

뇌졸중 환자의 상지기능 회복을 위한 중재에 대한 체계적 고찰

김환희*, 김경미**, 장문영**

*인제대학교 일반대학원 재활과학과

**인제대학교 의생명공학대학 작업치료학과

국문초록

목적 : 본 연구의 목적은 최근 3년간 뇌졸중 환자의 상지기능 회복을 위해 사용된 중재방법을 알아보고자 하였다. 또한 근거 자료들을 P(Patient), I(Intervention), C(Comparison), O(Outcome), 방법에 따라 제시하여 임상에서 적용할 수 있도록 제시하였다.

연구방법 : 2008년 1월부터 2011년 4월까지 외국학회지에 게재된 논문을 PubMed와 MEDLINE을 통하여 검색하였다. 주요 검색용어(key words)는 “(stroke OR CVA) AND (hand OR upper OR shoulder) AND intervention”을 사용하였다. 최종적으로 52개의 Randomized Controlled Trials(RCT) 논문을 대상으로 분석하였다. 근거를 제시하기 위한 방법으로 P.I.C.O. 방법을 사용하여 제시하였다.

결과 : 뇌졸중 환자의 상지기능 회복을 위해 사용된 중재방법은 20개이었으며, 총 56회 사용되었다. 그 중 강제유도운동치료가 12회(21.48%)로 가장 많았으며, 전기적 치료 10회(17.90%), 양측성상지훈련 7회(12.53%), 근력 운동 및 로봇치료 4회(7.16%), 가상현실 치료 3회(5.37%)이었다. 연구 분석 결과 뇌졸중 환자의 상지기능 향상에 강제유도운동치료가 전기적 치료보다 효과적인 것으로 나타났다.

결론 : 뇌졸중 환자의 상지기능 향상을 위한 중재방법의 종류와 빈도를 제시하였고, 가장 많이 사용되는 강제유도운동 치료 및 전기적 치료의 중재방법에 대한 근거 논문들을 P.I.C.O. 방법으로 제시하였다. 결과는 임상 치료사들이 대상자의 특성에 따라 치료방법 및 기간, 평가도구를 선택하는데 근거 자료로 사용할 수 있을 것이라 생각한다. 뇌졸중 환자의 상지기능 회복을 위해 새롭게 개발되어 임상에 소개되는 중재방법과 중재의 효과에 대한 연구를 분석하여, 근거를 제시한 것에 의의가 있다. 앞으로는 국내의 뇌졸중 재활에 대한 체계적인 연구도 이루어져야 할 것이다.

주제어 : 뇌졸중, 상지기능, 중재, 체계적 고찰

I. 서 론

뇌졸중이란 뇌의 혈액공급이 중단되거나 뇌 조직으로 출혈이 발생하여 주로 운동신경과 감각신경을 지배하는 뇌의 기능이 상실되는 뇌혈관 질환을 의미하며(Sharp & Brouwer, 1997), 순환기계통의 질환 사망률 1위로 보고되고 있다(통계청, 2008). 뇌졸중 환자의 85% 이상은 편

마비를 경험하며 그 중 69% 이상이 상지기능의 손상을 가진다(Luke, Dodd, & Brock, 2004; Wolf, Catlin, & Ellis, 2001).

상지기능의 손상은 일상생활활동을 수행하고, 사회에 복귀하는데 있어서 커다란 장벽을 제공한다. 또한 상지 마비의 회복은 하지에 비하여 좋지 못한데, 이것은 발병부위에 의한 것일 수도 있고, 상지가 하지에 비해 반복적인 운

동의 기회가 적어 뇌의 재조직을 촉진할 기회가 적기 때문일 수도 있다(박병규와 양진환, 2003; Shumway-Cook & Woollacott, 2007). Merians 등(2002)은 뇌졸중 후 편마비 환자의 효과적인 운동 기술 회복과 신경조직의 재구성을 위해서는 집중적인 훈련이 필수적이라 하였다. 이러한 관점에서 편마비 환자의 상지기능을 향상시키기 위한 치료적 전략으로 마비측 상지의 집중적인 사용을 권장하는 치료방법들이 다양하게 연구되고 있다.

뇌졸중 이후 편마비 환자의 상지기능을 향상시키기 위해 임상에서 많이 사용하고 있는 중재방법에는 신경생리학적 운동치료법, 기능적 전기자극을 이용한 치료법, 과제지향훈련과 저항운동, 강제유도운동치료법 등이 있다. 이러한 중재방법들은 환측 체간 및 사지의 기능회복을 목표로 주로 환측에 적용된다는 특징이 있으며, 다양한 재활세팅에서 치료효과를 입증하였다. 하지만 신경생리학적 운동치료법은 치료효과가 단기적이고, 치료비용과 시간이 많이 소모되며, 과도한 반사활동을 감소시키는 치료가 기능적인 수행증진과 관련된다는 근거가 부족하다(Carr & Shepherd, 1998). 기능적 전기자극 역시 치료 효과의 지속성에 의문이 있으며, 장애가 너무 경하거나 심한 환자에게는 유익하지 않은 것으로 밝혀졌다(Powell, Pandyan, Granat, Cameron, & Stott, 1999). 그리고 건측 상지 운동제한 치료법은 수의적 운동능력이 어느 정도 있는 환자에만 적용할 수 있으며(Whitall, McCombe Waller, Silver, & Macko, 2000), 깨어있는 시간의 약 90%동안 비환측 상지의 동작을 제한하는 팔걸이나 장갑을 착용해야 한다. 또한 매일 반복적인 훈련과 일상적 활동을 수행해야 하므로, 환자들은 심리적 좌절감이나 치료에 대한 거부감을 갖기 쉽다(Blanton & Wolf, 1999). 따라서 이러한 제한점을 극복할 수 있는 새로운 중재방법에 대한 연구의 필요성이 높아지고 있다.

최근에는 많은 분야에서 새로운 중재방법들이 연구되며, 그 중 로봇 보조 재활, 수정된 강제유도 치료, 양측성 움직임 훈련, 거울 치료, 가상현실 치료 등이 뇌졸중 환자의 상지기능 향상을 위해 사용되는 중재방법들로 제시되고 있다(Corbetta, Sirtori, Moja, & Gatti, 2010; Kung, Lin, & Ju, 2010; Mamdani et al., 2010; Senesac, Davis, & Richards, 2010; Yavuzer et al., 2008). 이러한 최근의 중재방법들은 뇌졸중 이후 편마비 환자의 상지기능 회복을 위하여 학습된 무사용을 피하고 마비된 상지의 사용을

증가시키는 것에 중요한 목적을 두고 있다(김중선과 권용현, 2005; Summers et al., 2007). 그러나 전체적으로 현재 임상에서 어떤 중재방법들이 가장 많이 연구되고 있는지 조사된 연구는 부족한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 뇌졸중 환자의 상지기능 회복을 위한 연구 중, 최근 3년간 외국 학회지에 실린 중재방법들에 대하여 알아보고, 중재방법의 종류, 빈도 및 효과를 제시하였다. 그리고 분석한 논문들을 P.I.C.O. 방법에 따라 근거를 제시하는 체계적인 방법으로 제시하였다. 본 연구의 결과는 국내에 외국의 최근 연구동향을 소개하며, 임상의 치료사들이 대상자의 특성에 따라 치료방법 및 기간, 평가도구를 선택하는데 근거를 제시할 수 있을 것이다.

II. 연구 방법

1. 검색 방법 및 분석 대상

2008년 1월부터 2011년 4월까지 학회지에 게재된 외국 논문을 PubMed와 MEDLINE을 통하여 검색하였다. 주요 검색용어(key words)는 “(stroke OR CVA) AND (hand OR upper OR shoulder) AND intervention”를 사용하였다. 각 전자 데이터베이스(database)에서 Randomized Controlled Trials(RCT), 영어로 쓰여진 논문, 사람을 대상으로 한 논문, 19세 이상의 성인을 대상으로 한 논문으로 제한하여 검색하였다. 검색 방법에 따라 조사한 결과 총 73개의 논문이 검색되었다. 1차적으로 초록을 사용하여 아래의 포함기준과 배제기준에 대한 분석을 하였다. 그 결과 21개의 논문이 제외되어 최종적으로 52개의 논문이 본 연구에 분석대상으로 사용되었다.

1) 포함기준

실험논문

대상자가 뇌졸중 환자인 것

상지기능 향상에 관한 중재방법이 제시된 것

2008년 1월부터 2011년 4월까지 학회지에 게재된 것
무료나 유료로 원문서비스를 받을 수 있는 것

2) 배제기준

대상자가 동물인 것
상지기능 향상에 관한 중재법이 없는 것
외과적 수술이나 약물, 의학적인 처치가 사용된 것
학위논문

2. 연구근거의 질적 수준

본 연구에 사용된 근거의 질적 수준을 평가하기 위해 근거를 기반으로 한 연구의 수준(hierarchy of levels of evidence for evidence-based practice)을 5단계로 분석하는 분류를 사용하였다. 이 분류기준은 Arbesman, Scheer와 Lieberman(2008)에 의해 개발된 것으로 연구의 질적 수준을 평가하기 위해 널리 사용되고 있다. 전체 52개의 연구는 근거수준 I에 포함되었으며, 무작위 임상 시험설계 방법을 사용하였다(표 1).

3. 중재방법의 종류

뇌졸중 환자의 상지기능 향상을 목표로 하는 중재방법에 대하여 빈도가 높은 것부터 종류별로 분류하였다. 중재방법의 사용횟수와 백분율을 제시하였으며, 빈도가 동일한 경우는 가, 나, 다 순서로 정리하였다.

4. 근거제시 방법

P.I.C.O. 방법을 사용하였다. P.I.C.O. 방법은 임상적인 질문에 대하여 찾은 근거들을 정리하는 방법으로, 대상자(Patient), 중재방법(Intervention), 대조법(Comparison), 결과(Outcome)의 틀로 제시된다. 근거가 되는 연구들을 제시할 때, P.I.C.O. 방법은 체계적이며, 명백하게 근거를 제시할 수 있다(Law & MacDermid, 2008).

본 연구에서는 뇌졸중 상지기능 향상을 위한 중재 방법 중 사용빈도가 높은 두 가지 중재방법에 대하여 P.I.C.O. 방법을 사용하여 근거를 제시하였다.

III. 연구 결과

1. 중재방법의 종류

연구에 사용된 중재방법 중 뇌졸중 환자의 상지기능을 회복시키기 위한 중재방법을 제시하였으며, 한 연구에서 두 가지가 사용된 경우도 포함하였다. 따라서 최근 3년간 가장 많이 연구되고 있는 방법을 조사한 결과, 연구에 사용된 52개의 연구를 통하여 20개의 중재방법이 56회 사용되었으며, 그 중 강제유도운동치료, 전기적 치료, 양측 성상지운동치료, 근력 운동과 거울치료 등이 주로 사용되고 있었다. 강제유도운동치료는 12회 사용되었으며, 고전적 강제유도운동치료와 수정된 강제유도운동치료를 포함

표 1. 연구의 질적 수준 분류기준 및 분포

근거 수준	정의	빈도(%)
I	체계적 고찰(systematic reviews)	52(100)
	메타분석(meta-analyses)	
	무작위 임상시험설계(randomized controlled trials)	
II	두 집단 비무작위 연구(two groups nonrandomized studies)	0(00.0)
III	단일 집단 비무작위 연구(one group nonrandomized studies)	0(00.0)
IV	개별실험연구(single-subject designs)	0(00.0)
	설문조사(surveys)	
V	사례연구(case reports)	0(00.0)
	기술적 고찰(narrative literature reviews)	
	질적 연구(qualitative research)	

한다. 전기적 치료는 10회 사용되었으며, 기능적 전기 자극치료, 근전도 유발전기 자극과 경두개 전기 자극을 포함한다(표 2).

2. 중재방법에 대한 근거

1) 강제유도운동치료

연구대상자는 급성기 환자보다는 아급성기와 만성기 환자가 많았다. Wolf 등(2010)의 연구에서는 초기그룹(발병 후 3~9개월)과 늦은 그룹(발병 후 15~21개월)을 대상으로 강제유도운동치료를 중재했을 때, 두 그룹 모두 상지기능이 유의하게 향상되었지만, 점수는 초기그룹이 더 크게 증가하였다.

중재방법에서 건측의 장갑(mitt) 착용기간은 12개 연구 중 2주가 8개(66.7%)로 가장 많았고, 그 다음은 3주 3

개(25%), 10주 1개(8.3%)이었다. 착용시간은 하루에 깨어있는 시간의 90% 또는 5시간이나 6시간이 비슷하게 적용되었다.

중재 효과를 평가하기 위해 사용된 도구는 Motor Activity Log(MAL)이 8회로 가장 많았으며, Fugl-Meyer Assessment(FMA)가 5회, Stroke Impact Scale(SIS)가 5회, Wolf Motor Function Test(WMFT)가 5회로 동일하게 사용되었으며, 다음으로는 Action Research Arm Test(ARAT)가 4회, Functional Independence Measure(FIM)이 4회, 그 외 여러 가지 평가도구들이 사용되었다.

연구결과는 강제유도운동치료를 사용한 모든 연구에서 상지기능이 증진되어 효과적이라는 결과를 가졌다. 그러나 12개의 연구 중 7개(58.3%)의 연구에서는 강제유도운동치료 그룹의 상지기능이 통계학적으로 유의하게 증가하

표 2. 중재방법의 종류 및 빈도

중재방법	사용횟수(회)	백분율(%)
강제유도운동치료	12	21.48
전기적 치료	10	17.90
양측성상지훈련	7	12.53
근력 운동	4	7.16
로봇 치료	4	7.16
가상현실 치료	3	5.37
과제운동	2	3.58
전화를 이용한 재활	2	3.58
고유수용성신경근촉진법	1	1.79
마사지	1	1.79
말초신경자극법	1	1.79
반복적인 경두개자극자극법	1	1.79
반복적인 팔운동	1	1.79
보조기	1	1.79
보호자 교육	1	1.79
운동학습	1	1.79
유산소 운동	1	1.79
일반적인 물리치료	1	1.79
침 치료	1	1.79
활동을 기초로 한 치료	1	1.79
합계	56	100

표 3. 강제유도운동치료의 연구 분석

환자 (Patient)			결과 (Outcome)			
근거	실험군/ 대조군	유병기간	중재 (Intervention)	대조 (Comparison)	평가도구 (Assessment)	결과 (Result)
Hayner, Gibson, & Giles, 2010	6/6	6개월	강제유도운동치료	양측을 사용하는 과제	WMFT,	두 그룹에서 WMFT,
	이상		건측 상지에 mitt를 착용하고, 환측은 기능적인 움직임을 한다. (6시간, 10일)	(6시간, 10일)	COPM	COPM의 점수가 유의하게 증가하였다.
Lin et al., 2010	5/8	3개월	강제유도운동치료	일반적인 재활	FMA,	CIMT 그룹에서 FMA와,
	이상		환측으로는 기능적인 과제활동 훈련 (킴들어 올리기, 동전 쌓기, 머리빔기, 글씨쓰기)을 2시간, 5일, 연속3주	(NDT) (2시간, 5일, 연속3주)	MAL, fMRI	MAL이 유의하게 증가 되었고, fMRI 결과 CIMT 그룹에서 반대쪽 대뇌의 명백한 활성화가 나타남.
Wolf et al., 2010	106/86	초기 그룹: 3~9개월	강제유도운동치료	<늦은 그룹>	WMFT,	두 그룹에서 유의하게 향
		늦은 그룹: 15~21개월	건측: 깨어있는 시간의 90%, 2주, mitt 착용 환측: 6시간, 2주동안 행동 따라하기와 반복적인 과제 훈련	강제유도운동치료 (방법은 동일)	MAL, SIS	상되었다. 점수는 초기그룹이 늦은 그룹보다 더 크게 증가함.
Dromerick et al., 2009	19/19/17	1개월	낮은 강제유도운동치료 (19명)	전통적인 작업치료	ARAT,	실험군과 대조군 모두
	미만		(하루에 2시간 치료, 깨어있는 시간 중 6시간 mitt 착용) 높은 강제유도운동치료 (19명) (하루에 3시간 치료, 깨어있는 시간 중 90% mitt 착용)	(17명) (ADL의 보상적 기법, ROM 운동, 근력운동) (2시간, 5일, 2주) 두 그룹 모두 5일, 2주	FIM, SIS	기능증진이 있었고, ARAT 의 총점과 SIS는 유의한 차 이가 나타났다. 하지만 그 룹간 우월한 것을 판별할 수 없고, 높은 CIMT 그룹 은 오히려 점수가 낮았다.
Lin, Wu, Liu, Chen, & Hsu, 2009	16/16	6~40개월	강제유도운동치료	전통적인 중재	FMA, FIM,	모든 평가에서 실험군이
			(환측의 집중적인 운동은 2시간, 5일 3주, 건측의 mitt 착용은 5시간 5일, 3주)		MAL, NEA, DLS, SIS	대조군보다 유의하게 향상 되었다.
Massie, Malcolm, Greene, & Thaut, 2009	10	9개월	강제유도운동치료	동작분석기,		동작분석 결과 움직임 시
	이상		5일, 2주 하루에 6시간 환측으로 기능적인 활동, 건측에는 깨어있는 시간 중 90% mitt 착용	WMFT, MAL		간, 평균 속도, 궤도의 안정 성 모두 유의하게 증가하 였다. WMFT, MAL의 기 능인 점수도 유의하게 증가하였다.

Page et al., 2009	5/5	12개월 이상	수정된강제유도운동치료+정신훈련 (환측의 운동(ADL)은 30분, 주3일, 10주, 건측의 mitt 착용은 5시간, 주5일, 10주) (수정된강제유도운동치료가 끝난 직후 30분간 오디오테이프를 듣고 이미지화하기)	수정된강제유도운동치료 (환측의 운동(ADL)은 30 FMA 분, 주3일, 10주, 건측의 mitt 착용은 5시간, 주5일, 10주)	ARAT, FMA의 점수가 유의하게 증가하였다.
Dahl et al., 2008	18/12	1개월 이상	강제유도운동치료 (환측은 6시간, 10일동안 운동, 건측의 mitt 착용은 깨어있는 시간의 90%)	전통적인 재활치료 (물리치료, 작업치료)	WMFT, MAL, FIM, SIS WMFT(수행시간, 기능적 능력)에서 명백히 증가하였다. MAL, FIM, SIS에서 는 유의한 차이가 없었다.
Myint et al., 2008	23/20	2~16주	강제유도운동치료 (환측은 4시간, 10일 동안 운동, 건측의 mitt 착용은 깨어있는 시간의 90%)	전통적인 재활치료 (4시간, 10일 동안 NDT를 기반으로 한 물리치료, 작업 치료)	functional test functional test for hemiparetic upper extremity, aretic upper extremity, MAL, ARAT, MBI, MAL, ARAT에서 명백하게 증가하였다.
Page, Levine, Leonard, Szafarski, & Kissela, 2008	13/12/10	12개월 이상	수정된강제유도운동치료(13명) (환측은 활동(글쓰기, 포크사용)을 30분, 주 3일, 10주 동안, 건측의 mitt 착용은 5시간, 주 5일, 10주 동안) 그 중 25명은 PNF, 5명은 어깨 스트레칭이나 보상적인 전락 훈련)	아무 치료도 없음(10명)	두 실험군이 대조군보다 ARAT, FMA에서 명백하게 증가하였다, MAL에서는 수정된강제유도운동치료 그룹에서만 향상이 나타났다.
Sawaki et al., 2008	15/15	3~9개월	강제유도운동치료 (건측: 깨어있는 시간의 90%, 2주, mitt 착용 환측: 2주동안 기능적인 훈련과 편측으로 할 수 있는 기술 습득, 과제 훈련은 잡고, 조작 하고, 물건을 놓고, 일상적인 생활훈련)	치료없음, 실험군과 같은 식이요법	TMS, WMFT 실험군과 대조군 모두 2주 후에 손 운동 기능이 향상되었다. 실험군은 아령이 명백하게 향상되었고, TMS 운동 지도 영역이 대조군보다 향상되었다.

ARAT: Action Research Arm Test, COPM: Canadian Occupational Performance Measure, FIM: Functional Independence Measure, FMA: Fugl-Meyer Assessment,

fMRI: functional Magnetic Resonance Imaging, MAL: Motor Activity Log, SIS: Stroke Impact Scale, WMFT: Wolf Motor Function Test

였고, 2개(16.7%)의 연구에서는 상지기능이 증가하였지만, 통계적으로 유의하지 못하였다. 그리고 3개의 연구에서는 평가도구에 따라서 통계적으로 유의한 것도 있고, 아닌 것도 있었다. Dromerick 등(2009)의 연구에서는 실험군을 2개로 나누어 낮은 강도의 강제유도치료(환측은 하루 2시간 치료, 건측은 6시간 제한)와 높은 강도의 강제유도치료(환측은 하루 3시간 치료, 건측은 깨어있는 시간의 90% 제한)를 중재하였다. 그 결과 두 그룹 모두 상지기능은 좋아졌지만, 그룹 간 우월성을 판별할 수는 없었고, 평가점수로 높은 강도의 강제유도치료가 낮은 강도의 강제유도치료보다 오히려 낮은 점수를 받았다. 그리고 Page, Levine과 Khoury(2009)의 연구에서는 실험군은 수정된 강제유도운동치료와 정신훈련을 중재하였고, 대조군은 수정된 강제유도운동치료만 중재하였다. 평가 결과 실험군이 대조군보다 상지기능이 통계적으로 유의하게 증가하였다. 또한 실험군으로 강제유도운동치료와 양측성상지훈련을 비교한 연구(Lin, Chang, Wu, & Chen, 2009)에서는 두 그룹 모두 FMA(총점)에서 대조군보다 점수가 유의하게 증가하였지만, 평가도구 MAL, FIM(보행), SIS에서는 강제유도운동치료 그룹의 기능향상이 더 크게 나타났고, FMA(근위)에서는 양측성상지훈련그룹의 기능향상이 더 크게 나타났다(표 3).

(2)전기적 치료

10개의 연구 중 대상자의 유병기간은 급성기와 만성기 환자에 대한 연구의 비율이 비슷하였으며, 30개월 이상인 환자를 대상으로 한 연구도 있었다.

중재방법으로 기능적 전기 자극(Functional Electrical Stimulation; FES)을 사용한 연구는 4개(40%), 근전도-유발 전기자극(Electromyography-triggered electrical stimulation; EMG-stim)은 3개(30%), 경두개 직류전기 자극(transcranial Direct Current Stimulation; tDCS)은 2개(20%), 고전압 맥동 전류자극(High Voltage Pulsed Galvanic Stimulation; HVPGS)은 1개(10%)의 연구에서 사용되었다. 기능적 전기 자극을 사용한 연구는 중재방법 및 기간이 적용에 차이가 있었으며, 평균적으로 1회에 30분, 일 2회, 주 5회, 10주 정도 적용하였으며, 손목과 손가락의 굴근과 신근에 패드를 부착하여 적용하였다. 그리고 4개의 연구 모두 기능적 전기 자극과 함께 기본적인 재활 치료를 병행하여 중재하였다.

근전도-유발 전기자극에 관한 3개의 연구 중 2개의 연구의 저자가 동일한 사람이라서 동일한 방법(상완삼두근에 전극을 부착하여 1회 60분, 일 1회, 주 3회, 4주 중재)을 사용하였고, 나머지 1개의 연구에서는 실험군은 순환적인 전기 자극, 대조군은 근전도-유발 전기자극을 중재 방법으로 사용하였다. 경두개 직류전기 자극을 사용한 2개의 연구 중 하나의 연구는 일반적인 재활을 병행하였으며, 전기자극을 30분 동안 제공하였고, 다른 하나의 연구는 말초신경자극과 동시에 제공하였으며, 실제 자극과 위상 자극으로 나누어 회기별로 결과를 측정하였다. 고전압 맥동 전류자극은 견갑상근, 삼각근의 중간, 뒤쪽 부분에 1회 10분, 일 2회, 평균 12일 정도 중재하였고, 다른 연구와는 달리, 아탈구를 감소시켜 상지기능의 증진을 유도한 연구이었다.

평가도구는 모든 연구가 대부분 다른 도구를 사용하였고, 기능적 전기 자극을 사용한 중재방법에서는 Box & Block Test(BBT), Jebson-Taylor hand function test(J-T), Chedoke McMaster Stroke Assessment(CMSA)를 2개의 연구에서 공동으로 사용하였다.

연구결과 모든 연구에서 상지기능의 증진을 보고하였다. 그러나 10개의 연구 중 통계적으로 유의하게 기능이 증가한 연구는 6개(60%), 상지 기능은 증가하였으나 통계적으로 유의하지 못한 연구는 1개(10%), 평가도구에 따라서 유의성이 다른 것은 2개(20%)가 있었다. 그리고 1개의 연구에서는 X-ray 결과 실험군에서는 아탈구가 나타나지 않았으나, 대조군에서는 37.5%에서 아탈구가 발생하였으며, Motor Assessment Scale(MAS) 평가 결과 유의한 차이는 없었다고 하였다(Fil, Armutlu, Atay, Kerimoglu, & Eilbol, 2011). Barker, Brauer와 Carson(2009)의 연구에서는 근전도 유발전위와 SMART Arm 훈련을 동시에 제공한 실험군 I 과 근전도 유발전위만 사용한 실험군 II와 치료가 없는 대조군을 비교하였는데, 두 실험군이 대조군보다 통계적으로 유의한 차이를 보였지만, 두 실험군 사이에서의 차이는 나타나지 않았다(표 4).

표 4. 전기적 자극치료의 연구 분석

근거	환자(Patient)		중재(Intervention)	비교 (Comparison)	평가도구 (Assessment)	결과(Outcome)
	실험군/ 대조군	유 병기간				
Fil et al., 2011	24/24	16일 이하	전기적 자극+Bobath 치료 GV 350-Galvanic Stimulator전감상근, 삼각근	Bobath 치료	X-ray, MAS	X-ray 결과 실험군은 아탈압았고, 대조군은 37.5% 나타났다. MAS는 유의한 차이가 없었다.
			의 중간, 뒤쪽 부분 에 고전압 맥동 전류			
			경두개 직류 전기 자극(tDCS, 30분)+일반적인 PT, OT (60분)			
			Phoresor® II autostimulator (IOMED, Salt Lake City, UT)			
Lindenberg, Re ga, Zhu, Nair, & Schlaug, 2010	10/10	5개월 이상	실제 자극은 1.5 mA의 직류전기를 30분 분동안 2개의 전극(양극은 동측 운동피질, 음극은 반대쪽 운동피질)에 제공.	위상 경두개 직류 전기 직류 전기 자극(DCS)+일반적 전기 자극(tDCS)+일반적 인 PT, OT위상 자극은 같 은 위치에, 1.5 mA까지 올 랐다가 30초 동안 천천히 낮추어 초기 의 따끔거리는 느낌만 일련	FMA, WMFT, fMRI	실험군이 대조군보다 FMA,WMFT에 서 유의한 증가를 하였다. 실험군은 중재 후 동측 운동피질의 강 한 활성화가 나타났다지만, 대조군은 유 의한 변화가 없었다.
			기능적 전기자극(FES)+과제지향적 훈련	과제지향적 훈련	BBT,	잔여손상=100-(원측/전측×100)
			H-200TMM (Bioness, Inc., Valencia, California).	10주	Jebson-Taylor, mFMA	실험군이 대조군보다 잔여손상 정도 가 유의하게 적었다.
			30분, 하루에 2번, 주 5회, 10주, 손목이나 손가락의 골근과 신근에 패드를 부착 과제 지향적 훈련은 개인의 기능별로 주어지며, 잠기, 물건 옮기기, ADL을 위한 상지사용 하기 등이 있음.			
Barker et al., 2009	10/13/10	6개월 이상	전기자극+훈련(1시간, 10명)	치료 없음(10명)	EMG	두 실험군은 대조군보다 통계학적으로 향상된 기능을 나타냈다. 하지만 두 실험군 사이의 차이는 없었다.
			팔꿈치에 EMG-stim (3곳: 상완삼두근 외 측두와 시작부분, 전완, 1초 자극이 들어가고, 5~10초 200ms pulse, 50 Hz유지, 1초 자극이 나오고, 10~20초 휴식), SMART Arm		(상완이두근, 상완삼두근의 최대등척성 수축력, 최대 뻗힘 거리)	

훈련(1시간, 13명) SMART Arm

두 그룹 모두 4주

Celnik, Pail, Vandermeeren, Dimyan, & Cohen, 2009	9 31~87 개월	1회기: 친숙함(3분 동안 4개의 손가락이 키보드를 한번씩 두드림) 2회기: 말초신경자극(PNS)+경두개자극류 자극(tDCS) 3회기: PNS + 위상 tDCS 4회기: 위상 PNS + tDCS 5회기: 위상 PNS + 위상 tDCS PNS: 손목에서 정중신경과 척골신경에 2개의 전극을 사용해서 2시간 동안 1 Hz를 적용 tDCS: 양극은 동측 M1, 음극은 반대쪽 안와위 에 20분 동안 1 mA를 적용 위상 PNS: 동일한 방법으로 마비측 다리의 비골 신경에 2시간동 안 적용, 위상 tDCS: 양극을 동측 M1에 1분 동 안 적용한 후, 천천히 속도를 늦추어 19분 동안 0을 적용 과제: 4개의 손가락(2th, 3th, 4th, 5th)으로 5 개의 key를 3분 동안 정해진 순서대로 빠르게 정확하게 치는 것	치료 없음(10명)	EMG (상완이두근, Computed key press, 질문지(집중, 피로, 손의 피 로, 주관적인 연속성 어려움)	두 실험군은 대조군보다 통계학적으로 향상된 기능을 나타냈다. 하지만 두 실험 2회기에서 key 누르는 수가 가장 많이 증가하였다. 질문지에서 유의한 차이는 없었다.
Mangold, Schuster, Keller, Zimmermann -Schlatter, & Ertlin, 2009	12/11 2주~18주	기능적 전기자극(FES) 훈련과 전통적인 훈련 (FES는 1회 45분, 주 3회, 삼각근(전부), 상완 상두근, 수지 신근과 수지 굴근에 부착, 25Hz.) (전통적인 작업치로는 상지기능의 훈련시키는 것으로, 어깨, 팔, 손의 안정화와 선택적 움직임, 잡기 연습, ADL, 감각 재훈련) 1회 45분, 주 3회, 4주, 총 12회	전통적인 훈련 1회 45분, 주 3 회, 4주, 총 12회	EBI, CMSA, MAS [*]	실험군과 대조군에서 EBI, CMSA(팔) 가 유의하게 향상되었다, CMSA(손) 은 실험군에서 유의하게 향상되었다.
Alon, Levitt, & McCarthy, 2008	13/13 8~40일	기능적 전기자극(FES) + 운동 H-200 (Bioness, Inc.), 손가락과 엄지의	운동30분, 일 2회,	mFMA, BBT, J-T	실험군이 대조군보다 mFMA에서 명백 하게 향상되었고, BBT는 향상되었지

굴근과 신근 부위에 부착, 4회기(2회기는 운동만, 2회기는 FES만)를 반복 30분, 일 2회, 주 3회, 12주		주 3회, 12주	만 통계적으로 유의하지 않았다. J-T에서는 두 그룹간 차이가 없었다.
Barker, Brauer, & Carson, 2008	13/14/11 6개월 이상	전기자극+훈련(13명) 팔꿈치에 EMG-stim (AM800, 3곳: 상완삼두근외측두와 시작부분, 전완, 1초 자극이 들어 가 5~10초 200ms pulse, 50 Hz 유지, 1초 자극이 나오고, 10~20초 휴식), SMART Arm 훈련(14명) SMART Arm 두 그룹 모두 1회 60분, 주 3회, 4주	치료 없음 (11명) MAS, impairment 측정: 상완삼두근 근력, 뱀기 힘, MAS*
de Kroon & IJzerman, 2008	10/11 6개월 이상	Cyclic electrical stimulation (AM800 (Dannmeter a/s, Odense, Denmark)) 손가락과 손목의 신근에 부착, 대상자의 활동적인 움직임 없이 전기적 자극만 적용 1회 30분, 6주	EMG-triggered electrical stimulation (AM800) 손가락과 손목의 신근에 부착, 역치까지 자극을 일으키면 움직임을 수행할 수 있음 1회 30분, 6주
Thrasher, Živanović, & Popović, 2008	① 10/11 ① 급성기 ② 7 (5개월 이상)	① 기능적 전기자극 (FES) + 전통적인 OT, PT (각각 하루 1회 45분, 주 5회, 12~16주) FES: 300 microseconds, 40 Hz, 10 to 50 mA, 근위부와 원위부 근육에 부착, 팔뚝기와 잡기 과제 수행 ② 기능적 전기자극 (FES) (하루 1회 45분, 주 3회, 12~16주)	RELHFT, FIM, BI, FMA, CMSA ① 실험군이 대조군보다 모든 평가에서 유의하게 증가함 ② 증례후가 증례전보다 대부분의 영역에서 향상되었지만, 통계적으로 유의하지 않았다.

BBT: Box & Block Test, BI: Barthel Index, CMSA: Chedoke McMaster Stroke Assessment, EBI: Extended Barthel Index, EMG: electromyography, FIM: Functional Independence Measure, FMA: Fugl-Meyer Assessment, fMRI: functional Magnetic Resonance Imaging, J-T: Jebson-Taylor hand function test (크고 가벼운 강통 옮기기), MAS: Motor Assessment Scale, MAS*: Modified Ashworth Scale, mFMA: modified Fugl-Meyer Assessment, MI: Motricity Index, RELHFT: Rehabilitation Engineering Laboratory Hand Function Test, SMART Arm: Sensorimotor Active Rehabilitation Training Arm, WMFT: Wolf Motor Function Test

IV. 고 찰

상지는 일상생활활동을 수행하고, 사회에 복귀하는데 있어서 중요한 역할을 하므로 손상된 기능을 회복하기 위하여 다양한 치료방법들이 연구되고 있다. 뇌손상 환자의 운동기능 회복을 위한 중재방법으로 19세기 중반부터 전통적 감각운동 방법 (traditional sensorimotor approaches)이 발달되었다(Gentile & Iyer, 2001). 그 후 운동치료, 전기를 이용한 치료, 일상생활훈련, 과제지향훈련 등 다양한 방법의 중재법들이 나타났으며, 본 연구를 통하여 최근 3년간 뇌졸중 환자의 상지기능을 향상시키기 위해 가장 많이 사용되는 중재방법은 강제유도운동치료와 전기적 치료인 것을 알 수 있었다.

강제유도운동치료는 12개의 연구에서 모두 상지 기능의 향상을 보고하였으나, 그 중 7개(58%)에서 통계적으로 유의하게 상지기능 향상에 효과적이었다. 강제유도운동치료의 효과를 측정하기 위해 사용된 평가도구는 Motor Activity Log(MAL)이 8회로 가장 많이 사용되었으며, 연구 간의 비교가 가능하였다. 그러나 전기적 치료의 효과를 측정하기 위한 평가도구는 연구마다 대부분 다른 도구를 사용하여 그 결과를 비교하기는 어려운 점이 있다.

강제유도운동치료(Constraint-Induced Movement Therapy; CIMT)는 편측의 운동수행을 향상시키기 위한 방법으로 Taub에 의해 개발된 행동적 신경과학 연구에 기초한 치료방법이다(Taub, Uswatte, Mark, & Morris, 2006). 강제유도운동치료는 건측을 2주 동안 깨어 있는 시간의 90%동안 사용하지 못하도록 제한하고, 동시에 환측의 강도 높은 연습과 과제 반복을 통해 손상 상지의 사용을 유도하는 재활프로그램이다(Taub, Uswatte, & Pidikiti, 1999). 강제유도운동치료의 긍정적 효과에도 불구하고 환자의 훈련일정에 대한 부담감, 심리적 스트레스, 환자의 안전상의 문제가 지적되면서 Page, Sisto, Levine, Johnston과 Hughes(2001)는 이러한 문제점을 보완한 변형된 강제유도운동치료(modified Constraint-Induced Movement Therapy)를 실시하기도 하였다. Page 등(2001)에 의한 변형된 강제유도운동치료에서는 10주 동안 하루 30분씩 주 3회 물리치료와 작업치료를 실시하며 건측은 대상자가 하루 일과 중 가장 활동적인 5시간만을 제한하도록 하였다. 이러한 변형된 강제유도운동치료는 치료 전, 후의 효과 변화와 다른 치료와의 효과 비교를 통

해 효율성이 증명되었다(Page, Sisto, Johnson, Levine, & Hughes, 2002; Page et al., 2001; Page, Sisto, Levine, & McGrath, 2004). 본 연구에서 사용된 근거연구 12개(100%) 중에서 강제유도운동치료를 사용한 연구는 5개(42%), 변형된 강제유도운동치료를 사용한 연구는 6개(50%)였고, 1개(8%)의 연구는 두 가지 치료법을 모두 사용하였다.

전기적 치료에는 여러 가지 방법들이 있다. 분석된 연구에서 사용된 전기적 치료 방법 10개(100%) 중 기능적 전기 자극(Functional Electrical Stimulation; FES)이 4개(40%), 경두개 직류전기 자극(transcranial Direct Current Stimulation; tDCS)이 2개(20%), 근전도-유발 전기자극(Electromyography-triggered electrical stimulation; EMG-stim)이 3개(30%), 고전압 맥동 전류 자극(High Voltage Pulsed Galvanic Stimulation; HVPGS)이 1개(10%) 사용되었다. 연구분석 결과 10개(100%)의 연구에서 상지기능의 증진을 보고하였으나 그 중 6개(60%)의 연구에서 통계적으로 유의하게 상지기능에 효과적인 것으로 나타났다.

전기자극기가 연결된 표면전극을 이용하여 마비된 상지의 신경-근육을 자극하여 움직임을 이끌어내는 기능적 전기 자극은 크게 원심성 기능적 전기 자극(efferent functional electrical stimulation)과 구심성 기능적 전기 자극(afferent functional electrical stimulation)으로 구분한다. 원심성 기능적 전기 자극은 운동신경을 직접 자극하여 근육의 수축을 일으킴으로써 원하는 목적을 달성하는 치료법이고, 구심성 기능적 전기자극은 수축을 촉진하려고 하는 근육에 연결되어 있는 감각수용기나 감각신경을 자극하여 간접적으로 근육의 생리적 활성을 높이려는 기능적 전기 자극법이다(문상현, 2010).

최근에는 비침습적으로 대뇌피질을 자극하여 손 기능의 호전을 유도하는 연구들이 이루어지고 있는데 이러한 손 기능의 호전은 손상된 피질척수로(corticospinal tract)와 피질 연수로(corticobulbar tract)의 강화와 연관이 있을 것으로 알려져 있다(Fraser et al., 2002). 비침습적 대뇌피질 자극법으로는 반복 경두개 자기자극(repetitive Transcranial Magnetic Stimulation; rTMS)과 경두개 직류전류 자극(transcranial Direct Current Stimulation; tDCS)이 대표적이다(Lindenberg et al., 2010). 반복 경두개 자기자극에서 양극자극은 대뇌피질

의 활성도를 증가시키고, 음극자극은 대뇌피질의 흥분성을 억제시킨다. 경두개 직류전류 자극은 대뇌피질의 흥분성을 증가시키는 양극과 대뇌피질의 흥분성을 감소시키는 음극, 두 개의 전극을 두피에 직접 부착하여 대뇌피질에 자극을 주어 신경원 안정막의 전위를 조절하여 방전율을 변경시키고, NMDA(N-methyl D-aspartate) 수용기의 활성화 변화를 일으켜 대뇌피질에서의 활성도를 증가시킨다(Cerruti & Schlaug, 2009; Liebetanz, Nitsche, Tergau, & Paulus, 2002). 또한 경두개 자기자극이나 경두개 직류전기 자극은 운동 기술과 운동학습을 향상시키는데 효과적인 방법이며, 경두개 직류전기 자극과 말초적 자극을 동시에 하면 중재에 대한 효과를 높일 수 있다(Celnik et al., 2009; Hesse et al., 2007).

근전도-유발 전기자극(Electromyography-triggered electrical stimulation; EMG-stim) 치료는 새로운 전기자극 치료의 한 형태로, 단순 반복적인 주기적 전기자극 치료와는 달리 환자의 능동적 의지가 개입되는 전기자극 치료로서, 근전도-생체 되먹임과 전기자극이 결합된 형태이다(Bolton, Cauraugh, & Hanusenblas, 2004). 즉, 대상 근육의 수의적 근수축 신호가 미리 설정된 역치를 초과할 때, 기계로부터 전기자극이 시작되어 좀 더 강한 근 수축과 관절 운동범위의 증가를 유발하게 된다(Cauraugh, Light, Kim, Thigpen, & Behrman, 2000).

선행 연구들은 뇌졸중 환자의 상지기능 회복에 관한 한 두 개 정도의 중재방법에 대하여 체계적 고찰을 하였고(Hayward, Barker, & Brauer, 2010; Nilsen, Gillen, & Gordon, 2010), 본 연구와 같이 어느 연구가 가장 빈번하게 사용되었는지 알 수 있는 논문은 부족하였다. Corbetta 등(2010)의 연구에서는 2009년 1월부터 2010년 4월까지 강제유도운동치료를 중재로 한 18개의 논문을 분석하였는데, 대상자가 급성기보다 아급성기와 만성기가 더 많았으며, 강제유도운동치료가 10개, 수정된 강제유도운동치료가 6개였으며, 대부분의 연구에서 긍정적인 치료효과가 나타났다. 그리고 수정된 강제유도운동치료를 체계적으로 고찰한 Shi, Tian, Yang과 Zhao(2011)의 연구에서도 13개의 연구 중 대상자가 급성기보다 아급성기와 만성기가 더 많았으며, 중재가 2~3주는 7개, 10주는 6개로 비슷하였으며, 대부분의 연구에서 긍정적인 치료효과가 나타났다. 그러나 뇌졸중 환자의 상지기능을 향상시키기 위한 전기적 치료의 체계적 고찰은 연구가 부족한 실정이었

다. 또한, Spooren, Janssen-Potten, Kerckhofs와 Seelen(2009)의 연구에서도 P.I.C.O. 방법을 이용하여 경수레벨의 척수손상환자의 상지운동프로그램의 결과를 체계적으로 정리하였는데, 표에서는 대조법(comparison)을 생략하여 제시하였다.

본 연구는 뇌졸중 환자의 상지기능 향상을 위한 선진국에서의 최근 경향을 근거로 제시하기 위한 것으로 최근 3년간의 뇌졸중 환자의 상지기능 회복을 위한 중재에 대하여 체계적 고찰 방법을 사용하였다. 강제유도운동치료와 전기적 자극치료가 가장 많이 사용되는 중재 방법으로 제시되었으며, 각 중재 방법에 대한 근거를 제시하기 위하여 P.I.C.O. 방법을 사용하였다. 그러나 가장 빈도가 많은 2가지 중재 이외의 중재에 대한 연구들은 자세하게 고찰하지 못한 제한점을 가진다. 앞으로의 연구에서는 다른 중재들에 대한 체계적 연구가 필요할 것이다. 그리고 본 연구는 국외의 논문들을 대상으로 하였는데, 국내의 뇌졸중 재활 중재에 대한 체계적 고찰이 필요하며, 국내에서 가장 많이 사용되고 있는 중재에 대한 연구들에 대한 체계적 고찰이 필요하리라 생각된다.

V. 결 론

본 연구는 뇌졸중 환자의 상지기능 향상을 위하여 최근에 선진국에서는 어떤 중재방법들이 사용되고 있는지 알아보기 위해서 체계적 고찰을 하였다. 본 연구의 목적에 포함되는 52개의 무작위 임상실험설계 연구 중 강제유도운동치료가 12회(21.48%)로 가장 많이 사용되었으며, 그 다음으로 전기적 치료가 10회(17.90%)로 많이 사용되었다. 두 개의 중재방법에 대하여 근거가 되는 논문들을 P.I.C.O. 방법으로 제시하여, 임상 치료사들이 대상자의 특성에 따라 치료방법 및 기간, 평가도구를 선택하는데 있어 근거로 사용할 수 있으리라 생각한다.

뇌졸중 환자의 상지기능 회복을 위해 새롭게 개발되어 임상에 소개되는 중재방법과 중재의 효과에 대한 연구를 분석하여, 근거를 제시한 것에 의의가 있다. 앞으로는 국내의 뇌졸중 중재에 대한 체계적인 연구도 이루어져야 할 것이다.

참 고 문 헌

- 김중선, 권용현. (2005). 가상현실 프로그램이 만성 뇌졸중 환자의 상지기능 회복과 뇌재조직화에 미치는 사례보고. *특수교육재활과학연구*, 44(1), 87-106.
- 문상현. (2010). 건갑골 내전근에 대한 기능적 전기자극과 고유수용성신경근촉진법이 뇌졸중 환자의 건갑골 움직임과 상지기능 및 보행에 미치는 영향. 석사학위논문, 용인대학교, 용인.
- 박병규, 양진환. (2003). 뇌졸중 환자의 상지 운동기능 회복양상. *대한뇌졸중학회지*, 5(1), 89-95.
- 통계청. (2008). 사망원인통계연보. 서울: 통계청.
- Alon, G. (2009). Defining and measuring residual deficits of the upper extremity following stroke: A new perspective. *Topics in Stroke Rehabilitation*, 16(3), 167-176.
- Alon, G., Levitt, A. F., & McCarthy, P. A. (2008). Functional Electrical Stimulation(FES) may modify the poor prognosis of stroke survivors with severe motor loss of the upper extremity. *American Journal of Physical Medicine and Rehabilitation*, 87(8), 627-636.
- Arbesman, M., Scheer, J., & Lieberman, D. (2008). Using AOTA's Critically Appraised Topic(CAT) and Critically Appraised Paper(CAP) series to link evidence to practice. *OT Practice*, 13(5), 18-22.
- Barker, R. N., Brauer, S., & Carson, R. (2009). Training-induced changes in the pattern of triceps to biceps activation during reaching tasks after chronic and severe stroke. *Experimental Brain Research*, 196(4), 483-496.
- Barker, R. N., Brauer, S. G., & Carson, R. G. (2008). Training of reaching in stroke survivors with severe and chronic upper limb paresis using a novel nonrobotic device: A randomized clinical trial. *Stroke*, 39(6), 1800-1807.
- Blanton, S., & Wolf, S. L. (1999). An application of upper extremity Constraint-Induced Movement Therapy in a patient with subacute stroke. *Physical Therapy*, 79(9), 847-853.
- Bolton, D. A., Cauraugh, J. H., & Hanusenblas, H. A. (2004). Electromyogram-triggered neuromuscular stimulation and stroke motor recovery of arm/hand functions: A meta-analysis. *Journal of Neurological Sciences*, 22(3), 121-127.
- Carr, J., & Shepherd, R. (1998). *Neurological rehabilitation: Optimizing motor performance*. Oxford: Butterworth Heinemann.
- Cauraugh, J., Light, K., Kim, S., Thigpen, M., & Behrman, A. (2000). Chronic motor dysfunction after stroke: Recovering wrist and finger extension by electromyography-triggered neuromuscular stimulation. *Stroke*, 31(6), 1360-1364.
- Celnik, P., Paik, N. J., Vandermeeren, Y., Dimyan, M., & Cohen, L. G. (2009). Effects of combined peripheral nerve stimulation and brain polarization on performance of a motor sequence task after chronic stroke. *Stroke*, 40(5), 1764-1771.
- Cerruti, C., & Schlaug, G. (2009). Anodal transcranial direct current stimulation of the prefrontal cortex enhances complex verbal associative thought. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 21(10), 1980-1987.
- Corbetta, D., Sirtori, V., Moja, L., & Gatti, R. (2010). Constraint-Induced Movement Therapy in stroke patients: Systematic review and meta-analysis. *European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine*, 46(4), 537-544.
- Dahl, A. E., Askim, T., Stock, R., Langorgen, E., Lydersen, S., & Indredavik, B. (2008). Short- and long-term outcome of Constraint-Induced Movement Therapy after stroke: A randomized controlled feasibility trial. *Clinical Rehabilitation*, 22(5), 436-447.
- De Kroon, J. R., & IJzerman, M. J. (2008). Electrical stimulation of the upper extremity in stroke: Cyclic versus EMG-triggered stimulation. *Clinical Rehabilitation*, 22(8), 690-697.
- Dromerick, A. W., Lang, C. E., Birkenmeier, R. L.,

- Wagner, J. M., Miller, J. P., Videen, T. O., et al. (2009). Very early Constraint-Induced Movement during stroke rehabilitation. *Neurology*, 73(3), 195–201.
- Fil, A., Armutlu, K., Atay, A. O., Kerimoglu, U., & Eilbol, B. (2011). The effect of electrical stimulation in combination with Bobath techniques in the prevention of shoulder subluxation in acute stroke patients. *Clinical Rehabilitation*, 25(1), 51–59.
- Fraser, C., Power, M., Hamdy, S., Rothwell, J., Hobday, D., Hollander, I. (2002). Driving plasticity in human adult motor cortex is associated with improved motor function after brain injury. *Neuron*, 34(5), 831–840.
- Gentile, P. A., & Iyer, M. B. (2001). Traditional sensorimotor approaches. In L. W. Pedretti, & M. B. Early (Eds.), *Occupational Therapy* (5th ed., pp. 567–575). St. Louis, MO: Moseby.
- Hayner, K., Gilbson, G., & Giles, G. M. (2010). Comparison of Constraint-Induced Movement Therapy and bilateral treatment of equal intensity in people with chronic upper-extremity dysfunction after cerebrovascular accident. *The American Journal of Occupational Therapy*, 64(4), 528–539.
- Hayward, K., Barker, R., & Brauer, S. (2010). Interventions to promote upper limb recovery in stroke survivors with severe paresis: A systematic review. *Disability and Rehabilitation*, 32(24), 1973–1986.
- Hesse, S., Werner, C., Schonhardt, E. M., Bardeleben, A., Jenrich, W., & Kirker, S. G. (2007). Combined transcranial direct current stimulation and robot-assisted arm training in subacute stroke patients: A pilot study. *Restorative Neurology and Neuroscience*, 25(1), 9–15.
- Kung, P., Lin, C. K., & Ju, M. (2010). Neuro-rehabilitation robot-assisted assessments of synergy patterns of forearm, elbow and shoulder joints in chronic stroke patients. *Clinical Biomechanics*, 25(7), 647–654.
- Law, M., & MacDermid, J. (2008). *Evidence-based rehabilitation: A guide to practice*. NJ: Slack Inc.
- Liebetanz, D., Nitsche, M. A., Tergau, F., & Paulus, W. (2002). Pharmacological approach to the mechanisms of transcranial dc-stimulation-induced after-effects of human motor cortex excitability. *Brain*, 125(10), 2238–2247.
- Lin, K. C., Chang, Y. F., Wu, C. Y., & Chen, Y. A. (2009). Effect of Constraint-Induced Therapy versus bilateral arm training on motor performance, daily functions, and quality of life in stroke survivors. *Neurorehabilitation and Neural Repair*, 23(5), 441–448.
- Lin, K. C., Chung, H. Y., Wu, C. Y., Liu, H. L., Hsieh, Y. W., Chen, I. H., et al. (2010). Constraint-Induced Therapy versus control intervention in patients with stroke. *American Journal of Physical Medicine and Rehabilitation*, 89(3), 177–185.
- Lin, K. C., Wu, C. Y., Liu, J. S., Chen, Y. T., & Hsu, C. J. (2009). Constraint-Induced Therapy versus dose-matched control intervention to improve motor ability, basic/extended daily functions, and quality of life in stroke. *Neurorehabilitation and Neural Repair*, 23(2), 160–165.
- Lindenberg, R., Renga, V., Zhu, L. L., Nair, D., & Schlaug, G. (2010). Bihemispheric brain stimulation facilitates motor recovery in chronic stroke patients. *Neurology*, 75(24), 2176–2184.
- Luke, C., Dodd, K. J., & Brock, K. (2004). Outcomes of the Bobath concept on upper limb recovery following stroke. *Clinical Rehabilitation*, 18(8), 888–898.
- Mamdani, M., Hall, J., McIlroy, W., Cheung, D., Thorpe, K. E., Cohen, L. G., et al. (2010). Effectiveness of virtual reality using Wii gaming technology in stroke rehabilitation: A pilot randomized clinical trial and proof of principle. *Stroke*, 41(7), 1477–

- Mangold, S., Schuster, C., Keller, T., Zimmermann-Schlatter, A., & Ettlin, T. (2009). Motor training of upper extremity with functional electrical stimulation in early stroke rehabilitation. *Neurorehabilitation and Neural Repair*, 23(2), 184–190.
- Massie, C., Malcolm, M. P., Greene, D., & Thaut, M. (2009). The effects of constraint-induced therapy on kinematic outcomes and compensatory movement patterns: An exploratory study. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 90(4), 571–579.
- Merians, A. S., Jack, D., Boian, R., Tremaine, M., Burdea, G. C., Adamovich, S. V., et al. (2002). Virtual reality-augmented rehabilitation for patients following stroke. *Physical Therapy*, 82(9), 898–915.
- Myint, J. M., Yuen, G. F., Yu, T. K., Kng, C. P., Wong, A. M., Chow, K. K., et al. (2008). A study of Constraint-Induced Movement Therapy in subacute stroke patients in Hong Kong. *Clinical Rehabilitation*, 22(2), 112–124.
- Nilsen, D. M., Gillen, G., & Gordon, A. M. (2010). Use of mental practice to improve upper-limb recovery after stroke: A systematic review. *American Journal of Occupational Therapy*, 64(5), 695–708.
- Page, S. J., Levine, P., & Khoury, J. C. (2009). Modified Constraint-Induced Therapy combined with mental practice. *Stroke*, 40(2), 551–554.
- Page, S. J., Levine, P., Leonard, A., Szaflarski, J. P., & Kissela, B. M. (2008). Modified Constraint-Induced Therapy in chronic stroke: Results of a single-blinded randomized controlled trial. *Physical Therapy*, 88(3), 333–340.
- Page, S. J., Sisto, S., Johnson, M. V., Levine, P., & Hughes, M. (2002). Modified Constraint-Induced Therapy in subacute stroke: A case report. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 83(2), 286–290.
- Page, S. J., Sisto, S., Levine, P., Johnston, M. V., & Hughs, M. (2001). Modified Constraint Induced Therapy: A randomized feasibility and efficacy study. *Journal Rehabilitation Research and Development*, 38(5), 583–590.
- 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(1), 14–18.
- Powell, J., Pandyan, A. D., Granat, M., Cameron, M., & Stott, D. J. (1999). Electrical stimulation of wrist extensors in poststroke hemiplegia. *Stroke*, 30(7), 1384–1389.
- Sawaki, L., Butler, A. J., Leng, X., Wassenaar, P. A., Mphammad, Y. M., Blanton, S., et al. (2008). Constraint-Induced Movement Therapy results in increased motor map area in subjects 3 to 9 months after stroke. *Neurorehabilitation and Neural Repair*, 22(5), 505–513.
- Senesac, C. R., Davis, S., & Richards, L. (2010). Generalization of a modified form of arm function repetitive rhythmic bilateral training in stroke. *Human Movement Science*, 29(1), 137–148.
- Sharp, S. A., & Brouwer, B. J. (1997). Isokinetic strength training of the hemiparetic knee: Effects on function and spasticity. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 78(11), 1231–1236.
- Shi, Y. X., Tian, J. H., Yang, K. H., & Zhao, Y. (2011). Modified Constraint-Induced Movement Therapy versus traditional rehabilitation in patients with upper-extremity dysfunction after stroke: A systematic review and meta-analysis. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 92(6), 972–982.
- Shumway-Cook, A., & Woollacott, M. H. (2007).

- Motor control* (3rd ed.). USA: Lippincott Williams & Wilkins.
- Spooren, A. I. F., Janssen-Potten, Y. J. M., Kerckhofs, E., & Seelen, H. A. M. (2009). Outcome of motor training programmes on arm and hand functioning in patients with cervical spinal cord injury according to different levels of the ICF: A systematic review. *Journal of Rehabilitation Medicine*, 41(3), 497–505.
- Summers, J. J., Kagerer, F. A., Garry, M. I., Hiraga, C. Y., Loftus, A., & Cauraugh, J. H. (2007). Bilateral and unilateral movement training on upper limb function in chronic stroke patients: A TMS study. *Journal of the Neurological Sciences*, 252(1), 76–82.
- Taub, E., Uswatte, G., Mark, V. W., & Morris, D. M. (2006). The learned nonuse phenomenon: Implications for rehabilitation. *Europa Medica*, 42(3), 241–256.
- 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(3), 237–251.
- Thrasher, T. A., Zivanovic, V., McIlroy, W., & Popovic, M. R. (2008). Rehabilitation of reaching and grasping function in severe hemiplegic patients using functional electrical stimulation therapy. *Neurorehabilitation and Neural Repair*, 22(6), 706–714.
- Whitall, J., McCombe Waller, S., Silver, K. H., & Macko, R. F. (2000). Repetitive bilateral arm training with rhythmic auditory cueing improves motor function in chronic hemiparetic stroke. *Stroke*, 31(10), 2390–2395.
- Wolf, S. L., Catlin, P. A., & Ellis, M. (2001). Assessing wolf motor function test as outcome measure for research in patients after stroke. *Stroke*, 32(7), 1635–1639.
- Wolf, S. L., Thompson, P. A., Winstein, C. J., Phillip Miller, J., Blanton, S. R., Nichols-Larsen, D. S., et al. (2010). The EXCITE stroke trial: Comparing early and delayed Constraint-Induced Movement Therapy. *Stroke*, 41(10), 2309–2315.
- Yavuzer, G., Selles, R., Sezer, N., Sütbeyaz, S., Busmann, J. B., Koseoglu, F., et al. (2008). Mirror therapy improves hand function in subacute stroke: A randomized controlled trial. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 89(3), 393–398.

Abstract

Interventions to Promote Upper Limb Recovery in Stroke Patients: A Systematic Review

Kim, Hwan-Hee^{*}, M.S., O.T., Kim, Kyeong-Mi^{**}, Ph.D., O.T.,
Chang, Moon-Young^{**}, Ph.D., O.T.

^{*}Dept. of Rehabilitation Science, Graduate School of Inje University

^{**}Dept. of Occupational Therapy, College of Biomedical Science and Engineering, Inje University

Objective : This paper aims to investigate the usage frequency of interventions for promoting the upper limb recovery of stroke patients. For this purpose, published articles were analysed using the PICO principle.

Methods : For the main key words of a database search, “(stroke OR CVA) AND (hand OR upper OR shoulder) AND intervention” were used. We systematically examined papers published in journals from January 2008 to April 2011, using PubMed and MEDLINE. Fifty-two studies (randomized controlled trials) were included in the analyses.

Results : The number of discovered interventions for promoting the upper limb recovery of stroke patients was 20, with a frequency of 56. The frequency of use is Constraint-Induced Movement Therapy at 12; electrical stimulation, 10; bilateral arm training, 7; strength exercise & robotic therapy, 4; and virtual reality, 3. The articles (Constraint Induced Movement Therapy, electrical stimulation) were analyzed based on patient, intervention, comparison, and outcome using the PICO principle.

Conclusion : This paper conducted a systematic review of research articles reporting on the intervention used to promote the upper limb recovery of stroke patients over the past 3 years. This research is also expected to help select a subject, intervention, duration, and assessment according to the characteristics of the individual.

Key words : Intervention, Stroke, Systematic review, Upper limb