

편마비환자의 정적 골반경사각에 따른 보행 비대칭율의 차이에 대한 연구

김병조

동의료원 물리치료실

The study on difference of gait asymmetry ratio according to static pelvic inclination level in hemiplegic patient

Byung-Jo Kim, PT, PhD

Department of Physical Therapy, Dong-Eui Medical Center

Purpose: This study was performed to determine the difference of temporal-spatial gait asymmetry ratio according to static pelvic inclination level in hemiplegic patients. **Methods:** The subjects were 25 hemiplegic patients who was experienced stroke on MCA territory. Gait parameters and static pelvic inclination were recorded by GAITRite[®] system and radiologic PACS. The subjects were divided into three group according to static pelvic inclination. In the group I, the subjects have static pelvic inclination below 58°. The group II has 58°~62° of static pelvic inclination and the group III has over 62° of static pelvic inclination. The data of three groups were analysed with ANOVA. **Results:** In comparison of single support time asymmetry ratio among 3 groups, the score of group II was significantly higher than the other groups(p<0.05). But the swing time asymmetry ratio was not significant(p>0.05). **Conclusion:** Asymmetry ratio of single support time was statistically significant by static pelvic inclination level. But asymmetry ratio of group II was the highest among three groups. It means that the patients of normal range of pelvic inclination was showed the most asymmetry of gait. And swing time asymmetry ratio was not significant among three groups. Even if the patient has normal ranged static pelvic inclination, it doesn't suggest that the patient has low gait asymmetry. (*J Kor Soc Phys Ther 2006;18(3):1-7*)

Key Words: Hemiplegia, Pelvic inclination, Gait asymmetry ratio

I. 서론

뇌졸중으로 인한 편마비환자는 뇌 조직의 손상 부위와 정도에 따라 다양한 임상증상과 운동장애를 비롯한 여러 유형의 장애를 동반하게 된다. 편마비환자가 겪게 되는 장애들 중 운동장애와

관련된 것으로는 상지 기능장애와 더불어 균형과 기립자세 유지 및 보행의 어려움을 겪게 되는 것을 가장 중요한 문제로 꼽을 수 있다.

신체 균형 및 기립자세 유지와 보행은 이동과 관련된 매우 중요한 요소로서, 편마비환자들은 신경학적 신체조절 능력의 상실로 비정상적인 자세조절 전략을 이용하는 것이 일반적이며 그로 인한 좌·우비대칭 및 비정상적인 보행패턴을 나타내는 것으로 잘 알려져 있다. 그러므로 비대칭을 감소시키고 비정상적 보행 패턴을 개선하는

논문접수일: 2006년 4월 28일
수정접수일: 2006년 6월 8일
게재승인일: 2006년 6월 15일
교신저자: 김병조, elfinnest@bcline.com

것은 기능적 재활의 주요 목표가 된다(Bobath, 1990; Campbell 등, 2001; Carr 등, 1985; Wall과 Turnbull, 1986).

골반은 복부를 지지하고 척추와 하지를 연결하며, 앉을 때는 체중을 유지하고 안정 시에 체간을 직립위로 지지하는데 중요한 역할을 한다. 또한 기립 시에 척추로부터 하지로 체중을 지지하는 것에 관여하며, 기능적인 체간 운동의 범위를 증가시키는데 필수적이다(배성수 등, 1999; Kapandji, 1995; Nordin과 Frankel, 2003). 골반이 중립의 위치에 있어야 바른 자세를 유지할 수 있으며, 동적인 자세에서 알맞게 상체와 하체를 조절하여 일상생활동작과 보행능력을 증진시킬 수 있다(배성수 등, 1999).

정적 골반경사도 즉, 서있는 상태에서의 골반경사도는 치골결합의 가장 앞부분과 천골 전상연을 연결한 경사면과 수평선이 만나는 각으로 보통 성인의 경우 60°가 정상범위이며, 보행 중 골반경사도의 전후 경사 폭은 약 5°, 측방 경사가 약 10°, 전후방 회전이 약 10°이다(Kapandji, 1995; Nordin과 Frankel, 2003).

골반의 전후방 경사는 자세 근육의 활동에 영향을 주게 되는데 골반이 후방경사 되었을 때 허리의 척추전만은 평평해지고 이러한 요추전만의 감소는 흉추에 영향을 주게 되고 흉추는 에너지 소비를 최소화하기 위하여 약간 신장되어 체간의 중력 중심을 조정하게 된다. 골반이 전방경사 되면 허리의 척추전만과 흉추의 후만을 더 심하게 한다. 골반과 하지 사이의 비대칭적인 골반 정렬은 하지의 근위부와 체간 안정성에 영향을 주어 정상적인 보행을 수행할 수가 없다(Davies, 1990). 뇌졸중으로 인한 편마비환자는 신경학적인 신체 조절 능력의 상실과 근육 긴장도의 불균형 및 근력의 약증으로 인하여 골반 전후방 경사에 따른 자세근육의 활동이 매우 비효율적이며 비대칭적인 상태를 나타내게 된다. 또한 하지의 근위부 안정성이 결여되어 골반을 후방 경사된 상태로 고정하므로 전방과 측방으로의 체중이동에 장애를 초래한다(Ryerson, 1985).

따라서 편마비환자가 정적인 상태에서 취하게

되는 골반 경사도는 신경학적 신체조절 능력의 부조화에 따른 근력 및 근긴장도의 불균형 그리고 체간과 골반의 비대칭적인 정렬상태 등을 반영한 것이라 할 수 있을 것이다. 그러므로 본 연구는 편마비환자의 정적 골반경사도의 차이에 따른 시-공간적 보행요소들의 비대칭 정도를 비교하여 정적 골반경사도가 정상범위에 있는 경우와 그렇지 못한 경우 보행의 비대칭 정도에 차이가 있는가를 알아보려고 한다.

II. 연구방법

1. 연구대상

본 연구는 부산광역시 00의료원 재활의학과, 신경외과, 신경과, 내과 및 한방병원에서 입원 또는 외래 통원 환자 중 물리치료가 의뢰되어 치료를 받는 환자들로서 컴퓨터 단층촬영이나 자기공명 영상에서 뇌졸중으로 진단된 편마비환자 중 다음의 조건을 만족하고 연구의 내용을 이해하며 참여할 것에 동의한 사람을 대상으로 하였다.

연구대상 선정 기준은 다음과 같다.

첫째, 중대뇌동맥 영역 또는 기저신경질의 출혈성이나 허혈성 뇌졸중으로 인한 편마비환자

둘째, Carr 등(1985)이 분류한 뇌졸중환자를 위한 운동 평가척도(motor assessment scale)의 보행수준(walking level) 1-6 중 3 이상인 환자

셋째, 연구자의 지시 내용을 이해하고 따를 수 있는 의식수준이 명료한 환자

넷째, 평가에 영향을 줄 수 있는 정형외과적, 흉부외과적 질환이 없는 환자

이상의 조건을 만족하는 대상자를 무작위 선발하여 자료수집에 필요한 모든 측정을 하고, 본 연구의 목적에 따라 정적 골반경사도의 정상 범위를 $60^{\circ} \pm 3\%$ 로 설정하여 $58^{\circ} \sim 62^{\circ}$ 에 해당하는 정상범위 그룹과 57° 이하에 속하는 정상범위 이하

그룹 그리고 63° 이상에 속하는 정상범위 이상 그룹으로 나누었다.

2. 측정방법

1) 보행의 측정

연구 대상자의 보행을 측정하기 위하여 사용된 측정 도구는 시-공간적 보행특성의 분석을 위하여 높은 신뢰도와 타당성이 검증된 GAITRite®를 이용하였다.

피검자가 보행로를 자유 속도로 보행하게 하고 기능적 보행지수(FAP)를 비롯하여 시간적 변수인 보행속도, 보장시간(step time), 보행주기 시간(gait cycle time), 유각시간, 입각시간, 단하지 지지시간(single support time), 양하지 지지시간(double support time)과 공간적 변수인 보장(step length), 활보장(stride length), 지지 기저면, 발각도(toe in/out) 등을 측정하였다.

대상자가 실험실에서 보행을 하는 것은 심리적 요인으로 인하여 부자연스러운 보행을 하기 쉬우므로 실험실의 보행로 위를 몇 차례 반복 보행하게 한 후 자연스러운 상태에서 세 차례 이상의 보행을 하여 각각의 결과를 검출하고 이들을 평균하여 보행요소 값들을 연구 자료로 채택하였다.

2) 보행 비대칭율(asymmetry ratio)

편마비환자의 특징적인 보행특성을 표현하기 위하여 환측과 비환측에서 각각 측정되는 시-공간적 보행변수들의 차이를 비대칭율로 나타낼 수 있으며 계산식은 다음과 같다(Hsu 등, 2003).

이러한 비대칭율은 그 값이 클수록 비대칭 정도가 커지고 값이 작을수록 비대칭 정도가 작다는 것을 의미한다.

$$\text{비대칭도} = \left| 1 - \frac{\text{환측보행변수}}{\text{비환측보행변수}} \right|$$

3) 골반 경사각 측정

정적인 상태에서의 골반 경사각을 측정하기 위

하여 방사선 촬영 사진을 이용하였다. 환자가 최대한 편안하게 서있는 자세를 유지하도록 하고 골반의 측면상을 방사선 촬영한 다음 의료영상 정보 시스템(Picture Archiving and Communication System: PACS)을 이용하여 골반 경사각을 측정하였다(그림 1).



그림 1. 골반경사도 측정을 위한 PACS 영상.

3. 자료 분석

본 연구의 자료 분석은 골반경사도에 따른 보행비대칭율의 차이를 알아보기 위하여 일원배치 분산분석(one-way ANOVA)을 하였으며 그룹 간의 차이를 설명하기 위하여 사후분석으로 LSD 검정을 하였다. 통계패키지는 SPSS 12.0 for Window를 이용하였으며, 통계에 대한 유의수준 α 는 0.05로 하였다.

III. 결 과

1. 일반적 특성

1) 전체 대상자의 일반적 특성

연구대상자의 일반적 특성은 전체 대상자 25명 중 남자 19명(76.0%), 여자 6명(24.0%)이었다. 평균 연령은 47.5±8.9세이었고, 신장 167.4±9.4cm,

체중 67.5±9.7kg이었다.

전체 대상자 중 출혈성 뇌손상 환자가 13명(52.0%), 허혈성 뇌손상 환자가 12명(48.0%)이었다. 우측 편마비 환자가 11명(44.0%), 좌측 편마비환자는 14명(56.0%)이었다.

2) 그룹별 대상자의 일반적 특성

정상범위 이하에 해당하는 정적 골반경사도가 57° 이하인 대상자는 10명(40%)으로 평균연령 50.8±9.9세, 남자 6명(24%) 여자 4명(16%), 우측편마비환자가 5명(20%) 좌측편마비환자가 5명(20%)이었다. 정상범위에 해당하는 정적 골반경사도가 58°~62°에 속하는 대상자는 5명(20%)으로 평균연령 41.6±1.3세, 남자 5명(20%) 여자 0명(0%), 우측편마비환자가 1명(4%) 좌측편마비환자가 4명(16%)이었다.

정상범위 이상에 해당하는 정적 골반경사도가 63° 이상에 속하는 대상자는 10명(40%)으로 평균연령 46.1±6.8세, 남자 8명(32%) 여자 2명(8%), 우측편마비환자가 5명(20%) 좌측편마비환자가 5명(20%)이었다.

2. 골반 경사도와 보행 비대칭율의 기술통계

골반 경사도는 최소 40.24° 최대 71.28°로 평균 58.29°±8.56이었다. 보행의 시간적 변수인 단하지 지지시간 비대칭율이 0.589이었고 보행주기시간 비대칭율(gait cycle time asymmetry ratio)은

0.074, 유각시간 비대칭율(swing time asymmetry ratio)는 1.411이었고, 보행의 공간적 변수인 보장 비대칭율(step length asymmetry ratio)는 0.284, 활보장 비대칭율(stride length asymmetry ratio)은 0.051이었다.

3. 골반경사도에 따른 보행비대칭율의 비교

1) 단하지 지지시간 비대칭율(single support time asymmetry ratio)

단하지 지지시간 비대칭율은 환측과 비환측 단하지 지지시간의 비대칭 정도를 나타내는 것으로 최소 0.004에서 최대 2.571까지의 분포를 보였다.

골반경사도가 57° 이하인 그룹의 단하지 지지시간 비대칭율은 최소 0.004 최대 0.888이었고 평균 0.514이었다. 골반경사도가 58°~62°인 그룹은 최소 0.368 최대 2.571이었고 평균 1.118이었다. 그리고 골반경사도가 63° 이상인 그룹에서는 최소 0.120 최대 0.671이었고 평균 0.398이었다.

이들 세 그룹의 분산분석은 $F(2, 22)=4.008$ 로 유의한 차이가 있었다($p<0.05$). 그룹 간의 차이를 설명하기 위한 사후검정 결과 골반 경사도가 58°~62°인 그룹의 단하지 지지시간 비대칭율은 57° 이하인 그룹 및 63° 이상인 그룹과 유의한 차이가 있었다($p<0.05$). 그러나 57° 이하인 그룹과 63° 이상인 그룹 간의 단하지 지지시간 비대칭율은 차이가 없었다($p>0.05$)(표 1).

표 1. 단하지 지지시간 비대칭율의 분산분석

	57°이하	58°~62°	63°이상	F	P
SSTAR	0.514	1.118	0.398	4.008	.033
LSD	b	a	b		

SSTAR : Single support time asymmetry ratio

2) 유각시간 비대칭율

유각시간 비대칭율은 환측과 비환측 유각시간의 비대칭 정도를 나타내는 것으로 최소 0.004에

서 최대 7.911까지의 분포를 보였다.

골반경사도가 57° 이하인 그룹의 유각시간 비대칭율은 최소 0.004 최대7.911이었고 평균 2.371

이었다. 골반경사도가 58°~62°인 그룹은 최소 0.582 최대 1.446이었고 평균 0.832이었다. 그리고 골반경사도가 63° 이상인 그룹은 최소 0.088 최대

2.041이었고 평균 0.740이었다.

이들 세 그룹의 분산분석은 $F(2, 22)=2.875$ 로 통계학적인 차이가 없었다($p>0.05$)(표 2).

표 2. 유각시간 비대칭율의 분산분석

	57°이하	58°~62°	63°이상	F	P
STAR	2.371	0.832	0.740	2.875	.078

STAR: Swing time asymmetry ratio

IV. 고 찰

Jorgenson 등(1995)은 뇌졸중으로 인한 편마비 환자의 운동기능 장애 중 하나인 보행 장애는 신체의 이동을 어렵게 하여 개인의 독립성을 저해하는 큰 요인이 되며, 뇌졸중 발병 후 환자의 대부분이 보행은 가능하지만 정상적인 보행으로 회복하기는 매우 어렵다고 하였다.

또한 뇌졸중으로 인한 편마비환자의 대부분이 보행의 질과는 관계없이 독립적인 보행을 재획득하는 것으로 알려져 있으며, 정상적인 보행의 어려움을 해결하는 방안으로 보상작용을 많이 이용하게 되는데 이는 에너지 소모가 많은 비효율적 보행을 유발하게 된다(Granat 등, 1996; Smith 등, 1996).

편마비환자의 독립성 확보를 위한 보행의 재획득은 매우 중요한 요소이며, 단순히 보행을 하는 것만이 아니라 에너지 효율이 높고 보다 기능적인 보행의 수행을 위하여 비대칭적 보행을 최소화할 수 있도록 하는 것이 물리치료의 주요 목표라 할 수 있다.

동적인 자세에서 상체와 하체의 적절한 조절과 바른 자세의 유지를 위하여 골반의 중립위치를 조절할 수 있는 능력은 매우 중요하다. 골반의 전방경사가 일어나면 치골결합은 하방으로 움직이게 되고 요천관절의 운동과 요추의 과신전을 동반하게 되어 요추의 전만이 증가하게 된다. 이

때 고관절 신전근군 즉 슬픽근이나 대둔근이 작용하여 골반을 뒤로 당겨주어 골반의 전방경사를 방지하기 위한 작용을 하게 됨으로서 골반의 극간선을 수평으로 유지하게 된다. 이 과정에서 복근군이 매우 중요한 역할을 하게 되지만 편마비 환자의 대부분은 신경학적 손상과 근육의 불균형에 의하여 자세의 변형을 초래하고 골반의 중립위치 유지가 어렵게 된다.

이러한 골반의 전방경사나 후방경사는 편마비 환자에게 나타나는 흔한 양상으로 골반의 중립위치 유지와 안정된 조절능력을 향상시킬 수 있도록 하는 것이 중요한 요소이다(배성수와 김병조, 2001).

서있는 상태에서의 골반경사도 즉, 정적 골반경사도를 측정하는 방법은 미터스틱(meter stick)과 뎀스캘리퍼(depth caliper)를 이용한 삼각법 계산 방법(Sanders와 Stavarakas, 1981)을 비롯하여 단순 방사선 촬영을 이용한 각도측정 방법 등 여러 가지가 있다.

본 연구에서는 단순 방사선 촬영 방법을 이용한 의료영상 정보시스템(PACS)으로 골반 경사각을 측정하였다. 이 방법은 비용이 적고 정확한 자료를 매우 쉽게 얻을 수 있다.

또한 본 연구에서는 정적 골반경사도를 치골결합의 가장 앞부분과 천골 전상연을 연결한 경사면과 수평선이 만나는 각으로 설정하였으며 보통 성인의 경우 60°가 정상범위이다. 아울러 제5요추

축과 천골축이 이루는 요천각(lumbosacral angle)은 평균 140° 그리고 수평선과 제1천추상부를 통하는 직선이 이루는 천골각(angle of sacrum)은 평균 30°를 나타내고(Kapandji, 1995), 보행 중의 골반은 전후 경사 진폭이 약 5°, 측방 경사가 약 10°, 전후방 회전이 약 10°이다(Nordin과 Frankel, 2003).

유명철 등(1988)이 한국의 정상 성인 남녀 300명을 대상으로 골반 경사도를 조사한 결과 평균 $59.90^{\circ} \pm 6.52^{\circ}$, 남자 평균 $62.99^{\circ} \pm 6.63^{\circ}$ 여자 평균 $56.81^{\circ} \pm 4.53^{\circ}$ 라 하였다. 본 연구에서는 최소 40.24° 최대 71.28°로 평균 $58.29^{\circ} \pm 8.56^{\circ}$ 이었고, 남자의 경우 평균 $59.25^{\circ} \pm 7.44^{\circ}$ 여자의 경우 평균 $55.25^{\circ} \pm 11.74^{\circ}$ 이었다. 이러한 전체 대상자 평균의 결과는 유명철 등(1988)이 조사한 정상 성인의 연구 결과와 큰 차이를 보이지 않는다. 그러나 정적 골반경사도가 57° 이하가 10명(40%) 그리고 63° 이상이 10명(40%)으로 대상자 5명(20%)만이 58°~62°에 속하였다.

그러므로 본 연구의 결과에 따르면 편마비환자의 80% 이상이 골반의 전방 또는 후방 경사가 된다고 추정할 수 있다.

편마비환자의 보행 특성을 파악하고 분석하기 위하여 여러 가지 방법이 이용되고 있지만 단순히 보행 요소들을 열거하는 것만으로는 충분하지 않다. 보행의 분석을 위하여 삼차원 영상을 이용한 동작분석 등의 우수한 방법들이 있으나 이는 비용이나 편의성에 있어서 일반적으로 사용하기는 어렵다. 그러므로 본 연구에서는 편마비환자의 특징적인 보행특성을 표현하기 위하여 환측과 비환측에서 각각 측정되는 시-공간적 보행변수들의 차이를 비대칭율로 나타내어 편마비환자의 보행 수행정도를 객관적으로 비교하였다.

뇌졸중 환자를 대상으로 보행 비대칭에 관한 연구에서 Dettmann 등(1987)이 보장 비대칭율을 1.13으로 보고한바 있으며 Hill 등(1994)은 단하지 지지시간 비대칭율을 약 0.53~0.66으로 보고하였다. 또 김종순 등(2004)은 단하지 지지시간 비대칭율이 0.40~0.67, 유각시간 비대칭율이 0.39~1.04 보장 비대칭율이 0.32~1.14를 보였다고 하였다.

본 연구에서는 보행의 시간적 변수인 단하지 지지시간 비대칭율이 0.589이었고 보행주기시간 비대칭율은 0.074, 유각시간 비대칭율은 1.411이었다. 또한 보행의 공간적 변수인 보장 비대칭율은 0.284, 활보장 비대칭율이 0.051이었다. 따라서 각 연구마다 보행변수에 따라 비대칭의 정도는 유사하기도 하고 또 차이가 나기도하므로 뇌졸중에 의한 편마비환자의 보행 비대칭에 대하여는 일정한 비교를 하기가 어렵다.

편마비환자가 정적인 선 자세에서 골반 경사도를 정상범위로 유지할 수 있다는 것은 정상범위를 유지하지 못하는 환자들 보다 복근, 배근, 체간근 및 하지근육들 간의 균형과 조절능력이 보다 더 우수할 것이며 이것은 보다 대칭적인 보행의 수행이 가능할 것이라는 추정을 할 수 있다. 본 연구는 그러한 추정이 사실인지 확인하기 위하여 시행되었다.

그러나 본 연구의 결과는 그러한 추정과는 달리 정적 골반 경사도가 정상범위에 있는 그룹의 보행비대칭이 가장 큰 것으로 나타났다. 이러한 결과는 정적인 상태에서의 근육작용과 조절능력의 우수함이 곧 동적인 보행 상태에서도 우수하게 조절되는 것은 아니라는 것을 의미하는 것 같다.

V. 결론

편마비환자의 정적 골반경사도에 따른 시-공간적 보행요소의 비대칭 정도를 비교하기 위하여 25명의 편마비 환자를 대상으로 골반경사도와 보행 비대칭율을 측정하였다. 연구의 목적에 따라 골반경사도를 57° 이하인 정상범위 이하 그룹과 58°~62°인 정상범위 그룹 그리고 63° 이상인 정상범위 이상 그룹으로 나누고 이들 세 그룹 간의 보행 비대칭율을 비교하여 얻은 본 연구의 결론은 다음과 같다.

1. 골반경사도에 따른 단하지 지지시간 비대칭율은 골반경사도에 따라 유의한 차이가 있었으며($p < 0.05$), 사후검정 결과 골반 경사도가

58°~62°인 그룹의 단하지 지지시간 비대칭율이 57° 이하인 그룹과 63° 이상인 그룹 간에 유의한 차이가 있었다($p<0.05$). 그러나 정적 상태에서 골반경사도가 정상범위에 해당하는 58°~62°인 그룹의 단하지 지지시간 비대칭율이 1.118로 비대칭의 정도가 가장 큰 것을 보여 정적 골반경사도가 정상범위에 있다하여 보행 비대칭이 적다고 할 수 없다.

2. 골반경사도에 따른 유각시간 비대칭율은 통계학적 차이를 보이지 않았고($p<0.05$), 57° 이하인 그룹에서 비대칭율이 2.371로 다른 그룹보다 비대칭 정도가 매우 크게 나타났다.

이상의 결과들을 종합해 볼 때 편마비환자가 안정된 상태로 서있을 때 정적 골반경사도가 정상 범위를 유지할 수 있다면 정적 골반경사도가 정상범위 보다 크거나 작을 때 보행의 비대칭 정도가 적을 것이라고 추정하였으나 본 연구 결과 정적 골반경사도가 정상범위를 유지한다하여 보행의 비대칭 정도가 적다고 할 수 없음을 알 수 있었다.

본 연구에서는 연구 대상자의 수가 적고 그 범위가 매우 한정 되어 있으므로 보다 광범위한 연구가 이루어 질 필요가 있을 것이다. 또한 편마비환자의 정적 골반경사도와 동적 골반경사도의 관계와 그에 따른 보행 비대칭의 정도에 대한 연구도 이루어질 필요가 있을 것이다.

참고문헌

김종순, 이현옥, 안소윤 등. 상호억제 기법에 의한 경직성 편마비 환자 보행의 공간적, 시간적 특성 변화. 대한물리치료학회지. 2004;16(4):645-60.

배성수, 김병조. 근육 불균형에 관한 연구. 대한물리치료학회지. 2001;13(3):821-8.

배성수, 김태운, 정현애 등. 골반의 운동학적 고찰. 대한물리치료학회지. 1999;11(2):93-102.

유명철, 이상언, 신희수 등. 한국 성인의 골반골경사도에 대한 연구. 대한정형외과학회지. 1988; 23(2):448-54.

Bobath B. Adult hemiplegia: Evaluation & treatment . 3rd ed. London, Heinemann Medical Books, 1990.

Campbell FM, Ashburn AM, Pickering RM et al. Head and pelvic movements during a dynamic reaching task in sitting: Implications for physical therapists. Arch Phys Med Rehabil. 2001;82(12):1655-60.

Carr JH, Shepherd RB, Nordholm L et al. Investigation of a new motor assessment scale for stroke patients. Phys Ther. 1985;65(2): 175-80.

Davies PM. Right in the middle: Selective trunk activity in the treatment of adult hemiplegia. Berlin Heidelberg, Springer-Verlag, 1990.

Dettmann MA, Linder MT, Sepic SB. Relationships among gait performance, posture stability, and functional assessments of the hemiplegic patient. Am J Phys Med. 1987;66(2):77-90.

Granat MH, Maxwell DJ, Ferguson AC. Peroneal stimulator; Evaluation for the correction of spastic drop foot in hemiplegia. Arch Phys Med Rehabil. 1996; 77(1):19-24.

Hill KD, Goldie PA, Baker PA et al. Retest reliability of the temporal and distance characteristics of hemiplegic gait using a footswitch system. Arch Phys Med Rehabil. 1994;75(5):577-83.

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.

Jorgenson HS, Nakayama H, Raaschou HO et al. Recovery of walking function in stroke patients: The Copenhagen Stroke Study. Arch Phys Med Rehabil. 1995;76(8):27-32.

Kapandji IA. 관절생리학 III. 신문균, 최홍식, 김현숙 등 역. 서울, 현문사, 1995:46-121.

Nordin M, Frankel VH. 근골격계 생체역학. 개정3판. 권미지, 김경, 김영민 등 역. 서울, 영문출판사, 2003: 481-501.

Ryerson SD. Neurological Rehabilitation: Hemiplegia resulting from vascular insult or disease. Tronto, Mosby Co., 1985.

Sanders G, Stavrakas P. A technique for measuring pelvic tilt. Phys Ther. 1981;61(1):49-50.

Smith LK, Weiss EL, Lehmkuhl LD. Clinical kinesiology, 5th ed. Philadelphia, F.A. Davis Company, 1996: 410-35.

Wall JC, Turnbull GI. Gait asymmetries in residual hemiplegia. Arch Phys Med Rehabil. 1986;67(8):550-3.