

뇌졸중 환자의 재활치료에 있어 상상연습의 적용 가능성

유은영, 정민예
연세대학교 보건과학대학 작업치료학과

Abstract

Mental Practice and Its Potential for Stroke Rehabilitation

Yoo, Eun-Young, Ph.D., K.O.T.R., Jung, Min-Ye, M.P.H., K.O.T.R.
Dept. of Occupational Therapy, Health Science College, Yonsei University

The purpose of this article was to explore the potential for the use of mental practice for the rehabilitation in persons with stroke. Clinical application of mental practice in physical medicine and rehabilitation have not flourished to the same extent as application of mental practice to sports psychology. Studies from the disciplines of kinesiology, neurophysiology and psychology support the use of mental practice in the post-stroke population. A model is included to demonstrate how mental practice can work through motivation, cognition and neural reorganization to facilitate motor relearning and functional independence. Recent evidence using modern brain-imaging techniques suggest that motor planning during both imagined and actual movements use very similar brain centers. Influencing factors such as imaging ability, task, and method of instructions are discussed. The advantage and disadvantage of using mental practice are included. The potentials of mental practice as a method of promoting and acquiring the exercise functions of stroke patients are being recognized, and is expected to have high effectiveness as a method of improving the functions of the patients in the field of occupational therapy.

Key Words : Stroke, Mental practice, Rehabilitation

I. 서 론

뇌졸중 환자의 재활치료에 있어 조기 치료개입은 기능향상 정도를 결정하는 주요 인자 중의 하나이다. 뇌졸중의 기능회복 속도는 연구자들에 따라 차이가 있지만 보통 발병 후 첫 1개월에 신경학적 회복이 가장 높게 진행되며, 기능적 회복은 6~12개월에 걸쳐 서서히 진행되나 대부분의 기능적 회복은 발병 후 3개월에 이루어지는 것으로 보고 있다(Wade 등, 1985). Olsen(1990)은 뇌졸중 3개월 이후에는 거의 기능적 회복이 일어나지 않으며, 일상생활 동작의 회복 역시 3개월 동안에 대부분 일어난다고 보고하였다. Smith 등(1981)의 연구에 의하면 주당 3회의 일반적인 재활치료를 받은 사람보다 주당 4씩 온종일 재활치료를 받은 사람이 일상생활 동작 수준의 향상이 높다고 보고하였다. 그러나 대부분의 뇌졸중 환자들은 이 시기에 재활치료 기관에서 많은 시간 집중적인 치료를 받지 못하고 있는 실정으로 이들 문제를 보완할 수 있는 치료방법이 요구되고 있다. 현재 재활치료 분야에서는 이런 집중적으로 치료를 받아야 할 시기에 보다 효율적으로 치료효과를 연장하는 방법의 하나로 상상연습(mental practice)의 적용 가능성 여부를 타진하고 있다. 이 글에서는 상상연습의 정의, 적용분야, 이론적 배경, 장/단점과 뇌졸중 환자의 재활치료에 있어 그 적용 가능성에 대해 살펴보고자 한다.

II. 본 론

1. 상상연습(mental practice)의 정의

물리치료와 작업치료 분야에서 주된 관심사 중의 하나는 동작(movement)의 습득과 향상이다. 상상연습이란 신체의 움직임을 사용하지 않고 마음속으로 목표하는 움직임(physical activity)을 수행한다고 생각하고, 이를 통하여 운동기술을 습득하고,

증진시키는 운동학습 방법이다(Richardson, 1967). 상상연습이라는 용어는 문헌에 따라 다소 다르게 표기하고 있는데 주로 시각적 심상(visual imagery), 내적반복(introspective rehearsal), 상징적 반복(symbolic rehearsal), 정신반복(mental rehearsal), 정신작용(mental work), 상상연습(imaginary practice), 이미지화(imaging), 시각화(visualization), 그리고 개념화(conceptualizing) 등이 주로 사용되고 있다(Fansler 등, 1985).

이들 용어에서와 같이 상상연습은 목적하는 운동기술을 시각적으로 생생하게 반복적으로 연상하는 방법을 사용하여 보다 효과적인 운동기술 습득이 가능하도록 하는 방법이다. 이 상상연습은 인간의 신체는 정신작용과 밀접하게 연관되어 있다는 가설에서 출발하고 있고, 주로 동작을 머리 속에서 시각적으로 형상화(mental imagery)시키는 방법을 사용한다.

2. 상상연습의 적용분야

상상연습은 스포츠 영역, 교육현장, 그리고 재활치료를 포함한 보건의료영역 등의 다양한 분야에서 널리 사용되고 있다. 스포츠 분야에서 정신훈련(mental training)은 동기유발, 긴장이완 및 목표성취에 대한 기대치를 높이는데 이용되고 있고, 실제로 운동수행 능력을 최대화하는데 기여하고 있다(Garfield와 Bennett, 1984). Vandell 등(1943)은 상상연습을 농구의 자유투와 다트(dart)던지기 등에 이용하였는데, 이 기술을 신체적으로 연습한 군과 비교하였을 때 유사한 수행능력의 향상을 보였다고 보고하였다. 위와 같이 스포츠영역에서 상상연습의 적용은 가능한 목표가 정확하게 있는 양궁, 골프, 농구 등에서 보다 효과적이다. 이외에도 정상인과 노인의 새로운 운동기술 습득과 유지를 위해서도 사용되고 있다(Linden 등, 1989; Maring,

1990).

보건분야에서는 암환자 치료, 바이오피드백 치료, 재활치료 분야 등에서 상상연습의 적용이 가능하다. Simonton 등(1978)은 159명의 암진단을 받은 환자를 대상으로 상상연습을 이용하였는데, 그 결과 대상자의 이완능력 향상과 생활태도에 긍정적인 변화를 보였으며, 이들 중 63명은 상상연습을 하지 않은 대조군에 비하여 2년 이상 생존율이 높았다고 보고하였다.

바이오피드백 치료는 인간의 정서상태가 신체기능 즉 뇌활동(brain activity), 심박동, 근긴장, 체온 등에 영향을 미친다는 점에 기초한 것이다. Taub와 Emurian(1976)의 연구에 의하면 상상연습을 이용하여 손가락의 체온을 9~15°C까지 상승 혹은 하강시키는 것이 가능하다고 하였다. 이 외에 상상연습은 편두통, 고혈압, 근긴장을 완화시키는 방법으로 추천되고 있다(Basmajian, 1983).

재활치료 분야에서는 균형훈련, 통증관리와 같은 분야에서 주로 그 효과가 연구되고 있다. Fansler 등(1985)에 의하면 노인 여성의 한발 균형훈련에서 상상연습을 실시한 군이 대조군보다 균형유지 시간이 높았고, Appel(1992)은 하지 절단여성의 보조기 착용과 보행훈련, 사지마비 환자의 휠체어 사용훈련에 상상연습이 각각 효과가 있었음을 보고하였다.

상상연습을 뇌졸중 환자의 운동수행 능력 증진을 위해 사용한 연구로 Korn(1983)은 앉기 균형훈련에 상상연습을 실시하여 기존의 재활치료보다 앉기 균형능력이 향상되었다는 연구결과를 발표하였다. 박은영과 정보인(1998)은 3명의 편마비 환자에게 상상연습을 통해 환측 위팔두갈래근(biceps brachii)은 근력증가 훈련을 실시하였는데, 대상자 모두에서 근력이 향상되었음을 보고하였고, Yoo 등(2001)의 연구에서도 상상연습이 뇌졸중 환자의 선그리기 작업수행에 있어 정확성을 향상시키는데 효과가 있다고 보고하였다. Van Leeuwen과

Inglis(1998)는 뇌졸중 환자에게 상상연습을 적용하기에 적절한 과제로 체중지지와 이동훈련, 걷기, 일상생활동작 등을 추천하였다. 이와 같이 일부 연구를 통하여 뇌졸중 환자에게도 운동기술 향상을 위하여 상상연습이 효과적으로 사용 가능함을 보여 주었다.

3. 이론적 배경

상상연습이 운동기술 학습과 수행능력 증진을 위해 정도의 차이는 있지만 다양한 분야에서 효과적으로 사용가능함이 증명되고 있다. 상상연습이 운동기술 습득에 미치는 효과를 설명하는 이론에는 Paivio의 모델, 심리 신경근육학적이론(psychoneuromuscular theory)과 상징적 학습이론(cognitive-symbolic learning theory)이 있다(Kerans와 Crossman, 1992; Paivio, 1985).

첫째, Paivio의 모델에 의하면 운동수행 장면을 시각적으로 상상(imagery)하는 것은 인지수준과 동기유발을 증대시킨다고 한다(Paivio, 1985). 그는 동기를 특정수준(specific level)과 일반적인 수준(general level)으로 분류하여 생각하였는데, 특정수준의 동기는 자신의 목표를 성취하는데 필요하고, 일반적인 수준에서의 동기는 목표를 성취하는데 있어 생리적인 각성과 정서 수준과 관계가 있다고 주장하였다. 또한 인지수준도 특정 수준과 일반적인 수준으로 나누어, 특정수준의 인지기능은 운동기술과 방법을 획득하는 것과 연관되어 있으며, 일반적인 수준의 인지기능은 목표를 달성하기 위한 전략을 세우는 역할을 관련되어있다는 이론을 세웠다(Paivio, 1985).

동기(motivation)는 작업치료 혹은 물리치료 과정에서 매우 중요한 요소이나 장기간 재활치료 과정에서 지속적으로 동기를 강화시키기는 쉽지 않다. 동기의 역할은 목적 지향적인 작업을 위해서

표 1. Pavio의 상상연습과 관련된 모델

Motivation		Cognition
Specific	Goal-oriented activity	Skill development
General	Affect and arousal	Strategy development

필요한데, 상상연습은 이 동기를 지속시키는 역할을 하는 것으로 알려 졌다. 또한 동기는 갈등을 해소하고, 감정(mood)을 향상시키는 역할을 하여 기 능회복을 최대화하는데 크게 기여하고 있다.

인지수준(cognition)은 운동기술 발달과 이를 위한 전략을 계획하는데 필요한 능력으로 상상을 통하여 운동기술 증진에 기여한다고 보고있다 (Paivio, 1985). 이 기능은 대상이 다양한 환경에 적응하는데 도움을 주는 것으로 재활현장에서 그 가치가 높게 인정되고 있다.

둘째, 심리신경근육학적 이론(psychoneuro-mucular theory)은 실시할 과제를 상상으로 미리 연습해 보는 것이 동작수행을 위해 필요한 신경 경로를 강화시켜 동작수행을 정확하게 유도한다는 가설이다(Kearns와 Crossaman, 1992). Suin(1980)은 스키 선수가 언덕을 활강하는 장면을 상상하도록 하고 다리 근육의 전기적 활동을 관찰하였는데, 실제 스키를 탈 때 사용하는 근육이 활성화되었다고 보고하였다. Harris와 Robinson (1986)은 카라테(일본의 무술)에 능숙한 학생이 상상연습을 하였을 때, 근전도상으로 어깨 세모근 (deltoid)의 활성화가 높다고 하였다. Weiss 등 (1991)은 상상연습과 신체연습을 실시하는 동안 뇌의 변화를 알아보기 위해 뇌파검사를 실시한 결과 두 가지 연습 형태가 유사한 뇌의 파형을 보였고, 특히 뇌의 보완운동영역(supplementary motor area)이 활성화되었다는 결과를 발표하였다. 이들 연구에서 볼 때 동작을 상상할 때 발생하는 신경근육학적 자극은 실제로 같은 동작을 실시 할 때 나타나는 것과 유사한 것으로 보고 있다. 그러므로 자신이 목적하는 동작을 상상으로 연습하는

것은 실제 동작에서 쓰이는 유사한 신경경로를 강화시켜, 보다 쉽고 효율적으로 운동기술을 습득할 수 있도록 한다.

셋째, 인지-상징적 학습이론(cognitive- symbolic learning theory)은 상상은 동작을 수행하기 전에 그 순서를 연습해 보는 기회를 제공함으로써 동작을 미리 계획하고 코드화하여 실제 동작과 유사하고 보다 자동화된(automatic) 움직임이 가능하도록 돕는다는 가설이다(Feltz와 Lander, 1983).

위의 세 가설이 현재 상상연습의 효과를 이론적으로 설명하는 근거로 이용되고 있다.

4. 상상연습 효과에 영향을 주는 요인

상상연습 효과에 영향을 주는 요인으로서는 과제 (task)선정, 지시방법(imagery instruction), 대상자의 상상능력, 연습시간 등을 들 수 있다.

첫째, 상상연습으로 적당한 과제는 특정 목표물이 정확하게 있고, 구체적으로 장면을 상상할 수 있는 것을 선택하여야 한다(Paivio, 1985). 예를 들어 스포츠 영역에서는 골프, 야구, 농구 등의 목표물이 있는 것이 상상연습이 효과적이며, 목표물이 움직이는 것과 정지되어 있는 것과의 상상연습 효과의 차이는 현재 연구가 더 필요한 실정이다. Feltz와 Lander(1983)는 인지적 요소가 많이 가미된 과제 즉 골프, 축구, 등의 전략이 필요한 활동들을 상상 연습의 과제로 추천하고 있다. Clark(1960)은 과제의 친숙 정도도 상상연습의 성공여부를 결정하는 인자로 보고 있다. 또한 상상연습을 적용할 때 유의할 점은 상황이 구체적이지 않다면, 구체적인 장면

으로 재구성하는 것이 상상연습의 효과를 높이기 위하여 선행되어야 한다.

둘째, 상상연습 효과에 영향을 주는 요인으로 지시방법이 있는데, 여기에는 지시적(directed)방법과 비지시적(nondirected) 방법으로 나눌 수 있다(Feltz와 Lander, 1983). 지시적 방법은 대상자가 상상으로 연습해야 할 부분을 오디오 테이프에 녹음하여 일률적으로 적용하는 방법이다. 그러나 비지시적 방법은 구체적인 상상장면을 대상자가 적극적으로 참여하여 본인의 상황에 맞게 어느 정도 자유로운 상상을 허용하는 방법이다. 몇몇 연구자에 의하면 지시적 방법보다는 비지시적 방법을 사용하였을 때 상상연습의 효과가 높다고 보고하고 있다(Jones, 1965). 이는 비지시적 방법이 일률적으로 상상연습을 적용하는 것보다는 개인에게 맞는 상상연습의 형태가 그 효과를 높이는 방법으로 적절하다는 의미이다. 대부분의 상상연습에 사용되는 방법은 장면을 시각적으로 형상화(visual imagery)하는 방법을 사용하고 있는데, 운동기술을 습득하기 위해서는 동작의 움직임을 느끼도록 하는 운동감각(kinesthetic) 상상에 초점을 맞추는 것이 적당하다. 그러나 목표하는 동작을 상상할 때는 시각적 형상과 운동감각을 완전하게 분리하기가 어려우므로, 이 두 방법을 적절하게 혼합하여 사용하는 것이 효율적이다(Hall 등, 1992).

셋째, 상상연습의 효과를 좌우하는 또 다른 요소는 대상자의 상상 능력이다. Fishburne과 Hall(1987)은 대상자의 상상능력을 평가하기 위하여 Movement Imagery Questionnaire를 개발하여 사용하였는데, 이 검사에서 검사점수가 높은 사람이 운동기술 습득에 좋은 결과를 얻었다고 보고되었다. Isaac(1994)는 Vividness of Movement Imagery Questionnaire를 이용하여 상상능력을 분류하여 같은 연구결과를 얻었고, 유은영 등(2000)의 뇌졸중 환자를 대상으로 상상연습을 적용한 연구에서 상상능력이 우수한 사람이

대칭적 자세를 보다 잘 유지하였다. 위의 연구들에 근거하면 상상능력이 좋은 사람이 운동기술 습득에도 유리함을 알 수 있다.

그 외에 상상연습의 효과를 증대하기 위하여 고려해야 할 요소로 연습횟수 및 시간이 있다. 상상연습은 적어도 5회 이상 날짜를 달리하여 연속적으로 실시하는 것이 효과적이며, 시간은 약 5분 정도 소요되는 것이 가장 효과적이다(Twining, 1949). 또한 장면을 상상하기 전에 신체 이완(relaxation)에 대한 내용을 첨가하는 것이 보다 운동기술 향상에 도움이 되는데, 이유는 이완은 스트레스를 감소시켜 불안감을 감소시키고, 과제에 대한 집중력을 높이기 때문이다(Fansler 등, 1985).

5. 상상연습의 신경생리학적 기전과 뇌졸중과의 연관성

뇌졸중 발병 후 기능회복은 중추신경계의 신경가역성(neuroplasticity)에 의한 것으로 그 기전은 신경가지의 증가(collateral spouting), 신경원들의 연결경로의 변화, 잘 사용하지 않던 신경경로의 기능증대, 착란상태 회복(diachesis), 신경재생 등을 들 수 있다(Bach-y-Rita, 1987). 이들 신경계의 역동적인 재조직화 능력은 운동경험과 재훈련에 의해 크게 좌우된다(Goldberg, 1991). 그러므로 뇌졸중 환자의 재활성공 여부는 이들 신경가역 과정을 적절한 치료방법을 통하여 얼마나 최대화하느냐에 달려있다.

뇌졸중을 대상으로 상상연습을 이용한 연구에서 상상훈련이 신경 재조직화에 영향을 주며(Jeanerod, 1994; Stephan 등, 1995; Weiss 등, 1994), 목적하는 동작을 상상할 때와 실제로 동작을 수행할 때 같은 부분의 뇌가 작용하는 것으로 밝혀졌다(Kohl과 Roecker, 1989). 최근 양전자단층촬영(position emission tomography: PET)과 기능적 자기공명촬영법(fMRI) 등의 첨단

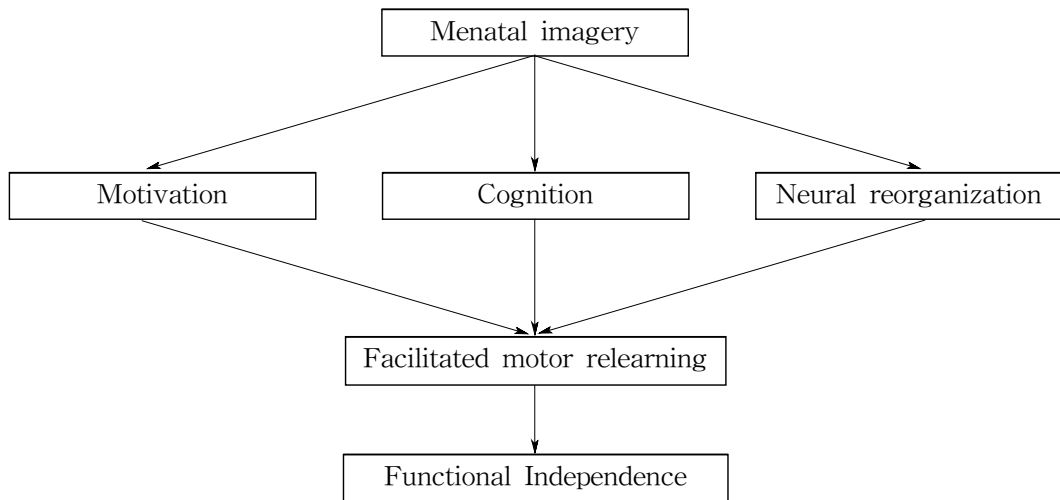


그림 1. 상상연습과 운동기술 습득과의 연관성

기자재를 이용한 뇌기능 연구에 의하면 상상연습을 할 때 역동적인 뇌의 작용이 향상된다는 것을 발견하였다. 복잡한 동작을 상상할 때는 전두엽(prefrontal cortex), 일차운동영역(primary motor cortex), 보완운동영역(supplementary motor area)과 소뇌(cerebellum)가 활성화되는 것이 관찰되었다(Jeanerod, 1994). Beisteiner 등(1995)은 뇌파검사를 이용한 연구에서 움직이는 장면을 상상으로 훈련하였을 때, 일차운동영역이 활성화되었고, Porro 등(1996)의 fMRI를 이용한 연구에서는 상상연습을 할 때 일차운동과 감각영역이 모두 활성화되었다는 보고를 하였다. Weiss 등(1994)의 뇌파를 이용한 연구에서도 건강한 성인과 뇌졸중 환자에게 상상연습을 시켰을 때 두 대상자에서 유사한 뇌의 파형을 보였다는 결과를 발표하여, 뇌졸중 후에도 상상연습이 뇌 기능의 활성화에 영향을 줄 수 있음을 보여 주었다.

결과적으로 이들 연구에 의하면 상상연습이 운동기술 습득에 어떻게 영향을 줄 수 있는지 신경생리학적으로 어느 정도 설명이 가능하다. 이 연구를 통하여 볼 때 뇌졸중 환자에게도 상상연습은 실제 운동수행능력 향상에 영향을 줄 수 있는 하나의 재활치료 방법으로 그 잠재력을 가지고 있다고 볼 수

있다.

6. 상상연습의 장/단점

상상연습의 장점은 다양한 분야에서 운동기능 향상과 유지를 위해 효과적으로 사용 가능하다. 뿐만 아니라 값비싼 치료기구도 필요하지 않고, 한번 상상연습 과정을 학습하면 때와 장소에 구애받지 않고 연습이 가능하다(Van Leeuwen과 Inglis, 1998). 무엇보다 상상연습의 장점은 과제에 대한 이해도를 높이고, 원하는 목표를 최대한 달성하도록 집중력과 동기를 향상시키는데 있다(Warner와 McNeill, 1988).

그러나 상상연습의 단점으로는 상상능력에 제한이 있거나 이 방법에 대한 신뢰도가 없는 대상에게는 적용이 어렵다는 것이다. 또한 상상연습은 치료사가 대상자가 정확하게 상상연습을 하고 있는지 관찰할 수 없기 때문에 대상자의 실수를 교정하기 어렵다는 것이다. 이런 단점을 보완하고 대상자의 올바른 상상훈련을 위한 점검방법이 필요한 실정이다(Warner와 McNeill, 1988).

III. 결 론

상상연습은 앞에서 살펴본 바와 같이 신경생리학적으로 그 효과를 증명하려는 연구가 진행되고 있고, 일부는 간접적으로 그 기전이 확인되었다. 현재 상상연습이 다양한 영역에서 효과적으로 사용되고 있고, 이제는 재활치료 분야에서 활용 가능성이 타진되고 있다. 그 중 작업치료 영역은 일상생활 동작 훈련 등 환자의 기능 증진을 위해 사용가능성이 매우 높다고 하겠다. 앞서 연구자들이 추천한 바와 같이 기존의 뇌졸중 환자를 위한 작업치료 방법에 상상연습을 적절히 활용한다면 환자의 기능회복을 조기에 도모하는데 효과가 있을 것으로 기대된다.

참 고 문 헌

박은영, 정보인. 상상연습이 편마비 환자의 근력증가에 미치는 영향. 한국전문물리치료학회지. 1998;5:81-89.

유은영, 정보인, 조경자, 등. 시각피드백을 이용한 편마비 환자의 대칭적 체중지지 훈련에 있어서 상상연습 병행의 효과. 연세대학교 대학원. 박사학위 논문. 2000.

Appel PR. Performance enhancement in physical medicine and rehabilitation. Am J Clin Hypn. 1992;35:11-19.

Bach-y-Rita P. Process of recovery from stroke. In: ME Brandstater, JV Basmajian (eds) Stroke Rehabilitation. Baltimore, Williams & Wilkins. 1987; 80-108.

Basmajian JV. Biofeedback: principles and practice for clinicians. 2nd ed. Baltimore, Williams & Wilkins. 1983.

Beisteiner R, Hollinger P, Lindinger G, et al. Mental representations of move-

ments: brain potentials associated with imagination of hand movements. Electroencephalogr Clin Neurophysiol. 1995;96:183-193.

Clark LV. Effect of mental practice on the development of a certain motor skill. Res Q. 1960;31:560-569.

Fansler CL, Poff CL, Shepard KF. Effect of mental practice on balance in elderly women. Phys Ther. 1985;65: 1332-1338.

Feltz DL, Lander DM. The effect of mental practice on motor skill learning and performance: a meta-analysis. J Sports Psychol. 1983;5: 25-27.

Fishburne GJ, Hall CR. Visual and kinesthetic imagery ability in children: implication for teaching motor skills. In: GT Barrette, RS Feingold, CR Ress et al(eds). Myths Models and Methods in Sport Pedagogy. Champaign, Human Kinetics. 1987.

Garfield CA, Bennett HZ. Peak Performance: mental training techniques of the world's greatest athletes. Los Angeles, CA, Jeremy P Tarcher. Inc. 1984.

Goldberg G. Neurophysiologic models of recovery in stroke. Phys Med Rehab Clin North Am. 1991;2:599-614.

Hall C, Buckholz E, Fishburne GH. Imagery and the acquisition of motor skills. Can J Sport Science. 1992;17: 19-27.

Harris DV, Robinson WJ. Effects of skill

- level on EMG activity during internal and external imagery. *J Sport Psychol.* 1986;8:479-483.
- Isaac A, Marks DF. Individual differences in mental imagery experience: developmental change and specialization. *Br J Psychol.* 1994;85: 479-500.
- Jeannerod M. The representing brain: neural correlates of motor intention and imagery. *Behav Brain Sci.* 1994; 17:187-245.
- Jones JG. Motor learning without demonstration of physical practice under two conditions of mental practice. *Res Q.* 1965;36:270-276.
- Kearns DW, Crossman J. Effects of a cognitive intervention package on the free-throw performance of varsity basketball players during practice and competition. *Percept Mot Skills.* 1992;75:1243-1253.
- Kohl RM, Roenker DL. Behavioral evidence for shared mechanisms between actual and imaged motor responses. *J Hum Mov Stud.* 1989; 172:173-186.
- Korn ER. The use of altered states of consciousness and imagery in physical and pain rehabilitation. *J Ment Imagery.* 1983;7:25-34.
- Linden CA, Uhley JE, Smith D. et al. The effects of mental practice on walking balance in an elderly population. *Occup Ther J Res.* 1989;9: 155-169.
- Maring JR. Effect of mental practice on rate of skill acquisition. *Phys Ther.* 1990;70:165-172.
- Oslen TS. Arm and leg paresis as outcome predictors in stroke rehabilitation. *Stroke.* 1990;21:247-251.
- Paivio A. Cognitive and motivational functions of imagery in human performance. *Can J Appl Spprt Sci.* 1985;10:22S-28S.
- Porro CA, Francescato MP, Cettolo V, et al. Primary motor and sensory cortex activation during motor performance and motor imagery: a functional magnetic resonance imaging study. *J Neurosci.* 1996;16:7688-7698.
- Richardson A. Mental practice: a review and discussion part 1. *Res Q.* 1967; 38:95-107.
- Simonton OC, Matthews-Simonton S, Creighton J. et al. *A Step-by-Step Self-Help Guide to Overcoming Cancer for Patients and Their Families.* Los Angeles, CA, Jeremy P Tarcher Inc. 1978.
- Smith DS, Goldenberg E, Ashburn A. et al. Remedial therapy after stroke: a randomised controlled trial. *Br Med J.* 1981;282:517-520
- Stephan KM, Fink GR, Passingham RE, et al. Functional anatomy of the mental representation of upper extremity movements in healthy subjects. *J Neurophysiol.* 1995 ;73:373-386.
- Suin RM. *Psychology in sports.* Minneapolis, Burgess. 1980.
- Taub E, Emurian CS. Feedback-aid

- self-regulation of skin temperature with a single feedback locus. *Bio-feedback Self Regul.* 1976;1: 147-168.
- Twing WE. Mental practice and physical practice in learning a motor skill. *Res Q.* 1949;20:432-435.
- Vandell RA, Davis RA, Clugston HA. The function of mental practice in the acquisition of motor skills. *J Gen Psychol.* 1943;29:243-250.
- Van Leeuwen R, Inglis JT. Mental practice and imagery: a potential role in stroke rehabilitation. *Phys Ther Rev.* 1998;3:47-52.
- Wade DT, Victorine AW, Hower RL. Recovery after stroke: the first 3 months. *J Neurol Neurosurg Psychiatry.* 1985;48:7-13.
- Warner L, McNeill ME. Mental imagery and its potential for physical therapy. *Phys Ther.* 1988;68:516-521.
- Weiss T, Beyer L, Hansen E. EEG during mental practice and real performances of motor skills. *Int J Psychophysiol.* 1991;11:87.
- Weiss T, Hausen E, Beyer L, et al. Activation process during mental practice in stroke patients. *Int J Psychophysiol.* 1994;17:91-100.
- Yoo E, Park E, Chung B. Mental practice effect on line-tracing accuracy in persons with hemiparetic stroke: a preliminary study. *Arch Phys Med Rehabil.* 2001;82:1213-1218.