

시각적 바이오피드백이 수지관절 가동범위 증가에 미치는 영향

연세의료원 신촌세브란스병원 재활의학과
전명숙, 권혁철
안동간호보건전문대학 물리치료과
이 충 휘

ABSTRACT

The Effect of Visual Feedback in Increasing R.O.M. of Finger Joints

Myung Suk Chun, R.P.T., O.T.R.

Hyuk Ch'eol Kwon, M.P.H., R.P.T., O.T.R.

Department of Rehabilitation Medicine, Yonsei University Medical Center

Ch'ung-Hwi Yi, M.P.H., R.P.T., O.T.R.,

Department of Physical Therapy, Andong Nursing and Health Junior College

The purpose of this study was to introduce the electric-finger goniometer for hand exercise and to see the effect of visual feedback in increasing R.O.M. of finger joints.

The subjects were 24 patients with limited finger flexion who received treatment at the Depts. of Rehabilitation Medicine, in Yonsei University Medical Center and Korea University Kuro Medical Center from May to October, 1988.

The analysis of data was done by Wilcoxon matched-pairs signed-ranks test.

The results of this study showed that visual feedback is helpful for increasing range of motion of fingers in the injured hand.

차 례

- I. 서 론
- II. 연구방법
 - 1. 연구대상자 및 연구기간
 - 2. 실험방법
- III. 결 과
 - 1. 관절별 가동범위
 - 2. 측정방법에 따른 관절각도의 비교
- IV. 고 찰

V. 결 론 참고문헌

I. 서 론

신체에서 손은 중요한 기능을 갖고 있다. 발은 정상적인 보행능력만 갖추면 되지만 손은 쥐는 기능 뿐만 아니라 매우 정교하고 섬세한 기술을 수행해야 한다. 뇌에서 많은 부분이 손의 활동을 지배하는 영역이라는 것을 고려할 때, 상당히 복잡하고 중요한 기

능을 담당하고 있다는 것을 알 수 있다(Cailliet, 1975).

손은 27개의 뼈와 24개의 근육, 30개의 관절로 구성된다. 그런데 어떤 기계적인 요인으로 인하여 관절 동작에 제한을 받게되면 섬세한 기능을 수행하는데 지장을 받게된다(Brown과 Morris, 1976). 건, 인대, 근육의 손상으로 수술을 했거나 화상, 열창, 좌상으로 반흔조직이 생겨 조직의 단축(shortening), 혹은 장기간의 고정(immobilization), 중추신경계의 이상 등으로 인하여 손의 기능이 제한을 받게 된다.

환자의 손상된 기능을 회복시키는 치료로는 부목을 대준다거나, 마사지, 관절 가동범위를 점진적으로 증가시키는 능동적, 수동적 관절운동이 있다. 과거에 환자들은 운동을 할 때, 자신이 얼마나 굴곡하고 신전하는지 알 수 없으므로 회복되는 조직을 손상시키기도 하였다. 또한 치료사의 감독없이 집에서 운동을 할 경우에는 치료 동기를 상실하기도 하였다.

이와 같은 문제점들을 해결하기 위해서는 환자에게 굴곡과 신전의 제한점을 정확히 인식시키고 점진적으로 관절각도를 증가시켜 나가는 것이 바람직하다. 환자 혼자서 수지관절을 어느 정도 굴곡하여야 하는지 혹은 신전해야 하는지를 정확히 알 수 있는 방법은 바이오피드백(biofeedback)을 이용하는 것이다(Brown 등, 1979).

바이오피드백이란 근육수축에 의하여 전기적 활동이 기구에 기록되고 정보처리장치에 의하여 증폭되며 이 정보는 역전류검출관(oscilloscope)을 통하여 청각적 또는 시각적인 신호로 변화되어 피험자에게 되돌아 오는 것이다(Basmajian, 1981). 바이오피드백 훈련에는 근전도 바이오피드백과 관절운동 피드백(joint angle motion feedback)으로 나눌 수 있다(Basmajian, 1981). 관절운동 피드백의 대표적인 예는 전기 수지관절 측각기(electric finger goniometer)이다.

전기 수지관절 측각기는 처음 훈련을 시작한 후부터 본인 스스로 할 수 있어 치료사의 감독을 최소화할 수 있고 환자에게 책임감을 부여해 준다. 또한 환자 자신이 운동량을 조절할 수 있으며, 치료계획을 직접 대뇌피질 수준에서 조절 통합함으로써 오랫동안 지속적인 치료효과를 얻을 수 있다. 그리고 환자가 치료결과를 직접 인식함으로써 자신감과 동기를 갖게 되고 그로 인해 치료효과도 향상된다(Huffman, 1978).

과거 수년간 외국에서는 근전도 바이오피드백에 대

한 연구(Brudny, 1974 ; Basmajian, 1975 ; Wolf 1978)가 활발하였으나 전기 수지관절 측각기를 이용한 연구(Harris 등, 1974 ; Brown 등, 1979)는 몇몇에 불과하다. 또한 국내에는 전기 수지관절 측각기에 대한 소개마저도 미흡하며 연구보고가 전무한 상태이다.

본 연구의 목적은 국내에 전기 수지관절 측각기를 소개하고, 수지관절 굴곡에 제한이 있는 환자에게 본 기구를 사용하여 바이오피드백을 주었을 때와 주지 않았을 때의 관절 가동범위의 변화를 비교하여 시각적 피드백이 관절 가동범위에 미치는 효과를 보는 것이다.

II. 연구방법

1. 연구대상자 및 연구기간

본 연구의 대상자수는 화상, 말초신경마비, 골절로 인한 고정 등으로 수지굴곡에 장애가 있는 환자 24명이었다. 연구대상자들은 1988년 5월부터 10월까지 연세의대부속세브란스병원과 고대의대부속구로병원 재활의학과에서 물리치료 또는 작업치료를 받은 환자로서 일반적인 특성은 다음과 같다(표 1).

본 연구는 1988년 9월 10일부터 9월 30일까지 5명을 대상으로 예비실험을 한 후 동년 10월 1일부

표 1. 연구대상자의 일반적 특성 (N = 24)

특 성	구 분	대상자수 (%)
성	남	14 (58.3)
	여	10 (41.7)
연 령	20세 미만	3 (12.5)
	20-29세	5 (20.8)
	30-39세	8 (33.3)
	40-49세	4 (16.7)
	50세 이상	4 (16.7)
손상부위	오른쪽	9 (37.5)
	왼 쪽	15 (62.5)
손상원인	골절	10 (41.6)
	분쇄손상	6 (25.0)
	근력약화	3 (12.5)
	화상	2 (8.3)
	관절염	1 (4.2)
	말초신경 손상	1 (4.2)
	탈골	1 (4.2)

터 10월 31일까지 본 실험을 하였다.

2. 실험방법

가) 실험기구

본 실험에서 사용한 기구는 1986년 연세대 보건과 대학학 의용공학 과에서 제작한 전기 수지관절 측각기를 사용하였다(사진 1). 측정된 관절의 각도는 계기판에 수치로서 나타난다. 본 기구의 신뢰도와 타당도는 표준 삼각자의 각도를 전기 수지관절 측각기로 측정하여 검토하였다. 신뢰도와 타당도의 검토결과 매우 우수하였다.

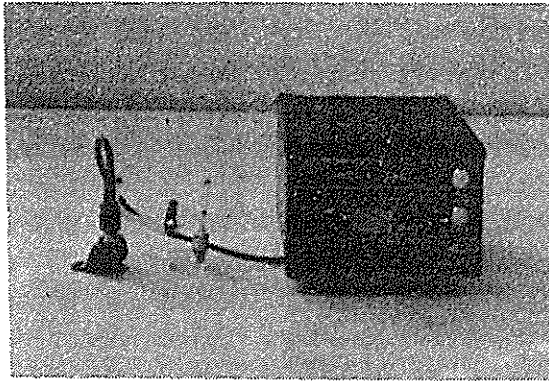


그림 1. 전기수지관절 측각기

나) 실험절차

실험을 시작하기 전에 0도와 90도의 각도가 맞는지를 연속하여 3회 측정하여 확인하여 조절(calibration)하였다. 측정하고자 하는 관절의 상단부와 하단부에 전극면(electrode patch)을 반창고로 고정시켰다(그림 2).

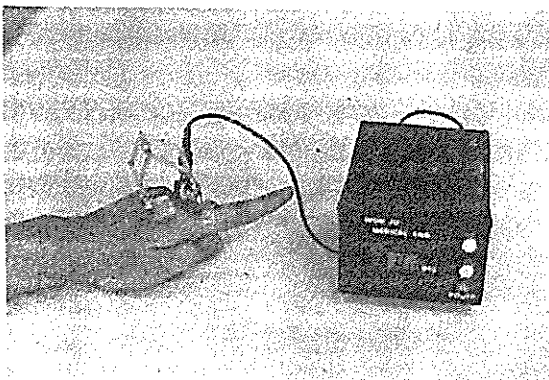


그림 2. 완전신전자세(a)

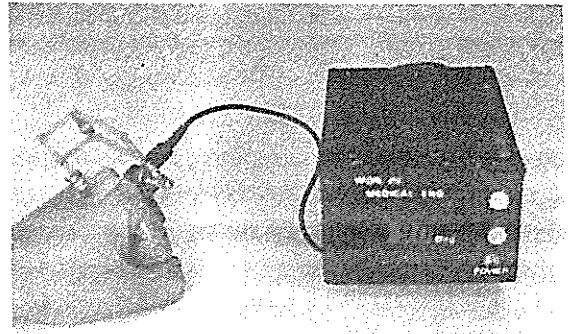


그림 3. 완전굴목자세(b)

측정에 들어가기 전에 환자에게 “계기판에 관절의 각도가 수치로 나타나며 관절의 각도가 90도를 이루어야 정상이다”라는 지시사항을 알려주었다.

각 관절의 가동범위는 다음의 두 가지 방법으로 측정하였다. 첫째는 환자에게 계기판을 보여주면서 즉, 시각적 바이오피드백을 준 상태에서 측정하였고, 둘째는 계기판을 보지 못하게 한 상태에서 측정하였다. 측정 순서는 첫째 방법과 둘째 방법을 무작위 순서로 각각 3회 측정하였다. 평가지에는 3회 측정된 값의 평균값을 기록하였다. 대상자 1인당 측정시 소요된 시간은 약 40분이었다.

다) 분석방법

본 연구에서는 전기 수지관절 측각기를 사용하였을 때와 사용하지 않고 능동적으로 수지관절을 움직였을 때의 관절각도를 측정하였다. 수지관절에서 관절의 각도가 정상이거나 관절이 절단된 경우는 분석과정에서 제외하였다. 측정된 자료는 모두 부호화(coding)하여 개인용 컴퓨터에 입력시킨 후 SPSS/PC+(Statistical Package for the Social Sciences)를 이용하여 분석하였다.

분석과정에서 사례수가 적었고 짝비교를 하여야 하므로 측정된 관절별로 Wilcoxon matched-pairs signed-ranks test를 하였다.

Ⅲ. 결 과

1. 관절별 가동범위

연구대상자의 수지관절에서 측정된 관절 가동범위를 바이오피드백 유무와 관절부위에 따라 분류하였다. 전반적으로 대부분의 관절에서 바이오피드백이 있을

때 관절 가동범위가 증가하는 경향을 보이고 있었다 (표 2). 연구대상자 수가 처음 연구대상자수와 일치하지 않는 이유는 관절 가동범위를 측정할 때 관절의 각도가 정상이거나 절단된 경우는 측정하지 않았

표 2. 연구대상자의 관절별 가동범위

관절 부위	바이오피드백		대상자수	
	유	무		
중절골 관절	1st	50.2±18.4*	45.3±16.4	5
	2nd	54.2±28.9	49.3±27.0	13
	3rd	62.2±25.2	59.7±22.1	14
	4th	64.1±23.5	56.2±20.8	14
	5th	61.8±24.3	57.3±22.5	15
기절골 관절	1st	58.9±21.0	53.5±21.8	5
	2nd	71.8±25.1	65.3±23.2	10
	3rd	66.1±24.7	55.4±24.2	11
	4th	75.9±19.0	68.2±19.0	9
	5th	71.6±18.3	64.7±19.4	11
말절골 관절	2nd	51.9±22.3	48.5±19.1	16
	3rd	54.5±22.3	49.3±20.2	19
	4th	48.3±22.9	49.1±21.6	18
	5th	49.0±21.5	43.9±18.4	16

* 평균 ± 표준편차

표 3. 측정방법에 따른 관절 가동범위의 비교

관절부위	바이오피드백		Z값	
	유	무		
중절골관절	1st	7.3†	6.4	-1.40
	2nd	7.5	3.5	-2.24*
	3rd	9.4	3.2	-2.06*
	4th	7.8	3.5	-3.08*
	5th	7.5	7.5	-2.36*
기절골관절	1st	5.8	10.0	-0.39
	2nd	6.1	3.3	-2.14*
	3rd	5.6	4.5	-2.35*
	4th	4.5	1.0	-2.52*
	5th	5.5	1.0	-2.80*
말절골관절	2nd	7.4	5.1	-2.47*
	3rd	9.1	6.0	-2.59*
	4th	9.4	7.8	-2.15*
	5th	8.4	5.5	-2.78*

* p < 0.05 † 중위수

기 때문이다.

2. 측정방법에 따른 관절각도의 비교

바이오피드백이 있을 때와 없을 때, 각각의 관절에서 통계적으로 유의한 차이가 있는지를 알아보기 위하여 Wilcoxon matched-pairs signed-ranks test를 하였다. 엄지관절을 제외한 모든 수지 관절에서 유의한 차이가 있었다(표 3).

IV. 고찰

전기 수지관절 측각기는 1959년 Karpovich에 의하여 고안되었으며 그당시에는 치료용으로 보다는 수지관절의 각도를 정확하게 측정하기 위한 도구로서 사용되었다. 1974년 Emory대학에서는 전기 수지관절 측각기에 간단한 역치피드백 회로(threshold feedback circuit)를 첨가하여 치료사가 미리 정한 굴곡과 신전의 목표 각도에 도달하면 불이 켜지거나 소리가 나는 기구를 개발하였다. 이 기구는 손을 손상받았거나 외과적 수술을 한 환자에게 치료용으로 사용되었다.

본 연구에서 사용한 전기 수지관절 측각기는 Debacher(1979)에 의해 소개된 것과 비슷한 원리가 적용된 것이다.

Andrews(1964)는 20명의 편마비 환자에게 근전도 바이오피드백을 이용하여 치료한 결과 19명의 환자가 주관절의 굴곡과 신전을 자발적으로 조절하는 능력을 얻는데 성공하였다. Johnson과 Garton(1973) 만성족수(chronic foot-drop)편마비 환자에게 족배굴곡근(dorsiflexor) 훈련을 위한 근전도 바이오피드백을 시행한 결과 효과적이라고 하였다. Kukulka와 Basmajian(1975)는 편마비 환자를 대상으로 근전도 바이오피드백과 운동치료를 동시에 시행한 군과 일반적인 물리치료를 시행하였던 군을 비교하였는데, 근전도 바이오피드백과 운동치료를 함께 시행한 군에서 발목의 족배굴곡근이 더욱 강화되었고 관절가동범위도 증가하였다.

Wooldridge와 Russell(1975)은 습관적인 사경환자에게 바이오피드백 원리를 이용한 머리자세 제어기(head position trainer)로 5개월간 훈련시킨 결과 좌측으로 21도 기울어진 상태에서 3도 기울어진 상태로 호전되었음을 보고하였다. Kukulka 등(1975)은 굴곡건(flexor tendon)수술 후 수지관절의 조기운

동을 위하여 3명에게 근전도 바이오피드백 훈련을 실시한 결과, 일찍 치료를 시작하였을 때에는 많은 효과가 있었으나 12주가 지난 후에 치료를 시작하였을 때는 별다른 차이가 없었다. 따라서 조기운동(early mobilization)이 중요하다고 강조하였다. Wooldridge(1976) 등은 2명의 강직성 뇌성마비 아동에게 무릎자세 제어기(knee position trainer)를 사용하여 무릎운동을 적절하게 조절하는데 성공하였다.

Wolf(1978)는 운동치료를 바이오피드백을 사용하면 더 많은 도움을 얻을 것이라고 하였다. Brown 등(1979)은 관절염 환자에게서도 전기 수지관절 측각기를 이용하여 치료한 결과 관절 가동범위가 증가하였음을 보고하였다. Koheil과 Mendel 등(1980)은 무릎의 과신전(knee hyperextension)을 억제하는 훈련에서도 좋은 효과가 있었다고 하였다.

앞에서 언급한 여러 연구자의 보고를 통하여 바이오피드백 치료효과가 입증되었으며 이러한 연구의 대부분은 일정한 기간 동안 환자에게 적용하였을 때 특히 효과가 컸다.

바이오피드백 훈련은 감각-운동(sensori-motor) 기능을 증진시키고 강직된 근육을 이완시키거나 약화된 근육을 강화시키며, 체중지지(weight bearing), 머리조절, 주관절 조절훈련 등 여러 분야에서 일반적인 물리치료와 함께 병행하여 실시되었다. 특히 전기수지관절 측각기는 구축(contracture), 근력약화, 화상, 신경손상 등으로 인하여 수지굴곡과 신전에 제한이 있는 환자에게 조기 운동이나 관절 가동범위를 증진시키는 기구로 사용되었다.

본 연구에서는 수지관절의 굴곡에 제한이 있는 24명을 대상으로 전기 수지관절 측각기를 이용하여 측정된 결과 바이오피드백이 있을 때 측정된 각도가 바이오피드백이 없을 때 측정된 각도보다 통계적으로 유의하게 높았다(표 3). 따라서 시각적 바이오피드백이 관절 가동범위 증가에 영향을 주었다고 할 수 있다. 그러나 장기간 동안 시각적 바이오피드백을 적용하지 않았으므로 차후에는 이러한 면을 고려한 연구가 시도 되기를 바란다.

본 연구에서 사용한 전기 수지관절 측각기의 문제점은 기구의 전극면이 넓어서 좁은 팔절골관절각도의 측정시 고정하기에 불편하다는 것이다. 또한 피부에 아물지 않은 상처가 있는 경우에는 적용하기가 힘들었다. 그러므로 부착이 용이한 전극면을 개발하는 것이 필요하다.

본 연구의 대상은 1988년 5월부터 10월까지 연세의대부속세브란스병원과 고대의대부속구로병원의 재활의학과에서 물리치료와 작업치료를 받은 환자들 중, 수지굴곡에 제한이 있는 24명이었다. 시각적 바이오피드백이 관절가동범위의 증가에 미치는 영향을 알아보기 위하여 바이오피드백을 적용하였을 때와 적용하지 않았을 때의 수지관절각도를 측정하였다. 분석방법은 Wilcoxon matched-pairs signed-ranks 검정이었다. 분석결과 바이오피드백을 적용하였을 때 대부분 수지관절에서 관절 가동범위가 증가하였다($p < 0.05$). 따라서 수지관절에 제한이 있는 환자에게 시각적 바이오피드백을 적용하면 관절 가동범위를 증가시킬 수 있다.

본 연구에서는 대상자의 수가 적었고 시각적 바이오피드백에 대한 장기간의 치료효과를 고려하지 않았으므로 본 연구결과를 이용하거나 추후의 연구에서는 이러한 점들을 감안하여야 할 것이다.

참 고 문 헌

1. Andrews JM : Neuromuscular reeducation of the hemiplegic with the aid of the electromyograph. Arch Phys Med Rehabil 45 : 530~532, 1964.
2. Basmajian JV : Biofeedback in rehabilitation : A review of principles and practices. Arch Phys Med Rehabil 62 : 469~475, 1981.
3. Brown DM, Debacher GA, Basmajian JV : Feedback goniometers for hand rehabilitation. Am J Occup Ther 33 : 458~453, 1979.
4. Brown DM, Morris AF : Electronic training devices for hand rehabilitation. Am J Occup Ther 30 : 376~379, 1976.
5. Brudny J, Korein J, Lawrence W, et al : EMG feedback therapy : Review of treatment of 114 patients. Arch Phys Med Rehabil 57 : 55~61, 1976.
6. Calliet R : Bones of the hand. In ; hand pain. 3rd ed. FA Davis Company, Philadelphia, 1982.

7. Debacher GA : Feedback goniometers for rehabilitation. In ; Biofeedback—principles and practice for clinician. Williams and Wilkins, Baltimore, 1979.
8. Harris F, Spelman F, Hymer J : Electronic sensing aids as treatment for cerebral palsied children. *Phys Ther* 54 : 354~365, 1974.
9. Huffman AL : Biofeedback treatment of orofacial dysfunction *Am J Occup Ther* 32 : 149~154, 1978.
10. Johnson HE, Garton WH : Muscle reeducation in hemiplegia by use of electromyographic device. *Arch Phys Med Rehabil*, 54 : 320~322, 1973.
11. Kukulka CG, Basmajian JV : An assesment of an audio-visual feedback device for use in motor training. *Am J Phys Med* 54 : 194~207, 1975.
12. Kukulka CG, Brown DM, Basmajian JV : Biofeedback training for early finger joint mobilization *Am J Occup Ther* 29 : 469~470, 1975.
13. Wolf SL : Essential considerations in the use of EMG biofeedback. *Phys Ther* 58 : 25~31, 1978.
14. Wooldridge CP, Leiper C, Ogston DG : Biofeedback training of knee joint position of the cerebral palsied child. *Physiother Can* 28 : 138~143, 1976.
15. Wooldridge CP, Russell G : Correction of an habitual head tilt biofeedback technique : A case study. *Physiother Can* 27 : 181~184, 1975.