

# 의식적인 손 운동을 통한 뇌기능 증진의 메커니즘에 관한 연구

김경, 이석준, 박용균, 김성현, 이정옥, 유미, 홍철운 \*, 김남균 \*  
전북대학교 대학원 의용생체공학과, \* 전북대학교 생체정보공학부

## The Study of the Mechanism for Brain Function Improvement with Intentional Hand Movement

K. Kim, S. J. Lee, Y. G. Park, S. H. Kim, J. O. Lee, M. Yu,  
C. U. Hong \*, N. G. Kim \*

Dept. of Biomedical Engineering,

\* Division of Bionics and Bioinformatics Engineering,  
College of Engineering, Chonbuk National University

### Abstract

본 연구는 집중력, 기억력 및 학습 능력의 뇌기능 증진을 위한 의식적인 손 운동에 관련된 연구이다. 우선 효과적인 재활을 위한 손가락 운동 패턴을 연구하였다. 단순한 손가락 운동(Simple Finger Movement ; SFM) 패턴과 의식적인 손가락 운동(Intentional Finger Movement ; IFM) 패턴을 비교하였다. 다음으로 각각 두 패턴 운동을 시켜 피험자의 집중력과 학습 능력의 증진을 검증하고자 한다. SFM 패턴과 IFM 패턴의 비교와 집중력과 학습 능력의 증진의 검증은 뇌파(mid  $\alpha$ 파)를 이용하였다. 실험은 먼저 SFM 패턴의 운동을 시키고 다음에 IFM 패턴의 운동을 시키는 실험을 하였다. 결과적으로 IFM 패턴에서 mid  $\alpha$  파의 증가가 이루어졌음을 측정함으로써, IFM 패턴이 뇌의 집중력과 학습 능력을 증진시킨다는 결과를 얻었다.

*Keyword* : Intentional finger movement, concentration and learning ability, rehabilitation

### 1. 서론

엄지손가락과 다른 네 손가락을 맞닿게 하는 능력은 다른 생물들과 구별되는 인간만의 특징이다. 이러한 손의 변화는 인간의 두뇌를 발달시키는 계기가 되었다[1]. 엄지와 다른 손가락들을 마주해 작은 물체를 집어올려 살펴보는 등, 손의 발전은 눈과 손의 협력 관계를 개선해 사고에 관여하는 대뇌의 여러 부분들과

균형을 유지하며 연결되어 있는 소뇌 안의 뉴런의 네트워크를 훨씬 정교하게 만들어준다. 따라서 현재의 두뇌는 세포 조직의 상당 부분이 손가락의 감각과 손가락을 움직이는 운동 신경에 관여하고 있다. 또한 손가락의 민첩성을 기르거나 최소한 유지만 해도 두뇌 기능이 향상되고, 손놀림이 향상되면 광범위한 분포 양상을 보이던 두뇌 영역에 새로운 시냅스의

네트워크가 구축되어진다.[2] 이와 같이 손의 운동은 뉴런의 네트워크를 강화시켜준다. 그러나, 지금까지의 연구는 손을 운동시킬 때 압력기, 펜 등 도구를 이용하여 운동을 시켰다. 여기서는 단지 손가락을 이용하여 운동을 시켰다. 이러한 손과 뇌의 연관성을 바탕으로, 손 운동을 통하여 집중력과 학습 능력의 증진을 실험하려고 한다. 간단한 손가락 운동 패턴을 찾아 평소에도 간편하게 할 수 있게 하고, 또한 효과적인 재활을 위하여 단순한 손 운동보다 의식적인 손 운동 패턴을 연구하였다.

## 2. 실험 방법 및 절차

이 실험은 두 가지를 목적으로 실험했다. 우선 효과적인 재활을 위한 손가락 운동 패턴을 연구하였다. 이 실험에서는 단순한 손가락 운동(Simple Finger Movement ; SFM) 패턴과 의식적인 손가락 운동(Intentional Finger Movement ; IFM) 패턴을 비교하였다. SFM 패턴과 IFM 패턴의 비교와 집중력과 학습 능력의 증진의 검증은 뇌파(mid a파)를 이용하였다. 이 실험에서는 일반 성인 3명을 대상으로 했는데 남자 2명, 여자 1명의 피실험자는 모두 20대이다. 실험은 시각을 제외한 모든 감각 자극이 없는 조용한 암실에서 이루어졌다.

### 1) 실험1 (손운동 패턴에 관한 연구)

먼저 효과적인 뇌기능 증진을 위한 손 운동 패턴을 찾고자 했다. 그래서 단순한 손가락 운동(SFM)과 의식적인 손가락 운동(IFM)의 패턴을 연구하였다. 다음은 각 패턴들에 대한 설명이다. 아래는 양 손의 손가락을 구분하기 쉽게 1번~10번까지 번호를 붙였다.

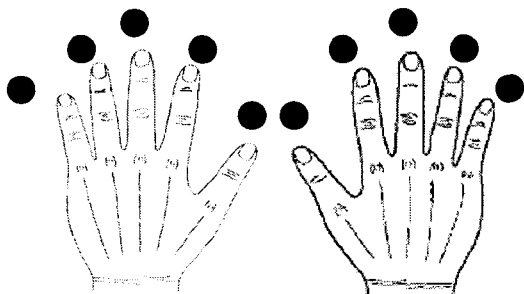


Figure 1. 양 손의 손가락

Figure 2. 와 Figure 3. 은 각각 SFM 패턴과 IFM 패턴의 방법을 보기 편하게 오선지에 표

시하였다[3].



Figure 2. 단순한 손가락 운동(SFM) 패턴

Figure 2.는 단순한 손가락 운동(SFM) 패턴을 나타낸 그림이다. 총 20개의 tapping으로 이루어진 1 사이클 중, 한 tapping 단위는 위아래 번호에 맞게 왼손과 오른손의 각 지정된 손가락을 함께 움직여주는 것이다.



Figure 3. 의식적인 손가락 운동(IFM) 패턴

Figure 3. 은 의식적인 손가락 운동(IFM) 패턴을 나타낸 그림이다. IFM 패턴은 생각을 하면서 하는 사고와 관련된 손가락 운동, 즉 의식적으로 손가락 운동을 하는 것이다.

위 두 패턴의 각 손가락 tapping은 2 Hz bit 운동(총 20개의 tapping ; 한 주기당 10초)으로 이루어진다.

본 실험에서는 10-10법에 의한 전극 배치도를 이용하여 손 운동-감각 영역인 C5(좌측두엽하단), C3(좌측두엽상단), C4(우측두엽상단), C6(우측두엽하단)의 네 영역의  $\delta$  파(0.5Hz~3Hz)를 보았다.

$\delta$ 파와 같은 저 뇌파 상태에서 집중력이 증진되고 기억력과 학습 능력이 향상된다는 연구를 바탕으로[4]으로 두 패턴의 실험을 행하였을 때 각각의  $\delta$  파를 측정하여 비교하였다.

### 2) 실험2 (손가락 운동과 뇌기능)

이 실험은 앞선 실험, 손운동 패턴에 관한 연구의 결과인 SFM 패턴과 IFM 패턴을 이용하였다. 실험은 두 패턴으로 나누어 하였다. 제 1 패턴은 단순한 손가락 운동(SFM) 패턴을 시키고, 제 2 패턴은 의식적인 손가락 운동(IFM) 패턴을 시켰다. 이 두 패턴을 일정 기간 동안 훈련 시킨뒤, 두 패턴의 mid a를 비교하였다(표-1).

손 운동-감각 영역의 C5, C3, C4, C6의 네 영역의 mid a 파(10Hz~11Hz)를 보았다. mid a 파는 사고(thinking)활동과 관계되는 뇌파로서 학습과 집중력 향상에 도움이 되기 때문에 [5], SFM과 IFM의 차이를 알아볼 수 있는 기준으로 했다.

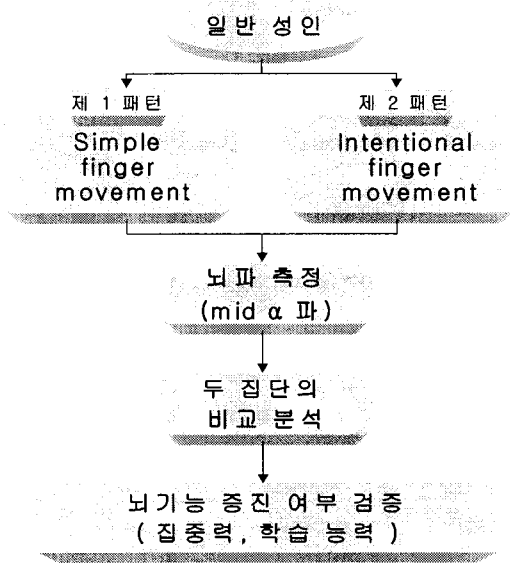


Figure 4. 실험 블록도

### 3. 결과

#### 1) 실험 1 (손운동 패턴에 관한 연구)

SFM 패턴과 IFM 패턴의 측정값을 비교한 결과(Figure 5.), IFM 패턴의  $\delta$  파의 비율이 모든 측정된 영역(C5, C3, C4, C6)에서 증가 상태를 나타냈다. 이는 의식적인 손 운동 패턴이 집중력과 기억력 및 학습 능력을 향상시킴을 보여준 것이다.

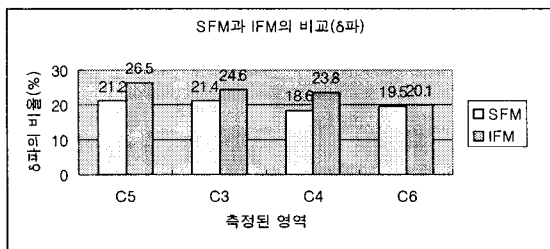


Figure 5. SFM과 IFM의 패턴 비교( $\delta$ 파)

IFM 패턴의 메커니즘은 시각을 통하여 번호를 숙지하고 손가락을 움직여야 한다. 후두엽 부분의 시각 영역으로 영상이 들어오면 뇌가 번호를 기억한다. 그 정보는 전두엽의 예비운동신경과 운동신경 영역으로 전달되고 Hand motor-sensory 에 의하여 그 번호와 매치된 손가락에 움직이라는 명령을 내린다. 이는 한 tapping에서 이루어지는 메커니즘이다. 이 훈련의 효과는 손을 이용하여 운동신경 영역, 특히 Hand area 부분의 시냅스 네트워크를 강화시켜주고, 번호를 기억하는 회로 역시 증가시켜 기억력도 좋게 할 수 있다.

#### 2) 실험 2 (손가락 운동과 뇌기능)

다음 자료들은 0.5Hz~20Hz의 뇌파 중 mid  $\alpha$  파(10~11Hz)의 측정된 비율을 본 것이다.

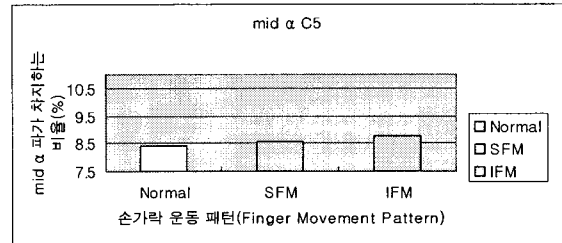


Figure 6. mid  $\alpha$  파(C5)의 측정된 비율

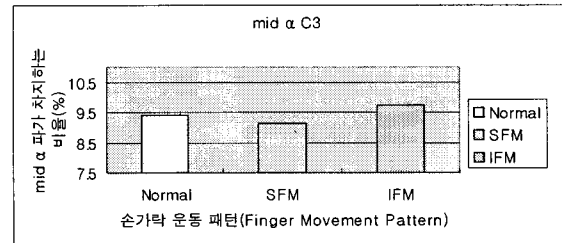


Figure 7. mid  $\alpha$  파(C3)의 측정된 비율

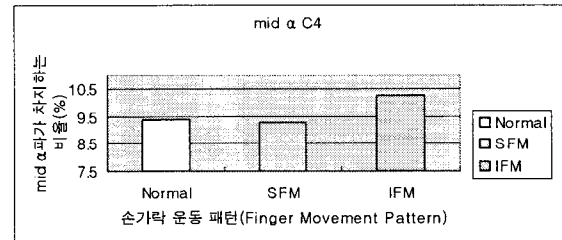


Figure 8. mid  $\alpha$  파(C4)의 측정된 비율

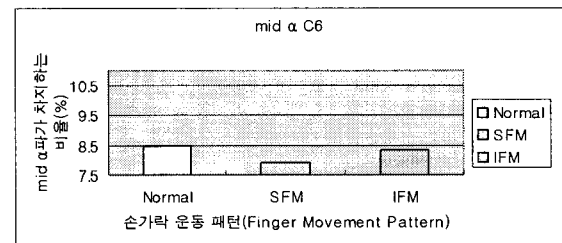


Figure 9. mid  $\alpha$  파(C6)의 측정된 비율

위 실험 결과, 측정된 모든 영역에서 SFM의 mid  $\alpha$  파보다도 IFM의 mid  $\alpha$  파가 더 높았다. 이는 단순히 손가락을 움직이는 것보다 의식적인 손가락 운동이 사고(thinking)를 하게 함으로써, 뇌의 집중력과 학습 능력의 향상에 도움을 준다는 것을 보여준다.

각 영역에 대한 mid  $\alpha$ 파 증가율을 보면, 다음 Figure 10. 과 같다.

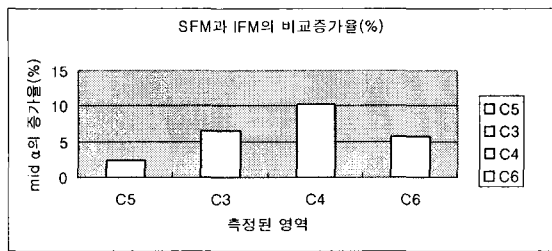


Figure 10. 각 영역에서의 mid  $\alpha$  파의 증가율

위 데이터를 보면, 좌,우 하단 영역의 C5, C6 보다 상단 영역의 C3, C4 가 높은 증가율을 나타냈다. 이는 각 영역의 넓이와 관계가 있을 거라 추정되어진다.

#### 4. 결론

이 실험에서 알고자 하는 것은 도구 없이 손으로만 하는 의식적인 손 운동이 뇌기능 증진에 미치는 영향에 대해서 알아보는 것이다. 우리는 이를 위하여, 의식적인 손 운동 패턴에 관하여 우선 연구를 하였다. 그 결과, 단순한 손 운동(SFM) 패턴을 통하여 의식적인 손 운동(IFM) 패턴의 메커니즘을 찾아낼 수 있었다. 그리고 손 운동-감각 영역에서의 사고 활동과 관계하는 mid  $\alpha$  파를 측정함으로써, 의식적인 손 운동이 학습과 집중력 향상을 시킨다는 것을 알았다. IFM 패턴의 메커니즘을 통하여, 손 운동과 뇌기능 간의 상관관계를 알 수 있었고, 더불어 손 운동을 통하여, 뇌의 기능을 향상시킬 수도 있을 것이라 기대된다.

그리고 Figure 10.의 결과에서 보면, 손 운동-감각에 관여하는 좌우상단영역(C3, C4)의 면적이 좌우하단영역(C5, C6)보다도 넓다는 사실을 바탕으로 면적이 넓을수록 mid  $\alpha$ 파의 증가율이 더 높게 나왔다는 것을 추정할 수 있다. 이는 면적이 넓을수록 구축되어지는 네트워크가 많기 때문에 mid  $\alpha$ 파의 증가율 또한 증가되었다고 추정할 수 있다.

##### 1) 기대 효과 및 활용 방안

도구 사용 없이 손으로만 이용한 실험을 통하여 손과 뇌의 직접적인 상관 관계를 알 수 있고, 간단한 손 운동을 통하여 시간과 장소에 구애없이 쉽게 뇌 운동을 할 수 있다. 그리고 노인들의 집중력과 학습 능력을 향상시킴으로써, 뇌 기능의 노화를 방지하고 향상된 복지 생활에 도움을 줄 수 있고, 또한 뇌졸중 환자들의 재활 훈련에 도움이 될 것이라 기대된다.

##### 2) 앞으로 해야 할 연구

$\alpha$ 파나  $\delta$ 파와 같은 저 뇌파 상태에서 집중력이 증진되고 기억력과 학습 능력이 향상된다는 연구를 바탕으로 저 뇌파 중심으로 집중력과 기억력, 학습 능력에 관한 연구를 해야 한다. 앞선 IFM 패턴 메커니즘의 정량화할 수 있어야 하며, 나아가서는 IFM 패턴 메커니즘 중, 손 운동과 뇌기능의 역관계까지 연구를 할 수 있을 것으로 기대된다. 그리고 피실험자 수가 적기 때문에 앞으로 더 많은 인원으로 실험을 해볼 필요가 있다.

#### 5. 참고 문헌

- [1] Ricahrd Restak(2003), "Mozart's Brain and the Fighter Pilot" 中 Chapter 25. 손의 신비, 이레 출판사
- [2] Kit R. Crafton, Angela N. Mark and Steven C. Cramer "Improved understanding of cortical injury by incorporating measures of functional anatomy" Brain(2003), 126, 1650-1659
- [3] Christian Gerloff, Bran Corwell, Robert Chen, Mark Hallett and Leonardo G. Cohen, "The role of the human motor cortex in the control of complex and simple finger movement sequences", Brain(1998), 121, 1695-1709
- [4] 고영희, 하종덕(1994), 성공하는 두뇌 만들기, 웅진출판주식회사
- [5] 박화문\*, 이영희\*\*, "알파파조절 프로그램을 이용한 뇌성마비학생의 기억력에 관한 연구", The Educational Journal for Physical and Multiple Disabilities Vol. 37, 2001, pp.39~59
- [6] 이광우(2001), "Electroencephalogram", 고려 의학
- [7] James C. Eliassen, Kathleen Baynes and Michael S. Gazzaniga, "Anterior and posterior callosal contributions to simultaneous bimanual movements of the hands and fingers", Brain(2000), 123, 2501-2511
- [8] David T. Blake, Nancy N. Byl, Michael M. Merzenich, "Representation of the hand in the cerebral cortex", Behavioural Brain Research 135(2002) 179-184