

대한고유수용성신경근촉진법학회 : 제11권 제2호, 2013년 12월
J. of the Korean Proprioceptive Neuromuscular Facilitation Association
Vol.11, No.2, December 2013, pp.41~48

PNF를 이용한 과제지향훈련이 만성뇌졸중환자의 상지기능과 일상생활수행능력에 미치는 영향

방대혁¹·정왕모²·봉순녕^{3*}

¹다사랑 병원 물리치료실, ²정인운동교육센터, ³웰빙 운동조절 & 학습 센터

The Effects of Task-oriented Training Using the PNF in Upper Arm Function and Activities of Daily Living with Chronic Stroke Patients

Dae-hyok Bang, PT, MSC¹; Wang-Mo Jeong, PT²; Soon-Nyung Bong, PT, MSC^{3*}

¹Dasarang Hospital.

²Jeong-In Body Exercise Training Center

³Well-being Motor Control & Learning Center.

ABSTRACT

Purpose : The aim of this study was to compare the effect of task-oriented training using the PNF(proprioceptive neuromuscular facilitation) and task-oriented training with chronic stroke patients.

Methods : Sixteen chronic stroke patients participated. Participants were randomly assigned to the control and experimental group(8 experimental, 8 control). All of participants were in-patients at local hospital and had been received training appropriate to the purpose of each group program. Experimental period was carried out 30 minutes/day, five days/week, during four weeks. The experimental group trained the task-oriented training using the PNF and control group trained the task-oriented training. Fugl-meyer assessment scale and Modified Barthel Index was measured to compare the upper arm function and activities of daily living. We were measured before and after the training.

Results : The results of the study were as follow: Fugl-meyer assessment scale was significantly increased both groups($p<.05$), and significant between groups($p<.05$).

Modified Barthel index was significantly increased both groups($p<.05$) and between groups($p<.05$).

Conclusion : PNF can be effective in improving upper arm function and ability to perform daily life of chronic stroke patients.

Key Words : Activities of daily living, Proprioceptive neuromuscular facilitation(PNF), Stroke, Task-oriented training, Upper arm.

I. 서론

뇌졸중은 뇌의 혈관의 출혈이나 막힘으로 인해 운동 능력을 저하시킴으로써 독립적 삶을 위한 능력을 제한하는 주요 질환중의 하나이다(Nakayama 등, 1994). 만성뇌졸중환자들은 저하된 운동기능을 향상시키기 위해 재활훈련에 많은 시간을 소요하지만, 실제로 기능의 향상을 가져오기는 매우 힘든 실정이다(Michael과 Shaughnessy, 2006). 일반적으로 환자들은 환측의 상지를 사용하지 않으려는 경향이 있어 하지보다 상지의 기능향상이 더욱 힘들다(Liepert 등, 1998).

상지의 기능회복이 지연됨으로써 환자들은 뺨기, 집기와 같은 일상생활을 위해 필요한 기능적인 움직임을 어렵게 한다. 이로 인해 독립적인 삶을 살기위한 옷 입기, 밥 먹기, 개인 위생관리 등 일상생활수행능력의 제한을 가져오며, 또한 자세 변화나 유지를 위한 균형능력, 신체를 보호하는 반응과 관련된 사회생활을 위한 기본적인 보행능력 등에 영향을 주어 삶의 질을 감소시킨다(Wade 등, 1983). 사회생활을 하는 동안 손과 상지는 의사소통의 수단으로도 이용되며, 직장생활에서 상지의 기능은 매우 중요한 요소로 작용한다(Shepherd와 Carr, 2006).

이런 중요성 때문에 뇌졸중 환자의 상지 기능 및 일상생활수행능력을 향상시키기 위한 다양한 방법들이 임상 현장에 사용되고 있다. 억제유도움직임치료(constraint induced movement therapy : CIMT)는 건측의 사용을 제한한 후 환측에 대해 반복적인 과제를 집중 연습시킴으로써 환측의 사용을 강화하는 방법으로 치료 효과에 대한 강한 증거를 가지고 있다(Taub 등, 1999). 또한 건측의 움직임의 시각적 정보를 활용하여 환측의 기능을 치료하는 거울치료(Sutbeyaz 등, 2007)와 신경학적인 측면에서 거울신경시스템(mirror neuron system)에 대한 관심이 높아지면서 운동모방의 학습을 이용하는 동작관찰훈련(action-observational training)(Ertelt 등, 2007)등이 있다. 하지만 많은 연구자들에 의해 과제 훈련에 근거하여 환자의 능동적인 참여를 유도하는 과제

지향 상지 운동(Trombly와 Ma, 2002)등이 효과적인 것으로 보고되고 있다.

과제지향훈련(task-oriented training)은 실제 일상생활에서 필요한 과제들을 운동 기능에 문제가 있는 환자에게 반복 연습시킴으로써 문제 해결 전략과 움직임을 향상시켜 실제 기능적 움직임의 향상을 가져오며(Carr와 Shepherd, 2011), 과제를 능동적으로 반복 연습하여 동작과 관련된 뇌의 해당 부위에 가역적인 변화를 일으켜 움직임을 향상시키는 것으로 보고되고 있다(Carr와 Shepherd, 2011). 또한, 과제지향훈련 시 훈련 과제를 일상생활에서 사용하는 과제로 연습하면 더욱 큰 향상을 보일 수 있으며(Shepherd와 Carr, 2006), 환경의 변화에 따른 적절한 전략의 선택, 과제를 달성하기 위한 세부 동작의 연습, 동작 연습시 동작에 대한 피드백의 제공과 반복적으로 동작을 연습함으로써 움직임의 질과 양을 모두 향상시킬 수 있다(Shepherd와 Carr, 2006).

고유수용성 촉진법(proprioceptive neuromuscular facilitation : PNF)는 고유수용성 감각을 촉진하여 신경근의 능력을 향상시키는 방법으로(De V 등, 1985), 신체의 협응능력을 향상시키며 강한 쪽의 힘을 이용하여 약한 쪽의 기능향상과 기본절차(basic procedure), 기술(technique)을 이용하여 근 수축을 일으킨다(Alder 등, 2000). 또한 적절한 저항을 이용하여 움직임의 방향과 조절능력, 근력 등을 효과적으로 향상시켜 환자의 움직임 조절능력, 운동학습, 과제를 달성하기 위한 전략 등을 향상시킬 수 있는 방법이다(Alder 등, 2000).

따라서, 본 연구의 목적은 기능증진을 위해 사용되고 있는 과제지향훈련과 최근 많은 연구에서 움직임 조절, 근력의 향상을 위해 사용되고 있는 고유수용성촉진법을 이용한 과제지향훈련 만성뇌졸중환자의 상지기능과 일상생활능력에 미치는 영향을 알아보고자 한다.

II. 연구 방법

1. 연구 대상자

본 연구는 충남 소재의 D재활 병원에 내원 중인 재활의학과 전문의로부터 뇌졸중 진단을 받은 편마비 환자로 연구에 자발적으로 동의한 16명이었다. 대상자들은 뇌졸중 편마비 환자로 6개월이 지난 만성뇌졸중환자이며, 환측 상지의 근력이 불량(poor)등급 이상인 자, 의사소통에 문제가 없으며 한국판 간이 정신상태 점수(mimi-mental status examination)가 24점 이상인자로(권용철과 박종환, 1989) 인지각각 장애가 없으며 지시에 따를 수 있는 자, 다른 신경학적 문제나 정형 외과적 손상이 없으며, 시력, 청력, 그리고 감각이 정상 범위에 있는 자로 하였다.

본 연구의 대상자는 밖에서 안이 보이지 않는 상자 안에 숫자를 적어 넣은 쪽지를 뽑아 1~8번까지는 실험군, 9~16번까지는 대조군으로 나누는 무작위적 방법을 사용하여 각각 8명씩 할당하였다.

2. 연구 설계

본 연구의 설계는 다음과 같이 진행하였다(그림 1).



그림 1. 연구 설계

3. 측정 방법

1) Fugl-Meyer 평가 척도(fugl-meyer assessment scale; FMA)

Fugl-Meyer 평가 척도는 뇌졸중으로 인한 편마비 환자의 운동기능, 균형, 감각, 관절가동범위, 통증에 대한 양적인 측정을 하는 포괄적인 측정도구이다(Fugl-Meyer 등, 1975).

각 세부 검사로 마비측과 비마비측 각각 3회 실시하여 가장 높은 점수가 기록한 것을 기준으로 수행 정도에 따라 0~2점을 부여한다.

본 연구에서는 만성 뇌졸중 환자의 상지 기능을 평가하기 위해 상지 검사 항목만을 사용하였다. 상지운동기능의 총점은 66점이며, 세부 검사로 어깨, 팔꿈치, 전완 18항목, 손목 5항목, 손 7항목, 상지 협응능력 3항목이 있으며 점수는 회복의 백분율로 기록할 수도 있다(Duncan 등, 1994). Fugl-Meyer 평가 척도의 측정자간 신뢰도와 측정자내 신뢰도는 각각 .94, .99이다(Gladstone 등, 2002).

2) 수정된 바델 지수(modified Barthel index; MBI)

MBI는 만성 질환 환자의 독립적인 기능과 일상생활 수행능력을 측정하는 도구로 10가지 일상생활 영역을 평가하여 도움의 정도에 따라 5단계로 구분하여 5점 척도로 구성된 만성 질환을 가진 성인의 기능 장애를 포괄적으로 평가하는데 사용된다(Shah 등, 1989). 특히 다른 평가 도구에 비해 평가의 편리함, 높은 정확성, 일관성, 민감도, 그리고 통계 처리의 용이함 등으로 널리 사용되고 있으며 자조 활동과 운동성에 대한 훈련시 지표가 되고 있다(Smith, 1993).

총점은 100점으로 환자의 일상생활 수행 시 직접적인 관찰과 면접을 통해 의존의 정도를 평가하는 것으로 0점에서 24점은 완전 의존성, 25점에서 49점은 최대 의존성, 50점에서 74점은 중등도의 의존성, 75점에서 90점은 약간의 의존성, 91점에서 99점은 최소 의존성을

나타낸다. 이 평가 도구는 기능독립성측정(functional independence measure) 도구와 높은 내적 일치도를 보인다(Hobart와 Thompson, 2001).

4. 중재 방법

실험군은 과제지향훈련시 국내에서 레벨 3a이상의 교육과정을 이수한 치료사가 PNF의 기본절차와 테크닉을 사용하여 훈련에 함께 적용한 훈련을 30분간 실시하였다. 대조군은 환자의 수준에 맞는 과제를 치료사가 선택하여 과제를 통한 훈련을 하게 하였다. 실험은 총 4주 동안, 주 5일, 일 1회, 1회 30분 동안 실시하였다.

1) 과제지향훈련

과제지향훈련은 작업치료실에서 등받이가 있는 의자에 앉아 훈련 동안 양하지는 고관절, 슬관절, 족관절을 90도로 굴곡 시켰고, 양 발은 바닥에 닿아 편안한 자세를 취하도록 하였으며, 보조가 필요한 경우 치료사가 보조를 해주도록 허용하였다. 과제의 요구도에 따라 한쪽 손을 사용해야 하는 과제는 환측 상지만을 사용하게 하였으며, 두 손을 사용해야 하는 과제는 양손을 사용하게 하였다. 과제지향훈련은 다른 형태, 크기, 무게로 구성되어있으며 테이블에 위치를 다르게 하여 팔을 뻗는 거리를 조절하였다. 또한, 바닥에 물건을 놓거나 테이블의 중간 높이, 테이블 높이 등으로 조절하여 높이의 변화도 주었다. 이때 보상적 움직임은 최소한으로 일어나게 하였고, 이러한 과제들은 Gergory 등(2004)의 연구와 Franceschini 등(2010)에서 제시한 과제지향훈련을 토대로 구성하였다. 각 집단의 대상자들은 집단에 맞는 훈련을 하루에 한번씩, 주 5회, 총 4주 동안 시행하였다.

2) 고유수용성촉진법(proprioceptive neuromuscular facilitation : PNF)

과제지향훈련과 같이 결합하여 실시한 고유수용성

촉진법은 과제지향훈련과 같은 자세에서 실시하였으며, 국내 교육에서 레벨 3a이상을 수료한 물리치료사가 과제지향훈련을 시행할 때 상지에 패턴등과 같은 기본절차, 테크닉을 함께 적용하여 훈련하였다. 과제지향훈련과 함께 사용한 고유수용성촉진법은 상지에만 적용하였다.

5. 분석 방법

측정된 자료는 윈도우용 SPSS version 18.0을 이용하여 통계 처리하였다. 대상자의 일반적 특성은 기술통계를 이용하여 평균과 표준편차를 계산하였다. 실험군과 대조군의 상지기능의 변화를 알아보기 위해 실시한 Fugl-Meyer 평가 척도와 일상생활수행능력의 변화를 알아보기 위해 시행한 수정된 바델 지수에 대한 두 군내 중재 전·후 차이 비교를 위해 대응 표본 t-검정(paired t-test)과 두 군간 중재 전, 중재 후를 비교하기 위해 독립표본 t-검정(independent t-test)을 실시하였다. 유의 수준은 .05로 하였다.

Ⅲ. 연구 결과

1. 연구 대상자의 일반적 특성

본 연구에 참여한 대상자들은 총 16명으로 실험군은 상지의 기능 향상을 위하여 과제지향훈련을 시행할 때 고유수용성촉진법을 함께 적용한 8명, 대조군은 과제지향훈련만 시행한 8명으로 두 군간 나이, 발병기간, 마비 측, 발병유형, 한국판 간이 정신 상태검사에 유의한 차이가 없었다($p > .05$). 또한 훈련이 끝나는 시점까지 한 명의 탈락자도 생기지 않았으며, 연구대상자의 일반적인 특성은 다음과 같다(표 1).

표 1. 대상자의 일반적인 특성

특성	구분	실험군	대조군	x ² /t
		대상자수(명)	대상자수(명)	
성별(명)	남자	4	5	.25
	여자	4	3	
마비부위(명)	오른쪽	3	4	.26
	왼쪽	5	4	
뇌졸중 유형(명)	뇌경색	3	6	.62
	뇌출혈	5	2	
뇌졸중 기간(개월)		13.13±1.46 ^a	13.75±1.61	-.92
MMSE-K(점) ^b		27±2	26.88±2.78	.13
나이(세)		60.75±4.89	58.62±4.23	1.1

^a평균표준편차, ^bMMSE-K : Mini-mental state examination-Korean

2. 실험군과 대조군의 상지 기능 비교

실험군과 대조군의 중재 전·후 상지의 기능을 비교하기 위해 Fugl-Meyer 평가 척도를 측정하였다.

두 군의 중재 전·후 Fugl-Meyer 평가 척도점수는 통계적으로 유의한 차이가 있었다($p < .05$). 그리고 두 군간 훈련 후 FMT점수는 유의한 차이가 있었다($p < .05$). Fugl-Meyer 평가 척도의 결과비교는 표 2에 제시하였다.

표2. 훈련 후 실험군과 대조군 비교

FMA(점) ^b	실험군	대조군	t값
실험 전	45.38±3.16 ^a	44±2.98	.89
실험 후	51.5±3.34	47.25±2.6	2.84*
t	-7.76*	-10.37*	

^a평균±표준편차, ^bFMA: Fugl-meyer assessment scale, $p < .05$.

3. 실험군과 대조군의 일상생활수행능력의 비교

실험군과 대조군의 중재 전·후 일상생활수행능력을 비교하기 위해 수정된 바텔지수를 측정하였다.

두 군의 중재 전·후 수정된 바텔지수의 점수는 통계적으로 유의한 차이가 있었다($p < .05$). 그리고 두 군

간훈련 후 MBI점수는 유의한 차이가 있었다($p < .05$). 수정된 바텔지수의 결과비교는 표 3에 제시하였다.

표3. 훈련 후 실험군과 대조군 비교

MBI(점) ^b	실험군	대조군	t값
실험 전	77.75±4.56 ^a	77±3.46	.37
실험 후	84.38±4.34	79.5±3.59	2.45*
t	-15.78**	-13.23**	

^a평균±표준편차, ^bMBI : Modified Barthel Index, $p < .05$, $p < .01$.

IV. 고찰

뇌졸중으로 인한 상지의 운동기능 제한은 독립적인 생활을 제한하며, 사회참여와 지역사회생활에 필요한 능력을 제한하여 뇌졸중 환자들의 삶의 질과 자유로운 삶을 위한 전제조건을 제한한다(Feys 등, 1998). 이런 상지의 운동능력을 향상시키기 위해 본 연구에서는 상지기능의 향상에 효과적이라고 증명된 과제지향훈련(Shepherd와 Carr, 2006)과 근력과 움직임의 질 향상을 위해 사용되는 고유수용성촉진법(Alder 등, 2000)을 결합하여 만성뇌졸중환자의 상지기능과 일상생활수행능력의 변화를 알아보하고자 하였다.

훈련하는 과정에서 환자들에게 저항의 양은 움직임을 제한하는 정도가 아닌, 움직임을 촉진할 수 있는 정도로 하였는데 이는 저항을 통한 근력의 향상이 목적이 아니라 고유수용기를 자극하여 움직임에 대한 인식과 기능적 움직임의 반복을 통하여 실제 기능의 향상에 목적을 두었기 때문이다(Alder 등, 2000). 또한, 훈련에 사용된 과제들은 일상에서 흔히 볼 수 있는 과제와 환자들이 원하는 과제들로 구성되었는데 이는 환자들의 동기 부여와 기능향상에 효과적이라 보고한 Franceschini 등(2010)의 방법을 이용하여 구성하였다.

본 연구 결과 실험군과 대조군 모두 실험 전·후 상지기능과 일상생활수행능력이 모두 유의한 향상을 보였다($p < .05$). 이는 두 군 모두 실제 과제로 상지의 움직임을 연습한 과제지향훈련의 효과를 보인 결과로 사료된다. 만성뇌졸중환자를 대상으로 과제지향훈련은 기

능의 향상을 가져 올 수 있는 효과적인 방법이다(Shepherd와 Carr, 2006). 본 연구에서 실험군과 대조군의 실험 후 결과를 비교하였을 때 상지기능과 일상생활 능력 모두 실험군에서 모두 유의한 차이를 보였다 ($p < .05$). 이 결과는 과제를 연습할 때 사용한 고유수용성축진법의 효과로 볼 수 있으며 상지기능과 일상생활 수행능력의 향상에 긍정적인 영향을 미친 것으로 볼 수 있다. 고유수용성축진법은 5가지의 큰 철학과 10가지의 기본절차와 테크닉을 가지고 환자들에게 필요한 방법들을 이용하여 기능의 향상에 효과적인 방법이다(Alder 등, 2000). 박태준 등(2011)의 연구에서 단힌 사슬과 열린 사슬에서 패턴을 적용하였을 때 근 활성도를 비교하였는데 단힌 사슬에서의 근 활성도가 높게 나타났다. 이는 본 연구의 결과에서와 같이 과제를 연습할 때 치료사의 접촉을 통하여 상지에 단힌 사슬의 역할을 제공하여 상지의 기능향상에 영향을 미친 것으로 사료된다.

본 연구는 과제지향훈련과 고유수용성축진법을 결합한 훈련이 만성뇌졸중환자의 상지기능과 일상생활 수행능력에 미치는 영향을 알아보았다.

본 연구에서 고유수용성축진법을 결합한 과제지향 훈련이 과제지향훈련만 실시한 대조군에 비해 상지기능과 일상생활수행능력에서 유의한 차이를 보이는 것으로 나타났다($p < .05$). 이러한 결과는 고유수용성축진법이 상지기능과 일상생활수행능력의 향상에 영향을 미칠 수 있다는 것을 보여준다. 하지만 만성뇌졸중환자를 대상으로 상지의 기능과 일상생활수행능력의 변화를 알아보기 위해 고유수용성축진법을 시행한 연구가 적어 다른 연구와 비교가 어려웠으며, 대상자가 수가 적기 때문에 모든 만성 뇌졸중 환자에게 일반화시키는데 어려움이 있다.

그리고 4주간의 훈련을 통하여 그 효과를 평가한 것이므로 본 연구를 통해 고유수용성축진법의 장기 효과를 판단할 수 없고, 경과(follow-up)를 평가하지 않았으므로 효과의 지속성을 알 수 없는 제한점이 있다.

V. 결론

본 연구의 결과를 바탕으로 고유수용성축진법을 결합한 과제지향훈련은 환자가 혼자 연습하는 것보다 치료사가 적절한 자극과 접촉을 통하여 움직임을 연습하는 하여 기능의 향상에 효과적인 방법이 될 수 있다.

치료사는 환자의 움직임을 직접 느끼면서 조절이 가능하기 때문에 환자에 대한 정확한 평가가 가능한 이점이 있으므로 환자의 수준에 맞게 훈련을 조절할 수 있는 이점이 있다. 이는 뇌졸중 재활에서 전통적인 치료 방법과 함께 적용함으로써 기능증진에 효과를 볼 수 있을 것이다.

하지만 아직 고유수용성축진법의 효과에 대한 근거를 뒷받침할 수 있는 연구들이 부족하므로 향후에는 이러한 결과를 뒷받침해 줄 수 있는 연구들이 지속되어야 할 것이다.

참고 문헌

- 권용철, 박중환. 노인용 한국판 mini- mental state examintion (mmse-k)의 표준화 연구. 신경정신 의학회지. 28(1):125-135, 1989.
- 박태준, 박형기, 김종만. 열린사슬과 단힌사슬에 따른 pnf상지패턴이 하지의 근활성도에 미치는 영향. 대한물리의학회. 6(2):215-213, 2011.
- Alder S, Beckers D, Buck M. Pnf in practice. Berlin Springer Verlag. 2nd ed. 2000.
- Carr JH, Shepherd RB. Enhancing physical activity and brain reorganization after stroke. Neurology research international. 2011:515-938, 2011.
- DE V, MK I, BJ M. Proprioceptive neuromuscular facilitation. Patterns and techniques. New York Harper & Row. 3rd ed. 1985.
- Duncan PW, Goldstein LB, Horner RD et al. Similar motor recovery of upper and lower extremities after stroke. Stroke; a journal

- of cerebral circulation. 25(6):1181-1188, 1994.
- Ertelt D, Small S, Solodkin A et al. Action observation has a positive impact on rehabilitation of motor deficits after stroke. *NeuroImage*. 36 Suppl 2:T164-173, 2007.
- 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; a journal of cerebral circulation*. 29(4):785-792, 1998.
- Franceschini M, Agosti M, Cantagallo A et al. Mirror neurons: Action observation treatment as a tool in stroke rehabilitation. *European journal of physical and rehabilitation medicine*. 46(4):517-523, 2010.
- Fugl-Meyer AR, Jaasko L, Leyman I et al. The post-stroke hemiplegic patient. 1. A method for evaluation of physical performance. *Scandinavian journal of rehabilitation medicine*. 7(1):13-31, 1975.
- Gergory T, Thielman CM, Dean MP et al. Rehabilitation of reaching after stroke: Task-related training versus progressive resistive exercise. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 85:1613-1618, 2004.
- Gladstone DJ, Danells CJ, Black SE. The fugl-meyer assessment of motor recovery after stroke: A critical review of its measurement properties. *Neurorehabilitation and neural repair*. 16(3):232-240, 2002.
- Hobart JC, Thompson AJ. The five item barthel index. *Journal of neurology, neurosurgery, and psychiatry*. 71(2):225-230, 2001.
- Liepert J, Miltner WH, Bauder H et al. Motor cortex plasticity during constraint-induced movement therapy in stroke patients. *Neuroscience letters*. 250(1):5-8, 1998.
- Michael KM, Shaughnessy M. Stroke prevention and management in older adults. *The Journal of cardiovascular nursing*. 21(5 Suppl 1):S21-26, 2006.
- Nakayama H, Jorgensen HS, Raaschou HO et al. Compensation in recovery of upper extremity function after stroke: The copenhagen stroke study. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 75(8):852-857, 1994.
- Shah S, Vanclay F, Cooper B. Improving the sensitivity of the barthel index for stroke rehabilitation. *Journal of clinical epidemiology*. 42(8):703-709, 1989.
- Shepherd RB, Carr JH. Neurological rehabilitation. *Disability and rehabilitation*. 28(13-14):811-812, 2006.
- Smith A. Beware of the barthel. *Physical therapy*. 79(12):843-844, 1993.
- Sutbeyaz S, Yavuzer G, Sezer N et al. Mirror therapy enhances lower-extremity motor recovery and motor functioning after stroke: A randomized controlled trial. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 88(5):555-559, 2007.
- Taub E, Uswatte G, Pidikiti R. Constraint-induced movement therapy: A new family of techniques with broad application to physical rehabilitation--a clinical review. *Journal of rehabilitation research and development*. 36(3):237-251, 1999.
- Trombly CA, Ma HI. A synthesis of the effects of occupational therapy for persons with stroke, part i: Restoration of roles, tasks, and activities. *The American journal of occupational therapy : official publication of*

the American Occupational Therapy Association. 56(3):250-259, 2002.

Wade DT, Langton-Hewer R, Wood VA et al. The hemiplegic arm after stroke: Measurement and recovery. Journal of neurology, neurosurgery, and psychiatry. 46(6):521-524, 1983.