

뇌졸중 환자의 손기능에 대한 근전도 바이오피드백의 효과

한승협*, 최용원**, 감경윤***

*한국산재의료원 창원병원 작업치료실

**인제대학교 일반대학원 작업치료학과

***인제대학교 의생명공학대학 작업치료학과

국문초록

목적 : 본 연구의 목적은 뇌졸중 환자의 손기능에 대한 근전도 바이오피드백 훈련의 효과를 조사하는 것이다.

연구 방법 : 발병 6개월 이상인 뇌졸중 환자 10명을 무작위로 실험군과 대조군으로 각각 5명씩 배정하였다. 실험군은 근전도 바이오피드백 훈련을 1일 1회, 주 5일, 6주 동안 수행하도록 하였다. 훈련의 1회기는 15초의 휴식기와 5초간의 추적과제를 수행하는 활동기로 구성되며 1회 훈련동안 추적과제를 총 40번 시행하였다. 반면, 대조군의 모든 치료 상황은 바이오피드백 훈련을 제외하고는 실험군과 같았다. 손기능을 검사하기 위하여 훈련 전·후에 개정된 Ashworth 척도, Fugl-Meyer 평가, 상자와 나무토막 검사, 뇌졸중 상지기능 검사를 실험군과 대조군 모두에게 실시하였다.

결과 : 실험군은 개정된 Ashworth 척도를 제외한 모든 검사에서 훈련 후의 결과가 훈련 전의 결과와 비교하여 통계적으로 유의한 차이를 보였다($p<.05$). 대조군은 모든 검사에서 유의한 차이를 보이지 않았다($p>.05$). 또한 집단간 비교에서 실험군의 훈련 후 손기능 향상이 모든 검사에서 대조군에 비하여 통계적으로 유의하게 높았다($p<.05$).

결론 : 본 연구는 실시된 근전도 바이오피드백 훈련이 뇌졸중 환자의 손기능 향상에 효과적임을 지지한다.

주제어 : 근전도, 뇌졸중, 바이오피드백, 손기능, 추적과제

I. 서 론

인간이 살아가면서 후천적으로 장애를 입고 불구가 되는 가장 큰 원인중 하나가 뇌졸중이다(Rijken & Dekker, 1998). 또한 뇌졸중은 3대 사망원인 중 하나이고 단일질병 가운데 사망률이 2위로 나타났다(통계청, 2008). 그리고 2005년 장애인 실태조사에서 실시된 우리나라의 뇌병변 장애의 주된 질환에서도 가장 높은 비율을 차지하고 있는 것으로 나타났다(통계청, 2005). 이러한 뇌졸중 환자들의 30~60%는 6개월이 지난 시기에도 여전히 상지 기

능의 장애를 가지고 있으며(Richards & Pohl, 1999), 반면에 단지 12~18%만이 뇌졸중 이후 완전한 기능적 상지 회복을 가지는 것으로 나타났다(Kwakkel, Kollen, van der Grond, & Prevo, 2003; Nakayama, Jørgenson, Raaschou, & Olsen, 1994). 이러한 뇌손상환자들의 상지의 기능에 효과적인 재활치료를 위해 여러 가지 접근법들이 존재한다. 그중 신경근 재교육 훈련법(neuromuscular reeducation approach)은 바람직하지 못한 총체적인 움직임(mass movement)을 억제하고 대칭적 움직임(sym-metric movement)을 촉진하기 위해 고안된 선택적 운동

조절(motor control)방법이다. Portney(1994)는 이 치료 방법에서 신경적응(neural adaptation)을 증진시키고, 운동학습(motor learning)을 촉진하기 위해서 환자에게 감각 정보를 제공하는 것이 필요하다고 강조하였다. 이때 환자에게 주어지는 외적 감각정보는 환자에게 다시 내적 피드백(internal feedback)을 만들어 내는 효과를 가져 올 수 있다. 현재 재활치료에 있어서 외적 감각정보인 바이오 피드백(biofeedback)은 매우 중요하게 생각하고 있으며 바이오피드백으로 주어지는 외적 감각정보들의 종류와 방법들이 다양하게 연구되어 지고 있다(Dursun, Dursun, & Kilic, 2001; Ingersoll & Knight, 1991; Ng, Zhang, & Li, 2008; Yip & Ng, 2006).

바이오피드백이란 구심성 정보에 대한 내적 반응의 ‘느낌(feel)’을 획득하기 위해 본질적인 신경생리학적 변수들의 상태가 반영된 신호를 시각, 청각 또는 움직이는 그림 등으로 컴퓨터 모니터에 나타내는 것이다(Bazanov, Mernaya, & Shtark, 2009). 즉, 바이오피드백은 다양한 기기적 장치를 통해 심장의 활동, 근육활동, 피부의 전기 활동, 뇌의 전기적 활동 등을 모니터링 하는 것이다. 인간은 외부의 자극에 대해서 내부의 반응과 외적인 행동이 함께 나타난다. 즉, 외부의 자극에 대한 인체의 반응은 중추신경계의 지배를 받으며 이에 의한 자율신경계의 반응을 수반한다. 이러한 생리적인 반응은 생체 신호의 측정을 통해 알 수 있다. 그 중 중추신경계의 활동을 측정할 수 있는 신호에는 뇌파와 근전도가 있고, 자율신경계의 반응을 측정할 수 있는 생체 신호에는 피부 전도와 피부 온도 그리고 심전도와 맥파 측정이 있다. 이렇게 측정된 정보는 고유수용성 감각과 더불어 자신의 움직임에 대한 근육 활동의 정확하고 즉시 확인 가능한 정보를 제공하여(Portney, 1994), 다음 움직임 수행에서 즉각적인 행동수정을 이끄는 긍정적 강화로 사용되어 해당 행동의 발생빈도가 증가하게 된다(Rizzo et al., 2006). 즉, 바이오피드백을 통해 측정되는 생리신호 중 긍정적 반응에 대한 신호가 발생될 때마다 영상이나 음성을 통한 강화를 제공하면 그 생리적 신호의 출현빈도가 증가한다는 것이 바이오피드백을 이용한 치료의 원리이다(김현택, 이지하와 최승원, 2007). 다양한 바이오피드백 중 근전도 바이오피드백(electromyographic biofeedback)은 골격근이 수축할 때 발생하는 활동전압을 적당한 방법으로 유도하여 증폭, 기록하는 것이다.

근전도(electromyogram)는 골격근의 활동전압 상태를 측정하여 근육을 지배하고 있는 척수전각 및 말초신경 등의 활동을 알아보기 위해 개발되었다. 일반적으로 실시되고 있는 근전도 검사는 침전극에 의한 일반 근전도와, 전기자극에 의해 유도하는 유발 근전도로 대별된다. 침전극에 의한 일반 근전도는 근육 내에 전극침을 찔러 넣어 안정시 또는 수의 운동시의 근육 활동 전압을 직접 유도하는 것이며, 유발 근전도는 검사하는 근육을 지배하고 있는 말초신경을 피부 위에서 전기적으로 자극하여 그로 인해 유발되는 근육 활동전압을 지표로 하는 것을 말한다. 근전도는 임상적으로 임상병리학적 검사 분야에서 주로 사용되어졌지만 현재에 이르러서는 작업치료와 같은 재활치료 분야에서 환자가 과제를 수행하는 동안 근육 활동에 관한 정보를 제공함으로써 운동학습 훈련과 재활과정에서 치료적 효과를 가중시키는 매개체로 유용하게 쓰이고 있다(Portney, 1994). 또한 재활 환자의 손상된 상지의 운동 기능을 회복하기 위한 다양한 피드백효과에 대한 조사에서도 근전도 바이오피드백의 효과가 높은 것으로 나타났다(van Dijk, Jannink, & Hermens, 2005).

근전도 바이오피드백은 근육 또는 움직임에 대해 실시간으로 정보를 제공함으로써 적절한 근 수축, 신체정렬 상태 유지 및 정상적인 움직임을 이끌어내는데 효과적인 방법으로 알려져 있다(Dursun et al., 2001; Ingersoll & Knight, 1991; Ng et al., 2008; Yip & Ng, 2006). 뿐만 아니라 근전도 바이오피드백 훈련은 근육의 전기적 활동을 시각적으로 또는 청각적으로 환자 스스로가 피드백을 받아 근육 긴장 수준을 스스로 조절할 수 있도록 학습하게 된다(Peck & Kraft, 1977). 대체적으로 뇌손상 환자들은 발병 후 시간이 경과할수록 근육의 긴장도가 높아지게 되며 자신의 근육 긴장도를 스스로 조절할 수 있는 능력을 상실하게 된다. 이러한 높은 긴장도는 움직임의 질적인 장애일 뿐 아니라 기본적인 일상생활 수행을 저해하는 요소가 된다. 그러나, 선행된 대부분의 연구들은 근전도 바이오피드백을 이용하여 근육의 긴장과 이완을 반복하거나, 역치값에 도달하게 되면 전기적 자극을 제공하는 것에 그치고 있다. 이러한 연구들은 근전도 바이오피드백을 실질적인 과제수행에 적용하지 못했으며, 근육의 긴장과 이완에 있어 순차적이고 섬세한 근 긴장도의 조절에 대한 부분까지는 고려하지 못하였다. 따라서 본 논문은 뇌졸중 환자에게 근전도 바이오피드백을 이용하여 순차적이고 섬세한

운동조절을 요하는 추적과제(tracking task)를 적용한 후 근긴장도 변화와, 상지 및 손기능의 향상정도를 알아보고자 한다.

II. 연구 방법

1. 연구 기간 및 연구 대상

본 연구는 2008년 11월부터 2009년 3월까지 C병원에 내원한 뇌졸중환자를 대상으로 시행되었으며 대상자 선정 조건은 다음과 같았다.

- 1) 뇌졸중 발병일 6개월 이상인 자
- 2) 뇌졸중 이외의 중복장애가 없는 자
- 3) 한국판 간이정신상태 검사(MMSE-K)에서 24점 이상인 자로 인지장애가 없는 자
- 4) 실행장애가 없는 자
- 5) 상지 근력이 3/5 이상이고 환측 어깨에 아탈구가 없는 자

또한 연구에서 사용되는 대상자의 성별, 연령, 병명, 발병일은 의무기록지를 통해 확인하고, 한국판 간이정신상태 검사를 제외한 모든 평가는 실험 전, 후에 각각 수행되

었다. 실험에 앞서 대상자들을 실험군과 대조군으로 나누었다. 각각의 대상자들에 대한 일반적 특성은 표 1과 같고 두 집단간의 유의한 차이는 없었다($p>.05$). 그리고 연구에 참여한 모든 대상자에게는 충분한 연구에 대한 설명을 전달하고 연구에 대한 자발적 참여의사를 물어 연구자 본인과 함께 연구동의서를 작성하였다.

2. 연구 설계

본 연구는 뇌졸중 환자들을 대상으로 근전도 바이오피드백의 효과를 분석하기 위해 유사실험 형식(quasi-experimental design)으로 설계되었다. 중재는 근전도 바이오피드백 기기인 Myomed 134를 이용하여 실험군에게 1일 1회(session), 주 5회 6주 동안 총 30회의 근전도 추적과제 훈련이 제공되었다. 그리고 대조군에게는 근전도 바이오피드백 중재를 제공하지 않았다.

중재의 효과를 검증하기 위하여 실시된 표준화된 평가는 개정된 Ashworth 척도(Modified Ashworth Scale : MAS), Fugl-Meyer 평가(Fugl-Meyer Assessment Scale : FMA), 상자와 나무토막 검사(Box & Block Test : BBT), 뇌졸중 상지기능 검사(Manual Function Test : MFT)이다.

표 1. 대상자들의 일반적 특성

일반적 특성		실험군(N=5)		대조군(N=5)	
		명(%)	평균 $\pm$ 표준편차	명(%)	평균 $\pm$ 표준편차
성별	남	4(80)		3(60)	
	여	1(20)		2(40)	
연령(세)		50.4 $\pm$ 13.13		50.4 $\pm$ 12.22	
마비 측	우측	3(60)		3(60)	
	좌측	2(40)		2(40)	
유병기간(개월)		28.2 $\pm$ 17.32		34.2 $\pm$ 13.55	
MMT ^a	fair ⁺	3(60)		1(20)	
	good	2(40)		3(60)	
	normal			1(20)	
MMSE-K ^b		27.0 $\pm$ 1.00		27.4 $\pm$ 2.07	

^a MMT: Manual Muscle Testing

^b MMSE K: Mini Mental State Examination Korean

3. 중재도구 및 방법

1) 중재환경

본 실험은 C병원 작업치료실에서 독립된 공간인 일상생활동작훈련실 안에 구비된 2m×3m의 사각탁자 위에 노트북과 Myomed 134를 위치시키고 탁자위에 대상자의 상지를 놓을 수 있는 수건을 깔아 놓았다. 대상자가 앉은 의자는 팔걸이가 없으며 안정감을 충분히 줄 수 있는 크기로 되어 있다. 그리고 실험시 탁자 주위에는 다른 전기기기와 도체를 제거하고 일상생활동작훈련실 안으로 다른 사람들의 접근을 차단하여 결과에 방해가 줄 수 있는 요인을 차단하였다.

2) 중재도구

근전도 바이오피드백 기기인 Myomed 134는 네덜란드의 Enraf-Nonius사에서 개발된 기계로써 근전도 바이오피드백과 전기치료를 병행할 수 있는 복합기기이다(그림 1). 본 연구에서는 기기 안에서 사용 가능한 프로그램 중 근전도프로그램을 사용하였다. 근전도 프로그램은 최초 환자의 신경근 활성도의 역치 값을 측정 후 그 측정값을 최고점으로 하는 추적과제 그래프가 제시되어 진다. 이렇게 주어진 근전도 추적과제 그래프를 보고 환자 스스로가 자신의 근전도 값이 그 그래프에 최대한 일치 시킬 수 있도록 움직이는 프로그램이 설정되어있다(그림 2). 이때 제공되는 추적과제의 종류는 정사각형, 톱니모양, 삼각형, 사다리꼴, 반원, 3개의 연속된 정사각형, 3개의 연속된 삼각형이 있다. 본 연구에서는 '삼각형' 형태의 추적과제를

사용하였다.

근전도는 표면전극이 사용되며 1개의 채널을 사용하였다. 또한 측정되는 역치값은 최저 10 μV 에서 최대 10,000 μV 까지 나타낼 수 있으며 대상자의 근전위 활동에 따라 가장 적절하게 측정 가능한 값으로 자동적으로 변화한다.

3) 중재방법

근전도 바이오피드백 훈련의 프로토콜은 총 40번의 추적과제 그래프를 제시하였는데 이때 1번의 추적과제는 15초의 휴식기와 5초간의 활동기로 구성된다. 따라서 실험대상자는 1회 동안 40개의 삼각형 그래프를 따라 자신의 신경근 활성도를 조절하도록 하는 바이오피드백을 제공받는다(그림 2). 매 회기마다 피드백을 제공하기 전에 3회에 걸쳐 최대 근전도를 측정하여 그 중 가장 높은 값을 기준으로 하여 그래프의 최고점을 결정하였다.

연구에 사용된 패드는 모두 1회만 사용하였으며 지정된 패드만을 사용하였다. 그리고 부착되는 전극 중 2개의 기록전극(recording electrode)은 수지신근(extensor digitorum muscle)에 부착하였으며 하나의 준거전극(reference electrode)은 동측팔의 굴근지대(flexor retinaculum)에 부착하였다(신화경, 2008). 그리고 대상자들이 이 이외에 받고 있는 치료의 횟수와 시간은 연구기간동안 모두 동일하였다.

4. 평가 도구

한국판 간이정신상태 검사를 제외한 모든 평가는 실험



그림 1. Myomed 134의 외형

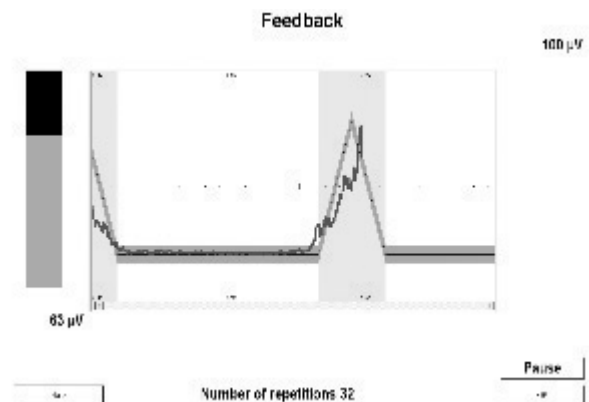


그림 2. 근전도 바이오피드백 추적과제 훈련

전, 후에 각각 측정 되었으며 평가결과에 대한 정보는 대상자 및 보호자에게 제공되지 않았다. 그리고 대상자에게 실시한 모든 평가는 연구자 본인에 의해 실시되었다.

1) 개정된 Ashworth 척도

(Modified Ashworth Scale: MAS)

개정된 Ashworth 척도는 관절을 수동적으로 움직여서 검사자가 느끼는 저항의 정도를 평가하는 주관적인 측정 방법이다(Sloan, Sinclair, Thompson, Taylor, & Pentland, 1992). 개정된 Ashworth 척도에서 등급 0은 수동 운동시 근 긴장도가 전혀 증가하지 않은 상태이며, 등급 1은 환측 관절을 굴곡 시키거나 신전시켰을 때, 관절가동 영역의 끝부분에서 최소한의 저항이 느껴졌다가 없어지는 상태, 등급 2는 환측 관절을 굴곡 시키거나 신전시켰을 때, 관절가동 영역의 반을 지난 상태에서 끝까지 저항이 약간 증가하는 상태, 등급 3은 환측 관절을 움직일 때, 관절가동 범위 전체에 걸쳐서 현저하게 저항이 증가하는 상태이지만 움직임은 쉽게 가능한 상태, 등급 4는 근 긴장이 증가하고 수동움직임이 어려운 상태, 등급 5는 손상 받은 관절의 근긴장도가 심하여 굴곡이나 신전되어 경직된 상태로 정의하였으며 측정자 간($\kappa_w=.84$), 측정자 내($\kappa_w=.83$) 신뢰도가 높게 조사되었다(Gregson et al., 1999).

2) Fugl-Meyer 평가

(Fugl-Meyer Assessment scale: FMA)

Fugl-Meyer 평가는 뇌졸중 후 운동 기능의 회복단계를 기초로 뇌졸중 환자의 기능적 회복정도를 양적으로 평가하기 위해 개발되었다(Fugl-Meyer, Jääskö, Leyman, Olsson, & Steglind, 1975). Fugl-Meyer 평가척도의 세분화된 항목은 3점 만점으로 0점은 수행할 수 없음, 1점은 부분적으로 수행할 수 있음, 2점은 완전하게 수행할 수 있음으로 구분되어져 있다. 운동기능 평가는 상지 운동기능 66점, 하지 운동기능 34점으로 최대 100점으로 되어있다. 검사 시간은 약 30분정도 소요되며 경우에 따라서는 나누어서 검사가 가능하다. 그리고 각 소검사 별로 3회를 실시하여 가장 높은 점수를 채택하는 것을 기본으로 한다. 평가의 구성은 운동기능 평가, 균형 검사, 감각 검사, 관절가동범위 검사, 통증검사로 이루어져 있으며 본 연구에서는 상지의 운동 기능 평가를 이용하였다. 이 평가도구는 Gladstone, Danells와 Black(2002)의 연구를 통해 측정자

간($r=.94$), 측정자 내($r=.99$) 신뢰도가 높은 것으로 나타났다. 뇌졸중 후 환자의 운동기능의 변화를 평가하는데 임상에서 연구도구로 많이 사용되고 있다.

3) 상자와 나무토막 검사

(Box & Block Test: BBT)

상자와 나무토막 검사는 성인 뇌성마비 환자의 기민성을 평가하기 위해 고안되었으며 현재는 심한 협응 장애를 가진 환자의 기민성을 평가하도록 발달되었다(Cromwell, 1965). 상자는 중앙에 칸막이가 달린 크기가 53.7 cm × 8.5 cm × 27.4 cm로 된 직사각형이며 나무토막은 150개의 색깔이 있는 정사각형의 나무로 2.54 cm의 입방체이다. 검사는 1분 동안 가능한 한 많은 나무토막을 환측 손으로 집어 다른 쪽으로 옮긴 개수를 측정하는 것이다. 검사-재검사 신뢰도는 왼손이 .93 오른손이 .97이며 검사자간 신뢰도는 왼손 .99, 오른손 1.00이다(Cromwell, 1965).

4) 뇌졸중 상지기능 검사

(Manual Function Test: MFT)

이 검사는 일본의 동북대학(Tohoku University) 의학부에서 Brunnstrom stage에 따른 상지의 회복단계를 수치화하여 개발된 뇌졸중 후 상지기능 평가 도구로서, 환자의 조기 재활 중 상지기능 및 동작 능력 측정에 많이 쓰이고 있다(이택영, 오재근, 김혜영, 이규성과 김문희, 1999). 신경학적 회복 시기에 있어서 상지 운동기능의 짧은 기간 동안의 변화를 측정 할 수 있을 뿐만 아니라 훈련 초기의 단기간 기능 수준의 변화에서 이후의 기능회복 수준을 예측할 수 있다는 장점이 있다. 소 항목으로는 상지 운동(4항목), 장악력(2항목), 손가락 조작(2항목)의 3개 영역, 총 8개 항목으로 구성되어 있다. 점수는 수행 가능할 경우 1점, 불가능 할 경우 0점으로 표기하여 총 32점 중 획득점수를 다시 100점으로 환산하여 총점으로 표기하며 검사 소요 시간은 약 10분 정도 이다. 또한 검사-재검사 일치도는 환측 .997, 건측 .839이다(김미영, 1994; 채경주와 이한석, 1997). 본 연구에서는 김미영(1994)에 의해 한글로 번역된 한글 뇌졸중 상지기능 검사방법을 기준으로 하였다.

5. 자료분석 및 통계

수집된 자료는 SPSS 12.0을 통해 분석되었다. 집단간의 유의성 검사는 t검정을 통해서 이루어 졌으며 집단 내 분석은 윌콕슨 부호 순위 검정 (Wilcoxon's signed rank test)을 이용하여 치료 전과 후를 비교하였다. 그리고 대조군과 실험군 간의 분석은 Mann-Whitney U 검정을 이용하여 집단 간 변화량을 비교하였다. 이때 중재의 효과를 검정하기 위한 변화량은 중재 후 평가에서 획득된 점수에서 중재 전 평가에서 측정된 점수를 뺀 값으로 정의하였다. 유의성을 검정하기 위하여 유의수준 α 는 .05로 정하였다.

III. 연구 결과

1. 개정된 Ashworth 척도의 결과

추적 과제 훈련 중재를 제공 후 실험군의 개정된 Ashworth 척도는 실험 전 1.40 ± 1.14 에서 실험 후 0.80 ± 0.84 로 감소하였으나 통계적 유의성은 가지지 못했다

($p > .05$). 그리고 대조군은 실험 전과 실험 후 개정된 Ashworth 척도는 변화하지 않았다(표 2). 그러나 실험군과 대조군의 집단간의 변화량에 대한 분석에서는 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다($p < .05$)(표 3).

2. Fugl Meyer 평가의 결과

실험군의 Fugl-Meyer 평가의 결과는 47.60 ± 11.95 에서 52.80 ± 11.17 로 통계적으로 유의한 증가를 보였으며 ($p < .05$), 대조군은 47.60 ± 19.48 에서 48.60 ± 18.64 로 증가함은 보였으나 통계적으로 유의한 차이는 없었다 ($p > .05$)(표 2). 또한 두 집단간의 변화량에 대한 분석에서는 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다 ($p < .05$)(표 3).

3. 상자와 나무토막 검사의 결과

상자와 나무토막 검사에도 역시 실험군과 대조군의 측정점수가 모두 증가한 것을 볼 수 있었다. 그러나 실험군에서는 17.60 ± 9.10 에서 32.60 ± 13.11 로 통계적 유의한 증

표 2. 실험군과 대조군의 집단 내 분석

	실험군				대조군			
	실험 전	실험 후	Z	P-value	실험 전	실험 후	Z	P-value
MAS (점수)	1.40 ± 1.14	0.80 ± 0.84	-1.732	.083	1.00 ± 0.71	1.00 ± 0.71	.000	1.000
FMA (점수)	47.60 ± 11.95	52.80 ± 11.17	-2.032	.042	47.60 ± 19.48	48.60 ± 18.64	-1.633	.102
BBT(개수)	17.60 ± 9.10	32.60 ± 13.11	-2.023	.043	15.40 ± 9.45	19.20 ± 10.92	-1.826	.068
MFT (점수)	22.20 ± 5.22	27.20 ± 3.27	-2.032	.042	21.20 ± 5.12	22.00 ± 5.15	-1.633	.102

표 3. 변화량에 대한 집단간 분석

	실험군 변화량 ^a	대조군 변화량 ^a	Z	P-value
MAS (점수)	$-0.75 \pm .500$	0	-2.236	.025
FMA (점수)	$5.75 \pm .957$	1 ± 1.225	-2.481	.013
BBT (개수)	11 ± 2.550	4 ± 3.536	-2.305	.021
MFT (점수)	5.50 ± 2.517	$.80 \pm .837$	-2.367	.018

^a 실험 후 평가 측정값 - 실험 전 평가 측정값

가를 보인 반면($p<.05$), 대조군에서는 15.40 ± 9.45 에서 19.20 ± 10.92 로 증가하였으나 통계적으로 유의성은 보이지 못했다($p>.05$) (표 2). 또한 집단간 분석에서도 통계적으로 유의한 차이가 있음을 볼 수 있었다($p<.05$) (표 3).

4. 뇌졸중 상지기능 검사

근전도 추적과제 훈련중재 후 뇌졸중 상지기능 검사에도 위의 검사결과와 마찬가지로 실험군과 대조군 모두에서 변화를 볼 수 있었다. 실험군은 22.20 ± 5.22 에서 27.20 ± 3.27 로 증가하였으며 대조군은 21.20 ± 5.12 에서 22.00 ± 5.15 로 증가함으로 보였다. 하지만 실험군에 비해 대조군은 낮은 변화량을 보였으며 실험군은 통계적 유의성을 가지는 반면($p<.05$), 대조군은 통계적 유의성을 가지지 못했다($p>.05$) (표 2). 그리고 집단간의 변화량에 대한 분석을 통해 실험군과 대조군의 차이가 통계적으로 유의함을 볼 수 있었다($p<.05$) (표 3).

IV. 고 찰

근전도 바이오피드백은 신경과학이론을 바탕으로 두고 있다. 근전도 바이오피드백 훈련에서 주어지는 추적과제를 통해 나타나는 자발적 움직임은 근전도 활성도가 나타나는 모니터를 통해 시각적, 청각적 정보로 나타나게 되고 이러한 감각정보는 신경적응을 증진시키며, 수정과 반복을 통해 운동학습을 촉진시킬 수 있다(Portney, 1994).

근전도 바이오피드백을 이용한 연구는 뇌졸중과 같은 뇌손상환자를 대상으로 한 연구뿐만 아니라 다양한 질환들을 대상으로 한 연구 또한 성공적인 결과를 나타냈다. Klose, Needham, Schmidt, Broton과 Green(1993)의 연구와 Kohlmeyer, Hill, Yarkony와 Jaeger(1996)의 연구는 척수손상환자를 대상으로, Shumaker(1980), Platz, Brown과 Marden(1998)의 연구와 Marchese, Diverio, Zucchi, Lentino와 Abbruzzese(2000)의 연구는 파킨슨병, Talbot와 Junkala(1981)은 뇌성마비 환자를 대상으로 한 연구에서도 근전도 바이오피드백의 긍정적 효과를 보여주었다. 현재는 다양한 질환뿐만 아니라 다양한 증상에 대한 근전도 바이오피드백에 대한 연구가 이루어지고 있다. 편두통, 근육수축성 두통, 고혈압, 부적절한 스트레스

반응, 레이노 현상(Raynaud's phenomenon), 근육경련성 장애, 월경불순 및 기타 여러 가지 문제들을 효과적으로 치료하는 데 사용되고 있다. 최근 국내에서도 이러한 연구는 활발히 이루어지고 있다. 하성민, 민경진과 최홍식(2008)의 연구에서는 일반인들을 대상으로 근전도 바이오피드백 훈련을 통하여 견갑골의 적절한 위치 유지를 통해 전거근의 원심성 수축 조절 능력의 증대와 과도한 상부 승모근의 근활성도를 감소시킴으로서 견갑골 익상을 감소시키는 효과를 보였으며, 김원호, 박은영, 장기연과 이영정(2002)은 3명의 안면신경마비환자에게 근전도 바이오피드백을 이용한 운동 훈련이 비록 안면신경마비환자의 신경 재생을 촉진하지는 못하지만, 남아있는 잠재적 운동 단위를 최대한 활용하는 방법을 학습시키는 재활 치료방법으로 사용될 수 있음을 제시하였다. 그리고 이지영과 손정락(1993)은 전두 근육에 근전도 바이오피드백 훈련을 실시하여 긴장성 두통을 치료하는데 접근하여 유의한 결과를 도출하였다. 또한 해외에서는 회음부 전정염(vulvar vestibulitis)을 통한 성교통증을 완화하는데 또한 근전도 바이오피드백을 이용한 치료적 접근을 시도하고 있다(Bergeron et al., 2001). 이처럼 근전도 바이오피드백의 이용은 다양하며 어떤 목적을 두고 접근하며, 표적이 되는 근육이 어디냐에 따라 다양한 양상을 보이게 된다.

뇌졸중 후 손목과 손가락 신전근의 회복은 손상된 개별적인 손가락 활동을 발달시킨다(Duncan & Badke, 1988). 또한 손가락 펴 조절은 뇌손상 후 가장 늦게 회복되는 기능 중 하나이며, 파악활동(prehensile activity)을 위해 반드시 선행되어야 하는 동작이다(Armagan, Tascioglu, & Oner, 2003). 또한 Fritz, Light, Patterson, Behrman과 Davis(2005)의 연구에 따르면 손가락 신전근의 회복은 상지의 기능적 움직임과 일상생활활동에 필수적이다. 뿐만 아니라 손목조절능력의 향상은 상지대의 전반적인 향상을 나타낼 수 있다. 손목을 조절하는 대부분의 근육은 외재근인데 이러한 외재근이 원할한 움직임을 만들어 내면 요골과 척골의 움직임을 부드럽게 만들어 내어 결국 상완과 전완부의 부드러운 움직임 또한 만들어 낼 수 있게 된다. 따라서 본 연구에서는 손가락의 펴 동작과 손목조절에 중요한 영향을 하고 있는 수근신근에 근전도 바이오피드백을 적용하였다.

본 연구에서는 개정된 Ashworth 척도를 통해 실험군의 비정상적 근 긴장도가 대조군에 비해 유의하게 줄어드는

것을 보여주었다($p<.05$). 그러나 집단 내 변화량의 분석에서 실험군의 근 긴장도 변화는 통계적으로 유의하지 못하였는데($p>.05$), 이러한 이유는 실험군 대상자 2명이 중재를 적용하기 전부터 강직이 없는 상태였기 때문으로 사료된다. 또한 상지와 손기능의 변화를 측정하기 위해 Fugl-Meyer 평가, 상자와 나무토막 검사, 뇌졸중 상지기능 검사를 실시한 결과 중재 후 집단 내, 집단 간 변화량은 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다($p<.05$).

이러한 결과는 van Dijk 등(2005)이 조사한 재활 환자의 환측 상지 운동기능에 대한 피드백의 효과에서 근전도 바이오피드백의 효과가 높은 것으로 나타난 것과 마찬가지로 본 연구의 근전도 바이오피드백 추적과제 훈련이 효과적임을 보여주고 있다. Lourenção, Battistella, de Brito, Tsukimoto와 Miyazaki(2008)은 작업치료와 근전도 바이오피드백 훈련을 같이 시행하는 것이 작업치료와 전기 자극 치료를 같이 시행하는 것보다 뇌졸중환자의 상지기능과 관절가동범위를 향상시키는데 더 효과적임을 보여주었다. 또한 국내에서 실시된 김금순과 김지연(2003)의 연구에서는 편마비 환자의 상지운동능력과 상지활동을 증진시키는데 근전도 바이오피드백과 건측 억제유도 운동을 함께 이용하는 것이 효과적임을 보여주었다. 이러한 결과는 근전도 바이오피드백 훈련이 근전도만을 이용한 중재보다 근전도 바이오피드백과 실질적인 과제수행이 병행되었을 때 더욱더 큰 효과를 낼 수 있다는 것을 나타낸다.

본 연구는 손목조절을 통한 손 기능 향상을 위해 추적과제를 통한 근전도 바이오피드백 훈련을 작업치료에서 적용한다는 것에 큰 의미를 두고 있다. 현재까지 다양한 분야에서 근전도 바이오피드백 훈련에 대한 연구가 이루어져 왔으나, 작업치료 분야에서는 이러한 연구가 아직 미미한 수준이다. 작업치료 분야에서 치료적 기기에 대한 연구가 많이 이루어질수록 작업치료 안에서 치료적 기기 사용의 당위성을 확립할 수 있을 것이며 작업치료의 효율성을 증대시킬 수 있을 것이다. 그러나 본 연구에서는 근전도 바이오피드백 훈련을 통한 운동기능의 회복이 일상생활의 개선으로 전이되는지에 관한 평가는 이루어 지지 못했다는 것과 연구과정에 있어 위약효과(placebo)군이 없었고, 대상자의 수가 적었다는 제한점이 있다. 마지막으로 손 기능의 회복이 뇌졸중 후 뇌의 신경가소성에 의한 것인지, 아니면 동측 뇌 활성화에 의한 것인지에 대해서는 알 수 없었다. 앞으로 작업치료영역에서 시행되는 근전도 바이

오피드백 연구에서 일상생활에 대한 평가와 함께 기능적 자기공명 영상(functional magnetic resonance imaging)을 이용한 연구가 이루어진다면 더욱 객관적인 연구가 되리라 본다.

V. 결 론

본 연구는 뇌졸중 후 6개월이 지난 환자 10명을 대상으로 근전도 바이오피드백에 대한 두 집단간 전, 후 비교를 통한 유사 실험 연구이다. 연구는 2008년 11월부터 2009년 3월까지 Myomed 134기기를 이용하여 근전도 바이오피드백을 적용한 후 중재의 효과를 분석하였다. 실험군 대상자에게 주어진 중재는 모두 동일하게 1일 1회, 주 5회로 하여 6주 동안 총 30회에 걸쳐 시행되었으며 중재의 효과를 검증하기 위하여 실시된 표준화된 평가는 개정된 Ashworth 척도, Fugl-Meyer 평가, 상자와 나무토막 검사, 뇌졸중 상지기능 검사이다. 그 결과 대조군에 비해 실험군의 대상자에게서 유의한 향상을 보였다. 따라서 본 연구를 통해 근전도 바이오피드백이 뇌졸중 환자의 상지기능을 향상시키는데 효과가 있었음을 알 수 있었다. 이를 통해 뇌졸중 환자의 재활치료과정 중에서 근전도 바이오피드백 훈련이 필요함을 알 수 있었다. 앞으로 시행되는 연구에서는 다수의 대상군을 통한 실험과 다양한 방법의 결과해석을 통해 근전도 바이오피드백의 효과를 분석할 필요가 있다.

참 고 문 헌

- 김금순, 김지연. (2003). 바이오피드백과 건측 억제유도 운동을 이용한 상지운동훈련이 편마비 환자의 상지 기능에 미치는 효과. 대한간호학회지, 33(5), 591-600.
- 김미영. (1994). 뇌졸중 상지기능 평가에 대한 고찰. 대한 작업치료학회지, 2(1), 19-26.
- 김원호, 박은영, 장기연, 이영정. (2002). 근전도 바이오피드백을 이용한 훈련이 안면신경마비 환자의 운동학습에 미치는 영향. 한국전문물리치료학회지, 9(3), 101-111.
- 김현택, 이지하, 최승원. (2007). 바이오피드백의 심리학적

- 활용. 한국심리학회 연차학술대회 논문집, 94-95.
- 신화경. (2008). 손가락 펴근에 실시한 근전도 유발 전기 자극 치료가 편마비 환자의 손기능 회복에 미치는 영향. *대한작업치료학회지*, 16(3), 61-69.
- 이지영, 손정락. (1993). EMG 바이오피드백 훈련과 인지 치료가 긴장성 두통환자의 두통감소, 자기 효율성 및 건강 내외 통제감에 미치는 영향. *한국심리학회지*, 12(1), 94-107.
- 이택영, 오재근, 김혜영, 이규성, 김문희. (1999). 뇌졸중 환자의 환측 상지 기능이 건측 손의 기민성에 미치는 영향. *대한작업치료학회지*, 7(1), 56-67.
- 채경주, 이한석. (1997). 뇌졸중 상지기능평가(Manual Function Test)의 정상인의 표준치에 관한 연구. *대한작업치료학회지*, 5(1), 52-57.
- 통계청. (2005). 뇌병변 장애의 주된 질환명 조사. 서울: 통계청.
- 통계청. (2008). 2007년 사망 및 사망원인통계결과. 서울: 통계청.
- 하성민, 민경진, 최홍식. (2008). 팔 내리기 동작 시 시각적 바이오피드백 훈련이 전거근과 상부 승모근의 근활성도에 미치는 영향. *한국전문물리치료학회지*, 15(2), 38-43.
- Armagan, O., Tascioglu, F., & Oner, C. (2003). Electromyographic biofeedback in the treatment of the hemiplegic hand: A placebo-controlled study. *American Journal of Physical Medicine and Rehabilitation*, 82(11), 856-861.
- Bazanov, O. M., Mernaya, E. M., & Shtark, M. B. (2009). Biofeedback in psychomotor training: Electrophysiological basis. *Neuroscience and Behavioral Physiology*, 39(5), 437-447.
- Bergeron, S., Binik, Y. M., Khalifé, S., Pagidas, K., Glazed, H. I., Meana, M., et al. (2001). A randomized comparison of group cognitive-behavioral therapy, surface electromyographic biofeedback, and vestibulectomy in the treatment of dyspareunia resulting from vulvar vestibulitis. *Pain*, 91(3), 297-306.
- Cromwell, F. S. (1965). *Occupational therapist manual for basic skills assessment: Primary pre-vocational evaluation*. Pasadena, CA: Fair Oaks Printing.
- Duncan, P. W., & Badke, M. (1987). *Stroke rehabilitation: The recovery of motor control*. Chicago : Year Book Medical.
- Dursun, N., Dursun, E., & Kilic, Z. (2001). Electromyographic biofeedback-controlled exercise versus conservative care for patellofemoral pain syndrome. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 82(12), 1692-1695.
- Fritz, S. L., Light, K. E., Patterson, T. S., Behrman, A. L., & Davis, S. B. (2005). Active finger extension predicts outcomes after constraint-induced movement therapy for individuals with hemiparesis after stroke. *Stroke*, 36(6), 1172-1177.
- Fugl-Meyer, A. R., Jääskö, L., Leyman, I., Olsson, S., & Steglind, S. (1975). The post-stroke hemiplegic patient. 1. a method for evaluation of physical performance. *Scandinavian Journal of Rehabilitation Medicine*, 7(1), 13-31.
- Gladstone, D. J., Danells, C. J., & Black, S. E. (2002). The Fugl-Meyer Assessment of motor recovery after stroke: A critical review of its measurement properties. *Neurorehabilitation Neural Repair*, 16(3), 232-240.
- Gregson, J. M., Leathley, M., Moore, A. P., Sharma, A. K., Smith, T. L., Watkins, C. L. (1999). Reliability of the tone assessment scale and the Modified Ashworth Scale as clinical tools for assessing poststroke spasticity. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 80(9), 1013-1016.
- Ingersoll, C. D., & Knight, K. L. (1991). Patellar location changes following EMG biofeedback or progressive resistance exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 23(10), 1122-1127.
- Kwakkel, G., Kollen, B. J., van der Grond, J., & Prevo, A. J. (2003). Probability of regaining dexterity in the flaccid upper limb: Impact of severity of paresis and time since onset in acute stroke.

- Stroke*, 34(9), 2181–2186.
- Klose, K. J., Needham, B. M., Schmidt, D., Broton, J. G., & Green, B. A. (1993). An assessment of the contribution of electromyographic biofeedback as an adjunct therapy in the physical training of spinal cord injured persons. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 74(5), 453–456.
- Kohlmeyer, K. M., Hill, J. P., Yarkony, G. M., & Jaeger, R. J. (1996). Electrical stimulation and biofeedback effect on recovery of tenodesis grasp: A controlled study. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 77(7), 702–706.
- Lourenção, M. I. P., Battistella, L. R., de Brito, C. M. M., Tsukimoto, G. R., & Miyazaki, M. H. (2008). Effects of biofeedback accompanying occupational therapy and functional electrical stimulation in hemiplegic patients. *International Journal of Rehabilitation Research*, 31(1), 33–41.
- Marchese, R., Diverio, M., Zucchi, F., Lentino, C., & Abbruzzese, G. (2000). The role of sensory cues in the rehabilitation of parkinsonian patients: A comparison of two physical therapy protocols. *Movement Disorder*, 15(5), 879–883.
- Nakayama, H., Jørgenson, H. S., Raaschou, H. O., & Olsen, T. S. (1994). Recovery of upper extremity function in stroke patients: The Copenhagen stroke study. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 75(4), 394–398.
- Ng, G. Y. F., Zhang, A. Q., & Li, C. K. (2008). Biofeedback exercise improved the EMG activity ratio of the medial and lateral vasti muscles in subjects with patellofemoral pain syndrome. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 18(1), 1643–1645.
- Peck, C. L., & Kraft, G. H. (1977). Electromyographic biofeedback for pain related to muscle tension: A study of tension headache, back, and jaw pain. *Archives of Surgery*, 122(7), 889–895.
- Platz, T., Brown, R. G., & Marsden, C. D. (1998). Training improves the speed of aimed movements in Parkinson's disease. *Brain*, 121(3), 505–514.
- Portney, L. G. (1994). Electromyography and nerve conduction velocity tests. In S. B. O'sullivan, & T. J. Schmitz (Eds.), *Physical rehabilitation, assessment and treatment* (4th ed., pp. 133–165). Philadelphia: F. A. Davis.
- Richards, L., & Pohl, P. (1999). Therapeutic interventions to improve upper extremity recovery and function. *Clinics in Geriatric Medicine*, 15(4), 819–832.
- Rijken, P. M., & Dekker, J. (1998). Clinical experience of rehabilitation therapists with chronic disease: A quantitative approach. *Clinical Rehabilitation*, 12(2), 143–150.
- Rizzo, A. A., Bowerly, T., Buckwaltet, J. G., Klimchuk, D., Mitura, R., & Parsons, T. D. (2006). A virtual reality scenario for all seasons: The virtual classroom. *CNS Spectrums*, 11(1), 35–44.
- Shumaker, R. G. (1980). The response of manual motor functioning in Parkinsonians to frontal EMG biofeedback and progressive realization. *Applied Psychophysiology and Biofeedback*, 5(2), 229–234.
- Sloan, R. L., Sinclair, E., Thompson, J., Taylor, S., & Pentland, B. (1992). Inter-rater reliability of the Modified Ashworth Scale for spasticity in hemiplegic patients. *International Journal of Rehabilitation Research*, 15(2), 158–161.
- Talbot, M. L., & Junkala, J. (1981). The effects of auditorally augmented feedback on the eye–hand coordination of students with cerebral palsy. *American Journal of Occupational Therapy*, 35(8), 525–528.
- van Dijk, H., Jannink, M. J., & Hermens, H. J. (2005). Effect of augmented feedback on motor function of the affected upper extremity in rehabilitation patients: A systematic review of randomized controlled trials. *Journal of Rehabilitation Medicine*, 37(4), 202–211.
- Yip, S. L., & Ng, G. Y. (2006). Biofeedback supplementation to physiotherapy exercise

programme for rehabilitation of patellofemoral pain syndrome: A randomized controlled pilot study. *Clinical Rehabilitation*, 20(12), 1050–1057.

Abstract

Effects of EMG Biofeedback Training on the Hand Functions of Stroke Patients

Han, Seung-Hyup^{*}, B.H.Cs., O.T., Choi, Yong-Won^{**}, B.H.Cs., O.T.,
Kam, Kyung-Yoon^{***}, Ph.D.

^{*}Dept. of Occupational Therapy, Changwon General Hospital, Korea Workers Accident Medical Corporation

^{**}Dept. of Occupational Therapy, Graduate School, Inje University

^{***}Dept. of Occupational Therapy, College of Biomedical Science and Engineering, Inje University

Objective : The aim of this study was to investigate the effects of EMG biofeedback training on the hand functions of stroke patients.

Methods : Ten patients who had suffered from the effects of a stroke for at least six months participated in this study. Five of the subjects were randomly given EMG biofeedback training, while the others were assigned as a control group. One session of EMG biofeedback tracking tasks consists of resting and activity stages. During the activity stage, the subjects performed tracking tasks forty times. The experimental group performed one session of tracking tasks per day and received the training five days per week for six consecutive weeks. Their hand functions were measured before and after training using Modified Ashworth Scale, Fugl-Mayer assessment scale, Box & Block test, and Manual Function Test.

Results : Except for the Modified Ashworth Scale, all other post-test scores for hand functionality after six weeks of training showed a statistically significant difference compared with the pre-test scores before training ($p < .05$). However, the control group failed to show a significant difference between the pre- and post-test scores in all tests. The experimental group showed a significant improvement in hand functionality measured by all tests, compared with the control group ($p < .05$).

Conclusion : This study suggests that EMG biofeedback training can be an effective therapeutic tool in the improvement of hand functions of stroke patients.

Key words : Biofeedback, Electromyogram, Hand function, Stroke, Tracking task