



바이오피드백과 건축 억제유도 운동을 이용한 상지운동훈련이 편마비 환자의 상지기능에 미치는 효과*

김 금 순¹⁾ · 강 지 연²⁾

서 론

연구의 필요성

뇌졸중 후 생존자의 70-75%는 운동, 감각, 인지, 언어 측면의 후유증을 가지게 되는데 이중 운동기능장애인 편마비가 있으면 일상생활활동 수행 및 작업을 위해 반드시 필요한 상지 기능을 상실할 수 있다(Fey et al., 1998; van der Lee et al., 1999). 편마비 환자의 손상된 상지기능을 증진시키기 위한 중재 방법으로 PNF(proprioceptive neuromuscular facilitation), NDT(neurodevelopmental treatment), Brunnstrom technique 등이 시도되었으나 일반화에는 실패하였고 게임기(slot machines), 가정치료(home therapy), 건축 억제유도 운동요법(constraint-induced movement therapy), 근전도 바이오피드백(EMG biofeedback), 전기자극 등은 긍정적 효과가 있는 것으로 나타났다(Fey et al., 1998). 비교적 긍정적인 효과를 보인 중재법의 특징은 기본적인 상지운동 외에도 대상자 스스로 환측의 운동을 지속적으로 수행할 수 있도록 도와주는 방법을 채택하고 있음을 알 수 있다.

상지기능 증진 방법 중 건축 억제유도 운동요법은 뇌졸중이 발병한지 상당기간 경과한 편마비 환자에게서도 그 효과가 증명되고 있으며 2-3주간의 집중적인 운동훈련으로 치료 2년 후까지도 환측 상지의 기능향상이 유지되고 있는 것으로 나타났다(Taub, Crago & Uswatte, 1998). 이 운동요법은 건축 상지를 사용하지 못하도록 팔걸이나 장갑으로 억제하고 손상

된 상지만을 이용해 집중적인 운동훈련을 하는 것으로 뇌졸중 후 급성기에 발생하는 학습된 불용(learned nonuse) 현상을 극복하게 하는 한편 환측 상지의 반복적이고 기능적인 운동을 통해 상지기능을 담당하는 대뇌운동피질을 확장시키거나 새로운 운동영역을 생성하여 상지기능을 영구적으로 향상시킨다고 알려져 있다(Liepert et al., 1998; Kopp et al., 1999). 건축 억제유도 운동을 실시할 때 예상되는 가장 큰 문제점은 일정기간 동안 건축 상지의 사용을 억제하는 것이므로 대상자의 상지운동 상태에 대한 이해와 적극적인 참여를 권장시킬 수 있는 방법을 도입할 필요가 있다.

한편 바이오피드백이란 자율신경계의 지배하에 있는 생리적 반응을 수의적으로 통제할 수 있도록 훈련시키는 과정으로 (Blanchard and Epstein, 1990) 대상자가 중심적 역할을 하는 적극적인 중재이다. 그 동안 바이오피드백은 스트레스 관리(Lee, Kim & Park, 1999; Kim, 2000), 생리통조절(Kim, Lee, Choi & Lee, 1999), 고혈압관리(Rho & Kim, 1993), 그리고 긴장성 두통관리(Rho, Kim & Kim, 1990) 등 다양한 건강관리 분야에서 긍정적으로 활용되었다. 뇌졸중 후 편마비 환자에게 수행된 바이오피드백의 효과에 대한 메타연구를 살펴보면 근전도 바이오피드백이 신경-근육의 재훈련에 효과적이었으며(Schleenbaker & Mainous, 1993) 국내에서 시도된 연구(Kim, Lee, Choi, Lee & Kim, 2001)에서도 뇌졸중 환자에게 바이오피드백 훈련을 이용한 상지재활운동을 실시하여 근육회복의 가능성을 제시하였다. 즉 편마비 환자 역시 바이오피드백훈련을 통해 자신의 제한된 신체 반응에 대해 인식하고 이

주요어 : 바이오피드백, 건축 억제유도 운동, 상지기능, 편마비

* 이 논문은 2001년도 한국학술진흥재단의 지원에 의하여 연구되었음(KRF-2001-F00255)

1) 서울대학교 간호대학, 2) 김천과학대학 간호과

투고일: 2002년 11월 29일 심사완료일: 2003년 4월 4일

를 완화시키기 위해 적극적으로 운동훈련에 참여한다는 것을 알 수 있다.

이상으로 미루어 볼 때 뇌졸중으로 인해 상지기능이 저하된 환자에게 바이오피드백 훈련을 통해 손상된 상지의 근육 위축상태와 운동기능정도를 확인시키는 한편 정상상지를 억제하고 손상된 상지에 집중적인 운동훈련을 제공한다면 대상자가 더욱 적극적으로 상지재활운동에 참여할 것이라고 판단된다. 따라서 본 연구에서는 바이오피드백과 건측 억제유도 운동이 포함된 상지운동훈련 프로그램을 개발하고 이를 뇌졸중 후 편마비 환자에게 적용한 후 그 효과를 환측 상지의 운동 능력과 활동 정도 측면에서 평가하고자 한다.

연구의 목적 및 가설

본 연구의 목적은 바이오피드백과 건측 억제유도 운동을 이용한 상지운동훈련이 편마비 환자의 상지기능에 미치는 효과를 파악하여 편마비 환자를 위한 재활간호 중재로 사용할 수 있는 근거를 제공하는 것이다. 연구목적 달성을 위해 설정한 가설은 다음과 같다:

연구가설 1. 바이오피드백과 건측 억제유도 운동을 이용한 상지운동훈련에 참여한 후 실험군은 참여하지 않은 대조군보다 환측 상지운동능력이 높을 것이다.

연구가설 2. 바이오피드백과 건측 억제유도 운동을 이용한 상지운동훈련에 참여한 후 실험군은 참여하지 않은 대조군보다 환측 상지활동 정도가 높을 것이다.

용어의 정의

● 바이오피드백

바이오피드백이란 자율신경계의 지배하에 있는 생리적 반응을 수의적으로 통제할 수 있도록 훈련시키는 과정이다 (Blanchard and Epstein, 1990). 본 연구에서 바이오피드백은 I-410 근전도 바이오피드백 기기(J & J Co.)를 양쪽 전박에 부착하고 컴퓨터 모니터를 통해 환측 근육의 긴장과 이완상태를 건측과 시각적으로 비교하면서 환측 근육의 수축을 훈련하는 과정을 의미한다.

● 건측 억제유도 운동

건측 억제유도 운동(Constraint-induced movement)은 학습된 불용(learned nonuse model)과 피질 재배치(cortical reorganization) 현상을 근거로 개발된 운동중재로 건측 상지를 사용하지 못하도록 팔걸이나 장갑으로 억제함으로써 환측 상지의 운동과 사용을 유도하는 방법(Kopp et al., 1999)이다. 본 연구에서 건측 억제유도 운동은 일일 6시간, 2주 동안 팔걸이로 건측 상

지를 억제한 채 환측 상지에 집중적인 운동훈련을 실시하는 것을 의미한다. 운동 시간과 기간은 Constraint-induced movement에 관한 선행연구(Taub & Wolf, 1997; Taub, Crago & Uswatte, 1998)와 예비조사 결과를 참고로 결정하였다.

● 상지기능

본 연구에서 상지기능은 손기능, 손의 쥐는 힘, 엄지의 누르는 힘으로 측정한 운동능력과 환측 상지활동 정도를 의미한다.

연구 방법

연구설계

본 연구는 편마비 환자의 상지기능을 향상시키기 위해 바이오피드백과 건측 억제유도 운동을 이용한 상지운동훈련을 적용하고 그 효과를 분석한 비동등성 대조군 전후설계인 유사실험연구이다.

연구 대상자 및 자료수집 기간

K시와 S시의 보건소에 등록된 뇌졸중 환자 중 연구에 참여하기를 동의한 자들로 다음의 선정기준에 부합되는 사람들을 연구 대상으로 선정하였다:

- 연구 시작 시점에서 뇌졸중이 발병한지 6개월 이상 경과된 자.
- 편마비를 가지고 있으며 도수근력(manual muscle strength test)으로 측정한 환측 상지의 근력이 Grade II 이상인 자.
- 한국어판 간이정신상태 검사(K-MMSE) 점수가 23점 이상인 자
- 연구종료 시까지 참여가 가능한 자.

Cohen의 Power analysis를 근거로 연구 대상자 수를 계산하면 $\alpha = 0.05$, $1 - \beta = 0.8$, 효과크기 $d = 0.8$ 일 때 $n = 15$ 명이었으나 (Lee, Lim & Park, 1998) 중도탈락자를 감안하여 실험군 21명과 대조군 21명 총 42명을 초기 대상으로 선정하였고 실험군과 대조군 중 중도 탈락자가 각 1명씩 발생하여 총 40명이 최종 대상자가 되었다.

본 연구의 대상자들은 대부분 기동성에 문제가 있고 한 장소에서 대조군과 실험군을 동시에 선정할 경우 실험의 확산 및 윤리적인 문제가 발생할 가능성이 있었으므로 K시 보건소의 대상자를 실험군에 그리고 S시 보건소의 대상자를 대조군에 임의로 할당하였다.

자료수집기간은 2002년 3월부터 4월까지 총 8주간이었다.

연구절차

연구 대상자 선정 후 실험군은 일일 6시간 주 5일 총 2주 동안 다음과 같은 상지운동훈련에 참여하였으며 모든 절차는 간호사이면서 뇌졸중 환자 재활교육을 이수한 연구보조원 6인이 진행하였다.

• 바이오피드백 훈련

운동훈련 첫날 바이오피드백 기기의 근전도 훈련을 이용하여 근육의 긴장과 이완상태를 직접 몸으로써 환측 상지의 운동능력을 확인하고 운동동기를 강화하였다. 대상자의 양측 전박에 근전도 센서를 부착한 다음 건측과 환측 근육의 긴장과 이완, 근관절운동을 모니터화면을 보고 비교하고 훈련하도록 하였다. 대상자가 마비된 부위의 힘과 감각을 잘 인지하지 못한다면 건측 근육의 긴장과 이완상태를 근전도 바이오피드백을 통해 확인시킨 후에 다시 시행하였다.

• 건축 억제유도 운동

바이오피드백 훈련 후 운동을 하는 동안 팔걸이를 착용하여 건측 상지의 사용을 억제하였다. 식사 후 휴식시간, 준비운동, 기구를 이용하는 운동을 할 때, 그리고 화장실에 출입하거나 대상자가 억제된 상지의 통증이나 결림 등을 호소할 경우에는 잠시 팔걸이를 제거하도록 하였다. 환측 상지의 운동은 준비운동, 본 운동, 그리고 일상생활동작 훈련으로 구성되었다.

- 준비운동은 심호흡과 신전운동으로 구성되며 오전운동을 시작하기 전과 점심식사 후 오후운동을 시작하기 전에 약 10분 동안 모든 대상자들이 모여 집단으로 실시하였다.
- 본 운동은 어깨운동 7가지, 팔운동 6가지, 손운동 4가지, 조작운동 5가지로 구성되었다. 22가지의 본 운동을 위한 운동도구 및 기구를 운동의 종류별로 마루바닥과 탁자 위에 제공하였다. 실험군은 4명씩 다섯 개의 조로 나누어 담당 연구보조원의 안내에 따라 네 가지 종류의 운동을 돌아가며 실시하였다.
- 일상 생활동작 훈련에는 환측 상지로 음식 먹기, 책장 넘기기, 버튼 누르기, 문 열기, 수도 틀기가 포함되었다.

K시의 실험군이 운동에 참여하는 2주 동안 S시의 대조군은 일상적인 관리만을 제공받았다. 연구의 결과 변수인 손기능, 손의 쥐는 힘, 엄지의 누르는 힘, 손목의 굴곡과 신전범위, 팔꿈치의 굴곡범위, 어깨의 굴곡과 신전범위, 상지 사용량과 상지 활동의 질은 운동의 전과 2주 후, 그리고 4주 후에 측정하였다.

연구도구

• 상지의 운동능력

• 손기능

손기능은 Jebson-Taylor hand function test kit(Sammons Preston Co., USA)를 사용하여 글씨 쓰기, 카드 뒤집기, 작은 물건 옮기기, 장기말 쌓기, 먹는 흉내내기, 크고 가벼운 물건 옮기기, 크고 무거운 물건 옮기기의 7개 영역을 평가하였다. 선행연구(Kang, 2002)에서 측정된 Jebson 손기능 척도의 검사-재검사 신뢰도는 $r=.816(p=.000)$ 이었고 본 연구에서 측정된 검사-재검사 신뢰도는 $r=.816(p=.000)$ 이었다.

• 손의 쥐는 힘과 엄지의 누르는 힘

손의 쥐는 힘은 Jamar Hydraulic Hand Dynamometer (0-90Kg: Sammons Preston Co., USA)로 그리고 엄지의 누르는 힘은 Jamar Hydraulic Pinch Gauge(0-22.5Kg: Sammons Preston Co., USA)를 사용하여 tip pinch 방법으로 측정하였다. 두 가지 모두 3회 측정된 후 중간 값을 기록하였다.

• 상지의 관절운동 범위

본 연구에서 측정된 상지의 관절운동범위는 환측 손목의 굴곡과 신전, 팔꿈치의 굴곡, 그리고 어깨관절의 굴곡과 신전 각도이다. 관절운동범위는 관절각도기(Sammons Preston Co., USA)를 사용하여 각 관절의 해부학적 중립자세에서 측과 고정자를 고정시킨 다음 대상자가 스스로 관절을 최대한 움직인 만큼 가동자를 이동시켜 그 각도를 측정하였다.

• 상지활동 정도

상지활동은 Miltner 등(1999)의 Motor Activity Log을 Kang (2002)이 번역, 수정한 도구로 측정하였다. 상지 사용량(AOM)은 20개의 일상활동을 수행함에 있어서 환측 상지를 얼마나 많이 사용하는가에 관한 자가평가 도구로 6점 척도로 답하게 되어있다(1점: 해당활동을 하는데 손상된 상지를 전혀 사용하지 않음, 6점: 해당활동을 하는데 손상된 상지를 항상 사용함). 상지 사용량 척도의 점수 범위는 20점에서 120점까지이며 점수가 높을수록 자가평가한 상지 사용량이 많은 것이다. 선행연구(Kang, 2002)에서 보고된 본 도구의 신뢰도는 Cronbach α .93 - .95이었고 본 연구에서 측정된 신뢰도는 Cronbach α .93이었다.

상지활동의 질(QOM)은 동일한 20개의 일상활동을 수행함에 있어서 손상된 상지를 얼마나 잘 사용하는가에 관한 자가평가 도구로서 6점 척도로 대답하게 되어있다(1점: 해당활동을 하는데 손상된 상지를 전혀 사용할 수 없음, 6점: 해당활동을 하는데 손상된 상지를 뇌졸중 전과 같이 잘 사용함). 상지활동의 질 척도의 점수 범위는 20점에서 120점까지이며 점수가 높을수록 자가평가한 상지활동의 질이 높은 것이다. 선

행연구(Kang, 2002)에서 보고된 본 도구의 신뢰도는 Cronbach α .97~.99이었고 본 연구에서 측정 한 신뢰도는 Cronbach α =.98이었다.

자료분석

수집된 자료는 SPSS WIN 10.0을 이용하여 실험군과 대조군의 동질성은 χ^2 -test와 Fisher's exact test 그리고 t-test로 검정하였다. 중재 전과 2주후 그리고 4주 후 실험군과 대조군의 손 기능, 손의 쥐는 힘, 엄지의 누르는 힘, 상지의 관절운동범위, 상지의 사용량과 상지활동의 질의 변화는 반복측정 분산분석(Repeated Measure ANOVA)으로 검정하였다.

연구 결과

연구 대상자의 동질성 검정

● 실험군과 대조군의 일반적 특성에 대한 동질성 검정

최종 연구 대상자는 실험군 20명, 대조군 20명으로 총 40명이었으며 남자가 62.5%, 여자는 37.5%이었다. 평균연령은 58.83 ± 9.74 세이었고 실험군 58.95 ± 9.36 세, 대조군 58.70 ± 10.21 세로 두 군 사이에 통계적으로 유의한 차이가 없었다($t=.079$, $p=.937$). 배우자와 동거하는 실험군은 70%, 대조군은 60%로 두 군 사이에 통계적으로 유의한 차이가 없었다($\chi^2=.440$, $p=.741$). 전체 대상자 중 실험군의 3명만이 직업을 가지고 있었으며 종교를 가지고 있는 대상자는 실험군 75%, 대조군 85%로 두 군 사이에 통계적으로 유의한 차이가 없었다($\chi^2=1.803$, $p=.665$). 경제상태는 실험군의 60%와 대조군의 40%가 자신들의 경제상태를 평균 이하로 답했다.

<Table 1> Homogeneity Test for General Characteristics

Characteristics		Experimental gp. N(%)	Control gp. N(%)	χ^2/t	P
Socioeconomic					
Sex	Male	10(50.0)	15(75.0)	2.667 ¹⁾	.191
	Female	10(50.0)	5(25.0)		
Age(year)	Under 50	5(25.0)	5(25.0)	.079 ²⁾	.937
	50 - 60	6(30.0)	6(30.0)		
	60 - 70	5(25.0)	6(30.0)		
	Over 70	4(20.0)	3(15.0)		
	M±SD	58.95±9.74	58.70±10.21		
	Spouse	Yes	14(70.0)		
No	6(30.0)	8(40.0)			
Education (years)	0	2(10.0)	5(25.0)	-3.59 ²⁾	.721
	6	8(40.0)	2(10.0)		
	9	6(30.0)	1(5.0)		
	12	2(10.0)	11(55.0)		
	16	2(10.0)	1(5.0)		
	M±SD	7.90±4.14	8.45±5.45		
Religion	Christian	4(20.0)	5(25.0)	1.803 ³⁾	.665
	Catholic	4(20.0)	7(35.0)		
	Buddhist	7(35.0)	5(25.0)		
	None	5(25.0)	3(7.5)		
Economic status	High	1(5.0)	1(5.0)	1.895 ³⁾	.421
	Middle	7(35.0)	11(55.0)		
	Low	12(60.0)	8(40.0)		
Occupation	Yes	3(15.0)	0(0)	4.402 ³⁾	.231
	No	17(85.0)	20(100)		
Disease related					
Care provider	Spouse	12(60.0)	8(40.0)	3.094 ³⁾	.372
	Daughter	3(15.0)	6(30.0)		
	Self	5(25.0)	6(30.0)		
Time after stroke(month)	M±SD	59.10±37.26	66.10±34.63	-.615 ²⁾	.542
K-MMSE score	M±SD	26.95±3.25	26.45±3.10	.497	.662
Affected side	Left	13(65.0)	14(70.0)	.114 ¹⁾	.736
	Right	7(35.0)	6(30.0)		

1) χ^2 - test

2) t-test

3) Fisher exact test

전체 대상자가 모두 과거에 뇌졸중을 앓은 경험이 있으며 뇌졸중이 발병한 후 투병기간을 보면 실험군 59.10±37.26개월, 대조군 66.10±34.63개월로 두 군 사이에 통계적으로 유의한 차이가 없었다($t=-.615$, $p=.542$). 인지기능을 평가해주는 K-MMSE 점수는 실험군 26.95±3.25점, 대조군 26.45±3.10점으로 두 군 모두 정상범위 안에 속했다. 또한 실험군의 65%와 대조군의 70%가 왼쪽 편마비를 가지고 있어 마비부위 역시 두 군 사이에 통계적으로 유의한 차이가 없었다($\chi^2=.114$, $p=.736$). 주간호자로는 실험군과 대조군 모두 배우자가 가장 많은 것으로 나타났다. 따라서 실험군과 대조군의 인구사회학적 특성과 질병관련 특성은 유사하다고 할 수 있다<Table 1>.

- 실험군과 대조군의 중재 전 종속변수에 대한 동질성 검정
상지운동훈련 제공 전 종속변수에 대한 실험군과 대조군의 동질성을 검정한 결과 환측 손기능, 손의 쥐는 힘, 엄지의 누르는 힘, 손의 굴곡과 신전, 팔꿈치의 굴곡, 어깨의 굴곡과 신전, 그리고 상지 사용량과 상지 활동의 질에서 서로 유사한 것으로 나타났다<Table 2>.

가설검정

- 건축 억제유도 운동이 상지운동 능력에 미친 영향
실험군과 대조군의 중재 전, 2주 후 그리고 4주 후의 환측 손 기능, 손의 쥐는 힘, 엄지의 누르는 힘, 손목의 굴곡, 팔꿈치의 굴곡, 그리고 어깨의 굴곡과 신전을 반복측정분산분석한 결과 집단과 측정시기간의 상호작용이 유의하여 실험군이 대조군에 비해 환측 상지의 운동능력이 증가한 것으로 나타났다. 다만 손목의 신전은 집단과 측정시기간의 상호작용이 통계적으로 유의하지 않았다<Table 3, 4>. 즉 연구가설 1은 부분적으로 지지되었다.

- 건축 억제유도 운동이 상지활동에 미친 영향
실험군과 대조군의 중재 전, 2주 후 그리고 4주 후의 상지 사용량과 상지활동의 질 점수를 반복측정분산분석한 결과 집단과 측정시기간의 상호작용이 유의하여 실험군이 대조군에 비해 환측 상지의 활동이 증가한 것으로 나타났다<Table 5>. 즉 연구가설 2는 지지되었다.

<Table 2> Homogeneity Test for Dependent Variables

Variables	Group	Experimental group(n=20) Mean ±SD	Control group (n=20) Mean ±SD	t	P
Hand function(Sec.)		315.25±138.67	307.23±148.24	.177	.861
Hand grip(kg)		7.98±6.31	9.65±8.82	-.691	.494
Pinch power(kg)		2.54±1.92	1.78±1.60	1.369	.179
Wrist flexion(°)		47.50±23.87	33.75±27.48	1.690	.990
Wrist extension(°)		10.75±15.83	9.75±20.03	.175	.862
Elbow flexion(°)		108.25±32.30	86.30±50.44	1.639	.109
Shoulder flexion(°)		96.50±39.47	103.00±62.08	-.395	.695
Shoulder extension(°)		24.00±17.44	24.00±18.18	.000	1.000
AOM(score)		24.40±8.98	25.70±9.85	-.436	.665
QOM(score)		23.80±8.94	27.55±9.53	-1.283	.207

AOM: Amount of motor use

QOM: Quality of movement

<Table 3> Comparison of Hand Function, Grip Power and Pinch Power

Variable	Period	Pre-test	2 weeks	4 weeks		F	P
Group	Group	Mean ±SD	Mean ±SD	Mean ±SD			
Hand function (sec)	Experi. (n=20)	315.25±138.67	279.69±158.41	281.06±154.67	Group	.270	.606
	Control (n=20)	307.23±148.24	309.03±142.48	310.05±150.97	Time	5.738	.005
					G*T	4.499	.014
Grip power (kg)	Experi. (n=20)	7.98± 6.31	10.87± 7.18	11.63± 7.40	Group	.693	.410
	Control (n=20)	9.65± 8.82	8.43± 7.28	7.82± 6.81	Time	2.502	.089
					G*T	14.057	.000
Pinch power (kg)	Experi. (n=20)	2.54± 1.92	3.15± 2.06	3.35± 1.97	Group	5.912	.020
	Control (n=20)	1.78± 1.60	1.70± 1.70	1.73± 1.59	Time	3.365	.040
					G*T	3.861	.025

<Table 4> Comparison of Upper Extremity ROM between Two Groups

Variable	Period Group	Pre-score	2 weeks	4 weeks	F	P
		Mean \pm SD	Mean \pm SD	Mean \pm SD		
Wrist flexion ($^{\circ}$)	Experi. (n=20)	47.50 \pm 23.87	55.00 \pm 17.55	53.00 \pm 15.34	Group	9.410
	Control (n=20)	33.75 \pm 27.48	30.00 \pm 21.60	27.25 \pm 22.33	Time	.588
Wrist extension ($^{\circ}$)	Experi. (n=20)	10.75 \pm 15.83	14.00 \pm 19.03	13.00 \pm 16.73	G*T	11.356
	Control (n=20)	9.75 \pm 20.03	10.25 \pm 21.18	7.90 \pm 18.13	Group	.683
Elbow flexion ($^{\circ}$)	Experi. (n=20)	108.25 \pm 32.30	117.50 \pm 32.59	125.25 \pm 19.23	Time	3.123
	Control (n=20)	86.30 \pm 50.44	86.75 \pm 46.97	85.25 \pm 44.62	G*T	1.667
Shoulder flexion ($^{\circ}$)	Experi. (n=20)	96.50 \pm 39.47	106.50 \pm 42.27	108.00 \pm 42.78	Group	6.664
	Control (n=20)	103.00 \pm 62.08	98.75 \pm 62.87	91.84 \pm 62.34	Time	4.177
Shoulder extension ($^{\circ}$)	Experi. (n=20)	24.00 \pm 17.44	31.00 \pm 16.27	29.75 \pm 16.74	G*T	5.268
	Control (n=20)	24.00 \pm 18.18	21.00 \pm 16.83	17.90 \pm 13.98	Group	.267
	Experi. (n=20)				Time	1.066
	Control (n=20)				G*T	11.942
	Experi. (n=20)				Group	2.627
	Control (n=20)				Time	1.694
	Experi. (n=20)				G*T	15.182
	Control (n=20)				Group	.608
	Experi. (n=20)				Time	.350
	Control (n=20)				G*T	.000
	Experi. (n=20)				Group	.114
	Control (n=20)				Time	.191
	Experi. (n=20)				G*T	.000
	Control (n=20)				Group	.000

<Table 5> Comparison of AOM and QOM Score between Two Groups

Variable	Period Group	Pre-test	2 weeks	4 weeks	F	P
		Mean \pm SD	Mean \pm SD	Mean \pm SD		
AOM	Experi. (n=20)	24.40 \pm 8.98	36.05 \pm 19.06	34.75 \pm 16.68	Group	2.870
	Control (n=20)	25.70 \pm 9.85	25.70 \pm 9.88	24.63 \pm 9.69	Time	10.106
QOM	Experi. (n=20)	23.38 \pm 8.94	35.25 \pm 18.72	34.80 \pm 16.70	G*T	11.879
	Control (n=20)	27.55 \pm 9.53	28.30 \pm 11.19	25.95 \pm 7.80	Group	1.168
	Experi. (n=20)				Time	10.377
	Control (n=20)				G*T	11.725
	Experi. (n=20)				Group	.287
	Control (n=20)				Time	.000
	Experi. (n=20)				G*T	.000
	Control (n=20)				Group	.000

AOU: amount of use QOM: quality of movement

논 의

본 연구에서 바이오피드백과 건측 억제유도 운동을 이용한 2 주간의 상지운동훈련이 편마비 환자의 일부 환측 상지운동 능력과 상지활동정도 증진에 효과적인 것으로 나타났으며 이 효과는 운동훈련을 마친 2주 후 즉 중재를 시작한지 4주 후 까지 유지되었다. 운동훈련에 포함된 근전도 바이오피드백은 신경계나 근골격계 환자의 활동능력을 증진시키기 위해 오래 전부터 재활영역에서 주 치료중재의 효과를 높이기 위해 부가해서 사용되어 온 방법이다(Runck, 1980). 근전도 바이오피드백의 원리는 근육의 활동을 확대하여 보거나 들으면서 근육을 수축시키는 운동을 하거나 이완하는 훈련을 하는 것인데 청각과 시각적 반응에 의해 제공되는 내적 인식은 결국 운동에 대한 강력한 동기를 제공해 줄 수 있다(Wolf & Binder-Macleod, 1983). 본 연구의 대상자들도 건측 억제유도

운동을 시작하기 전 바이오피드백 훈련을 통해 자신의 환측 상지의 운동상태에 대한 시각적인 정보를 확인함으로써 보다 적극적이고 효과적으로 운동에 참여할 수 있게 되었는데 이러한 동기강화는 건측 억제유도 운동과 같이 대상자의 참여와 협조가 반드시 필요한 중재를 적용할 때 도움이 된다.

바이오피드백 훈련의 운동능력 증진에 관한 본 연구의 결과는 선행연구들과 일치하여 Basmajian 등(1987)은 뇌졸중 환자에게 바이오피드백을 이용한 전경골근 강화운동과 경직방지 및 역치바이오피드백 기구를 이용한 보행훈련을 5주간 매주 3시간 30분씩 실시한 결과 보조기 사용의 감소와 족저굴곡의 예방에 효과가 있다고 하였다. Burnside, Tobias & Bursill (1982)은 족저굴곡을 가진 뇌졸중 환자를 대상으로 대조군에서는 6주간 1주에 2회 15분간 운동요법을 실시하고 실험군에서는 운동과 함께 근전도 바이오피드백을 시행하여 실험군에서 유의하게 근육이 강화되었음을 보고하였다. Wolf와

Binder-Macleod(1983)는 만성 뇌졸중 환자의 하지에 3개월간 20회의 바이오피드백 훈련을 실시한 결과 무릎과 발목의 관절운동범위와 근전도에서 유의한 증가를 보였으며 보행을 위한 보조기구의 사용이 유의하게 감소하였다고 보고하였다.

국내에서는 Kim 등(2001)이 편마비 환자 17명을 대상으로 바이오피드백 훈련과 근관절운동을 5주 동안 시행한 결과 마비측 상지에서 악력, 근관절각도 및 근육강도가 증가하였다고 보고하였다. 본 연구와 선행연구의 결과로 미루어보아 바이오피드백의 적용은 장기간의 재활로 좌절을 느끼고 의존적이 되어 재활과정에 수동적이기 쉬운 뇌졸중 환자를 적극적으로 능동적으로 참여시킬 수 있는 효과적인 강화법이라고 할 수 있겠다.

본 연구에서 시도한 건축 억제유도 운동의 주목적은 환측 상지의 집중적이고도 반복적인 운동을 통해 학습된 불용현상을 극복하고 실생활에서 환측 상지를 많이 사용함으로써 피질재배치가 발생하도록 하는 것이다(Taub & Wolf, 1997). 따라서 실험군은 일일 6시간, 주 5일, 2주 동안 환측 상지를 이용하여 집중적인 운동훈련을 실시하였으며 건축 상지를 억제하기 위한 방법으로 팔걸이를 착용하였다. 팔걸이는 자체에 어떤 특별한 효과가 있기보다는 건축 상지를 사용하지 못하게 하여 환측의 운동이나 사용을 유도하는 것이다. 건축 억제유도 운동의 기간은 2~3주로서 대다수의 다른 재활운동의 기간이 8-12주인 것에 비해 짧지만(Page, Sisto, Levine, Johnston, Hughes, 2001) 운동량 측면에서 본다면 일반적인 운동들이 일일 30분~한시간, 주에 2~3일 제공되는 것에 비해 본 연구의 경우 일일 6시간, 주 5회, 총 60시간 동안 제공되었다. 이렇게 많은 양의 운동을 비교적 짧은 기간인 2주만에 하는 이유는 건축 억제유도 운동의 효과발생 기전이 환측의 반복적이고 집중적인 운동훈련을 통해 대뇌피질 수준의 변화를 유도하는 것이기 때문이다. 대뇌피질 수준의 변화는 본 연구의 범위를 넘어서는 것이지만 실험동물 및 뇌졸중 환자에게 일일 6~8시간 동안 마비측을 집중적으로 운동시킨 후 Focal TMS, EMG, EEG 등을 촬영한 결과 대뇌피질의 운동영역이 재배치된다는 실험 결과들이 보고된 바 있다(Nudo, Wise, SiFentes & Miliken, 1996; Liepert et al., 1999; Kopp et al., 1999). 이는 점자를 사용하는 맹인과 바이올리니스트의 손 운동영역이 발달되는 것과 같은 원리이다. Hesse 등(1994)은 일반적인 물리치료와 집중적인 트레드밀 운동방법을 비교하면서 대뇌피질의 운동영역 재배치에서 가장 중요한 것은 반복적이고 집중적인 사용이라고 하였다. Page 등(2001)은 건축 억제유도 운동을 2주 이하로 실시할 경우 대뇌피질의 재배치를 기대할 수 없으며 2주 이상으로 기간을 연장할 경우 건축 상지를 억제하는 데에서 오는 불편감이나 근육위축의 문제가 있으며 대상자들의 지시이행도가 낮아진다고 하였다. 짧은 운

동기간은 시간, 경제적 측면에서 효과적이라 할 수 있으며 건축 억제유도 운동을 단독으로 시행하거나 혹은 다른 중재에 포함시켜 적용하고자할 때 장점으로 작용할 수 있다.

본 상지운동훈련은 편마비 환자의 손기능, 손목신전을 제외한 상지관절운동범위, 손의 쥐는 힘과 엄지의 누르는 힘을 강화시켰다. 이는 관련 선행연구들과 일치하는 결과로 Dromerick, Edwards와 Hahn(2000)은 20명의 뇌졸중 급성기 환자를 대상으로 실시한 건축 억제유도 운동의 예비연구 결과 14일 간의 운동은 ARA(Action Research Arm test) 중 엄지의 누르는 힘을 유의하게 증가시켰다고 한다. 또한 관절의 유연성 향상에 관해서는 Suh(1999)이 뇌졸중 환자에게 4주간 재활 운동을 제공한 후 관절운동범위로 측정된 관절의 유연성이 증가하였다고 보고하였다. Kim, Lee와 Bai(2001)도 뇌졸중 환자에게 4주간의 상지운동을 시킨 후 환측 주관절 가동범위가 증가했다고 하였으며 Kim 등(2001) 역시 바이오피드백을 활용한 운동훈련이 손과 어깨의 관절가동범위를 향상시키는데 효과적이라고 하여 본 연구와 일관된 결과를 보고하였다. 본 운동훈련이 손목의 기능 증진에 효과가 없었던 이유는 실험군의 사전 손목의 신전범위가 10.75°로 정상인 70°에 비해 상당히 저하되어 있는 상태로 손목을 이용한 운동 자체가 어려웠기 때문이라 판단된다. 이런 경우 환측 손목의 운동을 위해서는 치료자가 대상자 한 명을 지속적으로 운동을 시켜줘야 하는데 본 연구의 경우 한 명의 연구보조원이 4명의 환자를 관리하다 보니 충분한 운동이 제공되지 못했다. 이러한 문제 때문에 건축 억제유도 운동을 시도한 초기의 연구에서는 대상자를 손목관절을 10-20° 이상 신전시킬 수 있는 사람으로 제한하였고 이 점이 건축 억제유도 운동의 주요 제한점으로 지적되기도 하였다(Page & Sisto, 2002).

운동중재의 가장 중요한 효과는 실생활에서 환측의 사용이다. 본 운동훈련은 환측 상지사용량과 활동의 질 향상에 효과적이었다. 상지활동에 관한 본 연구의 결과는 건축 억제유도 운동의 효과를 검증한 여러 선행연구(Kunkle, Kopp & Muller, 1999; Miltner et al., 1999; Taub, Miller & Novack, 1993)의 결과와 일치하는 것으로 2주간의 집중적인 운동이 편마비 환자의 상지 활동 증진에 효과적임을 보여주는 것이라 할 수 있다. 그러나 환측 상지의 사용량과 활동의 질이 증가한 것이 곧 일상생활활동을 향상시켰다고는 볼 수 없다. 따라서 운동 프로그램의 내용을 일상생활과 연계되는 것으로 개발하고 운동훈련이 대상자들의 일상생활에 미치는 효과를 규명할 필요가 있겠다.

본 연구의 의의는 첫 째 만성기 뇌졸중 편마비 환자를 대상으로 운동을 시도하고 긍정적인 결과를 얻었다는 것이다. 만성환자의 상지기능이 증진되었다는 것은 급성기와는 달리 자연적인 회복일 가능성이 적기 때문에 운동의 효과를 보다

분명하게 보여주는 것이라 할 수 있다. 본 연구의 두 번 째 특징은 운동기간이 2주간으로 비교적 짧았지만 그 효과가 일시적인 것이 아니고 운동이 중단된 후에도 지속되었다는 데 있다. 2주 동안 건측 상지를 사용하지 않은 채 환측에 집중적인 운동을 수행하는 것이 무척 어려운 일이지는 하지만 그 효과가 단 시간 내에 그리고 지속적으로 나타난다면 시간과 비용측면에서 경제적이다 할 수 있으며 기존의 재활프로그램에 활용하기도 용이하다.

결론 및 제언

본 연구의 목적은 바이오피드백과 건측 억제유도 운동을 이용한 상지운동훈련이 편마비 환자의 상지운동능력과 상지활동에 미치는 효과를 알아보는 것이다. 건측 억제유도 운동은 건측 상지를 일정기간 팔걸이로 억제하는 동시에 환측 상지를 집중적으로 운동시키는 방법으로 대상자의 적극적인 동기와 참여가 요구되는 방법이다. 이를 위해 본 연구에서는 대상자가 자신의 상태를 알고 적극 참여할 수 있도록 바이오피드백훈련을 이용하였다.

연구목적 달성을 위해 두 곳의 보건소에 등록된 뇌졸중 환자 중 실험군 20명과 대조군 20명을 대상으로 비동등성 대조군 전후 실험설계인 유사실험 연구를 시도하였다. 실험군은 일일 6시간, 주 5일, 2주 동안 상지운동훈련에 참여하였으며 중재 전과 2주 후 그리고 4주 후에 실험군과 대조군의 손기능, 손의 쥐는 힘, 엄지의 누르는 힘, 손목, 팔꿈치, 어깨의 관절의 굴곡과 신전범위, 그리고 상지의 사용량과 상지 활동의 질을 측정하였다. 자료수집 기간은 2002년 3월부터 4월까지 총 8주간이었다.

수집된 자료는 SPSS PC program을 이용하여 대상자의 일반적 특성은 실수와 백분율을 제시하였고 실험군과 대조군의 사전 동질성은 χ^2 -test, Fisher's exact test와 t-test를 이용하여 검정하였다. 연구가설은 반복측정분산분석(Repeated Measure ANOVA)으로 검정하였다.

본 연구의 주요 결과는 다음과 같다:

- 바이오피드백과 건측 억제유도 운동을 이용한 상지운동훈련을 실시한 결과 실험군의 환측 상지운동능력 즉 손기능($F=4.499$, $p=.014$), 손의 쥐는 힘($F=14.057$, $p=.000$)과 엄지의 누르는 힘($F=3.861$, $p=.025$), 손목의 굴곡($F=11.356$, $p=.000$)과, 팔꿈치의 굴곡($F=5.268$, $p=.007$), 어깨의 굴곡($F=11.942$, $p=.000$)과 신전범위($F=15.182$, $p=.000$)는 대조군에 비해 유의하게 증가하였다. 단지 실험군의 환측 손목 신전($F=1.667$, $p=.194$)은 대조군과 유의한 차이가 없었다.
- 바이오피드백과 건측 억제유도 운동을 이용한 상지운동훈련을 실시한 결과 실험군의 환측 상지활동 즉 상지의 사

용량($F=11.879$, $p=.000$)과 상지활동의 질($F=11.725$, $p=.000$)은 대조군에 비해 유의하게 증가하였다.

이상은 바이오피드백과 건측 억제유도 운동을 이용한 상지운동훈련이 2주라는 짧은 시간 내에 뇌졸중이 발병한 지 6개월 이상 경과한 만성기 편마비 환자의 상지운동능력과 상지활동을 증진시킬 수 있는 재활중재임을 보여준다.

앞으로 마비 정도에 따른 상지운동훈련의 효과 차이 그리고 상지운동훈련의 시기, 기간 및 방법에 관한 후속연구가 시행되어야 할 것이며 이를 근거로 바이오피드백과 건측 억제유도 운동을 이용한 상지운동훈련을 재활현장에서 시도할 것을 제언한다.

References

- Basmajian, J. V., Gowland, C. A., Finlayson, A. J., Hall, A. L., Swanson, L. R., Stratford, P. W., Trotter, J. E., and Brandstater, M. E. (1987). Stroke treatment: Comparison of integrated behavioral physical therapy vs traditional physical therapy programs. *Arch Phys Med Rehabil*, 68, 267-272.
- Blanchard, E. B., & Epstein (1990). Feedback treatments of essential hypertension, *Biofeedback Self-Regulation*, 15, 209-227.
- Burnside, I. G., Tobias, H. S., & Bursill, D. (1982). Electromyographic feedback in the remobilization of stroke patients: A controlled trial. *Arch Phys Med Rehabil*, 63, 217-222.
- Dromerick, A., Edwards, D., & Hahn, M. (2000). Does the application of constrain-induced movement therapy during acute rehabilitation reduce arm impairment after ischemic stroke? *Stroke*, 31(12), 2984.
- Fey, H. M., De Weerd, W. J., Selz, B. E., Cok Steck, G. A., Spichiger, R., Vereck, L. E., Putman, K. D., Hoydonck, G. A. (1998). Effect of Therapeutic Intervention for the Hemiplegic Upper Limb in the Acute Phase After Stroke. *Stroke*, 29, 785-792.
- Hesse, S., Bertelt, C., Jahnke, M., Schaffrin, A., Malezic, M. & Mauritz, K. (1994). Treadmill training with partial body weight support compared with physiotherapy in nonambulatory hemiplegic stroke patients. *Stroke*, 26, 976-981.
- Kang, J. (2002). *Effects of constraint-induced movement using self-efficacy on the upper extremity function of hemiplegic patients*. Unpublished doctoral thesis. Seoul National University.
- Kim, C., Lee, J., & Bai, S. (2001). The Comparison Effect of Passive Isokinetic Exercise and Electrical Stimulation on Elbow Spasticity for Chronic Cerebral Apoplexy Patients. *Journal of Korean Society of Sport and Leisure Studies*, 15, 301-308.
- Kim, K. S. (2000). The Effect of Progressive Muscle

- Relaxation using Biofeedback on Stress Response and Natural Killer Cell in first Clinical Practice of Nursing Students, *J Korean Acad Fund Nurs*, 7(1), 109-121.
- Kim, K. S. (2001). A Correlational Study on Activities of Daily Living, Self-efficacy, Stroke Specific Quality of Life and Need for Self-help Management Programs for Patients with Hemiplegia at Home. *J Korean Acad Fund Nurs*, 8(1), 81-94.
- Kim, K., Lee, S., Choi, M. & Lee, M. (1999). The Effect on Menstrual Pain of Relaxation Therapy using Biofeedback. *The Seoul Journal of Nursing*, 13(1), 7-22
- Kim, K., Lee, S., Choi, M., Lee, M., & Kim, E. (2001). Effects of Biofeedback Exercise Training in Hemiplegic Patients after Stroke. *J Korean Acad Nurs*, 31(5), 432-442.
- Kopp B., Kunkel A., Muehlhnickel W., Villringer K., Taub E., & Flor H. (1999). Plasticity in the motor system related to therapy-induced improvement of movement after stroke. *Neuroreport*, 10, 807-10.
- Kunkel A., Kopp B., & Muller G. (1999). Constraint-Induced Movement Therapy: a powerful new technique to induce motor recovery in chronic stroke *Arch Phy Med Rehabil*, 80, 624-8.
- Lee, E., Lim, N. & Park, H. (1998). 간호 · 의료연구와 통계 분석. Soo Moon Sa Co. Seoul.
- Lee, S., Kim, K. & Park, S. (1999). A Study on the Effect of Self-Management and Relaxation Training through Biofeedback on Influencing the Stress Response and Immune Functions, *J Korean Acad Nurs*, 29(4), 855-869.
- Liepert J., Miltner, W., Bauder H., Sommer M., Dettmers, C., Taub, E. & Weiller, C. (1998). Motor cortex plasticity during constraint-Induced movement therapy in chronic stroke patients. *Neuroscience Letter*, 250(1), 5-8.
- Miltner W., Bauder H., Sommer M., Dettmers C., & Taub E. (1999). Effects of constraint-induced movement therapy on chronic stroke patients: a replication. *Stroke*, 30, 586-92.
- Nudo, R. J., Wise, B. M., SiFuentes, F., & Milliken, G. W. (1996). Neural substrates for the effects of rehabilitative training on motor recovery following ischemic infarct. *Science*, 272, 1791-1794.
- Page, S., & Sisto, S. (2002). Constraint-induced therapy: ready for prime time? *Featured article of www.RehabTrials.org*, May 6.
- Page, S., Sisto, S., Levine, P., Johnston, M. & Hughes, M. (2001). Modified constraint induced therapy: a randomized feasibility and efficacy study. *J Rehabil Res Dev*, 38(5), 585-590.
- Rho, Y., Kim, N. & Kim, H. (1990). The Effects on EMG Level by EMG Biofeedback with Progressive Muscle Relaxation Training on Tension Headache. *J Korean Acad Nurs*, 20(2), 195-213.
- Rho, Y., & Kim, H. (1993). The effect of thermal biofeedback and progressive muscle relaxation training in reducing blood pressure, plasma cortisol and aldosterone level of patients with essential hypertension. *J Korean Acad Adult Nurs*, 2, 157-163.
- Runck, B. (1980). Biofeedback : *Issues in treatment and assessment, national institute of mental health, Department of Health and Human Service*, Washington, D.C. Publication No.(ADM) 80-1032.
- Schleenbaker, R. E., & Mainous, A. G. 3rd. (1993). Electromyographic biofeedback for neuromuscular reeducation in the hemiplegic stroke patient: a meta-analysis. *Arch Phy Med Rehabil*, 74(12), 1301-4.
- Suh, Y. (1999). Effects of Rehabilitation Program on Functional Recovery in Stroke Patients. *J Korean Acad Adult Nurs*, 29(3), 665-678.
- Taub, E., Miller, N. E., Novack, T. A. (1993). Technique to improve chronic motor deficit after stroke. *Arch Phy Med Rehabil*, 74, 347-354.
- Taub, E., & Wolf, S. L. (1997). Constraint-Induced (CI) Movement techniques to facilitate upper extremity use in stroke patients. *Top Stroke Rehabil*, 3, 38-61.
- Taub, E., Crago, J. E., & Uswatte, G. (1998) Constraint-Induced movement therapy: a new approach to treatment in physical rehabilitation. *Rehabil Psychol*, 43, 152-70.
- van der Lee, J. H., Wagenaar, R. C., Lankhorst, G. J., Vogelaar, T. W., Deville, W. L., & Bouter, L. M. (1999). Forced use of the upper extremity in chronic stroke patients: results from a single-blind randomized clinical trial. *Stroke*, 30(11), 2269-2375.
- Wolf, S. L., Binder-Macleod, S. A. (1983). Electromyographic biofeedback applications to hemiplegic patient: Changes in lower extremity neuromuscular and functional status. *Physical Therapy*, 63(9), 1393-1413.

Effects of Upper Extremity Exercise Training Using Biofeedback and Constraint-induced Movement on the Upper Extremity Function of Hemiplegic Patients*

Kim, Keum-Soon¹⁾ · Kang, Ji-Yeon²⁾

1) Seoul National University, 2) Kimcheon Science College

Purpose: The purpose of this study was to investigate the effects of exercise training using biofeedback and constraint-induced movement on the upper extremity function of hemiplegic patients. **Method:** A non-equivalent pretest-posttest design was used. Study subjects were a conveniently selected group of 40 hemiplegic patients (20 experimental subjects, 20 control subjects) who have been enrolled in two community health centers. After biofeedback training the subjects of experimental group were given constraint-induced movement, involving restraint of unaffected U/E in a sling for about 6 hours in a day over a period of two weeks, while at the same time intensively training the affected U/E. Outcomes were evaluated on the basis of the U/E motor ability (hand function, grip power, pinch power, U/E ROMs), and motor activity (amount, quality). **Result:** 1. After 2 weeks of treatment, the motor abilities of affected U/E (hand function, grip power, pinch power, ROMs of wrist flexion, elbow flexion and shoulder flexion/extension) were significantly higher in subjects who participated in exercise training than in subjects in the control group with no decrement at 4-week follow-up. However, there was no significant difference in wrist extension between experimental or control group. 2. After 2 weeks of treatment, the amount of use and the quality of motor activity of affected U/E were significantly higher in subjects who participated in exercise training than in subjects in the control group with no decrement at 4-week follow-up. **Conclusion:** The above results state that exercise training using biofeedback and constraint-induced movement could be an effective intervention for improving U/E function of chronic hemiplegic patients. Long-term studies are needed to determine the lasting effects of constraint-induced movement.

Key words : Biofeedback, Constraint-induced movement, Upper extremity function, Hemiplegia

* This work was supported by Korea Research Foundation Grant(KRF-2001-F00255)

• Address reprint requests to : Kim, Keum-Soon

College of Nursing, Seoul National University

#28, Yeongun-dong, Chongro-gu, Seoul 110-799, Korea

Tel: +82-2-740-8823 Fax: +82-2-740-8823 E-mail: kimks@snu.ac.kr