

강제 유도 운동치료(Constraint-Induced Movement Therapy)가 편마비를 가진 뇌성마비 아동의 상지 기능에 미치는 효과 : 메타분석

오영주*, 조바희**, 이재신***

*건양대학교병원 작업치료실

**서울특별시 어린이병원 작업치료실

***건양대학교 작업치료학과

국문초록

목적 : 본 연구는 전통적인 치료와 비교했을 때, 강제 유도 운동치료가 편마비를 가진 뇌성마비 아동의 상지 기능에 미치는 효과를 메타분석을 통해 알아보고자 한다.

연구방법 : 국내외 검색엔진을 이용하여 자료를 수집하였으며, 2006년~2013년까지 게재된 14편의 연구를 선정하였다. 선정기준에 적합한 논문을 대상으로 PEDro score를 사용하여 질적 평가를 실시하였으며, 상지기능의 사전-사후 평균과 표준편차, 표준수를 사용하여 메타분석을 실시하였다.

결과 : 선정된 14편의 연구는 PEDro score가 6점 이상이었으며, 연구 참여자는 527명이었다. 효과크기 분석 결과 환측 상지의 운동 능력, 사용빈도 및 질에서는 “큰 효과크기”를 나타내었고 통계적으로 유의한 수준이었다($p<.001$). 또한 분리된 움직임, 잡기 능력, 시각 운동 통합 능력에서는 “보통 효과크기”를 나타내었으며 통계적으로 유의하였다($p<.05$).

결론 : 강제 유도 운동치료를 전통적인 치료보다 편마비를 가진 뇌성마비 아동의 상지 기능 회복에 있어 더 효과적임을 알 수 있었다. 이것은 임상에서 편마비를 가진 뇌성마비 아동의 상지 기능을 회복하기 위한 치료 방법으로 객관적인 근거가 될 수 있다.

주제어 : 강제 유도 운동치료, 뇌성마비, 메타분석, 상지기능

I. 서 론

뇌성마비(cerebral palsy)는 소아에서 가장 흔한 신체적인 장애로 태아기 및 영아기에 미성숙한 뇌의 비진행성 손상으로 인해 자세와 움직임에 문제가 발생한다(Stanley, Blair, & Alberman, 2000; Wiklund & Uvebrant, 1991). 이중 편마비는 전체 뇌성마비 중 35%를 차지하고 있으며(Wiklund & Uvebrant, 1991), 일반

적으로 하지 기능의 손상보다 더 많이 나타나는 상지 기능의 손상은 독립성과 삶의 질에 영향을 준다(Fedrizzi, Pagliano, Andreucci, & Oleari, 2003; Stanley et al., 2000). 이는 관절의 움직임이 원활히 일어나지 않고 보상 행동들이 늘게 되면서 일상생활 수행 능력이 감소되며 점차적으로 환측 상지를 적게 사용하는 것으로 나타난다(Mackey, Walt, & Stott, 2006; Taub, Ramey, DeLuca, & Echols, 2004; Willis, Morello, Davie,

Rice, & Bennett, 2002). 따라서 운동 손상의 일부는 일차적인 손상뿐만 아니라 환측 상지의 비사용으로 인해 이차적인 문제가 나타날 수 있다(DeLuca, Echols, Ramey, & Taub, 2003; Gordon, Charles, & Wolf, 2006; Taub, Uswatte, Mark, & Morris, 2006).

실제 편마비를 가진 뇌성마비 아동의 환측 상지 기능의 발달은 일반적인 아동의 발달 과정과 비슷하다고 보고되고 있다(Boyd, Morris, & Graham, 2001). 따라서 기능적인 독립과 사회적인 통합에 있어 뇌성마비 아동의 발달 속도를 일반적인 아동의 발달 속도와 비슷하게 만드는 것이 재활의 중요한 요소이다(Eliasson, Forssberg, Hung, & Gordon, 2006).

이에 따라 편마비를 가진 뇌성마비 아동의 신체기능을 향상시키며 독립적인 일상생활을 영위할 수 있도록 다양한 치료법들이 발전되어 왔다(Steultjens, Dekker, Bouter, Jos, & Lambregts, 2004). 그 치료법에는 보톡스 주사와 같은 약물 치료와 더불어 강제 유도 운동치료(Constraint-Induced Movement Therapy; CIMT), 집중적인 작업치료 또는 목표 지향적인 훈련 등이 있다(Boyd et al., 2003). 이 중 강제 유도 운동치료는 환측 상지의 습관화된 비사용을 고려하여 개발된 치료 방법으로(Gordon et al., 2006), 건측 상지의 사용을 억제하고 환측 상지에 집중적인 훈련을 제공함으로써 상지 기능의 증진을 유도하는 방법이다(Sunderland & Tuke, 2005).

초기의 강제 유도 운동치료는 건측 상지를 보조기 등으로 제한하여 하루 6~7시간씩 2주 정도 환측 상지만을 사용하도록 권장하였다(Taub, Uswatte, & Pidikiti, 1999). 이에 따라 선행된 많은 연구들은 중추신경계 환자들에게 강제 유도 운동치료를 적용했을 때 환측 상지 기능의 회복에 긍정적인 효과가 있음을 보고하였다. 하지만 강제 유도 운동치료는 강제적으로 장시간 동안 환측 상지의 움직임을 집중적으로 훈련하는 방법이기 때문에 신체적인 불편함과 심리적인 불안 등의 이유로 실제 적용하는데 있어 제한점이 있다(Page, Levine, Sisto, Bond, & Johnston, 2002; Page, Sisto, Levine, Johnston, & Hughes, 2001). 또한 소아의 강제 유도 운동치료는 건측 상지를 석고 붕대 등으로 억제하기 때문에 잠재적인 위험성이 따를 수 있다고 보고하고 있다(Sunderland & Tuke, 2005). 이에 따라 전통적인 강제 유도 운동치료와 더불어

이에 대한 제한점을 보완한 수정된 강제 유도 운동치료 방법도 사용되고 있다(Page et al., 2002; Yen, Wang, Chen, & Hong, 2005)

선행된 체계적 문헌 고찰 연구에 따르면 강제 유도 운동치료는 편마비를 가진 뇌성마비 아동의 상지 기능 회복에 있어 효과적이라고 보고하고 있다(Hoare, Imms, Carey, & Wasiak, 2007). 본래 강제 유도 운동치료는 편마비를 가진 성인의 손상된 상지의 학습된 비사용(learned non-use)을 개선하기 위해 개발된 치료 방법으로 편마비를 가진 뇌성마비 아동들은 손상된 상지에 있어 발달상의 비사용(developmental non-use)을 경험하게 되기 때문에 결코 효과적으로 학습될 수 없다는 지적을 받아왔다(Gordon, Charles, & Wolf, 2005). 이에 따라 강제 유도 운동치료가 전반적인 상지기능 향상에 유의미한 효과가 있다고 보고됨에도 불구하고 뇌성마비 아동의 상지 기능 향상의 효과성을 지지하는 강력한 증거는 부족한 실정이다(Anttila, Autti-Ramo, Suoranta, Makela, & Malmivaara, 2008; Sakzewski, Ziviani, & Boyd, 2009). 따라서 영향력 있는 연구들을 포함한 메타분석 연구를 통해 편마비를 가진 뇌성마비 아동에게 강제 유도 운동치료가 미치는 효과를 객관적으로 입증할 필요성을 제시하고 있다(Hoare et al., 2007).

메타분석은 어느 특정 분야 또는 주제에 관하여 누적된 연구들을 객관적으로 평가하고 종합할 목적 하에 개별 연구의 결과들을 모아 통계적으로 분석하는 방법이다(Glass, 1976). 이에 본 연구에서는 강제 유도 운동치료가 편마비를 가진 뇌성마비 아동의 상지 기능에 미치는 효과를 메타분석을 통해 알아보고자 한다.

II. 연구 방법

1. 연구 대상 및 자료 수집

본 연구는 편마비를 가진 뇌성마비 아동을 대상으로 전통적 또는 수정된 강제 유도 운동치료를 적용한 연구를 대상으로 하였다. 강제 유도 운동 치료와 관련된 연구 동향을 분석하기 위해 2013년 9월 13일부터 10월 13일까지 온라인 검색법을 통해 자료 수집이 이루어졌다. 메타분석

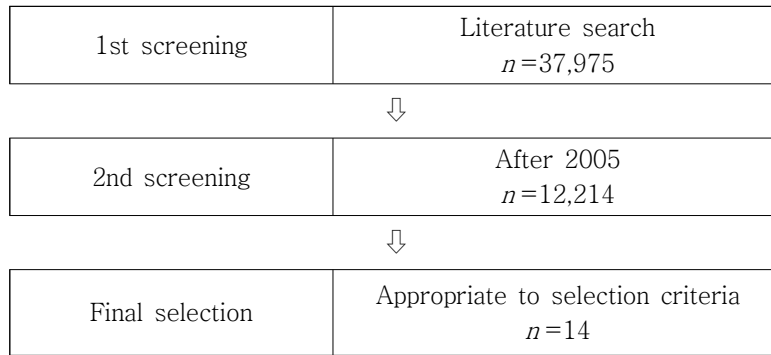


Figure 1. Data Collection Process

을 위한 주요 검색어는 “cerebral palsy”, “hemiplegia”, “Constraint-Induced Movement Therapy”를 사용하였고, 한글 또는 영문으로 발표된 학위논문 또는 저널에 발표된 논문들을 대상으로 검색하였다. 논문검색은 국가전자도서관, 국회전자도서관, 한국의학논문데이터베이스(KMbase), 학술연구정보서비스(RISS), 국가과학기술정보센터(NDL), Google, PubMed, ProQuest, MEDLINE 등을 이용하였다(Figure 1).

2. 대상논문의 선정기준

본 메타분석 대상 논문의 선정기준은 다음과 같다.

- 첫째, 편마비를 가진 뇌성마비 아동을 대상으로 한 연구
- 둘째, 전통적 또는 수정된 강제 유도 운동치료가 상지 기능 회복에 목표를 둔 연구
- 셋째, 대조군은 전통적인 작업치료 및 물리치료를 시행한 연구
- 넷째, 상지 기능 회복을 측정하는 연구 결과 값이 제시된 연구
- 다섯째, 무작위 통제 실험(randomized controlled trial)방법을 사용한 연구

3. 질적 평가

본 연구에서는 최종적으로 선택된 14개의 연구를 대상으로 두 명의 연구자가 PEDro score에서 채용한 10가지 내부 타당도 항목들을 적용하여 질적 평가를 진행

하였다. 각 항목들에 ‘예’ 또는 ‘아니오’를 적용해 메타분석에 이용되는 연구들의 질적 평가를 1등급에서 10등급으로 나타내었다(OTseeker, 2003)(Table 1).

4. 메타분석 방법

본 연구는 Comprehensive Meta-Analysis 2.0 프로그램을 사용하여 통계적 이질성, 효과 크기, 출판 편의를 분석하였다.

1) 통계적 이질성 검정

통계적 이질성은 각 연구결과의 효과크기에 대한 모집단의 동질성 여부를 확인하기 위해 카이제곱 검정을 통해 Q 통계량에 대한 유의검정을 이용해 이질성 검정을 시행하였다. 메타분석의 경우는 사용되는 연구의 수가 적어 유의수준을 상향하여 Q 통계량의 p 값이 .1보다 작으면 연구들 간에 통계적 이질성이 있다고 판단한다(Rosenthal & Rubin, 1982). 이를 통해 동질성이 확인될 경우 고정 효과 모형을 사용할 수 있지만, 동질성 검정이 만족되지 않을 경우 확률 효과 모형을 적용한다(Hedges & Olkin, 1985).

2) 효과크기의 산출

효과크기는 표준화된 평균차이를 의미하며, 통계적 이질성 검정을 한 뒤 그 결과에 따라 95% 신뢰구간 고정 효과 모형과 확률 효과 모형 중 하나를 선택해 효과성에 대해 확인하는 방법이다. 즉, 실험군의 평균이 대조군의 평균에 비해 어느 정도로 효과가 있는지를 제시하는 방법이다. 본 연구에서는 각 연구의 측정값인 실험군과 대

Table 1. PEDro Score for Quality Assessment

	Criteria	Rating	
		Yes	No
1	Subjects were randomly allocated to groups?		
2	Allocation was concealed?		
3	The groups were similar at baseline regarding the most important prognostic indicators?		
4	There was blinding of all subjects?		
5	There was blinding of all therapists who administered the therapy?		
6	There was blinding of all assessors who measured at least one key outcome?		
7	Measures of at least one key outcome were obtained from more than 85% of the subjects initially allocated to groups?		
8	All subjects for whom outcome measures were available received the treatment or control condition as allocated or, where this was not the case, data for at least one key outcome was analysed by “intention to treat”?		
9	The results of between-group statistical comparisons are reported for at least one key outcome?		
10	The study provides both point measures and measures of variability at least one key outcome?		
Total			

조군의 평균, 표준편차 및 대상자 수를 사용하여 효과크기를 산출하였다. 중재효과 크기에 대한 해석은 효과크기가 0.8 이상이면 큰 효과, 0.5 이상이면 보통 효과, 0.2 이상이면 작은 효과가 있다고 해석한다(Cohen, 1988). 산출된 효과크기는 숲그림(forest plot)을 사용하여 메타분석 결과로 얻어진 결합추정치와 신뢰구간을 시각적 결과로 제시하였다.

3) 출판 편의

출판 편이의 존재여부는 깔대기 점도표법(funnel plot)을 이용하여 확인한다(Rothstein, 2008). 만약 출판 편이가 존재하면 깔대기 점도표의 점들이 한쪽으로 치우쳐 비대칭적인 모습을 나타낸다(Lau, Ioannidis, & Schmid, 1997). 본 연구에서는 분석에 사용된 연구의 수가 적어 추가적으로 Egger's regression intercept test를 사용하여 출판 편이의 존재를 확인하였다. Egger's regression intercept test는 분석에 사용된 연구의 수가 적어 깔대기 점도표의 분포만으로 출판 편이를 확인할 수 없을 때 사용하는 방법이다. 이것은 효과 크기의 실제 값을 사용해 깔

대기 점도표에서 확인된 편차를 수치화하여 출판 편이를 확인한다. 통계적 유의성은 양방 검증(two-tailed test)을 통해 이루어지며, p 값이 .05보다 작으면 출판 편이가 존재한다는 것을 의미한다(Egger, Smith, Schneider, & Minder, 1997).

III. 연구 결과

1. 분석 대상 연구의 일반적 특성

본 연구의 분석 대상 연구는 총 14편으로, 일반적 특성은 다음과 같다(Table 2). 선정된 연구는 2006년에서 2013년 사이의 연구이며 모두 영어로 출판된 무작위 실험 연구이다. 참가자는 편마비를 가진 뇌성마비 아동을 대상으로 하였고, 참여자 수는 총 527명이다. 실험군은 전통적인 강제 유도 운동치료 또는 수정된 강제 유도 운동치료를 받았으며 대조군은 전통적인 작업치료 또는 물리치료를 받았다. 연구들의 질적 평가는 6~7점으로 나타났으며, 결과

Table 2. General Characteristics of Selected Studies

	Study	Design	Experimental control	Age (m)	Intervention (Session)	Outcome measure	Quality assessment
1	Brandao, Mancini, Vaz, Pereira de Melo, & Fonseca (2010)	RCT	8 8	73.2 68.4	CIMT (3time, 2weeks) Usual occupation therapy (45minute, 12day)	JTHFT, PEDI	6
2	Chen, Kang, Hong, Chen, Chen, & Wu (2013)	RCT	24 24	104.4±22.8 105.6±24.0	CIMT (3.5~4time, 8days) Traditional rehabilitation (3.5~4time, 8days)	PDMS, PMAL	6
3	Lin et al. (2011)	RCT	11 11	76.7±26.2 82.3±25.4	CIMT (3.5~4time, 8days) Conventional therapy (3.5~4time, 8days)	BOTMP, PDMS, PMAL	6
4	Hsin et al. (2012)	RCT	11 12	82.8±7.2 82.8±7.2	CIMT (3.5~4time, 8days) Traditional therapy (3.5~4time, 8days)	BOTMP, PMAL	7
5	Choudhary et al. (2013)	RCT	16 15	58.5±17.7 62.7±18.0	mCIMT (2time, 10days) Conventional therapy (2time, 10days)	QUEST, Nine Hole Peg Board Test	7
6	Hoare, Imms, Carey, & Wasiak (2013)	RCT	17 18	36.1±15.6 35.6±16.4	mCIMT (3time/56days) Bimanual training (3time/56days)	QUEST, AHA, PEDI, COPM	6
7	Charles, Wolf, Schneider, & Gordon (2006)	RCT	11 11	81.6±16.8 81.6±16.8	CIMT (6time/10~12days) Conventional therapy (6time/10~12days)	JTTHF, BOTMP	6
8	Gordon et al. (2011)	RCT	22 22	75.6±26.4 76.8±13.2	CIMT (6time/15days) Bimanual training (6time/15days)	JTTHF, AHA	6
9	Fedrizzini et al. (2013)	RCT	39 33	12.0~96.0	mCIMT (3time/70days) Bimanual training (3time/70days)	QUEST	6
10	Xu et al. (2012)	RCT	22 23	54.6±36.6 54.7±30.8	CIMT (3time/10days) Occupational therapy (3time/10days)	PDMS, ROM, Nine-Peg Hole Test	7
11	Rostami et al. (2012)	RCT	8 8	100.0 96.0	CIMT (1.5time/12days) Conventional therapy (30minute/8days)	BOTMP, PMAL	6
12	Wallen et al. (2011)	RCT	25 25	48.8±21.9 48.4±20.5	CIMT (2time/8weeks) Conventional therapy (2time/8weeks)	AHA, COPM, PMAL	6
13	Deppe et al. (2013)	RCT	26 21	48.8±21.9 48.4±20.5	Kid-CIMT (4time/20days) Bimanual training (4time/20days)	MUUL, AHA, PEDI	7
14	Geerdink, Aarts, & Geurts (2013)	RCT	28 22	73.2±13.1 90.0±30.0	CIMT (9time/8weeks) Usual care (9time/8weeks)	AHA, COPM, ABILHAND-Kids, Box and Block Test	6

AHA: Assisting Hand Assessment, BOTMP: Bruininks-Oseretsky Test of Motor Proficiency, COPM: Canadian Occupational Performance Measure, JTHFT: Jebsen Taylor Test of Hand Function, MUUL: Melbourne Unilateral Upper Limb, Assessment of Function, PDMS: Peabody Developmental Motor Scales, PEDI: Pediatric Evaluation of Disability Inventory, PMAL: Pediatric Motor Activity Log, QUEST: Quality of Upper Extremity Skills Test, RCT: Randomized Controlled Trial, ROM: Range Of Motion

측정 도구로 BOTMP는 3편, AHA는 3편, JTHFT는 3편, PMAL 중 Amount of Use는 4편, Quality of Use는 4편, PDMS 중 Grasping은 3편, Visual Motor Integration은 3편, QUEST 중 Dissociated Movement는 3편, Grasp은 4편이 사용되었다.

2. 계량적 메타분석 결과

1) 통계적 이질성 검사

연구 대상 논문의 통계적 이질성 검사에서 Q값이 BOTMP는 2.395, PDMS 중 Visual Motor Integration은 0.652, JTHFT는 0.983, AHA는 1.231로 동질성이 확인되어 고정 효과 모형을 사용하여 결과를 통합하였다

($p > .10$). 또한 PMAL 중 Amount of Use는 14.842, PMAL 중 Quality of Use는 26.872, PDMS 중 Grasping은 7.327, QUEST 중 Dissociated Movement는 5.715, QUEST 중 Grasp은 25.584로 이질성이 확인되어 확률 효과 모형을 사용하였다($p < .10$).

2) 환측 상지 운동 능력에 미치는 효과(BOTMP)

BOTMP를 사용하여 환측 상지 운동 능력에 미치는 효과에 대해 메타분석한 결과 전체 효과크기가 0.969(신뢰도 95%, 신뢰구간 -0.253~2.556)로 “큰 효과크기”가 있다고 해석할 수 있다($p < .001$) (Figure 2).

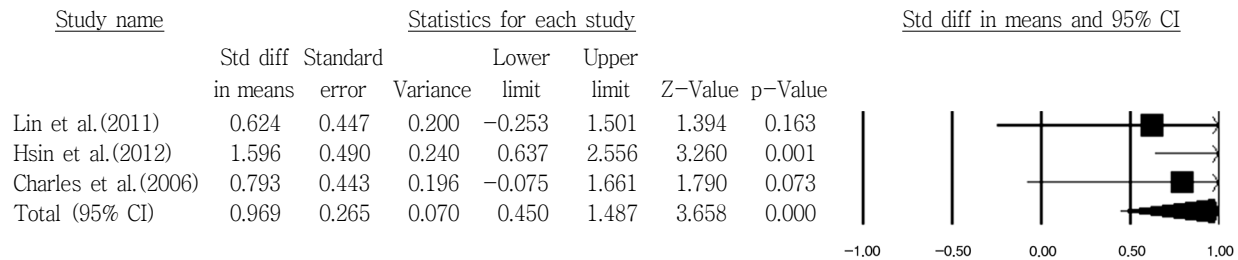


Figure 2. Results of Changes in BOTMP

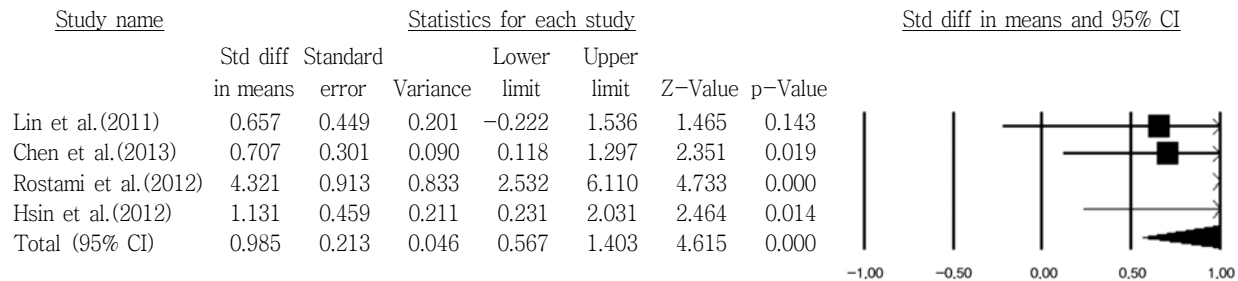


Figure 3. Results of Changes in PMAL (Amount of Use)

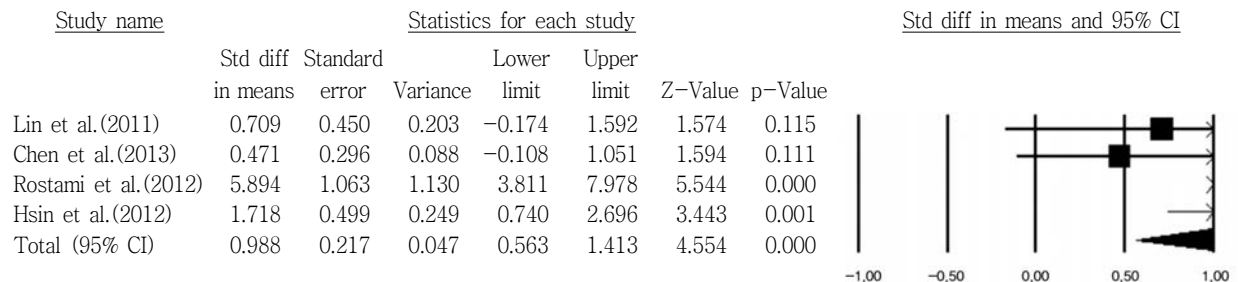


Figure 4. Results of Changes in PMAL (Quality of Use)

3) 환측 상지 사용 빈도에 미치는 효과

(PMAL-Amount of Use)

PMAL 중 Amount of Use를 사용하여 환측 상지 사용 빈도에 미치는 효과에 대해 메타분석한 결과 전체 효과크기가 0.985(신뢰도 95%, 신뢰구간 -0.222~6.110)로 “큰 효과크기”로 해석할 수 있다($p<.001$) (Figure 3).

4) 환측 상지 사용의 질에 미치는 효과

(PMAL-Quality of Use)

PMAL 중 Quality of Use를 사용하여 환측 상지 사용의 질에 미치는 효과에 대해 메타분석한 결과 전체 효과크기가 0.988(신뢰도 95%, 신뢰구간 -0.174~7.978)로 “큰 효과크기”가 있음을 알 수 있다($p<.001$) (Figure 4).

5) 환측 상지의 민첩성에 미치는 효과(JTHFT)

JTHFT를 사용하여 환측 상지의 민첩성에 미치는 효과에 대해 메타분석한 결과 두 중재 사이에 유의한 차이가 없었다($p>.05$) (Figure 5).

6) 환측 상지의 분리된 움직임 및 잡기 능력에 미치는 효과

QUEST 중 Dissociated Movement를 사용하여 환측 상지의 분리된 움직임에 대해 메타분석한 결과 전체 효과크기가 0.386(신뢰도 95%, 신뢰구간 -0.666~1.970)로 “보통 효과크기”로 해석할 수 있다($p\leq.05$) (Figure 6). QUEST 중 Grasp, PDMS 중 Grasping을 사용하여 잡기 능력에 미치는 효과를 분석한 결과 각각 효과크기가 0.602(신뢰도 95%, 신뢰구간 -0.638~3.871), 0.578

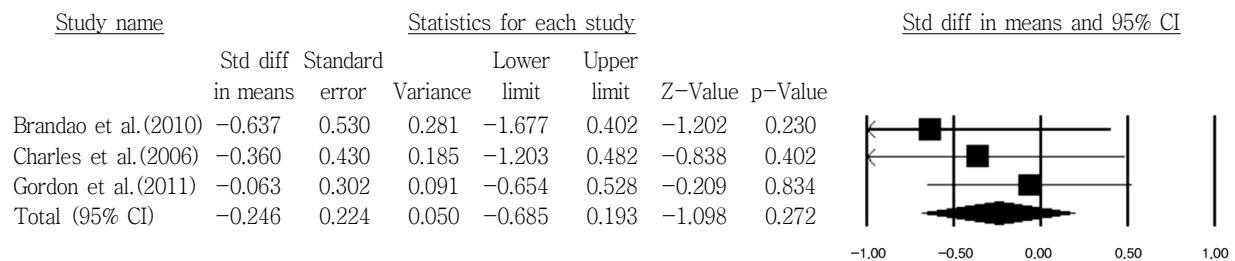


Figure 5. Results of Changes in JTHFT

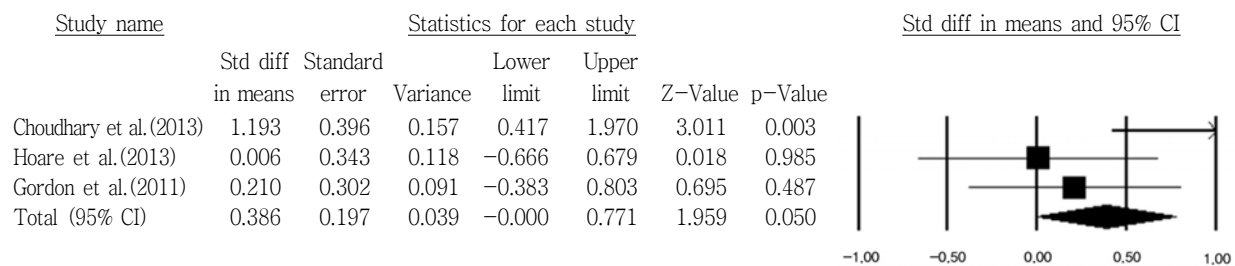


Figure 6. Resultsed of Changes in QUEST (Dissociated Movement)

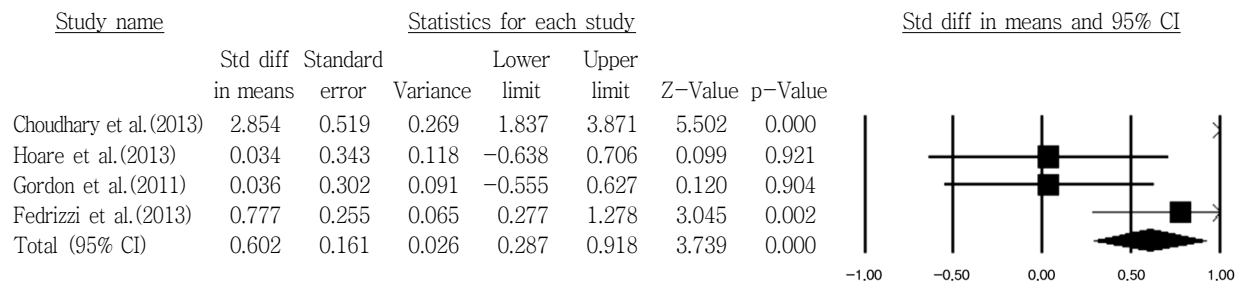


Figure 7. Results of Changes in QUEST (Grasp)

(신뢰도 95%, 신뢰구간 -0.578~1.771)로 “보통 효과크기”가 있음을 알 수 있다($p<.001$) (Figure 7) (Figure 8).

7) 환측 상지의 시각 운동 통합 능력에 미치는 효과 (PDMS-Visual Motor Integration)

PDMS 중 Visual Motor Integration을 사용하여 환측 상지 시각 운동 통합 능력에 미치는 효과에 대해 메타분석한 결과 효과크기가 0.462(신뢰도 95%, 신뢰구간 -0.631~1.218)로 “보통 효과크기”로 해석할 수 있다($p<.05$) (Figure 9).

8) 양손 사용 능력에 미치는 효과(AHA)

AHA를 사용하여 양손 사용 능력에 미치는 효과에 대해 메타분석한 결과 두 중재 사이에 유의한 차이는 없었다($p>.05$) (Figure 10).

9) 출판 편의

BOTMP, PDMS 중 Grasping, PDMS 중 Visual Motor Integration, AHA, JTHFT의 깔대기 점도표 분석 결과 3개의 값들이 모두 영역 안에 분포하였다. 각각의 Egger's Regression Intercept는 19.414($p>.05$), 2.811($p>.05$), -2.122($p>.05$), -0.614($p>.05$), -2.465($p<.05$)로 JTHFT에서 출판 편의가 존재하였다. 또한 PMAL 중 Amount of Use, PMAL 중 Quality of Use, QUEST 중 Dissociated Movement의 깔대기 점도표 분석 결과 1개의 값이, QUEST 중 Grasp에서는 3개의 값이 영역 밖에 분포하였다. 각각의 Egger's Regression Intercept는 5.123($p>.05$), 6.576($p<.05$), 9.853($p>.05$), 6.865($p>.05$)로 PMAL 중 Quality of Use에서 출판 편의가 존재함을 알 수 있다(Figure 11).

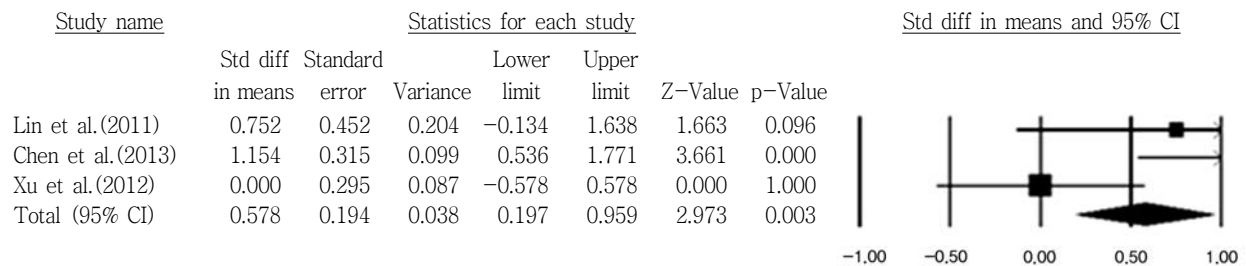


Figure 8. Results of Changes in PDMS (Grasping)

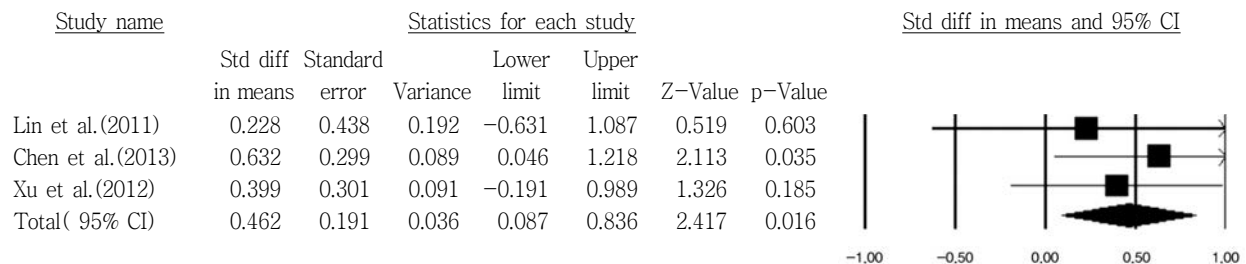


Figure 9. Results of Changes in PDMS (Visual Motor Integration)

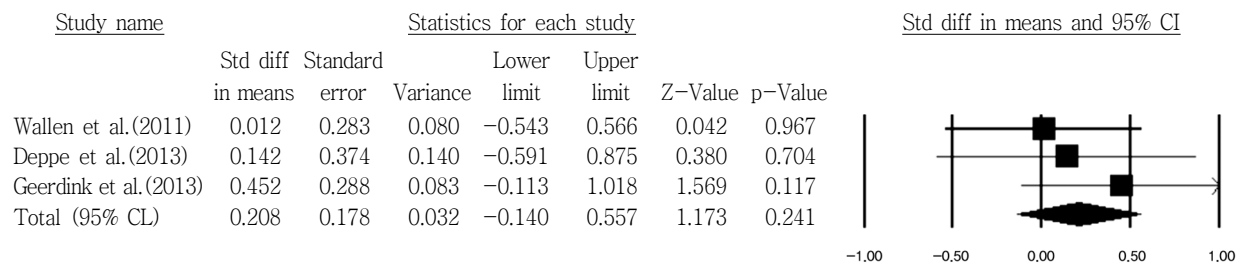
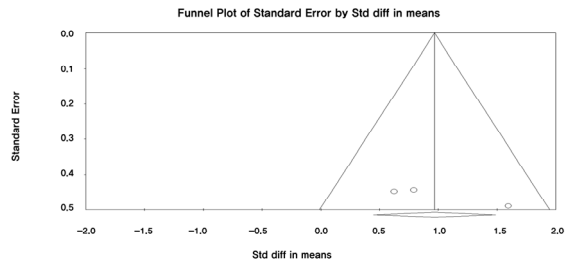
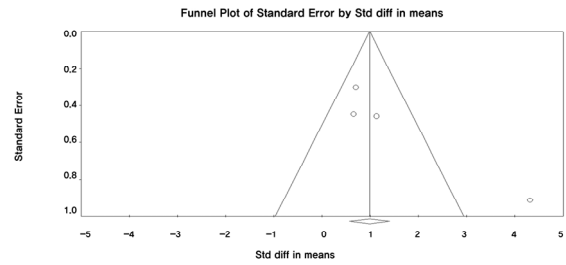


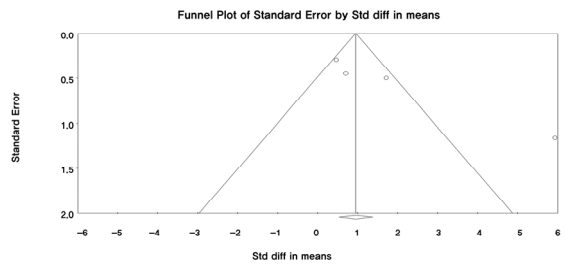
Figure 10. Results of Changes in AHA



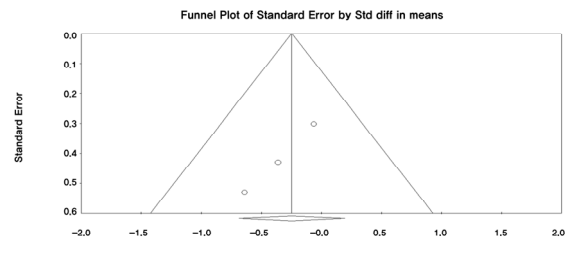
① BOTMP



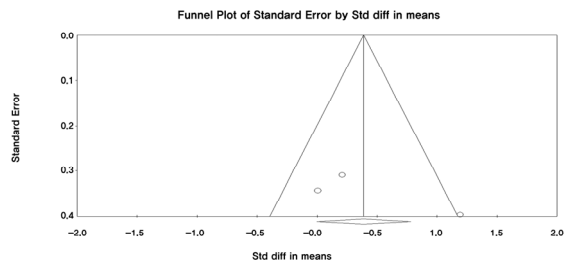
② PMAL (Amount of Use)



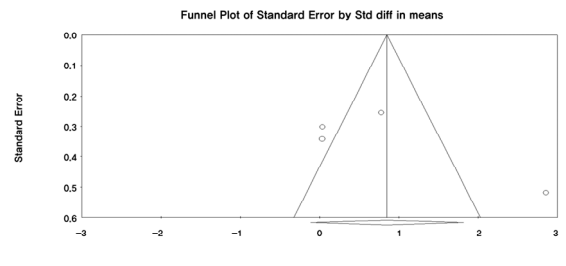
③ PMAL (Quality of Use)



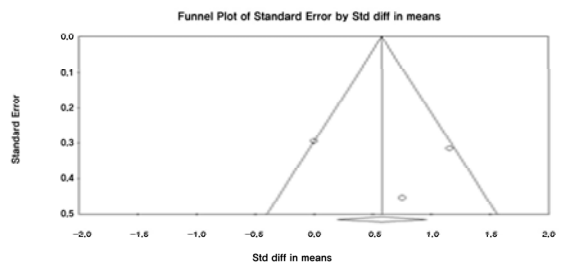
④ JTHFT



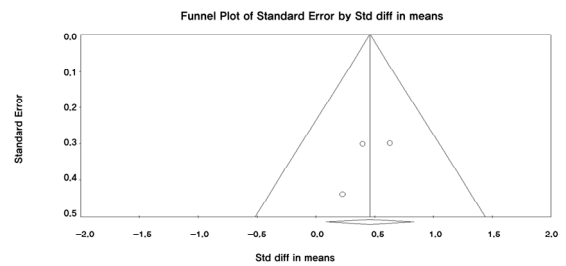
⑤ QUEST (Dissociated Movement)



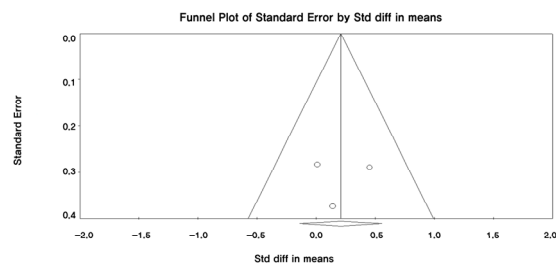
⑥ QUEST (Grasp)



⑦ PDMS (Grasping)



⑧ PDMS (Visual Motor integration)



⑨ AHA

Figure 11. Funnel Plot for Publication Bias

IV. 고 찰

편마비를 가진 뇌성마비 아동에게 적용한 강제 유도 운동치료는 환측의 상지 기능 회복에 있어 긍정적인 효과가 있다고 보고되었다(Aarts, Jongerius, Geerdink, van Limbeek, & Geurts, 2010; Hoare et al., 2007). 하지만 강제 유도 운동치료는 편마비를 가진 성인의 학습된 비사용을 극복하기 위해 개발된 치료 방법으로 뇌성마비 아동의 손상된 상지기능에 있어 효과적으로 학습될 수 없다고 지적되어 왔다(Gordon et al., 2005). 이에 본 연구에서는 강제 유도 운동치료가 편마비를 가진 뇌성마비 아동의 상지 기능에 미치는 효과를 메타분석을 통해 알아보았다.

강제 유도 운동치료와 전통적인 치료를 비교했을 때 환측 상지의 운동 능력(BOTMP), 사용빈도(PMAL-Amount of Use) 및 사용의 질(PMAL-Quality of Use), 분리된 움직임(QUEST-Dissociated Movement), 잡기 능력(QUEST-Grasp, PDMS-Grasping), 시각 운동 통합 능력(PDMS-Visual Motor Integration)에 있어 메타분석한 결과 두 중재 사이에 유의미한 차이가 있는 것으로 확인되었다. 이 결과는 환측 상지의 운동 기능 등에서 유의미한 효과가 있음을 보고한 기존의 연구 결과와 일치하며(Sakzewski et al., 2009), 강제 유도 운동치료가 편마비를 가진 뇌성마비 아동의 상지 기능 회복에 있어 효과적인 치료 방법이라는 사실이 입증되었다.

반면, 환측 상지의 민첩성(JTHFT)에 미치는 효과에 대해 메타분석한 결과에서는 두 중재 사이에 유의한 차이를 보이지 않았다. 이 결과는 수정된 강제 유도 운동치료와 전통적인 치료 사이에 작은 효과 크기가 있었다는 이전의 연구 결과와 상반되는 부분이다(Sakzewski et al., 2009). 이는 뇌성마비 아동의 손의 민첩성 및 손의 조작 능력에 있어서 최소한 6주간의 강제 유도 운동치료를 시행해야 유의한 향상을 이끌어낼 수 있다는 기존의 연구와 비교했을 때, 분석에 사용된 연구는 상대적으로 강제 유도 운동치료를 실시한 중재 기간이 짧았기 때문이라고 사료된다(Sung & Park, 1998). 그리고 양손 사용 능력(AHA)에서도 두 중재 사이에 유의미한 차이를 보이지 않았는데 이는 강제 유도 운동치료가 강제적으로 건측 상지를 억제하고 환측 상지에만 집중적인 훈련을

실시하는 방법이기 때문에 양손 사용 능력의 유의미한 향상을 이끌어내기에는 제한이 있었을 것이라고 추정할 수 있다.

또한 출판 편의 검정 결과 강제 유도 운동치료가 환측 상지 사용의 질(PMAL-Quality of Use)에 있어 ‘큰 효과크기’가 있었음에도 불구하고 출판 편의가 존재하였다. 이는 분석에 사용된 4편의 연구 모두 강제 유도 운동치료가 환측 상지 사용의 질에 미치는 효과에 있어 긍정적인 결과를 보고하였지만 이 중 1편의 연구에서 연구 대상자의 중재 전 평균 점수가 다른 연구와 유의한 차이를 보였고 이에 따라 중재 전, 후의 변화량에도 큰 차이를 보이며 분석 결과를 오염시켰을 가능성이 있다. 또한 메타분석 결과 유의미한 차이는 없었지만 환측 상지의 민첩성(JTHFT)에서도 출판 편의가 존재하였는데 분석에 사용된 3편의 연구 중 1편의 연구에서 연구 대상자의 중재 전 손기능이 다른 연구들과 유의한 차이를 보이면서 나타난 결과라고 사료된다.

이처럼 강제 유도 운동치료는 뇌성마비 아동의 상지 기능에 회복에 있어 효과적인 치료 방법이라는 사실이 입증되었다. 하지만, 아동들의 환경 안에서 증가된 기능적인 독립은 한 손보다는 양손 사용을 요구하는 경우가 많다(Gordon, Schneider, Chinnan, & Charles, 2007). 따라서 실제 일상생활 속에서 기능적인 사용과 연결될 수 있도록 강제 유도 운동치료와 양손 사용 훈련 등의 과제 지향적인 훈련이 병행된다면 더욱 유용한 중재 방법으로 사용될 수 있을 것이다.

본 연구는 전통적인 강제 유도 운동치료와 수정된 강제 유도 운동치료를 모두 포함하여 메타분석을 실시하였다. 이는 본 연구의 분석에 포함된 연구에서 사용된 전통적 강제 유도 운동치료와 수정된 강제 유도 운동치료가 중재 방법 측면에서 큰 차이가 없었기 때문이다. 또한 아직까지 수정된 강제 유도 치료를 사용하여 뇌성마비 아동의 상지 기능을 살펴본 무작위 실험 연구가 많지 않아 이를 나누어 분석을 실시하기에는 제한점이 있는 실정이다. 하지만 같은 전통적인 강제 유도 운동치료를 사용했음에도 불구하고 중재 기간에 차이가 있어 강제 유도 운동치료가 뇌성마비 아동의 환측 상지 기능에 미치는 효과를 분석하는 데에 있어 제한점이 있을 수 있다.

그럼에도 불구하고 편마비를 가진 뇌성마비 아동에게

본래 뇌졸중 환자를 위해 개발된 강제 유도 운동치료를 적용하는 것의 문제점 및 잠재적인 위험성이 지적되던 상황에서 편마비를 가진 뇌성마비 아동에게 강제 유도 운동치료가 긍정적인 효과가 있음을 객관적으로 입증했다는 점에서 의의가 있다. 이를 통해 편마비를 가진 뇌성마비 아동을 대상으로 강제 유도 운동치료를 적용하는데 있어 임상가들에게 근거 제시 자료로 사용될 수 있을 것이다.

본 연구 결과를 근거로 향후 연구에서는 다양한 문헌을 통해 기존의 전통적인 강제 유도 운동치료와 수정된 강제 유도 운동치료에 따라 상지 기능 회복의 차이를 비교함으로써 뇌성마비 아동의 상지 기능 회복에 얼마나 더 영향을 미치는지에 대해 알아볼 수 있을 것이라 기대한다.

V. 결 론

본 연구는 강제 유도 운동치료가 편마비를 가진 뇌성마비 아동의 상지 기능 회복에 미치는 효과를 알아보기 위해 메타분석을 실시하였다. 그 결과 강제 유도 운동치료는 전통적인 치료보다 환측 상지의 기능 회복에 있어서 더 효과적이라는 사실이 입증되었으며, 이는 편마비를 가진 뇌성마비 아동을 대상으로 강제 유도 운동치료를 적용하려고 하는 임상가들에게 근거 제시 자료로 사용될 수 있을 것이다.

References

- Aarts, P. B., Jongerius, P. H., Geerdink, Y. A., van Limbeek, J., & Geurts, A. C. (2010). Effectiveness of modified constraint-induced movement therapy in children with unilateral spastic cerebral palsy: A randomized controlled trial. *Neurorehabilitation and Neural Repair*, 24, 509–518. doi:10.1177/1545968309359767
- Anttila, H., Autti-Ramo, I., Suoranta, J., Makela, M., & Malmivaara, A. (2008). Effectiveness of physical therapy interventions for children with cerebral palsy: A systematic review. *Biomedcentral Pediatrics*, 8(14), 1–10. doi:10.1186/1471-2431-8-14
- Boyd, R. N., Morris, M. E., & Graham, H. K. (2001). Management of upper limb dysfunction in children with cerebral palsy: A systematic review. *European Journal of Neurology*, 8, 150–166. doi:10.1046/j.1468-1331.2001.00048.x
- Brandao, M., Mancini, M. C., Vaz, D. V., Pereira de Melo, A. P., & Fonseca, S. T. (2010). Adapted version of constraint-induced movement therapy promotes functioning in children with cerebral palsy: A randomized controlled trial. *Clinical Rehabilitation*, 24, 639–647. doi:10.1177/0269215510367974
- Charles, J. R., Wolf, S. L., Schneider, J. A., & Gordon, A. M. (2006). Efficacy of a child-friendly form of constraint-induced movement therapy in hemiplegic cerebral palsy: A randomized control trial. *Developmental Medicine Child Neurology*, 48, 635–642. doi:10.1017/S0012162206001356
- Chen, C. L., Kang, L. J., Hong, W. H., Chen, F. C., Chen, H. C., & Wu, C. Y. (2013). Effect of therapist-based constraint-induced therapy at home on motor control, motor performance and daily function in children with cerebral palsy: A randomized controlled study. *Clinical Rehabilitation*, 27, 236–245. doi:10.1177/0269215512455652
- Choudhary, A., Gulati, S., Kabra, M., Singh, U. P., Sankhyan, N., Pandey, R. M., & Kalra, V. (2013). Efficacy of modified constraint induced movement therapy in improving upper limb function in children with hemiplegic cerebral palsy: A randomized controlled trial. *Brain & Development*, 35, 870–876. doi:10.1016/j.braindev.2012.11.001
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for*

- the social sciences*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- DeLuca, S. C., Echols, K., Ramey, S. L., & Taub, E. (2003). Pediatric constraint-induced movement therapy for a young child with cerebral palsy: Two episodes of care. *Physical Therapy*, *83*, 1003–1013.
- Deppe, W., Thuemmler, K., Fleischer, J., Berger, C., Meyer, S., & Wiedemann, B. (2013). Modified constraint-induced movement therapy versus intensive bimanual training for children with hemiplegia—a randomized controlled trial. *Clinical Rehabilitation*, *27*, 909–920. doi:10.1177/0269215513483764
- Egger, M., Smith, G. D., Schneider, M., & Minder, C. (1997). Bias in meta-analysis detected by a simple, graphical test. *British Medical Journal*, *315*, 629–634. doi:10.1136/bmj.315.7109.629
- Eliasson, A. C., Forssberg, H., Hung, Y. C., & Gordon, A. M. (2006). Development of hand function and precision grip control in individuals with cerebral palsy: A 13-year follow-up study. *Pediatrics*, *118*, 1226–1236. doi:10.1542/peds.2005–2768
- Fedrizzzi, E., Pagliano, E., Andreucci, E., & Oleari, G. (2003). Hand function in children with hemiplegic cerebral palsy: Prospective follow-up and functional outcome in adolescence. *Developmental Medicine Child Neurology*, *45*(2), 85–91. doi:10.1111/j.1469–8749.2003.tb00910.x
- Fedrizzzi, E., Rosa-Rizzotto, M., Turconi, A. C., Pagliano, E., Fazzi, E., Pozza, L. V., & Facchin, P. (2013). Unimanual and bimanual intensive training in children with hemiplegic cerebral palsy and persistence in time of hand function improvement: 6-month follow-up results of a multisite clinical trial. *Journal of Child Neurology*, *28*, 161–175. doi:10.1177/0883073812443004
- Geerdink, Y., Aarts, P., & Geurts, A. C. (2013). Motor learning curve and long-term effectiveness of modified constraint-induced movement therapy in children with unilateral cerebral palsy: A randomized controlled trial. *Research in Developmental Disabilities*, *34*, 923–931. doi:10.1016/j.ridd.2012.11.011
- Glass, G. (1976). Primary, secondary, and meta-analysis of research. *Educational Researcher*, *5*(10), 3–8.
- Gordon, A. M., Charles, J. A., & Wolf, S. L. (2005). Methods of constraint-induced movement therapy for children with hemiplegic cerebral palsy: Development of a child-friendly intervention for improving upper-extremity function. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, *86*, 837–844. doi:10.1016/j.apmr.2004.10.008
- Gordon, A. M., Charles, J. A., & Wolf, S. L. (2006). Efficacy of constraint-induced movement therapy on involved upper-extremity use in children with hemiplegic cerebral palsy is not age-dependent. *Pediatrics*, *117*, 363–373. doi:10.1542/peds.2005–1009
- Gordon, A. M., Schneider, J. A., Chinnan, A., & Charles, J. R. (2007). Efficacy of a Hand-Arm Bimanual Intensive Therapy (HABIT) in children with hemiplegic cerebral palsy: A randomized control trial. *Developmental Medicine & Child Neurology*, *49*, 830–838. doi:10.1111/j.1469–8749.2007.00830.x
- Gordon, A. M., Hung, Y. C., Brandao, M., Ferre, C. L., Kuo, H. C., Friel, K., ... Charles, J. R. (2011). Bimanual training and constraint-induced movement therapy in children with hemiplegic cerebral palsy: A randomized trial. *Neurorehabilitation and Neural Repair*, *25*, 692–702. doi:10.1177/1545968311402508
- Hedges, L. V., & Olkin, I. (1985). *Statistical methods for meta-analysis*. Orlando, FL: Academic Press.

- Hoare, B., Imms, C., Carey, L., & Wasiak, J. (2007). Constraint-induced movement therapy in the treatment of the upper limb in children with hemiplegic cerebral palsy: A Cochrane systematic review. *Clinical Rehabilitation*, 21, 675–685. doi:10.1177/0269215507080783
- Hoare, B., Imms, C., Villanueva, E., Rawicki, H. B., Matyas, T., & Carey, L. (2013). Intensive therapy following upper limb botulinum toxin a injection in young children with unilateral cerebral palsy: A randomized trial. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 55, 238–247. doi: 10.1111/dmcn.12054
- Hsin, Y. J., Chen, F. C., Lin, K. C., Kang, L. J., Chen, C. L., & Chen, C. Y. (2012). Efficacy of constraint-induced therapy on functional performance and health-related quality of life for children with cerebral palsy: A randomized controlled trial. *Journal of Child Neurology*, 27, 992–999. doi:10.1177/0883073811431011
- Lau, J., Ioannidis, J., & Schmid, C. H. (1997). Quantitative synthesis in systematic reviews. *Annals of Internal Medicine*, 127, 820–826. doi:10.7326/0003-4819-127-9-199711010-00008
- Lin, K. C., Wang, T. N., Wu, C. Y., Chen, C. L., Chang, K. C., Lin, Y. C., & Chen, Y. J. (2011). Effects of home-based constraint-induced therapy versus dose-matched control intervention on functional outcomes and caregiver well-being in children with cerebral palsy. *Research in Developmental Disabilities*, 32, 1483–1491. doi:10.1016/j.ridd.2011.01.023
- Mackey, A. H., Walt, S. E., & Stott, N. S. (2006). Deficits in upper-limb task performance in children with hemiplegic cerebral palsy as defined by 3-dimensional kinematics. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 87, 207–215. doi:10.1016/j.apmr.2005.10.023
- OTseeker. (2003). *PEDro scale (partitioned): Rating sheet*. Retrieved from <http://www.otseeker.com/pdf/PEDroscalepartitionedratingsheet>
- Page, S. J., Sisto, S. A., Levine, P., Johnston, M. V., & Hughes, M. (2001). Modified constraint induced therapy: A randomized feasibility and efficacy study. *Journal of Rehabilitation Research & Development*, 38, 583–590.
- Page, S. J., Levine, P., Sisto, S., Bond, Q., & Johnston, M. V. (2002). Stroke patients' and therapists' opinions of constraint-induced movement therapy. *Clinical Rehabilitation*, 16(1), 55–60. doi:10.1191/0269215502cr4730a
- Rosenthal, R., & Rubin, D. B. (1982). Comparing effect sizes of independent studies. *Psychological Bulletin*, 92(2), 500. doi:10.1037/0033-2909.92.2.500
- Rostami, H. R., Arastoo, A. A., Nejad, S. J., Mahany, M. K., Malamiri, R. A., & Goharpey, S. (2012). Effects of modified constraint-induced movement therapy in virtual environment on upper-limb function in children with spastic hemiparetic cerebral palsy: A randomised controlled trial. *NeuroRehabilitation*, 31, 357–365. doi:10.3233/NRE-2012-00804
- Rothstein, H. R. (2008). Publication bias as a threat to the validity of meta-analytic results. *Journal of Experimental Criminology*, 4(1), 61–81. doi:10.1007/s11292-007-9046-9
- Sakzewski, L., Ziviani, J., & Boyd, R. (2009). Systematic review and meta-analysis of therapeutic management of upper limb dysfunction in children with congenital hemiplegia. *Pediatrics*, 123, 1111–1122. doi:10.1542/peds.2008-3335
- Stanley, F. J., Blair, E., & Alberman, E. D. (2000). *Cerebral palsies: Epidemiology and causal pathways*. London, England: Cambridge University Press.

- Steultjens, E. M. J., Dekker, J., Bouter, L. M., Jos, C. M., & Lambregts, B. L. M. (2004). Occupational therapy for children with cerebral palsy: A systematic review. *Clinical Rehabilitation*, 18, 1–14. doi:10.1002/14651858.CD004490
- Sunderland, A., & Tuke, A. (2005). Neuroplasticity, learning and recovery after stroke: A critical evaluation of constraint-induced therapy. *Neuropsychological Rehabilitation*, 15, 81–96. doi:10.1080/09602010443000047
- Sung, I. Y., & Park, J. M. (1998). A pilot evaluation of cast immobilization of intact upper extremity: A new therapeutic approach for spastic hemiplegic cerebral palsy. *Journal of Korean Academy of Rehabilitation Medicine*, 22, 828–832.
- 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.
- Taub, E., Ramey, S. L., DeLuca, S. & Echols, K. (2004). Efficacy of Constraint-induced movement therapy for cerebral palsy with asymmetric motor impairment. *Pediatrics*, 113, 305–312. doi:10.1542/peds.113.2.305
- Taub, E., Uswatte, G., Mark, V. W., & Morris, D. M. (2006). The learned nonuse phenomenon: Implications for rehabilitation. *Europa Medicophysica*, 42, 241–255.
- Wallen, M., Zibiani, J., Naylor, O., Evans, R., Novak, I., & Herbert, R. D. (2011). Modified constraint-induced therapy for children with hemiplegic cerebral palsy: A randomized trial. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 53, 1091–1099. doi:10.1111/j.1469-8749.2011.04086.x
- Wiklund, L. M., & Uvebrant, P. (1991). Hemiplegic cerebral palsy. Correlation between CT morphology and clinical findings. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 33, 512–523. doi:10.1111/j.1469-8749.1991.tb14916.x
- Willis, J. K., Morello, A., Davie, A., Rice, J. C., & Bennett, J. T. (2002). Forced use treatment of childhood hemiparesis. *Pediatrics*, 110(1), 94–96.
- Xu, K., Wang, L., Mai, J., & He, L. (2012). Efficacy of constraint-induced movement therapy and electrical stimulation on hand function of children with hemiplegic cerebral palsy: A controlled clinical trial. *Disability and Rehabilitation*, 34, 337–346. doi:10.3109/09638288.2011.607213
- Yen, J. G., Wang, R. Y., Chen, H. H., & Hong, C. T. (2005). Effectiveness of modified constraint-induced movement therapy on upper limb function in stroke subjects. *Acta Neurological Taiwanica*, 14(1), 16–20.

Abstract

Effects of Constraint-Induced Movement Therapy for the Upper-extremity Function in Children With Cerebral Palsy Suffering From Hemiplegia: Meta-analysis

Oh, Young-Ju*, B.H.Sc., O.T., Cho, Ba-Hoe**, B.H.Sc., O.T..

Lee, Jae-Shin***, Ph.D., O.T.

*Dept. of Occupational Therapy, Konyang University Hospital

**Dept. of Occupational Therapy, Seoul Metropolitan Children's Hospital

***Dept. of Occupational Therapy, Konyang University

Objective : The purpose of this study was to determine through a meta-analysis the effect of Constraint-Induced Movement Therapy for the upper-extremity function in children with cerebral palsy suffering from hemiplegia.

Methods : The data were collected using domestic and foreign search engines. The fourteen studies selected were published from 2006 to 2013. The studies that meet the selection criteria were conducted through a qualitative assessment using the PEDro score. The average and standard deviations and the sample size of the pre-test and post-test, depending on the topic, were determined through a meta-analysis.

Results : The fourteen studies that meet the selection criteria were 6 points over the PEDro score and involved 527 study participants. The effect size of the affected upper-extremity function, amount of use, and quality as indicated by a "large effect size," was statistically significant ($p < .001$). The effect size of the dissociated movement, visual motor integration, and bilateral hand use as indicated by a "medium effect size," was also statistically significant ($p < .05$).

Conclusion : Constraint-Induced Movement Therapy is more effective than conventional therapy for improving the upper-extremity function of children with cerebral palsy suffering from hemiplegia. This evidence can be used to improve the upper-extremity function of such children in a clinical setting.

Key words : Cerebral palsy, Constraint-induced movement therapy, Meta-analysis, Upper extremity function