

뇌졸중 상지재활에서 동작관찰훈련의 신경과학적 근거

윤영식*, 장기연**, 원성윤**, 우희순**

*건양대학교병원 작업치료실

**우송대학교 작업치료학과

국문초록

본 글은 거울신경세포시스템에 대한 신경학적 기전에 대하여 알아보고 이에 근거한 동작관찰훈련에 대한 문헌 고찰을 통해 임상에서 신경계환자의 재활치료에 있어 치료적 접근법으로써 사용될 수 있음을 제안하기 위해 작성되었다. 거울신경세포시스템은 특정한 동작의 움직임이나 다른 개체가 움직이는 것을 관찰할 때 활동하는 신경세포를 말하며, 인간의 운동앞이랑, 아래마루엽과 아래이마이랑, 마루엽영역, 위관자엽고랑을 포함하는 배쪽운동앞겉질에 존재한다고 알려져 있다. 이러한 신경학적 근거에 따라 사용되고 있는 치료방법에는 동작관찰훈련이 있는데, 동작을 관찰하고 관찰한 동작을 다시 모방하여 반복적으로 훈련하는 방법이며, 다른 사람의 행동을 관찰함으로써 형태와 동작을 이해하고, 선택하고 모방하여 운동학습의 단계까지 이르는 훈련방법을 말한다. 현재 동작관찰훈련의 치료적 효율성과 임상적용에 대해서는 관련 연구들이 진행되고 있으며, 해당 연구들에서 기능향상의 효과가 있음이 보고되고 있다. 이러한 동작관찰훈련방법은 불가능한 움직임보다는 가능한 움직임, 즉 실제 사람의 손의 움직임을 관찰하는 직접적인 방법이나 목적지향적인 과제에 대해서 관찰을 시킬 때 더욱 활성화 시킬 수 있다. 이러한 거울신경세포에 근거한 동작관찰훈련은 치료적 측면을 떠나 퇴원 후 가정에서도 지속적으로 수행하기 용이하고, 경제적으로도 비용절약에 효과적인 방법이라 할 수 있겠다. 따라서 본 글에서는 이러한 거울신경세포시스템에 대한 신경학적 근거에 대해 알아보고 그와 함께 거울신경세포시스템에 근거한 동작관찰훈련을 적용한 연구를 고찰함으로써 신경계재활치료영역에 있어서 그 효율성과 치료적 적용 가능성에 대해 알아보고자 한다.

주제어 : 거울신경세포시스템, 뇌졸중, 동작관찰훈련

I. 서론

뇌졸중은 국내에서 흔한 성인병으로써, 통계청(2007)에 따르면 뇌졸중은 2006년 기준으로 한 해 동안 사망자가 인구 10만 명당 61.4명으로 암에 이어 두 번째 사망의 원인으로 나타났다(Kim, 2004). 이는 단일 질환으로는 중요한 사망원인이며 전 세계적으로 매년 4,500만

명이 뇌졸중으로 인해 사망하는 것으로 추산되고 있다(보건복지부, 2007).

뇌졸중으로 인하여 뇌손상을 입은 환자들은 운동, 인지-지각 기능 장애를 유발할 수 있으며 이로 인해 일상생활동작을 수행하는데 있어서 능력이 저하되게 된다(Kim, Stewart, Shin, & Yoon, 2004). 따라서 재활치료에 있어 치료적인 접근은 보다 많은 환층의 사용과 함

게 자발적 움직임 유발시키기 위함으로 다양한 신체적인 중재가 있어 왔다(Woo, Chang, & Park, 2011).

뇌졸중 환자의 재활치료에 있어서 치료적 근거가 되는 신경가소성의 원리는 뇌신경이 외부의 자극, 경험학습에 의해 구조 기능적으로 변화하고 재조직화되는 현상을 말한다(Woo et al., 2011). Shepherd(2001)는 신경가소성은 마비쪽 손으로 반복적, 능동적 과제연습을 통해 발생한다고 하였다. 최근 뇌졸중 이후의 중재방법들은 마비측의 무사용에 대한 학습을 피하고 상지의 사용을 증가시키는 것을 중요하게 생각하고 있다(Kim, Kim, & Chang, 2012; Kim & Kwon, 2005; Summers et al., 2007).

하지만 심한 운동능력의 손상이 있는 환자들은 훈련 참여의 제한과 함께 운동정보와 감각정보를 제공받는 것이 어려워지게 되는데(Lee & Kim, 2011) 이러한 제한점을 극복하고자 거울신경세포시스템(mirror neuron system)에 근거한 동작관찰훈련(action observation)을 뇌졸중 환자의 재활치료에 있어 새로운 치료방법으로서 제시하였으며, Johansson(2011) 역시 이러한 제한점을 극복하기 위해 동작관찰훈련을 제시하였다(Lee & Kim, 2011).

동작관찰훈련이란 거울신경세포시스템에 근거한 새로운 상지재활치료접근법으로서, 동작을 관찰 및 모방한 후에 그 동작들을 반복적으로 훈련하는 방법이다(Lee & Kim, 2011; Sqandurra et al., 2011). 이는 다른 사람의 행동을 관찰함으로써 형태와 동작을 이해하고 모방하는 것이라고 할 수 있다(Ashfort et al., 2006). 동작관찰은 초기 모방에 대한 사회심리 연구 분야의 주제였으며 이러한 신경학적 근거는 거울신경세포에 그 기반을 두고 있다(Bandura, 1962).

Rizzolatti, Fadiga, Gallese와 Fogassi(1996)에 따르면 거울신경세포는 활성화되는 뇌의 영역이 특정 움직임 또는 다른 개체가 움직이는 것을 관찰할 때 활동하는 세포로 정의하였으며, 운동관찰을 통해 이 신경이 활성화 되는 것만으로도 기능적인 면의 증가를 볼 수 있다고 하였다. 또한 연습과 동작관찰방법을 결합하여 적용한다면 운동 기억 형성을 촉진 시킬 수 있다(Stefan et al., 2005).

따라서 본 글에서는 Lee와 Kim(2011)이 제안한 연구에 근거하여 인간에게 존재하고 있는 거울신경세포시

스템에 대해서 알아보고 이를 이용한 동작관찰, 상상 및 모방을 포함하고 있는 동작관찰훈련을 적용한 사례연구를 통해 거울신경세포시스템을 적용한 동작관찰훈련 및 모방훈련이 뇌졸중 환자를 대상으로 재활치료 중재에 있어서 한 가지 대안이 될 수 있음을 제안하고자 한다.

II. 본 론

1. 이론적 배경: 거울신경세포의 발견

동작관찰훈련의 이론적 기초가 되는 거울신경세포시스템은 짧은 꼬리 원숭이(macaque monkey)의 운동앞겉질(premotor cortex; PMv) Frontal 5(F5) 영역에서 발견되었는데 마치 거울에 비친 것처럼 관찰을 하는 동작을 자신이 스스로 행동하는 것처럼 활성화된다고 하여 붙여진 이름으로서 거울신경세포라는 용어는 1996년 처음으로 사용되었다(Gallese, Fadiga, Fogassi, & Rizzolatti, 1996; Small, Buccino, & Solodkin, 2010; Yun & Lee, 2011). 타인의 행동을 보며 유사한 반응을 보이는 현상을 거울행동(mirroring)이라 하며, 이것과 관련된 뇌의 신경 회로를 거울신경세포(mirror neuron) 또는 거울신경세포시스템이라 할 수 있다(Pan, 2010).

이러한 거울신경세포시스템은 원숭이가 손으로 움켜잡고 붙들거나 찢고, 음식을 입으로 가져가는 운동을 부호화하는 뇌의 신피질 부위의 신경생리학적 구조를 연구하는 과정에서 발견되었다(Pan, 2010). 연구원이 음식을 집어 드는 것을 관찰했을 때 원숭이의 거울신경세포가 자신이 음식을 집었을 때와 동일한 반응을 보이는 것을 알 수 있었다. 실제 보지 않고 소리가 동반된 손의 움직임 즉 땅콩껍질을 벗기거나 종이를 찢는 것과 같은 움직임을 관찰할 때와 단순히 소리만 들려주었을 때 거울신경세포가 반응을 한다고 하였다.

또한 블록을 접시위에 올리는 행동을 보여주고 칸막이를 친 후 실제 행동을 관찰시키지 않는 상태에서도 거울신경세포가 반응을 한다고 하였는데 이는 행동의 의도를 통해서 거울신경세포가 반응하고 있다는 것을 알 수 있다(Yang, 2007).

이러한 사실로 인해 알 수 있는 것은 거울신경세포시스

템은 시각적 자극을 통한 동작을 관찰과 청각적인 자극만 주어졌을 때 거울신경세포의 활성화가 일어날 수 있다는 것을 말해주며 더 나아가서 목표와 관련된 행위에 있어서는 그 숨은 의도를 추론할 수 있다는 점을 시사한다.

2. 거울신경세포시스템의 신경학적 근거

원숭이의 F5영역은 손과 입의 목표관련 동작과 연관된 운동 투사(motor representation) 영역이라 하고 있다(Rizzolatti et al., 1996). 이 F5라 불리는 신경학적 영역은 인간의 운동앞겉질의 앞쪽 부위와 브로카영역의 뒤쪽 영역과 같은 부위로서 여겨지고 있다(Buccino, Binkofski, & Riggio, 2004; Petrides & Pandya, 1997; Rizzolatti & Aribib, 1998).

Rizzolatti, Luppino와 Matell(1998)은 동물이나 다른 사람이 같거나 유사한 동작을 수행하는 것을 관찰할 때 거울신경세포영역이 활성화된다고 하였다. Kohler 등(2002)의 연구에서는 짧은 꼬리 원숭이가 땅콩깨기(peanut breaking), 종이 찢기(paper ripping)와 같은 동작에 대해 장면과 소리가 있는 조건, 장면만 있는 조건 그리고 소리만 제공하는 조건에서 측정을 실시하였는데 거울신경세포들은 모든 조건에서 강한 활성화를 보였다고 보고하였다. 따라서 거울신경세포시스템은 관찰자에 대한 움직임에 관찰뿐만 아니라 청각적인 부분에 있어서는 행위에 대해 운동영역들의 활성화를 이끌어 낼 수 있다는 점을 시사한다.

인간에게서도 동작을 관찰할 때 실제로 실행하는 동안 동일한 운동투사영역에서 활성화가 일어난다(Lee & Kim, 2011). 앞서 언급한 원숭이의 F5영역은 인간의 뇌의 배쪽 운동앞겉질에 해당하는 영역이며, 사람의 경우 운동앞이랑, 아래마루엽과 아래이마엽이랑, 마루엽영역, 위쪽 관자엽고랑을 포함하는 배쪽운동앞겉질이 이에 해당한다고 한다(Fabbri-Destro & Rizzolatti, 2008; Iacoboni & Dapretto, 2006). 기능적 자기공명영상(functional Magnetic Resonance Imaging; fMRI)상에서 인간의 동작을 관찰할 때 조직화를 이루는 기반 영역은 운동앞겉질, 마루엽과 위관자고랑을 포함하고 있다(Buccino et al., 2001; Grafton, Arbib, Fadiga, & Rizzolatti, 1996; Iacoboni et al., 2001; Rizzolatti et al., 1996).

Fadiga, Fogassi, Pavesi와 Rizzolatti(1995)는 경두 개자기자극(Transcranial Magnetic Stimulation; TMS)을 사용한 연구에서 거울신경세포시스템이 인간에도 존재한다는 것을 알아내었다. 연구자들은 실험을 통해 물체를 쥐는 과제를 관찰시킬 때와 실제 수행을 시켰을 때 TMS를 운동겉질에 적용하여 운동유발전위(Motor-Evoked Potential; MEP)를 측정하였는데 그 결과 실제 손의 근육에서 관찰을 할 때와 마찬가지로 MEP의 진폭이 증가한다는 것을 알 수 있었다. Grezes와 Decety(2001)의 연구에서는 동작을 관찰하고 관찰한 동작을 다시 모방하는 과정에서 운동앞겉질, 기저핵, 마루엽, 소뇌 등과 같은 신경학적 구조물들이 활성화 된다고 하였다. 많은 연구들에서도 동작관찰시 실제 수행하는 것과 유사하게 운동투사 영역이 활성화 된다고 보고하였다(Fadiga et al., 1995; Rizzolatti & Carighero, 2004). 특히 쥐거나, 조작하고 유지하고 찢는 것과 같은 목표지향적(goal-directed)인 행동을 하는 동안 신경의 활성화가 일어나며, 이러한 움직임들은 실제 동작이 물체와 관련되어 있을 때 특이적으로 활성화된다고 하였다(Gallese et al., 1996; Rizzolatti et al., 1988). 또한 Fogassi 등(2005)은 목표와 관련된 동작을 관찰할 때 단순한 동작보다 더 강한 활성화를 보인다고 보고하였다.

이러한 연구들의 결과는 인간에게도 거울신경세포의 존재에 대해 뒷받침되는 근거가 되고 있으며 특히 손과 관련된 움직임에 있어서 관찰하였을 때, 물체를 사용한 움직임을 관찰하였을 때, 관련된 뇌 영역들의 활성화가 일어날 수 있다는 것을 암시하고 있으며 특히 목표지향적이고 과제지향적인 훈련(task-oriented approach)에 대해 관찰하고 훈련시킬 때 더 효과적인 활성화를 이끌어 낼 수 있다는 사실에 대한 근거를 제시해 주고 있다.

3. 운동모방 및 상상훈련과 동작관찰훈련에 근거한 거울신경세포시스템

우리가 일상생활에서 수행하는 많은 동작들은 그 과정의 수행도가 쉽거나 어렵더라도 반복적인 수행을 통해 내-외적인 정보를 획득하여 숙련된 운동기술을 습득하게 된다(Kwon, Chang, Hong, & Kim, 2007). 숙련된 운동기술은 이렇게 지속적인 연습과 경험을 통해 숙달된

수행능력에 필요한 능력으로 변화하게 하는 과정이며 이를 운동학습이라 할 수 있다(Squire & Zolta, 1996).

일반적으로 숙련된 운동의 학습을 위해선 신체적으로 다양한 경험과 반복되는 움직임의 학습 및 훈련이 필요하지만 작업치료, 인지 심리, 물리치료 등 다양한 분야에서는 정신적인 훈련을 통하여 운동 기술의 습득이 이루어질 수 있다는 연구가 이루어지고 있다(Jackson, Lafleur, Malouin, Richards, & Doyon, 2001; Kim, 2004; Kim & Kim, 2005; Kim, Lee, & Bae, 2003; Kua & Kwak, 2005; Kwon et al., 2007).

Blandin, Lhuisset와 Proteau(1999)에 따르면 운동기술을 학습하는데 있어 동작관찰은 일반적으로 사용되는 방법이라 말하고 있다. Park과 Kim(2005)은 인간은 타인이 수행하는 동작을 관찰함으로써 움직임을 이해하고 수행능력을 향상시킨다고 설명하였다. 실제로 소뇌(cerebellum), 바닥핵(basal ganglia), 겹질척수로(corticospinal tract)와 운동앞겉질(premotor cortex)과 같은 대뇌의 운동영역들이 동작을 수행할 때나 추론 또는 물체를 수행하는 것을 관찰하는 것만으로도 신경학적 활성화가 이루어진다는 근거들이 늘어나고 있다(Jeanerod, 2001). 때문에 거울신경세포시스템에 기반을 둔 동작관찰, 운동상상, 운동모방과 같은 접근법들이 뇌졸중 재활의 치료적 방법으로서 제안되고 있다(Garrison, Winstein, & Aziz-Zadeh, 2010).

1) 운동모방(motor imitation)

운동모방은 때때로 인지적 과제에 있어 상대적으로 큰 노력이 필요 없을 것이라 간주된다. 하지만 이 운동모방은 뇌 영상 연구를 통해 거울신경세포시스템과 관련이 있는 것으로 확인 되었다(Small et al., 2010). 운동모방은 관찰한 움직임을 이전에 가지고 있던 운동 레퍼토리(motor repertoire)에 맞추는 것으로서 관찰-실행 짝짓기 시스템(observation-execution matching)은 마루엽과 운동앞영역을 포함하는 것으로 추측되며 이를 통해 동작의 이해의 기전을 설명할 수 있다(Lee & Kim, 2011). Kim, Yang과 Lee(2010)도 이러한 관찰-실행 짝짓기 시스템이 운동모방과 관련이 있음에 대하여 추측하였다.

Rizzolatti와 Craighero(2004)는 모방학습에 대하여 기술의 습득에 있어 목적있는 동작을 관찰하는 것이라

하였으며 인간은 이를 통해 운동기술을 학습한다고 설명하였다. 운동모방은 운동관찰, 운동상상, 운동실행과 같은 인지과정을 포함하는 신경학적 네트워크에 관여한다(Buccino, Solodkin, & Small, 2006). 이것은 관찰과 같은 실행을 할 때 비슷한 운동겉질영역이 활성화된다는 점에서 동작관찰 신체훈련이 뇌졸중과 같은 뇌손상 환자를 위한 재활훈련에도 효과적인 방법으로 적용될 수 있음을 제안하고 있다(Page, 2001). 여러 연구에서는 인간의 거울신경세포시스템이 모방과 모방학습에 관여한다고 보고하였는데, 인간의 거울신경세포시스템은 원숭이의 거울신경세포시스템과는 달리 목표 물체를 가지고 하는 동작에만 반응하는 것이 아니라 흉내만 내는 동작과 자발적인 동작에도 반응한다는 차이점이 있기 때문에 학습되었던 운동 기술을 다시 재획득하는데 중점을 두고 있는 뇌졸중 재활치료의 목적에 있어서 기능적인 회복을 위해 운동모방을 많이 사용하고 있다(Buccino et al., 2001; Buccino et al., 2004; Cattaneo & Rizzolatti, 2009; Lee & Kim, 2011). 이러한 운동모방에 관련된 거울신경세포시스템의 특성들을 이해한다면, 이에 근거한 중재 프로그램을 설정하고 계획을 수립하는데 있어서 도움이 될 수 있을 것이다.

2) 상상훈련(mental practice)

상상훈련이란 신체의 움직임을 사용하지 않고 마음으로 주어진 움직임을 수행한다고 생각하고, 이를 통하여 운동기술을 습득하고 증진시키는 운동학습 방법이다(Richardson, 1967). Jackson, Lafleur, Malouin, Richards와 Doyon(2003)은 정상 성인에게서 상상훈련과 실제 수행을 비교한 연구를 진행하였는데 상상훈련만으로도 보완 운동영역, 운동앞겉질, 소뇌, 띠이랑, 위 및 아래마루엽, 일차 운동겉질영역과 같이 움직임과 관련된 모든 영역이 실제 움직임을 수행하였을 때와 마찬가지로 활성화를 나타낸다고 하였다. 이러한 상상훈련을 시행한 Lee, Lee, Bae, Lee와 Gong(2010)의 연구에서는 동작관찰을 통한 운동학습 과정에서 중심임이랑의 일차운동영역, 운동보조영역, 중간이마이랑의 운동보조영역, 중간이마이랑과 아래이마이랑의 앞이마연합영역, 체성감각영역, 베르니케영역, 아래마루소엽의 브로카영역이 활성화되었다고 하였으며 이와 같은 결과에서 알 수

있듯이 거울신경세포시스템과 상상훈련과의 연관성이 있음을 알 수 있다. 또한 Weiss 등(1994)의 연구에서 정상인과 뇌졸중 환자를 대상으로 운동상상훈련을 시행한 결과 두 집단의 대상자들에게서 모두 유사한 뇌의 파형이 나타나는 것으로 밝혀졌다.

하지만 Papadelis, Keurtidou-Papadeli, Bamidis와 Albani(2007)에 따르면, 집중력과 학습자의 협조 여부, 기능 수준 능력에 따른 개인의 차이 등으로 인해 상상훈련의 제한점에 대해 말하였으며, Mulder, Hochstenbach, van Heuvelen과 den Otter(2004) 또한 과제의 경험이 부족하거나 이해 능력이 부족한 경우 효과를 기대하는 것이 어렵기 때문에 주의가 필요하다고 하였다.

위의 연구를 통해서 알 수 있는 사실은 운동상상훈련, 동작관찰훈련이 운동 기술의 습득과 수행 능력에 향상을 가져오는 효과에 대해 신경생리학적으로 설명을 뒷받침할 수 있다는 것이다. 또한 운동학습에서 거울신경세포 시스템이 역할을 수행하며 이는 뇌손상 환자의 기능적 움직임을 재학습 시키는 목적으로서 재활치료에서도 중요하다라는 것을 의미한다.

4. 거울신경세포시스템에 근거한 동작관찰 훈련의 치료적 효과

최근 신경학적 관점에서 운동모방의 학습을 활용한 동작관찰훈련의 치료에 대한 효율성과 실제 임상에서의 적용이 가능한가에 대한 연구들이 진행되고 있다(Ertelt et al., 2007). Jo, Bang, Bang, Son과 Lee(2011)는 만성 뇌졸중 환자에게 목적 있는 활동 과제와 관련된 상지 운동기능의 동작을 관찰하게 하여, 상지와 손의 기능수준 및 기민성과 장악력 및 파악력의 효과를 알아보기 위해 전통적 작업치료를 적용한 대조군과 동영상을 통해 동작관찰훈련을 시행한 실험군을 나누어 연구를 진행하였다. 그 결과 동작관찰훈련 프로그램을 받은 만성 뇌졸중 환자의 상지 운동기능(장악력과 파악력)이 대조군들에 비해 높은 증진을 보였다고 보고하고 있다.

Lee 등(2013)은 기능성 근적외분광법(functional Near Infrared Spectroscopy; fNIRS)를 이용하여 실험대상자들에게 아이스크림을 실제로 먹는 실험과 자신이 먹는 영상을 지켜보며 상상을 하는 동작관찰의 두 가지 실험

을 진행하면서 실제 운동 및 동작관찰을 하는 동안 뇌 활성화를 비교하는 연구를 진행하였는데 실제 동작의 경우에 일차운동영역이 활성화 되고, 동작관찰시 운동앞영역과 안구운동영역이 활성화되며 실제 동작을 할 때 활성화되는 일차운동영역도 활성화되는 사실을 확인하였다.

Kim 등(2010)은 동작관찰훈련이 만성뇌졸중 환자의 손조작 능력에 미치는 영향을 알아보고 거울신경시스템의 동원으로 인해 걸질척수로의 흥분성이 증가할 것이라는 가설을 검증하기 위해 TMS 장비를 이용하여 손의 첫 번째 등뼈사이근에서 MEPs의 진폭을 측정하는 연구를 진행하였다. 연구결과 Box & Block Test (BBT) 점수는 같은 동작의 동영상을 관찰한 조건에서 점수가 가장 높았으며 손의 첫 번째 등쪽 뼈사이근에서 측정한 MEPs 진폭 또한 동영상의 시범자가 보여주는 동작을 관찰한 조건에서 더 컸다고 보고하고 있다.

Bae와 Kuk(2012)은 만성 뇌졸중 환자를 대상으로 동작관찰신체훈련을 적용하여 보존적 치료보다 상지운동 기능과 일상생활동작 수행능력에 어떤 영향을 주는지를 알아보기 위한 연구를 진행하여 총 4가지의 기능적 상지 과제를 구성하였는데 그 결과 동작관찰신체훈련을 받은 만성 뇌졸중환자의 상지 운동기능과 일상생활동작이 보존적 작업치료를 받은 환자에 비해 더 높은 증진의 결과를 보여준다고 하였다. Bang, Kang과 Oh(2012)의 연구에서는 만성 뇌졸중환자에게 있어서 상지 기능과 일상생활동작에 있어서 동작관찰훈련과 과제-지향적 훈련의 효과를 비교하였는데 그 결과 두 훈련방법 간의 효과 차이는 유의한 차이는 없었지만 훈련 전후 효과크기를 비교하였을 때는 동작관찰훈련이 더 높은 것으로 나타났다. Schieber(2013)의 연구에서 왼손이가 직접 테이블 위의 물체에 대해서 엄지와 검지를 사용한 손끝집기나 쥐기 등을 하였을 때 피라미드로(pyramidal tract)를 통한 척수(spinal cord)의 축삭(axon)까지 모두 활성화가 되었고, 후에 왼손이가 인간이 물체를 손끝집기나 쥐기를 하는 장면을 동작관찰을 통하였을 각각의 피라미드로의 축삭들이 반응하는 것을 볼 수 있었다(Figure 1). 이러한 연구 결과는 동작관찰과 동작 상상 모두가 걸질척수로의 활성화를 증가시킨다는 연구 내용들과 일치한다고 볼 수 있다(Hari et al., 1998; Tremblay et al., 2004).

Lee와 Kim(2011)은 뇌졸중 환자를 대상으로 체계화

된 기능적 동작을 관찰하고 집중적 훈련을 통해 동작관찰 훈련이 손과 팔의 기능을 향상시키는데 사용될 수 있는지에 대한 가능성을 검토하였다. 이 연구에서 대상자들에게 손의 기능적 동작을 관찰하게 한 후 집중적이고 반복적으로 동작관찰을 모방한 3주간의 훈련을 통해 환자들의 상지 기능에 향상되었으며 훈련 종료 2주 후까지 그 효과가 유지된 것으로 나타났다. Calvo-Merino, Glaser, Grezes, Passingham와 Haggard(2005)는 런던의 영국 로열 발레단의 발레 전문가 10명, 9명의 카포에라 전문 댄서, 10명의 비전문가 비교 집단을 참여시켜 발레와 카포에라의 영상을 보여주는 과제를 통해, 자신의 댄스 스타일과 다른 스타일의 댄스의 동작을 관찰하게 하여 뇌활성화를 비교하였다. 결과적으로 자신들이 훈련하였던 움직임을 관찰하였을 때 운동앞결질, 마루엣결질, 위관자고랑이 더 활성화되는 것을 알 수 있었으며, 이는 거울신경세포시스템은 개인의 운동 레퍼토리가 있는 동작을 관찰할 때 인간의 뇌는 운동 시뮬레이션(motor simulation)을 이해할 수 있다는 것이다. 이를 통해 유추할 수 있는 사실은 실제로 환자가 경험하였던 동작에 대해서 모방을 시키고 연습을 시키는 것이 그렇지 않은 훈련보다 의미가 있다는 점을 알 수 있으며 이러한 연구결과를 통해 실제 치료시 환자에

게 수행시키는 동작 훈련이 자신이 익숙한 동작을 관찰 시키고 훈련을 시키는 것이 보다 효율적일 수 있다는 것을 알 수 있다.

5. 거울신경세포시스템에 근거한 동작관찰훈련의 선행조건

Bang 등(2012)은 만성 뇌졸중 환자를 대상으로 과제-지향적 훈련과 동작관찰훈련의 효과를 비교하였는데 훈련의 효과 크기는 동작관찰훈련이 과제-지향적 훈련보다 더 높은 것으로 나타났다. 위와 같은 결과는 임상적으로 뇌졸중 환자들의 기능훈련에 동작관찰훈련이 긍정적으로 사용될 수 있음을 시사하는 내용이다. 하지만 추적 조사가 이루어지지 않아 장기적 효과를 예측하기가 어려우며, 동작관찰훈련과 관련하여 구성된 동영상에 있어 표준화된 틀이 없기 때문에 이에 따른 제한점을 언급하였다. Bae와 Kuk(2012) 또한 동작관찰훈련이 뇌졸중 환자의 상지 기능 및 일상생활 수행능력 향상에 긍정적 효과가 있다고 하였으며, Yun과 Lee(2011)의 연구에서도 마찬가지로 일반인과 마찬가지로 뇌졸중 환자들도 동작관찰시 거울 신경세포시스템이 활성화된다는 것을 입증하여 뇌졸중

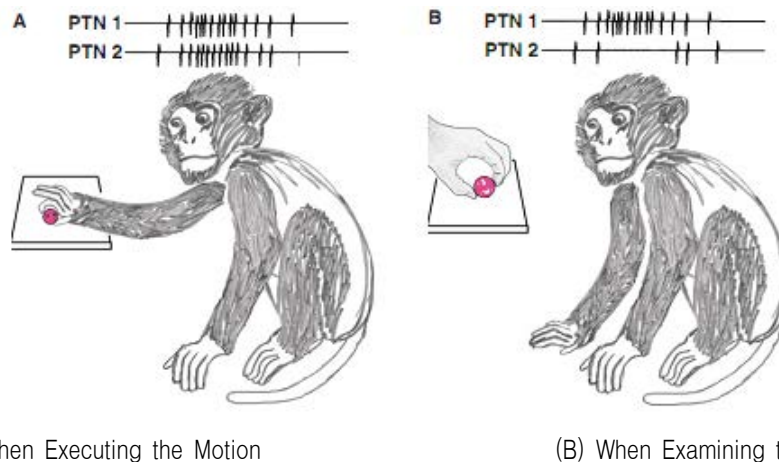


Figure 1. When examining the monkey to execute the sophisticated motion to pick up an object with the thumb and index finger and when observing the human being to execute the sophisticated motion to pick up something, the activation of pyramidal tract neuron; PTNs was identified. Findings through figure (A) and (B) show the pyramidal tract neurons which are actually activated when executing the motion to pick up an object with the thumb and index finger bring the neuron activation when observing the same motions of human being even though it has not the degree when the actual motions occur (Schieber, 2013).

환자의 신경학적 회복과 기능적 회복을 촉진할 수 있는 신경시스템을 동원시킬 수 있다고 하였다.

몇몇의 선행연구에서는 거울신경시스템이 포함한 몇 가지 요인들이 운동활동에 제재를 가할 수 있다고 제안하였다(Calvo-Merino et al., 2005). 첫째, 인공적인 움직임에 관찰하는 것은 실제 사람의 손을 관찰할 때 보다 더 적은 거울신경세포시스템의 활동을 유발시킬 수 있으며, 둘째, 신체역학적으로 불가능한 움직임은 거울신경세포시스템을 활성화시킬 수 없다(Perani et al., 2001; Stevens, Fonlupt, Shiffrar, & Decety, 2000; Tai, Scherfler, Brooks, Sawamoto, & Castiello, 2004)라는 것이다. 따라서 동작관찰훈련을 적용한 재활 프로그램을 선정할 때에는 대상자가 경험하지 못한 동작에 대해서 관찰을 시키는 것 보다 이전에 경험하였던 동작과 실제 목표와 관련된 동작을 관찰시키는 것이 거울신경세포시스템을 활성화할 수 있을 것이다.

이러한 선행 연구들의 제안들을 종합하였을 때 결론적으로 동작관찰훈련을 적용하고 수행하기 위해서는 불가능한 동작보다는 가능한 동작을 관찰하고, 목적과 관련 있는 동작을 수행시키며 실제 자신과 관련이 있는 사람의 손을 보여주는 것과 본인이 경험을 하였던 동작에 대하여 관찰을 시킨 후 동작관찰훈련을 적용하는 것이 거울신경세포시스템의 활성화 효과를 높일 수 있다는 것을 말하며, 이는 앞서 말했던 거울신경세포시스템에 근거한 동작관찰훈련의 활성화를 시킬 수 있는 조건들을 충족한다고 볼 수 있다.

III. 결 론

본 글에서는 거울신경세포시스템의 기전에 대해 알아보고 어떻게 활성화가 이루어지며, 그에 따른 최근 연구에 대한 고찰을 통해 임상적 활용에 대한 가능성에 대해 알아보았다.

동작관찰훈련은 실제 동작에 대해 관찰하고 관찰한 동작을 다시 훈련하는 방법으로서 운동기능, 감각기능에 손상이 많은 환자의 재활에 있어서 유용하게 사용될 수 있는 방법이다. 이러한 동작관찰훈련은 실제 행동을 관찰시 거울신경세포시스템이 동원된다고 하는 신경과학적 사실에

근거를 두고 있다. 또한 Lee와 Kim(2011)에 따르면 동작을 모방시 운동앞걸질과 마루엃걸질에 있는 관찰-실행 짝짓기 시스템이 동원 되는데 이러한 시스템은 거울신경세포시스템이 관여하며 운동기능의 손상을 받은 사람들의 기능적 변화에 영향을 줄 수 있다고 하였다.

실제로 이러한 근거를 토대로 한 효과가 입증된 연구들을 확인할 수가 있었다. 때문에 거울신경시스템에 근거한 동작관찰훈련은 재활치료를 받는 기간 동안 자신이 수행할 동작을 관찰하여 뇌의 인지적인 과정을 촉진시킴으로써 훈련의 효과를 향상시키는데 도움이 되며, 환자가 퇴원 후 가정으로 복귀시 지속적인 수행이 가능한 훈련 방법으로서 치료에 소요되는 경제적인 비용을 절약할 수 있기 때문에 치료의 비용과 효율성적인 측면에서도 훌륭한 접근 방법으로 제안되고 있다(Franceschini et al., 2010). Lee와 Kim(2011)도 개인에게 의미있는 동작을 파악하고 관련된 자극과 움직임들로 이루어진 동작관찰훈련을 구성하여 진행하는 연구가 진행된다면 뇌졸중 재활에 중요한 암시를 줄 수 있다고 하였다. 또한 Ewan, Kinmond와 Homles(2010)은 8명의 뇌졸중 환자를 대상으로 일대일 인터뷰를 통해 개인의 의미있는 목표를 설정하고 개별화된 동작관찰훈련을 진행하였는데, 개별화되어 있고 개인과 관련이 있는 동작관찰훈련은 뇌졸중 재활에서 타당한 중재가 될 수 있다고 제안하였다.

이처럼 현재 환자들에게 움직임의 하위 구성요소에 관한 외연적 지시를 주면서 움직임을 재교육시키는 현재의 재활 접근법에서 탈피하여 선행 연구자들이 진행 연구를 바탕으로 목표의 성취에 중점을 둔 동작관찰훈련을 통해 작업치료분야에서 환자들의 상지기능과 일상생활운동을 훈련시킬 때, 거울신경세포시스템에 근거한 동작관찰훈련을 제공한다면 반복적, 단일적 치료를 제공하였을 때 보다 환자의 기능 향상과 만족도 향상에 도움이 될 수 있는 하나의 치료방법이 될 수 있으리라 기대된다(Lee & Kim, 2011). 또한 과제-지향적 훈련이나 상상훈련과 함께 병행하여 사용한다면 재활치료분야에 있어서 뇌졸중 환자를 치료하고 기능적인 향상에 도움이 될 수 있는 치료적 접근방법 중 한가지로 활용 될 수 있을 것이라 생각된다.

References

- 보건복지부. (2007). 2006년 질병사망통계. 서울, 한국: 보건복지부.
- 통계청. (2007). 2006년 사망원인별 통계 보고서. 서울, 한국: 통계청.
- Bae, S. Y., & Kuk, E. J. (2012). The effect of action observation physical training on the upper extremity function and activity of daily living of chronic hemiplegia patients. *Korean Journal of Neural Rehabilitation*, 2(2), 1–9.
- Bandura, A. (1962). Social learning through imitation. In M. R. Jones (Ed.). *Nebraska symposium on motivation*. Lincoln, NE: University of Nebraska Press.
- Bang, D. H., Kang, T. W., & Oh, D. W. (2012). Comparison of effect of action observation training and task-oriented training on upper limb function and activities of daily living in people with chronic stroke. *Journal of Digital Policy & Management*, 10, 410–416.
- Blandin, Y., Lhuisset, L. N., & Proteau, L. (1999). Cognitive processes underlying observational learning of motor skills. *Quarterly Journal of Experimental Psychology Section A: Human Experimental Psychology*, 52, 957–979. doi:10.1080/713755856
- Buccino, G., Binkofski, F., Fink, G. R., Fadiga, L., Fogassi, L., Gallese, V., ... Freund, H. J. (2001). Action observation activates premotor and parietal areas in a somatotopic manner: An MRI study. *European Journal of Neuroscience*, 13, 400–404. doi:10.1111/j.1460-9568.2001.01385.x
- Buccino, G., Binkofski, F., & Riggio, L. (2004). The mirror neuron system and action recognition. *Brain and Language*, 89, 370–376. doi:10.1016/S0093-934X(03)00356-0
- Buccino, G., Solodkin, A., & Small, S. L. (2006). Functions of the mirror neuron system: Implications for neurorehabilitation. *Cognitive and Behavioral Neurology*, 19(1), 55–63.
- Calvo-Merino, B., Glaser, D., Grezes, J., Passingham, R. E., & Haggard, P. (2005). Action observation and acquired motor skills: An fMRI study with expert dancers. *Cerebral Cortex*, 15, 1243–1249. doi:10.1093/cercor/bhi007
- Cattaneo, L., & Rizzolatti, G. (2009). The mirror neuron system. *Archives of Neurology*, 66, 557–560. doi:10.1001/archneurol.2009.41
- Ertelt, D., Small, S., Solodkin, A., Dettmers, C., McNamara, A., Binkofski, F., ... Buccino, G. (2007). Action observation has a positive impact on rehabilitation of motor deficits after stroke. *NeuroImage*, 36(2), T164–T173. doi:10.1016/j.neuroimage.2007.03.043
- Ewan, L. M., Kinmond, K., & Holmes, P. S. (2010). An observation based intervention for stroke rehabilitation: Experience of eight individuals affected by stroke. *Disability and Rehabilitation*, 32, 2907–2106. doi:10.3109/09638288.2010.481345
- Fabbri-Destro, M., & Rizzolatti, G. (2008). Mirror neurons and mirror system in monkeys and humans. *Physiology*, 23, 171–179. doi:10.1152/physiol.00004.2008
- Fadiga, L., Fogassi, L., Pavesi, G., & Rizzolatti, G. (1995). Motor Facilitation during action observation: A magnetic stimulation study. *Journal of Neurophysiology*, 73, 2608–2611.
- Fogassi, L., Ferrari, P. F., Gesierich, B., Rozzi, S., Chersi, F., & Rizzolatti, G. (2005). Parietal lobe: From action organization to intention understanding. *Science*, 308, 662–667. doi:10.1605/01.301-0000094173.2005
- Franceschini, M., Agosti, M., Cantagallo, A., Sale, P., Mancuso, M., & Buccino, G. (2010). Mirror neuron: Action observation treatment as a tool in stroke rehabilitation. *European*

- Journal of Physical and Rehabilitation Medicine*, 46, 517–523.
- Gallese, V., Fadiga, L., Fogassi, L., & Rizzolatti, G. (1996). Action recognition in the premotor cortex. *Brain*, 119, 593–609. doi:10.1093/brain/119.2.593
- Garrison, K. A., Winstein, G. J., & Aziz-Zadeh, L. (2010). The mirror neuron system: A neural substrate for methods in stroke rehabilitation. *Neurorehabilitation and Neural Repair*, 24, 404–412. doi:10.1177/1545968309354536
- Grafton, S. T., Arbib, M. A., Fadiga, L., & Rizzolatti, G. (1996). Localization of grasp representations in human by positron emission tomography. Observation compared with imagination. *Experimental Brain Research*, 112(1), 103–111. doi:10.1007/BF00227183
- Grezes, J., & Decety, J. (2001). Functional anatomy of execution, mental simulation, observation, and verb generation of actions: A meta-analysis. *Human Brain Mapping*, 12(1), 1–19. doi:10.1002/1097-0193(200101)12:1<1::AID-HBM10>3.0.CO;2-V
- Hari, R., Forss, N., Avikainen, S., Kirveskari, E., Salenius, S., & Rizzolatti, G. (1998). Activation of human primary motor cortex during action observation: A neuromagnetic study. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 95, 15061–15065.
- Iacoboni, M., & Dapretto, M. (2006). The mirror neuron system and the consequences of its dysfunction. *Nature Reviews Neuroscience*, 7, 942–951. doi:10.1038/nrn2024
- Iacoboni, M., Koski, L. M., Brass, M., Bekkering, H., Woods, R. P., Dubeau, M. C., ... Rizzolatti, G. (2001). Reafferent copies of imitated actions in the right superior temporal cortex. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 98, 13995–13999. doi:10.1073/pnas.241474598
- Jackson, P. L., Lafleur, M. F., Malouin, F., Richards, C., & Doyon, J. (2001). Potential role of mental practice using motor imagery in neurologic rehabilitation. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 82, 1133–1141. doi:10.1053/apmr.2001.24286
- Jackson, P. L., Lafleur, M. E., Malouin, F., Richards, C. L., & Doyon, J. (2003). Functional cerebral reorganization following motor sequence learning through mental practice with motor imagery. *Neuroimage*, 20, 1171–1180. doi:10.1016/S1053-8119(03)00369-0
- Jeannerod, M. (2001). Neural simulation of action: A unifying mechanism for motor cognition. *Neuroimage*, 14(1 Pt 2), S103–S109. doi:10.1006/nimg.2001.0832
- Johansson, B. B. (2011). Current trends in stroke rehabilitation. A review with focus on brain plasticity. *Acta Neurologica Scandinavica*, 123, 147–159. doi:10.1111/j.1600-0404.2010.01417
- Jo, J. W., Bang, Y. S., Bang, J. H., Son, B. Y., & Lee, M. K. (2011). The effect of action observation training on upper extremity function in chronic stroke patients. *Journal of Korean Society of Occupational Therapy*, 19(4), 15–23.
- Kim, C. S., & Kwon, Y. H. (2005). Therapeutic virtual reality program in chronic stroke patients recovery of upper extremity and neuronal recognition. *Journal of Special Education & Rehabilitation*, 44(1), 87–106.
- Kim, H. C. (2004). The effects of visual imagery on precompetitive state anxiety and bowling performance. *Korea Sport Research*, 15, 745–756.
- Kim, H. H., Kim, K. M., & Chang, M. Y. (2012). Interventions to promote upper limb recovery in stroke patients: A systematic review. *Journal of Korean Society of Occupational*

- Therapy*, 20(1), 129–145.
- Kim, J. M., Stewart, R., Shin, I. S., & Yoon, J. S. (2004). Vascular disease/risk and late-life depression in a Korean community population. *British Journal of Psychiatry*, 185, 102–107. doi:10.1192/bjp.185.2.102
- Kim, J. M., Yang, B. I., & Lee, M. K. (2010). The effect of action observational physical training on manual dexterity in stroke patients. *Physical Therapy Korea*, 17(2), 17–24.
- Kim, J. S. (2004). Stroke in Korea. *International Congress Series*, 1262, 348–351. doi:10.1016/j.jcs.2003.12.081
- Kim, J. S., Lee, G. H., & Bae, S. S. (2003). Mechanism and application methodology of mental practice. *Journal of Korean Society of Physical Therapy*, 15(2), 231–328.
- Kim, Y. J., & Kim, J. H. (2005). Application ways of virtual reality technology in sport image training. *Korea Sport Research*, 16, 423–433.
- Kohler, E., Keyser, C., Umiltà, M. A., Fogassi, L., Gallese, V., & Rizzolatti, G. (2002). Hearing sounds, understanding actions: Action representation in mirror neurons. *Science*, 297, 846–848. doi:10.1126/science.1070311
- Kua, W. Y., & Kwak, Y. S. (2005). The effects of imagery training on hockey stroke performance in middle school players. *Korea Sport Research*, 16, 175–184.
- Kwon, Y. H., Chang, J. S., Hong, J. H., & Kim, J. S. (2007). Motor skill learning through mental imagery training with serial reaction time task. *Journal of Korean Society of Occupational Therapy*, 15(1), 57–65.
- Lee, M. K., & Kim, J. M. (2011). The mirror neuron system and action observation training: Implications for stroke rehabilitation. *Korean Journal of Neural Rehabilitation*, 1(1), 51–62.
- Lee, M. K., & Kim, J. M. (2011). The effect of action observational training on arm function in people with stroke. *Korean Research Society of Physical Therapy*, 18(2), 27–38.
- Lee, S. H., An, J. U., Jang, G. H., Abibullaev, B., An, J. H., Moon, J. I., ... Lee, H. J. (2013). *A comparison of brain activation for real motion and action observation using fNIRS*. HCI Korea 2013, Kangwon.
- Lee, S. Y., Lee, M. H., Bae, S. S., Lee, K. S., & Gong, W. T. (2010). The effects of action observation and motor imagery of Serial Reaction Time Task (SRTT) in mirror neuron activation. *Journal of the Korean Society of Physical Medicine*, 5, 395–404.
- Mulder, T., Hochstenbach, J. B., van Heuvelen, M. J., & den Otter, A. R. (2007). Motor imagery: The relation between age and imagery capacity. *Human Movement Science*, 26, 203–211. doi:10.1016/j.humov.2007.01.001
- Page, S. J. (2001). Mental practice: A promising restorative technique in stroke rehabilitation. *Topic in Stroke Rehabilitation*, 8(3), 54–63. doi:10.1310/7WDU-2P4U-V2EA-76F8
- Pan, S. H. (2010). Principles of empathy training derived from the ways to fire the mirror neuron. *Theology and Praxis*, 24(2), 87–107.
- Papadelis, C., Kourtidou-Papadeli, C., Bamidis, P., & Albani, M. (2007). Effects of imagery training on cognitive performance and use of physiological measures as an assessment tool of mental effort. *Brain Cognition*, 64(1), 74–85. doi:10.1016/j.bandc.2007.01.001
- Park, S. B., & Kim, M. H. (2005). Motor imagery and action observation as cognitive intervention strategies for the rehabilitation of stroke patients. *Journal of Adapted Physical Activity & Exercise*, 13(2), 109–120.
- Pernai, D., Fazio, F., Borghese, N. A., Tettamanti,

- M., Ferrari, S., & Gilardi, M. C. (2001). Different brain correlates for watching real and virtual hand action. *Neuroimage*, *14*, 749–758. doi:10.1006/nimg.2001.0872
- Petrides, M., & Pandya, D. N. (1997). Comparative architectonic analysis of the human and the macaque frontal cortex. In F. Boller, & J. Grafman (Eds.), *Handbook of neuropsychology*, (Vol. 9., pp. 17–58). New York, NY: Elsevier.
- Richardson, A. (1967). Mental practice: A review and discussion part 1. *Research Quarterly*, *38*(1), 95–107. doi:10.1080/10671188.1967.10614808
- Rizzolatti, G., & Aribib, M. A. (1998). Language within our grasp. *Trends in Neuroscience*, *21*, 188–194. doi:10.1016/S0166-2236(98)01260-0
- Rizzolatti, G., Camarda, R., Fogassi, L., Gentilucci, M., Luppino, G., & Matelli, M. (1988). Functional organization of inferior area 6 in the macaque monkey. *Experimental Brain Research*, *71*, 491–507. doi:10.1007/BF00248742
- Rizzolatti, G., & Craighero, L. (2004). The mirror-neuron system. *Annual Review Neuroscience*, *27*(1), 169–192. doi:10.1146/annurev.neuro.27.070203.144230
- Rizzolatti, G., Fadiga, L., Gallese, V., & Fogassi, L. (1996). Premotor cortex and the recognition of motor action. *Cognitive Brain Research*, *3*(2), 131–141. doi:10.1016/0926-6410(95)00038-0
- Rizzolatti, G., Fadiga, L., Matelli, M., Bettinardi, V., Paulesu, E., Perani, D., ... Fazio, F. (1996). Localization of grasp representations in humans by PET: 1. Observation versus execution. *Experimental Brain Research*, *111*, 246–252. doi:10.1007/BF00227301
- Rizzolatti, G., Luppino, G., & Matelli, M. (1998). The organization of the cortical motor system: New concepts. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, *106*, 283–296. doi:10.1016/S0013-4694(98)00022-4
- Schieber, M. H. (2013). Mirror neurons: Reflecting on the motor cortex and spinal cord. *Current Biology*, *23*(4), R151–R152. doi:10.1016/j.cub.2013.01.004
- Shepherd, R. B. (2001). Exercise and training to optimize functional motor performance in stroke: Driving neural reorganization? *Neural Plasticity*, *8*(1–2), 121–129. doi:10.1155/NP.2001.121
- Small, S. L., Buccino, G., & Solodkin, A. (2010). The mirror neuron system and treatment of stroke. *Developmental Psychobiology*, *54*, 293–310. doi:10.1002/dev.20504
- Squandurra, G., Ferrari, A., Cossu, G., Guzzetta, A., Bialli, L., Tosetti, M., ... Cioni, G. (2011). Upper Limb Children Action-observation Training (UP-CAT): A randomised controlled trial in hemiplegic. *Biomedical Neurology*, *11*(80), 1–11. doi:10.1186/1471-2377-11-80
- Squire, L. R., & Zola, S. M. (1996). Structure and function of declarative and nondeclarative memory system. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *93*, 13515–13522.
- Stefan, K., Cohen, L. G., Duque, J., Mazzocchio, R., Celnik, P., Sawaki, L., ... Classe, J. (2005). Formation of a motor memory by action observation. *Journal of Neuroscience*, *25*, 9939–9346. doi:10.1523/JNEUROSCI.2282-05.2005.
- Stevens, J. A., Fonlupt, P., Shiffrar, M., & Decety, J. (2000). New aspects of motion perception: Selective neural encoding of apparent human movements. *Neuroreport*, *11*(1), 109–115.
- Summer, J. J., Kagerer, F. A., Garry, M. I., Hiraga, C. Y., Loftus, A., & Cauraugh, J. H. (2007). Bilateral and unilateral movement training on upper limb function in chronic stroke patients: A TMS study. *Journal of the*

- Neurological Sciences*, 252(1), 76–82. doi:10.1016/j.jns.2006.10.011
- Tai, Y. F., Scherfler, C., Brooks, D. J., Sawamoto, N., & Castiello, U. (2004). The human premotor cortex is ‘mirror’ only for biological actions. *Current Biology*, 14(2), 117–120. doi:10.1016/j.cub.2004.01.005
- Tremblay, C., Rober, M., Pascual-Loone, A., Lepore, F., Nguyen, D. K., Carmant, L., ... Theoret, H. (2004). Action observation and execution: Intracranial recordings in a human subject. *Neurology*, 63, 937–938.
- Weiss, T., Hansen, E., Beyer, L., Conradi, M. L., Merten, F., Nichelmann, C., ... Zippel, C. (1994). Activation processes during mental practice in stroke patients. *International Journal of Psychophysiology*, 17(1), 91–100. doi:10.1016/0167-8760(94)90059-0
- Woo, H. S., Chang, K. Y., & Park, W. K. (2011). The effect of mirror therapy on the hand function recovery in chronic stroke patients. *Journal of Korean Society of Occupational Therapy*, 19(1), 93–103.
- Yang, S. H. (2007). An exploratory study on mirror neuron approach to tourist’ s behavior: Focusing on japanese fan’s limitation and empathy of drama, 「winter sonata」. *Corea Entertainment Research Institute Entertainment Review*, 8, 53–68.
- Yun, T. W., & Lee, M. K. (2011). The change of Mu rhythm during action observation in people with stroke. *Journal of the Korean Society of Physical Medicine*, 6(3), 361–368.

Abstract

Neuroscience-based Action-observation During Upper Extremity Rehabilitation for Stroke Patients

Yun, Yeong-Sik*, B.H.Sc., O.T., Chang, Ki-Yeon**, Ph.D., O.T.,
Won, Sung-Yoon**, Ph.D., O.T., Woo, Hee-Soon**, Ph.D., O.T.

*Dept. of Occupational Therapy, Konyang University Hospital

**Dept. of Occupational Therapy, Woosong University

This study conducted a literature review to examine the neurological mechanism of the mirror-neuron system and its usefulness as a therapeutic approach for the rehabilitation of neurological patients in clinics. The mirror-neuron system means the nerve cells that are in action when observing particular motions or the movement of other objects, and it is known to exist in the ventral premotor cortex, which includes the human frontal gyrus, inferior parietal lobule, inferior frontal gyrus, parietal lobe area, and superior temporal sulcus. For a neurological-based therapeutic treatment, action-observation training can be used. This is a training method of observing and duplicating motions; thus, it is a training method used to reach to a phase of exercise learning through understanding, selection and duplication of the forms and motions seen when observing other people's behaviors. There are some current studies being conducted on the therapeutic efficiency and clinical application of action-observation training. Many of these studies have reported the effects of functional improvements. Such an action-observation training method can be further revitalized when possible movements, rather than impossible movements, are observed through the movement of actual human hands in tasks related to observation, or in other words, goal-oriented tasks. In addition to the therapeutic aspect, action-observation training based on such a mirror-neuron system is convenient to conduct at home after the patient is discharged from a hospital, and can be an effective and economical method in terms of cost-saving. Therefore, this study aims to examine the effectiveness and therapeutic applicability of the mirror-neuron system in the area of neurological rehabilitation treatment by determining the neurological evidence regarding the mirror-neuron system, and by reviewing studies in which action-observation training based on the mirror-neuron system has been applied.

Key words : Action-observation training, Mirror-neuron system, Stroke