

PNF 통합패턴과 FES 병행이 뇌졸중 환자의 보행에 미치는 영향*

송명수^{1*} · 노현정¹ · 김상수² · 강태우³

¹원광보건대학교 물리치료과, ²대구보건대학교 물리치료과, ³원광대학교병원 물리치료실

The Effect of PNF and FES Treatment of Combined on Gait Ability in Stroke Patients with Hemiparetic

Myung-Soo Song, P.T., Ph.D^{1*}, Hyun-Jeong Noh, P.T.¹,
Sang-Soo Kim, P.T., Ph.D², Tae-Woo Kang P.T.³

¹Department of Physical Therapy, WonKwang Health Science University

²Department of Physical Therapy, Daegu Health University

³Department of Physical Therapy, WonKwang University Medicine & Hospital

ABSTRACT

Purpose : The purpose of this research was to determine the effects of Proprioceptive Neuromuscular Facilitation(PNF) and Functional Electrical Stimulation(FES) of combined on gait ability in hemiplegic gait.

Methods : The subjects of this study were 13 hemiplegic patients. Each subjects was taken PNF pattern and FES of combined with 5 times per week for 4weeks. Pre- and Post-intervention change in gait ability were measured using an Timed up and Go test, stride length of the affected side, step length of the affected side. The data were analyzed using the paired t-test.

Results : The results of this study were showed significantly improvement in TUG, stride length of the affected side, step length of the affected side after intervention.

Conclusion : These results suggest that the Proprioceptive Neuromuscular Facilitation(PNF) and Functional Electrical Stimulation(FES) of combined exercise is an effective way of improving gait ability for hemiplegic patients.

Key Words : PNF, FES, Gait, Step length, Stride length.

* 본 연구는 2010년 원광보건대학 학술연구비 지원에 의해 수행되었음

교신저자 : 송명수, E-mail: mssong@wkhc.ac.kr

논문접수일 : 2011년 3월 06일 / 수정접수일 : 2011년 3월 10일 / 게재승인일 : 2011년 3월 20일

I. 서 론

뇌졸중은 우리나라 성인의 사망요인 중 압 다음으로 큰 비중을 차지하는 질환이다(통계청, 2007). 고령화의 가속화와 의술의 발달로 생존율이 높아지면서 뇌졸중 환자의 기능회복이 중요한 과제가 되었다. 이에 따라 뇌졸중으로 인한 기능적 문제를 줄이고 독립적인 일상 생활 수행능력을 향상시키는데 물리치료의 중요성이 높게 대두되고 있다(Siev 등, 1986; Trombly, 1989).

뇌졸중으로 인해 나타나는 임상적 문제점은 근력 약화, 상·하지의 비협응 움직임 패턴이 있다. 또한 경직이나 과긴장으로 인한 제한된 움직임으로 자세 및 균형 조절 장애, 보행 장애 등이 나타나게 된다(Kluding과 Billinger, 2005; Vearrier 등, 2005). 따라서 이러한 임상적 문제점들로 인해 다양한 보행관련 문제가 나타나게 된다. 그리고 환자들은 비대칭적인 보행형태인 입각기와 유각기의 불균형, 보행속도의 감소, 비대칭적인 체중분배, 보장과 활보장의 문제(Ryerson과 Levit, 1997), 보행패턴의 문제점을 가지게 된다(Dean 등, 2001). 이러한 뇌졸중 후 보행의 문제는 독립적인 기능수준과 예후를 판단하는 중요한 요소이며 보행능력의 회복은 환자의 독립성에 직결되는 핵심요소로서 재활치료의 중요한 목표중 하나가 된다(Hesse 등, 2000, Barbeau과 Vinstin, 2003).

뇌졸중 환자의 보행능력을 증진시키는 전통적인 치료방법에는 하지근력 강화(Dean 등, 2000), 고유수용성 신경근 촉진법(Proprioceptive neuromuscular facilitation technique; PNF)과 중추신경계 발달치료(Neuro-developmental treatment; NDT)등과 같은 운동치료가 있다. 이 치료법들은 주로 보행이상을 초래하는 비정상적인 근긴장도와 비대칭적인 움직임 형태를 조절하는 데 초점을 맞추고 있다(Hess와 Uhlenbrok, 2000).

PNF는 기능적 동작 수행을 위한 대단위 근육군을 강화시키는 운동방법으로 협응력을 증가시키며 운동단위가 최대로 반응하는데 효과적이다(배성수, 2003). 배성수(2005)는 보행훈련에 고유수용성 신경근 촉진법을 사용하였을 때 효과적이라고 보고하였으며, 김대경(1999)은 고유수용성 신경근 촉진법을 뇌졸중 환자에게

적용하였을 때 계단 오르기와 보행능력의 향상을 보였다고 하였다. Wang(1994)은 뇌졸중 환자의 적용기간에 따르는 보행능력에 관한 연구에서 골반패턴을 적용하여 연구하였고, 최진호 등(1999)은 편마비 환자의 보행속도를 증가시키는데 골반과 하지의 훈련을 적용하였다.

뇌졸중 환자의 재활을 위한 또 다른 방법으로 기능적 전기자극(Functional electrical stimulation, FES)가 적용되고 있다(Vodovnik, 1971). FES는 마비가 있는 환자에게 적용하여 근력 강화, 근육의 재교육, 마비된 사지 기능의 개선을 목적으로 널리 사용되고 있다(양충용 등, 2009; Aoyagi와 Tsubahar, 2004). FES의 효과에 대한 기전은 말초기전(peripheral mechanism)과 중추기전(central mechanism)으로 나누어진다. 말초 기전은 근력과 지구력의 향상, 경직의 감소를 말하며(Glanz 등, 1996), 중추 기전은 대뇌 피질과 척수 상위수준에서의 피질 및 분절의 재조직화를 말한다(Rhshton, 2003). 최근에는 이러한 FES를 다른 훈련방법과 병행하여 적용한 연구들도 많이 진행되고 있다(안승헌 등, 2008; Ng 등, 2008).

그러나 이제까지 시행된 운동치료 접근방법은 치료사의 도수접촉을 통한 상태에서 여러 훈련방법들의 적용이 이루어져 많은 인력과 시간이 필요하다(Barberu와 Visintin, 2003; Hesse 2006). 또한 앞서 시행되었던 PNF 선행 연구들은 단일 사례연구(김대경, 1999)였으며, 한 가지 패턴만을 사용하였다(Wang, 1994). 또한 환자의 피로를 고려하지 않고(최진호 등, 1999) 실시된 연구들이었다. 효율적인 보행은 신체 한부분의 움직임만으로 이루어지지 않으며 여러 분절의 상호작용에 의한 협응을 통해 이루어진다. 따라서 본 연구에서는 보다 효율적 움직임을 위해 PNF의 통합 패턴을 적용하고자 하였다. 뇌졸중 환자의 보행증진을 위한 많은 연구들이 보고되고 있으나 대부분 고유수용성 신경근 촉진법과 기능적 전기자극 방법을 적용한 전·후의 결과 비교였다(김수민, 2004; 이근희, 2005). 더불어 PNF와 FES를 병행 적용하여 보행능력 증진을 알아보고자 한 선행연구가 거의 없었다. PNF의 통합패턴과 FES를 병행한 훈련은 뇌졸중 환자의 동일한 훈련시간 내에 더 많은 근육의 활성화된 움직임을 유도할 수 있는 치료적

중재의 또 다른 방법이 될 수 있다. 또한 상하지 근력과 보행패턴 및 수의적인 노력으로 인한 보행능력의 양적 향상과 질적 향상을 위한 집중적인 보행훈련 프로그램으로 활용이 가능하다.

따라서 본 연구는 상하지 패턴과 FES를 병행한 훈련이 편마비 환자의 보행 능력에 미치는 영향에 대해 알아보고자 한다.

II. 연구 방법

1. 연구 대상 및 기간

본 연구에 선정된 대상자는 전북 익산시 W병원에서 뇌졸중, 뇌손상으로 진단받고 재활치료를 받고 있는 뇌졸중 발생 후 6개월이 경과된 13명을 대상으로 선정하였다. 유병기간을 6개월 이후로 선정한 이유는 훈련 효과에 대한 오염변인을 줄이기 위해 자발적 회복이 지난 대상을 선정하기 위함이었다. 대상자 모두는 본 연구의 내용을 이해하고 자발적으로 참여에 동의한 사람들로 연구대상자 선정기준은 1. 뇌졸중으로 인한 편마비 진단을 받은 자, 2. 실험과정을 이해하고 참여할 수 있으며 연구에 참여를 동의한 자, 3. 감독 하에 3m 이상 보행이 가능한 자, 4. 다른 신경학적, 정형외과적 결함이 없는 자, 5. 발병일로부터 6개월 이상 경과한 자로 하였다.

본 연구는 0000년 00월 00일부터 0000년 00월 00일까지 총 00주간 실시하였다.

2. 연구 도구

1) 측정도구

(1) Time up and go test (TUG)

TUG는 평편한 바닥에 팔걸이가 있는 의자(높이 46cm)를 놓고 의자에서 3m 떨어진 곳에 반환표시물을 설치하였다. 보행시간 측정은 평상시 사용하는 신발을 착용하고 보행할 때 보행보조도구(지팡이, 워커)를 사용할 수 있으나 발목 보조기나 다른 사람의 물리적인 도움은 받지 않도록 하였다. 대상자는 팔걸이가 있는 의

자에 편안하게 앉고 양 발이 바닥에 놓인 상태에서 “일어나서 반환점을 돌아 다시 의자에 앉으세요!”라는 연구자의 지시에 따라 3회 실시하여 평균시간을 기록하였다. TUG의 검사자간 신뢰도는 0.99이었으며, 균형 및 보행과 기능적인 동작을 평가하는데 타당도가 높은 것으로 나타났다(Podsiadlo와 Richardson, 1991).

(2) 환측 활보장(stride length of the affected side) 측정

환측 발의 뒤꿈치에서 같은 쪽 발의 다음 발자국 뒤꿈치까지의 간격을 측정하였다.

(3) 환측 보장(step length of the affected side)

건측 발의 뒤꿈치에서 다음 환측 발의 뒤꿈치까지의 간격을 측정하였다.

2) PNF Patterns

본 연구에서는 신체 각 부분의 고유수용성 신경근 촉진법 패턴을 결합하여 적용하였다. 결합된 패턴은 한 쪽 상지 패턴은 굴곡-내전-외회전 패턴이었으며 관련 견갑골 패턴은 전방 거상패턴이었다. 동측 하지 패턴은 신전-외전-내외전 패턴이었고 관련 골반 패턴은 후반 하강 패턴이었다. 반대 쪽 상지 패턴은 신전-외전-내회전 패턴이었으며 관련 견갑골 패턴은 후방 하강 패턴이었다. 동측 하지 패턴은 굴곡-내전-외회전 패턴이었고 관련 골반 패턴은 전방 거상 패턴이었다.

3) 기능적 전기자극(Functional electrical stimulation)

본 연구에는 기능적 전기자극을 위해 FES(MICROS TIM-82, MEDEL사, 독일)를 사용하였으며, 전기자극의 배치는 운동 시 환측 하지의 앞 정강근 근위부(비골 두 하방 5cm)에 비활성 전극을, 활성전극은 원위부(비골외과 상방 5cm)에 배치하였다. 또한 대퇴사두근의 내측광근에 활성전극을, 슬개골 바로위에 비활성전극을 배치하였다.

3. 연구 절차

1) 측정절차

실험 전에 모든 연구 대상자들은 실험 목적, 실험 방

법, 실험 과정 및 중재 소요시간에 대한 충분한 설명을 들은 후, 자발적인 동의하에 참여하였다. 모든 평가는 숙련 된 2명의 치료사가 중재시작 전에 측정하였고, 각 테스트는 무작위로 진행되었다. 중재 후, 평가는 동일한 치료사가 측정하였고 중재 전과 같은 방법으로 진행되었다.

2) 중재절차

중재 동안 결과에 미칠 수 있는 외부적인 조건의 차단을 위하여 최대한 조용한 곳에서 중재를 실시하였으며, 통합패턴의 정확한 적용을 위하여 중재 전에 고유수용성 신경근 축진법 패턴을 충분히 교육받은 치료사가 중재를 실시하였다. 고유수용성 신경근 축진법 통합패턴을 바로 누운(supine)자세에서 시행하였다. 각 패턴을 10초 동안 유지하게 하여, 10회를 1세트로 15세트 실시하였다. 5세트 당 1분씩 휴식하였다. 4주 동안 같은 과정을 주 5회 실시하였다. 중재에 들어가기 전 대상자들에게 누운 자세에서의 패턴을 교육하였고, 대상자들이 스스로 수행할 수 있을 때 까지 충분히 익히도록 반복하였다. 중재동안 구두지시로 자세를 수행하게 하였다. 중재동안 대상자의 자세 정렬이 바르지 못할 경우 치료사의 구두로 격려하였다.

4. 분석 방법

수집된 자료는 SPSS 12.0 version을 사용하여 분석하였다. 훈련 전·후 보행능력의 비교는 짝비교 t-검정(paired t-test)로 분석하였다. 통계학적 유의성을 검정하기 위해 유의수준 α 값은 .05로 하였다.

III. 연구 결과

1. 연구대상자의 일반적인 특성

연구대상자들의 일반적 특성은 표 1과 같다. 본 연구에 참여한 대상자는 총 13명이었다. 대상자 중 남성은 7명, 여성은 6명이었고 평균 연령은 55세였다. 우측 편

마비가 7명이었으며, 좌측 편마비가 6명이었다. 평균 유병기간은 16.3개월이었다.

표 1. 연구대상자의 일반적 특성

변 수		대상자(N=13)
성별	남성	7(53.8%)
	여성	6(46.2%)
마비측	우측	7(53.8%)
	좌측	6(46.2%)
연령(세)		55.0±5.8
유병기간 (개월)		16.3±4.5

*평균±표준편차

2. 고유수용성 신경근 축진법 통합패턴과 FES를 병행한 중재 전·후의 TUG 비교

고유수용성 신경근 축진법 통합패턴과 FES를 병행한 중재 전·후의 TUG 비교를 통한 결과는 훈련 전 평균 시간이 37.0±8.1에서 훈련 후 34.4±8.4로 훈련 전에 비해 훈련 후 보행의 속도가 유의하게 빨라졌다($p<.05$) (표 2).

표 2. 중재 전·후의 TUG 비교

	치료 전	치료 후	t	p
	(평균±표준편차)	(평균±표준편차)		
TUG (초)	37.0±8.1	34.4±8.4	4.1	.001*

* $p<.05$

3. 고유수용성 신경근 축진법 통합패턴과 FES를 병행한 중재 전·후의 활보장 비교

고유수용성 신경근 축진법 통합패턴과 FES를 병행한 중재 전·후를 비교 활보장의 결과는 환측의 활보장은 훈련 전 평균거리가 37.2±6.4에서 49.4±6.8로 훈련 전에 비해 훈련 후 활보장이 유의하게 증가하였음을 알 수 있다($p<.05$)(표 3).

표 3. 중재 전·후의 활보장 비교

	치료 전	치료 후	t	p
	(평균±표준편차)	(평균±표준편차)		
활보장 (cm)	37.2±6.4	49.4±6.8	-10.4	.000*

*p<.05

4. 고유수용성 신경근 촉진법 통합패턴과 FES를 병행한 중재 전·후의 보장 비교

고유수용성 신경근 촉진법 통합패턴과 FES를 병행한 중재 전·후의 보장에 대한 비교 결과에서 환측의 보장은 훈련 전 평균거리가 15.8±5.0에서 훈련 후 22.7±5.0으로 훈련 전보다 훈련 후에 유의하게 증가하였다 (p<.05)(표 4).

표 4. 중재 전·후의 보장 비교

	치료 전	치료 후	t	p
	(평균±표준편차)	(평균±표준편차)		
보장 (cm)	15.8±5.0	22.7±5.0	-26.5	.000*

*p<.05

IV. 고 찰

뇌졸중 환자들이 갖는 보행적 특성은 정상인에 비해 느린 보행속도, 좌우 비대칭 현상으로 인한 환측 하지의 보장차이가 두드러진다(Shumway-Cook과 Woollacott, 2000; Hsu 등, 2003; Lin 등, 2006). 편마비 뇌졸중 환자의 보행능력에 영향을 미치는 요소는 근육 수축력, 타이밍, 근육 활동의 조절, 과긴장 그리고 연부조직 변화를 들 수 있으며, 구조적 변형 등이 특징적으로 나타나게 된다(Perry, 1992; Norkin, 1994; Sharp와 Brouwer, 1997).

본 연구는 고유수용성 신경근 촉진법 통합패턴과 FES 병행이 편마비 뇌졸중 환자의 보행능력에 미치는 영향을 알아보려 하였다. 본 연구에서 FES와 통합패턴을 적용한 결과 보행능력의 유의한 향상이 나타났다. TUG 시간이 유의하게 빨라졌고, 활보장 및 보장의 평

균거리가 증가되었다.

편마비 환자를 대상으로 고유수용성 신경근 촉진법을 적용하여 균형능력을 알아본 이현옥 등(2007)의 연구결과 TUG의 유의한 향상이 있었다. 상·하지 패턴을 결합한 고유수용성 신경근 촉진법이 편마비 환자의 보행능력에 미치는 영향을 알아보려 한, 이문규 등(2009)의 연구결과 6m 보행검사 시간이 훈련 전에 비해 유의하게 감소하였다. 본 연구결과 보행능력을 알아보고자 실시했던 3m TUG에서 훈련 후 수행시간의 유의하게 감소하여 보행속도가 증가한 결과를 나타냈다. 본 연구결과 또한 보행능력 향상을 보고한 앞선 연구들과 같은 결과를 보였다. 이것은 장애물을 돌아 제자리로 오는 일정범위의 정해진 거리를 더 빠른 시간 내에 수행하였음을 나타내며, 보행속도의 증가로 해석할 수 있다. 보행속도는 뇌졸중환자의 기능적 상태와 임상적 경과를 나타내는 중요한 지표이므로(배성수 등, 2005; Wang, 1994; Neumann, 2002), 본 연구에서 실시한 PNF의 통합패턴과 FES의 병행사용이 뇌졸중 환자의 보행능력 향상에 도움을 주었음을 의미한다.

PNF와 FES의 적용을 통한 편측 뇌손상 환자의 보행향상을 알아본 마상렬 등(2008)은 연구결과 활보장 거리가 유의하게 증가하였다고 보고하였다. 본 연구결과에서도 앞선 연구와 같이 활보장과 보장 거리가 운동 후 유의하게 증가함을 나타냈다. 이러한 연구결과들과 본 연구의 결과를 바탕으로 만성 뇌졸중 환자에게 PNF의 통합패턴과 FES의 병행 적용이 보행능력 향상을 가져왔음을 확인하였다. PNF를 통한 대단위 근육군의 동원과 함께 FES의 적용을 통한 근 경직의 감소와 균형 및 이동능력의 향상이 보행능력 증진에 영향을 준 것으로 생각된다. 그러나 본 연구에서는 한 군을 대상으로만 통합패턴과 FES의 병행 효과를 적용하여 대조군과 비교를 실시하지 못하였다. 따라서 추후 연구에서는 본 연구의 제한점에 따른 대조군과의 비교를 통한 다양한 연구가 진행되어야 할 것이다.

V. 결 론

본 연구는 편마비 뇌졸중 환자를 대상으로 고유수용

성 신경근 촉진법 통합패턴과 기능적 전기자극 병행이 보행능력에 미치는 영향을 알아보기로 4주간 실험을 실시하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. TUG 시간은 훈련 후 34.4 ± 8.4 로 훈련 전에 비해 보행의 속도가 유의하게 빨라졌다($p < .05$).
2. 환측의 활보장은 49.4 ± 6.8 로 훈련 전에 비해 훈련 후 활보장이 유의하게 증가하였음을 알 수 있다($p < .05$).
3. 환측의 보장은 훈련 후 22.7 ± 5.0 으로 훈련 전보다 훈련 후에 유의하게 증가하였다($p < .05$).

이상의 결론으로 보아 편마비 환자에게 고유수용성 신경근 촉진법의 통합패턴과 기능적 전기자극을 병행하여 적용 시켰을 때 보행속도와 보행의 양적특성이 향상되었고 이를 통해 보행능력 증진에 긍정적 효과가 있음을 확인하였다. 따라서 뇌졸중 환자의 보행 향상을 위한 중재방법의 하나로 PNF의 통합패턴과 FES의 병행 적용이 사용될 수 있을 것이다.

참 고 문 헌

- 김대경. 고유수용성 신경근 촉진법에 의한 편마비 환자의 보행 및 계단 오르기 변화. 대한물리치료학회. 11(3):57-64, 1999.
- 김수민. PNF와 순환운동의 집단훈련이 재가 뇌졸중 장애인의 운동기능 향상에 미치는 효과. 미간행 박사학위 논문. 대구대학교 대학원. 2004.
- 배성수, 이근희, 황보 각. PNF 치료가 성인 편마비 환자의 기능회복에 미치는 영향. 대한고유수용성촉진법학회지. 3(1):17-26, 2005.
- 배성수, 이현옥, 구봉오 등. 고유수용성 신경근 촉진법의 변화와 발전. 대한 고유수용성 신경근 촉진법학회지. 1(1):27-32. 2003.
- 안승현, 김석환, 신영일. 점진적인 속도 증진 훈련을 통한 전동식 보행훈련과 트레드밀 보행훈련이 뇌졸중 환자의 보행에 미치는 효과. 코칭능력개발지. 9(1):113-125, 2007.
- 양충용, 김태진, 이진훈 등. 편마비 환자에서 기능적 전기 자극 치료가 하지 운동기능에 미치는 영향. 대한물리치료학회지. 20(1):41-47, 2008.
- 이근희. PNF와 Bobath, 전통적 치료가 성인 편마비 환자의 기능회복에 미치는 영향. 미간행박사학위 논문. 대구대학교 대학원. 2005.
- 최진호, 김진상, 권영실 등. 고유수용성 신경근 촉진법이 편마비 환자의 보행에 미치는 영향. 대한물리치료학회. 11(1):121-127, 1999.
- Aoyagi Y, Tsubahara A. Therapeutic orthosis and electrical Stimulation for upper extremity hemiplegia after stroke: A review of effectiveness based on evidence. Top Stroke Rehabil. 11(3):9-15, 2004.
- Barbeau H, Visintin M. Optimal outcome obtained with body-weight support combined with treadmill training in storke patients. Arch Phys Med Rehabil. 84(10):1458-1465, 2003.
- Dean CM, Richard CL, Malouin F. Walking speed over 10 meters overstimulate locomotor capacity after stroke. Clin Rehabil. 15(4):415-421, 2001.
- Glanz M, Klaansky S, Stason W et al. Functional electrostimulation in post stroke rehabilitation: A meta-analysis of the randomized controlled trials. Med rehabil. 77(11):549-558, 1996.
- Hesse S, Werner C, Uhlenbrock D et al. An Electro-mechanical Gait Trainer for Restoration of Gait in Hemiparetic Stroke Patients: Preliminary Results. Neurorehabili Neural Repair. 15(1):39-50. 2001b.
- Hesse S, Werner C, Paul T et al. Influence of walking speed on lower limb muscle activity and energy consumption during treadmill walking of hemiparetic patients. Arch Phys Med Rehabil. 82(11):1547-1550, 2001a.
- Hesse S. Gait training after stroke: A critical reprisal. ann Readapt Med Phys. 49(8):621-624, 2006.
- 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.* 84(8):1185-1193, 2003.
- Kluding P, Villinger SA. Exercise-induced change of the upper extremity in chronic stroke survivors. *Top stroke rehabi.* 12(1):58-68, 2005.
- Vodovnik L. Functional electrical stimulation of extremities. *Advances in electronics and electron physics.* Elsevier. 1971.
- Neumann DA. *Kinesiology of the musculoskeletal system: Foundation for physical rehabilitation.* St. Louis. Mosby. 575-582, 2002.
- Norkin C. Gait analysis. In: O'Sullivan SB, & Schmitz TJ. *Physical Rehabilitation: Assessment and treatment.* 3rd ed. Philadelphia. FA Davis. 167-191, 1994.
- Patten C, Lexell, Brown HE. Weakness and strength training in persons with poststroke hemiplegia. Rationale, method, efficacy. *JRRD.* 41:293-312, 2004.
- Podsiadlo D, Richardson S. The timed "Up & Go": a test of basic functional mobility for frail elderly persons. *J Am Geriatr Soc.* 39(2):142-8, 1991.
- Rushton DN. Functional electrical stimulation and rehabilitational hypothesis. *Med Eng Phys.* 25 (1):75-78, 2003.
- Ryerson S, Levit K. *Functional movement reeducation.* New York. Churchill Livingstone. 52-55, 1997.
- Sharp SA, Brouwer BJ. Isokinetic strength training of the hemiparetic knee: Effects on functional and spasticity. *Arch Phys Med Rehabil.* 78 (11):1231-1236, 1997.
- Siev E, Freishtat B, Zoitan B. Perceptual and cognitive dysfunction in the adult stroke patient. Anormal for evaluation and treatment. Slack Inc. 1986.
- Tromboly C. A. *Occupational therapy for physical dysfunction.* 3rd ed. Baltimore. Williams and Willkins. 1989.
- Vearrier LA, Langen J, Shumway-Cook A. An intensive massed practice approach to retraining balance post-stroke. *Gait & Post.* 22:154-163, 2005.
- Wang RY. Effect of proprioceptive neuromuscular facilitation on the gait of patients with hemiplegia of long and short duration. *Phys Ther.* 74(12): 1108-1154, 1994.