

기능적 전기 자극이 뇌성마비아의 앉은 자세 균형에 미치는 효과

대구대학교 재활과학대학 물리치료과
박 래 준
대구대학교 재활과학대학원 물리치료전공
오 정 립

The Effect of Functional Electrical Stimulation on Sitting Balance in Cerebral Palsy

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

Department of Physical Therapy, Collage of Rehabilitation, Daegu university

Oh, Jung-lim P.T.

Department of Physical Therapy, Graduate School of Rehabilitation, Daegu university

<Abstract>

The purpose of this study was to investigate the effect of functional electrical stimulation(FES) on sitting balance in child with cerebral palsy. Four cerebral palsy children were selected for this study. Functional electrical stimulation(FES) was applied to subject's abdominal muscle and electrospine muscle. Assessment was carried out before treatment for obtain baseline measurement of sitting balance and reassessment were carried out after treatment.

The obtain results are as folllows.

1. The result of this study were following that maximum perturbation area was significantly reduced after treatment compared with pre-treatment.
- 2.The result of this study were following that maximum perturbation velocity was significantly reduced after treatment compared with pre-treatment.

I. 서론

뇌성 마비는 미성숙한 뇌의 결손이나 병변으로 나타나는 운동이나 자세의 기능 장애를 주증상으로 하는 비진행성 질환이다(Levine 1980). Little이 1886년에 난산으로 발생한 63명의 유아 신경손상 증상에 대해 처음 보고한 이래 원인, 진단, 치료에 대한 연구가 계속되고 있다. 뇌성 마비는 비진행성 중추성 질환으로 운동과 감각장애를 초래하며 근육의 마비, 약중 협응 운동 장애 등으로 말미암아 발달이 지체되어 운동 발달이 적절한 시기에 일어나지 못하는 증후군으로 정신 지체, 시각장

* 이 논문은 2002학년도 대구대학교 연구비 일부 지원에 의한 논문임

에, 언어장애, 지각장애, 정서 장애, 경기 등을 수반 하는 경우가 있다(Bobath, 1966; 배성수와 주민, 1998). 뇌성마비의 발생 빈도는 보고자마다 다르게 나타나나, 우리나라의 경우 전체 인구의 0.2%~1.2%로 뇌성마비로 진단되어지고 있으며, 1996년도의 조사에 의하면 뇌성마비아는 약 20,000~30,000명 이상이라고 추정 할 수 있다(홍창의, 1993; 서울 장애인 복지관, 1988).

뇌성 마비의 특징적인 양상은 뇌의 병변으로 인해 과긴장이 나타나고, 정상 수준의 상호 신경 지배 대신 비정상적인 편위가 나타남으로써 정상적인 자세 조절을 할 수 없게 된다. 이러한 과긴장은 경직성 또는 간헐성 경축 양상으로 나타난다(Bobath 1980). 뇌성마비 아동에게 경직처럼 약중도 중추신경계의 한 증후이고, 일차적인 원인은 아니지만 운동 기능 부전에 영향을 미치는 요소라고 할 수 있다(Diane & Kelly, 1995). 체간 근육의 약화는 뇌성마비아의 체간의 안정성을 소실시킴으로서 뇌성마비아의 앉은 자세 균형의 자세 조절을 어렵게 한다. 체간 근육의 활동은 골반 움직임과 하지의 움직임에 주된 역할을 하며 요추의 안정성을 유지하는 필수적인 요소이다(Hodges, 1997) 그러므로 체간 근육 강화는 요추의 안정성을 가져오므로 보다 쉽게 상지를 활용할 수 있으며 골반을 바른 자세로 고정 시킴으로 앉은 자세 균형을 좋게 하고, 학습 상황을 개선 시킬 수 있다.

기능적 전기 자극(Functional Electrical Stimulation, FES)은 신경근 전기 자극의 형태로 중추성 환자에 운동 신경원이 살아있는 근육을 순차적으로 자극하여 특정한 움직임을 촉진하는 전기 치료의 한 분야이다. 1961년 Liberson이 편마비 환자 보행시 족하수의 치료를 위하여 FES를 처음 시행한 이후 척수 손상, 두부 외상, 뇌졸중, 뇌성마비등 중추신경계의 손상으로 인하여 마비된 부위의 운동 기능을 FES로 대체하거나, 회복시키기 위한 연구가 많이 이루어지고 있다. 박동식 등(1995)은 FES는 척수 손상으로 인한 하반신 마비 환자가 서거나 걷는 동작같이 지체의 움직임이나 기능의 복원을 도모하며, 치료적으로 사용될 경우, 근위축 방지, 약화된 근육의 강화 등 장애를 가져오는 상태가 진행되는 것을 정지시키거나 역전시키는 데 목적이 있다고 보고하였다. 또 FES를 이용한 연구에 따른 효과는 보행 기능 회복(Vodovnik L, 1981; Yarkony 등, 1992) 말초신경의 손상이 없는 환자의 근육 강화(Godfrey, 1979; Laughmun, 1983), 근력강화와 위축 방지(박래준, 1994; Gould등, 1982), 관절 가동 범위의 향상 및 유지(Backer 등 1979), 부종 감소(박래준, 1995; Dooley, 1976), 골밀도 감소의 지연(이영희등, 1996), 근 재교육(Bowman, 1981)에 이용되고 있다.

본 논문에서는 기능적 전기자극을 근력 강화를 목적으로 복직근과 척추기립근에 적용하여 학령기 뇌성마비아의 학습 상황에서 필요한 최소한의 조건인 앉은 자세 균형에 미치는 효과를 분석하고자 한다.

II. 연구 방법

1. 연구 대상

대구 시내 지체 부자유 특수학교 재학생중 뇌성마비로 인한 앉은 자세의 결함이 있는 환아를 대상으로 의사 소통이 가능하고 간질이 없으며, 다른 운동 프로그램에 참여하지 않은 환아로 제한 하였다. 남자 3명 여자 1명, 총4명을 대상으로 실시하였다.

2. 실험 기간

실험 기간은 2002년 10월 14일부터 11월 8일 까지 4주간 주중 3회 실시하였다.

3. 실험도구 및 방법

1) 측정 도구

체간 근육에 기능적 전기 자극 치료기 Neuromuscular Stimulation System(Models 6800s, USA)를 적용하며, 실험 전후에 앉은 자세의 균형을 측정하기 위해 영국의 SMS Healthcare사에서 제작되어 단일표본 사례측정(single-case experimental design)을 통해 타당도와 신뢰도가 검증된(Sackley와 Baguley, 1993), BPM(balance performance monitor) Dataprint Software Version 5.3을 사용하였다.

2) 실험 및 측정 방법

실험 방법은 실험 대상자의 복직근과 척추기립근에 표면 전극을 붙이고 기능적 전기 자극을 제공하였다. 환아는 등받이가 없는 의자에 앉은 자세에서 편안한 자세로 임하게 하였다. 파형은 단상 파형으로, 치료 강도는 25-40mA 정도로 환자가 불편감을 느끼지 않을 정도로 자극하였다. 치료 시간은 20 분으로 주 3회, 4주간 실시하였다.

앉은 자세 균형의 측정방법은 BPM의 sitting board를 사용하여 앉은 자세동안의 동요거리와 최대 동요 속도를 측정하였다. 이 때의 자세는 손은 무릎위에 위치하고, 머리는 전방 15도를 향하게 한 자세에서 실시하였다. 측정은 3회 실시 하여 평균값을 구하였다.

3) 자료 분석

자료 분석은 통계처리 프로그램인 SPSS Ver 10.0 For Window를 사용하였다. 대상자의 일반적인 특성은 빈도 분석을 하였고, Paired T Test를 사용하여 실험 전후의 동요 거리과 동요 속도를 분석하였고 모든 유의 수준은 0.05로 하였다.

Ⅲ. 연구 결과

1. 연구 대상자의 일반적인 특성 및 상태

본연구의 대상자는 뇌성마비를 가지고 앉은 자세에 걸함을 가진 아동으로 대상자의 일반적인 특성은 나이의 평균 연령 11±2.44세, 평균 신장 135.75± 3.86cm, 평균 체중은 35±2.44Kg 이다(표1).

연구대상자의 성별은 남아 3명, 여아 1명이며, 뇌성마비의 원인으로서는 뇌손상이 50%, 출산시 산소 부족이 25%, 기타 25% 이다. 마비 유형으로는 경직성 양마비가 3명, 사지 마비가 1명이였다. 이동 유형은 부분 독립 보행 2명, 휠체어 사용이 2명이였다(표2).

<표 1> 대상자의 일반적인 특성

대상자	나이 평균±표준 편차	신장 평균±표준 편차	체중 평균±표준 편차	
실험군	4	11±2.44(세)	135.75± 3.86(cm)	35±2.44(Kg)

<표 2> 대상자의 성별 및 원인, 마비유형, 보행 유형

구분	수	
성 별	남	3
	여	1
	합계	4
원인	뇌손상	2
	산소 부족	1
	기타	1
	합계	4
마비유형	경직성 양마비	3
	경직성 사지마비	1
	합계	4
이동 유형	부분 독립 보행	2
	휠체어 이동	2
	합계	4

2. 실험 전·후의 최대 동요 거리의 변화

실험 전 동요거리의 평균은 184.27mm이고, 실험 후 동요거리는 141.61mm으로 나타났다. 실험 전·후의 동요거리 값을 이용하여 paired t - test 로 검증 한 결과 동요거리의 변화는 <표 3>과 같으며, 실험 전 동요거리와 실험 후 동요거리는 유의하게 감소하였다(표3).

<표 3> 실험 전·후의 동요 거리 변화

	Difference Mean ± SD	t	P
동요 거리	42.66±16.26	5.246	0.013

3. 실험 전·후의 최대 동요 속도의 변화

실험 전 동요속도의 평균은 28.81mm/s이고, 실험 후 동요속도는 22.97mm/s로 나타났다. 실험 전·후 동요 속도 값을 이용하여 paired t - test 로 검증 한 결과 동요속도의 변화는 <표 4>과 같으며, 실험 전 동요속도와 실험 후 동요속도는 유의하게 감소하였다(표4).

<표 4> 실험 전·후의 동요 속도 변화

	Difference Mean \pm SD	t	P
동요 속도	5.84 \pm 2.82	4.144	0.026

IV. 고찰

뇌성 마비는 미성숙 뇌의 진행 하지 않는 병변으로 인하여 발생한 운동과 자세의 지속적인 장애로 운동뿐만이 아니라 감각의 장애도 포함한다. 뇌성 마비의 일반적인 행동 특징으로 운동 제어와 자세 조절이 매우 불안정 하다는 것이다. 이러한 비정상적인 운동 유형에 대한 공통적인 요소는 신체의 협응과 동작의 조절능력과 균형의 결여이다(허정식과 박병립 1997). 앉은 자세 균형 능력은 일상생활의 가장 기초가 되며, 이러한 능력은 걷는 것과 같은 또 다른 생명 유지 활동을 가능 하게 한다. 따라서 앉은 자세를 유지 할 수 없는 경우 일상 생활에 장애가 더 심각할 뿐만이 아니라 주위 환경이나 생활 반경에도 많은 제한을 가져오게 된다. 이러한 앉은 자세 균형을 개선하는데 도움을 주는 방법으로 균형판 훈련, 체간근 근력 강화 등이 있다(박은숙 등 2000). 신화경과 정보인(2001)은 강직성 뇌성 마비 아동의 정적 동적 기립 균형 향상에 기능적 근력 강화 운동이 효과적임을 보고하였다.

기능적 전기 자극이라 함은 더 이상 자발적으로 제어하지 못하게 된 근육, 즉 상부 운동 신경원은 손상되었으나 하부 운동 신경원은 보존 되어 있는 근육에 전기 자극을 가하여 근육 수축을 유발하고 이를 통하여 움직임 만들어 내는 행위이다(강곤 1995). Handa와 Hoshimiya는 기능적 전기 자극이란 마비된 근을 지배하는 신경의 운동점에 외부의 자극기로부터 유사한 전기 자극을 가하여 근을 수축시키는 방법으로 정의 하며, 치료적으로 전기 자극을 사용한 경우는 치료적 전기 자극(therapeutic electrical stimulation)이라 하였다. 그러나 최근의 연구들에서 기능적 전기 자극이라는 용어에 치료적 전기자극을 포함 시켜 좀더 포괄적인 의미로 사용하고 있다. FES의 작용기전으로 첫째, 운동 신경을 직접 자극하여 근육을 수축시키고, 둘째 구심성 자극으로 경직성을 감소시키며, 셋째 관절과 근육으로부터 구심

성 입역, 피부 감각, 시각적 인지등의 구심성 정보를 보내며, 넷째 주로 제 2형 근섬유를 수축 시키는 것이다. Castle(1979)는 뇌성마비의 근육에 대해 선택적인 근섬유의 위축을 보고하였다. 전기 자극은 제 1형 섬유 보다 자극 역치가 낮은 제 2형 섬유를 활성화 화시키기 때문에 특히 뇌성 마비 환자에게 효과적일 수 있다.

하지에 기능적 전기 자극의 적용은 주로 보행을 가능케 하는 목적을 갖고 있으며, 강한 근육 수축을 유도하여 체중 부하를 견디게 한다. 상지에서 기능적 전기 자극의 적용은 손과 손목의 움직임을 제어하여 미세한 동작을 가능하게 하고 하지와는 다른 측면으로 적용되었다. 편마비 환자의 상지 기능 향상이나 견관절 아탈구를 방지할 목적으로 상지에서의 기능적 전기 자극의 접근은 이루어 졌다. 이영희(2001)는 기능적 전기 자극의 임상 적용은 상지 하지 운동 재교육, 호흡, 배뇨에 도움을 준다고 하였으며, 이재호(1995)는 기능적 전기자극의 적용방법을 근력 강화 운동, 서기, 일어서기, 서있기, 앉기, 걷기등의 활동 시에 사용할 수 있다고 보고하였다. 체간에 대한 기능적 전기 자극의 접근은 이준하와 호시야마(1990)가 기능적 전기 자극을 체간 제어의 목적으로 적용하여 체위 변환에 관해 보고한 연구가 있다. 본 연구에서는 기능적 전기 자극을 체간근에 적용하여, 뇌성 마비아의 앉은 자세 균형에 있어 최대 동요 거리와 동요 속도에서 증진이 관찰되었음을 알 수 있었다. 앉은 자세 균형은 뇌성 마비 아동이 학습 상황에서 가장 많이 필요한 운동 능력의 하나로 앉은 자세의 균형이 좋아 지면 뇌성마비아의 일상생활의 질에 더 많은 도움이 되리라 생각된다. 그러나 본 연구의 경우 증례가 많지 않고 치료 종료 후의 추적관찰을 행하지 않아 치료 효과의 지속 여부에 관해 알 수 없으므로 치료 종료 후의 보완 연구가 필요 할 것으로 생각 된다.

V. 결론

본 연구는 뇌성마비를 가진 학령기 아동을 대상으로 기능적 전기 자극을 복직근에 적용하여 앉은 자세의 균형을 향상을 관찰하기 위하여 수행되었다. 본 연구의 대상자는 대구시내 지체부자유 특수 학교에 재학하는 학생으로 뇌성마비를 가지고 앉은 자세 결함을 가지는 환아 4명을 대상으로 하였다. 실험군의 치료 전과 치료 후의 앉은 자세에서의 최대동요 속도와 최대 동요 면적을 알아보고 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 앉은 자세 균형 수행력을 알아보기 위해 앉은 자세의 최대 동요 면적의 사전 검사와 사후 검사는 유의한 차이가 있었다.
2. 앉은 자세 균형 수행력을 알아보기 위해 앉은 자세의 최대 동요 속도의 사전 검사와 사후 검사는 유의한 차이가 있었다.

결론적으로 학령기 뇌성 마비 아동의 체간근에 제공된 기능적 전기 자극은 앉은 자세 균형 수행에 효과가 있을 것으로 사료된다.

<참고 문헌>

강곤 역, A Kralj, T Bajd 저 : 기능적 전기자극. 여문각 1995.

김세주 : 뇌성 마비 . 대한 재활의학회지 24(5) 809-816 2000.

김연의 김남균 차은중 김형일 서정환 신용일 이경무 : 균형 장애 환자에서 자세 균형 제어력의 정량적 평가. 대한 재활의학회지 21(1) 45-54 1997.

조미애 박창일 박은숙 김성원 김용욱 : 위험 인자를 지닌 신생아에서의 뇌성마비 발생 빈도. 대한 재활의학회지 21(6) 1068-1075 1997.

이영희: 기능 회복을 위한 전기 자극. 대한재활의학회지 25(1) 1-11 2001.

이영희 원남희 박준성 박노옥 : 기능적 전기자극이 마비된 하지의 골조직에 미치는 영향. 대한재활의학회지 19(4) 694-699, 1995.

이재호 : 기능적 전기 자극 : 한국 전문 물리치료 학회지 2(2) 85-97 1995.

이청기 강안기 박현 김중철 이삼철 : 전기 자극 치료가 인체에 미치는 영향- 전기 생리학적 평가. 대한재활의학회지 17(2) 235-243 1993.

박동식 이석재 주민철 박병림 김상수 : 편마비 환자의 상지기능을 위한 기능적 전기 자극적용 1례. 대한재활의학회지 19(3) 547-552 1995.

박래준 : 전기 자극이 개구리 뒷다리의 부종 형성에 미치는 영향. 대한 물리치료 학회지 7(1) 1-8 1995.

박은숙 박창일 김덕용 이홍재 성연재 김종연 : 경직성 뇌성 마비 환자의 앉은 자세에서 일어서는 동작의 동작 분석. 대한 재활의학회지 24(6) 1061-1069 2000.

배성수 주민 : 뇌성마비아의 출생 특성에 관한 연구. 대한 물리치료사학회지 9(2) 51-58 1998.

김찬문. : 뇌성마비와 정서. 행동장애 아동 부모의 복지 욕구 비교. 미간행 석사학위 청구논문 연세대학교 보건 대학원. 1996

신화경 정보인: 기능적 근력 강화 운동이 뇌성마비 아동의 기립 균형에 미치는 영

향. 한국 전문 물리치료학회 8(3) 97-105 2001.

서울 장애인 종합복지관. 뇌성마비아동의 치료와 교육. 서울 : 광영 문화사.1988.

이준하, 호시야마 : 기능적 전기자극에 의한 체간제어의 기초적인 연구. The Yeungnam Univ. Med J 7 (2) 103-108 1990.

한태륜 김진호 백남중 임석진 고경록 김희찬 : 상지의 기능적 전기 자극에 있어 이상적인 전류 파형에 대한 연구. 대한 재활의학회지 24(3) 492-501 2000.

홍창의. 소아과학. 서울: 대한 교과서 주식회사.1993.

허정식 박병립 : 뇌성마비 아동의 신체 협응과 운동 타이밍 제어능력에 관한 연구 1-32 1997.

Abdel-Moty E, Fishbain DA, Goldberg M, Cutler R, Zaki AM, Khalil TM, Peppard T, Rosomoff RS, Rosemoff HL : Functional electrical stimulation treatment of postradiculopathy associated muscle weakness. Arch Phys Med Rehab 75:680-686, 1994.

Albert A, AndreJM : State of the art of functional electrical stimulation in france Int Rehabil Med 6 13-18 1984.

Baker LL, Wilson D, Waers RL.: Electrical stimulation of wrist and fingers for hemiplegic patients. Phys Ther, 9(12), 1495-1499. 1979.

Basmajian JV, Golland CA, Brandstster ME, Swanson LR, Trotter JE : EMG feedback treatment of upper limb in hemiplegic stroke patients: Arch Phys Med Rehab 63: 613-616 1982.

Bobath K. : The motor deficit in patient with cerebral palsy, Clinics in Dev Med Series, 2-3. 1966.

Bobath, K : A neurological basis for the treatment of cerebral palsy. 2nd Philadelphia : B Lippincott 37-41, 57-66 1980.

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.

Diane L Damiano & Luke E Kelly (1995) : Effects of quadriceps femoris muscle strengthening on crouch gait in children with spastic diplegia. *Physical Therapy* 75(8) 658-667

Dooley DM, Kasprak M : Modification of blood flow to the extremity by electrical stimulation of the nervous system. *South Med J*, 69, 1309-1311.1976.

Gould N, Donnemeyer D, Pope M, et al : Cutaneous muscle stimulation as a method to retard disuse atrophy. *Clin Orthop*, 164: 215-220. 1982.

Godfrey CM, Jayawardena H, Quance TA, et al. : Comparison of electrostimulation and isometric exercise in strengthening the quadriceps muscle. *Phys Ther*, 31 : 365-367. 1979.

Hodges P W , Richardson C A : Contraction of the abdominal muscle associated with movement the lower limb. *Phys Ter*. 77(2) 132-142 discussion 142-4 1997.

Hosiyama N, Naito A, Yajima Honda Y : A Multichannel FES system for the restoration of motor function in high spinal cord injury patient. *IEEE Trans Biomed Eng* 36 745-760 1989.

Lavitt, S.: Physiotherapy in cerebral palsy today. *Physical therapy review*, 35(8). 430-437 1953.

Laughun RK, Youdas JW, Garrett TR, et al. Strength changes in the normal quadriceps femoris muscle as a result of electrical stimulation. *Phys Ther*, 63: 494-499. 1983.

Levine MS : Cerebral palsy diagnosis in children over age 1 year: standard criteria. *Arch Phys Med Rehabil*. 61 385-389. 1980.

Liberson WT, Holmquest HJ, Scot D, Dow M : Functional electrotherapy : stimulation of peroneal nerve synchronized with swing phase of gait of

hemiplegic patients Arch Phys Med Rehab 42: 101-105 1961.

Little AJ : On influence of abdominal paturation, difficult labour, premature birth and asphyxia neonatorum: on the mental and physical condition of the child, especially in relation to deformities. Trans Obstet Soc London 1982. Cerebral Palsy Bulletin 14 61-65 1965.

Sackley, C.M., & Baguley, B.I. Visual feedback after stroke with the balance performance monitor: Two single case studies. Clinical rehabilitation, 7, 189-195. 1993.

Yarkony, G M., Roth E J., Cybulski G I., Jaeger R J. : Neuromuscular stimulation in spinal cord injury II: Prevention of secondary complications. Arch Phys Med Rehabili. 73. 195-299. 1992

Vodovnik L, Bowman BR, Hufford P Effects of electrical stimulation on spinal spasticity. Scand J Rehabil Med; 16: 29-34. 1984.