

우측편마비환자의 동적보조기 착용여부와 손목신전자극에 따른 손기능변화

손은교*, 이재신**, 정민예**, 오윤택

*연세대학교 보건과학대학 재활학과

**연세대학교 의과대학 재활병원 작업치료실

Abstract

Comparison of hand function in right hemiplegic patients receiving between vibratory sensory stimulation with or without tenodesis splint

Mari Un-Kyo Son Pesco, A.O.T.R.-L, M.A.*Lee, Jae-Shin, K.O.T.R., M.P.H.**

Jung, Min-Yea, K.O.T.R., P.T.R., M.P.H.**, O, Yun-Tack K.O.T.R., M.P.H.

*Dept. of Rehabilitation Therapy, College of Health Science, Yonsei University

** Dept. of Occupational Therapy, Yonsei Rehabilitation Hospital

Yonsei University Medical Center

The purpose of this study is defined increased active motion utilizing tenodesis splint and vibratory stimulation during functional activities. We selected three left cerebral vascular accident right hand dominance with right hemiplegic patients, who has been actively participating in occupational therapy. Patients participated twice per week from June 1st 1997 until August 30th 1997. According to our study, improvement has been noted in active extension with vibratory stimulation only. No significant improvement was noted with tenodesis splint. Further study is necessary to generalization of stimulation for therapeutic use.

Key Words: C.V.A., Tenodesis splint, Vibratory stimulation, Hand function

I. 서론

뇌졸중은 식생활의 서구화, 노령인구의 증가, 원인질환에 대한 치료의 미비 등으로 급속한 의학의 발달과 다각적인 접근에도 불구하고 그 유병률이 증가하여 사망 원인 중 가장 많은 부분을 차지하는 질환이다(통계청, 1993). 대부분의 생존자들은 어느 정도의 신경학적 회복을 경험하지만 약 30-60%의 환자는 운동기능장애, 인지 및 지각장애, 감각장애, 언어장애 등의 많은 장애를 동반하게 되고, 그로 인해 일상생활 동작수행에 도움을 필요로 한다(김유철 등, 1992; 김창환과 김세주, 1995). 이제까지 독립적인 일상생활동작의 수행을 위해 비마비측을 이용한 보상(compensation)을 교육해 왔으나, 많은 환자들은 일상생활에서 양손의 사용에 대한 필요성을 절실히 느끼고 있다. 뇌졸중으로 인한 뇌손상시 고유감각 중추의 손상은 하지보다 상지의 기능회복에 더 영향을 주며 따라서 그 치료 기간도 길다(Anderson, 1990). 근래까지는 Brunnstrom이나 Bobath 등과 같은 재활치료에서 다양한 치료적 접근 방법이 행해지고 있으나, 이들 치료적 접근방법에서도 완전한 손의 회복(hand recovery)에 대해서는 비관적이며 계속적인 반복 연습만을 제시하고 있다. 손가락의 독립적인 사용이 가능하고, 특히 엄지와 검지의 사용이 가능한 환자라 할지라도 동작을 방해할 정도의 경직에 의해 사물의 조작이 어려운 경우가 있다(Bobath, 1990).

경직의 억제를 위해서는 천자술(tapping)과 전기진동자극(vibration)과 같은 표피자극(cutaneous stimulation)을 일반적으로 사용한다. 특히 전기진동자극기는 비정상적인 근긴장도를 가진 환자에게 새로운 운동패턴을 제공하기 위해 재활치료사에 의해 쓰이고 있다(Bishop, 1975; Dellon, 1980; Wilcock, 1986).

동적 견고정 보조기(tenodesis splint)는 능동

혹은 수동으로 손목의 굴곡과 신전 동안에 발생하는 손목과 손가락들의 상반적인 움직임(reciprocal movement), 즉 견 고정술 움직임(tenodesis motion)을 촉진시켜서 일상생활동작의 수행을 독립적으로 하는데 도움을 주는 보조기이다(Fess, 1981; Trombly, 1995; Pedretti, 1996). 특히 손목이 굴곡되어 있으면 손의 긴장도도 떨어지기 때문에 작업치료사는 이러한 환자에게 손목을 신전시키는 보조기를 제공하여야 한다(Allen, 1985; Trombly, 1995; Pedretti, 1996). 상완이나 손목의 자세는 손의 기능에 많은 영향을 미치게 되므로 그 동안 상완이나 손목의 자세와 손기능의 관계에 대한 연구가 많이 되어 왔다(정민예와 이지영, 1997; Carlson과 Trombly, 1983; Kraft와 Detels, 1972; McPherson 등, 1985; Stern, 1991; Richards 등, 1996). 그러나 손목의 우측 편마비를 대상으로 손목의 신전정도에 따라 손기능이 얼마나 영향을 받는지에 대한 논문은 많지 않다. 또한 전기진동자극기를 적용하여 손목의 신전을 유도한 논문도 없었다.

본 연구에서는 우측편마비 환자를 대상으로 손상된 상지에 보조기와 전기진동자극기를 각각 적용함으로써 손목의 능동신전을 통한 쥐기 동작의 증진에 미치는 효과를 비교하고자 하였다.

II. 연구방법

1. 연구대상

본 연구는 연세의료원 재활병원 외래 작업치료실을 내원하는 환자 중, 실험을 위한 지시 따르기에 충분한 감각적, 인지적 기능을 가진 환자 3명을 대상으로 하였다(표1). 대상자들은 모두 좌측대뇌반구의 뇌졸중으로 인한 우측편마비환자였고 모두 우측손이 우세수였으며, 전체적인 회복 정도는 손기능에 어려움을 보이는 보비스회복단계 2단계이상으

로 일상생활동작 수행시 우측상지로 보조적 역할이 가능하여 MBI score상으로는 98점 이상을 나타내지만 우측손으로 사물을 조작하는데는 어려움을 보였다(표 1).

표 1. 대상자의 특성

대상자번호	연 령	성 별	발병일
1	65	남자	72개월
2	63	여자	8개월
3	39	남자	20개월

2. 연구방법 및 도구

본 연구는 multiple treatment design중 interactive design 에서 A-B-BC strategy의 변수를 기초로 하여 A는 기초선으로 기간은 2 주, B는 치료 1단계로 기간은 5 주동안 전기진동자극기만 적용, BC는 치료 2단계로써 보조기와 전기진동자극기의 동시적용으로 5주간 실시하여 각각 다른 치료방법(intervention)을 적용하였다.

연구에 사용된 연구도구로는 동적 견고정 보조기와 전기진동자극기로서 동적 견고정 보조기는 견고정 동작(tenodesis action)을 촉진하기 위해 사용되었으며, 전기진동자극기는 Hitachi vibrator를 사용하였다. 치료효과의 측정은 1주에 2회씩하여, A 기간에는 4회, B와 BC 기간에는 각각 10회씩 측정하였다. 또한 다른 치료의 효과를 배제하기 위해 치료 전에 실시하였다.

각 단계에서 기초선과 치료적용결과의 객관적인 평가를 위해, 뇌졸중 환자의 상지기능 및 동작능력을 측정하기 위한 검사도구인 MFT(manual function test)의 하위검사중 공(취고있기, 놓기, 집어 올리기), 연필, 동전, 바늘을 집어 올릴 수 있는 것으로 각 항목마다 1점씩 합산하였고 만점은 6점이었다. 치료 1(B)단계는 피험자의 상완 신전

근에 battery-operated vibrator로 5초간의 적용과 5초간의 비적용을 번갈아 가며 2분 동안 시행하였다. 치료 2단계(BC)는 동적 견고정 보조기를 착용한 후, 전기진동자극기를 함께 치료 1단계의 방법으로 적용하였다.

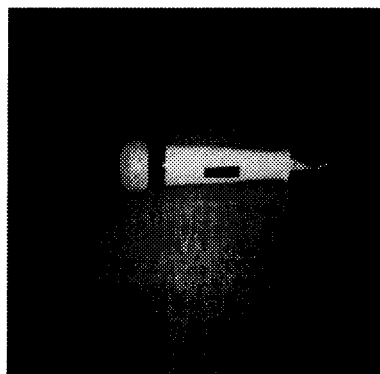


그림 1. 전기진동자극기

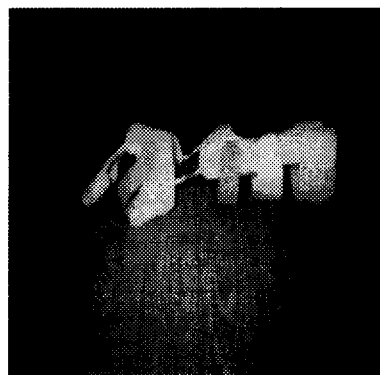


그림 2. 동적견고정보조기



그림 3. 동적치료자세

3. 분석방법

본 연구설계는 A-B-BC 단일사례연구로 하였으며, 실험 결과분석은 기초선(A), 치료 1(B), 치료 2(BC)에서의 차이를 시각분석(visual analysis)하였다.

Ⅲ. 연구결과

1. 첫 번째 대상자의 경향선

첫 번째 대상자에서는 기초선(A)에서 치료 1단계(B)로 이행하면서 경향선이 증가하는 것을 볼 수 있다. 치료 1단계(B)에서 치료 2단계(BC)로 이행하면서 증가된 것이 유지되었다(그림 4).

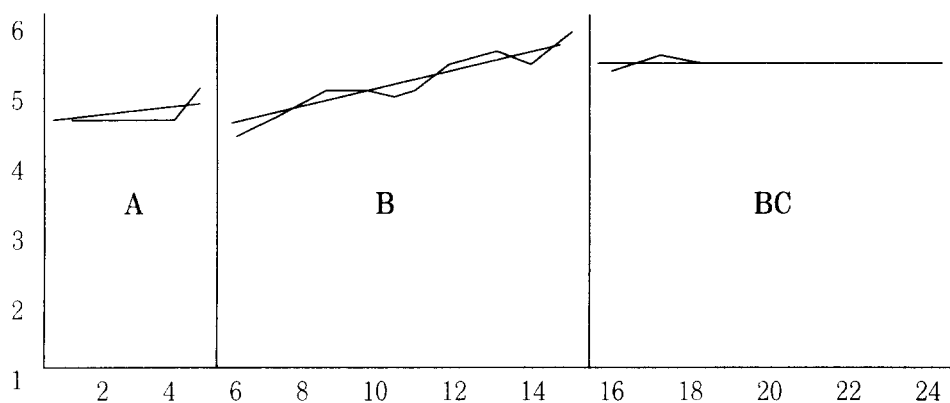


그림 4. 대상자 실험결과

2. 두 번째 대상자의 경향선

두 번째 대상자에서는 기초선(A)에서 치료 1단계(B)로 이행하면서 경향선이 증가하는 것을 볼 수 있다. 치료 1단계(B)에서 치료 2단계(BC)로 이행하면서 경향선이 감소하는 것을 볼 수 있다(그림 5).

3. 세 번째 대상자의 경향선

세 번째 대상자에서는 기초선(A)에서 치료 1단계(B)로 이행하면서 경향선이 증가하는 것을 볼 수 있다. 치료 1단계(B)에서 치료 2단계(BC)로 이행하면서 경향선이 증가된 것을 볼 수 있다(그림 6).

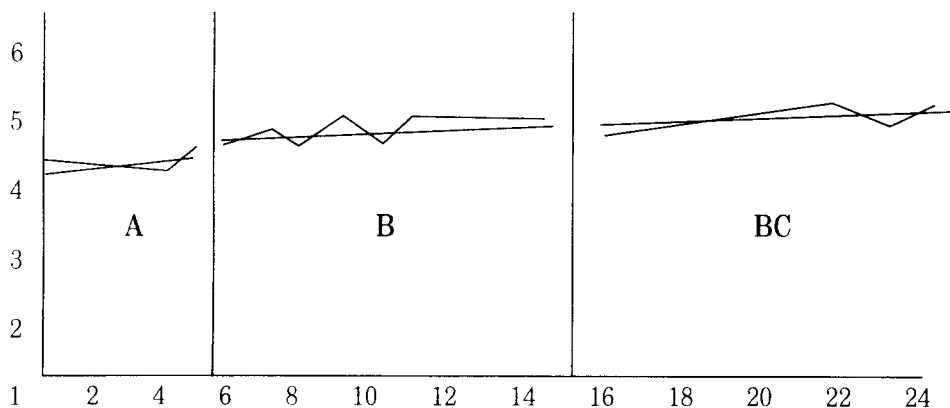


그림 5. 대상자 실험결과

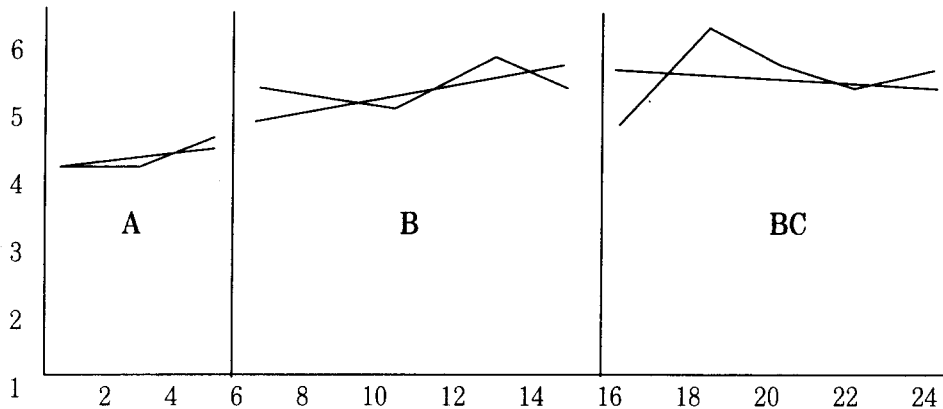


그림 6. 대상자 실험결과

IV. 고 찰

뇌졸중 환자의 대부분이 재활치료의 중요한 대상이 되어왔다(양정인 등, 1997). 뇌졸중 환자의 재활치료의 목적은 최대한의 기능회복과 더불어 삶의 질을 높이는데 있으며, 그 목표달성을 위해서는 적절한 시기에 환자에게 각 회복단계에서 요구되는 적절하고도 잘 조화된 팀 접근에 의한 재활치료가 선행되어야 한다(Lorraine, 1996). 전체 뇌졸중 환자의 60%가 신경학적증상을 수반하고 있는데 이들은 위한 재활치료프로그램에는 기능회복을 위한 치료와 더불어 재발방지를 위한 교육프로그램이 병행되어왔다(한태륜, 1997).

뇌와 척수손상에서 흔히 나타나는 근경직은 관절의 구축, 욕창의 악화, 적절한 자세유지의 어려움 등 환자에게 악영향을 끼치게되어 일상생활동작의 장애를 초래하고 재활치료를 지연시킨다(김연희 등, 1984; Carlson과Trombly, 1983; Jarus와 Poremba, 1993). 그리고 어느 정도의 기능회복 후에도 근경직에 기인한 손의 능동적 움직임의 제한 등 상지의 장애가 여전히 남게되지만 만족할 만한 치료에 대한 연구가 아직도 부족한 실정이다.

뇌졸중 후 상지기능의 자발적 회복이 이루어지는

시기는 일반적으로 발병후 6개월 이내로 제한된다(Bard, 1965; Johansson, 1993). 이 기간동안 신경생리학적 촉진방법, 자세 되먹임과 전기자극(positional feedback and electrical stimulation) 등의 재활치료를 통하여 기존의 보존적 치료 방법으로는 도달할 수 없었던 운동기능의 회복을 증진시키는 것으로 알려졌다. 그러나 뇌졸중으로 인한 편마비환자에게 지금까지의 보존적 재활치료는 상지보다 하지에서 더 성공적이었다. 왜냐하면 하지의 기능은 몸통을 정립시키고 원하는 방향으로 이동시키는 것 등 비교적 간단한 것에 비하여 상지는 가장 정교한 신경근육장치인 손을 포함하고 있어 그 기능이 보다 복잡하기 때문이다. Porter (1985)에 의하면 추체계의 특이성으로 뇌졸중 후의 기능회복에 한계가 있으며 피질척수로의 손상은 미세운동기능의 조절에 영구적인 장애를 초래하여 특히 상지에서 원위부인 손의 운동기능회복이 어렵다고 하였다. 발병 후 6개월이 지난 만성 뇌졸중환자에 있어서 상지기능의 증진은 적었으며, 신경생리학적 촉진방법의 치료효과도 확실하지는 않다(Basmajian, 1989).

뇌졸중환자를 대상으로 상지기능을 호전하기 위한 방법으로는 신전운동과 근력강화운동 같은 보존

적 치료, 신경생리학적 촉진방법(보바스치료, 고유체위감각성 근골격촉진방법), 생체되먹이기 방법, 전기자극, 보조기 등 크게 다섯 가지로 나눌 수 있다(Baker 등, 1979). 이러한 치료중 작업치료가 많이 사용하는 방법으로는 보조기의 적용과 전기진동자극이 있는데, 전기진동자극은 신경생리학적 촉진방법의 한 도구로 이용되기도 하며(Bishop, 1974, 1975; Faber, 1982), 그 자극은 근 수축을 촉진시키고 대뇌에 입력하는 생체되먹이기 방법으로도 이용될 수 있다(Burke, 1976). 전기진동자극의 사용은 크게 2가지 개념으로 사용되고 있는데 한 가지는 주로 근방추의 Ia 말단부(muscle spindle Ia ending)를 자극하여 근육의 수축을 유도하기 위한 방법으로 주동근 근수축의 촉진과 과긴장된 길항근의 긴장도 감소에 효과적인 100-300Hz 사이의 자극을 이용하는 것이고, (McClosky, 1973). 다른 하나는 피부의 감각정상화를 위해 60-90Hz를 적용하는 것이다. 그러나 감각의 정상화를 위해 사용되는 방법에는 더 많은 연구가 필요하다(Faber, 1982). 전기진동자극을 치료에 많이 이용하는 또 다른 이유는 근수축에 효과가 좋은 주파수로 상품화되어 있어 구하기 쉽고, 효과적이며(Burke, 1976), 치료적으로 간편하게 사용할 수 있는 유용한 도구이기 때문이다. (Hagbath 와 Eklund, 1977). 본 연구에서 사용된 전기진동자극은 Hitachi에서 상품화한 전기진동자극기로써 주파수는 60Hz이었지만, 실험동안 육안으로도 손목신전을 관찰할 수 있었고, 시각분석결과에 의하면 손기능의 경향선이 3환자가 모두 증가하였고, 특히 첫번째 대상자와 두 번째 대상자에게서 치료 2단계(B)의 경향선이 기울기가 더 크게 증가하는 것을 볼 수 있었다.

이제까지 손목의 신전을 증진시키기 위한 연구는 주로 전기자극을 이용한 연구였는데 Baker 등(1979)은 16명의 편마비환자 전기자극을 시행하여 손목관절, 중수지관절, 근위지관절의 굴곡구축을 예

방할 수 있다는 결과를 얻었으며, 특히 만성군에서는 손목의 신전 각도가 의미 있게 증가하였음을 보고하였다. Bowman 등(1979)도 뇌졸중환자의 손목신전을 촉진시키기 위해 자세 되먹임(positional feedback)과 전기자극을 병행하였고, 그 결과 환자가 능동적으로 손목관절을 신전하였을 때 표면전극으로 부터 전기자극이 주어지는 4주간의 치료 후 손목의 관절가동범위는 200% 증가하였음을 보고하였다. 또한 박동식 등(1995)도 만성편마비환자의 상지기능향상을 위하여 상지의 전박근육에 전극의 경피적삽입술을 통하여 20도의 굴곡제한이 있었던 손목관절의 능동신전각도를 60도까지 증진시켰다. 이경무 등(1990)과 김진호 등(1993)도 근전도를 통한 근육전기자극요법을 시행하여 뇌졸중환자의 상지기능회복에 치료효과가 있음을 보고하였다. 결과적으로 위의 연구 모두 손목의 관절가동범위가 증가하고, 손목신전근의 근력이 증진되었고, 전기자극의 한 종류인 진동자극을 이용한 본 연구에서도 손목의 신전을 이용한 손기능의 향상을 볼 수 있었다. 하지만 전기자극을 이용한 위의 연구에서는 손기능의 증진에 대한 결과는 없었다. 본 연구에서 손목의 증진은 측정하지 않았지만 실험도중 시각적으로 확인할 수 있었고, 손목의 증진을 전제로 손기능만을 측정하였다. 본 연구에서 전기진동기를 이용하여 견고정 동작(tenodesis action)을 증진 시킴으로써 견고정 동작자체로써 연필과 동전과 같은 작은 물건을 잡는 손기능에도 영향을 줄 수 있었다.

보조기의 효과에 대한 연구로는 주로 보조기로 손목의 신전을 유도하여 각 각도에 따른 손기능 비교였다. Kraft와 Detels(1972)는 손목의 30도 신전, 15도 신전, 중립, 15도 굴곡의 4가지 자세에서 집기력(pinch strength)뿐만 아니라, 장악력(grip strength)도 굴곡상태에서 이들의 점수가 유의하게 낮았음을 보고하였다. 선행된 연구에 의하면 다양한 손목의 각도에서 손기능은 수행되며,

크고 무거운 물건을 잡을 때는 손목의 굴곡이 많이 사용되고, 작은 물건을 잡을 때는 손목의 신전동작이 쓰이므로(Carlson과 Trombly, 1983; 정민예와 이지영, 1997), 손목이 심하게 굴곡된 환자에게는 엄지와 검지를 사용하는 집기력(pinch)에 증진을 위해서는 손목의 신전을 보조해야한다(정민예와 이지영, 1997). 본 연구에 사용된 동적건고정보조기(tenodesis splint)는 환자의 손에 맞추어 직접 제작한 것으로써 동적건고정보조기(tenodesis splint)의 목적은 능동 혹은 수동으로 손목의 굴곡과 신전 동안에 발생하는 손목과 손가락들의 상반의 움직임(reciprocal movement)을 유발시키는 것이다. 이러한 건고정 움직임(tenodesis motion)을 촉진시켜서 ADL의 동작을 독립적으로 하는데 도움을 주는 보조기이다(Trombly, 1995; Pedretti, 1996). 본 연구에서 치료 1단계(B)와 치료 2단계(BC) 모두 기초선(A)보다 높은 점수를 나타내었지만 치료 1단계(B)와 치료 2단계(BC)에서는 큰 차이가 없었다. 이러한 점으로 미루어 볼 때 본 연구에서는 보조기의 역할은 특별히 많지 않았다고 고려된다. 이후의 연구에서는 동적건고정보조기가 손목의 신전에 얼마나 영향을 주는지, 손목의 신전을 통하여 손기능이 얼마나 증진되는지에 대한 연구하는 것도 중요하겠다.

본 연구의 제한점은 첫째, Single subject experimental design을 사용하여 일반화하기 어렵다는 것과, 둘째, 동적 건고정 보조기도 조절(modified)되어(구조상 공, 연필, 동전을 잡기에 방해되어 건고정 동작을 증진시킬 수 있는 고무줄을 제거하였음) 제거능을 할 수 없었고, 보조기 자체의 엄지(thumb)지지면이 관절운동을 제한하였기 때문에 사실상 보조기의 효과를 관찰할 수 없었다는 점, 셋째, 손기능이 1-6점사이로 측정되었는데, 이러한 점수체계가 편마비 환자의 손기능을 평가하기에는 너무 미흡했을 뿐 아니라 환자의 손기능이 양적으로만 측정되었다는 것이다.

앞으로의 연구에서는 편마비 환자의 미세한 손기능을 측정할 수 있는 질적인 평가의 개발과 건고정 동작을 증진시키기 위한 동적 건고정 보조기를 환자에게 적용할 때 좀 더 안락하고 쥐기에 방해가 되는 구조물의 사용에 대한 고려가 필요하겠다. 또한 보다 많은 환자군을 대상으로 집단연구를 통해 다양한 보조기를 사용, 비교함으로써 보조기별 효과여부에 관한 연구가 요구된다.

V. 결 론

본 연구는 연세의료원 재활병원 외래작업치료실을 내원하는 우측편마비환자 3명을 대상으로 1997년 6월 1일부터 8월 31일까지 12주간 24회에 걸쳐 A-B-BC 단일 사례연구 방법으로 수행되었다. 방법은 전기진동자극과, 동적건고정보조기를 적용하여 각각 손기능을 비교하였고 결과는 다음과 같다.

1. 첫 번째 대상자에서는 기초선(A)에서 치료 1단계(B)로 이행하면서 경향선이 증가하는 것을 볼 수 있다. 치료 1단계(B)에서 치료 2단계(BC)로 이행하면서 증가된 것이 유지되었다.

2. 두 번째 대상자에서는 기초선(A)에서 치료 1단계(B)로 이행하면서 경향선이 증가하는 것을 볼 수 있었다. 치료 1단계(B)에서 치료 2단계(BC)로 이행하면서 경향선이 감소하는 것을 볼 수 있다.

3. 세 번째 대상자에서는 기초선(A)에서 치료 1단계(B)로 이행하면서 경향선이 증가하는 것을 볼 수 있다. 치료 1단계(B)에서 치료 2단계(BC)로 이행하면서도 경향선이 증가됨을 볼 수 있다.

인용문헌

- 김연희, 최미숙, 김봉옥. Jebsen Hand Function Test에 의한 정상 한국 성인의 손기능 평가. 대한재활의학회지. 1984;8(2):109-114.

- 김유철, 장순자, 박미연, 박지운. 뇌졸중 환자의 보행에 영향을 미치는 인자. 대한 재활의학회지. 1992;16(4):443-451.
- 김진호, 한태륜, 이시욱. 근전도를 통한 근육전기자극요법에 의한 수부기능향상의 효과에 관한 연구. 대한재활의학회지. 1993;17:632-642.
- 김창환, 김세주. 뇌졸중후 운동기능회복에 관한 연구. 대한재활의학회지. 1995;19(1):55-61.
- 박동식, 이석재, 주민철 등. 편마비환자의 상지기능향상을 위한 기능적 전기자극적용1례. 대한재활의학회지. 1995;19(3):547-552.
- 백은주, 최 은, 이양균. 경직환자에서 전기침자극요법의 효과에 대한 결과보고. 대한재활의학회지. 1996;3:60-64.
- 양정인, 나은우, 문혜원 등. 뇌졸중환자에서 위험인자에 대한 연구. 대한재활의학회지. 1997;21(8):643-651.
- 이경무, 한태륜, 성덕현. 뇌졸중환자에서 근전도를 통한 근육전기자극요법에 관한 연구. 대한재활의학회지. 1990;14:53-58.
- 정민예, 이지영. 정상 성인 여성을 대상으로한 세가지 손목자세에 따른 손기능의 비교. 대한작업치료학회지. 1997;5:20-26.
- 한태륜. 뇌졸중환자의 예후측정. 대한재활의학회지. 1997;21(5):817-824.
- 통계청. 사망원인 통계연보. 1993.
- Allen AS, Pratt PN. Occupational therapy for children. 2nd ed. St. Louis. C.V. Mosby co. 1985.
- Anderson TP. Rehabilitation of patient with complete stroke In Kottke FJ, Lehmann JF: Krusen's handbook of physical medicine and rehabilitation. 4th ed. WB Saunder's Company. Philadelphia. 656-678.
- Baker LL, Yeh C, Wilson D. et el. Electrical stimulation of wrist & finger for hemiplegic patients. Phys Ther. 1979;59:1495-1499.
- Bard G, Hirschberg GG. Recovery of voluntary motion in upper extremity following hemiplegia. Arch Phys Med Rehabil. 1965;46:567-572.
- Bishop B. Vibratory stimulation. Phys ther. 1975;55:139-143.
- Bobath B. Adult Hemiplegia: Evaluation and Treatment. 3th ed. London. Heinemann Medical Books, 1990.
- Bowman BR, Baker LL, Waters RL. Positional feedback and electrical stimulation: automated treatment for hemiplegic wrist. Arch Phys Med Rehabil. 1979;60:497-502.
- Carlson JD, Trombly CA. The effect of wrist immobilization on performance of the Jebsen hand function test. Am J Occup Ther. 1983;37(3):167-175.
- Dellon A.D. Evaluation of sensibility and re-education of sensation in the hand. Baltimore. William & Wikins, 1980.
- Fess, Gettle, Strickland. Hand splinting : Principles and methods. The C.M. Mosby. 1981.
- Jarus T, Poremba R. Hand function evaluation: A factor analysis study. Am J Occup Ther 1993;47(5):439-443.
- Johansson BB. Has sensory stimulation a role in stroke rehabilitation? Scand J Rehab Med Suppl. 1993;29:87-96.
- Kraft GH, Detels PE. Position of function of the wrist. Arch Phys Med Rehabil. 1972;53:272-275.

- McPherson JJ, Mathiowetz V, Strachota E, et al. Muscle tone: Objective evaluation of the static component at the wrist. *Arch Phys Med Rehabil.* 1985; 66:670-674.
- Lorraine WP. *Occupational Therapy: Practice skills for Physical Dysfunction.* 5th ed. Mosby Year book Inc., 1996: 463-506.
- Pedrett LW. *Occupational Therapy practice skills for physical dysfunction.* 4th ed. The C.V. Mosby, 1996.
- Porter R. The corticomotoneuronal component of the pyramidal tract: Corticomotoneuronal connections and functions in primates. *Brain Res Rev.* 1985;10: 1-26.
- Portney LG. *Foundation of clinical research : Applications to practice.* Appleton & Lange, 1993.
- Richards LG, Olson B, Palmiter-Thomas P. How forearm position affects grip strength. *Am J Occup Ther.* 1996;50 (2):133-138.
- Stern EB. Grip strength and finger dexterity across five styles of commercial wrist orthoses. *Am J Occup Ther.* 1996;50 (1):32-38.
- Trombly CA : *Occupational Therapy for physical dysfunction.* 4th ed. Philadelphia. William & Wilkins, 1996.
- Wilcock AA. *Occupational Therapy Approaches to Stroke.* Churchill Livingstone, 1986.