

기능적 전기자극 동안의 과제훈련이 뇌졸중 환자의 상지기능에 미치는 영향

유두한*, 이재신**, 전병진**, 김수경**

*전북대학교병원 작업치료실

**건양대학교 작업치료학과

국문초록

목적 : 본 연구는 기능적 전기자극 동안의 과제훈련이 뇌졸중 환자의 상지기능에 미치는 영향을 평가하고, 회귀분석을 통해 인과관계에 따른 설명력을 확인하고자 한다.

연구방법 : 뇌졸중으로 인한 편마비 환자 39명을 대상으로 중재방법에 따라 세 그룹으로 나누어 비교하였다. 15명의 실험군은 기능적 전기자극 동안에 과제훈련을 실시하였고, 13명의 대조군 I 은 기능적 전기자극만을 실시하였으며, 11명의 대조군 II는 과제훈련만을 실시하였다. 6주 후에 분산분석을 통해 세 그룹 간에 손의 근력과 상지의 기능, 운동 활동 지표와 일상생활활동에서 평균변화량의 차이를 각각 비교하였다. 그리고 영역별 결과에서 상지기능의 향상에 대한 잠재적인 변인들과의 상관관계를 분석하고, 회귀분석을 통해 상지기능에 영향을 주는 요소의 인과관계를 분석하였다.

결과 : 연구 결과 손의 근력과 상지 기능, 운동 활동 지표에서 세 그룹 간에 유의한 차이를 확인하였고, 기능적 전기자극 동안에 과제훈련을 실시한 실험군에서 통계적으로 유의한 향상을 보였다($p < .05$). 이러한 긍정적인 결과에서 나타난 각 요소들은 상호간에 높은 상관관계를 보였으며, 변수간의 인과성을 확인하기 위한 위계적 중다회귀분석 결과, 모형 1에서는 근력($R^2 = .17$), 모형 2에서는 움직임의 질($R^2 = .28$), 모형 3에서는 움직임의 질과 실험군 중재법($R^2 = .37$)이 유의한 설명력을 보였다. 운동 활동 지표 중 움직임의 질과 실험군에서 실시한 중재 방법이 상지 기능에 가장 영향력 있는 변수로 나타났고, 상지기능의 회복을 위해 기능적 전기자극 동안의 과제훈련에 대한 중요성을 입증하였다.

결론 : 기능적 전기자극 동안에 과제훈련을 실시한 실험군은 대조군 I, II보다 손의 근력과 상지기능, 운동 활동 지표에서 더 긍정적인 효과를 보였다. 또한 움직임의 질과 기능적 전기자극 동안의 과제훈련이 상지기능 향상을 위한 높은 설명력을 보였다. 따라서 뇌졸중 환자의 상지기능 향상을 위하여 기능적 전기자극 동안에 능동적이고 반복적인 과제훈련 적용이 작업치료사에 의해서 활발하게 이루어져야 할 것이다.

주제어 : 과제훈련, 기능적 전기자극, 뇌졸중, 상지기능

I. 서 론

뇌졸중은 뇌혈관의 이상으로 뇌기능에 국소적인 장애가 발생하여 의식장애와 감각장애, 운동장애, 언어장애 그

리고 인지장애 등의 복합적인 형태의 신경학적 증상을 보이는 질환이다(김진호와 한태륜, 2004; 박창일과 문재호, 2007). 뇌졸중은 경고 없이 급작스럽게 발생하는 경우가 많고, 빠른 시간 내에 적절한 처치가 이루어지지 않을 경

교신저자 : 이재신(jaeshin@konyang.ac.kr)

*본 논문은 석사학위논문임

|| 접수일: 2011. 04. 30 || 심사일: 2011. 5. 12

|| 게재승인일: 2011. 11. 10

우 영구적인 신경학적 장애를 남기거나 사망에 이를 수 있다. 고령화 사회에서 뇌졸중의 발병은 계속 증가하고 있으며, 의학기술의 발달로 환자의 생존 가능성이 높아지면서 뇌졸중으로 인한 기능장애의 회복은 재활치료를 통해 해결해야 할 중요한 과제가 되었다(Flick, 1999).

뇌졸중 환자의 5~20%는 완전한 기능 회복을 보이는 것으로 보고되고 있지만, 대부분의 경우에는 후유장애를 유발할 수 있어 재활을 통한 중재가 필요하다(Nakayama, Jorgensen, Raaschou, & Olsen, 1994). 뇌졸중 환자의 기능을 회복하기 위한 치료로는 신장운동이나 근력강화운동과 같은 보존적 치료와 신경발달학적 치료(Bobath, 1959), Brunnstrom의 협력작용을 이용한 치료(Brunnstrom, 1970), 고유수용성 신경근 촉진법(Knott & Voss, 1968), 감각운동통합(Flanagan, 1967), 근전도 생체피드백(Biofeedback) 방법(Basmajian, Gowland, Brandstater, Swanson, & Trotter, 1982)과 건측제한 운동치료(Constraint-induced movement therapy, CIMT) 방법(Taub, Miller, & Berman, 1993), 보조기(Langlois, Pederson, & Mackinnon, 1991) 등의 방법들이 널리 사용되고 있다.

최근에는 의료공학의 발달로 재활분야에서 뇌졸중 환자를 대상으로 한 전기자극 연구가 활발히 진행되고 있다. 전기자극은 마비된 근육의 운동을 수동적으로 수행시키기 위해 각 동작에 대한 외부의 명령을 마비근육의 지배신경에 전달하여 근육을 수축시키는 방법으로 사용된다(박규현, 김선규, 정현애와 박래준, 2001). 이러한 전기자극은 상위운동신경원의 기능장애로 인해 마비된 근육에 전기자극을 통한 근수축을 유발하여 기능적으로 유용한 동작을 만들기 때문에 근위축을 방지하고 기능장애를 개선하는데 효과가 있다(김지연, 2002; 엄광문, 강곤과 이정환, 2003). 또한 경직의 감소와 근력 증가, 관절운동범위의 증진 및 수의적 움직임을 위한 운동조절의 효과가 알려져 왔다(Chantraine, Baribeault, Uebelhart, & Gremion, 1999).

기능적 전기자극은 뇌졸중이나 다발성 경화증 혹은 척수손상 환자 등의 중추신경계 손상환자들에게 보행개선과 하지근력 강화를 위해 주로 사용되어 왔다(Rushton, 2003; Wilder, Wind, Jones, Crider, & Edlich, 2002). 상지의 기능적 전기자극의 사용은 어깨관절 아탈구의 진행을 방지하거나 펴근의 움직임을 통한 단순한 동작을 적용하여 구축의 예방 및 아탈구의 유의한 감소를 보고한 연구

들이 있었다(Baker & Parker, 1986; Faghri et al., 1994). 하지만 현재 이루어지고 있는 재활치료에 비해 기능적 전기자극은 새롭고 효과적으로 적용될 수 있다(박규현 등, 2001). 기능적 전기자극은 뇌졸중 환자에게 환측 상지의 활동적인 움직임을 가능하게 하기 때문에, 전기자극 동안에 이루어지는 과제훈련은 상지회복을 위한 치료적인 중재로 유용하게 사용할 수 있다. 또한 임상적으로 기능적 전기자극은 상지의 운동조절 향상을 위해 일상생활의 과제와 함께 사용될 수 있다(Francisco et al., 1998). 최근 연구에서는 기능적 전기자극 동안에 빨기와 잡기, 이동과 물체 놓기와 함께 과제훈련을 실시하는 것이 기능적 전기자극 없이 과제훈련만을 실시한 그룹보다 더 유의한 상지의 회복을 보였다(김지연, 2002; 이민영, 2006; Alan, Alon, & McCarthy, 2007). 또한 과제 수행 동안에 환자의 자발적인 상지의 움직임 훈련이 기능적 전기자극과 함께 이루어질 때 상지의 기능 회복을 위한 보다 효과적인 중재임을 보고하였다(Mangold, Schuster, Keller, Zimmermann-Schlatter, & Ettin, 2009).

하지만 이전 연구에서는 기능적 전기자극 동안에 대부분 잡거나 단순한 빨기 동작의 수행이 이루어졌고, 기능적 전기자극과 함께 일상생활의 기능적 동작을 이용한 과제훈련이 적용된 연구는 부족하다. 더구나 기능적 전기자극 동안에 자발적인 움직임 훈련이 상지의 회복에 도움을 주지만 보고된 사례가 아직 미흡하고, 상지기능에 영향을 미치는 요소에 대한 보완적인 연구가 필요하다.

따라서 본 연구는 상지기능이 저하되어 일상생활활동에 어려움을 갖는 뇌졸중 편마비 환자를 대상으로 기능적 전기자극 동안에 과제훈련이 상지기능 향상에 미치는 영향을 평가하고, 회귀분석을 통해 인과관계에 따른 설명력을 확인하고자 한다.

II. 연구 방법

1. 연구 대상

본 연구는 지역의 한 대학병원 외래환자 중 뇌졸중 편마비로 진단받고, 발병 후 12개월이 경과된 39명의 환자를 대상으로 하였다. 연구에 참여한 환자의 선정기준은 Alan 등(2007)의 연구를 참고하였으며, 다음과 같다.

- 1) 환측 상지의 Manual Muscle Test(MMT)가 2등급 (poor)에서 3+등급(fair+)인 경우
- 2) 환측 상지의 동통 없이 관절가동범위의 운동 수행이 가능한 경우
- 3) 지시에 적절히 반응하고, Motor-free Visual Perception(MVPT) 판별 결과 편측무시를 보이지 않는 경우
- 4) 환측 상지의 경직이 Modified Ashworth Scale (MAS)로 1등급 이상인 경우
- 5) 재발이 없었던 경우

연구 대상자는 위의 선정 기준을 충족한 경우로 하였고, 전기자극 부위에 심한 피부병이나 심혈관 질환이 있었거나 간질의 기왕력 등으로 전기자극 치료의 금기 사항을 가진 경우는 제외하였다(Mangold et al., 2009). 연구 대상자들은 실험 전에 연구의 목적과 방법에 대하여 충분히 설명한 후 자발적인 동의를 한 자로 하였다. 연령과 성별에 따른 대상자간 차이를 통제하기 위해 짝짓기 설계(matched pairs design)로 45명의 환자를 순차적으로 세 그룹에 나누어 배치하였다. 대상자들 중 대조군 6명은 건강상태의 변화와 정기적인 참여의 어려움으로 실험에서 제외되었다.

연구 대상자들의 일반적 특성은 표 1에 제시하였다. 그룹 간에는 연구 대상자들의 일반적 특성에서 유의한 차이 가 없어 동질성을 확인하였다(표 1).

2. 연구 과정

1) 예비연구

2009년 뇌졸중 편마비를 가진 20명의 입원환자를 대상으로 한 연구(유두한과 김수경, 2009)에서 기능적 전기 자극의 부착부위와 자극주기 대한 문제점을 보였다. 이에 연구자는 환자의 재활과정을 기초로 기능적인 상지의 수행을 위한 근육을 선택하여 4채널 방식의 상호 교대적인 주기의 전기자극으로 보완하여 적용하였다. 이를 바탕으로 2009년 9월부터 10월까지 6주간 본 연구의 기준 조건에 맞는 4명의 뇌졸중 편마비 환자를 대상으로 예비 실험을 실시하여 전기자극의 강도에 따른 상지의 기능적인 사용과 과제훈련을 통한 전기자극의 적용으로 보완하였다. 본 연구에서는 기능적 전기자극을 위팔세갈래근, 세모근과 앞쪽근막, 손목과 손가락 편근, 손목과 손가락 굽힘근에 4채널로 구성하여, 편근과 굽힘근에 상호 교대적인 주기의 전기자극으로 반복적인 상지의 뻗기와 잡기를 통한 기능적인 사용이 가능하도록 하였다. 전기자극은 상지에서 충분한 움직임이 나타나는 범위까지 강도를 조절하였다.

2) 연구 설계 및 기간

본 연구는 2010년 3월부터 2010년 11월까지 지역의 한 대학병원 재활의학과에서 뇌졸중이 발병한지 12개월

표 1. 연구 대상자의 일반적 특성

(단위: 명)

특성에 따른 분류		실험군 ¹⁾ (n=15)	대조군 I ²⁾ (n=13)	대조군 II ³⁾ (n=11)	전체 (n=39)	χ^2/F	p
성별	남	7	7	5	19	.03	.87
	여	8	6	6	20		
진단명	뇌경색	8	7	6	21	.23	.63
	뇌출혈	7	6	5	18		
환측부위	오른쪽	6	5	3	14	3.10	.80
	왼쪽	9	8	8	25		
연령(세)		51.33 ± 11.04	52.38 ± 10.41	51.91 ± 11.08	51.85 ± 10.57	.03	.97
발병기간(개월)		33.07 ± 20.13	36.15 ± 21.45	31.36 ± 13.03	33.62 ± 18.52	.20	.82

¹⁾ 실험군은 기능적 전기자극 동안에 과제훈련을 실시함

²⁾ 대조군 I 은 과제훈련 없이 수동적인 기능적 전기자극을 실시함

³⁾ 대조군 II는 기능적인 전기자극 없이 과제훈련만을 실시함

이 경과된 39명의 편마비 환자를 대상으로 각각 6주간 실시하였다. 기능적 전기자극 동안의 과제훈련이 상지기능에 미치는 영향을 살펴보기 위해 대상자들을 세 그룹으로 나누어 실험을 진행하였다. 각 그룹은 기능적 전기자극 동안에 과제훈련을 실시한 실험군과 과제훈련 없이 기능적 전기자극만을 실시한 대조군 I, 그리고 기능적 전기자극 없이 과제훈련만을 실시한 대조군 II로 나누었다. 세 그룹 모두에서 대상자들은 통상적인 치료 후 주 3회 30분씩 실험에 참여하였고, 6주 후에 재검사를 통해 치료 효과를 알아보았다. 실험군과 대조군 I에서 기능적 전기자극은 10분 정도의 간단한 관절운동 등의 준비운동 후에 20분간 실시하였고, 대조군 II는 30분간 과제훈련을 실시하였다. 필요할 경우 치료사의 도움과 보조를 통해 환자의 수행을 도왔다.

3. 측정 도구

본 연구는 기능적 전기자극 동안의 과제훈련이 뇌졸중 환자에게 실험 전후로 상지기능과 관련된 근력, 감각, 운동 기능, 움직임의 질과 빈도, 일상생활활동 등에 미치는 영향을 알아보기 위해 다음과 같은 검사를 실시하였다.

1) 손의 근력검사

(1) 손의 잡기(grip strength)

손의 근력 평가를 위해 잡기는 JAMAR hydraulic dynamometer[®]를 사용하여 우세손에서 비우세손의 순서로 측정하였다. 손의 잡기 근력을 평가하기 위한 자세는 어깨는 안쪽으로 모으시키고, 팔꿈치는 90°도 굽힘 상태로, 아래팔을 중립자세로 위치시켜 측정하였다. 잡기는 최대 등척성을 측정하였으며, 손잡이는 끝에서 2번째 칸에 위치시켜 대상자마다 동일하게 측정하였다. 측정값은 세 번 측정한 평균값으로 하였다(Pedretti, 1996; Trombly 1989). 통계적 편의를 위해 환자의 강직이나 이완상태로 잡기가 어려운 경우 측정값을 0으로 하였다.

(2) 손의 집기(pinch strength)

손의 집기 근력을 평가하기 위해 pinch gauge를 사용하여 측면집기(lateral pinch)와 세집집기(palmar pinch), 손끝집기(tip pinch)의 순서로 최대 등척성 집기 근력을 측

정하였다. 검사를 위한 자세와 통계적 편의를 위한 측정값은 잡기와 동일하게 하였다.

2) 체성감각평가

감각기능의 변화를 살펴보기 위해 체성감각평가를 실시하였다. 일차 체성감각으로 분별적 체성 감각계에 해당하는 입체지각(stereognosis), 고유수용성 감각(proprioception)과 이점분별력을 측정하였고(Bentzel, 1995; Dunn, 1991; Pedretti, 1996), 피부의 촉각과 압각은 Semmes-Weinstein Monofilament(Copper & Abrams, 2006)를 사용하여 측정하였다. 체성감각평가는 가리개를 이용하여 환자의 시야를 가리고 난 후 자극에 대한 반응을 확인하였다.

(1) 입체지각은 동전, 단추, 구슬, 옷핀, 클립을 환자의 손위에 올려놓고 인식된 물체의 이름을 말하거나 표현하는 방법으로 실시하였다.

(2) 고유수용성감각은 검사할 관절을 수동적으로 자세를 취해주고 반대편 상지로 같은 자세를 만들도록 하며, 자세를 모방할 수 없다면 구두로 반응할 수 있도록 하였다.

(3) 이점분별력은 원형의 Disk-criminator를 사용하여 손의 바닥면으로 손끝에서 느껴지는 두 자극의 최소 거리에 대한 표준치를 기준으로 삼아 측정하였다.

(4) Semmes-Weinstein Monofilament는 1.65~6.65의 단일 필라멘트를 피부와 수직되게 적용하여 피부면의 압각을 평가하기 위해 사용하였다. 1.65~4.08은 3회, 4.17~6.65는 1회만 적용하였고 결과 값은 필라멘트에 대한 힘의 log값을 그대로 사용하였다.

입체지각과 고유수용성감각은 반응 결과에 따라 정확한 인식(intact, 2), 불명확한 인식(impaired, 1), 전혀 인식하지 못함(absent, 0)으로 나누어 측정하였다. 이점분별력은 Disk-criminator로 손가락의 바닥면에서 손끝에 똑같은 압력을 주어 한 점 혹은 두 점으로 두 자극 사이의 거리(mm)를 측정하였다. 통계적 편의를 위해 이점분별력을 제외한 나머지 검사에서 강직이나 움직임 부족, 정확한 평가의 어려움 등으로 인해 검사를 할 수 없을 경우 측정값을 0으로 했다. 또한 이점분별력 검사에서는 위와 같은 어려움 등으로 검사를 할 수 없을 경우 측정값을 15로 했다.

3) 한글판 올프 운동 기능 검사

Korean - Wolf Motor Function Test (K-WMFT)

WMFT는 편마비 환자의 상지 운동 기능을 평가하기 위해 1989년 미국에서 개발된 도구이다. 17개 하위 항목으로 구성되어 각 동작의 수행시간과 동작의 질적인 측면을 기능적 점수로 측정하도록 되어있다. 또한 단순한 동작부터 복잡한 동작까지 다양한 과제를 포함하고 있어 상지와 손의 기능 수행을 검사하기에 적절하며, 운동 수행 능력과 수행 시간을 동시에 알아볼 수 있는 장점이 있다(Wolf, Lecraw, Barton, & Jann, 1989; Wolf et al., 2001). WMFT를 한글판으로 전환하여 검사자간 신뢰도와 검사자 내 신뢰도를 검증하기 위해 발병한지 6개월 이상 된 성인 편마비 환자 20명을 대상으로 검사를 실시하여, 검사자간 신뢰도를 평가하는 급내 상관계수는 수행시간에서 .94, 기능적 점수에서 .99로 높은 신뢰도를 보였다. 검사자 내 신뢰도는 상관계수가 수행시간에서 1.00, 기능적 점수에서 .97로 높은 신뢰도를 보였다(박창식 등, 2005). 본 연구에서는 기능 수준을 알아보기 위해 운동 수행 능력만을 측정하여 총점으로 사용하였다.

4) 운동 활동 지표 Motor Activity Log(MAL)

운동 활동 지표(MAL)는 환측 팔을 어떻게 사용하는지 알아내기 위한 반구조화된 면담 측정법으로, 검사자가 환자나 보호자를 통해 환측 상지를 얼마나, 어떻게 독립적으로 사용했는지를 알아보기 위한 30가지 일상생활활동으로 이루어져 있다(Van der Lee, Beckerman, Knol, de Vet, & Bouter, 2004). 각 활동의 수행 시 환측 상지를 사용하는 빈도(Amount of Use; AOU)와 움직임의 질(Quality of Movement; QOM)을 측정하게 된다. AOU 점수는 0점(전혀 사용하지 않음)에서 5점(발병 전 만큼 환측을 사용함)까지이며, QOM 점수는 0점(활동 시 환측을 사용할 수 없음)에서 5점(발병전과 같이 환측을 사용할 수 있음)까지 6단계 척도로 되어 있다. 각 30가지 활동 점수의 평균점수를 구하며 2.5점 미만이 환측 사용의 손상이다(Uswatte, Taub, Morris, Light, & Thompson, 2006). 본 연구에서는 실험 전과 후의 평균변화량 차이로 환측 손의 사용빈도와 움직임의 질적 변화를 살펴보았다.

5) Modified Barthel Index(MBI)

MBI는 일상생활 자립의 정도를 알아보기 위한 평가도

구로 직접적인 관찰과 면접을 통하여 식사하기, 옷입기, 몸치장하기, 목욕하기, 의자/침대에서의 이동, 화장실 사용, 걷기(혹은 의자차 사용), 계단 이용, 대/소변 조절의 10가지 영역을 평가한다. 완전독립, 약간의 도움, 중간 정도의 도움, 많은 도움, 완전 의존의 5가지로 나누어 측정하며 각 항목의 점수는 기능의 차이에 따라 다른 점수로 배분한다. 평가 결과는 각 항목의 합으로 나타내고, 완전 의존 시 0점과 완전 독립 시 100점으로 한다. 검사·재검사 신뢰도는 0.89, 검사자간 신뢰도는 .95를 보였다(Granger, Albrecht, & Hamilton, 1979). 본 연구에서는 10가지 영역을 상관계수가 높은 항목끼리 3가지 대항목으로 분류하여 일상생활의 자립정도를 비교해 보았다. 이러한 항목의 분류는 상지사용과 관련된 항목을 일원화하여 상지와 일상생활활동의 변화를 포괄적으로 살펴보기 위함이다.

4. 실험도구

1) 16F Neurotech

연구에 사용된 기능적 전기자극을 위한 치료기는 아일랜드 Bio Medical Research Company에서 제작한 16F Neurotech를 사용하였다. 국내에서는 2007년 6월 19일부터 기능적 전기자극기로 사용이 허가된 제품이다. 8개의 채널로 구성되어 있고, 크기는 485×290×90mm이며 1~99Hz의 주파수를 사용하고 최대출력은 10mA로 조절이 가능하다.

2) 과제훈련

과제 지향적 접근법이 특정 과제에 대한 전략을 통해 목표달성을 위한 기능적 과제를 수행한다면(Carr & Shepherd, 2003), 본 연구의 과제훈련은 기능적 전기자극 동안에 특정과제를 수행하는 훈련으로 정상 움직임 패턴들을 전기적 힘으로 보조하여 능동적으로 반복적인 연습을 수행할 수 있도록 고안한 훈련방법이다. 본 연구의 과제훈련은 Alan 등(2007)의 연구를 바탕으로 기능적 전기자극 동안에 상지를 반복적으로 사용하여 기능적인 움직임 훈련을 할 수 있도록 하였다. 기능적 전기자극 동안의 과제훈련은 수동적인 기능적 전기자극의 적용이 아니라, 이전 연구에서의 잡기와 놓기와 같은 단순한 과제에 일상생활활동에서 이루어지는 특정 과제를 추가시킨 훈련 방법이다. 이러한 과제훈련 방법은 수동적이거나 능동적

인 관절가동범위의 운동과 체중지지 훈련을 포함하며, 잡기와 뺄기 그리고 유지하기 활동뿐만 아니라 기능적인 상지의 일상생활활동의 과제를 포함한다(표 2).

4주 동안 기능적 전기자극 동안에 움직임 훈련을 실시한 Mangold 등(2009)의 연구에서는 주로 반복적인 잡기와 뺄기 및 놓기 활동이 훈련에 포함되었고 치료사에 의한 보조를 통해 단계적 수행을 시도하였다. 반면, 본 연구의 과제훈련은 기능적 전기자극 전에 충분한 신체의 스트레칭과 전기자극 동안의 반복적이면서 기능적인 상지 훈련이 전기자극의 효과를 극대화시킬 수 있다는 가정을 기초로 하였다(Alan et al., 2007; Rushton, 2003).

과제훈련은 4가지 대항목으로 구성하였고, 각 대항목의 하부항목으로 수행의 난이도에 따라 4가지의 훈련방법을 제시하였다(표 2). 대항목 1, 2는 기능적 전기자극 전에 수행할 수 있는 간단한 준비운동 활동으로 관절가동범위

운동과 자세훈련으로 구성하였다. 대항목 3, 4는 기능적 전기자극 동안에 상지의 기능적인 사용과 일상생활에서의 적용과 관련된 훈련으로 구성하였다.

이러한 과제훈련은 연구 대상자들에게 총 30분간 실시하였으며, 하부항목의 훈련 중에서 대상자의 수준에 적절한 활동을 대상자가 직접 선정하여 수행하도록 하였다. 만약 과제의 능동적 수행이 어려울 경우 치료사의 도움과 보조를 통해 수행하도록 했으며, 가능한 자발성과 목표의식에 대한 심리적 지지를 통해 수행에 대한 집중도를 높였다.

5. 통계분석

자료의 분석을 위해 통계처리 프로그램인 SPSS 12.0을 사용하였고, 통계적 유의수준 α 는 .05로 하였다. 먼저 그룹 간 연구 대상자의 일반적 특성에 대한 차이를 검증하

표 2. 기능적 전기자극 동안에 수행하는 과제훈련

1항목 : 손목/팔꿈치/어깨의 관절 움직임	
☐	Passive ROM: 치료사나 보조자에 의해 수행
☐	보조의 Active ROM: 치료사 보조나 건측과 함께 ROM arc 수행
☐	Active ROM: 앉거나 서서 ROM arc 수행
☐	저항의 Active ROM: 앉거나 서서 저항이 있는 ROM arc 수행
2항목 : 체중지지와 지지반응	
☐	환측 상지로 체중지지(책상위에 전완을 두어 지지)하여 앉고 서기
☐	양측 상지로 테이블 위에서 체중지지를 하며 팔을 뺌; 좌우로 팔 벌리기, 양팔을 앞으로 뺌 몸통과 함께 책상 위에서 앞으로 숙이기
☐	앉은 자세에서 양 옆과 위, 아래에서 고리를 받아 체중을 유지하며 끼기
☐	선 자세에서 양발을 양 옆으로 이동하면서 책상 위에서 양팔로 지지하기
3항목 : 뺄기 활동과 잡고 유지하고 놓기 활동	
☐	양측 혹은 환측 상지의 팔꿈치 펴기 활동과 주먹 쥐고 놓기 활동
☐	동적인 뺄기를 통해 고리 잡고 유지하고 놓는 활동
☐	큰 쌓기 활동을 통해 잡고 옮겨서 놓기 활동
☐	color peg나 콩주머니를 이용하여 잡고 유지하며 옮겨서 놓는 활동
4항목 : 상지의 ADL	
☐	양측 혹은 환측 상지로 책상 위를 닦는 걸레질 활동
☐	양측 혹은 환측 상지로 책상 위에 있는 수건 개는 활동
☐	책상 위에 놓여 있는 다양한 물건 옮기기 활동
☐	뚜껑 열기 활동(환측 상지를 이용하거나 환측으로 고정하고 건측으로 열기)

ROM = Range Of Motion(관절가동범위), ADL = Activity of Daily Living(일상생활활동)

기 위해 변수의 특성에 따라 카이제곱검정과 일원배치 분산분석(One-Way ANOVA)을 실시하였다.

결과 분석에서는 각 영역별로 그룹 간 실험 전과 후로 평균변화량의 차이를 비교하기 위해 일원배치 분산분석(One-Way ANOVA)을 실시하였다. 그 이후 통계적으로 유의미한 경우에 차이를 구체적으로 확인하기 위해서 Scheffé 검정을 실시하였다. 그리고 리커트 척도로 구성된 측정 도구의 하부항목의 내적 일치도에 따른 신뢰도 검증을 위해 척도화 분석을 실시하였다. 또한 손의 근력, 운동 활동 지표와 중재방법이 뇌졸중 편마비 환자의 상지기능에 미치는 영향을 살펴보기 위해 하위변인들의 상관관계 분석을 Pearson의 적률상관계수로 산출하였다. 최종적으로 변수간의 인과성을 확인하기 위해서 위계적 중다회귀 분석(hierarchical multiple regression)을 실시하였다.

III. 연구 결과

1. 각 영역별 그룹 간의 비교

기능적 전기자극 동안의 과제훈련이 뇌졸중 환자에게 미치는 영향을 살펴보기 위해 실험군을 기준으로 대조군 I 과 II와 비교하여 영역별 평균변화량의 차이를 기준으

로 통계적 유의성을 살펴보았다.

1) 잡기와 집기에서의 근력 변화

실험 결과 환측 손의 잡기와 집기에서 그룹 간에 유의한 차이를 보였다(표 3). 사후검증 결과 환측 손의 잡기에서는 실험군을 기준으로 대조군 I 과 II와 유의한 차이를 보였다. 환측 손의 측면집기에서도 실험군을 기준으로 대조군 I 과 II에서 유의한 향상을 보였다. 또한 환측 손의 세 점집기와 손끝집기에서는 실험군을 기준으로 대조군 II에서 유의한 차이를 보였고, 대조군 I 과는 유의한 차이를 보이지 않았다. 건측 손에서는 그룹 간에 유의한 차이를 보이지 않았다.

2) 감각 변화

손의 감각 변화량의 차이를 비교한 결과 환측 손의 입체 지각, 고유수용성감각, Monofilament, 이점분별력 모두에서 유의한 차이를 보이지 않았다(표 4). 모든 그룹에서 환측 손은 감각의 변화를 보였지만 통계적으로 유의한 차이는 보이지 않았다. 건측 손에서도 모든 그룹에서 유의한 차이를 보이지 않았다.

3) 상지의 기능 변화

상지 기능의 변화를 비교하기 위해서 K-WMFT를 이

표 3. 환측 손의 근력 변화량에 대한 그룹 간 비교

(단위 : kg)

	실험군 ($M \pm SD$)	대조군 I ($M \pm SD$)	대조군 II ($M \pm SD$)	F
잡기	2.29 ± 1.22	0.94 ± 0.79^a	0.57 ± 0.66^a	12.12**
측면집기	1.09 ± 0.56	0.34 ± 0.27^a	0.31 ± 0.43^a	13.52**
세점집기	0.84 ± 0.53	0.48 ± 0.65	0.01 ± 0.88^a	4.94*
손끝집기	0.48 ± 0.38	0.35 ± 0.57	0.05 ± 0.17^a	3.56*

* $p < .05$, ** $p < .01$

^a는 Scheffé 검정 실시, 실험군을 기준으로 유의하게 차이나는 경우

표 4. 환측 손의 감각 변화량에 대한 그룹 간 비교

	실험군 ($M \pm SD$)	대조군 I ($M \pm SD$)	대조군 II ($M \pm SD$)	F
입체지각	0.13 ± 0.35	0.00	0.00	1.70
고유수용성감각	0.13 ± 0.35	0.08 ± 0.28	0.00	.76
Monofilament	0.26 ± 0.51	0.02 ± 0.26	0.00	2.42
이점분별력	0.13 ± 0.35	0.31 ± 0.48	0.09 ± 0.30	1.10

용하여 세 그룹 간에 평균변화량의 차이 비교하였고, 그 결과 그룹 간에 유의한 차이를 보였다(표 5). 사후검정 결과 실험군을 기준으로 대조군Ⅱ에서 유의한 차이를 보였다. 상지의 기능 변화에서는 세 그룹 모두에서 실험 전에 비해 향상을 보였다. 리커트 척도로 구성된 K-WMFT의 하부항목의 내적 일치도를 위한 신뢰도 분석에서는 Cronbach α 가 .99로 높은 일치도를 보였다.

4) 운동 활동 지표의 변화

운동 활동 지표의 변화를 살펴보기 위해 세 그룹 간에 평균변화량의 차이를 비교한 결과 환측 상지의 사용 빈도와 움직임의 질에서 유의한 차이를 보였다(표 6). 사후검정 결과 실험군에서는 대조군Ⅰ, Ⅱ보다 상지 사용의 빈도와 움직임의 질에서 통계적으로 유의한 차이를 보였다. 그리고 운동 활동 지표의 하위항목의 내적 일치도를 위한 신뢰도 분석에서는 Cronbach α 가 .97~.98로 높은 일치도를 보였다.

5) 일상생활활동의 변화

일상생활활동의 변화에서는 그룹 간에 유의한 차이를 보이지 않았다(표 7). 하지만 실험군의 개인관리 영역에서는 다른 대조군들과 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았지만 개인관리 영역에서는 의미 있는 향상을 보였다. 그리고 MBI에서 영역별 하부항목의 내적 일치도를 위한 신뢰도 분석에서는 Cronbach α 가 .85~.95로 높은 일치도를 보였다.

2. 손의 근력과 운동 활동 지표에 따른 상지기능과의 상관관계

손의 근력과 운동 활동 지표 그리고 중재방법에 따른 상지기능과의 상관계수와 각 변인들의 평균 및 표준편차는 표 8과 같다. 각 변인들의 상관계수는 예측된 방향으로 나타났다고, 전체 상관계수는 .58에서 .82로 높게 나타났다.

표 5. 상지의 기능 평균변화량에 대한 그룹 간 비교

(단위 : 점)

	실험군 ($M \pm SD$)	대조군Ⅰ ($M \pm SD$)	대조군Ⅱ ($M \pm SD$)	F	Cronbach α
K-WMFT	3.20 ± 1.26	2.15 ± 1.21	2.00 ± 0.89^a	4.36*	.99

* $p < .05$, ** $p < .01$

^a는 Scheffé 검정 실시, 실험군을 기준으로 유의하게 차이 나는 경우

표 6. 운동 활동 지표 평균변화량에 대한 그룹 간 비교

(단위 : 점)

	실험군 ($M \pm SD$)	대조군Ⅰ ($M \pm SD$)	대조군Ⅱ ($M \pm SD$)	F	Cronbach α
사용의 빈도	7.47 ± 6.03	2.62 ± 1.61^a	2.64 ± 1.03^a	7.06**	.98
움직임의 질	7.73 ± 5.71	3.31 ± 1.97^a	3.10 ± 3.99^a	5.14*	.97

* $p < .05$, ** $p < .01$

^a는 Scheffé 검정 실시, 실험군을 기준으로 유의하게 차이 나는 경우

표 7. 일상생활활동의 평균변화량에 대한 그룹 간 비교

(단위 : 점)

	실험군 ($M \pm SD$)	대조군Ⅰ ($M \pm SD$)	대조군Ⅱ ($M \pm SD$)	F	Cronbach α
개인관리 영역	0.33 ± 0.39	0.12 ± 0.24	0.05 ± 0.30	.08	.85
대/소변조절 영역	0.07 ± 0.26	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00	.46	.89
이동 영역	0.00 ± 0.00	0.10 ± 0.37	0.12 ± 0.40	.53	.95

표 8. 손의 근력과 운동 활동 지표에 따른 상지기능과의 상관관계

변인	상지기능	잡기	사용빈도	움직임 질
상지기능	1			
잡기	0.68 ^{***}	1		
사용빈도	0.58 ^{***}	0.61 ^{***}	1	
움직임 질	0.82 ^{***}	0.66 ^{***}	0.74 ^{***}	1
평균	33.54	5.94	18.69	33.10
표준편차	17.49	4.95	14.28	18.22

** $p<.01$, *** $p<.001$

3. 손의 근력과 운동 활동 지표, 중재방법에 따른 상지기능

뇌졸중 편마비 환자의 손의 근력과 운동 활동 지표, 중재방법에 따라 상지기능에 미치는 영향력을 알아보기 위해 세 가지 Model에 따른 위계적 중다회귀분석을 실시하였다. 회귀Model에 포함된 변수들은 상관관계를 통해 상지기능과의 관계에서 잠재적인 설명력을 보인 변수들과 중재방법으로 하였고, 인과관계를 살펴보기 위해 단계별로 변수들을 회귀식에 투입하였다. Model 1에서 사용된 손의 근력은 잡기와 다른 집기들로 구성되었지만, 이들 변수간의 다중공산성이 의심되어 가장 일반적으로 사용되는 잡기를 사용하여 분석하였다. Model 2에서는 운동 활동 지표로 사용빈도와 움직임의 질을 추가시켜서 분석하였다. Model 3에서는 위의 Model에 중재방법을 더미 변수로 전환하여 최종적으로 추가하였다. 여러 독립변수들이

종속변수와의 통계적 결정력을 확인하기 위해서 R^2 값을 제시하였다(표 9). 각 Model에 따른 결과를 구체적으로 살펴보면 다음과 같다.

Model 1의 연구결과 손의 잡기 근력이 상지기능 변화에 영향을 미치는 인과성은 95% 신뢰 수준에서 통계적 유의미하였다. 또한 변수들간의 Model 적합도에서 F 값이 7.31로 95% 신뢰수준에서 유의미하였다. 그리고 독립변수가 종속변수를 설명하는 설명력 R^2 값이 0.17로 분석되었다. Model 2의 연구결과 운동 활동 지표의 사용빈도와 움직임의 질을 추가한 모델인데 이 중에서 95% 신뢰 수준에서 유의미한 변수는 움직임의 질이었다. 변수들간의 Model 적합도는 F 값이 4.50으로 95% 신뢰수준에서 유의미하였다. 그리고 독립변수가 종속변수를 설명하는 설명력 R^2 값이 0.28로 분석되었다. Model 3의 연구결과는 본 연구에서 실시한 중재 방법을 더미변수로 처리하여 최종모형으로 추가하였다. 그 결과 95% 신뢰수준에서 유

표 9. 손의 근력과 운동 활동 지표, 중재방법에 따른 상지기능의 변화

변인		표준화계수 (β)		
		Model 1	Model 2	Model 3
손의 근력	잡기	0.41 [*]	0.26	0.19
운동 활동 지표	사용의 빈도		-0.06	-0.43
	움직임의 질		0.41 [*]	0.46 [*]
중재 방법	실험군 중재법			0.44 [*]
	대조군 I 중재법			0.09
B (상수)		1.94 ^{***}	1.31 ^{**}	1.05 [*]
F		7.31 [*]	4.50 ^{**}	3.87 ^{**}
R^2		0.17	0.28	0.37

* $p<.05$, ** $p<.01$, *** $p<.001$

의미한 변수는 움직임 질과 기능적 전기자극을 사용한 실험군 중재방법이었다. 변수들간의 Model 적합도는 F 값이 3.87로 95% 신뢰수준에서 유의미하였다. 그리고 독립변수가 종속변수를 설명하는 설명력 R^2 값이 0.37로 분석되었다. Durabin-Watson의 d 통계치는 1.97로 2에 가깝다고 볼 수 있기에 잔차의 독립성 가정이 충족되었다.

위의 회귀모형에 따른 회귀분석 결과 상지기능의 변화에 가장 큰 영향을 주는 변수로는 운동 활동 지표 중에 움직임의 질과 실험군 중재방법으로 나타났다. 이러한 결과는 Model 3의 연구에서 확인할 수 있으며, 독립변수가 종속변수를 설명하는 설명력 R^2 값이 0.37로 분석되었다. 기능적 전기자극 동안의 효과적인 중재방법을 살펴보기 위해 마지막 모형에서는 중재방법을 더미변수로 변환하여 상지기능의 변화에 대한 인과관계를 살펴보고, 그 결과 실험군 중재법에서 더 의미 있는 결과를 확인할 수 있었다.

IV. 고 찰

본 연구는 뇌졸중 편마비 환자를 대상으로 수동적인 기능적 전기자극 사용의 제한점을 극복하고자 환자의 개별적인 능력에 맞게 기능적 전기자극 동안에 상지의 과제훈련을 제시하여 임상적으로 의미 있는 결과를 확인할 수 있었다. 상지 기능의 향상을 위한 뇌졸중 환자의 치료는 자발적이면서도 동기부여가 될 수 있는 훈련이 필요하다. 최근 뇌졸중 환자의 운동능력을 증진하기 위한 치료는 환경적 요소와 함께 자발적이고 능동적인 훈련을 통한 패러다임의 변화를 보이고 있다(조인술, 2008; Bolton, Cauraugh, & Hausenblas, 2004). 이러한 자발적이고 능동적인 훈련은 환자에게 치료에 대한 동기부여가 되고 참여에 대한 기회를 제공하여 궁극적으로는 질적인 삶과도 연관된다.

기능적 전기자극 동안의 과제훈련은 수동적인 기능적 전기자극의 사용이나 과제훈련만을 수행한 대조군보다 손의 근력과 상지기능 그리고 운동 활동 지표에서 보다 유의한 향상을 보였다. 이러한 결과는 대조군Ⅱ의 중재방법인 단순한 기능적 전기자극의 사용만으로도 잡기와 집기의 증가에 효과가 있다는 연구와 일치하며(김지연, 2002; Kamper, Harvey, Suresh, & Rymer, 2003), 일상생활활동과 관련 있는 과제훈련을 기능적 전기자극 동안에 사용하면 상지기능의 회복에 더 효과적인 중재임을 확인한 연

구와도 일치한다(이민영, 2006; Alan et al., 2007). 또한 기능적 전기자극 동안에 과제훈련을 수행하면 대상자는 과제에 집중을 할 수 있게 되고, 치료사에 의한 지시나 시범이 수행에 대한 운동상(motor image)을 가질 수 있게 된다. 이러한 운동상은 실제적인 과제훈련 시에 뇌의 피질 영역의 활성화와 연관이 되며(Gerardin et al., 2000), 과제에 집중하는 동안에 과제수행을 통한 동기부여를 높일 수 있다.

많은 편마비 환자들의 하지 보행기능은 어느 정도 기능적인 회복을 보이는 반면, 상지 기능의 회복과정에서는 굽힘근의 공동 운동이 손목과 손가락 펴근의 운동 방해로 수의적인 운동 조절과 미세운동을 어렵게 하여 하지보다 느린 회복을 보이며 일상생활활동을 수행할 수 없도록 하는 요인이 된다(정진, 2004; Cauraugh, Light, Kim, Thigpen, & Behrman, 2000; Nells, Jentzen, & Jueptner, 2001). 따라서 상지 기능의 회복은 일상생활활동의 독립성에 결정적인 영향을 줄 수 있다. 이전 연구에서는 급성기 환자를 대상으로 한 기능적 전기자극의 적용 결과 상지기능과 일상생활활동에서 먹기와 옷 입기에서 유의한 향상을 보였다(유두한과 김수경, 2009; Francisco et al., 1998; Mangold et al., 2009). 본 연구에서는 기능적 전기자극 동안에 과제훈련이 상지의 기능과 근력에 긍정적인 영향을 주었고, 상지의 기능과 근력에서 긍정적인 상관관계를 보였지만, 일상생활활동에는 통계학적으로 유의한 증진을 보이지 않았다. 이는 연구 대상자 대부분이 발병 후 오랜 기간 동안 일상생활에 적응이 된 만성기 외래 환자였고, 일상생활활동의 평가가 입원환자보다는 비교적 쉬운 항목에 해당되어 천장효과를 보인 것으로 판단된다(이재신, 이충휘, 장기연과 권혁철, 2007).

기능적 전기자극은 목적 있는 활동을 위한 적용에서 논란의 요소가 많이 있다(Powell, Pandyan, Granat, Cameron, & Stott, 1999). 하지만 기능적 전기자극은 용도에 따라 일상생활활동에서 기능적인 상지의 사용을 위해 움직임을 만들어내는 기능적 전기자극과 특정 문제점을 해결하기 위해 반복적인 적용을 하는 치료적 전기자극으로 분류하는데(Chae, Kilgore, Triolo, & Creasey, 2000), 본 연구에서는 과제훈련을 동시에 수행하여 마비된 근육에 적절한 강도와 순서로 움직임을 만들어내는 기능적 전기자극으로 사용하였다. 임상적으로 기능적 전기자극의 사용은 인력과 시간 등의 문제로 수동적이면서 치료적인 전기자

극으로만 사용하는 것이 현실이다. 하지만 본 연구에서는 기능적 전기자극을 환자의 상태에 맞게 난이도를 조절하여 과제훈련과 함께 사용하였으며, 개별적인 특성에 맞게 사용함으로써 실제적인 활동의 수행에서 상지의 유용한 움직임을 만들 수 있었다. 또한 연구자가 간단한 보조를 통해 연구 대상자들의 수행을 도왔으며, 가능한 대상자가 자발적으로 수행 할 수 있도록 격려하고 지지하였다.

기능적 전기자극은 주로 표면자극을 이용하는데 낮은 저항이나 강한 자극을 통해 강한 근수축을 유발하여 원하는 움직임을 만들어 낼 수 있다. 많은 연구에서 30~80Hz 가 제 2형 근섬유(fast twitch muscle fiber, type II)의 근수축을 유발하는 이상적인 주파수의 범위로 알려져 있다(Hudlicka, Tyler, & Srihari, 1982). 정상적으로 근육이 수축하는 동안에는 제 1형 근섬유(slow twitch muscle fibers, type I)가 먼저 동원되고, 제 2형 근섬유는 나중에 동원된다. 그러나 전기자극이 가해지면 큰 힘을 사용하거나 순간적인 움직임을 만들어내는 제 2형 근섬유를 먼저 자극하여 쉽게 피로감을 느낄 수 있다(Solomonow, 1984). 하지만 자발적이고 능동적인 움직임이 전기자극 동안에 함께 이루어지게 되면 오랫동안 활동을 유지하거나 자세를 유지할 때 동원되는 제 1형 근섬유도 자극하게 되어 지속적인 근육의 수축에 따른 피로현상을 줄일 수 있고, 전반적인 근육의 상태를 촉진하고 치료효과를 극대화시킬 수 있다(Castro, Apple, & Staron, 2000; Hudlicka et al., 1982). 따라서 단순히 수동적인 전기자극보다 기능적 전기자극 동안에 과제훈련을 수행하는 것은 더 효과적일 수 있다.

손의 근력과 기민성과 민첩성의 경우 많은 연구에서 상지기능에 미치는 영향을 보고하였다. 이민영(2006)의 연구에서 기능적 전기자극 치료와 함께 잡기과제를 수행할 경우 상지기능에서 더 유의한 증가를 보였고, 김지연(2002)의 연구에서는 기능적 전기자극의 사용 후에 잡기와 집기 능력에서 증진을 보였다. 또한 기능적 전기자극을 통해 능동적 잡기 능력과 움직임 속도의 증진을 보고했고, 협응력에서도 증진을 보였지만 대조군과 비교해 유의한 차이를 보이지 않은 연구도 있었다(Lourencao, Battistella, Martins, & Litvoc, 2005). 대부분의 연구가 기능적 전기자극이 상지기능에 미치는 영향을 살펴보았지만, 상지기능의 긍정적인 결과에 대한 설명력이 부족하였다. 본 연구에서는 기능적 전기자극 동안에 과제훈련을 수행한 연구

에서 긍정적인 결과를 보인 요인간의 상관관계를 분석하였고, 상지기능에 미치는 영향을 확인하기 위한 위계적 중다회귀분석 결과 손의 근력과 운동 활동 지표 그리고 중재 방법에 따라 상지기능에 대한 37%의 높은 설명력을 보였다. 또한 운동 활동 지표 중 움직임의 질과 실험군에서 실시한 중재 방법이 상지기능에 가장 영향력 있는 변수로 나타나 상지기능의 회복을 위해 기능적 전기자극 동안의 과제훈련의 중요성이 입증되었다.

이러한 연구 결과를 일반화하기 위해 향후 더 많은 편마비 환자를 대상으로 중재의 기간이나 중재에 대한 적용 시점, 적용방법 등을 다양화하여 보다 광범위한 연구가 이루어져야 할 것이다. 또한 일상생활활동에서 상지에 기능적 전기자극을 다양하게 적용시킬 수 있는 치료적 기기나 방법들에 대해 지속적인 연구가 필요할 것으로 판단된다.

V. 결 론

본 연구를 통해 자연적인 회복이 시간적 한계에 있는 만성 편마비 환자라도 기능적 전기자극 동안에 과제훈련을 능동적으로 실시한 결과, 수동적인 기능적 전기자극을 실시한 그룹이나 과제훈련만을 실시한 그룹보다 상지의 기능 회복에 도움이 된다는 것을 확인할 수 있었다. 또한 회귀분석 결과에서도 움직임의 질과 기능적 전기자극 동안의 과제훈련을 이용한 중재방법이 상지기능 향상에 영향력 있는 변수로 나타났다. 따라서 기능적 전기자극 동안의 과제훈련은 뇌졸중 환자의 상지기능 회복을 위해 작업치료 분야에서 지속적으로 연구되어야 하며, 작업치료사에 의해 과제에 대한 수행분석을 통해 적용될 때 더 효과적인 임상적 중재방법으로 사용될 수 있을 것이다.

참 고 문 헌

- 김지연. (2002). 기능적 전기자극이 편마비 환자의 손 기능 회복에 미치는 효과. 석사학위논문, 단국대학교, 서울.
- 김진호, 한태륜. (2004). 재활의학. 서울: 군자출판사.
- 박규현, 김선규, 정현애, 박래준. (2001). 기능적 전기자극에 대한 고찰. 대한물리치료학회지, 13(2), 399-405.

- 박창식, 박시운, 김경미, 손미옥, 유정현, 장순자 등. (2005). 한글판 Wolf 운동 기능 검사의 검사자간 및 검사자 내 신뢰도. *대한재활의학회지*, 29(3), 317-322.
- 박창일, 문재호. (2007). *재활의학*. 서울: 한미의학.
- 엄광문, 강곤, 이정환. (2003). 전기자극을 이용한 상실된 운동기능의 회복: 기능적 전기자극(FES). *한국정밀공학회지*, 20(1), 26-35.
- 유두한, 김수경. (2009). 급성기 뇌졸중 편마비 환자의 FES 치료에서 자발적인 상지 움직임 훈련의 효과. *대한보조공학기술학회지*, 1(2), 21-30.
- 이민영. (2006). 기능적 전기자극 동안 잡기과제훈련이 편마비환자의 손 기능에 미치는 영향. 석사학위논문, 가톨릭대학교, 부산.
- 이재신, 이충휘, 장기연, 권혁철. (2007). 라쉬분석을 이용한 뇌졸중 외래환자용 일상생활수행 평가도구 개발. *대한작업치료학회지*, 15(1), 1-11.
- 정진. (2004). 되먹이기법을 이용한 기능적 전기자극이 편마비 환자의 상지기능 향상에 미치는 영향. 석사학위논문, 대구대학교, 대구.
- 조인술. (2008). 근전도 유발 신경근 전기자극치료가 뇌졸중 환자의 상지기능에 미치는 효과. 석사학위논문, 대구대학교, 대구.
- Alan, F. L., Alon, G., & McCarthy, P. A. (2007). Functional electrical stimulation enhancement of upper extremity functional recovery during stroke rehabilitation: A pilot study. *Neurorehabilitation and Neural Repair*, 21(3), 207-215.
- Baker, L. L., & Parker, K. (1986). Neuromuscular electrical stimulation of the muscles surrounding the shoulder. *Physical Therapy*, 66(12), 1930-1937.
- Basmajian, J. V., Gowland, C., Brandstater, M. E., Swanson L., & Trotter, J. (1982). EMG feedback treatment of upper limb in hemiplegic stroke patients: A pilot study. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 63(12), 613-616.
- Bentzel, K. (1995). Evaluation of sensation. In C. A. Trombly (Ed.), *Occupational therapy for physical dysfunction* (4th ed., pp. 187-199). Philadelphia: Williams & Wilkins.
- Bobath, B. (1959). Observations on adult hemiplegia and suggestions for treatment. *Physiotherapy*, 45, 279-289.
- Bolton, D. A., Cauraugh, J. H., & Hausenblas, H. A. (2004). Electromyogram-triggered neuromuscular stimulation and stroke motor recovery of arm/hand function: A meta-analysis. *Journal of the Neurological Sciences*, 223(2), 121-127.
- Brunnstrom, S. (1970). *Movement therapy in hemiplegia: A neurophysiological Approach*. Philadelphia, Pa: Harper and Row.
- Carr, J. H., & Shepherd, R. B. (2003). *Stroke Rehabilitation*. Newton, MA: Butterworth-Helenemann.
- Castro, M. J., Apple, D. F., & Staron, R. S. (2000). Influence of complete spinal cord injury on skeletal muscle mechanics within the first 6 months of injury. *European Journal of Applied Physiology*, 81(1-2), 128-131.
- Cauraugh, J., Light, K., Kim, S., Thigpen, M., & Behrman, A. (2000). Chronic motor dysfunction after stroke: Recovering wrist and finger extension by electromyography-triggered neuromuscular stimulation. *Stroke*, 80, 935-941.
- Chae, J., Kilgore, K., Triolo, R., & Creasey, G. (2000). Functional neuromuscular stimulation in spinal cord injury. *Physical Medicine and Rehabilitation Clinics of North America*, 11, 209-226.
- Chantraine, A., Baribeault, A., Uebelhart, D., & Gremion, G. (1999). Shoulder pain and dysfunction in hemiplegia: Effects of functional electrical stimulation. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 80(3), 328-331.
- Copper, C., & Abrams, M. P. (2006). Evaluation of sensation and intervention for sensory dysfunction. In H. M. Pendleton & W. Schuitz-Krohn (Eds.), *Pedretti's occupational therapy practice skills for physical dysfunction* (6th ed., pp. 513-531). St. Louis: Mosby.

- Dunn, W. (1991). Assessing sensory performance enablers. In C. Christianasen, & C. Baum (Eds.), *Occupational therapy: Overcoming human performance deficits*. (pp. 471–505). Thorofare, NJ: Slack Inc.
- Faghri, P. D., Rodgers, M. M., Glaser, R. M., Bors, J. G., Ho, C., & Akuthota, P. (1994). The effects of functional electrical stimulation on shoulder subluxation, arm function recovery, and shoulder pain in hemiplegic stroke patients. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 75(12), 73–79.
- Flanagan, E. M. (1967). Methods for facilitation and inhibition of motor activity. *American Journal of Physical Medicine*, 46(1), 1006–1011.
- Flick, C. L. (1999). Stroke rehabilitation. 4. Stroke outcome and psychological consequences. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 80(5), 21–26.
- Francisco, G., Chae, J., Chawla, H., Kirshblum, S., Zorowitz, R., Lewis, G., et al. (1998). Electromyogram-triggered neuromuscular stimulation for improving the arm function of acute stroke survivors: A randomized pilot study. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 79(5), 570–575.
- Gerardin, E., Sirigu, A., Lehericy, S., Poline, J., Gaymard, B., Marsault, C., et al. (2000). Partially overlapping neural networks for real and imagined hand movements. *Cerebral Cortex*, 10(11), 1093–1104.
- Granger, C. V., Albrecht, G. L., & Hamilton, B. B. (1979). Outcome of comprehensive medical rehabilitation: Measurement by PULSES profile and the Barthel Index. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 60(4), 145–154.
- Hudlicka, O., Tyler, K. R., & Srihari, T. (1982). The effect of different patterns of long term stimulation on contractile properties and myosin light chains in rabbit fast muscle. *European Journal of Physiology*, 393(2), 164–170.
- Kamper, D. G., Harvey, R. L., Suresh, S., & Rymer, W. Z. (2003). Relative contributions of neural mechanisms versus muscle mechanics in promoting finger extension deficits following stroke. *Muscle Nerve*, 28(3), 309–318.
- Knott, M., & Voss, E. (1968). *Proprioceptive neuromuscular facilitation: Patterns and techniques*. (2th ed.). New York: Harper and Row.
- Langlois, S., Pederson, L., & Mackinnon, J. R. (1991). The effects of splinting on the spastic hemiplegic hand: Report of a feasibility study. *Canadian Journal of Occupational Therapy*, 58(1), 17–25.
- Lourenção, M. I., Battistella, L. R., Martins, L. C., & Litvoc, J. (2005). Analysis of the result of functional electrical stimulation on hemiplegic patients' upper extremities using the Minnesota manual dexterity test. *International Journal of Rehabilitation Research*, 28(1), 25–31.
- Mangold, S., Schuster, C., Keller, T., Zimmermann-Schlatter, A., & Ettin, T. (2009). Motor training of upper extremity with functional electrical stimulation in early stroke rehabilitation. *Neurorehabilitation and Neural Repair*, 23(2), 184–190.
- Nakayama, H., Jorgensen, H. S., Raaschou, H. O., & Olsen, T. S. (1994). Compensation in recovery of upper extremity function after stroke: The Copenhagen stroke study. *American Journal of Physical Medicine*, 75(8), 852–857.
- Nelles, G., Jentzen, W., & Jueptner, S. (2001). Arm training induced brain plasticity in stroke studied with serial position emission tomography. *Neuroimage*, 13(6), 1146–1154.
- Pedretti, L. W. (1996). Evaluation of sensation and treatment of sensory dysfunction. In L. W. Pedretti (Eds.), *Occupational therapy. Practice skills for physical dysfunction* (4th ed., pp. 422–443). St. Louis, Mo: Mosby
- Powell, J., Pandyan, A. D., Granat, M., Cameron, M., & Stott, D. J. (1999). Electrical stimulation of wrist

- extension in poststroke hemiplegia. *Stroke*, 30(7), 1384–1389.
- Rushton, D. N. (2003). Functional electrical stimulation and rehabilitation: An hypothesis. *Medical Engineering and Physics*, 25, 75–78.
- Solomonow, M. (1984). External control of the neuromuscular system. *IEEE Transaction on Bio-Medical Engineering*, 31(12), 752–763.
- Taub, E., Miller, N. E., & Berman, A. J. (1993). Technique to improve chronic motor deficit after stroke. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 74, 347–354.
- Trombly, C. A., (1989). *Occupational therapy for physical dysfunction* (3rd ed.). Baltimore: Williams & Wilkins.
- Uswatte, G., Taub, E., Morris, D., Light, K., & Thompson, P. A. (2006). The Motor Activity Log–28: Assessing daily use of the hemiparetic arm after stroke. *Neurology*, 67(7), 1189–1194.
- Van der – Lee, J. H., Beckerman, H., Knol, D. L., de Vet, H. C., & Bouter, L. M. (2004). Clinimetric properties of the motor activity log for the assessment of arm use in hemiparetic patients. *Stroke*, 35(6), 1410–1414.
- Wilder, R. P., Wind, T. C., Jones, E. V., Crider, B. E., & Edlich, R. F. (2002). Functional electrical stimulation for a dropped foot. *Journal of Long-Term Effects of Medical Implants*, 12(3), 149–159.
- Wolf, S. L., Catlin, P. A., Ellis, M., Archer, A. L., Morgan, B., & Piacentino, A. (2001). Assessing Wolf Motor Function Test as outcome measure for research in patients after stroke. *Stroke*, 32(7), 1635–1639.
- Wolf, S. L., Lecraw, D. E., Barton, L. A., & Jann, B. B. (1989). Forced use of hemiplegic upper extremities to reverse the effect of learned nonuse among chronic stroke and head-injured patients. *Experimental Neurology*, 104(2), 125–132.

Abstract

Effects of Task oriented Training on Upper Extremity During Functional Electrical Stimulation in Stroke Patients

Yoo, Doo-Han^{*}, M.P.H., O.T., Lee, Jae-Shin^{**}, Ph.D., O.T.,
Jeon, Byoung-Jin^{**}, Ph.D., O.T., Kim, Soo-Kyoung^{**}, Ph.D., O.T.

^{*}Dept. Of Occupational Therapy, Chonbuk National University Hospital

^{**}Dept. Of Occupational Therapy, Konyang University

Objective : The purpose of this study is to assess effects of task-oriented training on upper extremity during functional electrical stimulation, and to confirm a causal relationship among the factors in stroke patients.

Methods : Thirty-nine hemiplegia with stroke participated in this study. Experimental group conducted task-oriented training during functional electrical stimulation for fifteen patients. Control group I conducted functional electrical stimulation for thirteen patients and Control group II conducted task-oriented training on non-sounded upper extremity for eleven patients. Mean differences among the groups were analyzed by One-way ANOVA in six weeks. Hierarchical multiple regression analysis was performed to determine the factors effect function of upper extremity.

Results : Hand muscle strength, hand function, motor activity log were compared in three groups, the experimental group showed a statistically significant improvement ($p < 0.05$). These factors were highly correlated with each other. In particular, Hand strength and MAL, interventions were 37% of the variance for upper extremity functional recovery. QOM of MAL test and task-oriented training interventions during functional electrical stimulation in upper extremity function were the most influential variables.

Conclusion : The experimental group that conducted task-oriented training during functional electrical stimulation showed positive effects more than the those of control group I & II. Voluntary and repetitive training during functional electrical stimulation will be clinically useful in the field of occupational therapy.

Key words : Functional electrical stimulation, Stroke, Task-oriented training, Upper extremity function