

기능적 전기자극 치료가 편마비 환자의 균형에 미치는 영향

삼육대학교 대학원 물리치료학과
김용철, 이석민, 송창호

Effects of Functional Electrical Stimulation on the Balance of Hemiplegic Patients

Kim, Yong Cheol, P.T. M.S., Lee, Suk Min, P.T. D.P.H., Song, Chang Ho, P.T. M.P.E.
Department of Physical Therapy, Graduate School, SahmYook University

<Abstract>

This study, adopting the pretest-post test experimental study, is designed to find out how the functional electrical stimulation makes effect on the balance of a patient with spasticity of the ankle plantarflexor muscle caused by hemiplegic after stroke.

The 46 subjects for this study were randomly sampled out of the patients who were hospitalized from September 1, 2003 to November 30, 2003 in H sanitarium in Yangpyung. The patients were with spasticity of the ankle plantarflexor muscle caused by hemiplegic after stroke and able to walk without supporting implements.

The purpose of the study is firstly to analyze the change of ROM, FRT of a patient with spasticity of the ankle plantarflexor muscle when the functional electrical stimulation is applied and secondly to find out how the sex, age, height, weight, part of the diagnosis, duration of pain, experience of relapse and getting hurt from a fall of a patient make effect on the change.

The experimental group for the study is divided into two to compare the differences of the effect. The exercising treatment only was performed for the control group, and the functional electrical stimulation to the ankle dorsiflexor muscle as well as the exercising treatment was applied to the experimental group.

The ROM test was performed to check the range of motion of the ankle with a double armed universal goniometer. The test was done 3 times to take an average. FRT were performed to check the balance.

The statistical test was conducted using the SPSS 10.0/PC program by means of the following methods: χ^2 -test and t-test for testing homogeneity between the groups; paired t-test, independent sample t-test, F-test, and two-way ANOVA for analyzing the changes before and after the treatment. The levels of statistical significance of all the data were maintained at $p < .05$.

According to the test, ROM has more decreased in experimental group than in control group when the functional electrical stimulation was applied only to the experimental group. However, the significant statistic difference was not shown ($p = .059$).

FRT showed remarkable differences in the experimental group compared to the control group, showing the significant statistic difference ($p=.000$).

On the one hand, the change of ROM, FRT related with the sex, age, height, weight, part of the diagnosis, and experience relapse was a meaningless minimum value. The change of ROM related to the duration of pain and the experience of falling down was also meaningless. However, FRT showed significant statistic difference ($p<.05$).

According to the test above, the application of functional electrical stimulation to a patient with spasticity of the ankle dorsiflexor muscle caused by hemiplegic after stroke makes significant effect on the balance of a patient, but the result has nothing with the sex, age, height, weight, part of the diagnosis, duration of pain, experience of relapse and getting hurt from a fall of a patient. However, it is regarded to give contribution to the balance improvement of a patient. Therefore, this study expects to be a valuable clinical material for a patient with spasticity.

Key word : Range of Motion, Functional Reach Test, Functional Electrical Stimulation, Spasticity

I. 서 론

A. 연구의 배경 및 필요성

뇌졸중 환자에서 보이는 임상적 특징 가운데 운동장애를 초래하는 족관절의 경직은 족저 굴곡근의 단축과 족관절의 구축과 같은 좋지 않은 예후를 가져오고, 환자의 재활치료에 있어서 큰 장애요인으로 작용한다(Bohannon et al., 1985). 이러한 장애요인은 환자의 재활과정에서 기립과 균형을 어렵게 하여 침상에서 벗어나지 못하게 하고 정상적인 보행을 어렵게 한다. 족관절의 경직은 상위 운동 뉴런 중후군의 하나로서 신전반사의 과흥분으로부터 오는 심부건반사의 항진과 함께 긴장성 신전반사의 속도에 따른 증가를 특징으로 하는 운동 질환으로 편마비 환자들의 회복과정에서 기립 자세나 보행을 수행하는데 도움을 줄 수는 있으나 대부분은 관절 운동을 방해하여 이차적인 관절 구축을 유발함으로써 전반적인 환자의 기능 회복을 저해하게 된다(김영준 등, 1999). 외국의 선행연구에서는 뇌손상으로 입원한 환자들 중 84%에서 최소한 한 관절 이상 구축이 발생되었으며, 그 중 76%는 족관절의 구축이 동반되었다고 보고하였다(Yarkony et al., 1987). 따라서 뇌졸중 환자의 정상적인 보행을 위한 재활 프로그램 가운데 자세조절훈련과 함께 관절의 구축을 예방하고 근경직을 개선시킬 수 있는 물리치료 프로그램이 포함되어져야 한다.

경직을 치료하는 물리치료에는 운동치료와 치료적 전기자극 치료법이 있으며 경직에 대한 치료적 전기자극의 효과에 대해서는 아직 논란이 있다. 이전의 많은 연구들이 치료적 전기자극이 중추신경계 손상 환자들의 경직 감소 및 기능향상에 효과적임을 보고하였으나(박창일 등, 1996; 손영식, 2000; Vodovnik et al., 1978; Levin et al., 1985), 전기자극 치료가 경직의 감소와 기능적 향상에 효과가 없거나 오히려 악화시킨다는 연구결과들도 보고되었다(김성우 등, 1998; Dimitrijevic et al., 1986).

Daly 등(1996)은 경직에 대한 전기자극 치료의 효과가 다른 이유를 연구대상자의 차이, 전기자극 프로토콜과 자극부위의 차이, 경직을 정량화하는 측정도구의 불확실성 등이 원인이라고 보고하였다.

경직을 감소시키기 위하여 사용되는 전기자극 방법은 경직근을 직접 자극하는 방법과 경직근의 길항근을 자극하는 두 가지 방법으로 구분된다(김용욱 등, 2003). 이러한 방법들 중

경직근을 자극하는 방법은 경직 감소의 기전을 설명하기 어렵고, 자극 후 오히려 경직이 악화되거나 경직 감소의 효과가 없다고 보고하였다(Daly et al., 1996).

또한 경직근의 길항근을 자극하는 방법은 자극의 강도(intensity)가 길항근을 강하게 수축시킬 정도로 커야 하므로 환자가 불쾌감과 통증을 호소한다는 단점이 있다(백천호, 1997; Burrige et al., 1997). 이러한 단점을 보완하기 위해 불쾌감과 통증 없이 자극 할 수 있는 기능적 전기자극(Functional electrical stimulation: FES) 치료가 개발되었고 최근에는 기능적 전기자극 치료를 적용하여 뇌졸중 환자의 기능과 보행을 개선하려는 많은 연구들이 나오고 있다.

전기자극을 기능적인 측면에서 처음 사용된 것은 편마비 환자의 보행을 개선시킬 목적으로 환측 비골 신경에 전기자극을 적용하여 유각기의 족하수를 교정하는데 사용되었으며(Liberson et al., 1961), 이 후 기능적 전기자극이 단하지 보조기의 기능을 일부분 대신 할 수 있고, 보행시 족배굴곡과 족내반을 개선시켜 주는 효과가 있음도 보고되었다(Granat et al., 1996). 이러한 연구는 보조기 대용으로 기능적인 측면에서 연구되어져 경직 감소와 지속 효과를 알아보기엔 어려움이 있다.

최근에는 대부분의 물리치료 접근법들이 경직 감소와 지속효과에 관심을 두고 발전하였다(손영식, 2000). 이 또한 정량적인 평가 측면에서 경직근의 개선에 관심을 두었지만 운동조절 능력을 판단하기엔 부족함이 있다. 외국의 선행연구에서도 경직 감소가 환자의 재활 과정중 치료를 통해서 경직이 감소되었을 때 항상 의지적인 운동조절 능력이 증가하지는 않는다고 보고하였다(Dietz et al., 1981; Neilson et al., 1982).

따라서 기존의 선행연구들은 기능적 또는 경직 감소에 대한 효과를 보고하였으나, 지속효과(delayed effect)와 균형능력 개선효과를 함께 살펴보기에는 부족함이 있다.

그러므로 본 연구에서는 기존에 개발된 임상적 검사도구로 균형력 평가에 신뢰도가 높은 FRT(Functional reach test) 검사 측정법을 사용하여 뇌졸중 발병이후 재활과정에서 올바른 균형을 방해하는 원인중 하나인 족저굴곡근 경직에 대하여 기능적 전기자극 치료가 미치는 효과를 알아보려고 한다.

II. 연구 방법

A. 연구설계

본 연구의 대상자는 양평에 소재한 양평 H 노인전문병원에 입원한 환자 중 편마비로 판정된 환자에게 본 연구의 목적을 설명한 후 동의한 환자를 대상으로 선정하였고, 집단구성은 분류에서 생길 수 있는 선정편견(selection bias)을 최소화하기 위해 무작위로 분류하여 실험군과 통제군으로 구성하였다.

각 집단은 치료 전 성명, 성별, 연령, 신장, 체중, 진단부위, 유병기간, 낙상경험등 일반적 특성을 기록하고, 각도계(goniometer)를 이용하여 족관절의 ROM 측정각도, 직립상태에서의 FRT 측정 길이를 기록하였다. 이후 실험군에게 운동치료와 FES 치료를 병행하여 1일 2회 각 20분간 실시하고, 통제군에게는 운동치료만을 1일 2회 20분간 4주간 같은 치료를 반복하였다. 변화를 알아보기 위한 자료의 재측정은 4주째 치료 후에 실시하였으며 치료 전 방법과 동일한 방법으로 각도계(goniometer)를 이용하여 족관절의 ROM 측정각도, 직립상태에서의 FRT 측정길이를 측정하였다.

실험측정은 정확도를 높이기 위하여 ROM과 FRT측정은 3회를 실시하고 그 평균값으로 하여 측정값으로 기록하고 측정인은 동일인으로 하였다. 다른 측정은 시간과 환자의 피로도

때문에 1회에 한해 측정하고 측정인은 동일인으로 하였다.

3. 운동치료

운동치료는 환자를 치료대에 바로 누운 상태에서 족저굴곡근의 경직이 있는 동측의 발목 아킬레스건을 치료자의 손으로 감싸 쥐고 발바닥을 치료사의 팔 안쪽부분으로 받쳐주면서 시행한다. 운동치료는 먼저 수동적 최대 배측굴곡 각도에서 정적신장을 5초간 시행한 후 비복근의 등척성 수축을 10초간 시행하고 마지막으로 전경골근의 수축을 5초간 시행한다. 휴식은 40초이상을 주고 10회 반복 시행한다. 지속적으로 적용할 경우 조직의 손상이나 과운동성 등을 유발할 위험이 있어 치료의 적용 시 구축정도를 매 회 전·후, 좌·우 비교하면서 정상범위 내에서 실시하여 역효과의 발생을 최소화 하였다.

4. 기능적 전기자극 치료

기능적 전기자극(FES) 치료기의 사용방법은 바로 누운 자세에서 무릎 밑에 베개를 넣어 두고 족저면에 자극을 주지 않고, 족배굴곡근을 자극하기 위하여 비활성 도자를 근위부에 활성 도자를 원위부에 각각 배치하였다.

기능적 전기자극(FES) 치료기는 일본 ITO 의료장비회사에서 수입한 CS-210 신경근 자극기(neuromuscular stimulator)를 사용하였으며, 도자의 크기는 85-60mm를 사용하였다.

주파수(frequency)는 50Hz, 파형은 단상 파형(single pulse)으로, 치료강도는 20-40mA를 넘지 않게 환자가 통증이 없는 범위에서 환자의 족배굴곡이 최대로 일어나도록 적용하였다.

B. 연구의 대상

2003년 9월부터 2003년 11월까지 양평 H 노인전문병원에 입원중인 뇌졸중으로 편마비가 온 노인환자들을 대상으로 하였으며 인지 및 기능저하가 심한 환자들은 대상에서 제외하였으며 발병 후 최소 6개월 이상 경과된 환자중 지팡이나 보행기에 의지하지 않고 독립적 보행이 가능한 편마비 환자 46명을 대상으로 하였다.

대상 환자 나이는 50세부터 80세까지였으며, 이들은 뇌졸중으로 인한 전형적인 편마비 이외에 관절 구축 또는 근골격계의 통증이나 골절 등이 없고, 간단한 지시어에 대한 이해 및 수행이 가능한 환자를 대상으로 하였다.

C. 측정도구 및 자료의 수집과정

1. ROM 검사

ROM 검사는 족관절의 관절 가동범위를 측정하는 방법으로 분도기(Protactor)와 팔(arm)이 두개 달린 각도계(double armed universal goniometer)를 이용하여 족관절의 관절 가동범위를 측정하는 검사이다.

족관절의 배측굴곡 각도를 측정하는 방법에는 여러 가지가 있지만 본 연구에서는 연구대상자들이 뇌졸중으로 편마비가 동반되어 6개월 이상 입원 치료중인 환자이므로 능동적 근수축이 아니라 수동적으로 시행함으로써 비복근의 신장성(extensibility)을 좀더 정확히 알아보려 하였다. 따라서 측정축(axis), 고정팔(stationary arm) 그리고 운동팔(moving arm)에 대해서 국제 SFTR식(sagittal frontal transverse method)의 관절 가동 측정법을 참조하여 시행하였다.

특히, 수동적 배측굴곡시 족관절의 관절 가동범위가 부정확하게 측정되지 않도록 시행자의 손바닥으로 환자의 발바닥 전체를 시행자의 전완(forearm)으로 받쳐서 천천히 배측굴곡이 되도록 노력하였다. 수동적 배측굴곡 시행자와 측정자는 매 시도마다 동일인으로 하였다.

기본자세는 무릎을 편 상태에서 발뒤꿈치를 검사대 끝에 위치시켜 누운 자세를 취하고 측정도구로는 고니오메타를 사용하였다.

고니오메타 사용법은 고정팔(stationary arm)을 비골과 평행하게 하며 운동팔(moving arm)은 발뒤꿈치 외측과 5번째 중족골두와 연결한 선에 평행하게 측정하였다.

2. FRT 검사

FRT 검사는 처음에는 미항공우주국(NASA)에서 손을 뺀 채 잡을 수 있는 조작 장치의 거리를 측정하는데 활용되었으나, 최근에는 이를 지역사회 노인의 균형을 평가하는데 사용되고 있고, 또한 임상에서도 균형 능력과 기능적 수행능력을 측정하기 위하여 사용되고 있다.(권오윤 등, 1999; Duncan et al., 1990; Studenski et al., 1990; Weiner et al., 1993)

FRT는 연속적 점수 체계를 이용한 동적 기립위 균형력 검사로 수행하기 쉽고, 시간, 공간 및 비용적 측면에서 임상적으로 사용이 용이한 검사방법이다. FRT 검사방법은 고정된 지지면 위에 양발을 어깨 너비로 벌린 기립 자세를 취하고, 벽면에 붙지 않게 약간 떨어진 후 주먹을 쥔 상태로 주관절 신전, 그리고 90도 전방 굴곡한 시작자세에서 견봉의 높이에 수평으로 설치된 줄자와 수평을 유지하면서 균형을 잃지 않고 팔을 최대한 뻗어, 세 번째 중수골 원위부를 중심으로 처음과 마지막 지점간의 거리를 측정하였다.

D. 분석방법

본 연구의 모든 작업과 통계는 SPSS(v. 10)를 이용하여 평균과 표준편차를 산출하였다.

전체 대상자는 정규성 검증을 하고 실험군과 통제군의 동질성검증은 χ^2 -test와 t-test로 분석하고 치료 전·후 차이, 집단간 차이 및 영향요인 분석에는 paired t-test와 독립표본 t-test, F-test 및 이원분산분석을 이용하였다.

III. 연구 결과

A. 연구대상자의 특성

1. 실험군과 통제군의 특성비교

연구대상자는 실험군 남성 14명 여성9명 전체 23명, 통제군 남성 14명 여성9명 전체 23명으로 총 46명 이었다. 평균연령은 실험군이 65.70±7.14세, 통제군이 65.35±7.25세이였으며, 평균신장은 실험군이 162.04±8.17cm, 통제군이 161.35±7.25cm 이었고, 평균체중은 각각 52.96±4.27Kg과 51.57±5.56Kg이었다. 진단부위는 실험군이 좌측 8명, 우측 15명, 통제군은 좌측 11명, 우측 12명이었으면, 평균유병기간은 실험군이 14.61±5.02개월, 통제군이 15.00±5.14개월이었다. 그리고 낙상경험은 실험군 통제군 모두 각각 19(82.6%)명은 낙상경험이 없었다.

실험군과 통제군은 성별, 연령, 신장, 체중, 진단부위, 유병기간, 낙상경험에 있어서 집단간 차이를 보이지 않았다(표 1.).

표 1. 실험군과 통제군의 특성 비교(N=46)

단위:명(%)

특 성	집단구분	실험군(n=23)	통제군(n=23)	x ² or t	p
성					
남 자		14 (60.9)	14 (60.9)	0.000	ns
여 자		9 (39.1)	9 (39.1)		
연 령					
50대		6 (26.1)	6 (26.1)	0.164	ns
60대		11 (47.8)	10 (43.5)		
70대		6 (26.1)	6 (30.4)		
평균±표준편차(세)		65.70±7.14	65.35±7.25		
평균신장(cm)		162.04±8.17	161.35±8.65	0.280	ns
평균체중(Kg)		52.96±4.27	51.57±5.56	0.952	ns
진단부위					
좌측		8 (34.8)	11 (47.8)	0.807	ns
우측		15 (65.2)	12 (52.2)		
유병기간					
12개월이내		9 (39.1)	9 (39.1)	0.261	ns
18개월이내		8 (34.8)	6 (26.1)		
24개월이내		6 (26.1)	8 (34.8)		
낙상경험					
유		4 (17.4)	4 (17.4)	0.000	ns
무		19 (82.6)	19 (82.6)		

주: ns(not significant).

2. 대상자의 특성에 따른 치료 전 중속요인의 평균과 차이

전체 대상자(N=28)의 치료 전 ROM, FRT는 정규성 검증을 통해 정규분포 하는 것으로 나타났다. 집단구분, 성별, 연령, 신장, 체중 및 진단부위에 따라 ROM, FRT는 유의한 차이를 보이지 않았다. 그러나 유병기간에서는 ROM에서 유의한 차이를 보이지 않았으나 FRT는 유의한 차이를 보였다. 유병기간에서 FRT는 18개월 이내는 12.90±1.60, 24개월 이내는 11.70±1.40로 24개월 이내의 FRT 측정값이 더 작았다.(p=.030)

낙상경험에서 FRT는 낙상경험이 없는 그룹에서는 13.14±1.97, 낙상경험이 있는 그룹에서는 11.08±1.00으로 낙상경험이 있는 그룹에서 FRT 측정값이 더 작았으며(p=.006) 그러나 ROM은 모든 특성에 대해서 유의한 차이를 보이지 않았다(표 2.)

표 2. 대상자의 특성에 따른 치료 전 종속요인의 평균과 차이

대상자 특성 (명)	ROM(°)		FRT(cm)	
	Mean±SD	F	Mean±SD	F
전체(46)	84.69±2.06		12.78±1.99	
집단구분				
실험군(23)	85.50±2.00	ns	12.70±2.20	ns
통제군(23)	83.90±1.80		12.90±1.80	
성				
남자(28)	84.50±2.2	ns	13.30±2.20	5.837*
여자(18)	85.00±2.10		11.90±1.30	
연령				
50대(12)	83.65±2.18	ns	13.35±1.55	ns
60대(21)	85.08±1.89		12.85±2.15	
70대(13)	85.03±2.04		12.13±2.03	
진단부위				
좌측(19)	84.60±1.90	ns	13.00±1.90	ns
우측(27)	84.80±2.20		12.60±2.00	
유병기간				
12개월이내(18)	84.00±1.30	ns	13.50±2.30	3.796*
18개월이내(14)	85.10±2.10		12.90±1.60	
24개월이내(14)	85.20±2.60		11.70±1.40	
낙상경험				
무(38)	84.59±2.04	ns	13.14±1.97	8.253*
유(8)	85.19±2.22		11.08±1.00	

주: *p<.05, Mean(평균), SD(표준편차), 모든측정값은 치료전 측정값, ROM(Range of motion), FRT(Functional reach test), ns(not significant).

B. 치료 후 종속요인의 변화

치료 후 실험군과 통제군은 ROM, FRT에서 모두 감소를 보였다.

ROM은 실험군이 평균 2.66±0.69°(-3.1%), 통제군이 평균 2.27±0.65°(-2.7%) 감소하여 실험군이 더 감소하였으나 유의한 차이는 보이지 않았다(p=.059). FRT는 실험군이 평균 9.02±1.52cm(71.1%), 통제군이 평균 4.11±1.01cm(31.9%) 증가하여 실험군이 더 크게 증가하여 두 집단간에 유의한 차이를 보였다(p=.000)(표 4.).

표 4. 치료 후 종속요인의 변화(N=46)

종속요인	집단구분		차이의 평균	표준편차	전후t	차이t
	치료 전	치료 후				
	Mean±SD	Mean±SD				
ROM(°)						
실험군	85.54±1.97	82.88±1.99	2.66	0.69	18.569	1.942
대조군	83.85±1.83	81.58±1.91	2.27	0.65	16.787	
FRT(cm)						
실험군	12.69±2.19	21.71±2.75	9.02	1.52	28.407	12.885*
대조군	12.87±1.82	16.97±2.06	4.11	1.01	19.511	

주: *p<.05, Mean(평균), SD(표준편차), ROM(Range of motion), FRT(Functional reach test), 전후t(paired t 검정), 차이t(독립 표본 t 검정).

IV. 논 의

본 연구에서는 임상적으로 균형에 관한 문제들이 주로 일상생활의 동적 자세에서 야기됨을 고려할 때 정적인 평가방법보다는 동적 자세를 응용한 동적인 평가방법을 채택하여 기능적 전기자극 치료가 편마비 환자의 균형과 보행에 미치는 변화를 알아보고자 하였다.

본 연구에서 실험군과 통제군은 성별, 연령, 신장, 체중, 진단부위, 유병기간, 낙상경험에 있어서 실험 전 집단간 차이를 보이지 않았고, 종속요인에 있어서 ROM은 모든 특성에 대해서 유의한 차이를 보이지 않았으나 FRT는 유병기간과 낙상경험에 따라 유의한 차이를 보였다. 유병기간에 따른 차이는 발병 후 24개월 이내의 대상자에서 FRT($p=.030$) 측정값이 더 낮게 측정되었다. 유병기간이 장기화 될수록 측정값이 낮은 원인은 장기치료와 장기입원으로 인한 의욕상실과 경직의 장기화로 인하여 확인하기 어려운 구축과 강직이 원인인 것으로 사료된다.

낙상경험에서는 낙상경험이 있는 그룹이 FRT($p=.006$) 측정값이 더 낮게 측정되었다. Vellas 등(1987)에 의하면 전형적인 낙상을 경험한 노인들은 일상생활동작 수행에 제한을 받으며 더 나아가 신체적인 퇴화를 초래하고, 낙상에 대한 두려움은 균형의 불안정성과 자신감의 결여를 유발하게 한다고 보고하였다(Studenski et al., 1990). 본 연구의 결과는 선행 연구에서 보고하는 것처럼 낙상을 경험한 환자들이 낙상에 대한 두려움과 자신감의 결여로 실험 전 측정에서 실험군과 통제군 모두 측정값이 더 낮게 측정된 요인으로 사료된다.

실험 후 종속요인과 집단구분에 있어서 ROM은 실험군이 평균 $2.66\pm 0.69^{\circ}(-3.1\%)$, 통제군이 평균 $2.27\pm 0.65^{\circ}(-2.7\%)$ 감소하여 실험군이 더 감소하였으나 유의한 차이는 보이지 않았다($p=.059$). 그러나 FRT에서는 세 가지 모두 실험군이 개선된 증가량을 보여 통계학적으로 유의한 차이를 보였다($p=.000$).

ROM은 국내연구에서 18세에서 67세까지 편마비 환자 18명을 대상으로 5일간 치료 후 실험한 결과 수동적 최대 족배굴곡시 개선된 증가량이 PNF스트레칭 치료 후 $11.9\pm 1.9^{\circ}(-55.9\%)$, 정적 스트레칭 치료 후에는 $7.7\pm 2.2^{\circ}(-36.3\%)$, 일반적인 전기치료 후 $1.7\pm 2.3^{\circ}(-7.8\%)$ 감소하였는데(김원호 등, 1995) 본 연구 대상자의 ROM 개선 증가량은 실험군이 $2.66\pm 0.69^{\circ}(-3.1\%)$ 통제군이 $2.27\pm 0.65^{\circ}(-2.7\%)$ 로 나타나 위 연구 보고와 큰 차이가 나는 것으로 나타났다. 이것은 선행연구 대상자의 평균연령대가 40대인 반면 본 연구에 참여한 환자들의 평균 연령대는 60대로 비교적 연령대가 높고, 유병기간에 있어서도 선행연구 대상자는 6개월 이후의 환자를 대상으로 한 반면 본 연구에 참여한 환자들의 평균 유병기간은 18개월 이후로 비교적 유병기간이 높다. 이러한 이유는 족관절 가동범위 제한의 차이를 가져 올 수 있으며, 근육의 경직도에도 영향을 미칠 수 있어 본 연구의 차이는 연령과 유병기간에 있다고 해석된다.

치료 후 실험에 참가한 모든 환자에서 관절가동범위의 감소를 보였는데 통제군(-2.7%)에 비해 실험군(-3.1%)의 감소가 크지 않아 실험군과 통제군의 차이 t검정값과 p값은 1.942(.059)로 유의한 결과를 얻지는 못했지만 유의 확률에 근접한 것을 알 수 있다. 따라서 일반적인 특성값은 ROM의 변화에 영향을 미치지 않아 ROM의 변화는 FES 치료의 영향으로 인한 집단구분의 근소한 차이로 분석된다.

FRT는 균형능력을 평가하기 위하여 개발된 표준화된 평가방법으로 임상에서 적용하기 용이하고, 경제적이며, 신뢰도가 높고, 낙상을 예측하는데 사용될 수 있는 검사방법이라고 하였다(Duncan et al., 1990; Weiner et al., 1993).

Duncan 등(1990)은 41-69세 사이의 정상인을 대상으로 낙상을 예측하기 위한 실험에서

FRT 값이 $38.04 \pm 5.61 \text{cm}$ 라고 보고하였으며, 평균연령 57.3 ± 7.78 세, 평균신장 $168.30 \pm 4.91 \text{cm}$ 의 23명의 편마비 환자를 대상으로 한 선행연구에서는 전방 도달 평균이동거리는 $21.19 \pm 6.83 \text{cm}$ 로 보고하였다(이경무 등, 2002).

본 연구에서는 치료 전 전방 도달 평균이동거리가 실험군은 $12.69 \pm 2.19 \text{cm}$, 통제군이 $12.87 \pm 1.82 \text{cm}$ 로 위 연구의 결과와 큰 차이를 보였다. 치료 후 전방도달 평균이동거리는 실험군이 $21.71 \pm 2.75 \text{cm}$ (71.1%)로 국내 선행연구와 유사한 결과를 얻을 수 있었고, 통제군이 $16.97 \pm 2.06 \text{cm}$ (31.9%)로 국내 편마비 환자의 평균이동거리에 근접한 것을 알 수 있었다. 이러한 근접한 차이는 평균연령과 평균신장에 있다고 사료된다.

Duncan 등(1990)도 연령과 신장이 FRT 값에 영향을 미친다고 보고 하였다. 선행연구에서 대상자의 평균 연령이 57.30 ± 7.78 세인 반면 본 연구에 참여한 환자의 평균연령은 실험군 65.70 ± 7.14 , 통제군 65.35 ± 7.25 로 선행연구에 비해 다소 높은 평균연령을 보이고 있다. 평균신장에 있어서도 선행연구 대상자 평균신장이 $168.30 \pm 4.91 \text{cm}$ 인 반면 본 연구에 참여한 환자의 평균신장은 실험군 162.04 ± 8.17 , 통제군 161.35 ± 8.65 로 국내 선행연구에 비해 다소 차이를 보이고 있다. 이러한 조건에서도 실험군의 측정치가 유사한 결과를 얻을 수 있는 것은 FES 치료의 효과로 사료된다.

본 연구결과와 외국의 선행연구 결과와는 큰 차이를 보이는데 이는 질환의 유무 차이로 사료되며 편마비 환자들의 낙상에 대한 위험성을 추정하는데 도움이 될 수 있을 것이다.

치료 후 본 실험결과에서 두 집단이 모두 증가를 보였고 일반적인 특성값은 FRT의 변화에 영향을 미치지 않았다. 실험군은 $9.02 \pm 1.52 \text{cm}$ (71.1%), 통제군은 $4.11 \pm 1.01 \text{cm}$ (31.9%)로 실험군이 더 많은 증가를 보여 FES 치료의 효과로 사료된다.

이처럼 본 연구에서 평가한 FRT의 측정값이 선행 연구들의 결과와 다소 차이를 보이는 것은, 본 연구에 참여한 환자들의 평균연령이 60대이상으로 비교적 다른 선행연구 대상자와 비교하여 볼 때 다소 높아 Yasumura 등(1994)이 나이가 들수록 낙상의 위험성이 증가하여 균형과 보행에 영향을 미친다는 연구결과와 일치하고 있다. 그리고 이는 선행 연구자들의 연구 대상자와 본 연구의 연구대상자간의 연령, 신장, 유병기간과 같은 특성 때문만 아니라, 본 연구에 참여한 대상자들의 관절 가동범위 측정 결과를 볼 때 족관절 배측 굴곡가동 범위가 정상 범위 또는 다른 환자군에 비해 제한이 많은 대상자들이기 때문에 발생한 결과로 사료된다. 따라서 뇌졸중으로 인한 편마비 환자들의 균형과 보행의 문제점을 개선하기 위하여 족관절의 기능개선이 유의하게 작용한다는 점을 연구결과로 보게 된다. 이는 족관절의 배측 굴곡을 제한하는 경직근의 주동근 경직이 원인인 것으로 사료되며 균형과 보행의 개선과 경직된 근육의 개선을 위해 경직근의 길항근에 기능적 전기자극 치료가 영향을 미친 것으로 사료된다. 한편 본 연구는 기능적 전기자극(FES) 치료시 경직 감소기전에 대한 깊이 있는 검증은 하지 못한 아쉬움이 있어 앞으로 많은 환자를 대상으로 기능적 전기자극에 대한 경직 감소기전과 가장 효과적인 자극 방법, 변수의 결정, 지속효과, 그리고 치료효과에 영향을 미치는 인자들에 대하여 활발한 연구가 요구되어진다.

VI. 결 론

편마비 환자 46명(남자 28명, 65.50 ± 7.11 세, 여자 18명, 65.56 ± 7.33 세)을 대상으로 운동치료와 기능적 전기자극 치료를 병행한 실험군과 운동치료만 적용한 통제군에 있어서 환자의 균형과 보행에 미치는 영향을 분석하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1) 환자를 대상으로 기능적 전기자극(FES) 치료를 적용했을 때, 치료 후 ROM은 통제군에 비해 실험군이 더 감소하였으나 통계학적으로 유의한 차이는 보이지 않았다($p=.059$). FRT는 모두 통제군에 비해 실험군에서 큰 차이를 보임으로 두 집단구분에 따라 통계학적으로 유의한 차이를 보였다($p=.000$).

2) ROM, FRT의 변화에 있어서 성별, 연령, 진단부위에서는 유의한 차이를 보이지 않았고, 유병기간과 낙상경험에 따른 ROM에서는 유의한 차이를 보이지 않았으나, FRT는 유의한 차이를 보였다($p<.05$).

결론을 보면 뇌졸중으로 인한 편마비 환자에 있어서 족저굴곡의 경직근에 운동치료와 함께 길항근에 대한 기능적 전기 자극치료가 편마비 환자의 균형에 효과가 있으며, 이러한 결과는 성별, 연령, 신장, 체중, 진단부위, 유병기간, 낙상경험과 무관함을 알 수 있다. 이는 편마비 환자의 균형을 개선하는데 기여하는 것으로 사료된다.

뇌졸중으로 인한 편마비 환자의 경직된 근육보다 기능이 상실된 근육쪽에 전기적 자극치료를 하는 많은 연구가 나와 있는바 본 연구는 뇌졸중으로 인한 편마비 환자의 균형과 보행을 개선시키는데 족저굴곡 경직근에 운동치료와 함께 길항근에 대한 기능적 전기 자극치료가 편마비 환자의 균형에 효과가 있을 것이라는 의미 있는 결과를 제시한다.

그러나 연구대상에 있어서 명수와 연령의 한계가 있었고 치료기간과 구축개선 정량화에 한계가 있었던바 앞으로 보다 폭넓은 연령대를 대상으로 하여 전기자극에 대한 효과와 치료시 가장 많은 효과를 낼 수 있는 자극 방법, 변수의 결정과 이 효과가 얼마나 오래 지속되는지의 지속효과, 그리고 치료효과에 영향을 미치는 인자들에 대해 활발한 연구가 요구되어진다.

참 고 문 헌

- 장곤(1995). A Kralj, T Bajd 저: 기능적 전기자극. 여문각, 22-50.
- 장근순, 김광희, 정인희(1972). 한국인의 족관절 및 족부의 정상각 계측에 관한 연구. 대한정형외과학회지, 7(1):61-75.
- 권오윤, 한명석, 박동식(1999). 남자 노인에서 족관절 족저 굴곡근 신장운동이 Functional Reach에 미치는 효과. 대한재활의학회지, 23(3):609-614.
- 권용욱, 이종민, 전재용, 최중호, 권대영, 이경우(2002). 뇌졸중 환자에서 재활치료 유무에 따른 기능적 회복상태의 비교. 대한재활의학회지, 26(4):370-373.
- 권정이, 김준성, 박시운, 장순자, 김병식(2002). 뇌졸중 환자들에서 기립 동작 시 균형 검사. 대한재활의학회지, 26(1):14-18.
- 김봉옥, 모정옥, 정혜심, 김병식(1996). 편마비 보행에 대한 기능적 전기자극 치료 효과. 충남의대잡지, 23(1):217-222.
- 김성우, 정중선, 박창일, 최은희(1998). 척수손상환자에서 표면전기자극이 경직에 미치는 영향. 대한재활의학회지, 22(1):27-33.
- 김성중(2000). 기립 자세에서 발위치가 무릎 펴근의 등척성 수축 근전도 활성화도에 미치는 영향. 연세대학교 대학원 재활학과, 석사학위논문.
- 김영록, 민원규(1999). 척수손상환자의 Functional Reach Test의 신뢰도. 한국전문물리치료학회지, 6(3):51-58.

- 김영준, 박인선, 이영준, 김찬환, 최장석, 조근열(1999). 뇌졸중 환자에서 수동적 신장에 의해 발생한 가자미근의 근병증. 대한재활의학회지, 23(3):664-669.
- 김용욱, 이영희, 김성훈, 박정미, 권오윤(2003). 피부분절에 대한 치료적 전기자극이 뇌병변 환자의 경직에 미치는 영향. 대한재활의학회지, 27(1):27-32.
- 김원호, 박용택, 황성연, 권혁철(1995). 비복근의 고유수용성 신경근육 촉진법과 정적 신장에 대한 효과 비교. 한국전문물리치료학회지, 2(2):56-65.
- 김혜원, 고영진, 강세윤, 이종인, 김일수(2000). 경직성 편마비 환자에서 전기자극 치료가 경직에 미치는 영향. 대한재활의학회지, 24(4):631-636.
- 김종만(2002). 강직성 편마비 환자에서의 운동장애는 강직 때문인가? 근육약화 때문인가?. 한국전문물리치료학회지, 9(3):125-135.
- 박은숙, 박창일, 장지찬, 신정빈, 이홍재(1999). 정상아에서 앉은 자세에서 일어나는 동작의 분석. 대한재활의학회지, 23:717-724.
- 박제상, 권오윤, 최홍식, 김택훈(2000). 운동전략이 기립자세의 기능적 전방 팔뻗기에 미치는 영향. 한국전문물리치료학회지, 7(1):46-54.
- 박지환(1991). 관절가동의 측정법. 현문사, 16-36.
- 박창일(1992). 재활의학과 척수손상. 대한의학협회지, 35(9):1101-1107.
- 배수찬(2001). 불안정한 지지면에서의 평형 훈련이 편마비 환자의 균형 능력에 미치는 영향. 단국대학교 특수교육대학원, 석사학위논문.
- 손영식(2000). 기능적 전기자극이 뇌졸중 환자의 족저굴곡근 강직에 미치는 영향. 대구대학교 재활과학대학원 재활과학과, 석사학위논문.
- 염태형, 김소연, 소예경, 박수연, 이주현, 조항석, 심재용, 이혜리(2001). 노인낙상의 위험인자. 가정의학회지, 22(2):221-229.
- 윤승호(1994). 기능적 전기 자극(FES)에 의한 마비지 기능 재건. 충남의대잡지, 21(1):267-276.
- 이강목(1992). 재활의학과 뇌졸중(CVA). 대한의학협회지, 35(9):1096-1100.
- 이경무, 강전완, 한수환(2002). Functional Reach Test를 이용한 편마비 환자의 기립위 균형력 평가. 한국전문물리치료학회지, 26(6):647-651.
- 이병우, 권희규, 이항재(2000). 뇌졸중 환자의 임상 양상. 대한재활의학회지, 24(3):370-374.
- 이성재(1998). 편마비 환자에서 등속성 근력계를 이용한 족관절 척굴근 경직의 정량적 평가. 서울대학교 대학원 의학과 재활의학전공, 석사학위논문.
- 장순자, 김범준, 김창원, 강민정, 김병식(1999). 편마비 환자에서 단하지 보조기 및 기능적 전기자극 적용 후 보행 양상 변화. 대한재활의학회지, 23(4):853-860.
- 전민호(1995). 뇌졸중 환자에서의 경직 정도의 객관적 판정. 서울대학교 대학원 의학과 재활의학전공, 석사학위논문.
- 전중선, 전세일, 김동아, 서정훈, 윤태준, 장용원(2000). 뇌졸중 환자의 앉은 자세에서 일어나는 동작(Sit to Stand)의 분석. 대한재활의학회지, 24(5):850-856.
- 한국 보건 사회 연구원(1998). 국민건강 및 보건의식 형태조사.
- 한태륜, 임석진, 김대열, 이규진 (2002). 편마비 환자의 상지에 대한 기능적 전기 자극의 강도. 대한재활의학회지, 26(4):379-384.
- 통계청(2002). 한국의 사회지표.
- Alexander N.B., Shepard N., Gu M.J.(1992). Postural control in young and elderly

subjects when stance is perturbed. *Jurnal of Kinematics*, 47:79-87.

Alfrieri V.(1982). Electrical treatment of spasticity:Reflexic tonic activity in hemiplegic patients and selected specific electrostimulation. *Scand J Rehabil Med*, 14:177-183.

Bajd T., Gregoric M., Vodovnik L., Benko H.(1985). Electrical stimulation in treating spasticity resulting from spinal cord injury. *Arch Phys Med Rehabil*, 66:515-517.

Barocolat R.G., Myklebust J.B., Hemmy D.C., Myklebust M., Weninger W.(1985). Immediate effect of spinal cord stimulation in spinal spasticity. *J Neurosurg*, 62:558-562.

Berg K.(1989). Balance and its measure in the elderly. A review of *Physiother Can*, 41:240-246.

Bhakta B.B.(2000). Management of spasticity in stroke. *Jurnal of Br Med Bull*, 56:476-485.

Bohannon R.W., Larkin R.W.(1985). Passive ankle dorsiflexion increases in patients after a regimen of tilt table-wedge board standing. *Phys Ther*, 65:11.

Burridge J.H., Taylor P.N., Hagan S.A.(1997). Experience of clinical use of the odstock dropped foot stimulator. *Artif Organs*, 21(3):254-260.

Burridge J.H., Taylor P.N., Hagan S.A.(1997). The effects of common peroneal stimulation on the effort and speed of walking: A randomized controlled trial with chronic hemiplegic patients. *Clin Rehabil*, 11:201-210.

Cozean C.D., Pease W.S., Hubbeil S.L.(1988). Biofeedback and functional electric stimulation in stroke rehabilitation. *Arch Phys Med Rehabil*, 69:401-405.

Daly J.J., Marsolais E.B., Mendell L.M., Rymer W.Z., Stefanovska A, Wolpaw J.R.(1996). Therapeutic neural effects of electrical stimulation. *IEEE Trans Rehabil Eng*, 4:218-230.

Davies P.M.(1985). *Steps to follow*. Berlin Heidelberg. Springer-verlag.

Dietz V., Quintern J., Berger W.(1981). Electrophysiological studies of gait in spasticity and rigidity: Evidence that altered mechanical properties of muscle contribute to hypertonia. *Jurnal of Brain*, 104:431-449.

Dimitrijevic M.R., Illis L.S., Lakajima K., Sharkey P.C., Sherwood AM.(1986). Spinal cord stimulation for the control of spasticity in patients with chronic spinal cord injury: II. neurophysiological observations. *Cent Nerv Syst Trauma*, 3:145-152.

Duncan P.W., Weiner D.K., Chandler J., Studenski S.(1990). Functional reach: a new clinical measure of balance. *Jurnal of Gerontol*, 45:192-197.

Etnyre B.R., Abraham L.D.(1986). H-reflex changes during static stretching and two variations of proprioceptive neuromuscular facilitation techniques. *Electroencephalography and clin neurophysiol*, 63:174-179.

Gracanin F., Prevec F., Trontelj I.(1967). Evaluation of use of functional electronic peroneal brace in hemoparetic patients. *Belgrade, Yugoslav Committee for Electronics and Automation*, 198-205.

Granat M.H., Maxwell D.J., Ferguson C.B., Less K.R.(1996). Correction of spastic drop foot in hemiplegia. *Arch phys tide rehabi*, 77:19-24.

Graupe D., Kohn K.H.(1998). Functional neuromuscular stimulator for short-distance

ambulation by certain thoracic-level spinal-cord-injured paraplegics. *Surg Neurol*, 50:202-207.

Gossman M.R., Sahrman S.A., Rose S.J.(1982). Review of length-associated changes in muscle:experimental evidence and clinical implications. *Jurnal of Phys Ther*, 50:263-270.

Han J.S., Chen X.H., Yuan Y., Yan S.C.(1975). Transcutaneous electrical nerve stimulation for treatment of spinal spasticity, *Chin Med J*, 107:6-11.

Hasselkus B.R., Shambus G.M.(1975). Aging and postural sway in Women, *Jurnal of Gerontol*, 50:661-667.

Hendricks H.T., Ijzerman M.J., de Kroon J.R., in't Groen F.A., Zilvold G(2001). Functional electrical stimulation by means of the 'Ness Handmaster Orthosis' in chronic stroke patients: an exploratory study. *Jurnal of Clin Rehabil*, 15:217-220.

Horak F.B.(1987). Clinical of measurent of postural control in adults. *Phys Ther*, 67:1881-1885.

Horak F.B.(1997). Clinical assessment of balance disorders. Review article, 67:1881-1885.

Hugues B., Michel L., Mehdi M.M., Robert E.K.(2002). The effect of locomotor training combined with functional electrical stimulation in chronic spinal cord injured subjects: walking and reflex studies. *Brain Reserch Reviews*, 40:274-291.

John C., Zi-Ping F., Maria W., Soheyl P., Jayme K.(2001). Intramuscular electromyographically controlled neuromuscular electrical stimulation for ankle dorsiflexion recovery in chronic hemiplegia. *Brain Reserch Reviews*, 80(11):842-847.

Judge J.O., King M.B., Whipple R.(1995). Dynamic balance in older person, *Jurnal of Gerontol*, 50:263-270.

Katz S., Ford A.B., Moskowitz R.W.(1963). Studies of illness in the age. *JAMA*, 9:914-919.

Kenneth K., Steinweg.(1997). The changing approach to Falls in the Elderly. *jurnal of AFP*, 56(7):1815-1822.

King T.I.(1996). The effect of neuromuscular electrical stimulation in reducing tone. *Am J Occup Ther*, 50:62-64.

Kirby R.L., Price N.A., MacLeod D.A.(1987). The influence of foot position on standing balance. *Jurnal of Biomech*, 20:423-427.

Kisner C., Colby L.A.(1990). *Therapeutic Exercise Foundations and Techniques*. FA Davis Company, 109-142.

Kisner C., Colby L.A.(1996). *Therapeutic Exercise Foundations and Techniques*. 3rd ed. FA Davis Company, 181-222.

Kotake T., Dohi N., Kajiwara T.(1993). An analysis of sit to-stand movements. *Arch Phys Med Rehabil*, 74:1095-1099.

Kottke F.J., Stilwell G.K., Lehmann J.F.(1982). *Krusen's handbook of physical medicine and rehabilitation*. W.B. Saunders Co:Philadelphia, 86-100.

Levin M.G., Knott M., Kabat H.(1985). Relaxation of spasticity by electrical stimulation

antagonist muscles. *Arch Phys Med Rehabil*, 33:668-673.

Liberson W.T., Holmquest H.J., Scott D., Dow M.(1961). Functional electrotherapy stimulation of the peroneal nerve synchronised with the swing phase of the gait of hemiplegic patient. *Arch Phys Med Rehabil*, 42:101-103.

Mahar R.K., Kirby R.L., MacLeod D.A.(1985). Simulated leg-length discrepancy: Its effect on mean center of pressure position and postural sway. *Arch Phys Med Rehabil*, 6:822-824.

Merletti R., Andina A., Galante M., Furlan I.(1979). Clinical experience of electronic peroneal stimulators in 50 hemiparetic patients. *Scand J Rehab Med*, 11:111.

Nashner L.M., Cordo P.J.(1981). Relation of automatic postural responses and reaction-time voluntary movement of human leg muscles. *Esp Brain Res*, 43:395-425.

Nashner L.M.(1990). Sensory, neuromuscular, and biomechanical contributions to human balance. *APTA Publications*, 1-12.

Nashner L.M.(1994). *Evaluation of postural stability, movement, and control*. Mosby.

Neilson P.D., McCaughey J.(1982). Self-regulation of spasm and spasticity in cerebral palsy. *Jurnal of Neurology Nerosurgery Psychiatry*, 44:690-698.

Nevitt M.C., Cummings S.R., Kidd S.(1989). Risk factors for rocurrent non-syncopal falls. *JAMA*, 261:2663-2668.

Norkin C.(1988). Gait analysis. IN: O'sullivan SB, Schmitz TJ. *Physical Rehabilitation: Assessment and treatment*. 2nd ed.

Nyberg L., Gustafson Y.(1995). Patient falls in stroke rehabilitation:A challenge to rehabilitation strategies. *Stroke*, 26:838-842.

Popovic M.R., Curt A., Keller T., Dietz V.(2001). Functional electrical stimulation for grasping and walking: indications and limitations. *Spinal Cord*, 39:403-412.

Potisk K.P., Gregoric M., Vodovnik L.(1995). Effects of transcutaneous electrical nerve stimulation on spasticity in patients with hemiplegia. *Scand J Rehabil Med*, 27:169-174.

Shumway-Cook A., Horak F.B.(1990). Rehabilitation strategies for patients with vestibular deficits. *Neurologic Clinics*, 8:441-457.

Shumway-Cook A., Horak F.B.(1992). *Balance rehabilitation in the neurologic patient: course syllabus*. NERA.

Shumway-Cook A., Woollacott M.(1995). *Motor control: theory and practical application*, Baltimore. Williams & Wilkins, 185-206.

Shumway-Cook A., Brauer S., Woollacott M.(2000). Predicting the probability for falls in community-dwelling older adults using the Timed Up & Go test. *Phys Ther*, 80:896-903.

Studenski S.A., Duncan P.W., Weiner D.K., Chandler J.(1990). The role of instability in falls among older persons. *APTA Publications*, 43-55.

Turnbull G.I., Charteris J., Wall J.C.(1995). A comparison of the range of walking speeds between normal and hemiplegic subjects. *scond J Rehab Med*, 19:37-43.

Vellas B., Cayla F., Bocquet H.(1987). Prospective study of restriction of activity in old people after falls. *Age & Ageing*, 16:189-193.

Vodovnik L., Kralj A., Stanic U.(1978). Recent applications of functional electrical stimulation to stroke patients. *Clin Orthop*, 131:64-70.

Wade D.T., Wood V.A., Heller A., Maggs J., Langton Hewer R.(1987). Walking after stroke. Measurement and recovery over the first 3 months. *Scand J Rehabil Med* , 19:25-30.

Weiner D.K., Bongioni D.R., Studenski S.A., Duncan P.W., Kochersberger G.G.(1993). Dose functional reach improve with rehabilitation. *Arch Phys Med Rehabil*, 74:796-800.

William P.S.(1998). Therapeutic electrical stimulation for spasticity. *American J Phys Med & Rehb*, 77(4):351-355.

Williamson R., Andrew B.J.(2000). Sensor systems for lower limb functional electrical stimulation(FES) control. *Med Engi & Phys*, 22:313-325.

Yasumura S., Haga H., Nagai H., Suzuki T., Amano H., Shibata H.(1994). Rate of falls and the correlates among elderly people living in an urban community in Japan. *Age & Ageing*, 23(4):323-327.

Yahkony G.M., Sahgal V.(1987). Contractures, a major complication of craniocerebral trauma. *Clin Orthop*, 219:93-96.