

## 강제유도운동치료에 관한 고찰

박수현\*, 유은영\*\*

\*연세대학교 대학원 재활학과

\*\*연세대학교 보건과학대학 작업치료학과 및 보건과학연구소

### 국문초록

강제유도운동치료는 2주간 건측의 사용을 억제하기 위해 깨어 있는 시간의 90%를 구속하는 동시에 손상측에 대해 주 중 5일간, 하루 6시간씩 활동적으로 사용하도록 하는 치료기법이다. 이 기법은 만성, 그리고 아급성기 뇌졸중 환자와 만성적 뇌손상환자의 상지 치료에 주로 이용되고 있으며 뇌졸중환자의 하지 치료, 불완전 척수손상, 그리고 손의 국소적 근긴장이상증 치료에도 적용되고 있다. Action Research Arm Test(ARA), Wolf Motor Function Test(WMFT), Motor Activity Log(MAL), 그리고 신경영상과 경두개자극(TMS)을 통해 강제유도운동치료의 효과가 증명되었다. 최근에는 전통적 강제유도운동치료의 임상적 적용 한계를 고려하여 총 10주간, 주중 5일 동안 하루 5시간 동안 건측을 억제하고 동시에 하루 30분간 기능적 치료(작업치료, 물리치료)를 적용하는 변형된 강제유도운동치료가 연구되고 있다. 강제유도운동치료는 병원에서 획득한 치료적 증진을 환자의 실제 삶에서 기능적인 독립성으로 전이되도록 하는 다리 역할을 한다.

**주제어 :** 강제유도운동치료, 재활, 학습된 미사용

### I. 서론

신경학적 손상으로 인한 편마비환자의 재활치료는 1915년 이후 지속적으로 연구되고 있으며 다양한 치료적 방법들이 적용되고 있다(Willis, Morello, Davie, Rice, & Bennett, 2002). 이중 강제유도운동치료(constraint induced movement therapy, 이하 CIMT)는 최근 몇 년간 학계와 대중매체의 주목을 받고 있는 재활 치료방법의 하나이다(Blakeslee, 2001). 이 치료법은 단기간의 강도 높은 훈련이 특

징적으로 만성적 뇌졸중 환자뿐 아니라 뇌성마비, 불완전 척수손상환자, 고관절 골절 등 다양한 진단군의 기능적, 신경생리학적 증진을 위해 적용되고 있다(Boinfe & Anderson, 2003; Bolanton & Wolf, 1999; Crocker, Mackaylyons, & McDonnell, 1997; Eliasson, Bonnier, & Mrumlinde-Sundbolm, 2003; Glover, Matter, Yell, & Speed, 2002; Karman, Maryler, Baker, Simpser, & Berger-Gross, 2003; Kopp et al., 1999; Kunkel et al., 1999; Miltner, Bauder, Sommer, Dettmers, &

Taub, 1999; Ostendorf & Wolf, 1981; Sterr & Freivogel, 2003; Sterr et al. 2002a; Taub et al., 1993; Taub, Uswatte, & Pidikiti, 1999; Wills, Morello, Davie, Rice, & Bennett, 2002; Wolf, Lecraw, Barton, & Jann, 1989). 본 논문에서는 이와 같이 수많은 연구가 진행되고 있는 강제유도운동치료의 정의, 이론적 배경, 임상적 적용을 위한 치료방법, 그리고 장·단점에 대해 살펴보고자 한다.

## II. 본 론

### 1. 강제유도운동치료의 정의

미국의 심리학자 Edward Taub 박사에 의해 명명(命名)된 강제유도운동치료는 건측을 2주 동안 깨어 있는 시간의 90% 동안 사용하지 못하도록 제한하고, 동시에 환측에 강도 높은 연습과 과제 반복을 통해 손상 상지의 사용을 유도하는 재활프로그램이다(Taub et al., 1999). 이 치료법은 세 가지의 원칙을 전제로 하고 있는데 (1) 손상이 적은 쪽 또는 건측의 사용억제를 통한 환측의 강제적 사용, (2) 환측의 구체화(shaping) 기법을 통한 훈련, 그리고 (3) 이 두 요인의 강도 높은 실행이다. 건측의 강제유도운동치료(CIMT)라는 용어는 1998년 이전에는 강요된 사용(forced use)으로 불려 졌으며 최근에는 타옴 치료(Taub therapy), 강제유도치료(CI therapy, CIT)라는 용어가 함께 사용되고 있다(Crocker, 1997; Ostendorf, 1980; Wolf, Lecraw, Barton, & Jann, 1989).

### 2. 이론적 배경

강제유도운동치료는 ‘학습된 미사용(learned non-use)’과 ‘사용에 따른 피질 재구성(use dependent cortical reorganization)’이라는 행동학적, 신경생리

학적 연구를 이론적 근거로 두고 있다.

첫째, ‘학습된 미사용’은 행동학적 신경과학에서 출발한 것이다. 1960년대 원숭이를 대상으로 한 실험에서 후근절제를 통해 한쪽 상지를 탈수초화시킨 결과, 처음에는 손상된 측의 사용을 시도하나 실패와 통증 등을 경험하면서 환측을 사용하지 않게 된다. 동시에 손상된 측을 사용하지 않고 과제를 수행하는 보상적 방법들을 이용하게 되면서 이것이 습관화 되어 신경학적 회복의 가능성이 있음에도 불구하고 손상 측을 사용하지 않는다는 개념이다(Bonifer & Anderson, 2003; Knapp, Taub, & Berman, 1963; Taub, Uswatte, & Pidikiti, 1999). 이러한 현상이 뇌손상 등으로 인한 편마비 환자에게도 동일하게 적용되므로 이를 재활치료에 이용한 것이 강제유도운동치료이다.

강제유도운동치료의 두 번째 이론적 배경은 ‘사용에 따른 피질 재구성(use dependent cortical reorganization)’이다. 이 이론은 인간의 신체부위에 대한 대뇌피질(cortical representation) 크기가 사용 양에 비례하여 증가하며, 피질 재구성의 정도가 병태학적 증후의 회복 정도와 관련성이 있다는 것이다(Elbert et al., 1998; Nudo Wise, Sifuentes & Miliken, 1996). 이것은 현악기 연주자들의 손근육의 움직임을 조절하는 대뇌피질부위가 일반인에 비해 크다는 연구결과와 절단환자의 환상통에 대한 연구를 통해 증명되었다(Elbert, Pantev, Wienbruch, Rockstroh, & Taub, 1995). 강제유도운동치료는 이러한 신경학적 가변성(neural plasticity)이론을 전제로 환측의 강도 높은 사용을 통해 대뇌피질의 변화를 유도하는 방법이다. 현재 강제유도운동치료의 결과를 기능적인 측면의 변화와 함께 신경학적 변화를 대뇌피질의 변화를 통해 증명하고 있다(Kopp et al., 1999; Liepert et al., 1998; Liepert, Bauder, Miltner, Taub, & Weiller, 2000)

### 3. 강제유도운동치료의 적용

#### 1) 강제유도운동치료의 대상자

강제유도운동치료가 모든 신경학적 손상자에게 적용될 수 있는 것은 아니다. Taub, Uswatte, & Pidikiti(1999)는 손목을 내전(pronation), 굴곡시킨 상태에서 자발적으로 손목을 최소 20° 신전시킬 수 있으며 중수수지관절(metacarpophalangeal joint)과 수근골관절(interphalangeal joint)을 최소 10° 신전시킬 수 있는 환자를 강제유도운동치료의 주 적용대상자로 제시하였다. 그러나 이러한 선정기준에 부합하는 대상자는 전체 뇌졸중환자의 상위 25% 정도에 불과하여 제한점으로 작용하였다. 이후 Taub & Morris(2001)는 책상 위의 수건을 들었다 놓을 수 있는 정도의 기능으로 손목과 엄지를 제외한 두 손가락의 10° 신전, 엄지손가락의 10° 외전 능력을 최소한의 운동기준으로 보고하였으며, 이러한 운동기준을 지닌 16명 중 15명에게서 효과적인 치료결과를 얻었다. 이외에도 여러 문헌에서 강제유도운동치료의 적용 대상자의 선정기준으로 균형의 문제가 없는 자, 근긴장도가 Modified Ashworth Scale 기준 2 미만 인자, 통증의 정도가 visual analog scale을 이용한 검사에서 4 미만 인자 등으로 제시하였다(Miltner, Bauder, Sommer, Dattmers, & Taub, 1999; Page, Levine, Sisto, Bond & Johnston, 2002a; Wolf, Lecraw, Barton, & Jann, 1989).

강제유도운동치료는 다양한 환자군에 대해 연구, 적용되었다. 연구 초기에는 주로 경도(mild), 경중도(moderate) 뇌손상환자를 중심으로 연구되었으나 최근에는 중증(severe), 아급성기 환자에게도 확대 적용되고 있다(Boinfe & Anderson, 2003; Blanton & Wolf, 1999; Dromerick, Edwards, & Hahn, 2000; Kopp et al., 1999; Kunkel et al., 1999; Liepert et al., 1998; Liepert, Bauder, Miltner, Taub, & Weiller, 2000; Miltner, Bauder, Sommer, Dettmers,

& Taub, 1999; Ostendorf & Wolf, 1981; Sterr & Freivogel, 2003; Taub et al., 1993; Wolf, Lecraw, Barton, & Jann, 1989)(표 1). 아동의 경우 주로 편마비를 지닌 뇌성마비, 뇌손상 아동에게 적용되었다(Crocker, Mackaylyons, & McDonnell, 1997; Eliasson, Bonnier, & Krumlinde-Sundholm, 2003; Glover, Mateer, Yell, & Speed, 2002; Karman, Maryler, Baker, Simpser, & Berger-Gross, 2003; Sterr, Freivogel, & Voass, 2002c; Wills, Morello, Davie, Rice, & Bennett, 2002)(표 2).

고관절 골절환자와 불완전 척수손상환자의 하지에도 강제유도운동치료를 이용한 연구가 시행되었다. 하지의 경우는 미사용(nonuse)의 개념보다는 잘못된 사용(miss use)의 개념으로 부분적 체중지지가 가능한 벨트(partial weight bearing harness)를 착용하고 트레드밀에서 강도 높은 보행훈련을 실시하거나 다양한 균형 운동을 실시하여 보행의 독립성과 속도 등의 증진을 얻을 수 있었다(Hesse et al., 1995; Taub, Uswatte, & Pidikiti, 1999).

절단 후 환상통을 지닌 환자에게 강제유도운동치료를 적용한 연구에서는 기능적 의수 착용을 통한 강도 높은 사용을 통해 미용적 의수(cosmetic prosthesis)를 착용한 환자군에 비해 유의하게 통증이 감소되었다는 결과를 발표하였다(Taub, Uswatte, & Pidikiti, 1999). Victor et al.(1999)은 손가락을 많이 사용하는 음악가들에게 나타나는 국소수근실조증(focal hand dystonia)현상에 대해 정상적인 손가락에 보조기를 착용하도록 하고 실조증이 나타나는 손가락을 환자의 피로도에 따라 1.5~2.5시간의 반복적인 운동을 통해 증상이 감소되고 기능적 증진이 나타남을 보고하였다.

#### 2) 강제유도운동치료 방법 및 평가도구

강제유도운동치료에서 건축을 억제시키는 방법은 문헌에 따라 다양한 방법을 사용하였다. 많은 문헌에서 건축의 사용을 제한하는 방법으로 팔걸이

표 1. 성인환자군을 대상으로 한 강제유도운동치료 주요 연구

| 적용군 | 저자, 연도               | 대상자                                                                                                                                                                      | 연구설계                                                                                                                  | 중재방법                                                                                                                                                                                                                                                                             | 결과측정방법                                                                                          | 결과                                                                                                                                                                                             |
|-----|----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 만성기 | Page et al., 2004    | <ul style="list-style-type: none"> <li>17명의 만성 뇌졸중</li> <li>-G1▶7명의 뇌졸중 (실험군)</li> <li>-G2▶4명의 뇌졸중 (대조군 1: 일반적 치료군)</li> <li>-G3▶6명의 뇌졸중 (대조군 2: 치료를 실시하지 않음)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>복식기초선 치료 전·후 비교</li> <li>single-blinded randomized controlled trial</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>건축구속: 팔걸이 붕대 안에 장갑착용(G1)</li> <li>G1▶ 변형된 강제구속운동치료그룹</li> <li>-작업치료: 구체화기법을 이용한 기능적 활동</li> <li>-물리치료: 하지 활동, 상지 신전운동</li> <li>G2▶ 전통적 치료그룹</li> <li>-고용수용성 신경근육촉진기법(PNF)</li> <li>-건축을 이용한 보상기법</li> <li>G3▶ 10주간 치료를 실시하지 않음</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Fugl-Meyer</li> <li>ARA</li> <li>MAL</li> </ul>          | <ul style="list-style-type: none"> <li>G1▶ Fugl-Meyer, ARA, MAL에서 증진을 보임</li> <li>Fugl-Meyer와 ARA에서 G2보다 유의한 증진을 보임</li> <li>G2▶ Fugl-Meyer와 ARA에서 증진이 나타남</li> <li>G3▶ 부정적인 변화를 보임</li> </ul> |
|     | Miltner et al., 1999 | <ul style="list-style-type: none"> <li>15명의 만성 뇌졸중</li> </ul>                                                                                                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>기초선 2주</li> <li>치료 전·후, 사후 4주, 6개월</li> </ul>                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>건축구속: 팔걸이 붕대 안에 resting hand splint</li> <li>환측 훈련: 구체화 기술</li> <li>-15~20 과제(대상자가 선정)</li> <li>-과제 도구: 가정용품, 아동장난감</li> </ul>                                                                                                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>WMFT</li> <li>MAL</li> </ul>                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>치료 전·후-MAL: effect size: 2.15</li> <li>-WMFT: effect size: 1.02</li> <li>실험실간 차이 없음 (미국, 독일)</li> </ul>                                                 |
|     | Kunkel et al., 1999  | <ul style="list-style-type: none"> <li>5명의 만성 뇌졸중</li> <li>-경중도 운동 손상</li> <li>-외래환자</li> </ul>                                                                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>사례보고</li> <li>치료 전·후, 사후 3개월</li> </ul>                                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>건축 구속: 팔걸이 붕대 안에 resting hand splint</li> <li>환측 훈련: 구체화 기술</li> <li>-12~16가지 특정 운동</li> <li>-도미노, 블록 쌓기 등</li> <li>× 한 가지 과제를 10회 실시하며 한 과제 완수 후 휴식시간을 둠</li> </ul>                                                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>AAUT</li> <li>MAL</li> <li>WMFT</li> <li>AMAT</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>증진</li> <li>-수행시간 (AMAT, WMFT, AAUT)</li> <li>-움직임의 질 (AMAT, WMFT, MAL)</li> </ul>                                                                      |
|     | Taub et al., 1993    | <ul style="list-style-type: none"> <li>9명의 만성 뇌졸중</li> <li>-G1▶4명 뇌졸중 (실험군)</li> </ul>                                                                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>치료 전·후, 사후 4주, 2년</li> </ul>                                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>건축 구속: 팔걸이 붕대 안에 resting hand splint</li> <li>환측 훈련</li> <li>-G1▶강도 높은 훈련</li> </ul>                                                                                                                                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>WMFT</li> <li>AMAT</li> <li>MAL</li> </ul>               | <ul style="list-style-type: none"> <li>G1▶실험실내 수행능력에 대한 측정에서 운동기능의 두드러진 증진을 보임</li> <li>기능적 활동의 수행시간: 30%↓</li> </ul>                                                                          |

표 1. 성인환자군을 대상으로 한 강제유도운동치료 주요 연구

| 적용군      | 저자, 연도                       | 대상자                                | 연구설계                                               | 중재방법                                                                                                                                          | 결과측정방법                                                              | 결과                                                                                                                                        |
|----------|------------------------------|------------------------------------|----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|          |                              | -G2▶5명 뇌졸중<br>(대조군)                |                                                    | ▶공던지기, 환측을 이용한 먹기 등<br>-G2▶가정 내에서 환측의 적극적 사용<br>을 구두적으로 지시, 건측을 구속하지<br>않음<br>▶수동적 물리치료                                                       |                                                                     | 2년간 효과가 지속됨<br>▪ G2▶경도에서 경중도의 증진을<br>보였으며 사후기간에도 효과가<br>지속됨                                                                               |
|          | Wolf et<br>al., 1989         | ▪ 21명의 만성<br>편마비<br>-뇌졸중 또는<br>뇌손상 | ▪ 확장된 기초선<br>기간(6회)<br>▪ 치료 전·후, 사<br>후 2, 4, 12개월 | ▪ 건측 구속: 팔걸이 봉대착용(14일간)<br>▪ 환측의 훈련을 실시하지 않음                                                                                                  | ▪ WMFT                                                              | ▪ 좌-우측 간, 뇌졸중과 뇌손상간<br>의 차이는 없음<br>▪ 21 가지의 과제 중 19 가지에<br>서 유의한 변화를 보였으며<br>(WMFT) 1년간 대부분의 효과<br>가 지속됨<br>▪ 움직임의 질에서 유의한 증진<br>을 보이지 않음 |
|          | Ostendorf<br>와 Wolf,<br>1981 | ▪ 1명의 만성<br>뇌졸중(손상 이후<br>18개월)     | ▪ ABA<br>-한 주씩 세 단계                                | ▪ 건측 구속: 팔걸이 봉대(7일)<br>▪ 환측의 훈련을 실시하지 않음                                                                                                      | ▪ quantity,<br>quality &<br>efficiency of<br>functional<br>behavior | ▪ 움직임의 효율과 질에서는 변<br>화를 보이지 않음<br>▪ 환측의 목적 있는 활동의 빈도<br>와 기능적 사용이 증가<br>▪ 두 번째 기초선에서는 감소하였<br>으나 첫 기초선 기간보다는 높음                           |
| 아급<br>성기 | Blanton과<br>Wolf, 1999       | ▪ 1명의 아급성기<br>뇌졸중(발병 4달<br>이내)     | ▪ 사례연구<br>▪ 치료 전·후,<br>사후 3개월                      | ▪ 건측구속: 장갑착용(환자의 선택)<br>(건측)<br>▪ 환측 훈련: 구체화 기법<br>-환자가 선호하고 발병 전에 많이 수<br>행하던 과제로 선정<br>-몸치장하기(grooming), 쓰기, 옷입기,<br>놀이, 정원손질, 컴퓨터작업, 재봉질 등 | ▪ MAL<br>▪ WMFT                                                     | ▪ MAL: 사후에도 증진이 지속됨<br>▪ WMFT: 치료 후, 사후 증진                                                                                                |

표 1. 성인환자군을 대상으로 한 강제유도운동치료 주요 연구

| 적용군                             | 저자, 연도                        | 대상자                                               | 연구설계                          | 중재방법                                                                                       | 결과측정방법                                                  | 결과                                                                                                                                                                |
|---------------------------------|-------------------------------|---------------------------------------------------|-------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 심한<br>만성<br>(severe<br>chronic) | Boinfer와<br>Anderson,<br>2003 | ▪ 1명의 중증 만성<br>뇌졸중(움직임이<br>거의 없으며 발병<br>후 15년 경과) | ▪ 치료 전·후,<br>사후 1, 6개월        | ▪ 건축 구속: 팔걸이 봉대내 장갑<br>▪ 환측 훈련<br>-반복 연습(구체화 기술 적용)<br>-가정치료 프로그램/치료다이어리 활용<br>-환자와 보호자 교육 | ▪ Washcloth<br>test<br>▪ GWMFT<br>▪ MAL<br>▪ Fugl-Meyer | ▪ 치료·후<br>-MAL, GWMFT(FAS),<br>Fugl-Meyer ↑<br>▪ 사후<br>-GWMFT(FAS), Fugl-Meyer<br>효과 지속됨<br>-MAL: 효과가 퇴행됨<br>-임상적 면담: 기능적 사용에 증<br>진이 없음<br>▪ GWMFT(speed): 변화 없음 |
|                                 | Sterr와<br>Freivogel,<br>2003  | ▪ 13명의 중증 만성<br>편마비(뇌졸중, 뇌<br>손상)<br>▪ 내원환자       | ▪ AB 설계와 사후<br>4주<br>→ 연속 12주 | ▪ A: 하루 90분 작업치료<br>▪ B: 강제유도운동치료<br>-4~10가지의 구체화를 이용한 과제<br>*건축을 구속하지 않음                  | ▪ MAL<br>▪ WMFT<br>▪ Frenchay<br>arm test               | ▪ 치료 전·후<br>-MAL(amount, quality),<br>Frenchay arm test<br>WMFT(quality) ↑<br>-WMFT 속도는 변화 없음<br>▪ 사후<br>-MAL의 양적, 질적 척도에서<br>증진을 보임                              |
| 신경<br>영상<br>연구                  | Liepert et<br>al., 2000       | ▪ 13명의 만성<br>뇌졸중                                  | ▪ 치료 전·후,<br>사후 6개월           | ▪ 건축구속: 팔걸이 봉대 안에 resting<br>hand splint(12일)<br>▪ 환측 훈련: 구체화 기법(주중 8일)                    | ▪ TMS<br>▪ MAL                                          | ▪ 치료 전·후<br>-근출력 크기와 환측과 건축의<br>상호비례가 증가함<br>▪ 사후<br>-운동 수행능력이 높은<br>수준으로 지속됨<br>-두 반구 간의 흥분성이 정상<br>상태로 회복됨                                                      |

표 1. 성인환자군을 대상으로 한 강제유도운동치료 주요 연구

| 적용군 | 저자, 연도               | 대상자          | 연구설계               | 중재방법                                                                     | 결과측정방법                                           | 결과                                                                                                                                                                                                   |
|-----|----------------------|--------------|--------------------|--------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|     | Kopp et al., 1999    | ▪ 4명의 만성 뇌졸중 | ▪ 치료 전 · 후, 사후 3개월 | ▪ 팔걸이 붕대 안에 resting hand splint로 구속(건측)<br>▪ 구체화 기법을 이용한 환측의 훈련 (하루 6시간) | ▪ EEG/MRI<br>▪ AAUT<br>▪ MAL<br>▪ AMAT<br>▪ WMFT | ▪ 움직임과 관련된 대뇌 피질의 전위(movement-related cortical potential)<br>: 전두중앙 피크(frontocentral peaks)의 양극성패턴(biphasic pattern)<br>▪ 주전원위치(mean source locations)<br>: 정상에 가까워짐<br>▪ 운동측면: 훈련 이후 환측의 유의한 증진을 보임 |
|     | Liepert et al., 1998 | ▪ 6명의 만성 뇌졸중 | ▪ 치료 전 · 후         | ▪ 강제유도운동치료(원문에 적용방법이 서술되어 있지 않음)                                         | ▪ TMS<br>▪ MAL                                   | ▪ 대뇌피질표상 크기 ↑<br>▪ 활성화 수준 ↑<br>▪ 환측의 사용빈도 ↑                                                                                                                                                          |

\*WMFT: Wolf motor function test; GWMFT: Graded wolf motor function test

MAL: motor activity log

AMAT: arm motor ability test

AAUT: actual amount of use test

TMS: Focal transcranial magnetic stimulation

EEG: Electroencephalogram

표 2. 아동환자군을 대상으로 한 강제유도운동치료 주요 연구

| 저자, 연도                      | 대상자                                   | 연구설계                     | 중재방법                                                                                                                                                                                                           | 결과측정방법                                                                                                                                                         | 결과                                                                                                                                        |
|-----------------------------|---------------------------------------|--------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Michaud, Klein et al., 2003 | 5명의 편측 뇌성마비 와 뇌손상(3~8세)               | 사례연구 치료 전, 후             | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 건측 구축: 고정형(solid) 또는 bivalved cast(2 or 4 weeks)</li> <li>▪ 환측 훈련: 하루 15~60분간의 강도 높은 훈련</li> </ul>                                                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ B-O test</li> <li>▪ PDMS</li> <li>▪ Jebson hand</li> </ul>                                                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 환측의 능력 증진</li> </ul>                                                                             |
| Eliasson et al., 2003       | 9명의 편측 뇌성마비 (13~18세)                  | 치료 전 · 후, 사후 5개월         | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 주간캠프(day camp): 하루 7시간 주 5일간, 2주간 실시</li> <li>▪ 건측 구축: 보조기 형태의 장갑 착용</li> <li>▪ 환측 훈련: 일상적인 레크리에이션 활동 (농구, 배구, 물놀이, 카드놀이 등)</li> </ul>                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ B-O test</li> <li>▪ Jebson hand</li> <li>▪ AMPS</li> <li>▪ 악력(grip strength)</li> <li>▪ 손조작 (manipulation)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 협응과 민첩성 증진(&lt;0.01)</li> <li>▪ AMPS &amp; 손조작력 증진 (&lt;0.05)</li> <li>▪ 악력: 변화 없음</li> </ul>    |
| Karman et al., 2003         | 7명의 후천적 뇌손상 아동(7~17세)                 | 치료 전 · 후 복식사례연구          | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 건측 구축: 장갑(2주간 지속적으로 착용)</li> <li>▪ 환측 훈련: 레크리에이션, 교육 도구 활용(하루 6시간, 주중에 실시)</li> </ul>                                                                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ AAUT</li> </ul>                                                                                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ AAUT 점수 증가</li> </ul>                                                                            |
| Wills et al., 2002          | G1▶12명의 만성 편 마비<br>G2▶13명의 대조군 (1~8세) | 치료 전 · 후, 사후 (1, 6, 7개월) | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 건측 구축: 케스트(casting)(한 달)</li> <li>▪ 환측의 훈련은 실시하지 않음</li> <li>▪ 모든 대상자는 일상적인 물리치료, 작업치료를 실시함</li> </ul>                                                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ PDMS</li> <li>▪ 보호자 면담</li> </ul>                                                                                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ G1▶ PDMS 12.6점 ↑ (사후: 7명 퇴행)</li> <li>▪ G2▶ PDMS 2.5점 point ↑</li> <li>▪ 보호자 면담: 사용증진</li> </ul> |
| Glover et al., 2002         | 2명의 뇌성마비 아동 (19, 38개월)                | 사례연구                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 사례 1(19개월)<br/>-forearm splint(11일 동안)<br/>-변형된 CIMT: 물리치료, 작업치료(9일간) 실시, 가정 프로그램</li> <li>▪ 사례 2(38개월)<br/>-케스트(6주간)<br/>-변형된 CIMT: 하루 2시간씩 물리치료, 작업치료 실시</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 관찰</li> <li>▪ 보호자 면담</li> </ul>                                                                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 사용시간 ↑</li> <li>▪ 손기술 ↑ (쥐기, 빨기, 양손사용 등)</li> </ul>                                              |
| Strerr et al.,              | 3명의 뇌손상                               | ABAB                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 건측의 구축은 실시하지 않음</li> </ul>                                                                                                                                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ WMFT</li> </ul>                                                                                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 모든 환자에게서 유의한 증</li> </ul>                                                                        |

표 2. 아동환자군을 대상으로 한 강제유도운동치료 주요 연구

| 저자, 연도                         | 대상자                        | 연구설계                                          | 중재방법                                                                                                                                                                                | 결과측정방법                                                                                                                                            | 결과                                                                                                                                               |
|--------------------------------|----------------------------|-----------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2002                           | (11~19세)                   |                                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 강제유도운동치료 프로토콜에 근거한 과제 지향적 훈련 실시</li> <li>-환자 1, 2: 하루 90분간 2주간 실시</li> <li>-환자 3: 하루 60분간 4주간 실시</li> </ul>                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Frenchay-arm test</li> <li>▪ nine-hole peg</li> <li>▪ 악력(grip force)</li> </ul>                          | 진을 보임                                                                                                                                            |
| Charles, Lavnder, et al., 2001 | 3명의 편측 뇌성마비 (8세, 11세, 13세) | 사례연구 pre-post test (사후 24시간 후, 2주, 4주, 6개월 후) | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 건측구속: 팔걸이를 착용한 후 이를 몸통에 붙임(14일 동안 하루 6시간), 집에서 실시</li> <li>▪ 환측훈련: 건측이 구속된 시간 중 2시간 동안 연구자의 지시에 따라 소동작 활동을 실시함</li> </ul>                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Jebsen hand</li> <li>▪ 손의 힘</li> <li>▪ 손의 감각</li> <li>▪ 손끝힘 조절 (finfertip force coordination)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 2명에서 손기능 증진</li> <li>▪ 3명 모두 두 점 구별(two-point discrimination) 능력 증진</li> <li>▪ 손끝 힘조절은 변화 없음</li> </ul> |
| Crocker et al., 1997           | 2명의 뇌성마비 (2, 3세)           | ABA 설계                                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 건측 구속: restrict: resting splint(3주간)</li> <li>▪ 환측의 훈련은 실시하지 않음</li> </ul>                                                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ PDMS</li> <li>▪ 관찰(손기술)</li> <li>▪ Daily log finger feeding</li> </ul>                                   | 환측 사용의 질, 다양성 증진                                                                                                                                 |
| Yasukawa, 1990                 | 1명의 편측 뇌성마비                | 사례연구                                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 1단계: inhibitive casting(환측) 4주</li> <li>2단계: short arm casting(건측)4주</li> <li>3단계: bivalved casting(환측) 이후 지속적으로 취침 시와 치료시간에 착용</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 관찰</li> <li>▪ 보호자 보고</li> </ul>                                                                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 2단계이후: 전반적 증진(조절능력, 힘, 사용빈도, 양손 사용 활동)</li> <li>▪ 건측 구속만의 효과로 단정하기는 힘들</li> </ul>                       |

B-O test: bruininks-oseretsky test

PDMS: peabody development motor scale

Jebson hand: Jebson taylor hand function test

AMPS: assessment of motor and process skills

AAUT: actual amount of use test

WMFT: wolf motor function test

(sling) 안에 장갑이나 resting pan splint를 착용하는 방식을 사용하였으며 아동의 경우에는 캐스트(cast)를 이용하기도 하였다(Bonifer & Anderson, 2003; Crocker, Mackaylyons, & McDonnell, 1997; Glover, Mateer, Yell, & Speed, 2002; Kopp et al., 1999; Kunkel et al., 1999; Liepert et al., 1998; Liepert, Bauder, Miltner, Taub, & Weiller, 2000; Milner, Bauder, Sommer, Dettmers, & Taub, 1999; Taub et al., 1993; Wills, Morello, Davie, Rice, & Bennett, 2002).

환측의 경우 강도 높은 반복 훈련을 실시하게 되며, 이 때 과제의 난이도를 환자의 능력에 맞추어 점진적으로 증가시키는 구체화기법(shaping)을 사용한다(Katzmann & Mix, 1994; Taub, Uswatte, & Pidikiti, 1999). 강제유도치료의 적용기간은 2~3주간 목욕이나 손을 씻기 위한 시간을 제외한 깨어 있는 시간의 90%를 억제시키며, 강제유도운동치료가 이루어지는 주중에는 하루 6~7시간 동안 환측의 강도 높은 훈련이 이루어진다(Sterr, Freivogel & Schmalohr, 2002b). 최근에는 구속과 훈련의 일정을 조정한 변형된 강제유도운동치료를 botulinum toxis과 같은 화학적 치료방법과 병행하여 적용한 연구도 보고되었다(Sisto, Page & Johnson, 2000; Page, 2003; Page, Sisto, Levine & McGrath, 2004).

치료결과분석을 위한 평가는 성인의 경우 주로 강제유도치료연구자들에 의해 고안된 평가양식을 사용한다. 가장 많이 사용되는 도구인 운동활동측정표(Motor Activity Log: MAL)는 스위치 올러블 켜기, 셔랍 열기, 양말 신고 벗기 등과 같은 환자의 일상적인 과제 30 가지를 환자의 보고 형식으로 평가하며 6 등급의 양적 척도와 질적 척도(0 점은 전혀 사용하지 않음, 5 점은 정상적으로 사용함)로 측정하였다(Bonifer & Anderson, 2003). 운동활동측정표(MAL)가 일상생활에서의 수행능력에 대한 평가인데 반해 울프운동기능평가(Wolf Motor

Function test: WMFT)는 치료실에서의 직접적인 평가를 통해 환측의 운동기능을 평가하는 도구로 경증(mild)에서 경중도(moderate) 뇌졸중환자를 평가하기 위해 개발되었다(Wolf et al., 1989). 울프운동기능평가는 수행시간과 기능적 사용능력에 대해 점수화하며 높은 측정자간, 측정자내 신뢰도가 증명되었다(Morris, Uswatte, Crag, Edward III & Taub, 2001). 이후 경중도(moderate)에서 중증도(severe)의 운동손상을 지닌 대상자들을 평가하기 위한 등급화 된 울프운동기능평가(Graded Wolf Motor Function Test: GWMFT)가 개발되었다(Bonifer & Anderson, 2003). 이외에도 18가지 항목으로 구성된 실제사용량평가(Actual Amount of Use Test: AAUT)와 상지운동능력평가(Arm Motor Ability Test: AMAT)가 강제유도운동치료의 효과를 증명하기 위한 도구로 사용된다(Karman, Maryler, Baker, Simpser, & Berger-Gross, 2003; Kopp et al., 1997). 또한 이러한 운동기능의 증진에 대한 평가와 더불어 신경영상기술(neuroimaging technique)을 이용하여 강제유도운동치료 전, 후의 대뇌피질표상과 뇌파(electroencephalogram: EEG) 등으로 기질적인 변화를 측정하였다. 즉 치료 전, 후의 손상된 반구의 활성 부위 크기의 증가를 통해 기질적 변화를 측정하였다(Bury & Jones, 2002; Liepert, Bauder, Miltner, Taub, & Weiller, 2000; Kim et al., 1993, Kopp et al., 1999).

#### 4. 강제유도운동치료에 대한 논쟁과 변형된 강제유도운동치료

강제유도운동치료에 대한 긍정적인 평가와 함께 연구 설계의 합리성이 부족하다는 연구도 발표되었다. Van der lee, Beckeraman, Lankhorst & Bouter(1999a)는 강제유도운동치료에 관한 연구가 대부분 분리된 대조군을 설정하지 않은 것과

Kunkel et al.(1999)이 제시한 효율적인 연구대상의 크기(effect size) 해석에 대한 부적합성을 주장하였다. 그는 66명의 만성 뇌졸중환자를 대상으로 대조군을 이용한 연구에서 강제유도운동치료군의 효과를 비교하였다. 그 결과 민첩성에서만 지속적인 효과를 보였으며 환측의 사용량 증가는 일시적으로 나타난 현상이라고 반박하였다. 또한 강제유도운동치료가 감각손상과 편측무시(hemineglect)가 있는 환자에게 임상적으로 효과가 있다고 결론지었다(Van der lee, Berkeraman, Lankhorst & Bouter, 1999b).

이러한 강제유도운동치료의 효과에 대한 논쟁과 더불어 실제적인 임상적 적용의 어려움에 관한 연구도 이루어졌다. Page, Levine, Sisto, Bond, & Johnston(2002a)은 강제유도운동치료에 대한 환자와 치료사들의 의견을 조사한 연구에서 환자의 70%가 억제와 훈련의 일정에 대한 부담으로 참여를 희망하지 않다고 밝혔다. 또한 치료사의 68%가 하루 6시간 치료 일정을 설정하는 것에 현실적인 어려움이 뒤따르며 억제도구사용으로 인한 환자의 안전상의 문제를 지적하였다. 따라서 Page, Sisto, Levine, Johnston & Hugher(2001)는 이러한 전통적 강제유도운동치료의 문제점들을 치료 일정의 조정을 통해 보완하였다. 변형된 강제유도운동치료(modified constraint induced movement therapy)에서는 10 주간 하루 30 분씩 주 3회 물리치료와 작업치료를 실시하며 건측은 대상자가 하루 일과 중 가장 활동적인 5시간만을 구속하도록 하였다. 이러한 변형된 강제유도운동치료는 치료 전, 후의 효과 변화와 다른 치료와의 효과 비교를 통해 효율성이 증명되었다(Page, Sisto, Levine, Johnston, & Hughers, 2001; Page, Sisto, Johnson, Levine, Hughes, 2002b; Page, 2003; Page, Sisto, Levine, & McGrath, 2004; Sisto, Page, & Johnston, 2000). 하지만 전통적인 강제유도운동치료와 변형된 강제유도운동치료의 효과를 비교한 연구는 아직 보고

되지 않았다.

## 5. 강제유도운동치료의 장·단점

강제유도운동치료의 가장 큰 장점은 환자의 ‘할 수 있는 것’과 실제 ‘수행하는 것’ 간의 차이를 줄였다는 것이다. 곧 치료실과 실제 삶의 현장 사이의 다리 역할을 해준다는 것이다(Milner, Bauder, Sommer, Dettmers, & Taub, 1999; Taub et al., 1993; Taub, Uswatte, & Pidikiti, 1999). 치료실에서의 일시적 치료에 그치는 것이 아니라 일상생활에서의 적극적인 사용을 통해 행동적, 신경생리학적 변화를 얻을 수 있었다. 강제유도운동치료의 두 번째 장점은 편마비의 경우 건측에 대한 과도한 의존(hyper reliance)으로 인한 과사용 증후군(overuse syndrome)을 방지할 수 있는 것이다. Sato, Kaji, Tsuru, & Oizum(1999)의 연구에 따르면 편마비로 인해 건측만을 사용하는 환자의 경우 57.7%에서 수근관 증후군(carpal tunnel syndrome)이 발생함이 보고하였다.

반면 강제유도운동치료의 단점은 전통적 강제유도운동치료의 경우 강도 높은 훈련과 억제가 환자의 심리적 불안과 부담감을 가져올 수 있으며 치료기관에서도 하루 6~7시간의 치료스케줄을 적용하기 힘들다는 것이다(Page, Sisto, Levine, Johnston, & Hughers, 2001). 또한 건측을 사용하지 못하도록 억제시킴으로써 균형에 지장을 주어 넘어질 가능성이 있다는 점이다. 마지막으로 건측을 이용하여 수행하던 일상생활활동을 수행할 수 없게 됨에 따라 일시적으로 독립적인 생활에 제한을 초래하게 된다는 것이 단점으로 지적되고 있다(Page, Sisto, Levine, Johnston, & Hughers, 2001).

## III. 결 론

강제유도운동치료는 앞서 살펴 본 바와 같이 학

습된 미사용을 지닌 많은 대상자에게 효과적인 재활프로그램으로 제시되고 있다. 강제유도운동치료는 학습된 미사용으로 인해 환자에게 부정적으로 인식되어 오던 환측의 신체상에 대해 긍정적 변화를 가져올 수 있었으며 잔존능력에 대한 가능성을 확인할 수 있는 재활치료방법이다(Gillot, Holder-Walls, Kurtz, & Varley, 2003).

뇌졸중 후 4 년간 많은 환자들이 약 96%의 일상생활활동 독립성을 획득하는 반면 환측의 기능은 상실하고 있다(Brooks, Lankhorst, Rumping, & Prevo, 1999). 이러한 결과는 일상생활수행의 독립성에 대한 지나친 강조로 인해 회복 가능한 기능에 대한 교정적 치료보다는 보상적 접근에 대해 치우치고 있지 않은가를 시사하고 있다.

국내 학회에서 강제유도운동치료에 대한 연구가 많이 보고되지는 않았으나 여러 임상현장에서 비정형화된 강제유도운동치료의 적용이 이루어지고 있다. 따라서 작업치료학계에서도 다양한 환자군을 대상으로 장기적인 관점에서 일상생활활동에서 미치는 강제유도운동치료의 효과 등에 관한 연구들이 필요하겠다.

## 참 고 문 헌

- Blakeslee, S. (2001). Therapies push injured brains and spinal cords into new paths. *New York Times*, August 28. Section F, p.6.
- Blanton, S. & Wolf, S. L. (1999). An application of upper-extremity constraint induced movement therapy in a patient with subacute stroke. *Physical Therapy*, 79, 847-853.
- Bonifer, N. & Anderson, K. M. (2003). Application of constraint-induced movement therapy for an individual with severe chronic upper-extremity hemiplegia. *Physical Therapy*, 83, 384-398.
- Brooks, J. G., Lankhorst, G. J., Rumping, K., & Prevo, A. J. (1999). The long term outcome of arm function after stroke: Results of a follow-up study. *Disability and Rehabilitation*, 21, 357-364.
- Bury, S. D. & Jones, T. A. (2002). Unilateral sensorimotor cortex lesions in adult rats facilitate motor skill learning with the "unaffected" forelimb and training-induced dendritic structural plasticity in the motor cortex. *Journal of Neuroscience*, 22, 8597-8606.
- Charles, J., Lavnder, G., & Gordon, A. M. (2001). Effects of constraint-induced therapy on hand function in children with hemiplegic cerebral palsy. *Pediatric Physical Therapy*, 13, 68-76.
- Crocker, M. D., Mackaylyons, M., & McDonnell, E. (1997). Forced use of the upper extremity in cerebral palsy: A single-case design. *American Journal of Occupational Therapy*, 51, 824-833.
- Dromerick, A. W., Edwards, D. F., & Hahn, M. (2000). Does the application of constraint induced movement therapy during acute rehabilitation reduce arm impairment after ischemic stroke? *Stroke*, 31, 2984-2988.
- Elbert, T., Candia, B., Altenmueller, E., Rau, H., Sterr, A., Rockstroh, B., Rau, H., Sterr, A., Rockstroh, B., Panter, C., & Taub, E. (1998). Alteration of digital representations in somatosensory cortex in focal hand dystonia. *Neuroreport*, 9, 3571-3575.
- Elbert, T., Pantev, C., Wienbruch, C., Rockstroh, B., & Taub, E. (1995). Increased use of the left hand in string players associated with

- increased cortical representation of the fingers. *Science*, 220, 21-23.
- Eliasson, A., Bonnier, B., & Krumlinde-Sundholm, L. (2003). Clinical experience of constraint induced movement therapy in adolescents with hemiplegic cerebral palsy—a day camp model. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 45, 357-360.
- Ernst, E. A. (1990). Review of stroke rehabilitation and physiotherapy. *Stroke*, 21, 1081-1085.
- Gillot, A., Holder-Walls, A., Kurtz, J. R., & Varley, N. C. (2003). Perceptions and experiences of two survivors of stroke who participated in constraint-induced movement therapy home program. *American Journal of Occupational Therapy*, 57, 168-176.
- Glover, J. E., Mateer, C. A., Yell, C., & Speed, S. (2002). The effectiveness of constraint induced movement therapy in two young children with hemiplegia. *Pediatric Rehabilitation*, 5, 125-131.
- Hesse, S., Bertelt, C., Jahnke, M. T., Schaffrin, M., Baake, P., Malezic, M., & Mauritz, K. H. (1995). Treadmill training with partial body weight support compared with physiotherapy in nonambulatory hemiparetic patients. *Stroke*, 26, 976-981.
- Karman, N., Maryler, J., Baker, R. W., Simpser, E., & Berger-Gross, P. (2003). Constraint-induced movement therapy for hemiplegic child with acquired brain injuries. *Journal of Head Trauma Rehabilitation*, 18, 259-267.
- Katzmann, S. & Mix, C. (1994). Improving functional independence in a patient with encephalitis through behavior modification shaping techniques. *American Journal of Occupational Therapy*, 48, 259-262.
- Kim, S. G., Ashe, J., Hendrich, K., Ellermann, J. M., Merkle, H., Ugurbil, K., & Georopoulos, A. P. (1993). Functional magnetic resonance imaging of motor cortex: hemispheric asymmetry and handedness. *Science*, 30, 615-617.
- Knapp, H. D., Taub, E., & Berman, A. J. (1963). Movements in monkeys with deafferented forelimbs. *Experimental Neurology*, 7, 305-315.
- Kopp, B., Kunkel, A., Mühlhnickel, W., Villringer, K., Taub, E., & Flor, H. (1999). Plasticity in the motor system related to therapy-induced improvement of movement after stroke. *Neuroreport*, 10, 807-810.
- Kopp, B., Kunkel, A., Flor, H., Platz, T., Rose, U., Mauritz, K. H., Gresser, K., McCulloch, K. L., & Taub, E. (1997). The arm motor ability test: Reliability, validity, and sensitivity to change of an instrument for assessing disabilities in activities of daily living. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 78, 615-620.
- Kunkel, A., Kopp, B., Müller, G., Villringer, K., Villringer, A., Taub, E., & Flor, H. (1999). Constraint-induced movement therapy for motor recovery in chronic stroke patient. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 80, 624-628.
- Liepert, J., Miltner, W. H. R., Bauder, H., Sommer, M., Dettmers, C., Taub, E., & Weiller, C. (1998). Motor cortex plasticity during constraint-induced movement therapy in stroke patients. *Neuroscience Letters*, 250, 5-8.
- Liepert, J., Bauder, H., Miltner, W., Taub, E., &

- Weiller, C. (2000). Treatment-induced cortical reorganization after stroke in humans. *Stroke*, *31*, 1210-1216.
- Michaud, L. J., Klein, A., Hudson, P., Gehrke, K., & Custis-Allen, L. (2003). Constraint-induced movement therapy in pediatric hemiplegia: A case series. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, *84*, E2.
- Miltner, W. H. R., Bauder, H., Sommer, M., Dettmers, C., & Taub, E. (1999). Effect of constraint-induced movement therapy on patient with chronic motor deficits after stroke. *Stroke*, *30*, 586-592.
- Morris, D. M., Uswatte, G., Crag, J.E., Edward III, C., & Taub, E. (2001). The reliability of the wolf motor function test for assessing upper extremity function after stroke. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, *82*, 750-755.
- Nudo, R. J., Wise, B. M., Sifuentes, F., & Milliken, G. W. (1996). Neural substrates for the effects of rehabilitative training on motor recovery following ischemic infarct. *Science*, *250*, 5-8.
- Ostendorf, C. G. & Wolf, S. L. (1981). Effect of forced use of the upper extremity of a hemiplegic patient on changes in function. *Physical Therapy*, *61*, 1022-1028.
- Page, S. J. (2003). Forced use after TBI: Promoting plasticity and function through practice. *Brain Injury*, *17*, 675-684.
- Page, S. J., Levine, P., Sisto, S., Bond, Q., & Johnston, M. V. (2002a). Stroke patients' and therapists' opinions of constraint-induced movement therapy. *Clinical Rehabilitation*, *16*, 55-60.
- Page, S. J., Sisto, S., Levine, P., Johnston, M. V., & Hughers, M. (2001). Modified constraint induced therapy: a randomized feasibility and efficacy study. *Journal of Rehabilitation Research and Development*, *38*, 583-590.
- Page, S. J., Sisto, S., Johnson, M.V., Levine, P., & Hughes, M. (2002b). Modified constraint induced therapy in subacute stroke: A case report. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, *83*, 286-290.
- Page, S.J., Sisto, S., Levine, P., & McGrath, R. E. (2004). Efficacy of Modified Constraint-Induced Movement Therapy in Chronic Stroke: A Single-Blinded Randomized Controlled Trial. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, *85*, 14-18.
- Sato, Y., Kaji, M., Tsuru, T., & Oizum, K. (1999). Carpal tunnel syndrome involving unaffected limbs of stroke patients. *Stroke*, *30*, 414-418.
- Sisto, S. A., Page, S. J., & Johnston, M. V. (2000). Changes in upper limb motion measured by accelerometers in stroke after modified constraint-induced therapy. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, *81*, 1622.
- Sterr, A., Elbert, T., Berthold, I., Kolbel, S., Rockstroh, B., & Taub, E. (2002a). Longer versus shorter daily constraint-induced movement therapy of chronic hemiparesis: An exploratory study. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, *83*, 1374-1377.
- Sterr, A. & Freivogel, S. (2003). Motor improvement following intensive training in low-functioning chronic hemiparesis. *Neurology*, *61*, 842-844.
- Sterr, A., Freivogel, S., & Schmalohr, D. (2002b)

- Neurobehavioral aspects of recovery: Assessment of the learned nonuse phenomenon in hemiparetic adolescents. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 83, 1726-1731.
- Sterr, A., Freivogel, S., & Voss, A. (2002c). Exploring a repetitive training regime for upper limb hemiparesis in an in-patient setting: a report on three case studies. *Brain Injury*, 16, 1093-1107.
- Taub, E., Miller, N. E., Novack, T. A., Cook III, E. W., Fleming, W. C., Nepomuceno, C. S., Connell, J. S., & Crago, J. E. (1993). Technique to improve chronic motor deficit after stroke. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 74, 347-354.
- Taub, E. & Morris, D. M. (2001). Constraint-induced movement therapy to enhance recovery after stroke. *Current Atherosclerosis Reports*, 3, 279-286
- Taub, E., Uswatte, G., & Pidikiti, R. (1999). 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, 237-251.
- Van der Lee, J. H., Beckerman, H., Lankhorst, G. J., & Bouter, L. M. (1999a). Constraint induced movement therapy. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 80, 1606-1607.
- Van der Lee, J. H., Wagenar, R. C., Lankhorst, G. J., Vogelaar, T. W., Devillè, W. L., & Bouter, L. M. (1999b). Forced use of the upper extremity in chronic stroke patients. *Stroke*, 30, 2369-2375.
- Victor, C., Thomas, E., Eckart, A., Harald, R., Thomas, S., & Edward, T. (1999). Constraint-induced movement therapy for focal hand dystonia in musicians. *Lancet*, 353, 42.
- Willis, J. K., Morello, A., Davie, A., Rice, J. C., & Bennett, J. T. (2002). Forced use treatment of childhood hemiparesis. *Pediatrics*, 110, 94-96.
- Wolf, S. L., Catlin, P. A., Ellis, M., Archer, A. L., Morgan, B., & Piacentino, A. (2001). Assessing wolf motor function test as outcome measure for research in patient after stroke. *Stroke*, 32, 1635-1639.
- Wolf, S. L., Lecraw, D. E., Barton, L. A., & Jann, B. B. (1989). Forced use of hemiplegic upper extremities to reverse the effect of learned nonuse among chronic stroke and head-injured patients. *Experimental Neurology*, 104, 125-132.
- Yasukawa, A. (1990). Upper extremity casting: Adjunct treatment for a child with cerebral palsy hemiplegia. *American Journal of Occupational Therapy*, 44, 840-846.

## Abstract

### A Review of the Constraint Induced Movement Therapy

Park, Su-Hyun\*, O.T., M.S.,

Yoo, Eun-Young\*\*, O.T., Ph.D.

\*Dept. of Rehabilitation Therapy, The Graduate School, Yonsei University

\*\*Dept. Occupational Therapy, College of Health Science, Yonsei University Institute of Health Science, Yonsei University

Constraint induced movement therapy(CIMT) is intense in that patient's unaffected arms are re-strained for 90% of waking hours during a two-week period while they also participate in activity sessions using the affected arm for 6 hours/day on 10 consecutive weekdays. CIMT trials has been used for the upper limb of patients with chronic and subacute CVA and patients with chronic traumatic brain injury and for the lower limb of patients with CVA, incomplete SCI, fractured hip and focal hand dystonia of musicians. The mostly, Action Research Arm Test(ARA), Wolf Motor Function Test(WMFT), Motor Activity Log(MAL), a number of neuroimaging and transcranial magnetic stimulation studies have shown that the massed practice of CIMT is effective. Although efficacious, CIMT may be difficult to implement. A recently, Modified CIMT protocol has been developed that combines structured, 1/2 hour, functional treatment sessions(occupational therapy, physical therapy) with restriction of the unaffected upper limb 5d/wk for 5 hours, both during a 10 week period. It establishes a bridge between the clinic and the life setting so that the therapeutic gains made in the clinic transfer to the functional independence of the patient in the real world.

**Key Words :** Constraint induced movement therapy, Learned nonuse, Rehabilitation,