

동작관찰 훈련과 운동 상상훈련이 뇌 활성상태에 미치는 효과

양병일¹, 박형기²

¹수원요양병원 물리치료실, ²마산대학교 물리치료과

Effects of Action Observation Training and Motor Image Training on Brain Activity

Byung-Il Yang¹, Hyeong-Ki Park²

¹Dept. of Physical therapy, Suwon Convalescent Hospital

²Dept. of Physical Therapy, Masan University

Purpose The purpose of this study was to investigate the difference of brain activity during action observation training and image training throughout EEG. **Methods** This study was participated 1 healthy college student without mental illness or cognitive impairment. The subject was randomly selected from university students and was interested in participating in the experiment. The purpose of this study was to investigate the visual and auditory stimuli (action observation) and brain image training. **Results** The results of our study, EEG value measured 0.1 during resting. But brain activity changed to 0.3 during action observation. Finally, it changed to .05 after brain image training. **Conclusion** EEG measurement results were showed that after watching the Ball squat video, Brain activity increased.

Key words Action observational training, Image training, EEG, Ball squat video, Physical therapy

Corresponding author Hyeong-Ki Park(simile70@naver.com)

Received date 04 September 2018

Revised date 06 October 2018

Accepted date 08 October 2018

1. 서론

근래 들어 직접적으로 운동을 수행하지 않고 운동 학습을 시키는 여러 가지 방법이 활발하게 연구 되어지고 있다.¹⁾ 정신 훈련에 관련된 연구들에 따르면 정신 훈련이 환자의 침범된 지절에 사용을 증가 시킬 수 있다고 보고하였다.²⁾ 그리고 운동 상상(motor imagery)을 이용한 정신 훈련이 가장 발전성 있는 방법으로 부각되고 있고, 이는 신체적인 움직임에 한 인지적 예행연습으로써 운동 수행력을 보다 숙련되고 정확하게 향상시킬 수 있다고 하였다.³⁾ 이러한 운동 기능 향상과 학습 촉진 효과에도 불구하고 운동 상상은 적용과정에서 집중력과 학습자의 협조 여부, 학습자의 기능 수준, 상상 능력의 개인적인 차이와 같은 제한을 가지고 있다고 하였다.⁴⁾ 또한 과제의 경험이 부족하거나 과제의 이해 능력이 부족한 대상자의 경우 학습촉진 효과를 기대하기 어려운 방법이므로 많은 주의가 필요하다.

동작관찰훈련이란 거울신경세포시스템에 근거한 새로운 상지 재활치료 접근법으로서, 동작을 관찰 및 모방한 후에 그 동작들을 반복적으로 훈련하는 방법이다. 이는 다른 사람의

행동을 관찰함으로써 형태와 동작을 이해하고 모방하는 것이라고 할 수 있다. 동작관찰(action observation)은 다른 사람이 움직이는 모습이나 동영상을 관찰하는 것으로 상상운동과 행동관찰이 신경학적 마비증상이 있는 환자에게 재활을 목적으로 적용되고 있으며 또한 스포츠선수나 일반인의 운동기술 향상과 학습을 위해 적용되고 있는 인지적 중재기법이다.⁵⁻⁶⁾ 이 기법은 신경 생리적 측면에서 실제 움직임을 수행할 때와 반응하는 뇌 활성화 패턴이 유사하다는 사실에 근거를 두고 있다. 동작관찰 훈련은 실제 수행과 동일한 신경학적, 근육학적 반응을 만들어 낼 수 있다는 것을 의미하며, 생후 9개월 된 유아들을 관찰한 결과 다른 사람이 물건을 잡는 행동을 볼 때 스스로 물건을 잡을 때 뇌의 운동 신경이 똑같이 활성화됨을 관찰할 수 있었다. 이는 뇌의 거울 신경계의 활동에 기인한다고 하였다. 그리고 이러한 특징으로 인해 동작관찰과 같은 인지적 중재 역시 학습과제의 실제 수행과 유사한 정보처리 활동을 유도함으로써 기능학습을 촉진 시킬 수 있다. 동작관찰은 목표지향적인 운동을 관찰했을 때 활성화되는 뇌 영역으로 실제 운동을 수행할 때 활성화 되는 뇌 영역과 부분적으로 일치하는 것으로 밝혀지고 있다.⁷⁾ 선행 연구에 따르면 뇌파 활동은 각각의 자극이 어떻게 처리되는가에 따라 뇌파활동

<http://dx.doi.org/10.17817/2018.10.06.111303>

의 패턴(pattern)이 달라진다고 하였다. Buccino등(2014)은 시각 및 감각적 자극에 따라 뇌파 활동에 차이가 있다는 것을 발견하였으며, 특히 감각과 관련된 일차 체감각 피질에서 세포 활성화가 더 많이 증폭되어 일어난다고 보고하였다.⁸⁾ 이러한 특성으로 볼 때, 동작관찰 훈련과 운동상상 훈련은 아마도 같은 인지처리 학습과정으로 효율적인 두뇌 활성을 보일 수 있음을 예측 할 수 있다.

뇌파(electroencephalogram: EEG)는 생리적, 심리적인 두뇌 기능을 반영한 측정의 지표로서 신경 세포 활동만을 나타내는 것뿐만 아니라 시간이 경과함에 따라 지속적인 측정이 가능하여 대상자가 길고 복잡한 이중과제를 수행하는 동안 뇌에서 처리되는 신경세포 활동을 평가하는데 유용하게 활용될 수 있다. 이러한 뇌파는 다양한 주파수로 나타나게 되므로 인간 활동을 뇌파와 관련되어 해석함에 있어서 뇌파에 종류와 특성에 따라 두뇌 기능상태를 해석하여 오고 있다. 윤태원과 이문규(2011)은 뇌졸중 환자에게서 동작관찰 시 동작관찰 세포에 활성화를 뇌파를 통하여 활성화가 되는지를 알아 보았다. 또한 동작관찰 훈련이 양쪽 대뇌반구의 어떠한 좌, 우 차이가 있는지를 연구하여 보고하였다.⁹⁾ 따라서 뇌파 측정은 외부 자극이나 운동상상 훈련 동안의 뇌에서 진행되고 있는 실시간 뇌 활동을 평가할 수 있고, 자극과 반응만으로는 설명될 수 없는 생리적 현상을 나타내는 지표로 활용될 수 있다. 이에 본 연구는 동작관찰 훈련과 운동상상 훈련의 중재 간의 차이를 뇌파 중 뮤 리듬을 통하여 알아보고자 한다.

II. 연구 방법

1. 연구대상

본 연구의 대상자는 정신질환이나 인지장애가 없는 건강한 성

인 남성 1명을 대상으로 실시하였다. 참여자는 창원에 소재하는 M 대학교에 재학 중인 학생 중 1명으로 나이는 23세, 키는 182cm, 몸무게는 77kg으로 임의로 선정하여 동의 후 연구에 참여하였다.

2. 실험절차 및 방법

본 연구는 시각 및 청각적인 자극 즉, 동작관찰 동영상을 관찰했을 때와 운동 상상훈련 시 좌, 우뇌의 실시간 뇌파활성상태를 알아보고자 하였다. 본 연구는 뇌파 측정 전 대상자에게 본 연구의 내용 전반에 관하여 사전에 충분히 설명하였고, 연구 당일에는 심한 신체적 활동이나 음주 및 흡연을 금하도록 하였다.

또한 측정 5시간 전에는 신경계열 약물이나 각성을 유발할 수 있는 홍차, 커피, 담배 등을 금하도록 하고, 대상자가 연구실에 도착하면 편안한 자세로 자유롭게 안정을 취하도록 하여 뇌파에 영향을 미칠 수 있는 요인들을 최소화하였다. 본 연구는 총3차례 뇌 활성도를 측정을 하였고 대상자는 컴퓨터에 기록되고 있는 뇌파 상태를 볼 수 없게 시각정보를 차단하였다. 총 3차례의 측정 중 1차 측정은 시각 및 이미지 훈련 전 편안한 안정 시의 뇌파를 3분간 측정 하였다(figure 1). 그 후2차 측정은 김종만(2011)등에서 제시한 손 조작과 관련된 동작관찰 영상을 15분 동안 관찰하게 하였으며 동작관찰 훈련은 헤드폰을 착용하고 모니터를 통해 감상하도록 하였다(figure 2).¹⁰⁾ 3차 측정은 운동상상 훈련을 15분 동안 눈을 감은 상태에서 동작관찰 영상에서 제시하였던 손 조작과 관련된 동영상을 최대한 떠올리며 몰입할 수 있도록 운동상상 훈련을 실시하였으며 종료 직후 측정하였다(figure 3).

총 3차례 측정은 각성 수준의 일주율 변화를 최소화하기 위해서 오후에 행해졌으며, 측정 시간은 각각3분간씩 기록 하였다.



Figure 1. EEG measurement at rest



Figure 2. EEG measurement at action observation



Figure 3. EEG measurement at imagine training

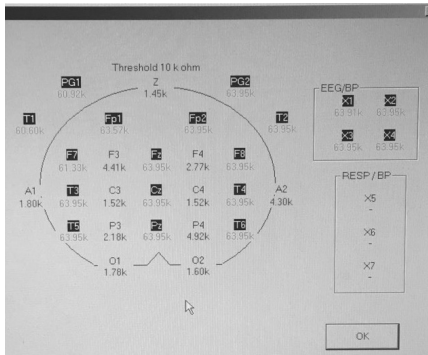


Figure 4. After attaching electrode

3. 뇌파측정 및 분석

뇌파측정은 외부소음이 완벽하게 차단된 조용한 실험실 내에서 실시하였으며 대상자는 등받이가 있는 의자에 편안한 상태로 앉아서 뇌파를 측정하였으며, 3분간의 측정 기간 동안은 신체 움직임을 최대한 움직이지 않도록 통제하였다. 대상자의 뇌파측정 방식은 머리 표면 총 8부위 부착하여 단극유도 방식으로 뇌파를 측정하였으며, 10/20 국제 전극배치법에 의해 차례로 Figure 4와 같이 F3, F4, C3, C4, P3, P4, O1, O2 위치에 측정 전극을 부착하였고 기준전극은 미간 사이와 양 귓불에 부착하였다.

피부와의 접촉 저항을 최소화하기 위해 먼저 알코올 솜과 약품을 이용하여 머리 표면의 이물질을 깨끗이 닦아낸 후, 측정 전극에 뇌파전용 전극폴을 문혀 부착하였다.

III. 결과

본 연구 결과 대상자는 훈련 전, 동작관찰 후, 운동상상 훈련 후 뇌파를 통한 조건간 뮤 리듬 차이를 비교 제시하였다 (Table 1). 본 연구에서 대상자는 각 중재에 따라 측정 부위 C3, C4부위가 전체적으로 중재방법에 따라 눈에 띄게 뇌 활성화 되었고, 훈련 전보다 훈련 후 뇌파의 활성화 차이가 두드러지게 나타났다(Table 1). 본 연구에서는 특히 시각과 청각 자극이 주어진 손 조작 동작관찰 훈련이 눈을 감은 상태에서 이미지 트레이닝 훈련 종료 시 보다 뇌파 활성화도가 더욱 두드러지게 나타났다.

Table 1. The difference of mu rhythm the action observational training and the imagine training

	Action observation training	Imagine training
Log ratio (condition/baseline)	-0.15	-0.05

IV. 고찰

본 연구는 경남 창원에 소재한 M 대학교에 재학중인 건장한 대학생 남자 1명을 대상으로 총 3회에 반복하여 측정하였다. 본 연구 대상자는 연구 전 안정 시 뇌파를 측정하고 동작관찰 훈련 15분, 운동상상 훈련 15분 후 각각 1회씩 뇌파를 측정하여 뇌의 활성화를 알아보고자 실시하였다. 선행연구에 따르면 이미지 트레이닝 훈련은 상상만으로도 운동과제의 수행과 학습된 기능의 유지시간을 증가시킬 수 있다고 보고하였으며, 이미지 트레이닝은 많은 정보의 기억이나 연결동작과 관련한 학습능력에 유용하다고 보고하였다.¹¹⁾ 이러한 이미지 트레이닝은 실제 운동을 하지 않고 운동장면을 상상하거나 운동 감각인 이미지를 상기하여 운동의 개념화를 이룸으로써 운동 학습이나 운동수행을 증진시키기 위한 트레이닝 방법이라 할 수 있다.

그러나 본 연구결과에 따르면 이미지 트레이닝 시 보다 동작관찰 훈련 시 뇌의 전체적인 부분에 뇌 활성도가 증가하는 것을 확인 할 수 있었다. 이는 동작관찰 훈련이 단순한 운동 장면을 상상하는 것보다 실제적 동작을 관찰함으로써 청각적 시각적 피드백을 제공하여 더 많은 뇌 영역에서 활성화 된 것으로 사료된다. 이러한 결과는 물리치료 시 환자들에게 일대일 신체적 재활운동이 끝난 후 나머지 여가 시간에 환자 스스로 동작관찰 훈련을 수행할 수 있기에 재활환자나 혹은 운동 선수들에게 있어 좀 더 효과적인 운동학습 방법이 될 수 있을 것으로 생각된다.

동작관찰 훈련은 거울신경세포(mirror neuron)에 과학적 근거를 기반으로 둔다. 거울신경세포는 상대방의 특정한 움직임을 관찰하였을 때 관찰자 자신이 스스로 움직이는 것처럼 느끼며 이러한 거울신경세포는 특히 운동앞겉질(premotor cortex)과 아래마루겉질(inferior parietal cortex)에서 주로 뇌세포 활성도가 나타난다고 보고하였다. 운동앞겉질과 아래마루겉질은 특히 운동과 모방에 밀접한 연관이 있는 부위다.¹²⁾ 이러한 거울신경세포는 현재는 연구가 진행되어짐에 따라 하나의 신경세포가 존재하는 것이 아니라 다양한 뇌의 전반적 영역에 산재되어 있는 것이 확인되고 있다.

일반적으로 우뇌는 시공간 능력과 밀접한 연관이 있으며 특징적으로 감정, 음악, 직관, 시간의 영원성을 느끼며 상상력을 담당하고 있으며 좌뇌는 언어 능력과 관련되어 합리적이고 논리적이고 분석적이다. 이러한 뇌의 전반은 국제화(brain localization)에 따라 기능이 나뉘어진다. 이마엽(frontal lobe)에서는 생각과 계획, 생각과 판단에 따른 몸 움직임을 담당하고, 마루엽(parietal lobe)에서는 감각의 정보를 통합한다. 그리고 관자엽(temporal lobe)에서는 언어 기능, 청·지각 처리, 장기기억과 정서를 담당하며 뒤통수엽(occipital lobe)에서는

시지각의 처리와 시각인식을 담당한다.

선행연구에 따르면 양측 대뇌반구, 즉 좌뇌, 우뇌가 동시에 활성화가 될 때 일상생활 중 운동학습에 대뇌활성이 가장 효과적으로 반응한다고 보고하였다. 즉 최고의 정신적 기능은 좌, 우 뇌의 조화로운 뇌파패턴과 관련된다고 볼 수 있다. 이렇듯 동작관찰과 관련된 거울신경 세포는 좌, 우 뇌의 활성도가 중요하다. 김종만 등(2010)은 뇌졸중 환자에게 동작관찰 훈련을 실시 후 경두개자극기를 통하여 대뇌 일차운동 겉질의 손조작과 관련된 세포의 활성도가 유의하게 증가하는 것을 입증하였다.⁵⁾ 즉 본 연구에서 동작관찰 훈련이 대뇌 활성도를 증가시킨다는 것과 연구결과가 일치한다. 따라서 향후에는 적극적 중추신경 재활을 위해 동작관찰훈련이 효과적인 대안적 중재로 활용 될 수 있을 것으로 기대된다.

본 연구의 한계점은 연구를 진행함에 있어서 대상자가 이미지 트레이닝 시 정확하게 손 조작과 연관된 운동을 상상하고 훈련에 임하였는지는 파악할 수 없었다. 그리고 잦은 눈 깜빡거림이나 움직임으로 인한 정확한 뇌파의 데이터 획득에 어려움이 있었다. 그리고 대상자가 1명으로 한정된 점, 대상자들이 대학교에서 재학하고 있는 대학생으로서 20대이기 때문에 모든 연령에 일반화하는데 제한이 있다.

따라서 향후 대상자를 다양한 연령대를 추가적으로 모집하고 성별을 나누어 더 나은 연구로 보완해야 할 것으로 사료된다.

V. 결 과

본 연구에서는 동작관찰 훈련과 이미지 트레이닝의 효과를 검증하는데 목적이 있다. 본 연구는 젊은 20대 대상자 1명을 대상으로 EEG를 통해 대뇌의 활성도 차이를 알아보았다. 연구결과, 운동상상 훈련보다 동작관찰 훈련이 좀 더 효과적인 대안적 운동학습 방법임을 확인하였다. 향후 뇌졸중 재활에서 적극적 재활에 운동기술 습득에 유용한 방법이 될 수 있기를 기대한다.

References

1. Perry A, Bentin S. Mirror activity in the human brain while observing hand movements: A comparison between EEG desynchronization in the μ -range and previous fMRI results. *Brain Research*. 2009;29(1282):126-32.

2. Birden H, Page S. Teaching by videoconference: a commentary on best practice for rural education in health professions. *Rural and Remote Health*. 2005;5(2):356.
3. Braun V, Clarke V. Using thematic analysis in psychology. *Qualitative Research in Psychology*. 2006; 3(2). 77-101.
4. Papadelis C, Kourtidou-Papadeli C, Bamidis P et al. Effects of imagery training on cognitive performance and use of physiological measures as an assessment tool of mental effort. *Brain and Cognition*. 2007; 64. 74-85.
5. Kim JM, Yang BI, Lee MK. The effect of action observational physical training on manual dexterity in stroke patients. *Phys Ther Korea*. 2010;17(2) :17-24.
6. Léonard G, Tremblay F. Corticomotor facilitation associated with observation, imagery and imitation of hand actions: a comparative study in young and old adults. 2007;2(177):165-75.
7. Buccino G, Sato M, Cattaneo L et al. Broken affordances, broken objects: a TMS study. *Neuropsychologia*. 2009;47:3074-78.
8. Buccino G. Action observation treatment: a novel tool in neurorehabilitation. *Phil Trans R Soc Lond B Biol Sci*. 2014;369:20130185.
9. Yun TW, Lee MK. The change of Mu rhythm during action observation in people with stroke. *J Korean Soc Phys Med*. 2011;3(6):361-368.
10. Lee MK, Kim JM. The effect of action observational training on arm function in people with stroke. *Phys Ther Korea*. 2011;18(2):27-34.
11. Rollenhagen JE, Olson CR. Mirror-Image Confusion in Single Neurons of the Macaque Inferotemporal Cortex. *Science*. 2000;5457(287). 1506-8.
12. Rizzolatti G, Fadiga L, Gallese V et al. Premotor cortex and the recognition of motor actions. *Cognitive Brain Research*. 1996; 2(3):131-41.