

## 시청각 바이오피드백 훈련(RAPAE Smart Pegboard)이 뇌졸중 환자의 인지기능에 미치는 영향

김민호\*, 박규용\*\*, 이나정\*\*\*

\*유니버설작업치료연구소 소장

\*\*레봄병원 작업치료사

\*\*\*We작업치료연구소 소장

### 국문초록

**목적** : 본 연구는 라파엘 스마트 페그보드를 사용한 시청각 바이오피드백 훈련이 뇌졸중 환자의 인지기능에 미치는 영향에 대해 알아보고자 한다.

**연구방법** : 본 연구는 시청각 바이오피드백 훈련을 적용한 중재집단 10명, 자가 활동 프로그램을 적용한 대조집단 10명으로 구분하여 총 20명의 뇌졸중 환자를 대상으로 진행하였다. 중재 전·후의 인지기능 평가는 K-MoCA와 NCSE를 사용하였고, 중재집단의 중재 방법은 전통적 작업치료와 시청각 바이오피드백 훈련을 10주간, 주 3회, 30분씩, 총 30회기 제공하였으며, 대조집단에는 전통적 작업치료와 자가 활동 프로그램을 중재집단과 같은 기간 동안 제공하였다.

**결과** : 첫째, 중재 전·후에 따른 집단 간 K-MoCA의 결과는 중재집단이 대조집단보다 시공간 및 집행기능, 주의력, 기억력, K-MoCA 전체 점수 항목에서 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다( $p < .05$ ). 둘째, 중재 전·후에 따른 집단 간 NCSE의 결과는 중재집단이 대조집단보다 주의력, 기억력, NCSE 전체 점수 항목에서 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다( $p < .05$ ).

**결론** : 본 연구에서는 시청각 바이오피드백 훈련을 통해 뇌졸중 환자의 전반적인 인지기능에 긍정적인 효과가 있음을 확인하였고, 특히 시공간과 관련된 영역과 주의력 및 기억력 향상에 더욱 효과가 있음을 확인하여 해당 도구가 작업치료 임상 환경에서 뇌졸중 환자의 재활을 위한 도구로 유용하게 사용될 수 있을 것으로 생각한다. 따라서 추후 연구에서는 라파엘 스마트 페그보드를 사용한 시청각 바이오피드백 훈련의 다양한 임상적 연구가 진행되어야 할 것으로 생각한다.

**주제어** : 뇌졸중, 라파엘 스마트 페그보드, 바이오피드백, 시청각, 인지기능

## I. 서론

뇌졸중은 뇌에 산소를 공급하는 혈관의 손상으로 인한 질병으로 허혈성 뇌졸중은 전체의 약 80%를 차지하며 출혈성 뇌졸중은 20%를 차지한다(Bartels, Duffy, & Beland, 2016). 뇌졸중이 발병하면 85%가 기능적 장애를 갖게 되는데, 신경학적 장애로는 감각, 운동, 지각, 인지, 언어, 삼킴장애 등의 다양한 장애가 나타나게 되고 보행, 의사소통, 일상생활활동, 사회로의 복귀, 정서적 문제, 가족 구성원으로서의 기능상실 등의 문제가 발생하게 된다(Jung, Cho, & Chae, 2011).

뇌손상으로 인한 증상은 신체적인 장애가 가장 흔하지만, 최종적으로 사회로의 복귀에 주된 방해물은 인지 장애가 될 수 있다(Ponsfold, Olver, & Curran, 1995). 인지장애는 주의력, 기억력, 이해력, 추론 및 판단력, 문제해결능력 등의 영역에서 발생하게 된다(Cicerone et al., 2000). 즉, 인지장애는 재활을 어렵게 하는 가장 큰 요소이기 때문에 다양한 인지재활의 치료적 접근은 매우 중요하다(Park, 2019b).

인지능력의 가장 기본이 되는 지각기능은 뇌가 환경으로부터 오는 감각 정보를 처리하는 기전이며, 지각된 정보는 다양한 인지기능으로 처리되어 반응한다(Phipps, 2006). 인간의 인식작용은 시각과 청각을 통해 발생하게 되고, 둘 중 하나의 정보에만 반응하는 것이 아닌 두 가지 감각정보에 동시적으로 반응하기 때문에 시각과 청각은 정보처리 과정에서 매우 중요하다(Broadbent, 1958). 즉, 인지적 활동은 시각과 청각 정보가 동시에 제공될 때 더욱 효과적으로 처리될 수 있다(Mousavi, Low, & Sweller, 1995).

시각과 청각 정보에 대한 피드백을 통한 과제를 수행함으로써 나타나는 오류의 생리적 변화를 스스로 조정하고 학습하는 과정을 바이오피드백이라고 한다(Kim, Lee, & Lee, 2010). 바이오피드백 훈련은 시각과 청각을 통해 자신의 생리적 반응에 미치는 영향을 스스로 파악하는 것이 가능하며(Kim & Lee, 2007), 재활 분야에서 바이오피드백을 통한 외적 감각정보를 다루는 방법들

이 다양하게 연구되고 있다(Dursun, Dursun, & Kilic, 2001). 뇌졸중 환자를 대상으로 바이오피드백 훈련을 적용한 선행연구에서는 상지기능, 삼킴, 시지각 및 편측무시, 기억력, 균형 및 보행 등에 긍정적인 효과가 나타났다고 보고하고 있다(Cho & Kwon, 2019; Khallaf, Gabr, & Fayed, 2014; Kim & Kim, 2017; Kim & Oh, 2014; Kober et al., 2015; Shin, 2019; Yoo, 2018).

최근에는 뇌졸중, 치매와 같은 신경계 환자뿐만 아니라 근골격계 환자의 재활을 위한 시청각 바이오피드백 도구인 라파엘 스마트 페그보드가 개발되었다. 라파엘 스마트 페그보드는 도구에 내장되어있는 다양한 프로그램을 바탕으로 페그 꽂는 자리를 알려주는 시각적 피드백과 과제 성공과 오류에 대한 다양한 효과음이 제공되는 청각적 피드백을 통해 재활환자의 기능 향상에 긍정적인 효과를 줄 수 있다(Neofect, 2017).

라파엘 스마트 페그보드를 사용한 선행연구에서는 뇌졸중 환자와 발달장애 아동의 신체적 기능에 긍정적인 효과가 나타났음을 보고하여(Kim & Oh, 2019; Park, 2019a) 해당 도구가 작업치료 임상 환경에서 유용하게 사용될 수 있는 근거를 제시하였지만, 해당 도구에 내장되어있는 프로그램이 모양 만들기, 두더지 잡기, 위치 기억하기, 길 만들기 등과 같은 주의력, 기억력, 문제해결능력 등을 증가시킬 수 있는 프로그램들로 구성되어 있음에도 아직 뇌졸중 환자의 인지기능과 관련된 연구는 부족한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 뇌졸중 환자를 대상으로 라파엘 스마트 페그보드를 사용한 시청각 바이오피드백 훈련을 적용한 중재집단과 자가 활동 프로그램을 적용한 대조집단으로 나누어 시청각 바이오피드백 훈련이 인지기능에 미치는 영향에 대해 알아보려고 한다.

## II. 연구 방법

### 1. 연구 대상

본 연구는 2020년 01월 06일부터 2020년 03월 13일

까지 총 10주간 김해시 R병원에서 뇌졸중으로 진단받은 환자 중 본 연구의 취지 및 훈련과정에 동의한 20명의 대상자를 선정하여 시청각 바이오피드백 훈련을 적용한 증재집단 10명, 자가 활동 프로그램을 적용한 대조집단 10명으로 구분하였다. 구체적인 대상자 선정기준은 다음과 같다.

- 첫째, 뇌졸중으로 진단받은 자
- 둘째, MMSE-K 점수 18점 이상 23점 이하인 자
- 셋째, 시력 및 청각장애가 없는 자
- 넷째, 본 연구의 지시수행 및 의사소통이 가능한 자

## 2. 연구 방법

본 연구에 참여하기로 동의한 대상자 20명을 시청각 바이오피드백 훈련을 적용한 증재집단 10명, 자가 활동 프로그램을 적용한 대조집단 10명으로 구분하여 진행하였다. 증재 전·후의 인지기능 평가는 한국판 몬트리올 인지평가(K-MoCA)와 신경행동학적 인지상태 검사(NCSE)를 사용하였고, 증재집단의 증재 방법은 전통적 작업치료와 시청각 바이오피드백 훈련을 10주간, 주 3회, 30분씩, 총 30회기 제공하였으며, 대조집단에는 전통적 작업치료와 자가 활동 프로그램을 증재집단과 같은 기간 동안 제공하였다. 또한, 본 연구는 시청각 바이오피드백 훈련이 뇌졸중 환자의 인지기능에 미치는 영향을 알아보기로 하였기에 두 집단 모두 해당

증재의 적용에 비마비측 상지 사용에 대한 부분은 제한하지 않았다.

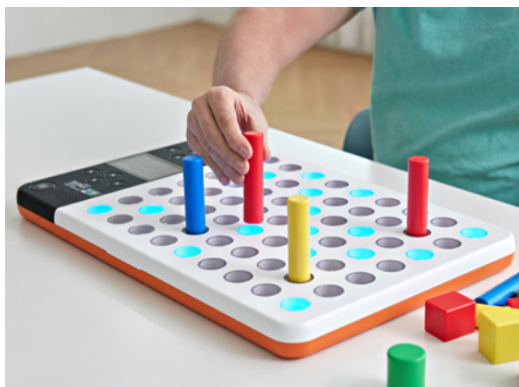
## 3. 평가 도구

### 1) 한국판 몬트리올 인지평가(Korean-Montreal Cognitive Assessment; K-MoCA)

한국판 몬트리올 인지평가는 기존의 몬트리올 인지평가를 한국어로 번안한 검사로 시공간 및 집행기능, 주의력, 지남력, 기억등록 및 회상, 언어능력 등으로 구성되어 있으며 30점 만점 중 22점 이하일 경우 경도 인지장애로 구분되고, 피검자의 학력이 6년 이하일 경우 1점씩 추가 점수를 부여한다(Lee et al., 2008).

### 2) 신경행동학적 인지상태검사(Neurobehavioral Cognitive Status Examination; NCSE)

신경행동학적 인지상태 검사는 Kiernan, Mueller, Langston과 Van Dyke(1987)에 의해 개발되었고 인지 기능 상태에 대한 분화된 내용을 손쉽게 적용할 수 있는 구조화된 도구이다. NCSE는 지남력, 주의력, 언어 이해, 반복, 이름 말하기, 구성능력, 기억력, 계산력, 유사성, 추론 항목들을 독립적으로 측정할 수 있어 인지 영역별 정보를 제공할 수 있는 선별검사 도구로 사용되며 평가에는 약 15분 정도 소요된다. 각 문항의 검사자간 신뢰도는 .90 이상, 검사-재검사 신뢰도는



### Memory Placement

Memorize the locations and place the pegs in the correct holes.



### Pathfinder

Connect all three lights to make a path.

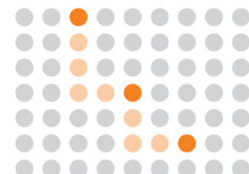


Figure 1. RAPAEL Smart Pegboard

.88~1.00, 내적 타당도는 .461~.858이다(Jeong, Choi, & Park, 1999).

#### 4. 중재 방법

##### 1) 시청각 바이오피드백 훈련

본 연구의 중재집단에게 적용한 중재는 라파엘 스마트 페그보드를 사용하여 시청각 바이오피드백 훈련을 시행하였다. 해당 도구는 상지 및 인지재활 훈련의 수행 결과를 제공해주는 디지털 훈련 프로그램과 63개 고휘도 LED가 내장되어 있어 페그 꽂는 부분을 불빛으로 알려 주는 시각적 피드백, 스피커를 통해 훈련 진행을 음성과 효과음 등으로 알려주는 청각적 피드백을 제공해주며 환자의 동기를 유발시키면서 재활을 할 수 있게 해주는 페그보드이다(Neofect, 2017)(Figure 1). 해당 도구에 내장된 프로그램은 마음대로 꽂기, 한 줄씩 꽂기, 모양 만들기, 모두 꽂기, 랜덤 꽂기, 두더지 잡기, 뱀 잡기 프로그램으로 구성된 7가지의 기능적 프로그램과 시지각훈련 I, II, 도형 꽂기, 위치 기억하기, 순서 기억하기 I, II, 길 만들기, 목적지 도달 프로그램으로 구성된 8가지의 인지프로그램이 내장되어 있다. 이 중, 본 연구에서는 중재집단에게 1~2주차는 기능적 프로그램을 통한 스마트 페그보드에 대한 적응 기간을 가진 이후 3주차부터 8가지의 인지프로그램을 순서대

로 제공하였고, 해당 중재는 주 3회, 30분씩, 10주간 총 30회기를 제공하였으며 해당 중재과정은 Table 1과 같다.

##### 2) 전통적 작업치료

본 연구에서는 중재집단과 대조집단 모두에게 전통적 작업치료를 적용하였고, 해당 중재는 관절운동, 일상생활활동 훈련을 포함한 과제 지향적 훈련을 30분간 적용하였다. 각 중재는 대상자의 기능 수준을 고려하여 수동적 및 능동적 관절운동 10분, 물건 옮기기 및 컵 쌓기 등의 과제 지향적 훈련 10분, 개인위생관리 및 옷 입고 벗기 등의 일상생활활동 훈련을 10분간 적용하였다.

##### 3) 자가 활동 프로그램

본 연구에서는 대조집단의 대상자에게 작업치료가 배정된 시간 이외에 추가로 자가 활동 프로그램을 제공하였다. 해당 프로그램은 대상자의 수준에 맞춰 담당 작업치료사의 감독 하에 색깔별 페그 꽂는 과제, 나무 페그 옮기기 등의 페그 꽂기 관련 과제를 제공하였고, 콘 옮기기, 퍼즐 맞추기, 카드 짝 맞추기 등의 인지적 과제를 포함한 다양한 테이블 활동(table top activity) 중심의 과제 지향적 중재를 적용하였다. 본 연구에서 적용한 자가 활동 프로그램은 중재집단의 중재 회기와

Table 1. RAPAE Smart Pegboard Intervention Program

Program	Week	Training type	Purpose of training
Functional	1 week	Row completion	Task performance
	2 week	Shape completion	Task performance
	3 week	Visual training I	Visual tracking
	4 week	Visual training II	Visual field
	5 week	Shape recognition	Shape sense
Cognitive	6 week	Memory placement	Memory
	7 week	Memory sequence I	Memory
	8 week	Memory sequence II	Memory
	9 week	Path finder	Problem solving ability
	10 week	Find home	Problem solving ability

동일하게 주 3회, 30분씩, 10주간 총 30회기를 제공하였다.

## 5. 분석 방법

본 연구에 참여한 대상자의 일반적 특성은 빈도분석을 통한 기술통계를 사용하였고 대상자 간 동질성 검증을 시행하였다. 집단 내 증재 전·후 인지기능의 변화는 대응표본 *t*-test를 시행하였고, 집단 간 증재 전·후 인지기능의 변화는 독립표본 *t*-test를 시행하였으며, 수집된 자료 분석은 SPSS 25.0 프로그램을 사용하여 분석하였고 통계학적 유의수준은  $\alpha=.05$ 로 하였다.

## III. 연구 결과

### 1. 연구대상자의 일반적 특성

본 연구에 참여한 대상자의 일반적 특성은 Table 2와 같다. 증재집단과 대조집단으로 구분된 각 집단에

서 연령 및 발병 기간의 빈도수는 차이가 있었지만, 집단 간 동질성 검증에서는 유의한 차이가 없는 것으로 나타났고( $p>.05$ ), 나머지 항목에서도 유의한 차이가 나타나지 않았다( $p>.05$ ). 또한, 대상자 선정기준을 위한 MMSE-K 평가에서도 두 집단 간 동질성 검증에 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다( $p>.05$ ).

### 2. 증재 전·후에 따른 두 집단의 K-MoCA 점수 비교

증재 전·후에 따른 두 집단의 K-MoCA 점수 비교 결과는 Table 3과 같다. 집단 내 비교 결과는 증재집단이 시공간 및 집행기능, 주의력, 기억력, 지남력 항목에서 통계학적으로 유의한 차이가 있는 것으로 나타났고( $p<.05$ ), 대조집단에서는 주의력과 지남력 항목에서 유의한 차이가 있는 것으로 나타났으며 전체 점수에서는 두 집단 모두 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다( $p<.05$ ). 또한, 집단 간 비교 결과는 시공간 및 집행기능, 기억력, 전체 점수 항목에서 유의한 차이가 있는 것으로 나타났고( $p<.05$ ), 집단 간 K-MoCA 점수변화량의

Table 2. General Characteristics

(N=20)

Variables	IG	CG	<i>p</i>
	<i>n</i> =10	<i>n</i> =10	
Gender	Male	5	.653
	Female	5	
Onset (month)	~6	3	.912
	6~12	4	
	13~24	3	
Affected	Right	5	1.000
	Left	5	
Age	41~50	1	.844
	51~59	2	
	60~69	4	
	70~79	1	
	80~	2	
MMSE-K	19.20±1.68	19.90±1.79	.604

\* $p<.05$ , CG=Control Group; IG=Intervention Group

Table 3. Comparison of K-MoCA Scores of Two Groups

(N=20)

Variables	M±SD		t	p	
	IG(n=10)	CG(n=10)			
Visuo-spatial/ Executive function	pre	3.10±1.00	3.20±1.13	-210	.836
	post	4.20±0.42	3.30±1.16	2.307	.033*
	post-pre	1.10±0.74	0.10±0.87	2.762	.013*
	p	.001*	.726		
Naming	pre	2.40±0.69	2.30±0.48	.325	.749
	post	2.70±0.48	2.50±0.70	.739	.470
	post-pre	0.30±0.48	0.20±0.42	.493	.628
	p	.081	.168		
Attention	pre	3.00±1.15	3.60±1.71	-.919	.370
	post	4.50±1.08	4.40±1.35	.183	.857
	post-pre	1.50±0.53	0.80±0.79	2.333	.031*
	p	.000*	.011*		
Language	pre	2.60±0.51	2.80±0.42	-.949	.355
	post	2.80±0.42	2.90±0.31	-.600	.556
	post-pre	0.20±0.42	0.10±0.31	.600	.556
	p	.168	.343		
Abstraction	pre	1.20±0.78	1.30±0.67	-.305	.764
	post	1.70±0.48	1.60±0.51	.447	.660
	post-pre	0.50±0.70	0.30±0.48	.739	.470
	p	.052	.081		
Memory	pre	2.70±0.82	2.80±0.92	-.256	.801
	post	4.00±0.66	3.00±1.15	2.372	.029*
	post-pre	1.30±0.67	0.20±0.63	3.761	.001*
	p	.000*	.343		
Orientation	pre	3.80±1.03	3.50±0.85	.709	.487
	post	4.50±1.08	4.30±0.67	.497	.626
	post-pre	0.70±0.48	0.80±0.92	-.305	.764
	p	.001*	.022*		
Total	pre	18.80±3.19	19.50±2.12	-.578	.571
	post	24.40±2.11	22.00±2.45	2.343	.031*
	post-pre	5.60±1.89	2.50±1.51	4.043	.001*
	p	.000*	.001*		

\*p<.05, CG=Control Group; IG=Intervention Group

비교는 시공간 및 집행기능, 주의력, 기억력, 전체 점수 항목에서 유의한 차이가 나타났다(p<.05).

### 3. 중재 전·후에 따른 두 집단의 NCSE 점수 비교

중재 전·후에 따른 두 집단의 NCSE 점수 비교 결과

Table 4와 같다. 집단 내 비교 결과는 중재집단이 지남력, 주의력, 구성능력, 기억력 항목에서 통계학적으로 유의한 차이가 있는 것으로 나타났고(p<.05), 대조집단에서는 지남력과 주의력 항목에서 유의한 차이가 있는 것으로 나타났으며 전체 점수에서는 두 집단 모두 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다(p<.05). 또한, 집단

Table 4. Comparison of NCSE Scores of Two Groups

(N=20)

Variable	M±SD		t	p	
	IG(n=10)	CG(n=10)			
Orientation	pre	7.60±2.79	7.40±2.83	.159	.876
	post	8.80±2.53	8.40±2.06	.387	.703
	post-pre	1.20±1.03	1.00±1.05	.429	.673
	p	.005*	.015*		
Attention	pre	5.00±2.35	4.80±2.15	.198	.845
	post	7.20±1.03	5.60±1.83	2.400	.027*
	post-pre	2.20±1.75	0.80±1.03	2.178	.043*
	p	.003*	.037*		
Comprehension	pre	5.00±1.05	5.10±1.10	-.208	.838
	post	5.30±0.82	5.60±0.69	-.878	.391
	post-pre	0.30±0.67	0.50±0.70	-.647	.526
	p	.193	.052		
Repeated	pre	11.10±1.19	11.13±1.73	.000	1.000
	post	11.50±0.97	11.40±1.26	.198	.845
	post-pre	0.40±0.69	0.30±0.67	.325	.749
	p	.104	.193		
Naming	pre	7.10±1.52	7.20±1.22	-.162	.873
	post	7.50±0.97	7.70±0.48	-.583	.567
	post-pre	0.40±0.69	0.50±0.85	-.287	.777
	p	.104	.096		
Construction	pre	3.40±1.07	3.80±1.03	-.849	.407
	post	4.20±0.92	4.10±0.87	.249	.806
	post-pre	0.80±0.63	0.30±0.48	1.987	.062
	p	.015*	.081		
Memory	pre	6.60±1.87	7.00±1.70	-.497	.626
	post	8.60±1.89	7.40±1.64	1.511	.148
	post-pre	2.00±1.33	0.40±0.84	3.207	.005*
	p	.001*	.168		
Calculation	pre	1.80±0.78	2.20±0.63	-1.251	.227
	post	2.30±0.48	2.50±0.70	-.739	.470
	post-pre	0.50±0.70	0.30±0.48	.739	.470
	p	.052	.081		
Similarly	pre	3.70±1.16	3.50±1.08	.399	.695
	post	4.00±1.56	3.70±0.82	.598	.598
	post-pre	0.30±0.82	0.20±0.63	.305	.764
	p	.279	.343		
Judgment	pre	3.40±1.26	3.90±1.28	-.876	.392
	post	3.70±1.05	4.10±1.10	.239	.418
	post-pre	0.30±0.94	0.20±0.91	.239	.813
	p	.343	.509		
Total	pre	54.70±8.75	56.00±7.67	-.353	.728
	post	63.10±7.37	60.50±5.29	.906	.377
	post-pre	8.40±2.98	4.50±3.24	2.798	.012*
	p	.000*	.002*		

\*p&lt;.05, CG=Control Group; IG=Intervention Group

간 비교 결과는 주의력 항목만 유의한 차이가 있는 것으로 나타났고( $p < .05$ ), 두 집단 간 NCSE 점수변화량의 비교는 주의력, 기억력, 전체 점수 항목에서 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다( $p < .05$ ).

#### IV. 고찰

본 연구는 라파엘 스마트 페그보드를 사용한 시청각 바이오피드백 훈련이 뇌졸중 환자의 인지기능에 미치는 영향에 대해 알아보고자 하였다. 이에 따라 본 연구에 참여한 대상자를 중재집단과 대조집단으로 구분하여 진행한 결과, 중재 전·후에 따른 두 집단 내 인지기능의 변화는 시공간 및 집행기능, 주의력, 기억력, 지남력, 구성능력 항목에서 긍정적인 효과가 나타났고, 두 집단 간 인지기능 변화에 대한 비교는 시공간 및 집행기능, 주의력, 기억력 항목에서 통계학적으로 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 본 연구에서 적용한 시청각 바이오피드백 훈련이 시공간과 관련된 프로그램과 주의력 및 기억력을 향상시킬 수 있는 프로그램으로 구성되어 있기에 해당 영역에 직접적인 영향을 미친 것으로 생각한다. 본 연구에서 사용한 시청각 바이오피드백 훈련인 라파엘 스마트 페그보드는 페그 끝은 부분을 불빛으로 알려주는 시각적 피드백과 다양한 효과음으로 과제수행의 성공 및 오류에 대한 청각적 피드백이 동시에 제공됨으로써 주의력 향상에 영향을 주었을 것이다. 또한, 시야 및 시각추적, 모양만들기 등의 시공간 능력을 강화할 수 있는 프로그램, 불빛이 켜진 뒤 불빛이 꺼졌을 때 해당 자리를 기억하고 페그를 꽂는 기억력 강화 프로그램, 서로 떨어져 있는 불빛을 페그로 연결하기 위한 문제해결능력 강화 프로그램 등으로 구성되어 있기에 본 연구의 결과가 나타났을 것으로 사료된다.

반면, 대조집단에서도 주의력 및 전반적인 인지기능에도 긍정적인 효과가 나타난 것을 확인하였는데, 이는 중재 프로그램으로 전통적인 작업치료와 자가 활동 프

로그램을 추가로 적용하였고, 해당 프로그램이 과제 지향적 중재 및 테이블 활동(table top activity) 위주의 중재를 적용하였기 때문이라고 생각한다. 과제 지향적 접근은 뇌졸중 환자에게 기능적 과제를 제공함으로써 문제해결을 능동적으로 해결하기 위한 학습 과정이며 뇌졸중 환자의 인지 및 일상생활활동의 향상을 위한 중재로 사용된다(Bang, 2007). Chae(2015)는 CoTras 프로그램을 이용하여 뇌졸중 환자의 주의력과 기억력에 미치는 효과를 보고하였는데, 해당 연구에서는 중재 집단에게 전통적 작업치료와 CoTras 훈련을 병행하고, 대조집단에게는 전통적 작업치료와 지필(pencil and paper)과 테이블 활동 중심의 치료를 적용한 결과, 대조집단에서도 주의력의 향상이 나타났다고 보고하여 본 연구의 결과와 유사함을 알 수 있다. 즉, 본 연구의 대조집단에게 제공된 자가 활동 프로그램은 담당 작업치료사의 감독 하에 정해진 작업치료 시간 이외에 추가로 과제 지향적 중재를 적용하였기에 대조집단에서도 긍정적인 효과가 나타난 것이라고 볼 수 있다. 본 연구의 결과를 토대로 작업치료 임상 환경에서 뇌졸중 환자에게 정해진 치료 시간 이외의 자가 활동 프로그램으로 시청각 바이오피드백 훈련을 제공한다면 인지기능 개선에 긍정적인 효과가 있을 것이다.

본 연구의 결과를 종합해보면, 시청각 바이오피드백 훈련을 통해 전반적인 인지기능에 긍정적인 효과가 있음을 확인하였고, 특히 시공간과 관련된 영역과 주의력 및 기억력 향상에 더욱 효과가 있음을 알 수 있었다. 이는 시청각 바이오피드백 훈련이 시각과 청각적 피드백이 동시에 적용되는 훈련이기 때문에, 외부 자극에 대해 스스로 인식할 수 있고 해당 과제수행의 결과를 즉시 확인할 수 있는 내재적 피드백이 향상된 것이며 (Dault, de Haart, Geurts, Arts, & Nienhuis, 2003; Rizzo et al., 2006), 시각과 청각을 통해 인지적 활동이 더욱 효과적으로 처리된 것이라고 볼 수 있다.

시각은 뇌졸중 환자에게 특징적으로 나타날 수 있는 다양한 기능을 형성하도록 돕는 중요한 요소이며 (Sackley, Baguley, Gent, & Hodgson, 1992), 시각을



통해 입력된 정보는 인지기능으로 이루어지고 다른 감각 정보와 통합된다(Bonan et al., 2004). 청각은 소리 자극에 대한 지각으로써, 소리는 시각적 인지를 조절하며(Choi, 2011; Mazza, Turatto, Rossi, & Umiltà, 2007; McDonald, Teder-Salejarvi, & Hillyard, 2000) 청각 시스템을 통해 신체 움직임의 시공간적 요소를 향상시킬 수 있게 한다(Luft et al., 2004; Park, Kim, & Kim, 2018; Thaut et al., 2007). 즉, 인간은 외부 환경에서 제공되는 다양한 정보를 시청각적 처리를 통해 신체의 다양한 반응으로 표출할 수 있는 것이다(Bae, 2001).

바이오피드백 치료는 행동 수정의 일종으로써 감각적 기계장치를 이용한 과제수행의 시행착오를 반복하는 학습훈련으로 정의되며(Bazanov, Mernaya, & Shtark, 2009; Kim & Kim, 2017), 외부 환경의 변화를 시각과 청각을 통한 생리적 변화로 조절할 수 있는 능력을 학습하는 것을 의미한다(Kim et al., 2010). 이러한 바이오피드백 훈련은 뇌졸중 환자의 치료 방법으로 많이 사용되고 있고(Carson & Swinnen, 2002), 다양한 감각 피드백 중 시청각 피드백이 바이오피드백 훈련으로 주로 사용되고 있다(Zijlstra, Mancini, Chiari, & Zijlstra, 2010).

Park(2019a)의 연구에서는 20명의 뇌졸중 환자를 대상으로 라파엘 스마트 페그보드를 사용하여 뇌졸중 환자의 상지기능을 확인한 결과, 중재집단에서 상지기능의 향상 및 긍정적인 효과가 나타났다고 보고하였고, Kim과 Oh(2019)는 라파엘 스마트 페그보드를 사용하여 발달장애 아동의 손 기능과 시각-운동 통합 능력에 긍정적인 효과가 나타났다고 보고하였다. 이러한 선행 연구에 이어 본 연구에서는 라파엘 스마트 페그보드를 사용하여 뇌졸중 환자의 인지기능에도 긍정적인 효과가 나타났으며 특히, 시공간, 주의력, 기억력에도 긍정적인 효과가 나타난 결과를 도출하여 작업치료 임상 환경에서 해당 도구를 사용한 다양한 접근이 가능할 수 있는 근거를 제시하였다는 점에서 그 의의가 있다고 생각한다.

본 연구의 제한점은 참여 대상자의 수가 적고, 단일

질환만을 대상으로 비교하였다는 점에서 연구 결과에 관한 일반화에 어려움이 있다. 또한, 비마비측 상지 사용에 대한 제한을 두지 않았기 때문에 뇌졸중 환자의 인지기능과 상지기능을 동시에 확인하는 것이 제한적이었다. 따라서 추후 연구에서는 노인 또는 다양한 질환을 대상으로 한 연구가 필요하며 뇌졸중 환자의 상지 기능, 시공간 및 인지기능 등을 동시에 확인할 수 있는 다양한 연구가 진행되어야 할 것으로 생각한다.

## V. 결 론

본 연구는 라파엘 스마트 페그보드를 사용한 시청각 바이오피드백 훈련이 뇌졸중 환자의 인지기능에 미치는 영향에 대해 알아보고자 하였다. 이에 따른 결과는 다음과 같다.

첫째, 중재 전·후에 따른 집단 간 K-MoCA 평가의 결과는 시청각 바이오피드백 훈련군이 대조집단보다 시공간 및 집행기능, 주의력, 기억력, K-MoCA 전체 점수 항목에서 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다( $p < .05$ ).

둘째, 중재 전·후에 따른 집단 간 NCSE 평가의 결과는 시청각 바이오피드백 훈련군이 대조집단보다 주의력, 기억력, NCSE 전체 점수 항목에서 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다( $p < .05$ ).

본 연구의 결과를 종합해보면 시청각 바이오피드백 훈련을 통해 뇌졸중 환자의 전반적인 인지기능에 긍정적인 효과가 있음을 확인하였고, 특히 시공간과 관련된 영역과 주의력 및 기억력 향상에 더욱 효과가 있음을 확인하여 해당 도구가 작업치료 임상 환경에서 뇌졸중 환자의 재활을 위한 도구로 유용하게 사용될 수 있을 것으로 생각한다. 따라서 추후 연구에서는 라파엘 스마트 페그보드를 사용한 시청각 바이오피드백 훈련의 다양한 임상적 연구가 진행되어야 할 것으로 생각한다.

## References

- Bae, Y. S. (2001). *The effects of visual and auditory feedback on pain reduce* (Master's thesis). Yongin University, Yongin.
- Bang, Y. S. (2007). The effects of task-oriented activities on the cognitive function and performance of activities of daily living in stroke patients. *Journal of Korean Society Occupational Therapy*, 15(3), 49-61.
- Bartels, M. N., Duffy, C. A., & Beland, H. E. (2016). Pathophysiology, Medical Management, and Acute Rehabilitation of Stroke Survivors. In Gillen, G. (Ed.), *Stroke rehabilitation: A function-based approach* (4th ed., pp. 2-45). St. Louis, Missouri: Elsevier.
- Bazanava, O. M., Mernaya, E. M., & Shtark, M. B. (2009). Biofeedback in psychomotor training. Electrophysiological basis. *Neuroscience and Behavioral Physiology*, 39(5), 437-447. doi:10.1007/s11055-009-9157-z
- Bonan, I. V., Yelnik, A. P., Colle, F. M., Michaud, C., Normand, E., Panigot, B., ... Vicaut, E. (2004). Reliance on visual information after stroke. Part II: Effectiveness of balance rehabilitation program with visual cue deprivation after stroke: A randomized controlled trial. *Archives Physical Medicine and Rehabilitation*, 85(2), 274-278. doi:10.1016/j.apmr.2003.06.016
- Broadbent, D. E. (1958). The effects of noise on behaviour. In Broadbent, D. E. (Ed.), *Perception and communication* (1st ed., pp. 81-107). Oxford, UK: Pergamon. Retrieved from [http://www.communicationcache.com/uploads/1/0/8/8/10887248/d\\_e.\\_broadbent\\_-\\_perception\\_and\\_communication\\_1958.pdf](http://www.communicationcache.com/uploads/1/0/8/8/10887248/d_e._broadbent_-_perception_and_communication_1958.pdf)
- Carson, R. G., & Swinnen, S. P. (2002). Coordination and movement pathology: Model of structure and function. *Acta Psychologica*, 110(2-3), 357-364. doi:10.1016/s0001-6918(02)00042-2
- Chae, G. S. (2015). *The effects of a computer-based cognitive rehabilitation program(CoTras) on the attention and memory of patients with stroke* (Master's thesis). Inje University, Gimhae.
- Cho, Y. J., & Kwon, J. S. (2019). The feasibility of audio visual biofeedback training on unilateral neglect of stroke: The pilot study. *The Journal of Korean Society of Cognitive Rehabilitation*, 8(1), 37-58.
- Choi, W. J. (2011). *The effect of the cognitive motor dual task using the auditory feedback on chronic stroke patients gait, balance and the inattention* (Master's thesis). Sahmyook University, Seoul.
- Cicerone, K. D., Dahlberg, C., Kalmar, K., Langenbahn, D. M., Malec, J. F., Bergquist, T. F., ... Morse, P. A. (2000). Evidence-based cognitive rehabilitation: Recommendations for clinical practice. *Archives Physical Medicine and Rehabilitation*, 81(12), 1596-1615. doi:10.1053/apmr.2000.19240
- Dault, M. C., de Haart, M., Geurts, A. C., Arts, I. M., & Nienhuis, B. (2003). Effects of visual center of pressure feedback on postural control in young and elderly healthy adults and in stroke patients. *Human Movement Science*, 22(3), 221-236. doi:10.1016/s0167-9457(03)00034-4
- Dursun, N., Dursun, E., & Kilic, Z. (2001). Electromyographic biofeedback-controlled exercise versus conservative care for patellofemoral pain syndrome. *Archives Physical Medicine and Rehabilitation*, 82(12), 1692-1695. doi:10.1053/apmr.2001.26253
- Jeong, W. M., Choi, H. S., & Park, K. J. (1999). Neurobehavioral cognitive status examination(NCSE) in brain-injured patients. *Journal of Korean Society Occupational Therapy*, 7(1), 1-16.
- Jung, J. H., Cho, Y. N., & Chae, S. Y. (2011). The effect of task-oriented movement therapy on upper extremity, upper extremity function and activities of daily living for stroke patients. *Journal of Rehabilitation Research*, 15(3), 231-253.
- Khallaf, M. E., Gabr, A. M., & Fayed, E. E. (2014). Effect of task specific exercises, gait training, and visual biofeedback on equinovarus gait among individuals with stroke: Randomized controlled study. *Neurology Research International*, 2014, 1-9. doi:10.1155/2014/693048
- Kiernan, R. J., Mueller, J., Langston, J. W., & Van Dyke, C. (1987). The neurobehavioral cognitive status examination: A brief but quantitative approach to cognitive assessment. *Annals of Internal Medicine*, 107(4), 481-485. doi:10.7326/0003-4819-107-4-481
- Kim, H. T., & Lee, J. H. (2007). Application of biofeedback in psychological settings. *Korean Journal of Psychology*, 2007(1), 94-95.
- Kim, J. H., & Oh, M. H. (2014). IT based EMG biofeedback training on the effects of upper extremity function in

- chronic stroke patients. *The Journal of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, 9(1), 41-50. doi:10.13067/JKIECS.2014.9.1.41
- Kim, J. Y., & Kim, D. K. (2017). The effect of visual biofeedback exercise on the recovery of balance in stroke patients. *Korea Proprioceptive Neuromuscular Facilitation Association*, 15(2), 201-208. doi:10.21598/JKPNFA.2017.15.2.201
- Kim, K. U., & Oh, H. W. (2019). The effects of digital sensory perceptual training on hand function and visual-motor integration in children with developmental disabilities. *Journal of The Korean Society of Integrative Medicine*, 7(4), 141-150. doi:10.15268/ksim.2019.7.4.141
- Kim, Y. J., Lee, S. J., & Lee, Y. M. (2010). The change of electroencephalogram according to bio-feedback training in dementia. *Journal of the Korean Society of Physical Medicine*, 5(3), 313-322.
- Kober, S. E., Schweiger, D., Witte, M., Reichert, J. L., Grieshofer, P., Neuper, C., & Wood, G. (2015). Specific effects of EEG based neurofeedback training on memory functions in post-stroke victims. *Journal of Neuroengineering and Rehabilitation*, 12(107), 1-13. doi:10.1186/s12984-015-0105-6
- Lee, J. Y., Lee, D. W., Cho, S. J., Na, D. L., Jeon, H. J., Kim, S. K., ... Cho, M. J. (2008). Brief screening for mild cognitive impairment in elderly outpatient clinic: Validation of the Korean version of the montreal cognitive assessment. *Journal of Geriatric Psychiatry and Neurology*, 21(2), 104-110. doi:10.1177/0891988708316855
- Luft, A. R., McCombe-Waller, S., Whittall, J., Forrester, L. W., Macko, R., Sorkin, J. D., ... Hanley, D. F. (2004). Repetitive bilateral arm training and motor cortex activation in chronic stroke: A randomized controlled trial. *Journal of American Medical Association*, 292(15), 1853-1861. doi:10.1001/jama.292.15.1853
- Mazza, V., Turatto, M., Rossi, M., & Umiltà, C. (2007). How automatic are audiovisual links in exogenous spatial attention? *Neuropsychologia*, 45(3), 514-522. doi:10.1016/j.neuropsychologia.2006.02.010
- McDonald, J. J., Teder-Salejarvi, W. A., & Hillyard, S. A. (2000). Involuntary orienting to sound improves visual perception. *Nature*, 407(6806), 906-908. doi:10.1038/35038085
- Mousavi, S. Y., Low, R., & Sweller, J. (1995). Reducing cognitive load by mixing auditory and visual presentation modes. *Journal of Educational Psychology*, 87(2), 319-334. doi:10.1037/0022-0663.87.2.319
- Neofect. (2017). *Raphael smart pegboard*. Retrieved from <https://www.neofect.com/kr/smart-pegboard>
- Park, J., Kim, B. R., & Kim, T. H. (2018). Effects of visual feedback and rhythmic auditory stimulation on walking of stroke patients induced by treadmill walking training. *Korean Research Society of Physical Therapy*, 25(2), 53-61. doi:10.12674/ptk.2018.25.2.053
- Park, J. M. (2019a). *Effects of bio-feedback training on upper extremity function for stroke patients* (Unpublished Master's thesis). Dongseo University, Busan.
- Park, S. J. (2019b). *Intervention research analysis on the application of computer-based cognitive rehabilitation program* (Master's thesis). Daegu University, Daegu.
- Phipps, S. C. (2006). Assessment and intervention for perceptual dysfunction. In Pendleton, H. M., & Schultz-Krohn, W. (Eds.), *Pedretti's occupational therapy: Practice skills for physical dysfunction* (6th ed., pp. 573-588). St. Louis: Mosby Elsevier.
- Ponsford, J. L., Olver, J. H., & Curran, C. (1995). A profile of outcome: 2 years after traumatic brain injury. *Brain Injury*, 9(1), 1-10. doi:10.3109/02699059509004565
- Rizzo, A. A., Bowerly, T., Buckwalter, J. G., Klimchuk, D., Mitura, R., & Parsons, T. D. (2006). A virtual reality scenario for all seasons: The virtual classroom. *CNS Spectrums*, 11(1), 35-44. doi:10.1017/s1092852900024196
- Sackley, C. M., Baguley, B. I., Gent, S., & Hodgson, P. (1992). The use of a balance performance monitor in the treatment of weight-bearing and weight-transference problems after stroke. *Physiotherapy*, 72(12), 907-913. doi:10.1016/S0031-9406(10)60498-1
- Shin, Y. A. (2019). *Effects of biofeedback training on the pharyngeal function of stroke patients with swallowing disorder* (Master's thesis). Daegu University, Daegu.
- Thaut, M. H., Leins, A. K., Rice, R. R., Argstatter, H., Kenyon, G. P., McIntosh, G. C., ... Fetter, M. (2007). Rhythmic auditory stimulation improves gait more than NDT/Bobath training in near-ambulatory patients early poststroke: A single-blind, randomized trial.

*Neurorehabilitation and Neural Repair*, 21(5), 455-459.  
doi:10.1177/1545968307300523

Yoo, C. M. (2018). *The effect of it based e-link biofeedback training on visual perception of patients with acute stroke* (Master's thesis). Inje University, Gimhae.

Zijlstra, A., Mancini, M., Chiari, L., & Zijlstra, W. (2010). Biofeedback for training balance and mobility tasks in older populations: A systematic review. *Journal of Neuroengineering and Rehabilitation*, 7, 1-15. doi:10.1186/1743-0003-7-58

## Abstract

### Effects of Audiovisual Biofeedback(RAPAEL Smart Pegboard) on Cognitive Function of Stroke Patients

Kim, Min-Ho\*, B.H.Sc., O.T., Park, Kyu-Yong\*\*, B.H.Sc., O.T., Lee, Na-Jung\*\*\*, M.S., O.T.

\*Universal Occupational Therapy Institute, Director

\*\*Rebom Hospital, Occupational Therapist

\*\*\*We Occupational Therapy Institute, Director

**Objective :** The purpose of this study is to investigate the effects of audiovisual biofeedback training using RAPAEL Smart Pegboard on the cognitive function of stroke patients.

**Methods :** A total of 20 participants were divided into an intervention group and a control group, with 10 patients per group. K-MoCA and NCSE were used for pre and post intervention evaluation. The intervention method of the intervention group provided traditional occupational therapy and audiovisual biofeedback training, and the control group provided traditional occupational therapy and participated in self-activity programs.

**Results :** K-MoCA revealed a significant difference in visuo-spatial and executive functions, attention, memory, and overall score in the intervention group compared to the control group ( $p < .05$ ). In addition, the results of NCSE showed that there was a significant difference in attention, memory, and overall score in the intervention group compared to the control group ( $p < .05$ ).

**Conclusion :** We confirmed that the audiovisual biofeedback training had a positive effect on the cognitive function of stroke patients. Therefore, it could be useful tool for the rehabilitation of stroke patients in future occupational therapy clinical environments.

**Key Words :** Audiovisual, Biofeedback, Cognitive function, RAPAEL smart pegboard, Stroke