

## 뇌졸중 환자에서 상지의 경상 운동의 변화 연구

장종성 · 이미영 · 김중선<sup>1</sup>

대구대학교 대학원 재활과학과, <sup>1</sup>대구대학교 재활과학대학 물리치료학과

### The Study of the Changes of Mirror Movements with Upper Extremity on Stroke Patients

Jong-sung Chang, PT, MS, Mi-young Lee, PT, MS,  
Chung-sun Kim, PT, PhD<sup>1</sup>

*Department of Rehabilitation Science, Graduate School, Daegu University*

*<sup>1</sup>Department of Physical Therapy, College of Rehabilitation Science, Daegu University*

#### 〈Abstract〉

**Purpose :** The purpose of this study was to evaluate the effects of mirror movements(MM) on upper extremity's function and measure the change of MM on stroke patients depending on the elapse of time.

**Methods :** Sixteen stroke patients with MM and Sixteen stroke patients without MM were recruited for this study. Intended movements and MM were measured by two dynanometers of MP150 system(BIOPAC System Inc., Santa Barbara, U.S.A). The upper extremity's motor function was measured using manual function test(MFT), Fugl-Meyer assesment(FMA).

**Results :** The change rates of upper extremity's motor function test showed significant group differences in FMA but not in MFT between the patients with MM and without MM from the first test to the second test. In each group motor function generally more increased. The magnitudes of MM decreased from the first test to the second test.

**Conclusion :** These results indicate that stroke patients with MM have a significant motor deficit. But motor deficit could be recovered by spontaneous recovery or treatments and a clinical sign of MM was improved. In the future, we suggest that studies of assessments of MM after rehabilitation and treatment interventions of MM on stroke patients.

---

**Key Words :** Hand function, Mirror movement, Stroke

## I. 서 론

미국에서 뇌졸중은 암과 심장병에 이어 3대 사망 원인이고 평균 3~4분당 한 명씩 사망하고 있으며, 매 40초에 한 명씩 발생하며, 뇌졸중 생존자는 기능적인 장애를 가질 뿐만 아니라 치료를 위한 많은 비용을 지불하고 있으며 매 년 증가하는 추세이다(American Heart Association, 2008). 뇌출혈이나 뇌경색 등의 뇌혈관 질환에 의해 발생되는 뇌졸중은 발생 후 손상초기의 위치나 정도에 따라 여러 신경학적 결함을 일으키며 심각한 운동손상을 초래하게 되고, 대략 다리에 초기 마비가 온 생존자의 35%는 적절한 기능적인 회복이 어렵고, 20~25%의 환자는 어떤 물리적인 보조없이 보행이 불가능하다(Hendricks 등, 2002). 또한 뇌졸중 발생 6개월 후에도 65%의 환자는 일상생활을 하는데 손상측 손을 사용하지 못한다(Kwakkel 등, 2003).

특히 복잡한 기능을 담당하고 있는 상지의 기능은 완전한 움직임이나 기능을 회복하지 못하고, 집중적인 치료에도 불구하고 55~75%에서 영구적인 장애가 나타난다(Feys 등, 1998). 이는 뇌졸중 환자의 대부분이 상지의 운동 기능에 영향을 크게 미치는 중대뇌동맥의 손상을 많이 받게 되고, 하지와 다르게 죽기나 조작과 같이 복잡하고 섬세한 기능을 담당하는 상지는 어깨에서 손가락까지 많은 근육들이 정교하고 리듬있게 움직이며, 손상측 상지를 사용하기보다 비손상측 상지에 의존해서 일상생활을 하기 때문이다(Feys 등, 1998). 그리고 일상생활활동 수행에 있어서 대부분이 상지와 손으로 이루어진다는 점에서 상지의 기능 회복은 식사하기, 옷 입기, 개인관리 등 독립적인 생활을 하는데 중요한 역할을 한다(김미영, 1994; Cooper 등, 1993).

뇌졸중 이후 회복 기간 동안에 손상측 팔에 비정상적인 움직임이 신체의 다른 부분의 과도한 움직임이나 재채기, 기침, 하품 같은 활동에 의해서 나타난다(Blin 등, 1994). 이러한 비정상적인 움직임을 연합반응(associated reaction)이라고 하며, 신체의 한 부분에서 수의적인 움직임과 동반하여 반대측의 동일한 근육에서 일어나는 대칭적이고 불수의적인 움직임을 경상 운동(mirror movement)이라고 한다(Green,

1967; Hwang 등, 2005). 이러한 경상 운동은 운동 발달 과정에서 뇌가 성숙하기 전인 아동기 초기에 정상적으로 나타나며 10세 이전에 사라지게 되고(Connolly와 Stratton, 1968), 피로가 발생될 정도의 과도한 능동적인 근수축을 유지하는 동안 중추신경계에서 근육을 선택적으로 조절하는 능력을 감소시켜서 정상 성인에서도 나타나게 된다(Armatas 등, 1994; Todor와 Lazarus, 1986). 특히 뇌졸중이나 파킨슨병 같은 신경학적인 질환에 의해 성인에서 경상 운동이 발생하게 된다(Cincotta 등, 2006; Nelles 등, 1998; Rocca 등, 2005; Uttner 등, 2005). 뇌졸중 환자에서 손상받지 않은 뇌의 활동에 의해서 일어나는 손상측 손의 경상 운동을 이해하는 것이 운동 회복에 도움을 주고, 동측 상지의 경상 운동의 기전을 연구함으로써 상지의 운동 회복 및 예후를 예측하고 치료의 전략을 수립할 수 있다(Kim 등, 2003).

초기의 뇌졸중 환자에서 경상 운동에 관한 연구에서는 경상 운동의 발현 여부를 확인하였고(Chaco와 Blank, 1974), 점차 경상 운동의 정도와 경상 운동의 발생 기전을 규명하였다(Kim 등, 2003). 그리고 최근에는 경상 운동과 상지 기능의 연관성을 알아보는 연구들이 보고되고 있다(조영남, 2005; Nelles 등, 1998; Uttner 등, 2005). 그러나 뇌졸중 이후 기능의 회복은 발생 후 3개월 이내에 이루어지는데(Kwakkel 등, 2006), 상지의 기능이 회복이 되어가는 과정에서 동측 경상 운동의 변화와 상지 기능의 변화에 관한 추적 연구가 이루어지지 않고, 대부분의 연구가 경상 운동의 일시적인 평가를 통하여 상지의 기능을 평가하여 경상 운동과 상지 기능의 연관성이 부족함이 있었다.

따라서 본 연구에서는 뇌졸중 환자에서 대부분의 기능적인 회복이 일어나는 뇌졸중 발생 후 3개월 때에 추적조사를 시행하여 운동 회복과 시간의 경과에 따른 뇌손상의 동측 상지에 나타나는 경상 운동의 변화에 대해서 알아보고자 한다.

## II. 연구 방법

### 1. 연구 대상 및 기간

본 연구는 2006년 11월부터 2007년 5월까지 대구 소재 OO대학교의료원에서 뇌 단층화 촬영(CT)이나 자기공명영상(MRI)에 의해 뇌졸중으로 진단, 입원치료 중인 환자들 중 본 연구의 취지를 이해하고 참여하겠다고 동의한 경상 운동이 나타나는 환자 16명, 경상 운동이 나타나지 않는 환자 16명을 대상으로 하였다.

본 연구에 참여한 대상자의 선정 기준은 뇌 단층화 촬영(CT)이나 자기공명영상(MRI)에 의해 편측 뇌 손상으로 확인된 자, Edinbergh Handedness Inventory 검사를 통하여 발병 전 우측 손이 우성인 자(Oldfield, 1971), 감각 검사를 통하여 감각 기관에 이상이 없는 자, 언어 이해 능력에 장애가 없고, 지시하는 내용을 이해하고 따를 수 있는 자로 한국형 간이정신 상태 판별검사(MMSE-K)에서 연령과 교육 수준을 고려한 점수가 최소 24점 이상인 자, 브룬스트롬의 회복 단계가 4단계(손 전체로 잡기가 가능하고, 외측 쥐기가 회복되며, 약간의 손가락 신전이 가능하고 염지손가락을 움직일 수 있는 상태) 이상으로 강직이나 경직, 관절구축, 관절가동범위의 제한 등 운동 기능에 제한이 없는 자를 대상으로 하였다. 대상자의 일반적인 특성은 다음과 같았고, 나이와 성별은 유의한 차이가 없었다.

Table 1. Gerneral characteristics of each group

	Subject (n=16)	Control (n=16)	p
Number of individuals (Male / female)	8 / 8	9 / 7	.73
Age (Mean ± SE)	62.00 (±2.30)	60.50 (±1.79)	.61
Lesion side (Right / Left)	8 / 8	7 / 9	
Lesion type (Infarction / Hemorrhage)	10 / 6	10 / 6	
Time since onset (Mean ± SE)			
Pre-test(weeks)	3.06 (±0.23)	3.63 (±0.26)	.56
Post-test(weeks)	11.38 (±0.27)	11.81 (±0.36)	.44

## 2. 실험 방법

### 1) 실험 도구

본 연구에서 주먹 쥐기(squeezing)를 할 때 양쪽 손의 균력 강도를 측정하기 위해 MP150(Biopac system, USA)의 전자악력계(electrodynamometer)를 이용하였다. 전자악력계는 두 개의 휴대용 힘 변환기(hand-held force transducer), 증폭기(amplifier), 아날로그-디지털 변환기(analog-to-digital converter)와 개인용 컴퓨터에 내장된 Acqknowledge 소프트웨어로 구성된다. 주먹 쥐기 동작의 악력을 측정하는 두 개의 힘 변환기는 주먹 쥐기를 할 때 발생하는 힘을 전기 신호로 변환시키며, 이 힘 변환기는 185×42×30 (mm)의 막대의 형태로 100kg까지 측정 할 수 있다. 변환된 신호는 증폭기를 거쳐서 디지털 신호로 전환되고, 이와 연결된 개인용 컴퓨터에 내장되어 있는 Acqknowledge 소프트웨어를 사용하여 필터링과 자료 처리를 하게 된다. 각 신호의 표본 추출률(sampling rate)은 200Hz이고 1.5Hz의 저역통과필터(low pass filter)를 하였다.

### 2) 실험 절차

주먹 쥐기 과제는 각각의 환자가 할 수 있는 최대의 힘으로 주먹 쥐기를 10초 동안 유지하기를 시행하였다. 두 가지 과제를 손상측 손으로 실시하여 비손상측 손에서 나타나는 경상 운동을 측정하였다. 연구 대상자는 높이가 조절되는 탁자 앞에 편안한 자세로 앉아서 주관절 90도, 손목은 중립자세를 취하고, 주관절과 상지의 움직임을 배제하기 위해서 전완 부위를 스트랩으로 고정하였다. 최대 균수축력을 측정하기 위해 전자악력계를 이용하여 비손상측 손의 주먹 쥐기를 시행하여 알아보았다. 손상측과 비손상측 각각의 손에 전자악력계를 가볍게 쥐게 하여 검사를 시작하고, 검사의 순서는 손상측 손에 최대의 힘으로 주먹 쥐기를 10초 동안 유지하는 것을 연구자의 시작 명령과 함께 실시하여 비손상측 손의 경상 운동을 측정하였다. 각각의 대상자에게 3번의 사전 연습을 실시하고, 3번의 실제 검사를 실시하여 그 크기와 빈도의 평균을 측정하였다. 대상자들이 경상 운동 평가하는 것을 모르게 하

기 위해서 각각의 실험 사이에 비손상측 손에 최대의 힘으로 주먹 쥐기를 10초 동안 유지하는 것을 실시하였다.

주먹 쥐기 과제를 통하여 경상 운동의 유무를 확인하여 경상 운동이 나타나는 환자군과 경상 운동이 나타나지 않는 환자군으로 구분하고, 손상측 상지의 기능을 평가하기 위해 뇌졸중 상지 기능 평가(manual function test; MFT), 퍼글-마이어 평가(Fugl-Meyer assessment; FMA)를 무작위로 실시하였다.

첫 번째 평가는 본원 물리치료실에 치료 의뢰가 되는 시점을 기준으로 실시하였으며, 두 번째 평가는 시간의 경과에 따른 경상 운동의 변화와 상지 기능의 관계를 알아보기 위해서 대부분의 기능 회복이 일어나는 뇌졸중 발병 후 3개월 때에 추적 조사를 시행하였다.

### 3. 측정 방법

연구 대상자들의 경상 운동의 크기와 변화를 측정하기 위해서 전자악력계를 이용하였고, 손상측 상지의 기능을 평가하기 위해 뇌졸중 상지 기능 평가, 퍼글-마이어 평가를 실시하여 상지의 질적 및 양적인 평가를 시행하였다.

뇌졸중 상지 기능 평가는 상지의 운동(4항목), 파악(2항목), 손가락 조작(2항목) 등 상지 기능을 전반적으로 평가하는데 사용되고, 수행시 1점, 수행할 수 없을 시 0점씩 주어지며 전체 수치는 32점이다. 뇌졸중 상지 기능 평가는 뇌졸중 환자의 상지 기능 및 동작 능력을 측정하기 위한 도구로써 상지 기능의 회복 과정과 일상생활동작을 반영하였고, 브룬스

트룸의 회복단계와 높은 상관관계가 있으며 객관적인 평가 도구로 입증되고 있다.

퍼글-마이어 평가는 브룬스트롬의 편마비 분류와 회복(Brunnstrom's hemiplegia classification and progress record)의 6단계 과정을 근거로 50개의 항목으로 상세히 분류하였고, 뇌졸중 환자의 신경학적 상태를 평가하는 질적 검사로 표준화 되고, 검정 되었다. 이 검사는 수행할 수 없을 시 0점, 부분적 수행 시 1점, 완전하게 수행 시 2점씩 주어지고, 상지 66점, 하지 34점 전체 100점으로 구성된다(Fugl-Meyer 등, 1975). 본 연구에서는 상지 기능 평가만 실시하였다. 뇌졸중 환자의 신경학적 상태를 평가하는 질적 검사로 표준화 되고, 검정 되었다. 또한 실험자간 신뢰도( $r=.995$ )와 실험자내 신뢰도( $r=.992$ )가 높고, 검사-재검사간 신뢰도 구간도 .94-.99로 매우 높았다 (Woodbury 등, 2007).

### 4. 자료 분석

자료 분석은 SPSS 12.0 for window를 이용하여 통계처리 하였고, 실험군과 대조군의 성별의 집단별 분포 차이를 알아보기 위해 카이스퀘어 검정을 하였고, 나이와 유병 기간의 동질성 검정을 위해서 독립표본 t-검정을 사용하였다. 시간의 경과에 따른 상지 기능의 변화와 그룹 간 효과를 검정하기 위해서 공분산분석을 실시하였고, 사후분석은 LSD를 이용하여 집단 간 차이를 검정하였다. 경상 운동의 크기의 변화를 비교하기 위해 대응비교 t-검정을 사용하였다. 통계학적 유의 수준은 0.05로 설정하였다.

Table 2. The changes between the first test and the second test on FMA and MFT

		First test	Second test	Mean difference
FMA	MM	34.00±2.15	41.69±1.64	7.69±1.38
	nonMM	48.44±1.76	54.50±1.09	6.06±1.29
MFT	MM	16.75±1.51	23.31±1.24	6.56±1.17
	nonMM	25.38±1.01	28.06±0.39	2.69±0.85

FMA: Fugl-Meyer assessment, MFT: Manual function test

### III. 연구 결과

#### 1. 시간의 경과에 따른 상지 기능의 변화 비교

##### 1) 퍼글-마이어 평가의 변화 비교

퍼글-마이어 평가를 시행한 결과, 경상 운동이 나타나는 환자군에서 첫 번째 평가의 평균 점수는  $34.00 \pm 2.15$ , 두 번째 평가의 평균 점수는  $41.69 \pm 1.64$  이었고, 경상 운동이 나타나지 않는 환자군에서 첫 번째 평가는  $48.44 \pm 1.76$ , 두 번째 평가는  $54.50 \pm 1.09$  이었다. 경상 운동이 나타나는 환자군에서 첫 번째 평가와 두 번째 평가 사이의 변화량이 평균  $7.69 \pm 1.38$ 의 증가를 보였고, 경상 운동이 나타나지 않는 환자군에서는  $6.06 \pm 1.29$ 의 증가를 보였다(Table 2). 두 그룹의 그룹간 효과 검정을 실시한 결과 유의한 차이가 있었다( $p < .05$ )(Table 3).

##### 2) 뇌졸중 상지 기능 평가의 변화 비교

뇌졸중 상지 기능 평가를 시행한 결과, 경상 운동이 나타나는 환자군에서 첫 번째 평가의 평균 점수는  $16.75 \pm 1.51$ , 두 번째 평가의 평균 점수는  $23.31 \pm 1.24$ 이었고, 경상 운동이 나타나지 않는 환자군에서 첫 번째 평가는  $25.38 \pm 1.01$ , 두 번째 평가는  $28.06 \pm 0.39$ 이었다. 경상 운동이 나타나는 환자군에서 첫 번째 평가와 두 번째 평가 사이의 변화량이 평균  $6.56 \pm 1.17$ 의 증가를 보였고, 경상 운동이 나타나지 않는 환자군에서는  $2.69 \pm 0.85$  증가를 보였다(Table 2). 두 그룹의 그룹간 효과 검정을 실시한 결과 유의한 차이가 없었다( $p > .05$ )(Table 4).

#### 2. 시간의 경과에 따른 경상 운동의 변화 비교

경상 운동이 나타나는 환자군의 손상측 손으로 악력을 측정하는 동안 반대측의 비손상측 손에서의

Table 3. The test of between-groups of effects on the FMA

	Type IIIss	df	MS	F	p
Group	118.996	1	118.996	8.021	.008*
First test	499.197	1	499.197	33.648	.000*
Error	430.240	29	14.836		
Total	2242.719	31			

\* Statistically significant at the level of  $p < .05$

FMA: Fugl-Meyer assessment

Table 4. The test of between-groups of effects on the MFT

	Type IIIss	df	MS	F	p
Group	4.074	1	4.074	.472	.498
First test	153.922	1	153.922	17.823	.000*
Error	250.453	29	8.636		
Total	584.875	31			

\* Statistically significant at the level of  $p < .05$

MFT: Manual function test

Table 5. Changes of MMs from the first test to the second test

	first test	second test	Mean difference	p
MMs changes	$2.17 \pm 0.21$	$1.86 \pm 0.17$	$0.31 \pm 0.10$	.008*

\* Statistically significant at the level of  $p < .05$

MMs: Mirror Movements

경상 운동의 크기를 측정한 결과, 첫 번째 평가에서 평균 점수는  $2.17 \pm 0.21\text{kg}$ 이었고, 두 번째 평가에서 평균 점수는  $1.86 \pm 0.17\text{kg}$ 이었으며 평균 차이가  $0.31 \pm 0.10\text{kg}$ 로 측정되었고, 경상 운동이 나타나는 환자군 내에서 첫 번째 평가와 두 번째 평가 사이의 유의성을 검정한 결과 모두 통계학적으로 유의한 차이를 보였다( $p<.05$ )(Table 5).

#### IV. 고 찰

뇌졸중은 운동, 감각, 지각, 인지기능 장애를 유발할 수 있고, 일상생활동작에 어려움을 겪게 된다. 특히 뇌졸중 환자들의 운동 손상은 공동 동작 유형, 소단위 운동 기능, 근긴장도 조절 등에서 다양한 문제를 가지며, 경상 운동도 비정상적인 운동 양식의 하나로 나타난다(Kwakkel 등, 1997, 2003). 뇌졸중 환자에게 경상 운동에 관한 연구의 대부분이 경상 운동이 나타나는 한 시점을 기준으로 상지 기능과 발현율에 대하여 알아보았지만, 시간의 경과에 따른 분석에 관한 연구가 부족하여 본 연구에서는 시간에 따른 경상 운동의 변화와 상지 기능과의 관계를 알아보고자 하였다.

뇌졸중 이후 운동 회복에 있어서 상지의 원위부의 회복에서 손가락 동작의 회복은 느리고, 주먹쥐기의 회복이 빠르게 나타나며, 손가락 근육에 비하여 주먹쥐기에 동원되는 근육은 보다 연합운동으로 한 손가락에 비해 보다 효과적인 크기의 동작이 일어나기 때문에(Nelles 등, 1998), 뇌졸중 환자의 초기 경상 운동을 평가하기 위해서 주먹쥐기 과제를 실시하였고, 경상 운동의 발현을 보다 정확하게 평가하기 위해 전자악력계를 이용하여 악력과 경상 운동의 변화를 측정하였다.

본 연구에서는 경상 운동이 나타나는 환자군과 경상 운동이 나타나지 않는 환자군에서 퍼글-마이어 평가와 뇌졸중 상지 기능 평가를 이용하여 시간의 경과에 따른 상지 기능의 변화를 알아보기 위하여 첫 번째 평가는 발병 후 입원 중인 뇌졸중 환자가 물리치료실에 치료 의뢰가 되는 시점에 측정하였고, 두 번째 평기는 발병 후 대부분의 기능적인 회복이 일어나는 약 3개월 정도 되는 시점에 측정하였다.

첫 번째 상지 기능 평가에서 그룹 간에 유의한 차이를 보였으며, 경상 운동이 나타나지 않는 환자군에서 상지의 기능이 좋은 것으로 나타났다. 이는 경상 운동이 뇌졸중 환자의 상지 기능에 좋지 않은 영향을 미친다고 하는 선행 연구자들의 연구와 일치하였다(조영남, 2005; Kim 등, 2003; Nelles 등, 1998). 시간의 경과에 따른 상지 기능의 변화를 비교해 본 결과 퍼글-마이어 평가에서는 그룹 간에 유의한 차이가 있었으나, 뇌졸중 상지 기능 평가에서는 유의한 차이가 없었다. 이는 뇌졸중 이후 경상 운동이 나타나는 환자군도 경상 운동이 나타나지 않는 환자군과 비슷한 정도의 기능적인 회복을 의미하며 상지의 기능에 좋지 않은 영향을 미치는 경상 운동이 나타나더라도 기능의 회복이 가능하다는 것을 알 수 있다. 이러한 상지 기능의 향상은 손상 즉 상지의 운동 회복, 파악, 손가락 조작, 움직임의 질적·양적인 향상을 의미한다고 할 수 있다. 그러나 상지 기능의 질적인 향상이 있음에도 불구하고 일상생활동작을 위한 기능적인 전이가 없다면 실제적인 상지 기능이 향상되었다고 볼 수 없으나 상지 기능 평가에서는 실제적인 동작 수행은 아니지만 일상생활동작의 수행을 반영하고 있어서 일상생활동작을 위한 기능적인 활동에서도 향상이 되었음을 알 수 있다(박정미, 2004).

본 연구에서는 경상 운동의 크기를 시간의 경과에 따라 비교해 본 결과 통계적으로 유의하게 감소하는 것을 확인 할 수 있었으며, 뇌졸중 이후 운동 회복에 있어서 경상 운동의 회복이 나타났다는 것을 증명하고 있다. 따라서 급성기 뇌졸중 환자에서 자발적인 회복, 입원 동안의 지속적인 치료에 결과에 의한 회복되었는지는 본 연구의 결과에서 확인을 할 수 없었지만 상지 기능의 회복이 나타났으며 경상 운동 자체의 회복도 나타났다.

본 연구에서는 양 손 조작을 통한 상지 기능의 평가가 이루어지지 않았고, 경상 운동을 치료하기 위한 중재를 위한 운동 프로그램을 제시하지 못하였다. 따라서 일상생활동작의 기능을 포함한 다양한 양손 기능평가와 치료적 중재를 통한 경상 운동에 관한 연구가 이루어진다면 뇌졸중 환자의 상지의 기능적인 회복 과정에 도움이 될 것으로

사료된다.

## V. 결 론

뇌졸중 환자에서 손상측 주먹 쥐기 동작을 실시하는 동안 반대측 손에 경상 운동이 나타나는 환자를 대상으로 시간의 경과에 따른 경상 운동과 상지 기능의 변화를 알아본 결과, 경상 운동이 상지의 기능에 좋지 않은 영향을 미치는 것을 확인하였고, 시간의 경과에 따라 상지이 기능이 개선이 되었으며, 경상 운동 역시 회복이 되어 감소하였다. 따라서 적절한 평가와 치료적 중재가 이루어진다면 뇌졸중 환자의 상지 기능과 경상 운동의 회복에 도움이 될 것으로 사료된다. 또한 일상생활동작이 대부분이 양 손 조작을 필요로 하므로 양손 동작 평가가 이루어져야 될 것이고, 회복에 따른 경상 운동의 지속적인 관찰이 필요할 것이다.

## 참 고 문 헌

- 김미영. 뇌졸중 상지 기능 평가에 대한 고찰. 대한 작업치료학회지. 1994;2(1):19-26.
- 박정미. 가상현실 프로그램의 집중적 훈련이 만성 뇌졸중 환자의 상지 기능 회복에 미치는 영향. 대한물리치료학회지. 2004;16(4):687-98.
- 조영남. 뇌졸중으로 인한 편마비 환자의 경상운동 출현 유무 및 정도에 따른 상지 기능의 특성 비교. 대구대학교 재활과학대학원. 석사학위 논문. 2005.
- American Heart Association. Heart disease and stroke statistics 2008 update: A report from the american heart association statistics committee and stroke statistics subcommittee. Circulation. 2008; 117:e25-e146.
- Armatas CA, Summers JJ, Bradshaw JL. Mirror movements in normal adult subjects. J Clin Exp Neuropsychol. 1994;16(3):405-13.
- Blin O, Rascol O, Azulay JP et al. A single report of hemiplegic arm stretching related to yawning: further investigation using apomorphine administration. J Neurol Sci. 1994;126(2):225-7.
- Chaco J, Blank A. Mirror movements in hemiparesis. Confin Neurol. 1974;36(1):1-4.
- Cincotta M, Borgheresi A, Balestrieri F et al. Mechanisms underlying mirror movements in Parkinson's disease: A transcranial magnetic stimulation study. Mov Disord. 2006;21(7):1019-25.
- Connolly K, Stratton P. Developmental changes in associated movements. Dev Med Child Neurol. 1968;10(1):49-56.
- Cooper BY, Glendinning DS, Vierck CJ, Jr. Finger movement deficits in the stump-tail macaque following lesions of the fasciculus cuneatus. Somatosens Mot Res. 1993;10(1):17-29.
- Feys HM, De Weerd WJ, Selz BE et al. Effect of a therapeutic intervention for the hemiplegic upper limb in the acute phase after stroke: a single-blind, randomized, controlled multicenter trial. Stroke. 1998;29(4):785-92.
- Fugl-Meyer AR, Jaasko L, Leyman I et al. The post-stroke hemiplegic patient. 1. a method for evaluation of physical performance. Scand J Rehabil Med. 1975;7(1):13-31
- Green JB. An electromyographic study of mirror movements. Neurology. 1967;17(1):91-4.
- Hendricks HT, van Limbeek J, Geurts AC et al. Motor recovery after stroke: a systematic review of the literature. Arch Phys Med Rehabil. 2002; 83(11):1629-37.
- Hwang IS, Tung LC, Yang JF et al. Electromyographic analyses of global synkinesis in the paretic upper limb after stroke. Phys Ther. 2005; 85(8):755-65.
- Kim YH, Jang SH, Chang Y et al. Bilateral primary sensori-motor cortex activation of post-stroke mirror movements: an fMRI study. Neuroreport. 2003; 14(10):1329-32.
- Kwakkel G, Kollen B, Twisk J. Impact of time on improvement of outcome after stroke. Stroke. 2006;37(9):2348-53.

- Kwakkel G, Kollen BJ, van der Grond J et al. Probability of regaining dexterity in the flaccid upper limb: impact of severity of paresis and time since onset in acute stroke. *Stroke*. 2003;34(9):2181-6.
- Kwakkel G, Wagenaar RC, Koelman TW et al. Effects of intensity of rehabilitation after stroke. A research synthesis. *Stroke*. 1997;28(8):1550-6.
- Nelles G, Cramer SC, Schaechter JD et al. Quantitative assessment of mirror movements after stroke. *Stroke*. 1998;29(6):1182-7.
- Oldfield RC. The assessment and analysis of handedness: the Edinburgh inventory. *Neuropsychologia*. 1971;9(1):97-113.
- Rocca MA, Mezzapesa DM, Comola M et al. Persistence of congenital mirror movements after hemiplegic stroke. *AJNR Am J Neuroradiol*. 2005;26(4):831-4.
- Todor JI, Lazarus JA. Exertion level and the intensity of associated movements. *Dev Med Child Neurol*. 1986;28(2):205-12.
- Uttner I, Mai N, Esslinger O et al. Quantitative evaluation of mirror movements in adults with focal brain lesions. *Eur J Neurol*. 2005;12(12):964-75.