

작업기반 양측성 상지 훈련과 경 두개 직류 전류 자극이 뇌졸중 환자의 상지 기능에 미치는 영향

Effects of Occupation-Based Bilateral Upper Extremity Training and Transcranial Direct Current Stimulation Upper Limb Function in Stroke Patients

김선호

영광 재활 병원 작업치료실

Sun-Ho Kim(sunho175@naver.com)

요약

본 연구의 목적은 작업기반 양측성 상지 훈련과 경 두개 직류 전류 자극이 뇌졸중 환자의 상지기능에 미치는 효과를 알아보는 것이었다. 만성 뇌졸중 환자를 대상으로 작업기반 양측성 상지훈련과 경두개 직류전류 자극을 실시한 실험군 13명, 작업기반 양측성 상지훈련만 실시한 대조군 13명으로 나누어 총 4주간, 50분씩, 주 5회 실시하였으며, 캐나다 작업수행 평가(Canadian Occupational Performance Measure;COPM), 가속도계 (Accelerometer), 퍼글 마이어 검사(Fugle-Meyer Assessment;FMA), 운동 활동 척도(Motor Activity Log;MAL)를 사용하여 평가하였다. 연구 결과, 실험군과 대조군은 작업 만족도와 수행도, 환측과 건측의 사용량, 상지 기능의 회복과 움직임의 질에서 모두 유의미한 개선을 보였으며, 특히, 환측 사용량에서 실험군은 대조군 보다 유의한 차이를 나타냈다. 따라서 작업기반 양측성 상지 훈련과 경 두개 직류 전류 자극의 결합 증재가 뇌졸중 환자의 상지기능회복에 긍정적인 효과를 보임을 알 수 있었다.

■ 중심어 : | 경두개 직류 전류 자극 | 뇌졸중 | 양측성 | 상지 | 작업 |

Abstract

The purpose of this study was to investigate the effects of occupation-based bilateral upper extremity training and transcranial direct current stimulation on upper limb function in stroke patients. The study group was divided into 13 experimental groups with occupation-based bilateral upper extremity training and transcranial direct current stimulation, and 13 controls with only occupation-based bilateral upper extremity training. A total of 4 weeks, 50 minutes, 5 times a week conducted, the patients were tested with Canadian Occupational Performance Measure(COPM), Accelerometer, Fugle-Meyer Assessment(FMA), and Motor Activity Log(MAL). As a result of the study, the experimental group and the control group showed significant improvement in both occupation satisfaction and performance, usage of the affected side and the tendon side, recovery of upper limb function, and quality of movement, In particular, the experimental group showed a significant difference in the amount of the affected side than the control group. Therefore, it was found that the combination of occupation-based bilateral upper extremity training and transcranial direct current stimulation had a positive effect on the recovery of upper limb function in stroke patients.

■ keyword : | Transcranial Direct Current Stimulation | Stroke | Bilateral | Upper Extremity | Occupation |

I. 서론

뇌졸중 환자의 장기적으로 후유증을 경험하기 때문에 가정과 사회로의 복귀에 어려움을 느끼게 되는데, 이들의 능력 향상을 유도하여 지역사회로의 복귀를 촉진시키기 위한 대표적인 중재 방법인 작업 치료는 뇌졸중 환자의 재활에 필수요소라 할 수 있다[1]. 작업 치료에서의 작업은 복합적인 과제에 대하여 목적 지향적 수행을 하는 것으로 환자 본인에게 의미있는 작업영역의 모든 활동을 의미하며, 이러한 활동을 환자가 직접 선택하고 능동적 참여를 통해 치료로서 이용하는 것을 작업 기반 중재(occupation-based intervention)라 말할 수 있다[2].

이러한 치료적 작업은 자연스럽게 양손 사용이 요구되며[3], 양손 활동은 임상 환경에서 치료적 사용이 될 수 있다는 밀접한 관련성을 가지고 있다[4]. 또한, 양손의 사용은 일상생활과 작업 영역에서의 독립성과 참여 증진을 통해 삶의 만족도를 향상시킬 수 있기 때문에 중요하다[5]. 하지만 임상 환경에서는 환측의 집중적 훈련만을 주로 받게 되는데, 환측의 훈련을 동반하며, 일상생활과 연관된 대체적 치료법으로 양측성 상지훈련이 대표적으로 사용되고 있다. 양측성 상지 훈련은 건측을 움직임으로써 환측의 움직임을 촉진 시키는 것과 같이 대뇌 반구 간 전이를 통해 건측과 환측의 피질영역 활성화를 유도하는 신경학적 원리를 근거로 설명할 수 있으며, 다양한 연구를 통해 양측성 상지 훈련의 긍정적인 효과가 보고되고 있다[6].

작업 기반 중재는 다양한 연구를 통해 손 기능 개선을 통한 일상생활활동 수준과 대뇌피질의 활성화에 대한 증가 효과를 가지고 있으며[7][8], 양손 훈련 또한, 한손 훈련과 비교하여 대뇌피질의 활성화도와 환측의 근수축 반응속도와 기민성 개선에 긍정적인 효과를 보고하고 있다[9][10]. Kim 과 Park[6]의 연구에서는 뇌졸중 환자 20명을 대상으로 작업 기반 양측성 상지 훈련을 실시한 실험군과 양측성 상지 훈련만 실시한 대조군과의 비교를 통해, 환측의 사용량 증가와 기능 개선을 통한 활동 수행 능력에 대한 만족도의 개선에 대한 효과를 보고하였다. 이와 같이 이들 각 중재는 뇌졸중 환자의 기능 회복에 대한 효과를 가지고 있기 때문에

작업 기반 중재와 양손 훈련을 병행 했을 경우 기능 및 작업 능력 개선에 대한 효과가 촉진 될 수 있을 것이다.

최근에는 이러한 재활 운동 치료를 통하여 간접적인 신경학적 효과를 유발하는 치료법이 아닌 뇌의 기능을 직접적으로 조율하여 중추 신경계 질환으로 인한 뇌 손상의 회복을 촉진시키기 위해 다양한 연구들이 시도되고 있다[11][12]. 이 중 한 쌍의 전극을 사용하여 경 두개 자극을 통해 뇌를 직접적으로 자극하여 대뇌 피질의 흥분성 변화를 통해 활동 수행력 회복과 운동, 감각, 인지 기능 등에 개선의 효과를 가진 tDCS는, rTMS보다 사용이 쉽고, 통증이나 불편감이 거의 없는 장점을 가지고 있어 임상에서 재활 훈련 수행 전에 쉽게 사용이 가능하다[12].

하지만, 이전 연구에서 tDCS와 결합되어 사용된 훈련은 상지 기능과 대뇌피질의 활성화 개선의 효과를 가지고 있지만, 시간-비용-공간적 제한 및 환자의 안전성에 대한 측면에서 단점을 가지고 있는 강제유도운동치료(Constraint-Induced Movement Therapy; CIMT)[13]나 로봇 치료[12] 등으로 국한되어져 있다. 이와 같이 실제 임상에서의 사용 효율성이 떨어지는 재활 훈련의 적용은 tDCS의 임상에서의 유용성에 대한 장점을 극대화시키기에는 제한이 생길 수 가 있기 때문에 임상 적용에 있어 효과적인 사용에 어려움이 있다.

이에 본 연구에서는 뇌졸중 발병 후 오랜 기간 생활하게 되는 병원환경에서 효과적인 적용이 가능하도록 개발된 병원기반의 작업기반 양측성 상지훈련 프로토콜을 사용한 중재와 tDCS의 결합 중재를 통해 뇌졸중 환자의 상지 기능에 대한 효과를 알아보고 임상적용에 대한 가능성을 알아보고자 하는 것이다.

II. 연구 방법

1. 연구 대상

본 연구는 2019년 12월 20일부터 2020년 02월 04일 까지 강원도 소재의 Y 병원에서 시행되었으며, 내원 환자를 대상으로 원내 모집공고문을 통해 모집된 환자 중 본 연구의 내용을 이해하고 실험 참여에 동의한 만성 뇌졸중으로 인한 편마비 환자를 대상으로 하였다.

본 연구의 대상자 선정기준은 전문의로부터 뇌졸중 진단을 받은 자(>180 days from stroke onset), 인지 손상이 없는 자(한국형 간이정신상태 검사(Mini Mental State Examination- Korean ; MMSE-K)에서 24점 이상), 신경학적으로 안정된 자, 마비 측 어깨와 팔꿈치가 Brunnstrom stage 3등급 이상인자이며, 제외 기준은 뇌졸중 이외에 다른 신경학적 질환이 있는 자, 치료 기간 중 발작(seizure)의 반복적 발생이 있는 자, 시 지각에 문제가 있는 자, 강직 개선을 위한 약물 복용을 하는 자이다[4]. 총 40명이 모집되었으며, 14명이 탈락되어 최종 26명이 선정되었다.

2. 연구 설계

본 연구는 무작위 위약 대조군 실험 연구 설계(randomized sham controlled experimental study design)이다. 대상자들은 차례대로 번호가 매겨진 봉투를 선택하게 함으로써 무작위 할당되어 tDCS와 작업기반 양측성 상지 훈련을 시행하는 실험군 13명과 sham-tDCS와 작업기반 양측성 상지 훈련을 시행하는 대조군 13명으로 나누어 진행되었다. 연구의 평가와 중재는 5년 이상의 임상경력을 가진 6명의 작업치료사가 참여하였다. 이중 연구자를 포함한 4명은 중재에 참여하였고, 나머지 2명은 중재 전후로 연구대상자들의 평가를 담당하였다. 평가는 병원 작업치료실 내에서 진행되었으며, 연구 대상자들의 중재 전후로 48시간 이내, 사전 사후 평가를 실시하였다.

3. 중재 방법

실험군은 tDCS를 20분간 적용한 직후 작업기반 양측성 상지 훈련을 실시하였으며, 대조군은 전류 전원을 켜지 않은 상태로 20분간 sham tDCS를 적용한 직후 작업기반 양측성 상지 훈련을 실시하였다. 총 4주간, 주 5회 실시하였으며, 작업기반 양측성 상지 훈련은 실험군과 대조군 모두 회기 당 30분씩 진행되었다. 연구가 진행되는 4주간 모든 연구대상자는 기존에 하고 있던 하루에 2회, 30분씩의 신경발달치리나 보바스 접근 또는 고유수용성신경근촉진법의 운동치료와 손 조작 기술 및 기민성 훈련의 작업치료를 허용하였다.

3.1 경두개 직류 전류 자극(transcranial direct current stimulation; tDCS)

tDCS는 편안한 목 지지대와 팔걸이가 있는 의자에 앉아 환자가 편안함을 느끼는 작업치료실이나 병실에서 진행되었다. tDCS를 위한 사용된 장비는 The Brain Driver v2.1 tDCS(The Brain Driver v2.1, The Brain Driver, USA)로 전극 부착 부위는 양전극은 병변이 있는 동측의 일차운동영역인 중심전고랑(point C3 or C4 according to the 10-20 system)에 부착하였고, 음전극은 반대편의 이마에 부착하였다. 자극 프로토콜은 부작용이나 불편감을 유발하지 않을 정도의 20분 동안 1 mA 세기의 정전류를 적용하였다 [14].

3.2 작업기반 양측성 상지 훈련

실험군과 대조군에서 실시한 작업기반 양측성 상지 훈련은 Kim[15]에 의해 개발되어 Kim과 Park[4]를 통해 효과를 검증한 “occupation-based bilateral upper extremity training protocol in a medical setting (OBILT)”를 사용하였다. 먼저 환자 자신의 현재 환경 안에서 환자가 원하는 활동이면서, 수행 가능한 활동을 선정 하였으며, 작업 기반 중재를 위한 활동 선정을 위해 숙련된 작업치료사와 환자와의 1:1 면담을 통해 환자가 목표로 하는 작업을 선정할 수 있도록 COPM을 시행하였다. 중요도에서 높은 2가지 이상의 과제 중 중요도가 높은 순으로 중재를 시행하였다. 과제를 선정한 이후 본 중재에 들어가기에 앞서 탐색 세션 2-3회를 통해 적절한 활동인지에 대하여 치료사와 환자가 판단하게 되며, 문제점이 발견되지 않을 시 계속 치료를 이어가게 된다. 치료사는 프로토콜에서 제시하는 대로 환측의 손상 수준에 따라 환자가 수행하는 활동에 맞추어 수행하는 동안 계속해서 지시를 하였으며, 환자는 양손 활동 수행 시 발생될 수 있는 상황에 따라 치료사의 지시에 맞추어 활동을 수행하였다. 또한, 발병 전 가정이나 지역사회에서 하던 활동과 최대한 유사하게 될 수 있도록 필요 물품, 시행 장소 등을 사전에 미리 환자와 치료사간 토의를 거쳐 준비하여 수행하였다. 대상자 별 작업 기반 활동은 다음과 같다[표 1].

표 1. 대상자 별 작업 기반 활동

실험군	중재 활동	대조군	중재활동
1	옷 정리, 혼자 목욕	1	골프, 화장하기, 목욕
2	화장, 다림질, 옷 정리	2	뜨개질, 재봉틀
3	손 빨래, 목욕	3	손 빨래, 옷 입기 및 옷 정리
4	세차, 농구	4	다림질, 옷 입기, 목욕
5	옷 입기, 요리, 설거지	5	청소, 요리, 손빨래
6	셀프 세차, 간단한 청소	6	십자수, 뜨개질, 재봉틀
7	골프, 십자수	7	차량 세차 및 관리 작업
8	목욕하기, 옷 입기	8	완구 조립, 목공예
9	개인위생, 요리	9	요리, 설거지, 손 빨래
10	설거지	10	그림그리기, 목욕
11	목 공예, 손빨래	11	컴퓨터 자판사용, 자동차 세차
12	요리, 간단한 청소	12	종이접기, 목욕, 옷 입기
13	요리(반찬), 재봉틀, 뜨개질	13	요리, 설거지, 목욕

4. 평가 도구

4.1 한국판 간이 정신 상태 검사(Mini Mental Status Exam-Korean; MMSE-K)

MMSE-K는 연구 대상자 선정 시 필요한 인지 능력을 평가하기 위해 사용되었다. 이 검사는 임상에서 간편하게 인지수준을 평가하는 도구로 널리 사용되고 있는데, 총 6 개의 범주의 12개의 항목으로 이루어져 있으며, 검사결과는 총 30 점 중 24 점 이하는 인지 손상으로 판정할 수 있으며, 검사자 간 신뢰도는 0.99 이다 [16].

4.2 브룬스트롬 회복 단계(Brunstrom recovery stage)

브룬스트롬 회복 단계는 본 연구의 참여 여부에 대한 선별 도구로 사용되었다. 운동 기능은 회복 단계에 따라 발생한다는 근거에 기반 하여 근 긴장도의 증가 여부나 근육의 선택적 조절 등의 여부에 따라 1-6 단계로 구성되어 사용 된다[17].

4.3 캐나다 작업수행 평가(Canadian Occupational Performance Measure; COPM)

COPM를 사용하여 대상자들의 작업기반 활동을 선정하기 위해 사용되었다. 4단계로 구성되어있으며, 반구조화된 면담을 통한 평가도구[18]로 일상생활에서 원하는 것, 필요한 것, 기대하고 있는 것은 무엇인지 생각하도록 하며, 이렇게 정해진 활동에 대한 수행도와 만족도를 각 10점 척도로 측정한다. 검사-재검사 신뢰도

는 .84-.92로 매우 높으며, 극소식별변화(Minimally Detectable Change; MDC)는 만족도 2.7점, 수행도 1.7점으로 보고되고 있다[19].

4.4 가속도계 (Accelerometer)

Accelerometer를 사용하여 환측과 건측의 상지 사용량을 알아보았다. 사용된 도구는 life45(Fitmeter, FitNlife, Korea)로 크기는 가로 3.5 cm × 세로 3.5 cm × 높이 1.3 cm, 무게 13.7 g으로 손목에 착용한 채 모든 활동이 가능하며, 중재 전 후로 식사 시간과 목욕시간, 다른 재활 치료 시간 등의 시간을 제외한 시간 동안 손목에 착용하여 그 결과를 측정하게 된다[20]. 측정변수는 과제 수행 중 X, Y, Z 축에서 발생하는 가속도를 합산하여 신호 벡터크기로 처리하게 되며, Fitmeter Manager v1.2 소프트웨어를 사용하여 변환된 값을 사용한다.



그림 1. 가속도계

4.5 퍼글 마이어 검사(Fugle-Meyer Assessment; FMA)

본 연구의 대상자들의 중재 전 후로 팔의 운동기능 회복을 알아보기 위해 FMA를 사용하였다. Bruunstrom 회복의 6단계를 근거로 개발되었으며, 점

수 척도는 수행하지 못할 경우 0점, 일부 수행할 경우 1점, 완전하게 수행할 경우 2점으로, 0-2점의 3점 척도로 이루어져 있다[21]. 총 113문항 중 상지 영역 33문항(총점 66점)만을 사용하였다. 상지 영역의 검사자간 신뢰도는 .97~.99이고, 검사-재검사 신뢰도는 .94~.99이며, 최소임상중요차이(Minimal Clinically Important Difference; MCID)는 상지영역 5.2점으로 보고되고 있다[22].

4.6 운동 활동 척도(Motor Activity Log; MAL)

본 연구의 대상자들의 중재 전 후로 일상생활활동 시 손상 측 팔의 사용빈도(amount of use; AOU)와 움직임의 질에 대한 회복 수준(quality of movement; QOM)을 평가하기 위해 MAL를 사용하였다. 구성 항목은 팔을 사용하는 30가지의 다양한 일상생활활동으로 구성되어 있으며, 환자나 보호자와의 인터뷰를 통해 평가하는 방식이다[23]. 점수는 항목 당 0-5점의 6점 척도로 되어 있다. 내적 일치도는 .81-.87, 검사-재검사 신뢰도는 .91이며, 최소임상중요차이(Minimal Clinically Important Difference; MCID)는 1.0-1.1로 보고되고 있다[24].

5. 통계 분석

수집된 모든 데이터는 SPSS 21.0 프로그램을 사용하여 분석되었다. 대상자들의 특성에 대하여 Fisher's exact test와 unpaired t test를 사용하여 범주형 척도와 서열형 척도의 기초 자료에 대한 그룹 간 차이를

평가하였다. 실험군과 대조군의 각 그룹 내 치료 전과 후를 비교하기 위해 대응표본 t-검정(paired t-test)을 사용하였으며, 두 그룹 간 비교를 위해 각 평가에 대한 중재 전 점수를 공변량으로 한 공분산분석(analysis of covariance; ANCOVA)을 사용하였다. ANCOVA의 η^2 을 사용하여 실험군과 대조군의 효과크기의 차이를 계산하였으며, 통계학적 유의수준 $\alpha=.05$ 로 정의하였다.

III. 연구 결과

1. 연구대상자의 일반적 특성

두 그룹 간의 연구 대상자들의 일반적 특성에 대한 유의한 차이는 나타나지 않았다[표 2].

2. 실험군과 대조군의 그룹 내간 COPM, 가속도계, FMA, MAL 점수 변화

2.1 COPM 측정 결과

수행도 측정 결과, 실험군은 4.02±0.73점에서 6.12±0.77점으로, 대조군은 3.92±0.80점에서 5.76±0.59로 두 그룹 모두 유의미한 개선을 보였지만, 두 그룹 간 유의한 차이를 보이지 않았다. 하지만, 효과 크기 $\eta^2=0.068$ 로 실험군은 대조군보다 큰 효과 크기의 차이를 나타내었다. 만족도 측정 결과, 실험군은 2.99±0.94점에서 5.53±0.77점으로, 대조군은 3.66±0.80점에서 5.84±0.98점으로, 두 그룹 모두 통

표 2. 연구대상자들의 일반적 특성

(N=26)

분류		실험군 (n=13)	대조군 (n=13)	p
성별	남자	5	5	.1
	여자	8	8	
나이(세)		55.84±9.30	58.92±8.55	.97
유형	뇌출혈	8	5	.59
	뇌경색	5	8	
마비	오른쪽	6	6	.1
	왼쪽	7	7	
유병기간 (개월)		9.69 ± 3.01	10 ± 2.70	.49
MMSE-K (점수)		28.46 ± 1.61	28.38 ± 1.70	.55
Brunnstrum 단계 (점수)	3	1	1	.05
	4	4	3	
	5	7	8	
	6	1	1	

*p<.05, **p<.01, ***p<.001

MMSE-K : Mini Mental State Examination-Korea

계학적 유의한 향상을 보였으나 두 그룹 간 유의한 차이는 나타나지 않았다. 하지만, 효과 크기 $\eta^2=0.001$ 로 실험군은 대조군보다 작은 효과의 차이를 보였다.

2.2 가속도계 측정 결과

환측의 사용량 측정 결과, 실험군은 $31801.68 \pm 4073.79 \text{ m/sec}^2$ 에서 $37522.36 \pm 4955.12 \text{ m/sec}^2$ 로, 대조군은 $32163.18 \pm 2742.15 \text{ m/sec}^2$ 에서 $35167 \pm 2617.30 \text{ m/sec}^2$ 로 두 그룹 모두 유의한 개선을 보였다. 또한, 실험군은 대조군보다 통계학적 유의한 개선을 보이며, 큰 효과크기($\eta^2=0.353$)의 차이를 보였다. 건축 사용량 측정 결과, 실험군은 63944.18 m/sec^2 에서 $56660.93 \pm 6372.94 \text{ m/sec}^2$ 로, 대조군은 $62853 \pm 5629.41 \text{ m/sec}^2$ 에서 $56873 \pm 7105.11 \text{ m/sec}^2$ 로 두 그룹 모두 유의미한 개선을 보였지만 두 그룹 간 유의한 차이는 나타나지 않았다. 하지만 실험군은 대조군보다 $\eta^2=0.016$ 의 작은 효과크기의 차이를 보였다.

2.3 FMA 측정 결과

FMA의 측정 결과, 실험군은 43.38 ± 3.52 점에서

48.76 ± 2.94 점, 대조군은 42.53 ± 2.72 점에서 47.69 ± 3.11 점으로 두 그룹 모두 유의미한 개선을 보였지만, 두 그룹 간 유의한 차이는 발생하지 않았다. 하지만, 실험군은 대조군보다 $\eta^2=0.18$ 의 큰 효과크기의 차이를 보였다.

2.4 MAL 측정 결과

MAL의 AOU에서 실험군은 1.29 ± 0.28 점에서 2.31 ± 0.25 점, 대조군은 1.31 ± 0.25 점에서 2.20 ± 0.23 점으로 두 그룹 모두 유의미한 개선을 보였지만 두 그룹 간 유의한 차이는 발생하지 않았다. 하지만 실험군은 대조군보다 $\eta^2=0.09$ 의 큰 효과 크기의 차이를 보였다. QOM 측정 결과, 실험군은 1.43 ± 0.35 점에서 2.5 ± 0.25 점, 대조군은 1.49 ± 0.29 점에서 2.49 ± 0.26 점으로 두 그룹 모두 유의미한 개선을 보였지만 두 그룹 간 유의한 차이는 발생하지 않았다. 하지만 실험군은 대조군보다 $\eta^2=0.53$ 의 큰 효과 크기의 차이를 보였다[표 3].

IV. 고찰

표 3. 실험군과 대조군의 그룹 내간 COPM, 가속도계, FMA, MAL 점수 변화 (N=26)

결과 측정		실험군(M±SD)		대조군 (M±SD)		p (η ²)
COPM	수행도 (점수)	pre	4.02 ± 0.73	3.92 ± 0.80	0.20(0.068)	
		Post	6.12 ± 0.77	5.76 ± 0.59		
		Impr.	2.10 ± 0.83 (.00) ^b	1.84 ± 0.61 (.00) ^b		
COPM	만족도 (점수)	pre	2.99 ± 0.94	3.66 ± 0.80	0.90(0.001)	
		Post	5.53 ± 0.77	5.84 ± 0.98		
		Impr.	2.53 ± 0.84 (.00) ^b	2.18 ± 0.58 (.00) ^b		
가속도계	환측 사용량 (m/sec ²)	pre	31801.68 ± 4073.79	32163.18 ± 2742.15	0.00a(0.353)	
		Post	37522.36 ± 4955.12	35167 ± 2617.30		
		Impr.	720.67 ± 2207.85 (.00) ^b	3031.30 ± 1514.85 (.00) ^b		
	건축 사용량 (m/sec ²)	pre	63944.18 ± 7720.08	62853 ± 5629.41	0.54(0.016)	
		Post	56660.93 ± 6372.94	56873 ± 7105.11		
		Impr.	7283.25 ± 5136.41 (.00) ^b	5980.24 ± 2975.16 (.001) ^a		
FMA(점수)	pre	43.38 ± 3.52	42.53 ± 2.72	0.52(0.180)		
	Post	48.76 ± 2.94	47.69 ± 3.11			
	Impr.	5.38 ± 1.60 (.00) ^b	5.16 ± 1.74 (.00) ^b			
MAL (AOU)(점수)	pre	1.29 ± 0.28	1.31 ± 0.25	0.12(0.090)		
	Post	2.31 ± 0.25	2.20 ± 0.23			
	Impr.	1.01 ± 0.17 (.00) ^b	0.72 ± 0.27 (.00) ^b			
MAL (QOM)(점수)	pre	1.43 ± 0.35	1.49 ± 0.29	0.26(0.530)		
	Post	2.5 ± 0.25	2.49 ± 0.26			
	Impr.	1.07 ± 0.15 (.00) ^b	1 ± 0.21 (.00) ^b			

^ap<0.01 and ^bp<0.001

AOU : amount of use, COPM : Canadian Occupational Performance Measure, FMA : Fugl-Meyer Assessment, Impr. : Improvement, MAL : Motor Activity Log, QOM : quality of movement, *Between-group comparison on the change in score from pre to post intervention

본 연구는 뇌졸중 환자들이 작업 기반 양측성 상지 훈련을 실시하기 전 tDCS를 적용한 그룹과 작업 기반 양측성 상지 훈련만 실시한 그룹과의 손상 측 상지의 회복에 대한 효과 차이가 있는지 알아보고자 하였으며, 연구 결과, tDCS는 작업기반 양측성 상지 훈련의 상지 기능 개선에 대한 효과를 촉진 시킨 것으로 나타났다.

본 연구결과, 작업기반 양측성 상지훈련을 실시한 두 그룹 모두 작업 만족도와 수행도, 상지 기능의 회복과 움직임의 질, 환측과 건측 사용량에서 유의한 변화를 보였다. 작업 기반 증재는 목표 지향적인 기능적 행동으로 실제 상황에서의 활동과 유사하게 이루어지기 때문에 대상자의 동기부여를 유도할 수가 있고, 이를 통해 운동학습과 작업 수행 능력 향상을 이끌어내며 동시에 대뇌피질의 활성화를 이끌어 낸다[25]. Skubik-Peplaski 등[8]은 뇌졸중 환자를 대상으로 5주간, 주 3회, 회기 당 55분 간 병원 환경에서의 작업기반 증재를 실시하여 대뇌 피질의 운동 피질 영역의 지도 변화를 측정한 결과, 비 손상 측 반구에서 지도 체적의 감소를 보였으며, 손상 측 반구에서 지도 체적의 증가를 나타냈다. 지도 체적은 운동 피질의 전반적인 흥분 수준을 반영하기 때문에 훈련 후 체적의 증가는 흥분성의 증가를 나타내며, 지도 체적의 감소는 흥분의 감소를 의미하게 되는데, 작업기반 증재는 발병 전 수행하던 운동기억으로 인하여 자연스럽게 양손 작업이 수반되었으며, 이로 인해 상지와 관련된 신경 가소성 변화가 발생한 것이라 제안하고 있다[8].

양측성 상지 훈련은 건측 상지의 움직임을 통해 환측 상지의 유사한 움직임을 촉진시키고, 양측 상지의 대칭적 움직임을 통해 일차운동영역과, 보조운동 영역을 활성화시켜 환측의 수의적 근수축을 촉진 시키는 신경학적 배경을 바탕으로 한다[26]. Summers 등[10]은 만성 뇌졸중 환자를 대상으로 대뇌 운동 피질의 운동유발 전위(motor evoked potential; MEP)를 통한 지도 체적을 측정한 결과, 손상 측 반구의 체적 증가와 비 손상 측 반구의 체적 감소를 보고하였다. 이와 같이 두 증재는 건측과 환측 대뇌 운동 피질의 흥분성 변화에 영향을 주는 신경학적 원리를 기반으로 하고 있으며 특히, 함께 사용되었을 때 더욱 효과가 증가될 수 있다. Kim

과 Park[4]의 연구에서는 만성뇌졸중 환자를 대상으로 작업기반 양측성 상지훈련 그룹과 과제기반의 양측성 상지 훈련 그룹과의 비교를 통해, 작업기반 양측성 상지훈련을 실시한 실험군이 대조군 보다 만족도와 감정 조절, 참여 등에서 유의한 차이의 개선을 이끌어 냈으며, 이러한 심리 사회학적 개선으로 인해 상지 기능의 전반적인 향상을 이끌어냈다고 보고하고 있다. 이는 실험군과 대조군의 작업기반 양측성 상지 훈련을 통해 작업의 수행도와 만족도, 상지 기능의 개선의 효과를 보인 본 연구의 결과를 뒷받침하고 있으며, 작업 기반 증재와 양측성 상지 훈련의 비슷한 기전의 신경학적 작용으로 인해 피질 활성화도 증가 효과를 더욱 촉진 시킨 결과라 생각 할 수 있을 것이다.

작업기반 양측성 상지훈련과 tDCS를 결합한 실험군은 작업기반 양측성 상지훈련만 실시한 대조군 보다 작업 만족도와 전반적인 상지기능에서 더 나은 개선의 크기를 나타냈다. 본 연구에서 사용한 tDCS는 대뇌반구의 활동에 대한 상승, 하강 조절 작용을 통해 기능개선을 이끌어내는 효과를 가진 치료방법으로 많이 사용되어져 오고 있다[27]. tDCS는 대뇌 피질 적용 부위의 시냅스 가소성 조절을 하는 NMDA 수용체와 증추신경계에서의 억제성 신경전달 물질인 GABA의 억제성을 조절하기 위한 GABA 수용체의 활성을 증가시켜, 흥분성 글루타민 피질 경로의 증가와 피질 억제로의 억제 효과에 의해 피질의 활성화를 발생시키게 된다[28][29]. 이는 앞서 언급한 작업기반 양측성 상지 훈련이 양측의 대뇌 운동 피질의 흥분성 변화의 강화를 통해 기능의 향상이 이루어진 것과 비슷한 신경학적 기전을 가지고 있는 것으로 볼 수 있다. 이와 같이 유사한 신경학적 기전의 중복된 사용은 그 효과가 증가 될 수 있다. Hebbian rule에 따르면 피질 세포 자극에 대한 지속성 또는 반복은 세포 변화를 유도하는 경향이 있으며, 시냅스의 효율성 증가와 더불어 뉴런 간의 상호 점화 효율이 점점 커지게 된다고 하였다[30]. 본 연구에서는 운동 통제에 관여하는 뉴런들이 존재하고, 수의적 움직임에 관여를 하는 영역으로 상지 영역의 움직임 회복과 깊은 연관성을 가진 일차운동피질영역에 tDCS자극 하였고 이후 작업기반 양측성 상지 훈련을 실시하였는데, tDCS 자극 직후 운동 피질 활성화에 따른 시냅스(신경

접합부)의 연결 강화가 1차적으로 발생하게 되며, 작업기반 양측성 상지훈련을 통해 2차 강화가 반복하여 발생되면서 뇌 가소성의 촉진을 유발했기 때문에 tDCS와 작업기반 양측성 상지 훈련을 실시한 실험군이 작업기반 양측성 상지 훈련만 실시한 대조군보다 더 큰 개선 효과를 보인 것으로 생각된다.

본 연구는 단순한 통계적 유의성에 대한 문제를 피하기 위해 임상적 극소중요차이 또는 극소식별변화의 개념과 효과 크기를 사용하였다[31][32]. 본 연구 결과, COPM의 만족도에서 실험군 2.5점, 대조군 2.1점, FMA에서 대조군은 5.16점, MAL의 AOU에서 대조군은 0.72점으로, 환자가 느낄 수 있는 변화에 대한 최소 임계값을 만족시키지 못하였다. 하지만, 실험군은 대부분의 평가에서 대조군보다 큰 변화량을 보였으며, COPM의 만족도를 제외한 모든 평가에서 MCID 이상을 나타냈다. 또한, 에타제곱(η^2)으로 평가된 효과크기는 작은 효과(small effect)($\eta^2 < 0.01$), 중간 효과(medium effect)($0.01 < \eta^2 < 0.06$), 큰 효과(large effect)($\eta^2 > 0.14$)로 분류하게 되는데[33], 본 연구에서 작업 수행도와 만족도, 전반적 상지기능과, 움직임의 질에서 두 그룹 간 통계학적 유의한 차이는 보이지 않았지만 실험군과 대조군 사이에 효과 크기(η^2)값 범위가 0.001-0.53로 작은 효과(small effect)이상의 효과 차이를 나타냈다. 이러한 결과는 tDCS가 두 그룹에 모두 적용된 작업기반 양측성 상지 훈련의 효과 크기의 증가에 대한 매개체로 작용한 것이라 판단 할 수 있으며, 이전 연구들의 결과와도 일치하는 것이라 할 수 있다.

본 연구에서는 가속도계를 사용해서 측정된 환측의 사용량에서만 그룹 간 개선에 대한 차이가 뚜렷하게 나타났으며, 두 그룹의 효과 차이에도 불구하고 COPM, FMA, MAL의 평가 결과, 그룹 간 유의한 차이는 발생하지 않았다. 그 이유로, COPM과 FMA, MAL는 표준화되어있는 평가로 임상에서 많이 사용되고 있지만, 주관적으로 점수를 기록한다는 점과 증재기간이 총 4주로 길지 않았던 점이 그룹 간 차이를 민감하게 반영하기 어려웠던 것으로 판단된다. 반면, 가속도계는 일상생활 활동에서의 활동 양이나 빈도, 강도 등을 측정할 수 있는 평가 도구로, 임상에서 주로 사용되고 있는 표준화된 평가 도구로 알 수 없는 좀 더 구체적이고 양적인

데이터 값을 얻을 수 있는 장점을 가지고 있다[34]. 또한, FMA와 MAL과 같은 상지기능 평가가 가속도계의 높은 상관관계가 있다는 연구를 근거[35]로 좀 더 구체적인 데이터를 얻기 위한 가속도계의 사용이 적절했다고 사료된다.

본 연구는 병원 환경에서 사용될 수 있는 작업기반 양측성 상지 훈련을 증재로 사용했다는 점과 그 효과의 증대를 위해 tDCS를 결합하여 적용하여, 임상에서 새로운 효율적인 증재로서의 사용 가능성을 높일 수 있었다는 점에서 이전 연구들과의 차별성이 있다고 할 수 있다. 많은 뇌졸중 재활 관련 이전 연구들은 과제 지향적 훈련이나 목표 지향적 훈련보다는 고객 요구가 포함되는 작업 기반 접근의 중요성을 강조하고 있음에도 불구하고, 제도적·환경적 조건 등의 제한으로 하위 상향식 접근이 이루어지고 있다[8]. 또한, 기존의 연구들은 발병 이전의 상황과 같은 조건에서의 수행을 중요시하는 가정 및 지역 사회 기반의 작업 기반 증재를 주로 시행하고 있기 때문에 병원 환경에서의 실행에 대해 한계를 지적하고 있다[9]. 이에 본 연구는 현재 환경을 최대한 고려하여 주어진 환경 내에서 적용 가능한 활동을 선정하도록 하였으며, 현재 사용하고 있는 도구와 물품을 이용하여 병원 내 치료실 및 병실, 병원 내 기타 시설 등에서 진행했기 때문에 비교적 안전하고, 효율적이며, 작업의 양손 수행을 통해 최대한 발병 전 활동과 유사하게 진행하여 긍정적인 결과를 얻어내었다. 또한, 추가적으로, 적용이 쉽고, 통증이나 불편감이 없으며, 비침습적 전기 자극으로 대뇌의 적용 부위의 흥분성변화를 유도하여 기능개선을 발생시키고, 다른 재활 훈련과 결합되어 그 효과를 증가 시킨다고 알려져 있는 tDCS를 적용하여, 작업기반 양측성 상지 훈련만 실시한 대조군 보다 더 나은 효과를 보였던 점은 tDCS와 작업기반 양측성 상지 훈련의 결합 증재가 임상에서 효율적으로 사용 될 수 있는 가능성을 높일 수 있었다는 점에서 본 연구의 임상적 의의가 있다고 할 수 있을 것이다.

본 연구의 제한점은 적은 대상자수와 대조군에 tDCS 그룹이 없어 결과에 대한 일반화가 어렵다는 점과 그룹 간 차이를 알아보기 위한 정량적 평가로 가속도계만 사용했다는 점이다. 추후 연구에서는 대상수의 확대와 더불어 tDCS 그룹을 대조군에 포함시켜 좀 더 명확한 차

이를 알아볼 필요가 있으며, 그룹 간 차이에 대한 신경학적차이를 확인하기 위해 fMRI 등을 활용한 연구가 필요 할 것으로 판단된다.

V. 결론

본 연구에서는 병원환경에서의 작업기반 양측성 상지 훈련에 경두개 직류 전류 자극을 적용하였을 때 뇌졸중 환자의 상지 기능에 미치는 영향에 대해서 알아보 고자 하였다. 본 연구를 통하여 작업기반 양측성 상지 훈련이 뇌졸중 환자의 작업수행에 대한 만족도와 상지 기능개선에 효과가 있었음을 확인하였으며, 또한, 경두 개 직류 전류 자극의 결합 중재를 통해 그 효과를 강화 시킬 수 있음을 확인 할 수 있었다. 본 연구의 결과를 통해 작업기반 양측성 상지 훈련과 tDCS의 결합 중재 가 국내 임상에서의 뇌졸중 환자들의 효과적 재활을 위 한 근거 자료로써 유용하게 사용 될 것으로 생각된다.

참 고 문 헌

- [1] P. Langhorne and A. Pollock, "What are the components of effective stroke unit care?," *Age and Ageing*, Vol.31, No.5, pp.365-371, 2002.
- [2] A. G. Fisher, "Occupation-centered, occupation-based, occupation-focused: Same, same or different?," *Scandinavian Journal of Occupational Therapy*, Vol.20, No.3 pp.162-173, 2013.
- [3] D. K. Rose and C. J. Winstein, "Bimanual training after stroke: are two hands better than one?," *Topics in Stroke Rehabilitation*, Vol.11, No.4, pp.20-30, 2004.
- [4] S. H. Kim and J. H. Park, "The effect of occupation-based bilateral upper extremity training in a medical setting for stroke patients: A single-blinded, pilot randomized controlled trial," *Journal of Stroke and Cerebrovascular Diseases*, Vol.28, No.12, p.104335, 2019.
- [5] A. Wolf, R. Scheiderer, N. Napolitan, C. Belden, L. Shaub, and M. Whitford, "Efficacy and task structure of bimanual training post stroke: a systematic review," *Topics in Stroke Rehabilitation*, Vol.21, No.3, pp.181-196, 2014.
- [6] C. M. Stinear, M. A. Petoe, S. Anwar, P. A. Barber, and W. D. Byblow, "Bilateral priming accelerates recovery of upper limb function after stroke: a randomized controlled trial," *Stroke*, Vol.45, No.1, pp.205-210, 2014.
- [7] K. Shinohara, T. Yamada, N. Kobayashi, and K. Forsyth, "The model of human occupation-based intervention for patients with stroke: A randomised trial," *Hong Kong Journal of Occupational Therapy*, Vol.22, No.2, pp.60-69, 2012.
- [8] C. Skubik-Peplaski, C. Carrico, L. Nichols, K. Chelette, and L. Sawaki, "Brief Report—Behavioral, neurophysiological, and descriptive changes after occupation-based intervention," *American Journal of Occupational Therapy*, Vol.66, No.6, pp.e107-e113, 2012.
- [9] J. H. Cauraugh and J. J. Summers, "Neuralplasticity and bilateral movements: A rehabilitation approach for chronic stroke," *Progress in Neurobiology*, Vol.75, No.5, pp.309-320, 2005.
- [10] J. J. Summers, F. A. Kagerer, M. I. Garry, C. Y. Hiraga, A. Loftus, and J. H. Cauraugh, "Bilateral and unilateral movement training on upper limb function in chronic stroke patients: A TMS study," *Journal of the Neurological Sciences*, Vol.252 No.1, pp.76-82, 2007.
- [11] W. R. Koo, B. H. Jang, and C. R. Kim, "Effects of anodal transcranial direct current stimulation on somatosensory recovery after stroke: a randomized controlled trial," *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*, Vol.97, No.7, pp.507-513, 2018.
- [12] S. Mazzoleni, V. D. Tran, P. Dario, and F.

- Posteraro, "Effects of transcranial direct current stimulation (tDCS) combined with wrist robot-assisted rehabilitation on motor recovery in subacute stroke patients: a randomized controlled trial," *IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering*, Vol.27, No.7, pp.1458-1466, 2019
- [13] T. Takebayashi, K. Takahashi, M. Moriwaki, T. Sakamoto, and K. Domen, "Improvement of Upper Extremity Deficit after Constraint-Induced Movement Therapy Combined with and without Preconditioning Stimulation Using Dual-hemisphere Transcranial Direct Current Stimulation and Peripheral Neuromuscular Stimulation in Chronic Stroke Patients: A Pilot Randomized Controlled Trial," *Frontiers in Neurology*, Vol.8 No.568, pp.1-8, 2017.
- [14] V. Giacobbe, H. I. Krebs, B. T. Volpe, A. Pascual-Leone, A. Rykman, G. Zeiarati, F. Fregni, L. Dipietro, G. W. Thickbroom, and D. J. Edwards, "Transcranial direct current stimulation (tDCS) and robotic practice in chronic stroke: the dimension of timing," *NeuroRehabilitation*, Vol.33 No.1, pp.49-56, 2013
- [15] S. H. Kim, *Development and effectiveness of occupation-based bilateral upper extremity training protocol for stroke patients*, Yonsei University, Doctoral dissertation, 2018.
- [16] J. H. Park and Y. C. Kwun, "Development of the Test for the Elderly = Korean Version of Mini-Mental State Examination (MMSE-K)," *Journal of the Korean Neuropsychiatric Association*, Vol.28, No.1, pp.125-135, 1989.
- [17] S. Brunnstrom, *Movement therapy in hemiplegia: A neurophysiological approach(1st. ed.)*, NY: Harper & Row, 1970.
- [18] I. Kjekken, H. Dagfinrud, T. Uhlig, P. Mowinckel, T. K. Kvien, and A. Finset, "Reliability of the canadian occupational performance measure in patients with ankylosing spondylitis," *Journal of Rheumatology*, Vol.32, No.8, pp.1503-1509, 2005.
- [19] E. H. Cup, W. J. Scholte op Reimer, M. C. Thijssen, and M. A. van Kuyk-Minis, "Reliability and Validity of the Canadian Occupational Performance Measure in Stroke Patients," *Clinical Rehabilitation*. Vol.17, No.4, pp.402-409, 2003.
- [20] M. Noorkoiv, H. Rodgers, and C. I. Price, "Accelerometer measurement of upper extremity movement after stroke: A systematic review of clinical studies," *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, Vol.11, No.1, pp.144-154, 2014.
- [21] A. R. Fugl-Meyer, L. Jääskö, I. Leyman, S. Olsson, and S. Stegling "The post-stroke hemiplegic patient. 1. a method for evaluation of physical performance," *Scandinavian Journal of Rehabilitation Medicine*, Vol.7, No.1, pp.13-31, 1975.
- [22] S. J. Page, G. D. Fulk, and P. Boyne, "Clinically important differences for the upper-extremity Fugl-Meyer Scale in people with minimal to moderate impairment due to chronic stroke," *Physical Therapy*, Vol.92, No.6, pp.791-798, 2012.
- [23] E. Taub, N. E. Miller, T. A. Novack, E. W. 3rd Cook, W. C. Fleming, C. S. Nepomuceno, J. S. Connell, and J. E. Crago, "Technique to improve chronic motor deficit after stroke," *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, Vol.74, No.4, pp.347-354, 1993.
- [24] G. Uswatte, E. Taub, D. Morris, M. Vignolo, and K. McCulloch, "Reliability and validity of the upper-extremity Motor Activity Log-14 for measuring real-world arm use," *Stroke*. Vol.36, No.11, pp.2493-2496, 2005.
- [25] J. R. Siegert and J. W. Taylor, "Theoretical aspects of goal-setting and motivation in rehabilitation," *Disability and Rehabilitation*, Vol.26, No.1, pp.1-8, 2004.
- [26] J. H. Cauraugh, S. A. Coombes, N. Lodha, S. K. Naik, and J. J. Summers, "Upper extremity

- improvements in chronic stroke: coupled bilateral load training," Restorative Neurology And Neuroscience, Vol.27, No.1, pp.17-25, 2009.
- [27] W. Paulus, "Transcranial direct current stimulation (tDCS)," Supplements to Clinical Neurophysiology, Vol.56, pp.249-254, 2003.
- [28] M. A. Nitsche, P. S. Boggio, F. Fregni, and A. Pascual-Leone, "Treatment of depression with transcranial direct current stimulation (tDCS): a review," Experimental Neurology, Vol.219, No.1, pp.14-19, 2009.
- [29] H. I. Kuo, M. Bikson, A. Datta, P. Minhas, W. Paulus, M. F. Kuo, and M. A. Nitsche, "Comparing cortical plasticity induced by conventional and high definition 4×1 ring tDCS: a neurophysiological study." Brain Stimulation, Vol.6, No.4, pp.644-648, 2013.
- [30] J. Stollberg, "Synapse elimination, the size principle, and Hebbian synapses," Journal of neurobiology, Vol.26, No.2, pp.273-282, 1995.
- [31] H. J. Schünemann and G. H. Guyatt, "Commentary—Goodbye M(C)ID! Hello MID, Where Do You Come From?," Health Services Research, Vol.40, No.2, pp.593-597, 2005.
- [32] A. Wright, J. Hannon, E. J. Hegedus, and A. E. Kavchak, "Clinimetrics corner: a closer look at the minimal clinically important difference (MCID)," The Journal of Manual & Manipulative Therapy, Vol.20, No.3, pp.160-166, 2012.
- [33] M. E. Cohen and R. W. Schemm, "Client-centered occupational therapy for individuals with spinal cord injury," Occupational Therapy in Health Care, Vol.21, No.3, pp.1-15, 2007.
- [34] L. B. Green, "Assessment of habitual physical activity and paretic arm mobility among stroke survivors by accelerometry," Topics in Stroke Rehabilitation, Vol.14, No.6, pp.9-21, 2007.
- [35] G. Uswatte, E. Taub, D. Morris, K. Light, and P. A. Thompson, "The motor activity log-28: Assessing daily use of the hemiparetic arm after stroke," Neurology, Vol.67, No.7, pp.1189-1194, 2006.

저 자 소 개

김 선 호(Sun-Ho Kim)

정회원



- 2013년 8월 : 연세대학교 작업치료학과(이학석사)
- 2018년 8월 : 연세대학교 작업치료학과(이학박사)
- 2011년 2월 ~ 현재 : 영광 재활병원 작업치료실 실장

〈관심분야〉 : 작업기반, 근거기반, 신경계 작업치료