

# 상호작용식 메트로놈 훈련이 뇌졸중 환자의 관리기능에 미치는 효과

정재훈

웰브레인 치매 인지재활연구소 소장

## Effects of Interactive Metronome(IM) Training on Executive Function of Stroke Patients

Jae-Hun Jung

Director, Wellbrain Dementia Cognitive Rehabilitation Research Institute

요 약 본 연구는 뇌졸중 환자를 대상으로 상호작용식 메트로놈 훈련이 관리기능에 미치는 효과에 대해서 알아보고자 실시하였다. 뇌졸중 환자 20명을 대상으로 실험군 10명, 대조군 10명으로 무작위 배분하였다. 실험군은 기본적인 재활치료와 상호작용식 메트로놈을 적용하였고, 대조군은 기본적 재활치료와 전통적 인지재활을 실시하였다. 훈련 전 후 관리기능을 검사하기 위하여 Kims 전두엽 관리기능 신경심리검사 II를 실시하였다. 연구 결과 실험군이 대조군에 비해 스트룹 간섭시행, 단어유창성, 지연회상, 관리기능지수에서 유의한 향상을 나타냈다. 따라서 상호작용식 메트로놈 훈련이 관리기능 향상에 효과적으로 것으로 나타났으며, 상호작용식 메트로놈 훈련이 관리기능 향상을 위한 중재방법으로 유용할 것으로 기대한다.

주제어 : 상호작용식 메트로놈, 관리기능, 뇌졸중, 인지재활, Kims 전두엽 관리기능 신경심리검사 II

Abstract The aim of this study was to evaluation the effect of Interactive Metronome(IM) training on executive function for stroke patients. Twenty patients with stroke were randomly assigned to experimental group(n=10) or control group(n=10). The patients in the experimental group received IM training with basic rehabilitation and those in the control group received traditional rehabilitation with basic rehabilitation. The patients were assessed before and after intervention using Kims frontal-executive function neuropsychology test II to evaluate executive function. The result of the present study was experimental group demonstrated more increased than control group in stroop interference, word fluency, delayed recall, executive function quotient(EFQ). Therefore, IM training was effective in improving the executive function. It is deemed that IM training can be usefully applied to improve executive function.

Key Words : Interactive Metronome, Executive function, Stroke, Cognitive rehabilitation, Kims frontal executive function neuropsychology test II

### 1. 서론

뇌졸중 후 발생하는 인지기능 장애는 기억, 주의력, 언어, 시공간, 관리기능 등의 손상으로 다양하며, 그 중 관리기능의 손상은 19-75% 가량의 환자에서 나타나 뇌졸중 환자의 두드러지는 인지기능 장애이다[1]. 관리기능의 손상

은 장기적인 인지기능의 예측인자로써 관리기능의 문제가 있는 경우에 인지기능의 예후가 좋지 않다[2]. 또한 기능적 측면에서도 일상생활활동 수행에 영향을 미쳐 독립적인 일상생활을 저해하고 환자뿐만 아니라 가족들의 부담을 가중시키는 요인이 된다[3].

관리기능(executive function)은 단일의 인지과정이지 아

\*Corresponding Author : Jae-Hun Jung(ot-jjh@hanmail.net)

Received June 19, 2019

Accepted July 20, 2019

Revised July 8, 2019

Published July 28, 2019

나라 목적지향적인 행동을 수행하기 위한 계획, 판단, 의사 결정, 문제해결, 인지적 유연성 등을 포괄하는 다양하고 복합적인 인지과정을 의미한다[4]. 또한 인지기능의 CEO(central executive officer)로서 주의, 언어, 시공간, 기억과 같은 하위인지기능을 통제하는 고위 인지기능이며, 지능(intelligence)의 본질적 요소로서 지능 중의 지능이다[5]. 관리기능 장애는 전두엽의 손상으로 인해 나타나는 것으로 알려져 있으나, 뇌졸중 후 관리기능 장애는 전두엽 손상 및 피질하 구조의 손상으로 발생 한다 [6]. 피질하 구조의 손상은 피질하 소혈관 경색으로 인해 전두엽-피질하 신경망회로가 손상되어 관리기능의 장애가 나타나는 것이다 [7]. 뇌 영상 기법을 통한 연구에서는 뇌졸중에서 피질하 부위의 경색과 백질변성이 많이 나타나며[8], 신경심리검사를 통해 관리기능과 관련된 진단적 지표에서 '정상'으로 평가 되는 경우는 뇌졸중 환자의 10%에 불과하였다[7].

뇌졸중 환자의 관리기능 증진을 위한 중재는 유산소 운동, 저항 운동, 균형 운동과 같은 신체운동[9]과 레크레이션 및 레저활동[10], 문제해결 기술 훈련, 작업기억 훈련, 복잡한 인지과제 훈련, 다중과제 훈련, 자기인식 훈련, 목표설정 훈련 등과 같이 다양하게 이루어지고 있다[11]. 최근 재활 영역에서 IT와 융합한 컴퓨터 기반의 훈련장비가 개발되고 있으며 인지재활에도 적용되고 있다. 그 중 뇌졸중 환자의 관리기능 증진을 위해 적용되고 있는 도구로는 전산화 인지 재활 프로그램, 가상현실 프로그램, 컴퓨터 기반 시각훈련 프로그램 등 이 있다[12]. 이와 같은 프로그램은 주로 모니터에 제시되는 인지과제를 수행하는 것으로써 시각적인 측면이 많이 필요하다. 이와는 다르게 반복적으로 일정한 간격의 청각적 사운드에 맞춰서 움직임을 유도하는 컴퓨터 기반 리듬 타이밍 훈련이 재활치료에서 시도되고 있다.

상호작용식 메트로놈(Interactive Metronome, IM)은 처리기술을 향상시키기 위한 컴퓨터 기반의 신경학적 검사와 훈련이 가능한 장비로써 조직화 및 순서화된 운동계획 과정이 리듬의 내적 감각에 기초한다는 이론에 근거하는 리듬 타이밍 접근 방법이다[13]. 타이밍은 운동계획, 집중력, 사고력 등과 같은 중추신경계의 운동과 인지과정을 촉진시키는 역할을 한다[14].

상호작용식 메트로놈에 대한 연구는 국내외에서 활발하게 이루어지고 있다. Kim 등[15]은 프로골퍼 20명을 대상으로 12회기 동안 적용하여 스윙 속도의 향상을 나타냈으며, Johansson 등[16]은 뇌성마비 아동 3명을 대상으로 12회기 동안 적용하여 상지기능의 증진을 보고하였다. 또

한 뇌졸중 환자를 대상으로한 Yu 등[17]의 연구에서도 상지기능과 전반적인 일상생활활동 수행능력의 증진을 보고하였다. Cho & Ju[18]는 상호작용식 메트로놈 적용이 자폐아동의 주의집중력에 긍정적인 영향을 미친다고 하였으며, Kang[19]은 주의력결핍 과잉행동장애 아동을 대상으로 15회기를 적용하여 집중력이 향상되고 충동성은 감소하였다고 하였다. 성인인지장애에게 적용한 Kim 등[20]의 연구에서도 집중력, 타이밍, 양측협응, 균형능력이 향상되었다. Kim 등[21]은 경증치매환자에게 적용한 결과 기억력과 집중력이 향상되었으며, 사회적 상호작용 기술도 향상되었다. Reilly[22]는 건강한 노인 13명을 대상에게 18회기를 적용하여 집중력과 소근육 운동능력의 향상을 나타냈으며, Nelson 등[23]은 46명의 외상성 뇌손상 환자에게 적용하여 인지기능의 향상을 나타내었다.

이와 같이 다양한 대상에게 적용하여 운동기능과 인지기능에서 향상된 결과를 나타내었지만 뇌졸중 환자의 인지기능 특히 관리기능을 종속변수로 설정한 연구는 부족한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 상호작용식 메트로놈 훈련을 뇌졸중 환자에게 적용하여 관리기능에 미치는 효과를 알아보고자 실시하였다.

## 2. 연구방법

### 2.1 연구 대상

본 연구는 D시 N병원에 입원하여 재활치료를 받고 있고 전산화 단층촬영(computed tomography, CT)이나 자기공명영상(magnetic resonance imaging, MRI)과 같은 뇌영상 기법을 통해 뇌졸중으로 진단받은 환자를 대상으로 하였다. 신경심리검사 및 상호작용식 메트로놈 훈련을 수행하기 어려운 의식장애, 의사소통장애, 청각장애가 있는 환자는 배제하였으며, 본 연구에서 사용된 신경심리검사 적용 가능 연령인 만 16-69세, 발병 후 6개월이 지난 환자를 대상으로 하였다. 연구의 윤리성 확보를 위해 환자와 보호자에게 연구의 목적 및 과정을 상세히 설명하고 연구 참여를 동의 받았으며, 자료수집 시 획득된 정보는 연구이외에 사용하지 않을 것을 서약하였다. 이에 동의한 20명의 대상자를 상호작용식 메트로놈 훈련을 받는 실험군 10명, 전통적 인지재활 중재를 받는 대조군 10명으로 나누어 실시하였다.

### 2.2 연구 대상자의 일반적 특성

본 연구에 참여한 대상자들의 일반적 특성은 Table 1과

같았다. 성별은 실험군에서 남자 8명(80%), 여자 2명(20%), 대조군에서 남자 7명(70%), 여자 3명(30%)이었으며, 연령은 각각  $60.10 \pm 5.32$ 세,  $60.60 \pm 4.70$ 세였다. 교육연수는 실험군  $9.40 \pm 3.50$ 년, 대조군  $9.80 \pm 4.02$ 년이었으며, 유병기간은 각각  $9.40 \pm 2.68$ 개월,  $9.50 \pm 3.06$ 개월이었다. 환측은 두 집단 모두 오른쪽 4명(40%), 왼쪽 6명(60%)이었다. 일반적 특성은 집단 사이에 통계학적으로 유의한 차이가 없어 동질한 집단이었다( $p > .05$ ).

Table 1. General characteristics of subjects (N=20)

Characteristics		Experimental group(n=10)	Control group(n=10)	Z/x <sup>2</sup>
		Mean±SD	Mean±SD	
Age		$60.10 \pm 5.32$	$60.60 \pm 4.70$	-.342
Educational period(y)		$9.40 \pm 3.50$	$9.80 \pm 4.02$	-.158
Period of disease(m)		$9.40 \pm 2.68$	$9.50 \pm 3.06$	-.346
		n(%)	n(%)	
Gender	Male	8(80%)	7(70%)	.267
	Female	2(20%)	3(30%)	
Affected side	Right	4(40%)	4(40%)	.000
	Left	6(60%)	6(60%)	

## 2.3 연구 도구

### 2.3.1 Kims 전두엽-관리기능 신경심리검사II

이 검사는 관리기능을 측정하기 위해 개발되었으며, 적용 연령은 16세에서 69세, 검사시간은 약 25-30분 소요된다[24]. 관리기능이 하위인지기능인 주의, 언어, 기억, 시공간 기능을 중앙에서 지휘하고 조절하여 중앙집행기(central executive) 기능을 한다는 관리기능 모형에 의해 만들어졌으며, 스트룹검사 Stroop Test, 단어유창성 Word Fluency, 도안유창성 Design Fluency, 청각언어학습검사 Auditory Verbal Learning Test, AVLT, 복합도형검사 Complex Figure Test, CFT의 5가지 소검사로 구성되어있다[24].

스트룹검사는 50개의 동그라미 색깔을 빨리 말하는 단 순시행과 50개의 색깔 단어가 쓰인 글자 색깔을 빨리 말하는 간접시행이 있다. 단순시행은 관리기능 의존도가 낮은 주의 과제이며, 간접시행은 관리기능 의존도가 높은 주의 과제이다[24]. 단어유창성은 초성이 'ㅅ', 'ㅇ', 'ㄱ'으로 시작 하는 단어를 각각 1분내에 최대한 많이 만들어내는 것으로 써, 인지적 유연성 및 창의적 사고가 중요한 점에서 관리기능 의존도가 높은 언어과제이다[24]. 도안유창성은 5개의 점이 반복적으로 그려진 검사지에 새로운 도안을 1분 동안 많이 만드는 것으로 총 3번 시행하며, 인지적 유연성과 창의적 접근이 필요한 점에서 관리기능 의존도가 높은 시공간 검사이다[24]. 청각언어학습검사는 15개의 단어를 5회 반

복하여 학습한 후 20분 후 지연회상과 지연제인을 실시한다. 지연회상은 관리기능 의존도가 높은 반면에 지연제인은 관리기능 의존도가 낮은 과제이다[24]. 복합도형검사는 그린 순서로 측정하는 계획성과 형태와 위치만을 측정하는 보고그리기로 이루어진다. 계획성은 구성력과제 중 관리기능 의존도가 높지만, 보고그리기는 관리기능 의존도가 낮은 과제이다[25].

점수산출은 환산점수, 관리기능지수(Executive Function Quotient, EFQ), 대응점수 간 비교로 계산하는 3가지 방법이 있다. 본 연구에서는 관리기능에 의존도가 높은 스트룹 간섭시간, 단어유창성 정반응, 도안유창성 정반응, AVLT 지연회상, CFT 계획성의 환산점수와 검사결과 해석에서 가장 핵심적인 EFQ를 사용하였다. 이 검사는 관리기능 특성상 이질적인 기능인 인지적 유연성, 억제력, 추상적 사고력, 계획 등의 복합적인 측면으로 인해 Cronbach  $\alpha = .56$ 으로 중간 수준의 내적 신뢰도를 보이며, EFQ 검사-재검사 신뢰도는  $r = .89$ 로 높은 수준이다[24].

### 2.3.2 상호작용식 메트로놈 훈련

상호작용식 메트로놈(Interactive Metronome, IM)은 1992년 Greenspan이 개발한 것으로써 타이밍과 반복적 리듬감 훈련 및 측정 장비이다. 구성은 Fig. 1에 제시된 것 같이 PC와 연결된 본체인 컨트롤 유닛, 소프트웨어, 헤드셋, 무선 버튼 트리거, 무선 탭 매트로 이루어져있다.

대상자는 헤드셋을 착용하고 들려오는 일정한 간격의 반복적인 메트로놈 기준음에 맞춰서 움직임 과제를 실시한다. 기준음과 동시에 센서가 부착된 트리거 및 탭 매트를 쳐서 누르면 타이밍정보가 1/1,000sec로 측정된다. 본인의 타이밍 적중률이 계산되고 가이드 시스템을 통하여 시각 및 청각적 피드백이 제공된다. 13가지의 움직임 과제는 1. 두손 치기, 2. 한손치기(오른손), 3. 한손치기(왼손), 4. 두 발끝 밟기, 5. 한발 끝 밟기(오른발), 6. 한발 끝 밟기(왼발), 7. 두 발뒤꿈치 밟기, 8. 한발 뒤꿈치 밟기(오른발), 9. 한발 뒤꿈치 밟기(왼발), 10. 오른손-왼발 끝 교대로 치거나 밟기, 11. 왼손-오른발 끝 교대로 치거나 밟기, 12. 오른발 균형 잡고 왼발 끝 밟기, 13. 왼발 균형 잡고 오른발 끝 밟기로 이루어져있다. 본 연구에서는 대상자의 환측의 운동기능에 따라 수행하기 어려운 과제는 수정하여 실시하였다. 예를 들어 환측 손이나 발을 사용하기가 어려운 대상자는 건측 손이나 발을 사용하는 과제를 반복하거나 선 자세에서 수행하기 어려운 환자는 앉은 자세에서 과제를 시행하였다.



Fig. 1. Component of Interactive Metronome

2.4 연구 절차

본 연구의 절차는 Fig. 2에 제시하였다. 연구에 참여하기로 동의하고 대상자 선정기준에 맞는 대상자 20명을 선정하여 상호작용식 메트로놈 훈련을 받는 실험군 10명과 전통적 인지재활 훈련을 받는 대조군 10명으로 무작위 배분하였다. 두 집단의 동질성 확인 및 초기 평가를 위해 Kims 전두엽-관리기능 신경심리검사II를 실시한 후 훈련을 실시하였다. 두 집단은 병원에서 이루어지는 작업치료(30분) 및 물리치료(30분)로 구성된 기본적인 재활치료를 받았다. 실험군은 추가적으로 상호작용식 메트로놈 훈련을 시행하였으며, 대조군은 추가적으로 pencil and paper 인지과제, 페그 디자인, 퍼즐 등으로 구성된 전통적 인지재활 훈련을 실시하였다. 두 집단에서 시행한 상호작용식 메트로놈 훈련과 전통적 인지재활 훈련은 동일하게 8주간 주 3회, 회기 당 30분을 실시하였으며, 8주간의 훈련 종료 후 Kims 전두엽-관리기능 신경심리검사II를 통해 재평가를 실시하였다.

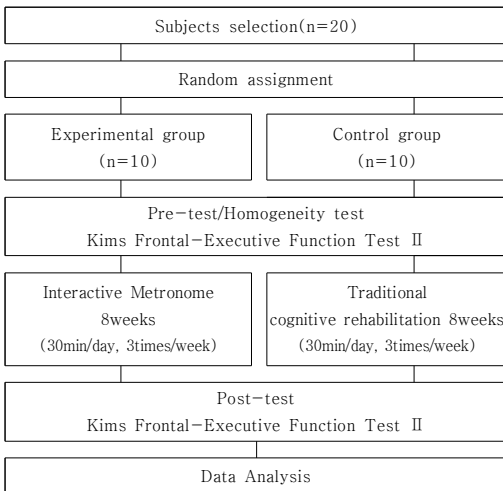


Fig. 2. Process of study

2.5 분석 방법

본 연구의 자료 분석은 SPSS WIN 18.0을 이용하였다. 대상자의 일반적 특성은 빈도분석과 기술통계를 이용하였으며, Shapiro-Wilk test를 통해 정규 분포를 만족하지 않아 비모수 검정을 하였다. 두 집단 간 일반적 특성의 동질성 검정을 위해 Chi-squared test와 Mann-Whitney U test를 실시하였으며, 훈련 전 집단 간 관리기능의 동질성 확인 및 훈련 후 집단 간 관리기능의 차이를 비교하기 위해 Mann-Whitney U test를 실시하였다. 각 집단 내에서 훈련 전과 후의 관리기능을 비교하기 위해 Wilcoxon signed-rank test를 실시하였다. 효과크기(effect size)는 Cohen's d를 사용하였다.  $d = (M1 - M2) / SD_{pooled}$ 의 공식에 따르며 .20이면 작은 수준, .50이면 중간 수준, .80이면 큰 수준에 해당된다[26]. 통계학적 유의수준은  $\alpha = .05$ 로 하였다.

3. 연구 결과

3.1 훈련 전 두 집단의 관리기능 비교

훈련 전 두 집단의 관리기능 비교 결과 Table 2와 같이 두 집단 간 유의한 차이가 없어 훈련 전 관리기능은 두 집단이 동질한 것으로 나타났다.

3.2 각 집단의 훈련 전·후 관리기능 비교

실험군과 대조군에서 중재 전과 후의 관리기능 비교는 Table 2와 같았다. 실험군에서는 도안유창성을 제외한 스트룹간섭시행, 단어유창성, AVLT지연회상, CFT계획성, EFQ에서 훈련 전에 비해 훈련 후에 점수가 향상되었으며 통계학적으로 유의한 차이가 있었다( $p < .05$ ). 대조군에서는 단어유창성, EFQ에서 통계학적으로 유의한 차이가 있었다( $p < .05$ ).

3.3 훈련 후 두 집단의 관리기능 비교

훈련 후 실험군과 대조군의 관리기능을 비교한 결과는 Table 2와 같았다. CFT계획성을 제외한 스트룹간섭시행, 단어유창성, 도안유창성, AVLT지연회상, EFQ에서 실험군이 대조군에 비해 통계학적으로 유의하게 높았다( $p < .05$ ). 효과크기에서는 훈련 전에 비해 훈련 후에 효과가 크기가 높았으며, 특히 EFQ에서는 1.99로 매우 큰 수준이었다.

Table 2. Comparison of executive function between the two group

(N=20)

Variables	Test time	Experimental group(n=10)	Control group(n=10)	Z	p	d
		Mean±SD	Mean±SD			
Stroop interference	Pre	6.60±1.27	6.60±1.71	-1.196	.844	0.00
	Post	9.00±1.41	6.90±2.03	-2.355	.019*	1.20
	z	-2.871	-1.732			
	p	.004**	.083			
Word fluency	Pre	5.70±2.11	4.90±1.29	-1.032	.302	0.46
	Post	7.20±1.81	5.50±1.18	-2.285	.022*	1.11
	z	-2.724	-2.449			
	p	.006**	.014*			
Design fluency	Pre	6.30±0.82	5.40±1.43	-1.629	.103	0.77
	Post	7.10±1.37	5.70±1.16	-2.253	.024*	1.10
	z	-1.841	-1.732			
	p	.066	.083			
AVLT delayed recall	Pre	6.20±1.87	5.80±1.14	-.320	.749	0.26
	Post	7.70±1.57	6.10±0.87	-2.493	.013*	1.26
	z	-2.414	-1.732			
	p	.016*	.083			
CFT planning	Pre	8.50±2.37	8.70±2.31	-.230	.818	0.09
	Post	10.80±1.75	8.90±2.03	-1.925	.054	1.00
	z	-2.384	-1.000			
	p	.017*	.317			
EFQ	Pre	70.30±6.70	67.40±8.00	-1.024	.306	0.39
	Post	85.20±7.96	70.00±7.33	-3.111	.002**	1.99
	z	-2.821	-2.687			
	p	.005**	.007**			

Experimental group: Interactive Metronome training, Control group: Traditional cognitive rehabilitation  
 AVLT: Auditory Verbal Learning Test, CFT: Complex Figure Test, EFQ: Executive Function Quotient  
 \*p<.05, \*\*p<.01

#### 4. 고찰

뇌졸중 환자의 인지기능 장애는 신체적 장애와 더불어 일상생활수행능력을 저해하는 요소이다. 특히 관리기능은 하위 인지기능을 중앙에서 조절하고 지휘하는 중요한 역할을 담당하고 있으며, 뇌졸중 환자의 예후에도 많은 영향을 미친다. 따라서 관리기능을 향상시키기 위한 중재를 적용하는 것은 임상적으로 매우 중요하다. 인지재활 영역에서는 기존의 전통적인 인지재활과 더불어 컴퓨터 기반의 인지재활 장비가 개발되어 임상현장에서 적용되고 있다. 이에 본 연구에서는 컴퓨터 기반의 리듬 타이밍 훈련인 상호작용식 메트로놈이 관리기능에 미치는 효과를 알아보고자 실시하였다.

본 연구의 결과에서 상호작용식 메트로놈을 적용한 실험군이 훈련 전에 비해 훈련 후에 스트룹 간섭시행, 단어유창성, AVLT 지연회상, CFT 계획성, EFQ에서 향상되었다. 전통적 인지재활을 적용한 대조군은 단어유창성, EFQ에서 향상되었다. 두 집단의 훈련 후 비교에서는 CFT 계획성을 제

외한 모든 항목에서 실험군과 대조군에서 유의한 차이가 있었으며, 효과 크기도 매우 큰 수준이었다. 이는 상호작용식 메트로놈 훈련을 적용하여 관리기능이 향상되었다는 것을 나타내는 결과이다.

Ridenhour[27]는 관리기능 요소가 포함된 일상생활 주의집중력 검사(Test of Everyday Attention, TEA) 결과 상호작용식 메트로놈 적용 후 주의집중력의 향상을 나타냈다. 또한 Nelson 등[23]의 연구에서도 주의집중력이 향상되었다고 하였으며, Delis-Kaplan 관리기능 시스템(D-KEFS)으로 검사한 결과 색깔-단어 간섭시행에서도 향상되었다고 하였다. 이는 본 연구에서 사용된 스트룹 간섭시행이 관리기능 의존도가 높은 주의집중력 과제라는 측면에서 선행연구의 결과를 지지한다고 볼 수 있다.

유창성에서 단어유창성은 향상된 것에 비해 도안유창성은 유의한 차이가 없었다. 단어유창성은 관리기능 의존도가 높은 언어과제이며, 도안유창성은 관리기능 의존도가 높은 구성력과제이다. 본 연구 대상자들이 오른쪽 편마비보다 왼쪽 편마비가 많았다는 것은 뇌의 편측화 관점에서 봤을 때

구성력 과제에 비해 언어 과제의 향상이 두드러지는 것이라고 볼 수 있다. 또한 상호작용식 메트로놈이 반복적, 주기적인 청각적 자극을 제시하고 주기적 청각 자극(Rhythmic Auditory Stimulation, RAS)이 언어기능을 향상시킨다는 Przybylsk 등[28]의 결과는 본 연구 결과를 뒷받침하는 것이다.

Fletcher & Henson[29]의 전두엽과 기억에 관한 연구에서 회상은 단서가 제공되지 않은 상태에서 탐색하는 과정이 필요하여 전두엽의 역할이 중요하다고 하였다. 따라서 지연회상은 관리기능 의존도가 높은 기억과제이다. Nelson 등[23]의 연구에서 상호작용식 메트로놈 적용 후 지연회상이 향상 되었다고 하였다. 이러한 선행연구는 AVL T 지연회상에서 유의한 향상이 나타난 본 연구의 결과를 지지한다. Kim 등[21]의 연구에서 경증치매환자에게 상호작용식 메트로놈 적용 후 전산화 신경인지기능검사(Computer Neurocognitive Function Test, CNT) 결과 기억력이 향상되었다. 하지만 기억검사에서 지연회상을 구분하여 나타내지 않았기 때문에 본 연구의 결과를 뒷받침하는지는 명확하지 않다. 따라서 이 부분은 향후 추가적인 연구에서 면밀히 검토해야 할 것으로 사료된다. CFT 계획성은 실험군에서 훈련 전에 비해 훈련 후 유의하게 향상되었으나, 훈련 후 대조군과의 비교에서는 유의한 차이가 없었다. CFT 계획성은 관리기능 의존도가 높은 시공간과제이다. 따라서 도안유창성이 유의하지 않았던 결과와 유사하다고 볼 수 있다.

EFQ는 스트룹 간섭시행, 단어유창성, 도안유창성, AVL T 지연회상, CFT 계획성 환산점수의 합을 지수화 한 것으로 가장 의미가 있는 점수이다. 연구결과 실험군이 대조군에 비해 EFQ가 향상 되었으며, 효과 크기  $d=1.99$ 로 나타나 큰 수준이었다. Moucha & Kilgard[30]은 반복적인 타이밍, 패턴화된 감각입력과 운동출력은 신경전달물질의 생성을 증가시킨다고 하였으며, Nelson 등[23]은 상호작용식 메트로놈 적용이 뇌 가소성 메커니즘을 통해 손상된 인지기능을 회복시킬 수 있다고 하여 본 연구의 결과를 뒷받침하고 있다. 상호작용식 메트로놈 적용 시 뇌활동에 대한 Kim 등[15]의 연구에서는 내측 전두피질(medial frontal cortex), 상측두피질(superior temporal cortex), 대상회(cingulate gyrus), 연상회(supramarginal gyrus)가 활성화 된다고 하였다. 이중 일부는 전두엽-피질하 신경망 회로에 해당하는 것으로서 상호작용식 메트로놈이 관리기능을 향상시킨다는 본 연구의 결과를 뒷받침하고 있다. 또한 Lee 등[31]은 타이밍과 관리기능이 상관관계를 나타

낸다고 하여 본 연구에서 상호작용식 메트로놈 적용을 통해 타이밍 기능이 향상되고 관리기능에 긍정적인 영향을 미쳤을 것으로 사료된다. Chu & Kim[7]의 연구와 Cho 등[32]의 연구에서는 뇌졸중 환자에서 주의, 언어, 시공간, 기억과 같은 하위인지기능보다 고위인지기능인 관리기능의 차별적 결손이 있다고 보고하였다. 이는 인지재활에서 관리기능의 중요성과 인지재활의 초점 및 방향을 시사 하는 것이다. 이러한 점에서 본 연구가 관리기능을 향상시키기 위한 중재방법을 모색했다는 것에 의의가 있다. 재활분야에서 전통적인 재활치료와 더불어 상호작용식 메트로놈과 같은 컴퓨터 기반 장비를 활용한 융합적 접근이 이루어지고 있다. 이러한 접근은 체계적이며 객관화되어 재활치료의 효과를 증진시킬 수 있다. 따라서 상호작용식 메트로놈 훈련이 다양한 신경계 질환자들의 재활치료 중재로 확대될 수 있을 것으로 기대한다.

본 연구의 제한점은 대상자 수가 적어서 전체 뇌졸중 환자에게 일반화하는 것은 한계가 있으며, 훈련 이후 지속적인 효과에 대한 추적조사를 하지 못하였다. 향후 연구에서는 많은 뇌졸중 환자를 대상으로 하고 추적 조사를 통해 효과의 지속성을 확인하는 연구가 필요할 것으로 사료된다.

## 5. 결론

본 연구는 상호작용식 메트로놈을 뇌졸중 환자에게 적용하여 관리기능에 미치는 효과에 대해서 알아보고자 실시하였다. 뇌졸중 환자 20명을 상호작용식 메트로놈을 적용한 실험군 10명, 전통적 인지재활을 적용한 대조군 10명으로 나누었다. 8주 동안의 훈련 후 실험군에서 대조군에 비해 스트룹 간섭시행, 단어유창성, AVL T 지연회상, EFQ에서 유의하게 향상되었다. 결과적으로 상호작용식 메트로놈 훈련은 뇌졸중 환자의 관리기능 향상을 위한 중재방법으로 유용하게 적용될 수 있을 것이다.

## REFERENCES

- [1] S. Barker-Collo & V. Feigin. (2006). The impact of neuropsychological deficits on functional stroke outcomes. *Neuropsychology Review*, 16(2), 53-64. DOI : 10.1007/s11065-006-9007-5
- [2] G. M. S. Nys et al. (2005). The prognostic value of domain-specific cognitive abilities in acute first-ever stroke. *Neurology*, 64(5), 821-827. DOI : 10.1212/01.WNL.0000152984.28420.5A

- [3] H. M. Laakso et al. (2019). Executive function subdomains are associated with post-stroke functional outcome and permanent institutionalization. *European Journal of Neurology*, 26(3), 546–552.G.  
DOI : 10.1111/ene.13854
- [4] S. F. Logue & T. J. Gould. (2014). The neural and genetic basis of executive function: attention, cognitive flexibility, and response inhibition. *Pharmacology Biochemistry and Behavior*, 123, 45–54.  
DOI : 10.1016/j.pbb.2013.08.007
- [5] H. K. Kim. (2006). Assessment of executive and non-executive functions using wechsler scales. *Korean Journal of Clinical Psychology*, 25(1), 257–271.
- [6] E. Tyburski, M. Mak, J. Kurpisz, A. Samochowiec & A. Potemkowski. (2018). Executive dysfunction after stroke—possibilities and limitations of diagnosis. *Advances in Psychiatry & Neurology*, 27(2), 135–145.  
DOI : 10.5114/ppn.2018.77032
- [7] E. J. Chu & H. K. Kim. (2009). Differential deficits in executive function in elderly stroke patients. *Korean Journal of Psychology: General*, 28(1), 29–48.
- [8] H. Jokinen et al. (2005). White matter hyperintensities as a predictor of neuropsychological deficits post-stroke. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*, 76(9), 1229–1233.  
DOI : 10.1136/jnnp.2004.055657
- [9] T. B. Cumming, K. Tyedin, L. Churilov, M. E. Morris & J. Bernhardt. (2012). The effect of physical activity on cognitive function after stroke: a systematic review. *International psychogeriatrics*, 24(4), 557–567.  
DOI : 10.1017/S1041610211001980
- [10] T. Liu–Ambrose & J. J. Eng. (2015). Exercise training and recreational activities to promote executive functions in chronic stroke: a proof-of-concept study. *Journal of Stroke and Cerebrovascular Diseases*, 24(1), 130–137.  
DOI : 10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2014.08.012
- [11] V. Poulin, N. Korner–Bitsensky, D. R. Dawson & L. Bherer. (2012). Efficacy of executive function interventions after stroke: a systematic review. *Topics in Stroke Rehabilitation*, 19(2), 158–171.  
DOI : 10.1310/tsr1902–158
- [12] C. S. Chung, A. Pollock, T. Campbell, B. R. Durward & S. Hagen. (2013). Cognitive rehabilitation for executive dysfunction in adults with stroke or other adult non-progressive acquired brain damage. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, (4).  
DOI : 10.1002/14651858.CD008391.pub2
- [13] S. Chakraborty, W. Kaf & J. R. Lucker. (2017). Interactive Metronome: Research review related to treating auditory processing disorders in children. *Journal of the Academy of Rehabilitative Audiology*, 50, 28–35.
- [14] S. M. Cosper, G. P. Lee, S. B. Peters & E. Bishop. (2009). Interactive Metronome training in children with attention deficit and developmental coordination disorders. *International Journal of Rehabilitation Research*, 32(4), 331–336.  
DOI : 10.1097/MRR.0b013e328325a8cf
- [15] J. H. Kim, J. K. Han & D. H. Han. (2018). Training effects of interactive metronome on golf performance and brain activity in professional woman golf players. *Human Movement Science*, 61, 63–71.  
DOI : 10.1016/j.humov.2018.07.005
- [16] A. M. Johansson, E. Domellof & L. Ronnqvist. (2014). Timing training in three children with diplegic cerebral palsy: short-and long-term effects on upper-limb movement organization and functioning. *Frontiers in Neurology*, 5, 38.  
DOI : 10.3389/fneur.2014.00038
- [17] G. H. Yu, J. S. Lee, S. K. Kim & T. H. Cha. (2017). Effects of interactive metronome training on upper extremity function, ADL and QOL in stroke patients. *NeuroRehabilitation*, 41(1), 161–168.  
DOI : 10.3233/NRE–171468
- [18] S. Y. Cho & Y. M. Ju. (2018). The effect of interactive metronome training on attention to autism spectrum disorder children: single case study. *Therapeutic Science for Neurorehabilitation*, 7(4), 57–66.  
DOI : 10.22683/tsnr.2018.7.4.057
- [19] J. W. Kang. (2017). The effect of interactive metronome training on increasing attention and impulsivity control for children with attention deficit hyperactivity disorder. *Therapeutic Science for Neurorehabilitation*, 6(1), 45–54
- [20] K. M. Kim, M. S. Kim & S. M. Lee. (2015). The effects of interactive metronome on timing, attention, bilateral coordination and balance for adult with intellectual disabilities: single subject design. *Journal of Special Education & Rehabilitation Science*, 54(3), 349–364.

- DOI : 10.15870/jsers.2015.09.54.3.349
- [21] J. M. Kim, S. K. Kim, J. Y. Jang & A. Y. Jo. (2013). The effects of interactive metronome on memory, attention, and social interaction skills in patients with mild dementia. *Journal of Korean Society of Occupational Therapy*, 21(3), 31–44.
- [22] R. Reilly. (2016). *The effectiveness of interactive metronome as a tool to improve cognition and motor performance in healthy older adults in eastern north carolina*. Master Thesis. East Carolina University, Greenville.
- [23] L. A. Nelson, M. MacDonald, C. Stall & R. Pazdan. (2013). Effects of interactive metronome therapy on cognitive functioning after blast-related brain injury: a randomized controlled pilot trial. *Neuropsychology*, 27(6), 666–679.  
DOI : 10.1037/a0034117
- [24] H. K. Kim. (2013). *Kims frontal-executive function neuropsychology test-II*. Daegu : Publishing Neuropsychology.
- [25] J. Somerville, G. Tremont & R. A. Stern. (2000). The Boston qualitative scoring system as a measure of executive functioning in Rey-Osterrieth complex figure performance. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 22(5), 613–621.  
DOI : 10.1076/1380-3395(200010)22:5:1-9:FT613
- [26] F. S. Nahm. (2015). Understanding effect sizes. *Hanyang Medical Reviews*, 35(1), 40–43.  
DOI : 10.7599/hmr.2015.35.1.40
- [27] K. Ridenhour. (2011). *Evaluating the effectiveness of the interactive Metronome in improving life satisfaction and reducing loss of attention in marines with mild traumatic brain injuries associated with post-traumatic stress disorder symptoms: a pilot study of protocols*. Master Thesis. East Carolina University, Greenville.
- [28] L. Przybylsk et al. (2013). Rhythmic auditory stimulation influences syntactic processing in children with developmental language disorders. *Neuropsychology*, 27(1), 121–131.  
DOI : 10.1037/a0031277
- [29] P. C. Fletcher & R. N. A. Henson. (2001). Frontal lobes and human memory: insights from functional neuroimaging. *Brain*, 124(5), 849–881.  
DOI : 10.1093/brain/124.5.849
- [30] R. Moucha & M. P. Kilgard. (2006). Cortical plasticity and rehabilitation. *Progress in Brain Research*, 157, 111–122.
- DOI : 10.1016/S0079-6123(06)57007-4
- [31] S. M. Lee, J. W. Kang, M. Y. Chang & K. M. Kim. (2018). Correlation between timing and motor function and between timing and executive function in children with attention deficit hyperactivity disorder. *The Journal of Korean Society of Occupational Therapy*, 26(3), 13–23.
- [32] Y. N. Cho, H. K. Kim & H. C. Kwon. (2012). The effects of computerized cognitive rehabilitation on cognitive function in elderly post-stroke patients. *Journal of Special Education & Rehabilitation Science*, 51(4), 261–278.

정 재 훈(Jae-Hun Jung)

[정회원]



- 2009년 8월 : 대구대학교 재활과학 대학원 작업치료전공(이학석사)
- 2014년 8월 : 대구대학교 대학원 재활 심리전공(재활심리학박사)
- 2019년 3월 ~ 현재 : 웰브레인 치매 인지재활연구소장

- 관심분야 : 인지재활, 치매
- E-Mail : ot-jjh@hanmail.net