

기능적 전기자극과 원적외선 복합적용이 뇌성마비 환자의 족저굴곡근 경직에 미치는 영향

대구대학교 재활과학대학원 물리치료전공

김 영 지

대구대학교 재활과학대학원 물리치료전공

오 정 립

대구대학교 대학원 물리치료전공

김 재 윤

대구대학교 재활과학대학 물리치료학과

박 래 준

The effect of Functional Electrical Stimulation and Far Infrared
on the Ankle Plantar Flexor Spasticity in Cerebral Palsy.

Kim, Young-Ji, P.T.

Dept. of Physical Therapy, Graduate School of Rehabilitation Science, Daegu University

Oh, Jung Lim, P.T.

Dept. of Physical Therapy, Graduate School of Rehabilitation Science, Daegu University

Kim, Jae Yoon, P.T.

Major in Physical Therapy, Graduate school of Daegu university

Park, Rae Joon P.T., Ph.D.

Department of Physical therapy, College of Rehabilitation, Daegu university

<Abstract>

Spasticity is the most troublesome problems in the management in cerebral palsy. The purpose of this study was to observe the effect of the FES and FIR to spasticity. 8 cerebral palsy children were selected for this study. Assessment was carried out before treatment for obtain baseline measurement of spasticity and reassessment were carried out at after 10, 20 treatment sessions and 24hours after treatment.

The results of this study were as following :

1. MAS scores were significantly reduced after 10th and 20th after treatment compared with pre-treatment.
2. MAS scores were significantly reduced after 20th and maintained 24hours after treatment compared with pre-treatment

These results indicated that FES and Far infrared appears to reduce significantly MAS scores and maintained 24hours after treatment compared with pre-treatment.

I. 서 론

뇌성마비란 미성숙한 뇌의 손상이나 병변으로 인하여 자세 및 운동 기능장애를 주 증상으로 하는 비 진행적인 증후군이며, 그 발생빈도는 보고자에 따라 다양하게 나타난다. 뇌성마비는 비 진행성 중추신경계의 결함으로 운동과 감각 장애를 초래하며, 근육의 마비, 약중, 협응운동 장애 등으로 발달이 지체되어 운동발달이 적기에 일어나지 못하는 증후군으로서 정신지체, 시각장애, 언어장애, 지각장애, 지능저하, 정서장애, 경직 등을 수반할 수 있다(Deaver, 1967; Levitt, 1953; Park, 1979; Perlstein, 1949; Crothers 와 Paine, 1959; 배성수 와 주민, 1988; 박래준 등, 1986). 뇌성마비는 고유한 단일질환이 아니라 다양한 원인에 의해서 오는 일종의 증후군이므로 손상원인보다 손상된 해부학적 부위가 임상증상을 결정한다. 일반적으로 뇌손상 후 사지의 경직은 환자에게 흔하게 나타나며, 경직은 주로 신장반사의 항진에 의해 발생하게 된다(Davidoff, 1985; Devir 과 Panturin, 1993; Katz 과 Rymer, 1989). 경직은 심부건 반사의 항진, 근긴장도의 증가, 상위 운동신경의 병변으로 수동운동에 대한 저항 증가, 척수 및 뇌간 반사의 항진 및 근육의 신장반사의 항진으로 인해 근신장 속도에 따라 근긴장이 증가하여 건반사의 항진을 동반한 운동장애로 표현된다(Katz 와 Rymer, 1989; Bishop, 1977). 중증의 경직은 환자의 수동관절 가동범위, 능동관절 가동범위, 기능적 능력 및 이동시 균형에 방해로 초래하게 되고, 장기간의 경직은 건 단축, 연부조직 구축 및 고정된 관절에 의한 통증이 초래된다(Twist, 1985). 경직의 치료에는 외관적인 수술치료, 내과적 약물치료 및 물리치료가 있으나 불행하게도 경직을 근본적으로 치료하는 방법은 아직 없으며 단지 경직을 어느 정도 감소시켜 수의적인 운동을 촉진하고 이차적인 문제들을 미연에 방지하는데 그 목적이 있다. 이에 경직의 감소는 물리치료학적 측면에서 매우 중요한데, 오래 전부터 경직감소를 위해 열, 한냉, 전기자극, 건압박, 마사지, 진동자극, 탄력붕대, 근전도 생체피먹임 등을 이용한 연구가 다양하게 이루어져 왔다(Rood, 1962; Bishop, 1975; Baker 등, 1979; Wolf, 1983; Twist, 1985; Johnston, 1987; Sullivan 등, 1991). 기능적 전기자극은 신경근 전기자극의 형태로 말초신경 손상 없이 환자의 근육강화(Godfrey, 1979; Laughun, 1983), 근위축방지(박래준, 1994; Gould 등, 1982), 관절 가동범위 향상 및 유지(Baker 등, 1979), 근재교육(Bowman, 1981), 부종감소(박래준, 1995; Dooley, 1976) 등의 다양한 분야에서 응용되고 있다.

뇌 손상장애 치료 시 경련의 완화와 통증을 경감시키기 위하여 온열치료가 많이 이용되고 있다. 온열치료 방법으로 표면열로는 온습포, 파라핀욕, 적외선이 많이 이용되고 심부열로는 단파 심부투열 치료(short wave diathermy), 극초단파 심부투열 치료(micro wave diathermy)가 이용되고 있다. 이중 적외선 치료는 사용방법이 간편하여 전문가뿐만 아니라 장애인이나 환자들이 가정에서 쉽게 사용할 수 있으므로 널리 이용되고 있다. 적외선은 근육의 이완과 진정을 돕고, 근작용의 효율성을 증가시켜 섬유수축과 이완을 보다 신속하게 하

며, 길항근의 이완으로 주동근의 작용을 좀더 자유롭게 하며(함용운, 1995), 열의 발생, 감각신경자극, 말초혈관 충혈, 혈관확장 반사작용등의 생리학적 특성을 가진다(박찬의 와 박래준, 1995). 적외선은 파장대에 따라 근적외선(7,700~15,000Å)과 원적외선(15,000~150,000Å)으로 나뉘어 지고 있으나, 최근에는 8-14μm를 생물학적 원적외선 파장대 나누기도 한다(김재운, 2001). 일반적인 원적외선의 의학적 이용은 자율신경계의 조절, 간뇌 자극, 스트레스에 영향을 미칠 수 있다고 하였고, 물리치료 분야에서는 골격근 질환, 관절염, 전기진단 전 단계, 혈액순환 촉진, 통증 완화, 중추신경계 손상 환자의 통증완화와 치료 전의 이완을 목적으로 널리 이용되고 있다. 뇌손상으로 인한 운동장애의 치료 시 온열치료 후 전기자극치료가 일반적인 순서로 시술해 왔으나 장시간 전극을 부착하고 기능적 전기자극을 하는 것은 치료부위에 혈액순환의 저하를 가져 올 수 있다.

따라서 본 연구의 목적은 기능적 전기자극과 원적외선 치료의 뇌성마비자의 경직 감소 효과를 분석하고, 전기자극과 원적외선을 동시에 적용함으로써 치료 효과를 알아보고자 한다.

II. 연구방법

1. 연구대상

대구시내 지체부자유아 특수학교 1개학교 재학생 중 뇌성마비로 인하여 족저굴곡근 경직이 있는 환자를 대상으로 하였다. 대상자는 의사소통이 가능하고 간질이 없으며, 경직완화를 위해 약물치료를 받지 않는 환자들로 제한하였고 14~21세의 남자 6명, 여자 2명, 총 8명을 대상으로 실시하였다.

2. 실험기간

실험기간은 2001년 6월 29일부터 7월 27일까지 4주간 주 5회씩 실시하였다.

3. 실험과 측정의 도구 및 방법

1) 실험 및 측정도구

경직이 있는 족저굴곡근의 길항근인 족배굴곡근에 기능적 전기자극치료기 Neuromuscular Stimulation System(Models 6800s, USA)와, 경직이 있는 족저굴곡근인 비복근에 원적외선치료기(RANDOM, Model ,한국)를 사용하였다. 치료 전후의 경직 정도의 측정은 Modified Ashworth scale(MAS)을 이용하였다.

2) 실험 및 측정방법

실험 대상에 기능적 전기자극치료기와 원적외선치료기를 함께 족배굴곡근을 자극하였다. 대상자는 치료매트 위에 바로 누운 자세에서 베개 밑에 두 무릎을

었고, 전기자극시 운동의 마찰을 피하기 위해 환측 족저면에 수건을 깔았다. 기능적 전기자극치료기는 경직된 환측 족저굴곡근의 길항근인 전경골근의 근위부에 비활성 전극을 배치하고 활성전극은 원위부에 각각 배치하였다.

파형을 단상파형으로, 치료강도는 30-70mA를 넘지 않게 환자가 참을 수 있는 범위에서 환자의 족배굴곡이 최대로 일어나도록 하고, 20분간 적용하며, 주 5회 4주간 실시하였다. 원적외선 치료기는 경직된 환측 족저굴곡근인 비복근의 근위부와 원위부에 각각 배치하고, 온도는 45℃ 이내로 환자가 따뜻하다고 느끼는 범위 내에서 20분간 적용하며, 주 5회 4주간 실시하였다.

측정방법은 MAS를 이용하여, 치료 후 5분간의 휴식을 취한 후 치료 시와 같은 자세에서 측정하였으며, 치료 전, 주1회, 치료종료 24시간 후로 총 6회 측정하였다. MAS는 부록1과 같다. 측정은 검사자간의 차이를 없애기 위해 본 연구자만이 실시하였다.

3) 자료분석

자료분석은 통계처리 프로그램인 SPSS Ver 10.0 windows를 사용하였다. 대상자의 일반적 특성은 빈도분석을 하였고, 실험군 A, B, C에 대한 치료후 시간 경과에 따른 경직감소를 알아보기 위해 비모수검정방법인 Willcoxon signed rank test를 실시하였으며, 집단간의 비교는 Kruskal -wallis test를 실시하였다. 모든 통계의 유의수준 α 는 0.05로 하였다.

III. 연구결과

1.연구 대상자의 일반적인 특성 및 상태

본 연구의 대상자는 뇌성마비로 인해 족저굴곡근 강직을 보이는 환자로, 대상자의 일반적인 특성은 나이는 평균연령이 16.67세, 평균신장은 156.19cm, 평균체중은 55.04Kg이다(표 1).

연구대상자의 상태는 남자가 66.7% 여자가 33.3%(표 2), 마비는 사지마비가 25% 양마비가 58.3% 오른쪽 편마비가 8.3% 왼쪽 편마비가 8.3%(표 3), 보행은 완전독립보행 41.7% 부분독립보행 58.3%로 나타났다(표 4).

표 1. 대상자의 일반적인 특성

	N	퍼센트	나 이	신 장	체 중
			평균±표준편차	평균±표준편차	평균±표준편차
연구대상자	8	33.3	15.25±1.75	148.93±8.62	51.15±4.06

표 2. 연구대상자의 성별

	성 별		합 계
	남(%)	여(%)	
연구대상자	6(75)	2(25)	8(100)

표 3. 연구대상자의 부위별 마비유형

	성 별(%)				합 계
	사지마비	양지마비	오른쪽	왼쪽	
			편마비	편마비	
연구대상자	2(25)	4(50)	2(25)	0	8(100)

표 4. 연구대상자의 보행상태

	성 별		합 계
	완전독립(%)	부분독립(%)	
연구대상자	2(25)	6(75)	8(100)

2. 시간경과에 따른 MAS의 비교

MAS를 이용한 치료 전 평균 점수는 3.25이었고 10회 치료 후 평균 점수는 2.5이었으며 20회 치료 후 평균 점수는 1.38이었고 경과 관찰 후에 평균 점수는 1.25로 치료 10회 20회 경과관찰 후에 통계적으로 유의하게 감소하였다($p < .05$)(표5; 그림1; 그림2).

표 5. 치료기간동안의 MAS평균점수

	평균	표준편차	최소값	최대값	P-value
사전검사	3.25	.89	2	4	
10회치료	2.5	1.20	1	4	.014
20회치료	1.38	.74	1	3	.011
경과관찰	1.25	.46	1	2	.011

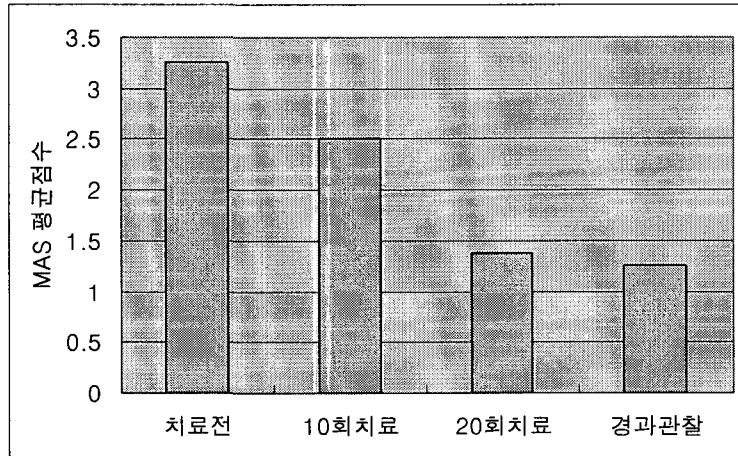


그림1. 치료기간에 따른 MAS평균점수

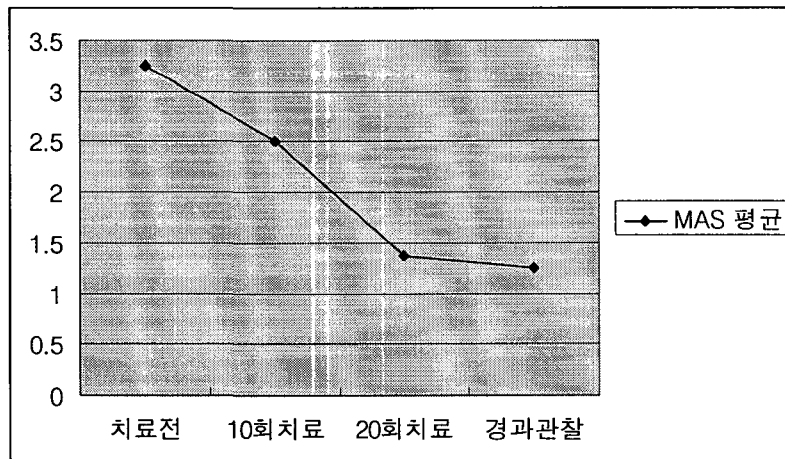


그림2. 전 치료 기간 동안의 MAS평균점수 변화

IV. 고 찰

경직은 중추신경계 질환에서 나타나는 주요 증상으로 비정상적으로 증가한 근긴장도, 신장반사의 증가, 심부건반사의 항진으로 수의적인 운동조절 능력에 장애를 받을 뿐만 아니라 기능적이고 독립적 일상생활을 영위해 나가는데 제한을 하게 된다. 이로 인해 관절구축과 같은 이차적인 문제가 발생하여 생활활동 범위가 좁아지게 되고 심호흡기계와 비뇨기계 장애를 일으킬 수도 있다.

O'Sullivan 과 Schmitz(1988)는 경직을 상위운동신경원의 병변으로 인해 근긴장도와 수축이 증가한 것으로 딱딱하고 서투른 운동을 야기시킨다고 하였고, 심부건 반사의 항진, 근긴장도의 증가, 상위운동신경원의 병변으로 수동운동에 대한 저항 증가, 척수 및 뇌간반사의 항진과 근육신장반사의 항진으로 인해 근신장속도에 따라 근긴장이 증가하여 건반사의 항진을 동반한 운동장애로도 표현된다(Katz 와 Rymer, 1989). 경직은 여러 가지 원인에 의한 중추신경계의 병변에서 나타날 수 있는 임상증상의 하나로 기립이나 보행 시 환자에게 안정성을 부여하고 근위축, 골다공증, 심부 정맥 혈전증 등 여러 합병증을 예방하며 심폐기능 유지에도 도움을 줄 수 있지만, 또한 위약, 협동 운동 장애, 미세 운동 장애 등의 수의적 운동 시 장애를 유발하며 많은 경우에 있어서 피부 손상과 관절 구축을 초래하고 환자에 대한 처치나 간호에 방해가 되기도 한다(김혜원 등, 2000). 경직은 오래 전부터 물리치료분야에 관심의 초점이 되어 많은 연구가 진행되어져 왔다(Kenshalo 와 Thomas, 1968). 그 발생기전에 대한 이론을 살펴보면, 정상적인 골격근의 긴장도는 추체로와 추체외로의 상호작용으로 이루어지며, 추체로는 대뇌피질의 중심전회에 있는 추체세포에서 출발하여 척수의 알파운동신경원에 종지하는 신경로로 전신 골격근의 수의운동을 지배하게 된다. 추체외로는 대뇌피질, 기저핵 및 소뇌 등과 연결되어 다양한 자극을 통합하여 척수의 알파운동신경원과 감마운동신경원에 흥분과 억제작용을 하여 정상적인 운동이 일어나도록 한다(Pansky 등, 1988). 경직의 평가방법에는 객관적인 방법과 주관적인 방법으로 나눌 수 있다. 객관적인 방법은 진자검사와 전도검사 등이 있는데, 초기에는 카메라를 이용하였으나 근래에는 등속성 역량계(isokinetic dynamometer)나 전기측각기 등을 사용하고 있다(Baid와 Bowman, 1985; Bohannon 1987). 근전도 검사는 보행 동안 각 근육의 전기적 활동도를 분석하여 경직이 보행에 미치는 영향 등을 평가하는 방법으로 이용된다(Wolf 와 Binder - Macleod, 1983). 전기생리학적인 평가는 H 반사, F 파 등을 측정하여 경직의 척도로 삼고자 하는 시도인데(Urbscheit 등, 1971), H 반사는 근방추의 Ia 구심성 운동신경 섬유에 단일연접반사의 활성도를 나타내는 것으로 경직성 환자의 진폭은 정상보다 크게 나타날 것이라는 가정 하에서 시행되는 방법이며 H진폭, H파와 M파의 진폭비 등이 척도로 사용되고 있다. 마찬가지로 F파의 진폭, F파와 M파의 진폭비, F파의 지속시간 등을 이용하고 있다(한태륜 등, 1993). 이상의 평가법은 객관적인 자료를 산출할 수 있지만 설치절차가 복잡하고 고가의 장비와 숙련된 검사자가 필요하여 임상에서 손쉽게 접하기 어려운 실정이다. 이에 임상에서 특별한 기구를 사용하지 않고 간단하게 경직 정도를 계량화하여 표시할 수 있는 방법이 본 실험에 사용한 Modified Ashworth scale이다. Ashworth scale는 주관적 판정에 따른 정량화 방법으로 초기에 5등급으로 분류되었으나 Bahannon 과 Smith(1987)가 수정하여 6등급으로 나누어 Modified Ashworth scale(MAS)로 개정하였다. 본 연구에서는 이처럼 임상에서 간단하게 사용되는 MAS 측정방법을 이용하여 8명의 뇌성마비환자에서 기능적 전기자극(FES)과 원적외선(FIR)의 족저굴곡근 경직

에 대한 효과를 알아보았다. 경직의 근본적인 치료는 현재 불가능하여 단지 어느 정도 경직을 완화시켜 수의적인 운동능력을 촉진시키는데 치료의 목적이 있다. 이에 경직의 감소는 물리치료학적 측면에서 중요한데, Rood(1962)는 경직감소를 위해 중온(neutral warmth)을 사용하였고 Mooney 등(1969)의 연구에서는 편마비 환자의 환측 비골신경을 하루 3번 15분간 전기자극한 결과 하퇴삼두근의 경직이 감소하였고, 3주 후 환자의 보행과 수의적인 조절이 향상되었다고 하였다. 또한 편마비 환자의 아킬레스건에 건압박을 적용한 결과, 알파운동신경원의 흥분성이 감소하여 경직을 완화시킬 수 있다고 하였고 지속적인 건압박보다는 간헐적인 건압박이 더 효과적이라고 하였는데, 그 효과는 건압박을 적용하는 동안에만 유효하다고 하였다(Leone 와 Kukulka, 1988). 이것은 골지건기관의 자극으로 I b 구심성섬유가 활성화되어 척수의 억제성 개재신경원을 통해 건압박을 적용한 근육의 운동신경원 활성을 감소시킨 것이다(Pansky 등, 1988). Sullivan 등(1991)은 하퇴삼두근에 마사지를 적용하여 알파운동신경원의 흥분성을 관찰한 결과 알파운동신경원의 흥분성이 감소하였다고 보고하였다. 신경근 전기자극은 말초신경계의 손상이 없는 환자들에게 근육강화(Godfrey 등, 1979; Laughun 등, 1983), 근위축 방지(Gould 등, 1982), 관절가동범위 향상 또는 유지(Baker 등, 1979; Munsat 등, 1974), 근재교육(Vodovnik 등, 1973), 부종감소(Dooley와 Kasprak, 1976), 수의적 운동조절 촉진(Vodovnik 등, 1973) 등을 치료하는데 사용되어져 왔다. 경직감소를 위한 전기치료의 형태는 길항근 자극, 주동근 자극, 감각훈련 방법 등이 있다(Levin 등, 1952; Bowman 과 Bajd, 1981; Dimitrijevic 과 Nathan, 1970). Alfieri(1982)는 96명의 편마비환자의 경직의 길항근인 전완과 다리 근육에 직각파로 20-30ms 통전시간과 50Hz 주파수로 2초 자극, 2초 휴식의 순환주기(duty cycle)로 자극강도는 자극으로 인한 경직이 발생되지 않는 범위 내로 하여 10-15분부터 2시간까지 환자의 90%에서 경직이 감소되었다고 보고했다. 경직에 대한 경피적 전기자극의 연구에서 Bajd 등(1985)과 Shindo 과 Jones(1987)는 경직감소를 보고하였으나, Barr 등(1989)은 대퇴사두근에 전기자극을 주었을 때 경직을 악화시킨다는 보고를 하였으며, Vodovnik 등(1984)은 경직의 tonic component는 감소하나 phasic component는 오히려 증가한다는 보고를 하였다. 이 실험에서, 본 연구자는 뇌성마비로 인한 족저굴곡근 경직 환자에서 길항근인 족배굴곡근을 기능적 전기자극치료기와 원적외선치료기를 이용하여 복합적으로 치료한 결과, MAS에서 10회 치료에서부터 20회 치료 후까지 점진적인 경직의 감소를 보이다가, 치료종료 24시간 후에도 그 결과가 지속되었다. 위의 결과는 FIR의 이완과 진정 효과, 그리고 근작용 효율성을 증가에 따른 섬유수축과 이완을 보다 신속하게 하여 길항근의 이완이 주동근의 작용을 좀더 자유롭게 하는 역할이라고 사료되며, 전기자극치료는 전기자극 후 신경전달물질의 고갈(Lee WJ 등, 1950), 굴곡반사의 감소(Dimitrijevic 과 Nathan, 1970), Ia fiber의 지속된 과분극(Buchwald 등, 1965), 척수내 억제성 기전의 활성화(Liberson, 1965) 등 저자에 따라 다양한 기전으로 경직의 감소를 설명하고 있는데 본 연구에서는

전기자극과 원적외선이 치료기간이 길어짐에 따라 경직의 감소가 더욱 증가하였다는 점, 치료종료 후 1일 후에도 치료 전에 비해 유의있게 경직이 감소된 점을 미루어 상운동원내에서 억제성 신경원의 활성화 또는 재조합에 의한 것으로 생각된다. 본 연구에서는 치료 4주 째의 족저굴곡근의 경직이 치료 2주 째의 경직에 비해 통계학적으로 유의있게 감소함을 관찰할 수 있었는데 이는 본 연구와 비슷한 전기자극을 이용한 Shindo 과 Jones(1987)가 전기자극 치료기간이 증가함에 따라 경직의 감소 정도가 증가한다는 보고와 일치하였으나 Robinson 등(1988)은 상반된 결과를 보고하였는데, 이들은 척수손상 환자에서 전기자극 치료직후 경직의 감소는 있었으나 치료 4주 째부터 다시 경직이 증가하여 치료 8주 째는 전기자극 치료전과 비슷한 경직을 보였는데 이것은 전기자극에 의한 경직감소의 효과를 근력의 증진효과 가 상쇄하였기 때문으로 설명하였다.

이월 효과(carry-over effect)는 전기자극 직후 나타나는 경직감소 효과와 수의적 조절능력의 증가가 한동안 지속되는 것으로 그 지속 기간에 대해서는 연구자마다 다른 보고를 하고 있다. Robinson 등(1988)은 약 20분 가량, Lee 등(1950)은 평균 8시간 동안 그 효과가 유지된다고 하였으며 Shindo 와 Jones(1987)는 6주간의 전기자극 치료 후 효과가 78시간 이상 유지되었다고 보고하였다. 본 연구의 실험에서 전기자극과 원적외선 복합에 의한 경직 감소가 치료 종료 24시간 후에도 유지되는 이월 효과를 관찰할 수 있었는데 이는 Shindo 와 Jones(1987)의 보고와 비슷하였다.

이상의 결과로 보아 뇌성마비 환자에서 전기자극치료와 원적외선 치료는 경직의 감소에 도움을 주며, 향후 이월 효과가 1일 후 언제까지 지속되는 지에 대한 연구가 필요할 것으로 사료된다. 또한 이 실험결과에서 20회 치료에서 급격하게 평균점수가 낮아지는 것을 관찰할 수 있었는데, 이것에 대해서는 좀더 기간을 세분화하여 10회에서 20회사이의 결과 값을 도출하면 더 유의한 결과치를 얻을 수 있을 것으로 생각된다.

V. 결 론

본 연구의 목적은 뇌성마비 환자의 족저굴곡근 경련감소를 위하여 실시되었다. 본 연구의 대상자는 2001년 6월 29일부터 7월 27일까지 대구시내 지체부자유아 특수학교 1개학교 재학생 중 뇌성마비로 인한 족저굴곡근 경직이 있는 환자 8명을 대상으로 하였다. 실험군의 치료전과 치료기간에 따른 경직감소효과 그리고 치료후 경과관찰에 따른 효과를 알아보고 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 치료 전 MAS 평균점수가 3.25에서 10회 치료 후 2.5, 20회 치료 후 1.38, 경과 관찰 후 1.25로 감소하여 치료 10회, 20회, 경과관찰 후에 통계적으로 유의한 감소가 있었다($p < 0.05$).

2. 치료회수가 증가함에 따라 그에 비례하여 MAS 평균점수가 낮아지는 양상을 나타내었는데, 특히 20회에서 급격하게 MAS평균점수가 낮아지는 것을 관찰할 수 있었다.

3. 경과관찰결과는 치료를 실시한 후 지속적으로 MAS평균점수가 낮은 상태로 유지되는 것이 관찰되었다.

VI. 참고 문헌

- 김혜원: 경직성 편마비환자에게서 전기자극 치료가 경직에 미치는 영향, *대한재활의학회지*, 24(4), 631-636, 2000
- 김재윤: 원적외선의 발전사와 물리치료적용례에 대한 연구, *대한물리치료학회*, 13(1), 2001
- 박래준: 전기자극이 흰쥐의 정상 가자미근 형태에 미치는 영향, *대한물리치료학회지*, 6(1), 61-69, 1994
- 박래준: 전기자극이 개구리 뒷다리 부종형성이 미치는 영향, *대한물리치료학회지* 7(1), 1-8, 1995
- 배성수, 주민 :뇌성마비아의 출생 특성에 관한 연구, *대한물리치료사 학회지*, 9(2), 51-58, 1998
- 한태륜, 김진호, 전민호, 김상범: 편마비 환자에서의 경직의 평가, *대한재활의학회지*, 17(1), 18-25, 1983
- Alfieri, V. : Electrical treatment of spasticity. *Scand Rehabil Med*, 14, 177-182, 1982
- Bajd, T., & Bowman, B. : Testing and Modelling of spasticity. *J Biomed Eng*, 4, 90-96, 1985
- Bajd, T., Gregoric, M., Vodovnik, L., & Benko, H. : Electrical stimulation in treating spasticity resulting from spinal cord. *Arch Phys Med Rehabil*, 66, 515-517, 1985
- Baker, L. L., Wilson, D., & Waers, R. L.: Electrical stimulation of wrist and fingers for hemiplegic patients. *Phys Ther*, 9(12), 1495-1499, 1979
- Bishop, B.: Vibratory Stimulation. Part II. Vibratory Stimulation as an Evaluation Tool. *Phys Ther*, 55, 28-34. 1975.
- Bishop, B.: Vibratory Stimulation III. Possible Applications of Vibration in Treatment of Motor Dysfunctions. *Phys Ther*, 55, 139-143, 1977
- Bowman, B., & Bajd, T.: Influence of electrical stimulation on

- skeletal muscle spasticity. *In proceedings of the international Yugoslav committee for electronics and automation*, 561-576, 1981
- Bohannon, R. W. : Variability and Reliability of the Pendulum the for Spasticity Using a Cybex II Isokinetic Dynamometer. *Phys Ther*, 67, 659-661, 1987
- Buchwald, J. A., Halas, E. S., & Sharman, S.: Progressive change in efferent unit responses to repeated cutaneous stimulation in spinal cats. *J Neurophysiol*, 29, 200-215, 1965
- Crothers B. &Paine R. S.: The natural history of cerebral palsy. *Harvard University Press. Combridge*, 174, 1959
- Davidoff, R. A.: Antispasticity drugs : Mechanism of action. *Ann Neuro* 17(2), 107-116, 1985
- Deaver, G. G.: Cerebral palsy methods of evaluation and treatment. The institute of rehabilitation medicine. *New York university medical center. New York*. 3-7, 1967
- Dimitrijevic, M. R., & Nathan, P. W. : Studies of spasticity in man. 4. Changes in flexion reflex with repetitive cutaneous stimulation in spinal man. *Brain*, 93, 743-768, 1970
- Dooley, D. M., & Kasprak, M. : Modification of blood flow to the extremity by electrical stimulation of the nervous system. *South Med J*, 69, 1309-1311, 1976
- Dever, Z., & Panturin, E.: Measurement of spasticity and associated reactions in stroke patients before and after physiotherapeutic intervention. *Clin Rehabil*. 7, 15-21, 1993
- Godfrey, C. M., Jayawardena, H., & Quance, T. A.: Comparison of electro stimulation and isometric exercise in strengthening the quadriceps muscle. *Phys Ther*, 31, 365-367, 1979
- Gould, N., Donnemeyer, D., & Pope M.: Cutaneous muscle stimulation as a method to retard disuse atrophy. *Clin Orthop*, 164, 215-220, 1982
- Johnston, M.: *Restoration of Motor Function in the Stroke Patients*. New York, NY, Chrchill Livingstone Inc, 61-70, 1987.
- Katz, R. T., & Rymer, W. Z.: Spastic hypertonia: mechanism and measurement. *Arch Phys Med Rehabil*. 70, 144-155, 1989

- Kenshalo, D., & Thomas, C. C. :
The Skin Senses. Springfield, IL, Publisher, 401, 1968
- Laughun, R. K., Youdas, J. W., & Garrett, T. R.: Strength changes in the normal quadriceps femoris muscle as a result of electrical stimulation. *Phys Ther*, 63, 494-499, 1983.
- Lee, W. J., McGovern, J. P., & Duvall, E. N. : Cutaneous tetanizing current for relief of spasm. *Arch Phys Med Rehabil*, 31, 766-771, 1950
- Levitt, S.: Physiotherapy in cerebral palsy today. *Physical therapy review*, 35(8), 430-437. 1953
- Levine, M. G., Knott, M., & Kabat, H.: Relaxation of spasticity by electrical stimulation of antagonist muscles. *Arch Phys Med Rehabil*, 33, 668-673, 1952
- Liberson, W. T. : Experiment concening reciprocal inhibition of antagonists elicited by electrical stimulation of agonists in a normal individuals. *Am J Phys Med*, 44, 306-308, 1975
- Mooney, V., Wileman, E., & Mcneal, D. R. : Stimulator reduces spastic activity. *JAMA* 207 , 2199-2200, 1969
- Munsat, T. L., McNeal, D. R., & Waters, R. L. : Preliminary observations on prolonged stimulation of peripheral nerve in man: Recent advances in myology. in: *Proceedings of the third international congress on muscle disuse*. Newcasyle-upon-Tyne, Funland, 42-50, 1974.
- O'Sullivan, S. B., & Schmitz, T. J.: *Physical Rehabilitation : Assessment and Treatment*. 2nds, F. A. Davis Company. 1988
- Park, J. H.: Association beetween reduction in neonatal mortality rate and changes in sociodemographic factors in Baltimore city between 1960 and 1970. *Doctroral thesis Johns Hopkins university, Baltimore*, 9-31, 1949
- Pansky, B., Allen, D. J., & Budd, G. C. : *Review of neuroscience*. Macmillan publishing company, 404-419, 1988

- Perlstein, M. A.: Medical aspects of cerebral palsy. *Nervous child*, 8, 125-151, 1949
- Robinson, C. J., Kett, N. A., & Bolam, J. M.: Spasticity in spinal cord injured patients: 2 initial measures and long-term effects of surface stimulation. *Arch Phys Med Rehabil*, 69, 862-868, 1988
- Rood M: *The Use of Sensory Receptor to Activate, Facilitate, and Inhibit Motor Response, Autonomic and Somatic Developmental Sequence*. Wm C Brown, 26-37, 1962
- Twist D. J.: Effects of a Wrapping Technique on Passive Range of Motion in a Spastic Upper Extremity. *Phys Ther*, 65, 299-304, 1985
- Urbscheit N., Johnston R. & Bishop B. : Effects of Cooling on the Ankle Jerk and H-Response in Hemiplegic Patients. *Phys Ther*, 51, 983-988, 1971
- Vodovnik, L., Bowman, B. R., & Hufford, P. : Effects of electrical stimulation on spinal spasticity. *Scand J Rehabil Med*, 16, 29-34, 1984
- Wolf, S., & Binder-Macleod, S. A.: Electromyographic Biofeedback Applications to the Hemiplegic Patient. *Phys Ther*, 63, 1404-1413. 1983
- Wolf, S. L.: Electromyographic Biofeedback Applications to Stroke Patients. *Phys Ther*, 63, 1445-1448, 1983

<부록 1> 경직평가를 위한 수정된 Ashworth 척도

등급	설 명
0	수동운동시 근긴장이 전혀 증가되지 않은 상태
1	환측관절을 굴곡 신전시, 관절가동영역의 끝부분에서 최소한의 저항이 느껴졌다가 없어지는 상태
2	환측관절을 굴곡 신전시, 관절가동범위의 1/2이하에서 끝까지 저항이 약간 증가하는 상태
3	환측관절을 움직일 때, 관절가동범위 전체에 걸쳐서 현저하게 저항이 증가하는 상태지만 움직임은 쉽게 가능한 상태
4	현저한 근긴장의 증가로 수동운동이 어려운 상태
5	환측관절은 굴곡 신전시 강직을 느끼는 상태