

Constraint-Induced Movement Therapy가 편마비측 손기능 증진에 미치는 영향



The Journal Korean Society of Physical Therapy

■ 유인태, 황병용¹, 김지혜², 정상미³

■ 대전을지대학병원 재활의학과, ¹용인대학교 보건복지대학 물리치료학과, ²그린필병원 물리치료실, ³신성대학 작업치료과

The Effects of Constraint-Induced Movement Therapy on Improvement of Hand Function in Hemiplegic Side.

In-Tae Ryu, PT, MS; Byong-Yong Hwang, PT, PhD¹; Ji-Hye Kim, PT, MS²; Sang-Mi Chung, OT, MS³

Department of Physical Therapy, Daejun Eulji University Hospital; ¹Department of Physical Therapy, College of Health Welfare, Yong In University; ²Department of Physical Therapy, Greenphil hospital; ³Department of Occupational Therapy, Shinsung College

Purpose: This study examined the effect of constraint-induced movement therapy (CIMT) on improving the hand function in hemiplegic side.

Methods: Ten subjects without a control group were given CIMT to the hemiplegic side for 3 weeks. The effects of their hand function and sensibility were examined using a MAL and two point discrimination test. Repeated ANOVA was carried out for an analysis of the effects of the application of CIMT before and after treatment.

Results: The participants showed significant improvement in their functional aspect with CIMT while there were no significant changes in the time domain variables. There was significant improvement in the quantitative and qualitative aspect of MAL, as well as significant improvement in the two-point discrimination function in all fingers.

Conclusion: CIMT can enhance the motor function and sensory function of the hand in hemiplegic patients.

Keywords: Constraint-induced movement therapy, Hand function, Learned nonuse

논문접수일: 2009년 2월 5일

수정접수일: 2009년 3월 8일

게재승인일: 2009년 4월 23일

교신저자: 유인태, 28woojin@hanmail.net

1. 서론

뇌졸중의 임상적 증상은 일반적으로 운동장애, 지각 및 인지장애, 감각장애, 언어장애, 시각장애 등의 기능장애로 인해 일상생활 동작을 계획하고 수행하는 면에서 장애를 초래하게 됨으로써, 결국은 기본적인 일상생활동작 수행을 스스로 할 수 없게 되어, 남에게 의지해야 하는 환자자신의 상실과 우울증으로 삶의 질을 저하시키게 된다.¹ 이런 뇌졸중 환자들이 최대의 기능적 회복을 얻고 최적의 독립적 생활을 영위할 수 있도록 하기 위해서는 양질의 신경학적인 치료를 제공하여야 할 뿐 아니라, 합병증의 예방과 일상생활 능력의 회복을 위한 적극적인 재활이 매우 중요하다.² 하지만 뇌졸중 환자의 재활이 널리 시행되

고 있음에도 지속적인 운동장애가 남는 경우가 많다. 뇌졸중 발생 후 5년이 지난 환자들을 대상으로 시행한 연구에서 56%에서 심각한 운동장애를 보이며, 이것이 환자들에게 가장 심각한 문제라고 보고하고 있다.³ 또한 뇌졸중과 외상성 뇌손상을 포함한 대부분의 중추신경계 손상 환자는 감각 결손을 갖게 된다. 감각 결손은 올바른 움직임을 방해하고 감각 입력(sensory input)이나 피드백에 기초한 움직임을 감소시킨다. 감각 결손이 있는 환자들은 움직임을 피하게 되며, 움직인다 하여도 그 움직임이 둔하고 조화롭지 못하다. 고유수용감각과 촉각의 손실은 수동적인 움직임에 대한 인지, 질감구별(tactile discrimination), 그리고 입체인지 등과 같이 주어진 감각 경험의 지각(perception)과 구별을 어렵게 한다.⁴

특히, 일상생활동작의 기능적인 수행의 대부분이 상지와 손으로 이루어진다는 점을 생각할 때 손의 기능은 인간에게 있어서 창조적이고 정서적인 표현의 기술이며, 일상생활에서의 독립성등과 밀접한 관련이 있음에도 불구하고 손을 사용하지 못하고 일상생활의 대부분을 다른 보조수단을 통하여 하는 뇌졸중환자의 절망감은 그 무엇보다도 크다고 할 수 있겠다.^{5,6} 또한 손의 고유수용감각 손실은 신체 각 부분의 위치를 지각하지 못하도록 하여 안정성, 손으로 탐색되는 물체에 대한 인지, 손의 움직임 조절, 운동기능의 재활에 부정적인 영향을 끼친다.^{7,8,9,10} 또한 손은 견관절에서 시작된 지렛대의 역학적 사슬의 마지막 연결고리로서 견관절, 주관절, 손목관절의 가동성을 서로 다른 면에 큰 범위로 움직이게 해주고 육체와 관련된 모든 부분에 미치게 한다. 손 자체는 충분히 움직일 수 있는 기관으로 조정할 수 있다.¹¹

뇌졸중에 의한 편마비는 환자가 지금까지의 보존적 재활이 하지에 비해 상지에서 특히 부족하다고 보고하고 있다.¹² 그 이유는 보행에는 최소한의 회복만이 요구되는데 비해 상지를 움직이기 위해서는 쥐기, 잡기, 물건을 조정하는 등 보다 섬세한 활동이 요구되기 때문이라고 할 수 있다.¹³ 또한 한쪽 다리가 건강하면 정상 다리만으로 체중을 지탱하며 걸을 수 있으며 이 경우 마비된 쪽의 다리도 강제로 움직이게 되지만, 상지에서는 정상 팔의 움직임이 마비된 팔의 운동에 전혀 도움을 주지 않는다. 또한 뇌졸중 발병직후 초기 회복기에 마비된 측의 상지를 사용할 경우 통증 조절 불가능, 낙상 등의 해로운 결과들이 초래될 수 있는데 이러한 것들을 경험하면 마비측 상지를 결코 사용하지 않고 비마비측 상지만을 사용하는 학습화 비사용 현상(learned nonuse phenomenon)을 보이게 되고 나아가 손상된 상지를 더욱 더 사용할 수 없게 된다.¹⁴ 이러한 이유로 편마비 환자들이 비교적 정상적인 관절 가동범위와 근긴장도 및 근력을 지닌 비마비측 상지에 의존하여 일상적인 활동을 수행하며 마비측의 접촉과 사용은 회피하게 되는데, 이러한 경향은 편마비의 기간이 길어질수록 마비측 상지의 이용이 줄어들게 되고 그로 인한 마비측 상지의 기능은 점점 더 악화 되는 결과를 초래한다. 그리고 지나치게 비마비측 상지를 이용한 일상생활 동작수행은 마비측의 상지운동 기능회복에 나쁜 영향을 줄 수 있다.¹⁵ 결국 마비측 상지만을 강조한 치료 방법들은 효과의 지속성, 운동마비와 감각장애, 마비측에 대한 거부감 등으로 인해 장기적인 치료효과를 얻지 못하였던 반면,^{16,17} 편마비 환자에 대한 CIMT(constraint induced movement therapy) 적용 방법은 만성 뇌졸중 환자들이 있어서 비마비측 상지치료에 매우 큰 효과가 있는 치료방법으로 알려져 있다.¹⁸ Katrak 등¹⁹은 뇌졸중 환자의 마비측 손 기능이 마비측 상지기능에 영향을 미침을 보고하였으며, Boissye 등²⁰은 뇌졸중 환자의 마비측 악력의 정

도를 평가함으로써 상지기능의 예후를 알 수 있다고 하였다.

이에 본 연구에서는 CIMT를 편마비 환자에 적용하여 기존의 선행연구들에서 보고한 마비측의 손 기능과 아울러, 수부의 기능적 측면에서 미세한 작업에 손을 사용하는 능력을 알아보고자 각각의 손가락에 이점감별력을 추가하여, 손기능과 감각기능에 영향을 줄 것이라는 가설을 설정하고 이를 검증하고자 한다.

II. 연구방법

1. 연구대상

본 연구의 참여자는 을지대학병원 물리치료실에 입원 또는 외래 방문한 편마비 환자로써 본 연구에 적극적으로 참여할 것을 동의한 10명을 대상으로 뇌단층촬영 또는 자기공명촬영에 의해 뇌졸중을 진단받았으며, 인지기능 검사도구인 MMSE-K 검사 결과 25점 이상이며, 검사자의 지시를 이해하고, 보호자가 적극적이며 마비측 손목 능동 배측 굴곡이 20°이상, 손가락 능동 신전이 10° 이상 가능한 자로 선정하였다.

2. 실험방법

1) 측정도구

(1) 인지기능 검사도구- MMSE-K

Folsten과 Mchugh²¹가 개발한 MMSE를 Kwon 등²²이 한국 실정에 맞게 번안하여 수정한 도구이다. 기억회상과 주의집중 및 계산 언어기능 이해 및 판단영역을 측정하는 12문항으로 구성되며, 총 30점 만점에서 24점 이상을 정상으로 간주한다.

(2) 상지기능 평가도구- MAL(Motor Activity Log)

손의 운동능력을 평가 목적으로 총 30개의 문항으로 양적척도와 질적 척도로 구분하여 각각 환자가 수행하는 정도를 0~5점까지로 각각 150점을 만점으로 평가한다. 점수는 만점에 가까울수록 상지기능 수준이 높은 것으로 본다.

(3) 감각기능 검사도구- 이점감별 평가(two-point discrimination)

동적 및 정적 이점감별 평가로 나누며, 전자는 움직이면서 접촉을 요구하는 손 감각을 평가하며 후자는 잡기 시 접촉에 대한 환자의 수행능력을 평가한다.

2) 연구방법

(1) 연구절차

비마비측 상지를 팔걸이로 고정하여 3주 동안 수면을 취하지 않는 시간 중 90% 이상을 착용토록하고, 세면, 화장실사용, 활

Table 1. Change the score of MAL before and after CIMT

	Before	1 week	2 week	3 week	p
MAL quantitative	16.60±7.00	20.50± 7.58	25.00± 8.22	30.90± 8.77	0.00*
MAL qualitative	29.30±17.28	36.00±18.47	46.90±18.98	57.50±18.88	0.00*

동 시 불안정적일 때는 제거를 허용하며, 치료는 신경학적 발달 치료를 1일 1회 총 1시간 시행하며 주당 5시간 치료한다. 그 방법은 선 자세에서 침상 위에 비마비측 상지와 마비측 상지를 올려놓고, 비마비측 상지에 수건을 덮고 마비측 상지를 치료한다. 그리고 치료 외의 시간은 치료사의 보호자 교육을 통하여 shaping으로 약 50가지 작업이 정형화 사용되는데, 여기서 10가지를 선택하여 1일 2시간 시행하며 주당 10시간 시행한다. 위와 같은 연구방법으로 치료 전, 치료 1주 후, 치료 2주 후, 치료 3주 후 평가를 하였다.

shaping은 흔히 사용되는 방법으로 행동목적(여기서는 움직임)이 작은 단계로 어려움을 증가시키면서 행하는 조작 조건 방법이다. 호전이 있을 경우 연구 대상자를 격려하고 실패했을 경우에도 비난(처벌)하지 않는다. 기본 원칙은 이미 획득한 수행 능력보다 운동능력을 조금 진전시키는 것이다. 약 50가지 작업이 정형화 사용되는데, 여기서 12~20가지를 선택하여 개개인에게 사용한다. 흔히 사용되는 작업도구는 가사 작업 도구(물, 향아리, 가정용품, 스프링, 장치된 옷핀), 아이들의 장난감(블록 쌓기, 대리석) 그리고 물리치료, 작업치료에 사용되는 표준적인 도구이다.

3. 자료분석

통계학적 분석은 SPSS for windows 10.0을 사용하였으며, 각각의 대상자들에게 CIMT를 적용하기 전, 후의 손의 기능에 대한 2개 항목과 손의 감각기능에 대한 5개 항목의 증진을 알아보기 위해 반복 측정 분산분석(repeated measure ANOVA)을 사용하였다. 측정된 자료들에 대한 통계학적 유의수준은 $\alpha=0.05$ 로 정하였다.

III. 결과

1. 치료 전·후 MAL 점수의 변화

치료경과에 따라 치료 전 MAL 양적 평균 점수 16.60±7.00에서 1주 후 20.50±7.58, 2주 후 25.00±8.22, 치료 마지막 주에는 30.90±8.77로 치료 횟수에 따라 점차 증가하여 통계적으로 유의한 차이를 보였다($p<0.05$). 치료 전 MAL 질적 평균 점수는 29.30±17.28에서 1주 후 36.00±18.47, 2주 후 46.90±18.98, 치료 마지막 주에는 57.50±18.88로 치료 횟수에 따라

점차 증가하여 통계적으로도 유의한 차이를 보였다($p<0.05$) (Table 1).

2. 치료 전·후 이점감별력 변화

치료 전 엄지의 이점감별 평균 거리가 7.30±1.95mm에서 1주 후 6.20±2.04mm, 2주 후 5.70±1.49mm, 치료 마지막 주에는 4.40±1.51mm로 치료 횟수에 따라 점차 이점감별 간격이 좁아져 통계적인 유의한 차이를 보였다($p<0.05$), 인지도 치료 전 평균 점수 7.20±1.99mm에서 1주 후 6.10±1.73mm, 2주 후 5.00±1.76mm, 치료 마지막 주에는 3.50±1.58mm로 치료 횟수에 따라 점차 이점감별 간격이 좁아져 통계적인 유의한 차이를 보였다($p<0.05$). 중지 역시 치료 전 평균 점수 7.20±2.10에서 1주 후 5.80±1.87, 2주 후 4.70±1.49, 치료 마지막 주에는 4.00±1.15로 치료 횟수에 따라 점차 이점감별 폭이 좁아져 통계적인 유의성이 관찰되었고($p<0.05$), 약지도 치료 전 평균 점수 7.20±1.75에서 1주 후 5.40±1.84, 2주 후 4.90±1.91, 치료 마지막 주에는 4.30±1.25로 치료 횟수에 따라 점차 이점감별 간격이 좁아져 통계적인 유의성이 관찰되었으며($p<0.05$), 그리고 소지도 치료 전 평균 거리 7.50±1.78에서 1주 후 6.20±2.35, 2주 후 5.30±2.00, 치료 마지막 주에는 4.60±1.71로 치료 횟수에 따라 점차 이점감별 간격이 좁아져 통계적으로 유의성이 관찰되었다($p<0.05$)(Table 2).

IV. 고찰

뇌손상 환자의 손상된 상지기능은 대부분의 일상생활을 어렵게 만드는 주된 원인 중 하나이다.²³

채경주 등²⁴은 뇌졸중으로 인한 편마비 시 고유감각 중추의 손상은 하지보다 상지의 기능 회복에 더 영향을 주며, 치료기간이 길어진다고 하였다. 대부분의 뇌졸중환자들은 비마비측을 사용하여 대부분을 일상생활을 하고 있는 문제점을 고려하여 비마비측을 고정하고 마비측을 사용하도록 하는 CIMT가 연구되어지고 있다.

가소성 이론에 기초를 두고 개발된 CIMT는 비마비측 팔을 억제하고 마비측 상지만을 이용해 집중적인 운동훈련을 받게 하는 것으로 뇌졸중 후 발생된 학습된 비사용 현상을 극복하게 하는 한편 마비측 팔의 반복적이고 기능적인 운동을 통해

Table 2. Change two-point discrimination before and after CIMT (unit: mm)

	Before	1 week	2 week	3 week	p
Thumb	7.30±1.95	6.20±2.04	5.70±1.49	4.40±1.51	0.00*
Index finger	7.20±1.99	6.10±1.73	5.00±1.76	3.50±1.58	0.00*
Middle finger	7.20±2.10	5.80±1.87	4.70±1.49	4.00±1.15	0.00*
Ring finger	7.20±1.75	5.40±1.84	4.90±1.91	4.30±1.25	0.00*
Little finger	7.50±1.78	6.20±2.35	5.30±2.00	4.60±1.71	0.00*

상지기능을 담당하는 대뇌운동피질을 확장시키거나 새로운 운동영역을 생성하여 팔의 기능을 영구적으로 향상 시켜주는 방법이며,^{25,26} CIMT의 주목적은 실생활에서 마비측 상지를 많이 사용함으로써 피질 재배치가 발생하도록 하는 것이다.²⁷

이러한 CIMT의 연구를 살펴보면 Wolfgang 등²⁸의 연구에 선, 15명의 뇌졸중 환자에게 CIMT를 시행하여 12일간 깨어 있는 시간 90%동안 팔걸이에 비마비측을 넣어 제한하고, 연구 기간 중 8일간을 하루에 7시간씩 마비측 팔을 훈련시켰는데, 훈련전보다 훈련 후에 매우 의미 있고 큰 호전을 보인다고 하였으며, Blanton 등²⁹의 연구에선 뇌졸중이 걸린 후 4개월 이내인 환자에게 CIMT를 적용한 결과 CIMT 적용 전과 적용 후의 추적검사에서 상지의 기능이 호전되었음을 보고하였다.

이에 본 연구에서도 CIMT 방법을 적용했으며, CIMT의 연구방법은 Taub가 뇌졸중 환자에게 적용한 비마비측을 고정하고 마비측을 치료하면 쓰지 못했던 마비측을 다시 사용할 수 있다고 보고한 연구방법을 인용하였으며,³⁰ 연구 대상자 선정 방법 역시 Taub의 대상자 선정 최소 기준으로 잡은 선정방법을 인용하였다.³¹ 고정방법은 팔걸이로 고정하였는데 고정한 상태에서 적절한 균형을 잡을 수 있는 자로 선정하였다.

대상자를 선정할 때 인지기능 검사를 하였는데, Trombly³²는 뇌손상 환자의 물리치료를 위해서는 인지기능의 적절한 평가 및 그에 따른 치료가 시행되어야 한다고 하였으며, 김혜원 등³³은 MMSE-K의 점수가 기능향상에 영향을 미치며 MMSE-K와 기능향상은 서로 유의한 상관관계가 있다고 보고 하였다. 이에 본 연구에서 MMSE-K를 사용하여 치료적 지시를 잘 수행할 수 있는 정도인 25점 이상인 자를 대상으로 하였다.

본 연구에서 손 기능 평가를 위해 CIMT에 적절한 상지 기능 평가 도구 MAL을 사용하였으며, MAL은 손의 운동능력을 평가목적으로 총 30개 문항으로, 양적척도와 질적척도를 평가하는 것으로써 Taub에 의해 고안되었다.³¹ 또한 본 연구에서 CIMT가 손 감각기능에 어떠한 영향을 미치는가를 알아보기 위해 감각 기능 평가도구로 이점감별 평가를 사용하였으며, 이점감별 평가는 감각수용체의 기능과 수를 반영하며 특히 정적 이점감별은 일정하고 연속적인 촉각과 관련이 깊어 미세한 작업에 손을 사용하는 능력과 수부의 기능적 측면에서 중요한 검사이다.³⁴

치료는 신경학적 발달치료를 시행하였다. Henry 등³⁵은 일반적으로 뇌손상 후 기능적 회복은 반복적인 동작과 특정 도수 요법에 치료에 영향을 받는다고 보고하였다. 신경발달치료는 정상적인 동작 패턴과 자세반응을 촉진하면서 비정상적인 반사 패턴과 동작을 감소시키는데 초점을 두고 있다.³⁶ 신경발달치료에서 사용되는 조작기술은 체중지지와 체중이동, 간헐적 조절 능동적인 관절가동범위와 신장, 견인 등이며 운동의 질을 향상시키고, 기능적인 수행과 긴장도, 자세와 반사등을 조절하게 된다.³⁷ 이러한 신경학적 발달치료법을 적용하여 비마비측 손을 수건으로 차단하여 마비측의 상지기능에 관련된 체간과 상지의 주요점 조절에 초점을 맞추어 치료하고, 마비측 손의 기능과 감각을 증진시키기 위해 음료수 마시기 등의 손동작 훈련을 1일 1시간 주당 5시간 실시하였다

Kunkel 등³¹의 실험에서는 치료기간은 4주이며CIMT 적용 후 MAL을 평가도구로 사용하여 치료 전후, 치료 전과 추적검사시의 변화를 결정하기 위해 분산분석(ANOVA)이용한 결과, MAL은 치료 후에 마비측 상지사용이 166%가 증가되었으며 추적검사에서 165%가 증가 되었다. WMFT에서도 기능적 평가에서 치료 후 17% 증가하였고, 추적검사에서 10% 증가 하여 CIMT 적용 후 치료 전 후 및 추적검사에서 모두 중요한 변화가 있었다고 보고하고 있다.

Kim³⁸은 CIMT 적용 후 MAL과 AAUT(Actual Amount of Use Test)를 사용하여 실험군과 대조군의 마비측 기능의 회복 정도를 비교하기 위해 비모수 통계 검증방법을 이용한 윌콕슨 부호 순위 검증(Wilcoxon signed rank test)을 이용하였는데 AAUT와 MAL 모두 통계적으로 유의한 차이(p<0.01)가 있었다고 보고하였다.

본 연구에서는 연구방법에서 제시한 절차로 3주 동안 CIMT 적용하여 실험한 결과 반복측정 분산분석을 사용하여 MAL의 양적 및 질적인 면 모두에서 유의한 차이(p<0.01)를 보였다. 이는 Kunkel 등과 Kim 등의 연구와 유사한 결과를 보였다.

이점감별력 또한 무지(p<0.01), 인지(p<0.01), 중지(p<0.01), 약지(p<0.01), 소지(p<0.01)에서 유의한 차이를 보여 CIMT가 손 감각기능을 증진에 도움이 된다는 사실을 알 수 있었다.

선행연구에 이점감별력을 추가한 본 연구 결과 CIMT 적용

후 손 기능 검사와 손 감각기능 검사에서 통계적으로 유의한 차이가 있어 CIMT가 손 기능과 손 감각기능에 많은 변화를 일으킴을 알 수 있었다. 이 결과로 본 연구에 임상적 의의는 마비측 손 치료에 기여할 수 있을 것으로 사료된다. 하지만, 대상자의 수가 적기 때문에 일반화하여 해석하는 것에는 제한점이 있으며, 또한 치료가 얼마나 지속되는지를 제시할 수 없고, 대상자의 유병기간을 고려하지 않은 제한점이 있다. 신경가소성을 고려하여 기능적인 뇌단층촬영 및 경두개자극법과 같은 좀 더 객관화된 평가도구 사용도 함께 이루어져야 할 것이다.

V. 결론

본 연구의 목적은 뇌졸중 환자의 일상생활에 주된 영향을 미치면서도 하지에 비해 회복이 느린 상지 기능을 증진시키는 것이 매우 중요하므로 상지기능 회복에 초점을 둔 CIMT를 적용한 후 10명의 편마비 환자를 대상으로 CIMT가 마비측 손 기능 증진에 어떠한 영향을 미치는가를 알아 보는 것이다.

그 결과 CIMT 적용 전후 손 기능 검사에서 MAL 질적, 양적인 면 모두 통계적으로 유의성이 관찰되었으며, 이점감별력 또한 다섯 손가락 모두에서 향상된 것을 볼 수 있었다. 이상의 결과로 볼 때 CIMT가 편마비 환자의 손 치료와 손 기능 및 감각기능 향상에 기여할 수 있을 것으로 사료된다.

Author Contributions

Research design: Ryu IT, Hwang BY

Acquisition of data: Ryu IT

Analysis and interpretation of data: Ryu IT, Hwang BY

Drafting of the manuscript: Ryu IT, KIM JH, Chung SM

Administrative, technical, and material support: Chung SM

Research supervision: Ryu IT

Acknowledgements

본 논문은 유인태의 석사학위 논문을 축약하였음.

참고문헌

- Chung MJ. The degree of Activities of Daily Living(ADL) and the Quality of Life(QL) of the CVA Patients. Kyunghee University. Dissertation of Master's Degree. 2000.
- Granger CV, Albrecht GL, Hamilton BB. Outcome of comprehensive medical rehabilitation: measurement by PULSES profile and the Barthel Index. Arch Phys Med Rehabil. 1979;60(4):145-54.
- Wilkison PR, Wolfe CD, Warburton FG et al. A long-term follow-up of stroke patients. Stroke. 1997;28(3):507-12.
- Mauguiere F, Desmedt JE, Courjon J. Astereognosis and dissociated loss frontal or parietal components of somatosensory evoked potentials in hemiparetic lesions. Brain. 1983;106:271-311.
- Lee TY, Oh JK, Lee KS et al. The effects of the involved upper extremity's function on the dexterity of uninvolved hand in stroke patients. J Kor Soc Occup Ther. 1999;7(1):55-7.
- Trombly CA. Occupational therapy for physical dysfunction. 3rd ed. Baltimore, Williams & Wilkins, 1989:161-82.
- Jeannerod M. The neural and behavioral organization of goal-directed movements. Oxford, Clarendon, 1988:171-208.
- Kusoffsky A, Wadell I, Nilsson BY. The relationship between sensory impairment and motor recovery in patients with hemiplegia. Scand J Rehabil Med. 1982;14(1):27-32.
- Loo Ck, Hall LA, McCloskey DI et al. Proprioceptive contributions to tactile identification of figure; Dependence on figure size. Behav Brain Res. 1983;7(3):383-6.
- McClatchie G. Survey of the rehabilitation outcome of strokes. Med J Aust. 1980;1(13):649-51.
- Cho YH, Hwang YT, Lee MY et al. The Effect on Grip Strength in Change of Wrist Position of Normal Adults. J Kor Soc Phys Ther. 2007;19(2):33-9
- Basmajian JV. The winter of our discontent: breaking intolerable time locks for stroke survivors. Arch Phys Med Rehabil. 1989;70(2):92-4.
- Van der Lee, Johanna H, Wagenar RC et al. Force use of the upper extremity in chronic stroke patients: Result from single-blind randomized clinical trial. Stroke. 1999;30(11):2369-375.
- Taub E, Uswatte G, Pidikiti R. Constraint-induced movement therapy: A new family of techniques with broad application to physical rehabilitation - A clinical review. J Rehabil Res Dev. 1999;36(3):237-51.
- Davies PM. Steps to follows: A guide to the treatment of adult hemiplegia. Berlin, Springer-Verlag, 1985.
- Carmick J. Clinical use of neuromuscular electrical stimulation for children with cerebral palsy, Part 2: Upper extremity. Phys Ther. 1993;73(8):514-22.
- Powell J, Pandyan D, Granat M et al. Electrical stimulation

- of wrist extensors in poststroke hemiplegia. *Stroke*. 1999; 30(7):1384-9.
18. Duncan PW. Synthesis of intervention trials to improve motor recovery following stroke. *Stroke Rehabil*. 1997;3(4):1-20.
 19. Ktrak P, Bowring G, Conroy P et al. Predicting upper limb recovery after stroke: the place of early shoulder and hand movement. *Arch Phys Med Rehabil*. 1998;79(7):758-61.
 20. Boissy P, Bourbonnais D, Carlotti MM et al. Maximal grip force in chronic stroke subjects and its relationship to global upper extremity function. *Clin Rehabil*. 1999;13(4):354-62.
 21. Folsten MF, Mchugh PR. Mini-mental state". A practical method for grading the cognitive state of patients for the clinician. *J Psychiatr Res*. 1975;12(3):189-98.
 22. Kwon YC, Park JH. Korean Version of Mini-Mental State Examination(MMSE-K) Part I: Development of the Test for the Elderly. *J Korean Neuropsychiatr Assoc*. 1989;28:508-13.
 23. Page SJ, Levine P, Sisto S et al. Stroke patients' and therapists' opinions of constraint-induced movement therapy. *Clin Rehabil*. 2002;16(1):55-60.
 24. Chai KJ, Lee HS. Assessment of upper extremity function in normal Korean adults by Manual Function Test. *J Kor Soc Occup Ther*. 1997;5:52-7.
 25. Liepert J, Miltner W, Bauder H et al. Motor cortex plasticity during constraint-induced movement therapy in stroke patients. *Neuroscience Letter*. 1998;250(1):5-8.
 26. Koop A. scientific evaluation of health effects of two plasticizers used in medical devices and toys: A report from the American Council on Science and Health, *Med Gen Med*. 1999;22:E14
 27. Taub E, Wolf SL. Constraint-induced movement techniques to facilitate upper extremity use in stroke patients. *Stroke Rehabil*. 1997;3(4):38-61.
 28. Miltner W, Bauder H, Sommer M et al. Effects of constraint-induced movement therapy on patients with chronic motor deficits after stroke: a replication. *Stroke*. 1999;30(3):586-92.
 29. Blanton S, Wolf SL. An application of upper-extremity constraint-induced movement therapy in a patient with subacute stroke. *Phys Ther*. 1999;79(9):847-53.
 30. Liepert J, Bauder H, Miltner W et al. Treatment-induced cortical reorganization after stroke in humans. *Stroke*. 2000;31(6):1210-6.
 31. Kunkel A, Kopp B, Mller G et al. Constraint-induced movement therapy for motor recovery in chronic stroke patients. *Arch Phys Med Rehabil*. 1999;80(6):624-8.
 32. Trombly CA, Scott Ad. Evaluation and treatment of hand function. Baltimore, Williams & Wilkins Co, 1997:235-42.
 33. Kim HW, Ko YJ, Kang SY et al. The relationship of MMSE to functional improvement in brain injured patients. *J Korean Acad Rehabil Med*. 1998;22(6):1179-84.
 34. Mackinnon SE. Comparative analysis of nerve injury of the face and hand. *Oral Maxillofac Surg Clin North Am*. 1992;4:483.
 35. Henry JB, Mohr JP, Bennenett MS et al. *Stroke*. New York, Churchill Livingstone, 1986:3-55.
 36. Mayo NE. The effect of physical therapy for children with motor delay and cerebral palsy. *Amer Phys Med Rehabil*. 1991;70(5):258-67.
 37. Degagi GA, Royeen CB. Current practice among neurodevelopmental treatment association members. *Amer J Occup Ther*. 1994;48(9):803-9.
 38. Kim CH. The application of constraint-induced movement therapy (CIMT) on hemiplegia. Inje University. Dissertation of Master's Degree. 2002.