 아직 이루어지지 않았다. 또한 선행연구들에서는 굴곡형 팔걸이에 대한 연구만 이루어지고 신전형 팔걸이와 보행변수에 관한 연구는 이루어지지 않았다.

따라서 본 연구에서는 뇌졸중으로 인한 편마비 환자의 보행기능을 개선하기 위한 방법으로 편마비 환자의 견관절 아탈구에 흔히 사용되고 있는 굴곡형 팔걸이인 Single strap hemisling과 신전형 팔걸이인 Rolyan humeral cuff sling이 보행의 시간-공간변수들과 운동 형상학(kinematic)적 변수들에 미치는 영향을 알아보고자 하였다.

II. 연구방법

1. 연구 대상

본 연구는 마산시 소재 T병원에서 입원 및 외래로 물리치료를 받는 환자들로서 컴퓨터 단층촬영이나 자기공명영상에서 뇌졸중으로 진단된 편마비환자 중 예비조사를 통하여 다음의 조건을 만족하고 연구목적에 알고 동의한 15명을 대상으로 하였다. 연구 대상자들의 선정 기준은 다음과 같다.

- 1) 첫 번째 뇌졸중으로 진단받은 후 편마비가 있는 자
- 2) 연구자가 지시하는 내용을 이해하고 따를 수 있는 자
- 3) 보행에 대한 의학적 금기증이 없는 자
- 4) 10m이상 독립보행이 가능한 자
- 5) 환측 상·하지의 경직이 수정된 Ashworth 척도로 평가 하였을 때 2등급 이하인 자

2. 연구 도구

1) Kwon 3D Motion Analysis System

보행 중 시간변수, 공간변수 및 운동 형상학적 변수들의 분석을 위해 뒤, 좌, 우, 대각선 방향으로 초고속 디지털 카메라 5대를 설치하였으며, 3차원 동작 분석시스템인 Kwon 3D Motion Analysis System(Visol Co., Korea)을 이용하여 분석하였다.

2) Single strap hemisling

한쪽 커프는 팔꿈치를 지지하고, 다른 커프는 수근관절 및 손을 지지하였다. 띠는 비환측 어깨와 등을 가로질러서 각 대상자에게 맞추었고, 목에 걸쳐지지 않도록 하였다(그림 1).

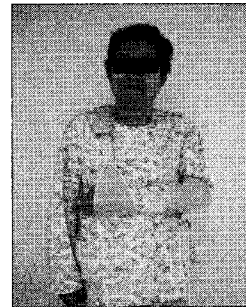


그림 1. Single strap hemisling

3) Rolyan humeral cuff sling

커프를 가진 8자형 띠로 구성되어있으며, 커프는 환측 상완골의 원위에 맞추어졌다. 띠와 커프는 상완골의 위치를 수직과 회전방향에서 교정할 수 있도록 설계되었다(그림 2).



그림 2. Rolyan humeral cuff sling

3. 연구방법

1) 실험전 준비

실험 공간 설정을 위해 반사마커가 부착된 2 × 2 × 1m 크기의 통제점 틀을 설치하고 약 1분간 촬영한 후 제거하였다. 대상자가 도착하면 영상 분석 시 디지털이징을 정확하고 용이하게 하기 위해 서 검은색 타이즈를 착용시켜 키와 몸무게를 측정하고, 그 후 15개의 반사 마커들을 표준적이고 특별한 해부학적 지점에 부착하였다. 오차를 줄이기 위해 반사마커는 한사람에 의해 부착되었다.

2) 반사마커의 위치

천골 마커 : 좌, 우 후상장골극 사이의 가운데 피부에 부착

골반 마커 : 좌, 우 전상장골극

대퇴 마커 : 좌, 우 무릎 굴곡 축과 정확한 정렬을 이루는 대퇴 표면 외측 아래 1/3 지점

무릎 마커 : 좌, 우 슬관절 외측

하퇴 마커 : 좌, 우 슬관절과 족관절 중심을 연결한 선상에서 하퇴의 아래쪽 1/3 지점

발목 마커 : 좌, 우 외측과

발 마커 : 좌, 우 제 2 중족골두

뒤꿈치 마커 : 좌, 우 뒤꿈치

3) 실험자료 수집 및 분석

(1) 실험자료 수집

대상자가 실험실에서 반사마커를 부착하면 부자연스러운 보행을 하기 쉬우므로 보행연습을 시킨 다음 실험을 시작하였다. 모든 대상자들은 편안한 속도로 팔걸이를 착용하지 않거나, Single strap hemisling을 착용하거나 또는 Rolyan humeral cuff sling을 착용하여 같은 날 세 번 맨발로 걸었다. 반복된 보행으로 인한 적응이 측정 결과에 미칠 영향을 배제하기 위하여 보행순서는 숫자 1, 2, 3이 적힌 종이 담겨있는 상자에서 하나를 선택하는 방법으로 무작위로 구성하였다.

보행연습이 끝나고 나면 구두의 출발신호에 따라 각 대상자들에게 스스로 선택된 속도로 10m 걷기를 하는 동안 5대의 카메라에 의해 자료를 수집하였다.

(2) 실험자료 분석

자료 분석은 Kwon 3D Motion Analysis Program Version 3.1(Visol Co. Korea)을 사용하였다.

① 시간-공간 변수

분속수(cadence), 속도(walking velocity), 활보장(stride length), 보폭(step width), 보장(step length), 단하지 지지기(single support time) 등으로 나누었다. 특히 편마비 환자의 보행특성을 표현하기 위하여 환측과 비환측에서 각각 측정되는 시간-공간적 보행변수들의 차이를 비대칭율로 나타낼 수 있으며 계산식은 다음과 같다(Lin 등, 2006).

$$\text{비대칭율} = \left| 1 - \frac{\text{환측 보행변수}}{\text{비환측 보행변수}} \right|$$

② 운동 형상학적 변수

시상면을 중심으로 최대각도를 분석하였고 고관절 굴곡/신전 각도, 슬관절 굴곡의 최대/최소 각도, 족관절 배측굴곡/저측굴곡 각도를 측정하였다.

4. 자료 처리

통계처리는 SPSS 12.0 for Window를 이용하였고 팔걸이를 착용하지 않았을 때, Single strap hemisling을 착용하였을 때, 그리고 Rolyan humeral cuff sling을 착용하였을 때의 시간-공간 변수 및 운동 형상학적 변수들을 비교하기 위하여 One-way ANOVA를 사용하였고, Scheffe의 방법을 이용하여 사후검정을 하였다. 통계학적 유의성을 검정하기 위한 유의수준 α 는 0.05로 하였다.

III. 연구결과

1. 연구 대상자의 특성

1) 연구 대상자의 일반적 특성

연구에 참여한 전체 대상자는 15명이었으며, 대상자중 남성이 8명이었고, 여성이 7명이었다. 연령은 47세에서 73세로 평균 55.60±8.83세, 신장은 150.6cm에서 176.8cm로 평균 165.62±8.27cm, 체중은 46.5kg에서 84.2kg으로 평균 65.53±10.88kg이었다(표 1).

표 1. 연구 대상자의 일반적 특성 (n=15)

Variation		Mean±SD
Gender	male	8
	female	7
Age(yrs)		55.60±8.83
Height(cm)		165.62±8.27
Weight(kg)		65.53±10.88

2) 연구 대상자의 병력 특성

편마비의 원인은 뇌출혈이 6명, 뇌경색이 9명이었고, 편마비가 발생한 부위는 좌측 편마비가 8명, 우측편마비가 7명이었다. 그리고 유병기간은 6개월 이하가 5명이었고 6개월 초과가 10명이었다. 마비측 상·하지에 대한 수정된 Ashworth 척도는 2등급 이하였다(표 2).

표 2. 연구 대상자의 병력 특성 (n=15)

Characteristics		n(%)
Type	Hemorrhage	6(40)
	Infarction	9(60)
Paretic side	Left	8(53.3)
	Right	7(46.6)
Duration(month)	6≥	5(33.3)
	6<	10(66.6)
Spasticity(MAS)	G2≥	15(100)

MAS: Modified Ashworth Scale

2. 시간-공간 변수

1) 시간 변수

보행 시 시간 변수 분석 결과는 표 3과 같다. 분속수의 경우 팔걸이를 착용하지 않았을 때는 92.35±6.20steps/min이었으나 Single strap hemisling과 Rolyan humeral cuff sling을 착용하였을 때는 96.26±6.31steps/min, 98.01 ± 6.71steps/min으로, 각각의 팔걸이 착용이 분속수의 증가를 가져왔으나 통계적으로 유의하지는 않았다.

속도의 경우 팔걸이를 착용하지 않았을 때와 Single strap hemisling을 착용하였을 때 그리고 Rolyan humeral cuff sling을 착용하였을 때 각각 0.56±0.09m/sec, 0.64±0.10m/sec, 0.65±0.10m/sec로 유의한 차이를 보였다(p<.05). Scheffe의 사후검정 결과 팔걸이를 착용하지 않았을 때와 비교하여 각각의 팔걸이의 착용이 속도의 증가를 가져왔지만, 두 팔걸이 사이에는 유의한 차이가 없었다.

단하지 지지시간의 경우 비환측에는 팔걸이를 착용하지 않았을 때와 Single strap hemisling을 착용하였을 때 그리고 Rolyan humeral cuff sling을 착용하였을 때 각각 0.60±0.07sec, 0.58±0.07sec, 0.58±0.07sec로 유의한 차이가 없었지만, 환측 단하지 지지시간은 팔걸이를 착용하지 않았을 때는 0.44±0.04sec였고, Single strap hemisling과 Rolyan humeral cuff sling을 착용하였을 때는 각각 0.48±0.05sec로 유의한 차이를 보였다(p<.05). Scheffe의 사후검정결과 팔걸이를 착용하지 않았을 때와 비교하여 각각의 팔걸이 착용이 단하지 지지시간을 증가시켰지만, 두 팔걸이 사이에는 유의한 차이가 없었다.

시간적 비대칭율은 팔걸이를 착용하지 않았을 때는 25.95±6.57%에서 Single strap hemisling을 착용하였을 때는 16.41±8.19%, Rolyan humeral cuff sling을 착용하였을 때는 16.42±6.77%로 유의한 차이가 있었다(p<.05). 사후검정결과 팔걸이를 착용하지 않았을 때와 팔걸이를 착용하였을 때는 유의한 비대칭율의 감소가 있었지만, 각각의 팔걸이 사이에는 유의한 차이가 없었다.

2) 공간 변수

보행 시 공간 변수 분석 결과는 표 4와 같다. 활보장의 경우 팔걸이를 착용하지 않았을 때는 0.73±0.13m였으나 Single strap hemisling과 Rolyan humeral cuff sling을 착용하였을 때는 0.74±0.12m, 0.75±0.12m로 팔걸이를 착용하지 않았을 때와 비교해서 각각의 팔걸이 착용보행이 활보장의 증가를 가져왔으나 통계적으로 유의하지는 않았다.

보폭의 경우 팔걸이를 착용하지 않았을 때는 0.23±0.03m였으나, Single strap hemisling을 착용하였을 때는 0.22±0.02m이고, Rolyan humeral cuff sling을 착용하였을 때는 0.20±0.03m로 각각의 팔걸이 착용보행이 보폭의 감소를 가져왔으나 유의하지는 않았다.

보장의 경우 비환측은 팔걸이를 착용하지 않았을 때와 Single strap hemisling을 착용하였을 때 그리고 Rolyan humeral cuff sling을 착용하였을 때 각각 0.32±0.03m, 0.34±0.03m, 0.35±0.03m로

유의한 차이가 없었지만, 환측은 팔걸이를 착용하지 않았을 때는 0.40±0.02m였으나 Single strap hemisling과 Rolyan humeral cuff sling을 착용하였을 때는 각각 0.38±0.02m로 감소하여 통계적으로 유의한 차이를 보였다(p<.05). Scheffe의 사후검정결과 팔걸이를 착용하지 않았을 때와 비교하여 각각의 팔걸이 착용이 유의하게 보장을 감소시켰지만, 두 팔걸이 사이에는 차이가 없었다.

공간적 비대칭율은 팔걸이를 착용하지 않았을 때는 21.94±7.57%였고, Single strap hemisling을 착용하였을 때는 13.09±7.11%, Rolyan humeral cuff sling을 착용하였을 때는 11.91±7.14%로 감소하여 통계적으로 유의한 차이를 보였다(p<.05). Scheffe의 사후검정결과 팔걸이를 착용하지 않았을 때와 비교하여 각각의 팔걸이 착용이 비대칭율을 유의하게 감소시켰지만, 두 팔걸이 사이에는 차이가 없었다.

표 3. 시간 변수

(n=15)

Variable	Without arm sling	Single strap hemisling	Rolyan humeral cuff sling	F	p
Cadence(steps/min)	92.35±6.20	96.26±6.31	98.01±6.71	3.06	0.05
Walking velocity(m/sec)	0.56±0.09 ^a	0.64±0.10 ^b	0.65±0.10 ^b	3.59	0.03
Single support time(sec)					
Unaffected	0.60±0.07	0.58±0.07	0.58±0.07	0.36	0.69
Affected	0.44±0.04 ^a	0.48±0.05 ^b	0.48±0.05 ^b	3.28	0.04
Temporal asymmetry(%)	25.95±6.57 ^a	16.41±8.19 ^b	16.42±6.77 ^b	8.73	0.01

p<.05

Mean±SD

a, b는 사후검정결과 각 그룹간의 유의한 차이를 나타낸다.

표 4. 공간 변수

(n=15)

Variable	Without arm sling	Single strap hemisling	Rolyan humeral cuff sling	F	p
Stride length(m)	0.73±0.13	0.74±0.12	0.75±0.12	1.98	0.15
Step width(m)	0.23±0.03	0.22±0.02	0.20±0.03	1.84	0.17
Step length(m)					
Unaffected	0.32±0.03	0.34±0.03	0.35±0.03	1.21	0.30
Affected	0.40±0.02 ^a	0.38±0.02 ^b	0.38±0.02 ^b	8.68	0.01
Spatial asymmetry(%)	21.94±7.57 ^a	13.09±7.11 ^b	11.91±7.14 ^b	8.62	0.01

p<.05

Mean±SD

a, b는 사후검정결과 각 그룹간의 유의한 차이를 나타낸다.

3. 운동 형상학적 변수

1) 환측 고관절의 최대굴곡-신전각도

환측 고관절 최대 굴곡각도는 팔걸이를 착용하지 않았을 때, Single strap hemisling을 착용하였을 때, 그리고 Rolyan humeral cuff sling을 착용하였을 때 각각 22.37±3.06°, 24.63±2.74°,

25.51±2.43°으로 통계적으로 유의한 차이가 있었지만(p<.05), 환측 고관절 최대신전각도는 유의한 차이를 보이지 않았다(표 5). Scheffe의 사후검정결과 팔걸이를 착용하지 않았을 때와 각각의 팔걸이 착용사이에는 고관절 굴곡의 유의한 증가가 있었지만, 두 팔걸이 사이에는 차이가 없었다.

표 5. 환측 고관절의 최대굴곡-신전각도

(n=15)

	Without arm sling	Single strap hemisling	Rolyan humeral cuff sling	F	p
Flexion(degree)	22.37±3.06 ^a	24.63±2.74 ^b	25.51±2.43 ^b	5.14	0.01
Extension(degree)	4.32±1.37	5.10±1.54	5.44±1.67	2.10	0.13

p<.05

Mean±SD

a, b는 사후검정결과 각 그룹간의 유의한 차이를 나타낸다.

2) 비환측 고관절의 최대굴곡-신전각도

팔걸이를 착용하지 않았을 때와 Single strap hemisling을 착용하였을 때 그리고 Rolyan humeral

cuff sling을 착용하였을 때 비환측 고관절의 최대 굴곡각도와 최대 신전각도는 각각 유의한 차이가 없었다(표 6).

표 6. 비환측 고관절의 최대굴곡-신전각도 (n=15)

	Without arm sling	Single strap hemisling	Rolyan humeral cuff sling	F	p
Flexion(degree)	27.34±1.99	28.22±1.73	28.37±1.75	1.38	0.26
Extension(degree)	7.82±1.80	8.19±1.58	8.44±1.73	0.5	0.61

p<.05,
Mean±SD

3) 환측 슬관절 굴곡의 최대-최소각도

환측 슬관절 굴곡의 최대 각도는 팔걸이를 착용하지 않았을 때, Single strap hemisling을 착용하였을 때, 그리고 Rolyan humeral cuff sling을 착용하였을 때 각각 34.12±4.91°, 36.15±3.88°, 37.98±3.49°로 통계적으로 유의한 차이가 있었지만(p<.05), 환측 슬관절 굴곡의 최소 각도는 유의

한 차이를 보이지 않았다(표 7). Scheffe의 사후 검정결과 팔걸이를 착용하지 않았을 때와 Rolyan humeral cuff sling 착용 사이에만 슬관절 굴곡의 증가가 있었고, 팔걸이를 하지 않았을 때와 Single strap hemisling 착용사이와 각각의 팔걸이 사이에는 차이가 없었다.

표 7. 환측 슬관절 굴곡의 최대-최소각도 (n=15)

	Without arm sling	Single strap hemisling	Rolyan humeral cuff sling	F	p
Maximal(degree)	34.12±4.91 ^a	36.15±3.88 ^{ab}	37.98±3.49 ^b	3.26	0.04
Minimal(degree)	-3.05±2.57	-2.94±2.66	-2.75±2.17	0.057	0.94

p<.05
Mean±SD

a, b는 사후검정결과 각 그룹간의 유의한 차이를 나타낸다.

4) 비환측 슬관절 굴곡의 최대-최소각도
팔걸이를 착용하지 않았을 때와 Single strap hemisling을 착용하였을 때 그리고 Rolyan

humeral cuff sling을 착용하였을 때 비환측 슬관절 굴곡의 최대 각도와 최소 각도는 각각 유의한 차이가 없었다(표 8).

표 8. 비환측 슬관절 굴곡의 최대-최소각도 (n=15)

	Without arm sling	Single strap hemisling	Rolyan humeral cuff sling	F	p
Maximal(degree)	53.74±3.36	54.33±2.77	55.02±2.56	0.71	0.49
Minimal(degree)	0.63±1.72	0.76±1.95	0.93±1.83	0.10	0.90

p<.05
Mean±SD

5) 환측 족관절의 최대 배측굴곡-저측굴곡각도
 환측 족관절의 최대 배측굴곡 각도는 팔걸이를 착용하지 않았을 때, Single strap hemisling을 착용하였을 때, 그리고 Rolyan humeral cuff sling을 착용하였을 때 각각 7.79±2.44°, 9.94±2.12°, 9.24±2.39°로 통계적으로 유의한 차이가 있었지만 (p<.05), 환측 족관절 최대 저측굴곡 각도는 유의

한 차이를 보이지 않았다(표 9). Scheffe의 사후검정결과 팔걸이를 착용하지 않았을 때와 Single strap hemisling 착용 사이에만 족관절 최대 배측굴곡의 증가가 있었고, 팔걸이를 하지 않았을 때와 Rolyan humeral cuff sling 착용사이와 각각의 팔걸이 사이에는 차이가 없었다.

표 9. 환측 족관절의 최대 배측굴곡-저측굴곡각도 (n=15)

	Without arm sling	Single strap hemisling	Rolyan humeral cuff sling	F	p
Dorsiflexion(degree)	7.79±2.44 ^a	9.94±2.12 ^b	9.24±2.39 ^{ab}	3.32	0.04
Plantarflexion(degree)	7.55±2.79	7.93±2.71	8.21±2.85	0.21	0.81

p<.05

Mean±SD

a, b는 사후검정결과 각 그룹간의 유의한 차이를 나타낸다.

6) 비환측 족관절의 최대 배측굴곡-저측굴곡 각도
 팔걸이를 착용하지 않았을 때와 Single strap hemisling을 착용하였을 때 그리고 Rolyan

humeral cuff sling을 착용하였을 때 비환측 족관절의 최대 배측굴곡 각도와 최대 저측굴곡 각도는 각각 유의한 차이가 없었다(표 10).

표 10. 비환측 족관절의 최대 배측굴곡-저측굴곡각도 (n=15)

	Without arm sling	Single strap hemisling	Rolyan humeral cuff sling	F	p
Dorsiflexion(degree)	15.35±1.07	15.37±0.75	15.43±0.72	0.03	0.96
Plantarflexion(degree)	14.01±1.49	14.47±1.31	14.58±1.36	0.69	0.50

p<.05

Mean±SD

IV. 고 찰

보행중의 균형 조절은 선 자세에서의 균형조절과는 다르다. 선 자세에서는 기저면안에 중력중

심을 유지하는 것이 목표이지만 보행은 불안정을 조절하는 것이다. 신체는 한쪽 지지기 동안 지속적인 불균형 상태에 놓이기 때문에 지지발 위에서 전신 운동의 복잡한 조절이 필요하다.

보행은 신체의 여러 부위가 체계적으로 작용하

며 자유롭게 상지를 움직일 수 있는 특징이 있으며 자연스러운 보행 시 상지가 교대로 움직이게 된다. 보행 시 상지의 역할은 골반에서의 회전이 상체에 전해져 같은 방향으로 일어나는 회전을 보상하기 위해 반대방향으로 회전을 발생시켜 몸의 균형을 유지하는 것이고(Ohsato, 1993), 상부 체간의 과도한 사용을 감소시켜 체간의 안정성에 도움을 주어 에너지소모를 감소시키는 것이다. 상지는 또한 균형 메커니즘의 일부로서, 신체중심이 안정성 한계에 근접하여 움직일 때 안정성과 지지의 기능을 한다(Carr와 Shepherd, 2003).

편마비환자의 환측 상지에서 근약화로 인해 발생하는 견관절 아탈구는 통증을 유발할 뿐만 아니라 체간의 비대칭을 조장하고, 관절 운동 장애를 초래하여 선 자세나 보행 시에 정상적인 균형을 어렵게 하여 결국 하지의 기능수행에도 나쁜 영향을 미친다. 이러한 견관절 아탈구 교정을 위해서는 흔히 팔걸이가 사용되고 있으며, 팔걸이가 균형 및 보행능력 개선에도 효과가 있다는 연구들이 보고 되고 있다(윤성익, 2004; 이도경 등, 2004; Yavuzer와 Ergin, 2002).

한편, 편마비환자의 보행분석 방법에 관한 연구가 다양하게 이루어져 왔는데, 본 연구에서는 반사마커 체계를 이용한 비디오 촬영 이후 삼차원 동작분석기를 이용하여 분석을 하였다.

편마비환자의 보행을 평가하기 위한 시간-공간적 보행변수들 중에 가장 기초가 되고 중요한 지표로 보행속도라고 하였다(Wagenaar와 Beek, 1992). 윤성익(2004)은 편마비환자에게서 굴곡형 팔걸이인 Kang's Multi-support의 착용이 보행속도를 증진시켰다고 하였고, Yavuzer와 Ergin(2002)의 연구에서는 Single strap hemisling의 착용이 보행속도를 증가시켰다고 보고하였다. 본 연구의 결과에서도 팔걸이 없이 수행된 보행에 비해 Single strap hemisling과 Rolyan humeral cuff sling의 착용으로 보행속도가 증가되었다. 본 연구에서 팔걸이 착용후의 보행속도의 증가는 팔걸이가 편마비환자의 기능적인 보행능력을 향상시켰다고 할 수 있다.

편마비환자의 상지에서 나타나는 굴곡근의 과

긴장은 단하지 지지기와 유각기에서 균형조절 능력의 저하를 가져올 수 있다. 즉, 체간과 상지 조절능력의 저하와 약화로 인해 환자는 체중이동에 있어 하지와 체간근력을 정상적으로 사용하지 못하고 초기에 평형반응을 동원하게 된다. 이렇게 보행능력을 저하시킬 수 있는 상지의 굴곡근과 긴장은 견관절 아탈구와 같은 비정상적인 정렬이나 불충분한 체간 안정성으로 인해 초래될 수 있는데(Ryerson과 Levit, 1997), 팔걸이는 아탈구를 교정하여 비정상적인 정렬을 개선하고, 보행 시 체간의 전방굴곡을 감소시켜 상부 체간의 안정성 향상에도 기여한다. Yavuzer와 Ergin(2002)의 연구에 의하면 편마비환자의 보행에 Single strap hemisling의 착용으로 환측 입각기 비율이 증가되었고, 체간의 전방 굴곡이 개선되었다고 보고하였다. 본 연구에서도 Single strap hemisling과 Rolyan humeral cuff sling의 착용이 환측의 단하지 지지시간을 증가 시켰다. 이것은 팔걸이가 아탈구를 교정하여 비정상적인 상지의 정렬을 회복 시키는 물론, 상부체간의 전방 굴곡을 감소시켜 입각기 다리에서 불안정한 골반을 지지하기 위한 고관절 외전근 활동들을 강화시킨 결과로 해석할 수 있다.

편마비환자는 비대칭적 보행특성을 나타냄으로 시간-공간적 보행특성의 단순한 열거만으로 보행의 개선을 평가하기에는 어려움이 있다. 그러므로 본 연구에서는 환측과 비환측의 시간-공간적 보행특성 차이를 비대칭율로 나타내어 각 보행간에 비교함으로써 편마비환자의 보행개선 여부를 평가하였다.

본 연구에서 사용된 시간-공간적 보행특성 비대칭율은 시간적 요소인 단하지 지지시간 비대칭율과 공간적 요소인 보장 비대칭율이며, 이들의 각 보행 사이의 변화량을 비교하였다. 그 결과 Single strap hemisling과 Rolyan humeral cuff sling 착용 보행이 팔걸이를 착용하지 않은 보행과 비교해서 단하지 지지 시간 비대칭율과 보장 비대칭율 모두에서 감소를 보였다.

Perry(1969)는 비대칭성의 증가와 균형 능력의 저하는 보행속도의 감소로 이어진다고 하였으나,

Griffin 등(1995)의 34개의 보행 변수들에 대한 조사에서는 대칭성이 보행속도를 증가시킨다는 근거를 제시하는데 실패하였고, Roth 등(1997)의 연구결과에서도 보행속도는 비환측 입각기 비율, 비환측 유각기 비율, 양하지 지지기 비율과 상관관계가 있으나 환측 입각기 비율, 환측 유각기와 입각기 대칭성과는 상관관계가 없다고 보고하였다. Hsu 등(2003)은 편마비환자의 보행속도와 비대칭성은 각각 다른 신체적 장애에 의해 영향을 받는다고 하였으며, 비대칭성은 일차적으로 환측 족관절 저측굴곡근의 경직 정도에 의하여 영향을 받는다고 하였다. 본 연구에서는 보행속도와 대칭성의 상관관계에 대해서는 조사되지 않았으며 추후 연구가 지속되어야 할 것이다. 이와 같이 시간-공간적 보행특성의 비대칭이 감소함으로써 보행이 개선되었다고 할 수 있는데, 이는 편마비환자에게 팔걸이 착용이 상부체간 비대칭을 개선하고, 체중이동시 안정성을 증가시킴으로 인해 하지의 항중력근에서 나타날 수 있는 경직을 감소시켜 체간과 하지근력 사용에 긍정적인 영향을 미친 결과로 해석할 수 있다.

보행 중 하지관절의 중요 각 변위는 신체가 전방으로 움직일 때 시상면에서 일어나기 때문에 편마비환자의 운동 형상학적 변수에 대한 연구들은 시상면에 중점을 두고 있다. 편마비환자들의 하지에서의 시상면 운동은 환측의 많은 감소와 함께 양 하지에서 일반적으로 감소된다고 보고되어져 왔으며, 보행주기의 특정한 점에서 크기의 다양성을 보여준다. 주요한 차이점들로는 입각기 끝에서 고관절 신전의 감소, 중간 유각기에서 고관절 굴곡의 감소, 발끝 떼기와 중간 유각기에서 슬관절 굴곡의 감소, 발뒤꿈치 닿기에서 족관절 배측굴곡의 감소 등이 있다. 이러한 시상면각도의 변화들은 보행속도의 차이를 야기할 수 있다(Carr와 Shepherd, 2003).

본 연구에서는 Single strap hemisling과 Rolyan humeral cuff sling을 착용한 보행이 팔걸이 없이 수행된 보행과 비교해서 환측 고관절의 최대 굴곡각도를 증가시켰다. 일반적으로 편마비환자들은 유각기에서 고관절굴곡 각도의 감소가

나타나는데, 이로 인해 다리를 앞으로 내기 위해 골반을 후방으로 기울게 하고, 체간을 신전시킨다. 또한 하지 회선보행의 원인이 된다. 결과적으로 팔걸이의 착용이 불필요한 골반의 후방경사와 하지의 회선보행을 감소시킬 수 있을 것으로 생각된다.

Perry(1992)에 의하면 보행 중 초기와 중간 유각기에서 정상성인은 60°정도의 슬관절 굴곡이 나타난다고 하였고, 안창식과 정석(2002)은 편마비환자의 환측 슬관절에서 $41.64 \pm 17.21^\circ$ 의 굴곡을 보고하였다. 이러한 슬관절 굴곡의 감소는 대퇴직근의 부적절한 활동이나 슬괘근 활동의 감소가 원인이며, 하지의 전진과 바닥으로부터 발끝 떼기를 위해서는 인접한 분절에서의 보상작용을 필요로 한다. 본 연구에서는 Rolyan humeral cuff sling 착용으로 환측 슬관절 굴곡의 최대각도가 증가하였다.

편마비환자의 족관절에서는 장딴지근의 단축이나 배측굴곡근의 약중으로 인해 후기 유각기에서 배측굴곡의 감소가 나타날 수 있다. 하지가 바닥에 닿을 때 족관절 배측굴곡을 할 수 없다면 전족부가 바닥에 닿게 되고, 환자는 후방으로 체중이동을 할 것이다. 이러한 하지의 후방움직임은 고관절 굴곡과 슬관절 과신전 및 족관절 저측굴곡을 초래한다. 환자가 족관절 배측굴곡을 하지 못할 때 슬관절 과신전 예방과 뒤꿈치 닿기를 위해 흔히 보조기를 사용한다. 본 연구결과에서는 Single strap hemisling이 팔걸이 없이 수행된 보행에 비해 족관절 배측굴곡의 최대 각도를 증가시켰다.

이상에서 살펴본 바와 같이 의미 있는 시상면 각도 변화는 주로 환측에서 나타났으며, 비환측 하지에서는 유의한 변화가 일어나지 않았다. 이것은 보행의 시간-공간변수의 결과와도 일치하고 있어 편마비환자의 보행에 팔걸이의 영향은 주로 환측 하지에서 나타난다고 해석할 수 있다.

일반적으로 운동 형상학적 변수들은 시상면에서 속도와 강한 연관성이 있다고 하였고, 비환측 하지에서도 몇몇의 높은 속도와와의 연관성을 발견할 수 있다(Maria와 Janice, 2004)고 하였으나, 본

연구에서는 비환측의 의미 있는 변화는 나타나지 않았다. Hsu 등(2003)의 연구에서는 보행속도는 환측 고관절 굴곡근과 슬관절 신전근의 약증에 의해 주요하게 영향을 받는다고 하였다. Maria와 Janice(2004)의 연구에 의하면 편마비환자의 보행에서 힘 변수들이 관절변수와 모멘트 변수들보다 속도와 관련성이 높다고 하였고, 시상면 관절각도 변수는 환측 고관절과 슬관절, 비환측 족관절의 각도가 속도와 강한 연관성이 있다고 하였다. 그러나 본 연구에서는 환측의 고관절과 슬관절에서는 굴곡 각도가 증가하였으나 비환측 족관절에서는 의미 있는 변화를 나타내지 않았다.

이상의 결과로 보아 뇌졸중으로 인한 편마비환자의 보행에 팔걸이 착용이 보행기능 개선에 효과적임을 알 수 있었다. 따라서 편마비환자의 보행훈련 시 상지의 기능을 고려하여 팔걸이를 착용하는 것이 도움이 될 것으로 사료된다.

V. 결론

본 연구는 뇌졸중으로 인한 편마비환자 15명을 대상으로 견관절 아탈구에 흔히 사용되고 있는 Single strap hemisling과 Rolyan humeral cuff sling이 보행에 미치는 영향에 대하여 알아보기 위해 3차원 동작분석 시스템을 이용하여 보행 변수를 분석하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 시간-공간변수

1) 시간변수

Single strap hemisling과 Rolyan humeral cuff sling 착용 보행이 팔걸이 없이 수행된 보행과 비교해서 분속수와 비환측 단하지 지지시간에는 차이가 없었으나, 보행속도와 환측 단하지 지지시간을 증가시켰고, 보행의 시간적 비대칭율을 감소시켰다.

2) 공간변수

Single strap hemisling과 Rolyan humeral cuff

sling 착용 보행이 팔걸이 없이 수행된 보행과 비교해서 활보장과, 보폭, 비환측 보장은 차이가 없었으나, 환측 보장을 증가시켰고, 보행의 공간적 비대칭율을 감소시켰다.

2. 운동 형상학적 변수

Single strap hemisling과 Rolyan humeral cuff sling 착용이 팔걸이 없이 수행된 보행과 비교해서 환측 고관절 최대 굴곡각도를 증가시켰고, 환측 슬관절 굴곡의 최대각도에서는 Rolyan humeral cuff sling 착용이, 환측 족관절 최대 배측굴곡 각도에서는 Single strap hemisling 착용이 각도를 증가시켰으나, 비환측 하지에서는 차이가 없었다.

이상의 결과를 종합해볼 때 뇌졸중으로 인한 편마비환자의 보행에 팔걸이 착용이 보행속도를 증가시킬 뿐만 아니라, 시간-공간적 보행의 비대칭율을 개선하고, 또한 고관절 굴곡, 슬관절 굴곡 및 족관절 배측굴곡을 증가시키므로 편마비환자의 보행훈련에 팔걸이가 유용함을 알 수 있었다.

본 연구에서는 시간-공간 변수와 운동 형상학적 변수들만 분석되었으므로 향후 연구에서는 팔걸이가 편마비환자의 보행에 대한 운동역학적 측면의 연구가 필요할 것으로 사료된다.

참고문헌

- 김덕용. 보행에서의 상지 움직임의 역할. 연세대학교 대학원 석사학위논문. 2001.
- 박주현, 박근영, 황인식 등. 편마비 환자의 견관절 아탈구에 대한 두 신전형 팔걸이의 효과 비교. 대한재활의학회지. 2004;28(1):26-0.
- 안창식, 정석. 정상인과 편마비환자의 보행분석 연구. 대한물리치료학회지. 2002;14(3):143-8.
- 윤성익. 성인편마비 환자에서 팔걸이가 보행 중 에너지 소모량에 미치는 영향. 한양대학교 대학원 석사학위논문. 2004.
- 이도경, 한승진, 윤성익 등. 팔걸이가 편마비 환자의 기립 자세 균형에 미치는 영향. 대한재활의학회지. 2004;28(6):532-6.
- Adler SS, Beckers D, Buck M. PNF in practice. 2nd ed.

- Springer-Verlag. 1999;319-62.
- Bobath B. Adult hemiplegia: evaluation and treatment. 3rd ed. Wiliam Heineman Medical Books. 1990;11-9.
- Bohannon RW, Tinti-Wald D. Accuracy of weight bearing estimation by stroke versus healthy subjects. *Percept Mot Skills*. 1991;72(3pt 1):935-41.
- Brunnstrom S. Movement therapy in hemiplegia: neurophysiological approach. New York: Harper and Row. 1970;201-21.
- Burbaud P, Wiart L, Dubos JL et al. A randomised, double blind, placebo controlled trial of botulinum toxin in the treatment of spastic foot in hemiparetic patients. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*. 1996;61(3):265-9.
- Carr JH, Shepherd RB. Stroke Rehabilitation: guidelines for exercise and training to optimize motor skill. Butterworth Heinemann. 2003;88-91,159-161,194-7.
- Davies PM. Steps to follows: a guide to the treatment of adult hemiplegia. Springer-Verlag. 1985;146-71.
- Elftman H. The functions of the arms in walking. *Human biology*. 1939;11:529-36.
- Griffin MP, Olney J, McBride ID. Role of symmetry in gait performance of stroke subjects with hemiplegia. *Gait & Posture*. 1995;3(3):132-42.
- Hesse S, Bertelt C, Schaffrin A et al. Restoration of gait in nonambulatory hemiparetic patients by treadmill training with partial body-weight support. *Arch Phys Med Rehabil*. 1994;75(10):1087-93.
- Hesse S, Jahnke MT, Luecke D et al. Short-term electrical stimulation enhances the effectiveness of Botulinum toxin in the treatment of lower limb spasticity in hemiparetic patients. *Neurosci Lett*. 1995;201(1):37-0.
- Hesse S, Werner C, Matthias K et al. Non-velocity-related effects of a rigid double-stopped ankle-foot orthosis on gait and lower limb muscle activity of hemiparetic patients with an equinovarus deformity. *Stroke*. 1999;30(9):1855-61.
- Hesse S, Uhlenbrock D, Werner C et al. A mechanized gait trainer for restoring gait in nonambulatory subjects. *Arch Phys Med Rehabil*. 2000;81(9):1158-61.
- 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.
- Lehman JF, Condon SM, Price R et al. Gait abnormalities in hemiplegia: their correction by ankle foot orthoses. *Arch Phys Med Rehabil*. 1987;68(11):763-71.
- Lin PY, Yang YR, Cheng SJ 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.
- Maria Kim C, Janice J Eng. Magnitude and pattern of 3D kinematic and kinetic gait profiles in person with stroke: relationship to walking speed. *Gait & Posture*. 2004;20(2):140-6.
- Ohsato Y. Relationship between trunk rotation and arm swing in human walking. *Nippon Seikeigeka Gakkai Zasshi*. 1993;67:440-8.
- Perry J. The mechanics of walking in hemiplegia. *Clin Orthop Relat Res*. 1969;63.
- Perry J. Gait Analysis: normal and pathological function. Slack Co. 1992;19-47,89-108.
- 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.
- Ryerson S, Levit K. Functional movement reeducation. Churchill Livingstone. 1997;452-3.
- Schauer M, Mauritz KH. Musical motor feedback(MMF) in walking hemiparetic stroke patients: randomized trials of gait improvement. *Clin Rehabil*. 2003;17(7):713-22.
- Shumway-Cook A, Anson D, Haller S. Postural sway biofeedback: its effect on reestablishing stance stability in hemiplegic patients. *Arch Phys Med Rehabil*. 1988;69(6):395-400.
- Tyson SF. The support taken through walking aids during hemiplegic gait. *Clin Rehabil*. 1998;12(5):395-401.
- Wagenaar RC, Beek WJ. Hemiplegic gait: a kinematic analysis using walking speed as a basis. *J Biomech*. 1992;25(9):1007-15.
- Werner C, von Frankenberg S, Treig T et al. Treadmill training with partial body weight support and an electromechanical gait trainer for restoration of gait in subacute stroke patients. A randomized crossover study. *Stroke*. 2002;33(12):2895-901.
- Yavuzer G, Ergin S. Effect of an arm sling on gait

송근호 외 1인 : 팔걸이가 편마비환자의 보행에 미치는 영향

pattern in patients with hemiplegia. Arch Phys
Med Rehabil. 2002;83(7):960-3.

Zorowitz RD, Idank D, Ikai T et al. Shoulder subluxation
after stroke: a comparison of four supports.
Arch Phys Med Rehabil. 1995;76(8):763-71.