

저빈도 rTMS의 적용이 만성 뇌졸중환자의 인지기능에 미치는 영향

이동우*

¹호남대학교 물리치료학과

Effect of the application of low-frequency rTMS on cognitive function in chronic stroke patients

Dong-Woo Lee^{1*}

¹Department of Physical Therapy, Honam University

요약 본 연구는 저빈도 반복경두개자극(rTMS)이 만성 뇌졸중 환자의 인지기능에 미치는 영향을 알아보기 위해 실시하였다. MMSE-K와 한국어판 BCRS-K를 통해서 선별된 만성 뇌졸중 환자 30명을 대상으로 3개의 군으로 무작위로 나누었다. 실험군 I (n=10)은 소리만 동일시간 적용하게 하였고, 실험군 II (n=10)은 손상 측에 1 Hz rTMS를, 실험군 III (n=10)은 손상반대측에 1 Hz rTMS를 적용하여 주 5회, 1일 20분, 2주간 중재하였다. 인지기능의 변화를 알아보기 위해서 중재 전, 1주 후, 2주 후, 3개월 후 시점에서 CERAD-K 점수를 측정하였다. 연구 결과 즉각 기억단어는 실험군 I에 비교하여 실험군 II와 실험군 III에서 2주 후와 3개월 후에 통계학적으로 유의한 차이를 보였고(p<.05), 재인 기억단어에서는 실험군 III에서 2주 후와 3개월 후에 통계학적으로 유의한 차이가 나타났다(p<.05). 지연 기억단어는 실험군 I에 비해 실험군 III에서 3개월 후에 통계학적으로 유의한 차이를 보였다(p<.05). 따라서 본 연구결과를 통해서 뇌졸중 환자에서 저빈도 rTMS의 적용이 인지재활에 긍정적인 영향을 줄 수 있을 것으로 생각된다.

Abstract This study repeated low-frequency transcranial magnetic stimulation (rTMS) to evaluate the effects on cognitive function in chronic stroke patients. Among the chronic stroke patients, 30 patients selected by MMSE-K and BCRC-K were divided randomly into 3 groups. Group I (n=10) had only sound applied, group II (n=10) were applied 1 Hz rTMS on the damaged side and group III (n=10) were applied to 1 Hz rTMS on the opposite side for total 2 weeks, 20 minutes per a day, five times per a week. To examine the change in cognitive function, CERAD-K scores were measured before, 1 week, 2 weeks, and then 3 months after the intervention. The CERAD-K scores were measured before and 1 week, 2 weeks and 3 months after the interventions. The immediate recall memory showed a significant difference after 2 weeks and 3 months in groups II and III (p<.05). The recognition memory showed a significant difference after 2 weeks and 3 months in group III (p<.05). The delayed recall memory showed significant differences after 3 months in group III than in group I (p<.05). Therefore, the application of low-frequency rTMS has a positive influence on the cognitive rehabilitation of chronic stroke patients.

Key Words : rTMS, Stroke, Cognitive function

1. 서론

뇌졸중은 우리나라에서 인지기능과 신체장애를 일으

키는 주요한 원인으로 단일질환 사망원인 중 가장 높은 비율을 차지한다[1]. 뇌졸중 이후 적절한 응급처치와 조 기치료를 통해 생존했다하더라도 뇌병변의 부위에 따라

본 논문은 2013년도 호남대학교 학술연구비 지원을 받아 연구되었음.

*Corresponding Author : Dong-Woo Lee(Honam Univ.)

Tel: +82-62-940-5666 email: lee7810@honam.ac.kr

Received November 21, 2014

Revised December 10, 2014

Accepted December 11, 2014

의식장애, 마비 및 운동감각의 이상, 감각적, 심리적, 사회적, 기능적 장애와 우울, 불안 등과 같은 정서적 장애 그리고 인지기능의 장애가 나타난다[2,3].

인지기능은 지식의 습득, 저장, 검색과 이용을 포함하는 정신활동으로서[4], 집중력, 기억력 같은 기본적인 영역에서부터 기획력, 구성력, 문제해결능력, 추상화 능력 등 고위 수준까지 포함되며, 감각, 언어, 시지각의 통합 등이 기초가 되어야 한다[5]. 결국 인지기능에 장애가 발생하면 일을 계획하고, 판단하며, 적절하게 수행하는 것에 어려움을 가져와 장애(disability)를 초래하며, 의료진과의 소통을 어렵게 하여 치료의 범위를 제한하고, 환자의 재활 의욕을 감소시킨다[6]. 이러한 이유로 인지기능의 장애는 운동기능 회복이 가능한 환자에게도 성공적인 재활을 어렵게 하는 요인이 되고[7], 뇌졸중 후 기능적 예후를 결정하는데 매우 중요한 요소이다[8,9]. 뇌졸중 후 인지기능 치료는 현재 크게 약물치료와 인지재활치료로 나누는데, 현재 많이 치료에 사용되는 인지재활치료는 다양한 paper-and-pencil 과제나 블록 조작하기 과제 등을 이용한 전통적 인지재활치료와 컴퓨터를 이용한 인지재활치료가 행해지고 있으나, 치료사에 주관적 개입, 다양성의 부족과 인지기능이 낮은 환자들에게 이해시키고, 훈련하는 것이 힘든 실정이다. 최근에는 인지기능과 관련되어 대뇌에 비침습적인 신경자극방법들에 대한 연구들이 진행되고 있다[10].

비침습적인 대뇌 자극의 방법으로 경두개직류자극(transcranial direct current stimulation; tDCS)과 경두개 자기자극(transcranial magnetic stimulation, TMS)이 사용되고 있다[11]. TMS는 외측 두피에 위치한 전자기 코일을 이용하여 단시간에 자기장을 생성하고 자기장 과동을 이용하여 전기에너지를 발생시켜 신경세포의 탈분극을 유도하는 방법이다[12]. 이 중 일정간격으로 반복하여 주기적 자극을 하는 것을 반복 경두개자기자극(repetitive transcranial magnetic stimulation, rTMS)이라 하며[13], 국소 부위의 대뇌피질 활성화를 증가 혹은 감소시키는 뇌 자극 방법 중 하나이다[14]. 빈도수에 따라 1 Hz 이하를 저빈도, 5 Hz 이상을 고빈도라고 분류하기도 하며 저빈도 자극은 대뇌피질의 흥분을 감소시키고, 고빈도의 자극은 운동유발전위의 크기의 증가를 통해 대뇌피질의 흥분을 증가시킨다고 보고되고 있다[15]. 그동안 rTMS를 이용한 치료는 발작의 위험 때문에 적용이 어려웠지만 빈도와 자극강도의 연구를 통해 안전성을 확

보함에 따라 현저히 발작의 위험을 피할 수 있게 되었다[16]. 현재 rTMS는 치료가 간단하고 안전하며 대뇌회로의 흥분성을 변화시키기 용이하고 비교적 그 효과가 장기간 유지된다고 인정되어[16], 현재 정신과 질환에 치료적 도구로 많이 사용되고 있다[17,18].

최근 들어 뇌졸중 후에 비침습적이고 뇌에 직접 자극을 하는 rTMS에 대한 연구가 활발히 진행되고 있으나 이는 운동기능과 실어증에 관련된 연구가 대부분으로[19-21], 대뇌피질에 직접 자극하여 인지기능 변화를 보는 연구는 부족한 실정이다. 이에 본 연구에서는 저빈도 rTMS가 만성 뇌졸중 환자의 인지기능에 미치는 영향을 알아 보고자 손상부위(ipsilesional)와 손상반대측(contra-lesional)에 저빈도 1 Hz rTMS(100% RMT, 600 pulses, 1 session)를 2주 간 주 5회, 20분간 적용하였을 때 인지기능의 변화를 관찰하였다. 인지기능 관련 평가로는 CERAD-K를 사용하여 훈련 전, 1주 후, 2주 후, 훈련 종료 후 3개월 후, 총 4회에 걸쳐 인지기능을 평가하였다.

2. 연구 방법

2.1 연구 대상

본 연구는 대전광역시 H 병원에서 만성 뇌졸중으로 진단받은 입원환자를 대상으로 실시하였다. 연구 전 대상자에게 연구 목적 및 방법에 대하여 충분히 설명하고, 동의를 얻은 후 연구를 실시하였다. 대상자는 다음의 조건을 충족시키는 자로 제한하였다.

- 1) 전산화 단층 촬영 후 방사선과 전문의로부터 뇌경색 진단을 받은 환자.
- 2) 발병 후 6개월 이내인 환자.
- 3) 본 연구의 연구자가 지시하는 평가 내용을 이해하고 따를 수 있는 환자로 MMSE-K 점수가 18-23 점, BCRS 점수가 10점 이상에 속하는 환자로서, 의사소통이 가능한 자.
- 4) 백내장 녹내장 등 안과 질환으로 시력에 큰 결함이 없는 환자.
- 5) 머리에 두개골이 결손되어 있거나 심장이나 머리에 의료장치가 삽입되지 아니한 자.
- 6) 간질 발작의 병력이 없는 자.

2.2 실험방법 및 측정도구

2.2.1 실험방법

본 연구에서는 저빈도 rTMS의 적용이 만성 뇌졸중환자의 인지기능에 미치는 효과를 알아보기 위해 2주간 주 5회 1일 20분씩 저빈도 rTMS를 실시하였다. 실험군을 설정하기 전 MMSE-K와 BCRS를 이용하여 인지능력을 평가한 후 수치의 수준에 따라 세 군으로 무작위 배정하였다. 측정은 훈련 전, 1주 후, 2주 후, 훈련 종료 후 3개월 후, 총 4회를 측정하였다[22-31].

2.2.2 한국판 Mini-Mental State Examination (MMSE-K)

MMSE는 뇌손상의 초기에 또는 중증 뇌 손상 환자에게 간단히 시행하고 결과를 빨리 확인할 수 있는 검사로 뇌 손상 환자에게 가장 많이 사용하는 검사 중의 하나이다[22]. 지남력, 기억등록, 기억회상, 주의집중, 계산, 언어기능, 이해 및 판단력의 항목으로 구성되어 있고, 검사자간 상관계수는 $r=0.999(p<0.001)$ 로 매우 높다[23].

2.2.3 한국어판 Brief cognitive rating scale (BCRS)

Brief Cognitive Rating Scale (BCRS)는 인지능력의 감퇴를 평가하기 위해 1983년 고안되었다. BCRS는 기존의 평가 도구들과 달리 anxiety, depression, agitation 등의 mood change와 psychosis를 평가 항목에서 배제함으로써 인지 능력과 이와 연관된 기능의 감퇴에 더욱 초점을 맞추어 평가할 수 있다. 집중력, 최근 기억력, 과거 기억력, 지남력, 일상생활 수행 능력 및 자기관리 능력의 다섯 가지 세부 항목을 평가한다. 각 항목은 1점부터 7점까지 7단계로 평가된다. 본 연구대상자의 선정 기준으로서 한국어판 BCRS에 대한 연구 중 10점 이상을 대상자로 하였다[24].

2.3 반복적 경두개자극

TMS는 두피 외측에 위치한 전자기 코일을 이용하여 단시간 지속하는 자기장을 생성시키고, 자기장 파동의 변동 에너지를 대뇌 피질로 전달하여 신경세포의 탈분극을 유도하는 방법이다[25,26]. TMS를 주기적으로 반복하여 자극하는 것을 반복 경두개자극이라 한다. rTMS 적용 후 영향은 자극의 강도, 주파수, 그리고 자극의 총 횟수, 자극부위에 따라 다르며 그중 rTMS의 자극

빈도가 중요한 요소이다[27]. 자극빈도에 따라 5 Hz 이상을 고빈도 rTMS라고 하고 1 Hz 이하의 자극을 저빈도 rTMS라 하는데 고빈도 rTMS에서는 대뇌흥분성을 증가시키고[28], 저빈도는 대뇌흥분성을 감소시켰다[29]. 본 연구에서는 손상부위와 손상반대부위에 전전두엽에 상대적으로 발작의 위험이 적은 저빈도 1 Hz (100% RMT, 600 pulses, 1 session)을 적용하였다[30].

2.4 인지기능 평가

저빈도 rTMS의 적용이 뇌졸중 환자의 인지기능에 미치는 효과를 알아보기 위해 CERAD-K를 이용하여 훈련 전, 1주 후, 2주 후, 훈련 종료 3개월 후, 총 4회에 걸쳐 인지기능을 평가하였다[31].

2.4.1 CERAD-K

대상자의 인지기능을 CERAD-K의 신경 심리 평가집을 통해 측정하였다. 모든 검사는 동일인에 의해 시행되어졌고 평가집에 나온 순서대로 시행하였다. 검사 장소는 동일하였고 소음이 없어 집중될 수 있게 하였으며 주변 요인에 의해검사가 도중에 중단되지 않도록 주의하였다. CERAD-K는 크게 임상 평가집과 신경심리 평가집으로 구성된다. CERAD-K 신경심리 평가집은 언어 유창성 검사: 동물 범주(verbal fluency: animal category), 보스톤 이름 대기 검사: 15항목 단축형(Boston naming test: 15 item subset), 간이정신상태검사(MMSE-KC), 단어목록기억검사(word list memory), 구성행동검사(constructional praxis), 단어목록회상검사(word list recall), 단어목록재인검사(word list recognition), 구성회상검사(constructional recall), 길 만들기 검사 A와 B(trail making test A&B) 등의 아홉 가지 검사로 구성되어 있다. 이 중 기억의 기억수행 능력 측정하기 위해 단어목록 기억측정도구로 CERAD-K-VLT를 사용하였다[31]. 이 도구는 즉각 기억단어 10개 목록, 재인 기억단어 20개 항목으로 구성되었다. 목록을 제시한 후 기억한 숫자를 점수로 계산하였다. 즉각 기억단어는 3회 시행 후 합산한 점수로 최고 30점, 재인기억단어는 최고 10점, 지연기억단어는 최고 10점이다.

2.4.1.1 즉각 기억단어

10개의 단어카드를 각 단어 당 10초 간격으로 제시하며 큰소리로 읽게 한 후 가능한 한 많은 수의 단어를 회

상하여 종이에 쓰는 과정을 3회 시행하였다. 10개의 단어를 3회 모두 순서를 다르게 제시하였다. 매 시행 시 올바르게 기억한 단어마다 1점을 주었고, 10점 만점으로 평가하였으며, 최종점수는 3회 시행점수를 합산하였으며 최고 점수는 30점이다[31].

2.4.1.2 재인 기억단어

즉각 기억단어 목록검사에서 제시되었던 단어들을 방해되는 새로운 단어 10개와 섞여 20개를 제시하면서 즉각 기억단어 목록 검사에서 본 단어 인지, 처음 보는 단어 인지를 구분하게 하여 언어적 재인기억(recognition memory)을 평가하는 검사이다. 최종점수는 정확한 ‘예’ 반응의 수와 ‘아니오’ 반응의 수를 더한 다음, 10을 빼서 얻는다. 최고점수는 10점이다[31].

2.4.1.3 지연 기억단어

즉각 기억단어 목록검사에서 제시되었던 10개의 단어를 20분 후 회상하도록 하는 언어적 지연기억검사이다. 최종점수는 올바르게 회상한 단어마다 1점씩 주고 최고 점수는 10점이다[31].

2.5 통계 방법

본 연구의 자료분석은 측정된 후 수집된 자료에 대하여 SPSS(version 18.0) 프로그램을 이용하여 실시하였다. 시간에 따른 각 그룹 간의 차이를 알아보기 위해 일요인 분산분석(one-way ANOVA)을 시행하였다. 사후검정을 위해서 Tukey’s multiple range test를 사용하였다. 통계학적인 유의수준 α 는 0.05로 설정하였다.

3. 연구 결과

3.1 연구 대상자의 일반적인 특성

본 연구의 대상자는 총 30명이며, 성별은 모두 여성이며 각 군의 의학적 특성으로 마비측은 실험군 I에서 오른쪽 5명, 왼쪽 5명, 실험군 II는 오른쪽 5명, 왼쪽 5명, 실험군 III은 오른쪽 5명, 왼쪽 5명이었다. 발병원인에서는 모든 실험군의 실험대상자는 뇌경색으로 인한 뇌손상이 발생한 대상으로 선정하였다. 그룹 간의 동질성 검정을 위해 Levene test를 실시한 결과 모든 항목에서 통계학적으로 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다 ($p>.05$)[Table 1].

[Table 1] General characteristic of the subject (M±SD) (n=30)

	Group I (n=10)	Group II (n=10)	Group III (n=10)
Gender (M/F)	0/10	0/10	0/10
Age (years)	60.50±9.17	61.50±7.82	59.88±9.10
Education (years)	8.50±1.93	8.25±2.12	8.62±2.50
Prevalence (month)	13.88±4.85	15.12±3.94	14.75±4.56
MMSE-K (score)	20.88±1.89	21.50±1.93	21.00±1.85
BCRS (score)	17.50±1.85	18.13±1.96	17.88±1.81

M±SD : mean ± standard deviation

Group I: sham

Group II: 1 Hz rTMS (Ipsilesional)

Group III: 1 Hz rTMS (Contralesional)

3.2 CERAD-K

3.2.1 즉각 기억단어 (Immediate recall Memory)

저빈도 rTMS의 적용이 뇌졸중환자의 인지기능에 미치는 효과를 알아보기 위해 CERAD-K 평가에서 즉각 기억단어를 측정된 결과는 Table 2와 같다. 측정시기별 각 군 간의 차이를 알아보기 위해 일원배치분산분석을 실시한 결과 훈련 시작 2주 후와 훈련 종료 3개월 후에서

[Table 2] The change of immediate recall memory (unit: score)

	pre	1 week	2 weeks	3 month
Group I	13.37±1.41	13.38±1.77	13.75±1.58	13.50±1.51
Group II	13.25±1.39	13.50±1.39	16.00±1.51*	15.88±1.46*
Group III	14.25±1.98	14.25±2.38	16.38±1.41**	16.00±1.77*
	.418	.643	.004	.007

All values showed mean±SD, Group I: sham, Group II: 1 Hz rTMS (Ipsilesional), Group III: 1 Hz rTMS (Contralesional)

There were significant differences among the three group

Post-hoc was tested by Tukey’s multiple range test group I-group II, III

(* : $p<0.05$, ** : $p<0.01$, *** : $p<0.001$)

[Table 3] The change of recognition memory (unit: score)

	pre	1 week	2 weeks	3 month
Group I	4.50±1.07	5.13±1.00	5.50±0.93	5.25±1.28
Group II	4.38±1.06	5.38±1.19	6.75±1.49	6.25±1.28
Group III	4.25±1.28	5.38±1.77	7.38±1.30*	7.00±0.93*
	.909	.914	.022	.024

All values showed mean±SD, Group I: sham, Group II: 1 Hz rTMS (Ipsilesional), Group III: 1 Hz rTMS (Contralesional)
 There were significant differences among the three group
 Post-hoc was tested by Tukey's multiple range test group I-group II, III
 (* : p<0.05, ** : p<0.01, *** : p<0.001)

[Table 4] The change of delayed recall memory (unit: score)

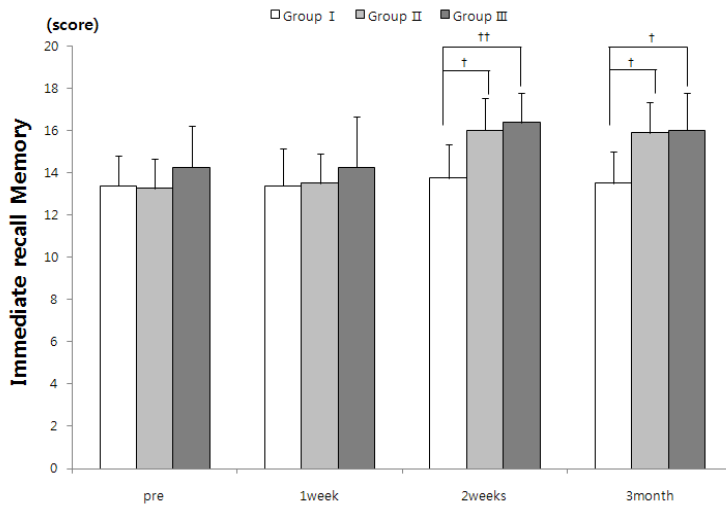
	pre	1 week	2 weeks	3 month
Group I	4.13±0.64	4.88±1.55	5.50±1.20	4.88±1.46
Group II	4.00±0.93	5.13±1.55	6.75±1.39	6.13±1.13
Group III	4.25±1.04	6.25±1.98	7.25±1.67	6.63±1.06*
	.853	.252	.062	.027

All values showed mean±SD, Group I: sham, Group II: 1 Hz rTMS (Ipsilesional), Group III: 1 Hz rTMS (Contralesional)
 There were significant differences among the three group
 Post-hoc was tested by Tukey's multiple range test group I-group II, III
 (* : p<0.05, ** : p<0.01, *** : p<0.001)

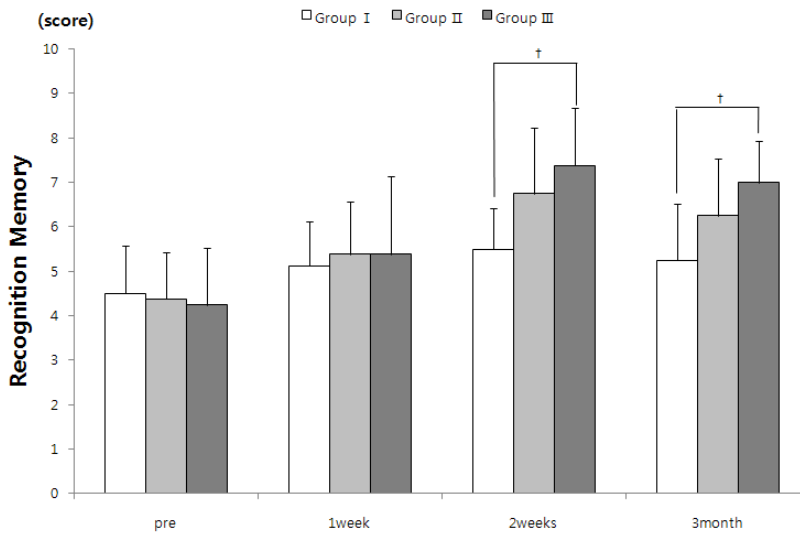
유의한 차이를 보였다(p<.01). 사후검정 결과, 훈련 시작 2주 후에서 실험군 I 과 비교하여 실험군 II에서 유의한 차이를 나타냈으며(p<.05), 실험군 III과의 비교에서도 통계학적으로 유의한 차이가 나타났다(p<.01). 훈련 종료 3개월 후에는 실험군 I 과 비교하여 실험군 II, III에서 통계학적으로 유의한 차이가 나타났다(p<.05)[Table 2][Fig. 1].

3.2.2 재인 기억단어 (Recognition Memory)

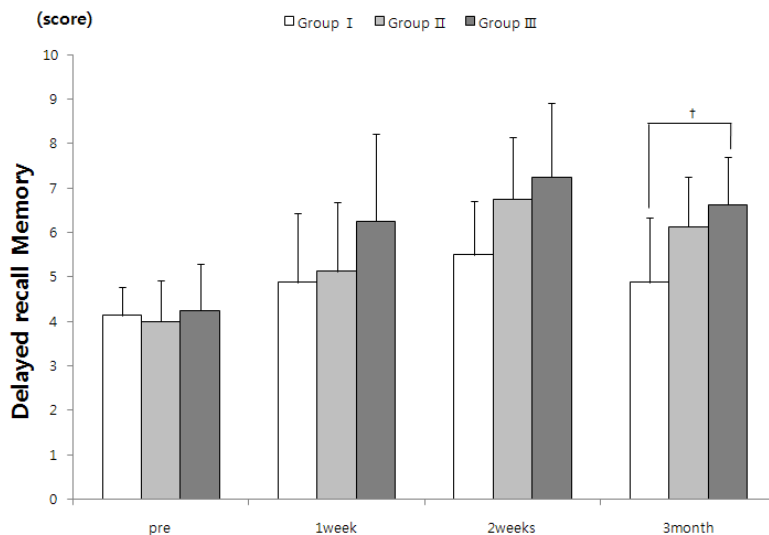
저빈도 rTMS의 적용이 뇌졸중환자의 인지기능에 미치는 효과를 알아보기 위해 CERAD-K 평가에서 재인 기억단어를 측정 한 결과는 Table 3과 같다. 측정시기별 각 군 간의 차이를 알아보기 위해 일원배치분산분석을 실시한 결과 훈련 시작 2주 후와 훈련 종료 3개월 후에서 유의한 차이를 보였다(p<.05). 사후검정 결과, 훈련 시작



[Fig. 1] The change of Immediate recall Memory



[Fig. 2] The change of Recognition Memory



[Fig. 3] The change of Delayed recall Memory

2주 후에서 실험군 I 과 비교하여 실험군 III에서 통계학적 유의한 차이가 나타났다($p < .05$). 훈련 종료 3개월 후에는 실험군 I 과 비교하여 실험군 III에서 통계학적으로 유의한 차이가 나타났다($p < .05$)[Table 3][Fig. 2].

3.2.3 지연 기억단어 (Delayed recall Memory)

저빈도 rTMS의 적용이 뇌졸중환자의 인지기능에 미

치는 효과를 알아보기 위해 CERAD-K 평가에서 지연 기억단어를 측정된 결과는 Table 4와 같다. 측정시기별 각 군 간의 차이를 알아보기 위해 일원배치분산분석을 실시한 결과 훈련 종료 3개월 후에서 유의한 차이를 보였다($p < .05$). 사후검정 결과, 훈련 종료 3개월 후에는 실험군 I 과 비교하여 실험군 III에서 통계학적으로 유의한 차이가 나타났다($p < .05$)[Table 4][Fig. 3].

4. 고찰 및 제언

본 연구는 만성 뇌졸중 환자를 대상으로 비침습적 자극방법의 하나인 반복 경두개자극(repetitive transcranial magnetic stimulation; rTMS)을 적용하여 인지기능에 대한 효과를 알아보고자 하였다.

rTMS적용 후 영향은 자극의 강도, 주파수, 그리고 자극의 총 횟수, 자극부위에 따라 다르며 그중 rTMS의 자극빈도가 중요한 요소이다[27]. 자극빈도에 따라 5 Hz 이상을 고빈도 rTMS라고 하고 1 Hz 이하의 자극을 저빈도 rTMS라 하는데 고빈도 rTMS에서는 대뇌흥분성을 증가시키고[28], 저빈도는 대뇌흥분성을 감소시켰다[29]. 이에 본 연구에서는 만성뇌졸중환자 30명을 대상으로 실험군 I에는 rTMS를 적용할 때 발생하는 소리를 녹음하여 소리만 동일시간 적용하게 하였고 실험군 II에는 손상측에 저빈도 1 Hz(100% RMT, 600 pulses, 1 session)을 실험군 III에는 손상반대측에 저빈도 1 Hz(100% RMT, 600 pulses, 1 session)을 적용하여 2주간 주 5회씩 실시하였다[30]. 즉각 기억단어는 실험군 II와 실험군 III에서 2주 후와 3개월 후에 통계학적으로 유의한 증가를 보였고($p<.05$), 재인 기억단어에서는 실험군 III에서 2주 후와 3개월 후에 통계학적으로 유의한 증가가 나타났다($p<.05$). 이는 1 Hz rTMS가 손상측 자극과 손상반대측 자극 모두에서 실험군 I에 비교해서 유의한 차이를 보였고, 재인기억에서는 실험군 III에서 2주 후와 3개월 후에 유의한 차이를 보였다.

즉각 기억단어와 재인 단어기억은 1 Hz rTMS를 적용하였을 때 1주 후보다 2주 후에 치료적 효과가 발생하였고 실험군 I은 1주 후, 2주 후, 3개월 후에도 증가를 보이지 않았던 것으로 보아 학습효과를 통해 점수의 상승이 나타난 것이 아님을 알 수 있었다.

지연 기억단어는 실험군 I에 비해 실험군 III에서 3개월 후에 통계학적으로 유의한 증가를 보였으나 점수의 변화를 볼 때 1주 후보다 2주 후에 점수가 다소 상승함은 즉각 기억단어와 재인 기억단어의 점수의 패턴과 유사하였다. 이는 다양한 기억과 관련 대표적 증추인 배외측전전두엽(dorsolateral prefrontal cortex)과 전전두엽이 1 Hz rTMS의 자극을 받아 활성화되어 기억력에 영향을 주었을 것으로 생각된다. 그러나 인지과정은 뇌의 한 영역에서 국한되어 반응이 일어나지 않고 다른 영역과 연결되거나 다른 기능 시 동일 부위가 활성화되기도 한다

는 점에서 단정하기 어렵다[32]. 실험군 III이 실험군 II에 비해 즉각 기억단어, 재인 기억단어, 지연 기억단어에서 다소 더 높은 점수를 보였던 것은 1 Hz rTMS가 손상부위에 자극보다 비손상부위의 대뇌피질의 자극이 즉각 기억단어, 재인 기억단어, 지연 기억단어에 긍정적인 영향을 미쳤을 것으로 생각되어진다. 이는 저빈도의 rTMS가 비손상부위 대뇌피질의 흥분을 감소시켜 손상부위 대뇌피질의 흥분에 영향을 주었을 것으로 생각된다.

고빈도 rTMS는 대뇌피질에 흥분을 증가시키나 특히 뇌졸중환자의 치료에는 경련발작과 두통, 청력의 소실 위험이 있어서 guideline을 지켜서 치료하여야 하는데 [33], 차후 고빈도의 rTMS에 대한 연구와 보다 정확한 연구를 위해 fMRI나 고해상도의 EEG를 이용한 세밀한 연구가 필요하다.

Reference

- [1] Statistics Korea. Annual report on the causes of death statistics, 2012.
- [2] Sabari, J. S. "Motor Control, Motor recovery after stroke", In: Deussen JV & Brunt D. Assessment in Occupational Therapy and Physical therapy. W. B. Saunders Company, USA, pp. 249-271, 1997.
- [3] Narasimhalu, K., Ang S., De Silva, D. A., Wong, M. C., Chang, H. M., Chia, K. S., Auchus A. P., & Chen, C. P. "The prognostic effects of poststroke cognitive impairment no dementia and domain-specific cognitive impairments in nondisabled ischemic stroke patients", *Stroke*, 42(4), pp. 883-888, 2011.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1161/STROKEAHA.110.594671>
- [4] Martin, M. W. "Cognition", 3rd ed, New York: Harcourt Brace Publishers, 1995.
- [5] Wheately, C. J. "Evaluation and treatment of cognitive dysfunction", *Occupational therapy practice skills of physical dysfunction*. Mosby, pp. 241-252, 1995.
- [6] Seong Ran Lee. "A study on relationship between activities of daily living and cognitive score in stroke patients", Master thesis, Daegu University, 2003.
- [7] Trombly, C. A. "Occupational Therapy for Dysfunctions", 3rd ed. Baltimore, William & Wilkins, 1989.
- [8] Fang, Y., Chen, X., Li, H., Lin, J., Huang, R., & Zeng J. "A study on additional early physiotherapy after stroke and factors affecting functional recovery", *Clin Rehabil*, 17(6), pp. 608-617, 2003.

- DOI: <http://dx.doi.org/10.1191/0269215503cr655oa>
- [9] Sisson, R. A. "Cognitive status as a predictor of right hemisphere stroke outcomes", *J Neurosci Nurs*, 27(3), pp. 152-156, 1995.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1097/01376517-199506000-00003>
- [10] Waldowski, K, Seniów, J, Bilik, M, & Członkowska, A. "Transcranial magnetic stimulation in the therapy of selected post-stroke cognitive deficits: aphasia and visuospatial hemineglect", *Neurol Neurochir Pol*, 43(5), pp. 460-469, 2009.
- [11] Webster, B. R., Celnik, P. A., & Cohen, L. G. "Noninvasive brain stimulation in stroke rehabilitation", *NeuroRx*, 3(4), pp. 474-481, 2006.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.nurx.2006.07.008>
- [12] Jalinous, R. "Technical and practical aspects of magnetic nerve stimulation", *Journal of Clinical Neurophysiology*, 8(1), pp. 10-25, 1991.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1097/00004691-199101000-00004>
- [13] Rothwell, J. C., Hallett, M., Berardelli A., Eisen, A., Rossini, P., & Paulus, W. "Magnetic stimulation : motor evoked potentials", *The International Federation of Clinical Neuro- physiology. Electroencephalogr Clin Neurophysiol Suppl*, 52, pp. 97-103, 1995.
- [14] Tassinari, C. A., Cincotta, M., Zaccara, G., & Michelucci, R. "Transcranial magnetic stimulation and epilepsy", *Clin Neurophysiol*, 114(5), pp. 777-798, 2003.
DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/S1388-2457\(03\)00004-X](http://dx.doi.org/10.1016/S1388-2457(03)00004-X)
- [15] Benedetti, F., Vighetti, S., Ricco, C., Lagna, E., Bergamasco, B., Pinessi L., & Rainero I. "Pain threshold and tolerance in Alzheimer's disease", *Pain*, 80(1-2), pp. 377-382, 1999.
DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/S0304-3959\(98\)00228-0](http://dx.doi.org/10.1016/S0304-3959(98)00228-0)
- [16] Guse, B., Falkai, P., & Wobrock, T. "Cognitive effects of high-frequency repetitive transcranial magnetic stimulation : a systematic review", *J Neural Transm*, 117(1), pp. 105-122, 2010.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s00702-009-0333-7>
- [17] Rektorova, I., Megova, S., Bares, M., & Rektor, I. "Cognitive functioning after repetitive transcranial magnetic stimulation in patients with cerebrovascular disease without dementia: a pilot study of seven patients", *J Neurol Sci*, 15(229-230), pp. 157-161, 2005.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jns.2004.11.021>
- [18] Siebner, H. R., & Rothwell, J. "Transcranial magnetic stimulation: new insights into representational cortical plasticity", *Exp Brain Res*, 148(1), pp. 1-16, 2003.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s00221-002-1234-2>
- [19] Wheaton, L. A., Villagra, F., Hanley, D. F., Macko, R. F., & Forrester, L. W. "Reliability of TMS motor evoked potentials in quadriceps of subjects with chronic hemiparesis after stroke", *J Neurol Sci*, 276(1-2), pp. 115-117, 2009.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jns.2008.09.012>
- [20] Summers, J. J., Kagerer, F. A., Garry, M. I., Hiraga, C. Y., Loftus, A., & Cauraugh, J. H. "Bilateral and unilateral movement training on upper limb function in chronic stroke patients: A TMS study", *J Neurol Sci*, 252(1), pp. 76-82, 2007.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jns.2006.10.011>
- [21] Naeser, Margaret. A., Martin, Paula. I., Ho, M., Treglia, Ethan., Kaplan, Elina., Bashir, Shahid., & Pascual-Leone, Alvaro. "Transcranial magnetic stimulation and aphasia rehabilitation", *Arch Phys Med Rehabil*, 93(1), pp. 26-34, 2012.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.apmr.2011.04.026>
- [22] Jin Ho Kim, & Ryun Han Tae. "Rehabilitation Medicine", Koonja publishing company, pp. 389-391, 2003.
- [23] Young Chul Kwon, & Jong Han Park. "Korean Version of Mini-Mental State Examination (MMSE-K) part1: development of the test for the elderly", *J Korean Neuropsychiatr Assoc*, 28(1), pp. 125-135, 1989.
- [24] Ji In You. "The validity of the Korean version of brief cognitive rating scale (BCRS)", Master thesis, Inje University, 2010.
- [25] George, M. S., Nahas, Z., Kozel, F. A., Li, X., Denslow, S., Yamanaka, K., Mishory, A., Foust, M. J., & Bohning, D. E. Mechanisms and state of the art of transcranial magnetic stimulation. *J ECT*, 18(4), pp. 170-181, 2002.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1097/00124509-200212000-00002>
- [26] George, M. S., Nahas, Z., Kozol, F. A., Li, X., Yamanaka, K., Mishory, A., & Bohning, D. E. "Mechanisms and the current state of transcranial magnetic stimulation", *CNS Spectr*, 8(7), pp. 496-514, 2003.
- [27] Yong Seol Jeong. "Changes in primary motor and sensory cortex excitability by 10 Hz high frequency rTMS", Master thesis, Kyung Hee University.
- [28] Pascual-Leone, A., Valls-Sole, J., Wassermann, E. M. & Hallett, M. "Responses to repetitive transcranial magnetic stimulation of the human motor cortex", *Brain*, 117(4), pp. 847-858, 1994.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1093/brain/117.4.847>
- [29] Chen, R., Classen, J., Gerloff, C., Celnik, P., Wassermann, E. M., Hallett, M., & Cohen, L. G. "Depression of motor cortex excitability by low-frequency transcranial magnetic stimulation", *Neurology*, 48(5), pp. 1398-1403, 1997.

DOI: <http://dx.doi.org/10.1212/WNL.48.5.1398>

[30] Mansur, C. G., Fregni, F., Boggio, P. S., Riberto, M, Gallucci-Neto, J., Santos, C. M, Wagner T., Rigonatti, S. P. Marcolin M. A., & Pascual-Leone, A. "A sham stimulation- controlled trial of rTMS of the unaffected hemisphere in stroke patients", *Neurology*, 64, pp. 1802 - 1804, 2005.

DOI: <http://dx.doi.org/10.1212/01.WNL.0000161839.38079.92>

[31] Jong In Woo. "The Korean version of CERAD neuropsychological assessment battery", Seoul University publishing department, 2002.

[32] Jung Mo Lee. "Research articles : problems of the conceptual foundations in psychology (1) : the implications of cognitive psychology on the theory of science in psychology", Korean Psychological Association. 13(1), pp. 21-60, 1994.

[33] Jee Wook Choi, Bum Seok Jeong. "Practical review of transcranial magnetic stimulation. J Korean Soc Biol Ther Psychiatry", 11(1), pp. 5-11, 2005.

이 동 우(Dong-Woo Lee)

[정회원]



- 2009년 2월 : 동신대학교 대학원 물리치료학과 (이학석사)
- 2012년 2월 : 동신대학교 대학원 물리치료학과 (이학박사)
- 2013년 3월 ~ 현재 : 호남대학교 물리치료학과 교수

<관심분야>

운동치료학, 생리학