

## 고유수용성 신경근 촉진법이 편마비 환자의 보행에 미치는 영향

한려대학교 재활학과  
최진호  
대구대학교 재활과학대학원  
정병욱  
대구대학교 대학원  
권영실  
대구대학교 재활과학대학 물리치료학과  
김진상

## Effects of Proprioceptive Neuromuscular Facilitation Techniques on the Gait for Hemiplegic Patients

**Choi, Jin-Ho., P.T., M.S.**

*Dept. of Rehabilitation, Hanlyo University*

**Jung, Byong-Ok, P.T.**

*Graduate School of Rehabilitation Science, Taegu University*

**Kwon, Young-Shil., P.T., M.S.**

*Graduate School, Taegu University*

**Kim, Jin-Sang, Ph.D.,D.V.M.**

*Dept. of Physical Therapy, College of Rehabilitation Science, Taegu University*

### <Abstract>

The purpose of this study was to investigate the effects of pelvic and lower extremity exercise on the gait of 25 patients with hemiplegia. 11 men and 14 women were studied, with a mean age of 65.2 years and a means duration post-onset of 8.7 months.

Each participant recieved a total of 15 sessions of PNF(five times per week), and each procedure lasting for 40 minutes with affected side pelvic anterior elevation and posterior depression pattern, lower extremity flexion adduction with knee flexion pattern had 20 minutes respectively.

Results showed significant improvement in gait speed and cadence in after 1st, 2nd, 3rd week(5th, 10th, 15th session, respectively) compared with the before treatment( $P<0.05$ ). And improvement in gait speed and cadence accompanied with longer stride length.

## I. 서론

뇌혈관 질환 또는 외상성 뇌손상 등으로 발생하는 편마비 환자의 물리치료는 운동장애로 인한 관절 구축, 심호흡계 기능약화 등 이차적인 합병증을 예방하고 환자의 활동성을 증대시켜 환자의 재활에 크게 기여하고 있다. 편마비 환자 보행훈련은 재활치료의 마지막 단계에 속하는데, 독립적인 보행은 환자의 기본적인 일상생활을 가능하게 하고 근래의 핵가족화에 따른 가족들의 부담을 줄여주게 된다. 따라서 편마비 환자의 보행훈련 및 보행의 질 향상은 재활 프로그램의 가장 중요한 부분 중에 하나이다. 편마비 물리치료에는 고전적인 운동치료(conventional exercise), 신경발달치료(neurodevelopmental treatment) 및 고유수용성 신경근 촉진법(proprioceptive neuromuscular facilitation) 등이 있는데, 신경생리학에 기초한 운동치료의 하나인 고유수용성 신경근 촉진법은 근래 국내에서 활발한 연구가 이루어지고 있다.

정상 보행은 에너지를 적게 소비하며 복잡하고 통합된 활동으로 정상적인 항중력근의 긴장과 상호교대적이고 잘 조화된 운동의 형태로 나타나게 된다. 그러나 편마비 환자는 경직(spasticity)과 신경의 상호지배에서 해방되어 환측 하지의 족하수, 침내반, 전반슬, 그리고 슬관절이 굴곡이 부족하는데, 이로 인해 보행패턴은 입가기 때 발뒤꿈치가 지면에 먼저 닿기보다 발끝 또는 발바닥 전체가 지면에 먼저 닿고 발끝밀기가 일어나지 않으며, 유각기 때 슬관절의 굴곡이 부족하여 발끝이 지면에 끌리게 되는데, 이것을 보상하기 위해 편마비 환자는 체간을 전측으로 외측굴곡하거나 환측 하지의 회선보행 등과 같은 비정상적인 보행형태가 나타난다(Perry, 1992). 또한 흔히 환측 골반이 후방전인되어 보행시 유각기에 체중심이 후방에 위치하여 환측 하지가 전방으로 나아가는 것을 제한하게 된다. 따라서 이들의 보행은 짧은 보폭과 양하지의 보폭이 비대칭적이며 느려지게 되는데 특히, 보행속도(gait speed)와 보행률(cadence)의 감소가 주목된다.

한편, 근위부 운동조절이 원위부의 운동에 영향을 미치는데, 골반은 보행패턴에 접촉의 요점(key point of control)이므로 골반과 하지의 운동조절을 향상시키기 위해 골반 운동 시행한다. 고유수용성 신경근 촉진법은 근육군의 촉진, 억제, 강화 및 이완을 통해 기능적인 운동을 증진시키는 것이다(Alder 등, 1993). 또한 편마비 환자의 환측 하지의 공동운동을 억제하고 정상적인 보행패턴을 촉진하기

위해 족관절 배측굴곡, 슬관절 굴곡 및 고관절 굴곡 운동은 보행시 유각기에 하지의 움직임 증진시킬 수 있다.

편마비 환자의 보행에 대한 연구에는, Corcoran과 Brengelmann(1970), Holden 등(1986)이 정상인과 편마비 환자의 보행형태를 비교분석하였고, Norton 등(1975), Knutsson과 Richards(1979), Wall과 Ashburn(1979) 및 Mizrahi 등(1982)은 편마비 환자의 보행형태를 연구하였다. Dickstein 등(1986)은 편마비 환자에게 고전적인 운동치료, 고유수용성 신경근 촉진법 및 신경발달치료를 적용하여 그 효율성을 연구하였고, Trueblood 등(1989)과 Wang(1994)은 고유수용성 신경근촉진법을 이용한 골반운동이 보행에 효율적이라고 하였다.

이에 본 연구는 고유수용성 신경근 촉진법을 이용한 골반운동과 더불어 하지운동이 편마비 환자의 보행에 미치는 영향을 알아보는데 그 목적이 있다.

## II. 실험방법

### (1) 연구대상자

Table 1. General Characteristics of Subjects.

classification	Number	Percentage	
Gender	Male	11	44.0
	Female	14	56.0
	Total	25	100.0
Age(years)	56-60	3	12.0
	61-65	9	36.0
	66-70	12	48.0
	71-75	1	4.0
	Total	25	100.0
Affected Side	Right	10	40.0
	Left	15	60.0
	Total	25	100.0
Duration (Month)	5-7	4	16.0
	7-9	16	64.0
	10-12	5	20.0
	Total	25	100.0
Gait	Independent	12	48.0
	Cane	13	52.0
	Total	25	100.0

**Table 2. Mean Score of Speed and Cadence**

	Before		After 1 weeks		After 2 weeks		After 3 weeks	
	Speed	Cadence	Speed	Cadence	Speed	Cadence	Speed	Cadence
$\bar{X}$	25.75	62.59	27.77	67.10	28.93	69.72	29.69	71.11
SD	3.68	6.33	4.41	7.91	4.74	9.17	4.83	9.32

Speed (m/min)  
Cadence (steps/min)

본 연구는 뇌혈관 질환으로 인해 편마비가 발생하였고, 발병 후 12개월이 경과하지 않았으며 이전에 고유수용성 신경근 촉진법 치료를 받은 경험이 없는 남자 11명, 여자 14명, 총 25명을 연구대상자로 실시하였다. 연구대상자는 치료사의 구두 지시(verbal command)를 이해할 만큼 의사소통이 가능하고 보조장구를 이용하거나 독립적으로 보행이 가능하며, 그리고 경직완화를 위해 약물 치료를 하고 있지 않고, 고관절, 슬관절의 굽곡구축이나 족관절의 저축굴곡구축이 10° 이내인 자로 제한하였다. 연구 대상자의 일반적인 특징은 Table. 1과 같다.

**(2) 연구방법**

치료실은 소음을 차단하고 실내온도를 26±1℃로 유지하여 경직에 영향을 미칠 수 있는 온도와 정서적인 변수를 제한하였고, 실험에 앞서 연구 대상자와 환자에게 연구에 대해 충분히 설명하여 협조 동의를 얻었다.

우선, 치료실 바닥에 10 m의 표시태임을 직선으로 부착시키고 연구 대상자는 10 m의 직선 거리를 자유롭게 걷게하여 소요시간을 초시계로 측정하였고 보행수를 기록하였다. 그 후 환측이 위로 가도록 매트에 옆으로 누운 자세로 부록과 같이 치료사에 의해 끝반의 전방거상과 후방하강 운동을 20분간 시행한 다음, 치료용 침대에 똑바로 누운 자세에서 환측 하지에 대해 슬관절을 굽곡한 굽곡, 내전, 외회전 패턴을 20분간, 총 40분간 실시하였다. 치료가 끝난 직후, 치료 전과 같은 방법으로 소요시간과 보행수를 기록하였고 이상의 방법으로 3주 동안(1주일에 5일) 총 15일간 실시하였다.

**(3) 분석방법**

치료전, 치료후 1주 후(5일째), 2주 후(10일째), 그리고 3주 후(15일째)에서 측정된 소요시간과 보행수를 기초로 분석하였다. 실험결과 얻어진 각 자료를 부호화한 후

SPSS-PC+를 이용하여 보행속도(거리/소요시간)와 보행율(보행수/소요시간)을 산출하여 통계처리하였다.

실험이 진행됨에 따른 보행속도와 보행율의 변화를 관찰하기 위해 일원변량분석(one-way ANOVA)을 하였고 유의성이 입증될 경우 그룹간 짝비교 검증을 실시하였다.

**III. 결 과**

25명의 편마비 환자를 대상으로 고유수용성 신경근 촉진법을 이용한 환측 끝반운동 20분, 환측 하지운동 20분, 총 40분간 실시하였고, 치료기간은 3주 동안(1주일에 5일) 총 15일간 실시하여 보행형태 특히, 치료 1주일 후(5일째), 2주일 후(10일째), 그리고 3주일 후(15일째)에 보행속도와 보행율 변화를 관찰하였다. 이를 위해 치료 전과 치료 후에 10 m의 직선거리를 자유롭게 걷게하여 소요시간을 초시계로 측정하였고 보행수를 기록하여 보행속도와 보행율을 산출하였다.

치료가 진행됨에 따라 각 주(week)간에 보행속도와 보행율은 치료전보다 점차 증가하여(Table 2, Fig 1) 그 변화는 통계학적으로 유의한 차이를 나타내어 보행속도와 보행율의 변화가 관찰되었다(Table 3). 각 주간에 짝비교 검증 결과, 보행속도와 보행율은 치료 전, 1주 후, 2주 후, 3주 후 사이에 모두 통계학적으로 유의성이 발견되어 각

**Table 3. One-way ANOVA of Speed and Cadence**

Item	SS	MS	F
Speed	220.57	73.52	3.7337*
Cadence	629.60	209.86	4.5423*

\* P<0.05

Table 4. t-value Summary of Speed and Cadence for Groups.

Group	Speed	Cadence
Before : After 1 weeks	- 9.66*	- 9.18*
After 1 weeks : After 2 weeks	- 4.52*	- 3.79*
After 2 weeks : After 3 weeks	- 4.38*	- 3.26*

\* P<0.05

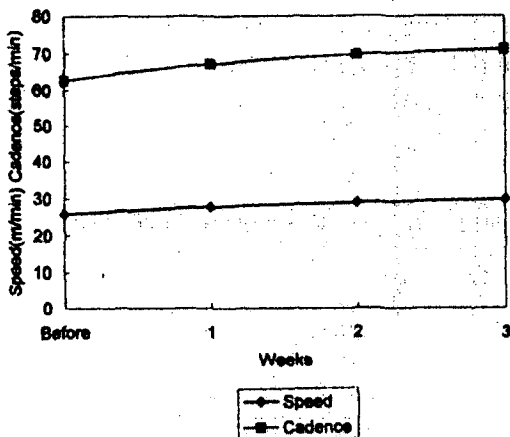
Table 5. Percentage of Speed and Cadence on Pretreatment

	Before	1 weeks	2 weeks	3 weeks
Speed	100	107.61	112.17	115.15
Cadence	100	107.08	111.26	113.50

각 치료전 27.75 m/min, 62.59 step/min에서 3주 후 29.69 m/min, 71.11 step/min으로 점차 증가하여 보행속도가 빨라졌고 보행의 질이 향상되었다(Table 4).

보행속도 변화는 보행율과 보폭(stride length)의 변화로 나타나는데, Fig 2는 치료 1주 후와 치료 3주 후의 보행속도와 보행율 변화를 치료전의 백분율로 나타낸 것으로 동일선(identity line)은 보행속도의 변화가 단지 보행율의 변화에 의한 것으로 보폭의 변화는 일어나지 않았음을 의미한다. 즉 치료 1주 후와 치료 3주 후의 결과는 동일선 위쪽에 표시되어 보행속도의 증가는 보행율의 증가와 함께 보폭이 길어졌음을 의미하고 있다.

Fig 1. The Change of Speed and Cadence



#### IV. 고찰

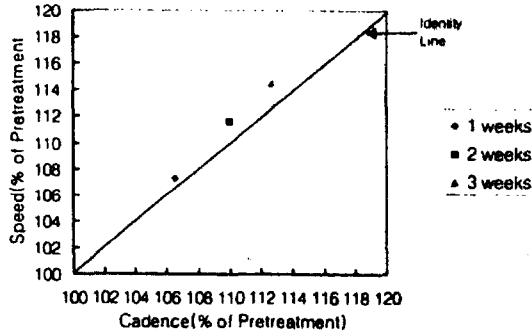
뇌졸중으로 인한 편마비 환자의 회복은 신경학적 회복과 기능적인 회복으로 나눌 수 있다. 신경학적 회복은 발병부위나 발병기전에 따라 다르며 발병 후 첫 3개월 동안 회복의 90%가 이루어지며(Kottke와 Lehmann, 1990), Wade 등(1985)은 발병 후 첫 2주 동안 회복속도가 가장 빠르며 이 때에 전체 회복의 50%가 이루어지며 13주까지 계속된다고 하였다. 기능적인 회복은 외부환경, 재활훈련의 정도 및 환자의 의지력에 영향을 받는다. 편마비 환자의 보행은 최소한의 독립적인 생활을 보장받고 활동공간을 확대하는데 필수적인 요소이다. 이에 편마비 환자의 보행훈련은 물리치료학적 측면에서 매우 중요한데, 정상적인 보행은 하지의 여러관절이 잘 조화된 역학운동이 동시에 일어나 체중심을 완만하게 이동시키는 복잡한 과정으로, 상지와 체간의 움직임이 상호교대적이고 부드럽게 함께 일어나 그 효율성을 증대시킨다(Norkin과 Levangie, 1992). 그러나 편마비 환자의 경우, 초기의 근긴장도의 이완성과 점차 비정상적인 하지의 신근 과긴장으로 수의적인 움직임의 제한과 적절한 체중심의 이동능력 저하로 보행에 대한 두려움이 생기고 회선보행과 같은 보행형태가 나타난다. 또한 적절한 재활치료를 받지 못함으로 인해 비정상적인 보행형태가 각각의 환자에게 적용되어 보행의 효율성 감소와 불필요한 에너지 소모를 낳게 된다.

한편, 편마비 환자의 보행훈련과정으로, 과거에 고전적인 운동치료는 관절구축 예방과 조기 보행에 그 목적을 둔 반면, 근래에는 신경발달치료와 고유수용성 신경근 촉진법 등의 치료법으로 정상적인 보행형태에 근접하고 독립적이고 효율적인 일상생활 수행에 중점을 두고 임상에서 널리 적용되고 있다. Herman Kabat에 의해 시작된 고유수용성 신경근 촉진법은 신경생리학에 기초하여 근육과 신경에 Sherrington의 상호신경지배와 억제, 방사의 진행(progress of irradiation) 등에 근거하고 있다.

이에 본 연구는 보행이 가능한 편마비 환자를 대상으로 고유수용성 신경근 촉진법을 이용한 굴반운동과 하지운동이 편마비 환자의 보행, 특히 보행속도와 보행율 변화를 관찰하였다.

정상인에 비해 편마비 환자의 보행속도와 보행율은 각각 정상인의 24~41%, 43~60%이다(Holden 등, 1986). 평지에서 정상 성인의 자연스러운 보행속도는 평균 82

**Fig 2. Percentage of Speed and Cadence on Pretreatment**



m/min인데, 남자는 평균치보다 5% 빠른 86 m/min, 여자는 평균치보다 6% 느린 77 m/min이며, 남녀 평균 보행율은 113 step/min이다(Perry, 1992). Winter 등(1974)의 연구에서도 평균 보행속도는 남자 80~91 m/min, 여자 73~81 m/min으로 Perry(1992)의 연구와 유사하였다.

본 연구결과, 치료전과 치료후의 보행속도 및 보행율 변화를 알아보기 위해 일원변량분석을 실시한 결과, 유의성이 입증되었다(Table 3). 즉, 치료전 보행속도 25.83 m/min에서 3주 후 28.5 m/min으로 Perry(1992)의 정상성인 평균 보행속도에 기초하면 각각 31.5%에서 34.8%로 높아져 보행속도가 빨라졌으며, 보행율은 57.98 step/min에서 62.04 step/min으로 각각 51.3%에서 54.9%로 증가하여 고유수용성 신경근 촉진법이 보행율 향상시켰음을 알 수 있었다. 이는 환측 끝반운동으로 후방전인된 끝반이 보행의 유각기에 끝반과 함께 체중심의 전방이동이 향상되었고, 환측하지 운동으로 고관절, 슬관절 굴곡과 족관절의 배측굴곡을 촉진시켜 입각기의 마지막 부분인 발끝밀기에서 유각기로 이어지는 하지의 움직임이 나아져 건축의 보폭보다 상대적으로 좁은 보폭이 건축수준에 가깝게 향상되었기 때문에 사료된다. 또한 Trueblood 등(1989)이 편마비 환자의 끝반운동 직후 기립자세의 안정성과 환측하지의 내딛음이 향상되었는데 특히, 보폭이 길어졌고 유각기에 슬관절 굴곡이 향상되었다는 보고를 뒷받침하고 있다.

Wang(1994)은 편마비 환자를 발병후 평균 8개월의 단기간 환자와 평균 15개월의 장기 환자로 나누어 고유수용성 신경근 촉진법을 이용한 끝반운동 후 보행속도와 보행율을 관찰하였는데, 단기 환자는 치료초기에 효과가 즉시 나타났으나, 장기 환자의 경우 초기에는 효과가 나타나지 않았지만 치료가 반복진행되면서 효과가 나타나

기 시작하여 실험 후반기에는 단기환자와 장기환자의 효과가 비슷하게 나타나 본 연구결과와 유사하였다. 그러나 고유수용성 신경근 촉진법을 이용한 끝반운동 직후, 보행속도에 아무런 변화가 없었다고 보고한 Trueblood 등(1989)의 연구와 본 연구결과는 상반되는데, 이는 Trueblood 등(1989)이 단순히 5단계의 능동-저항 끝반운동을 15분간 실시한 반면, 본 연구는 끝반운동을 촉진하기 위해 고유수용성 신경근 촉진법의 율동적 개시법, 길항근에 의한 역운동, 강조의 타이밍 등 다양한 기법을 사용하였고, 부가적으로 환측하지의 운동으로 환측 체간의 근수축을 적극적으로 동참시킴으로 체간의 안정성을 증대시킴과 동시에 보행의 유각기를 촉진하였기 때문으로 사료된다. 또한 치료가 진행됨에 따라 보행속도의 증가는 보행율의 증가와 함께 보폭 증가로 인한 것으로 나타났다(Fig 2).

## V. 결 론

뇌혈관 질환으로 인한 편마비 환자 25명 대상으로 고유수용성 신경근 촉진법이 편마비 환자의 보행에 미치는 영향을 연구하였다. 환측의 끝반운동과 하지운동을 각각 20분씩 총 40분간 실시하였고, 3주 동안(1주일에 5일) 총 15일간 실시하여 편마비 환자의 보행속도와 보행율의 변화를 연구하였는데, 그 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1. 고유수용성 신경근 촉진법을 이용한 환측 끝반과 하지 운동이 편마비 환자의 보행속도와 보행율을 증가시켰다.
2. 보행속도의 증가와 더불어 환측하지의 보폭증가가 나타났다.

### 부록. 고유수용성 신경근 촉진법

#### 1. 운동형태

- ① 끝반 전방거상
- ② 끝반 후방하강
- ③ 슬관절을 굴곡한 굴곡, 내전, 외회전

#### 2. 도수집속

- ① 끝반 전방거상  
; 치료사는 양손을 겹쳐 환자의 장골돌 앞쪽에 댄다
- ② 끝반 후방하강

; 치료사는 양손을 겹쳐 환자의 좌골결절에 댄다

③ 슬관절을 굴곡한 굴곡, 내전, 외회전

; 원위부 손 - 환측 하지의 내측 발등을 감싸듯 모지는 발등 외측면을 향하게 한다. 이때 치료사의 손이 환자의 발바닥에 대이거나 발가락 움직임을 제한해서는 안된다

; 근위부 손 - 슬관절 근위부의 대퇴부 전내측면에 댄다

3. 환자자세

① 골반 전방거상 및 후방하강 ; 환측이 위로 가도록 옆으로 누운자세로 양쪽 고관절, 슬관절은 90° 굴곡하고 머리에 베개를 한 자세

② 슬관절을 굴곡한 굴곡, 내전, 외회전 ; 등을 바닥에 대고 똑바로 누운 자세

4. 치료사의 자세

① 골반 전방거상 및 후방하강 ; 환자 뒤에 무릎을 꿇고 앉아, 치료사의 골반, 흉골, 상지가 운동선상에 있어야 한다

② 슬관절을 굴곡한 굴곡, 내전, 외회전 ; 환측에 펜싱자세로 서서, 얼굴은 환자의 반대쪽 어깨를 향하고 치료사의 체간은 환자의 운동선상에 있다

5. 신장

① 골반 전방거상 및 후방하강 ; 목적인 근육이 최대로 연장되게 한 후, 빠르게 짧은 신장을 적용한다

② 슬관절을 굴곡한 굴곡, 내전, 외회전 ; 목적인 근육을 최대로 연장함에 따라 치료사의 체중은 앞쪽 발에서 뒤쪽 발로 이동한다. 이때 환자의 하지는 신전, 외전, 내회전되도록 충분히 견인한다

6. 구두자극

① 골반 전방거상 및 슬관절을 굴곡한 굴곡, 내전, 외회전 ; 당기세요

② 골반 후방하강 ; 미세요

7. 적절한 저항

; 환자의 움직임을 방해하지 않는 최대 저항으로 운

동이 부드럽고 조화롭게 일어나도록 하고 환자가 최대 근수축을 할 수 있도록 유도한다

① 골반 전방거상

; 시작자세에서는 골반을 치료사쪽과 매트쪽으로 당기면서 저항을 주고 운동의 끝범위에서는 위쪽으로 저항을 준다

② 골반 후방하강

; 시작자세에서 환자의 좌골결절을 떠받치듯 원을 그리며 치료사의 팔꿈치가 매트를 향하도록 저항을 준다

③ 슬관절을 굴곡한 굴곡, 내전, 외회전

; 치료사의 근위부 손은 대퇴골의 장축으로 견인하며 고관절 굴곡에 저항한다 ; 치료사의 원위부 손은 족관절 배측굴곡, 고관절 내전과 외회전의 반대방향으로 저항을 주며 슬관절이 굴곡함에 따라 출발지점으로 경골의 장축으로 저항을 준다

8. 운동적 개시법

① 환자에게 "힘을 빼세요"라고 하고, 치료사는 운동범위내에서 골반 전방거상, 후방하강 및 슬관절을 굴곡한 굴곡, 내전, 외회전을 각각 수동적으로 시키며 환자에게 운동의 방향과 형태를 가르켜 준다

② 환자가 이완되면 "자 같이 해 봅시다"라고 하고 2~3번 반복한다

③ 환자의 움직임을 있으면 "자 당기세요"라고 한 후 저항을 주며, 환자의 반응이 증가할수록 저항의 양을 증가시켜 적절한 저항을 준다

④ 골반 전방거상 및 후방하강 운동 5분

⑤ 슬관절을 굴곡한 굴곡, 내전, 외회전 운동 5분

9. 골반 전방거상 및 후방하강에서 길항근에 의한 역운동

① 도수접촉, 구두자극, 적절한 저항으로 골반 전방거상을 한 다음

② 골반 후방하강으로 도수접촉을 바꾸어 구두자극과 적절한 저항으로 운동을 한다

③ 골반의 전방거상과 후방하강이 자연스럽게 이어지도록 한다

④ 15분

10. 슬관절을 굴곡한 굴곡, 내전, 외회전에서 강조의 타이밍

- ① 환자가 운동패턴을 행하는 동안 치료사의 근위부 손으로 고관절을 굴곡위로 유지시킨 다음, 원위부 손은 슬관절 신전 방향으로 강한 저항을 주면서 슬관절 굴곡을 유도한다
- ② 마지막 동작에서는 신장을 적용하여 운동범위의 끝까지 간다
- ③ 15분
- ④ 환자가 피로감을 호소할 경우 슬관절을 신전한 신전, 외전, 내회전 운동을 2~3회 실시한 다음 다시 시작한다

### 참 고 문 헌

- Alder SS, Beckers D, Buck M : PNF in Practice. An Illustrated Guide. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 1993.
- Corcoran PJ, Brengelmann GL : Oxygen uptake in normal and handicapped subjects, in relation to speed of walking beside velocity-controlled cart. Arch Phys Med Rehabil 51:78-87, 1970.
- Dickstein R, Hockerman S, Pillar T, Shaman R : Stroke Rehabilitation : three exercise therapy approaches. Phys Ther 66:1233-1238, 1986.
- Holden MK, Gill KM, McGlizzo MR, Nathan J, Pichl-Baker L : Clinical Gait Assessment in the Neurologically Impaired. Phys Ther 64:35-40, 1984.
- Holden, MK, Gill KM, Maglizzo MR : Gait Assessment for Neurologically Impaired Patients. Phys Ther 66:1530-1539, 1986.
- Knutsson E, Richards C : Different types of Disturbed Motor Control in Gait of Hemiplegic Patients. Brain 102:405-430, 1979.
- Kottke FJ, Lehmann JF : Krusen's Handbook of Physical Medicine and Rehabilitation. 4th ed. WB Saunder's Company, 1990, pp656-658.
- ogigian MK, Samuels MA, Falconer J, Zagar R : Clinical Exercise Trial for Stroke Patients. Arch Phys Med Rehabil 64:364-367, 1983.
- fizrahi J, Susak Z, Heller L, Najenson T : Variation of Time-Distance Parameters of Stride as Related to Clinical Gait Improvement in Hemiplegics. Scand J Rehabil Med 14:133-140, 1982.
- lorkin CC, Levangie PK : Joint Structure & Function : A Comprehensive Analysis, 2nd ed. F.A Davis, 1992.
- lorton BJ, Bomze HA, Sahrman SA, Eliasson SG : Correlation Between Gait Speed and Spasticity at the Knee. Phys Ther 55:355-364, 1975.
- erry J : Gait Analysis. Normal and Pathological Function. McGroe-Hill, Inc., 1992.
- rueblood PR, Walker JM, Perry J, Gronley JK : Pelvic Exercise and Gait in Hemiplegia. Phys Ther 69:18-26, 1989.
- Vade DT, Wood VA, Hewer RL : Recover after stroke the first 3 month. J Neurol Neurosurg Psychiat 48:7-13, 1985.
- Vade DT, Wood VA, Langton-Hewer R : Recovery after Stroke : the first three months. J Neurology 48:7-13, 1985.
- Vall JC, Ashburn A : Assessment of Gait Disability in Hemiplegics. Scand J Rehabil Med 11:95-103, 1979.
- Vang RY : Effect of Proprioceptive Neuromuscular Facilitation on the Gait of Patients with Hemiplegia of Long and Short Duration. Phys Ther 74:1108-1115, 1994.
- Vinter DA, Quanbury AQ, Hobson DA, Sidwall HG, Reimer G, Trenholm BG, Steinkle T, Shlosser H : Kinematics of Normal Locomotion - a statistical study based on T.V. data. J Biomech 7:479-486, 1974.