

운동심상이 만성 경수 손상 환자의 근활성도와 일상생활에 미치는 영향

박영찬¹, 김정연², 박희수³

¹대한척수재활협회, ²리하트 병원, ³경동대학교 의료보건학부 작업치료학과

Effect of a Motor Imagery Program on Upper Extremity Strength and Activities of Daily Living of Chronic Cervical Spinal Cord Injury Patients

Young-Chan Park¹, Jung-Yeon Kim², Hee-Su Park³

¹Korea Spinal Rehabilitation Association, ²Rehart Hospital, ³Department of Occupational Therapy, School of Medical & Public Health, Kyungdong University

Purpose: The purpose of this study is to determine the effect of motor imagery training on residual upper extremity strength and activities of daily living of chronic cervical spinal cord injury patients.

Methods: Twelve ASIA A-B patients, who had more than a 12-month duration of illness and C5 or 6 motor nerve injury level, were randomly divided into experimental group (n=6) and control group (n=6). Patients in the experimental group performed motor imagery training for five minutes prior to general muscle strengthening training, while those in the control group performed general muscle strengthening training only. The training was performed five times per week, 30 minutes per day, for a period of four weeks. General muscle strengthening training consisted of a progressive resistive exercise for residual upper extremity. Motor imagery training consisted of imagining this task performance. Before and after the training, EMG activity using BTS Pocket Electromyography and Spinal Cord Independent Measure III(SCIM III) were compared and analyzed.

Results: The residual upper extremity muscle strengths showed improvement in both groups after training. Comparison of muscle strength improvement between the two groups showed a statistically significant improvement in the experimental group compared to the control group (p<0.05). SCIM III measurements showed significant improvement in the scores for Self-care and Transfer items in the experimental group.

Conclusion: Motor imagery training was more effective than general muscle strengthening training in improving the residual upper extremity muscle strength and activities of daily living of patients with chronic cervical spinal cord injury.

Key Words: WBV exercise, Balance, Muscle activity, Stroke

1. 서론

경수 손상은 경추부의 외상으로 경수가 절단되거나 파괴되어

손상부위 이하의 신체 부위와 사지의 수의적 운동과 신경반사 및 감각기능이 마비된 경우로, 손상의 위치와 정도에 따라 다양한 신체기능의 상실 또는 저하를 초래한다.² 일반적으로 경수 5번 손상 환자는 삼각근(Deltoid)과 상완이두근(Biceps brachii)의 근력은 남아있게 되지만 그 외 어깨 근육의 근력은 좋지 않다. 근력과 감각손실로 인한 경수 5번 환자의 독립성 수준으로는 도움 없이 호흡하기, 손을 입으로 가져가기가 가능하다. 수동휠체어 밀기나 스스로 식사하기, 돌아눕기, 옆으로 옮겨 앉기, 누운 자세에서 앉기는 제한적으로 가능

Received Sep 16, 2013 Revised Oct 8, 2013

Accepted Oct 9, 2013

Corresponding author Young-Chan Park, chanmi2001@hanmail.net

Copyright © 2013 The Korea Society of Physical Therapy

This is an Open Access article distribute under the terms of the Creative Commons Attribution Non-commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

하며 손기능 및 운전하기, 바닥에서 휠체어로 옮겨 앉기 등은 불가능하다. 경수 6번 환자는 대흉근(Pectoralis major), 전거근(Serratus anterior), 광배근(Latissimus dorsi), 장요측 수근신근(Extensor Carpi Radialis Longus)이 보존되어 있으며, 도움 없이 호흡이 가능하고 손을 입으로 가져가기, 스스로 식사하기, 운전하기, 돌아눕기, 옆으로 옮겨 앉기, 누운 자세에서 앉기가 가능하다. 수동 휠체어 밀기, 손기능, 바닥에서 휠체어로 옮겨 앉기 등은 제한적으로 가능하며, 보조기 착용하고 평행봉 안에 서기, 보조기와 보조도구를 사용해서 보행하기는 불가능하다.³ 이처럼 경수손상으로 인한 신체적 기능의 상실은 일상생활활동의 제한으로 이어지며 주변 사람들에게 의존하게 되고, 사회적 접촉의 감소로 점차 고립된다. 또한 자신이 해왔던 사회적 역할을 상실함으로써 환자들은 우울, 불안 및 무력감 등의 심리적 문제를 경험하며, 이러한 심리적 변화는 재활동기를 저해 시키게 된다.⁴ 재활동기의 저해, 우울 및 무력감 등은 경수손상 환자의 비활동을 초래하게 되며, 척수손상 환자의 오랜 비활동은 근기능의 약화와 일상생활활동의 저하로 인해 삶의 질을 떨어뜨리게 된다. 특히 경수 손상에 의한 상지의 마비는 옷 입기, 세수하기 등의 일상생활을 더욱 어렵게 한다. 따라서 삶의 질과 일상생활활동 수행능력 향상을 위해서는 척수손상 환자의 경우 마비근과 남아 있는 잔여 근육의 근활성도를 강화하는 것이 무엇보다 중요하다 할 수 있다.⁵ 경수손상환자는 잔존근력에 따라 일상생활 수행능력의 차이를 보이게 되는데, 이에 관련된 연구로 Marino⁶는 사지 마비 환자에 있어서 기능적 회복이 상지근력의 회복과 관련이 있고 평가도구와 상지근력과의 상관성을 강조하였다. 척수손상환자에 있어 기능적 운동접근은 신체적 능력을 향상 시켜 이로 인한 일상생활에서 심리적인 스트레스가 감소하고 더 나은 기능적인 독립과 건강상태를 이룰 수 있으며, 더불어 독립적인 이동능력은 통합적 재활의 중요한 목표인 지역사회 참여에도 영향을 준다고 보고되었다.⁷ 이처럼 경수손상환자의 재활을 위해서는 잔존 근력강화가 중요한 부분을 차지하고 있다.

근래 재활분야에서는 지속적으로 근력강화와 운동학습에 효과적인 중재방법을 찾기 위한 연구들이 많이 이루어지고 있다. 그 중 정신연습(mental practice) 또는 운동 심상(motor imagery) 훈련은 정상적으로 수행할 수 없는 상황에서 운동기술을 향상시키기 위한 하나의 대안이 될 수 있다.⁸ 운동심상은 과제의 수행 장면을 정신적으로 표상화(representation)함으로써 간접적인 운동감각 경험을 유도

하는 내적자극(internal stimulus)을 의미한다.⁹ 즉, 정신 기술을 바탕으로 감각적 자극을 이용하여 마음속으로 어떠한 경험을 만들어 내는 것이라 할 수 있다. 운동 수행을 담당하는 신경계는 운동 조절뿐만 아니라 심상훈련을 통한 심리적 조절 역시 중요한 요소로 작용하며, 촉각, 시각, 청각 등의 다양한 자극을 제공함으로써 더욱 효과적인 경험을 만들어 낼 수 있다.¹⁰ 이는 운동수행 전 준비 단계에서 발생할 수 있는 오류와 비효율을 감소시켜 주는 역할을 하며, 환자의 자발적인 참여를 유도할 수 있다. 무엇보다 장기간 재활 훈련을 받아야 하는 환자들에게 더욱 효과적으로 사용될 수 있는 가능성을 제시하였다.¹¹

운동심상은 다양한 분야에서 사용되고 있고 이를 뒷받침할 신경생리학적 근거들도 꾸준히 연구되고 있다. Ehrsson 등¹²은 척수손상환자를 대상으로 손가락과 발가락, 혀의 움직임에 대한 상상을 하였을 때 뇌활성도를 측정하였고 체성순서 배열에 따라 일차운동 영역 중 동작에 해당하는 영역에서 뇌가 활성화됨을 관찰하였다. Filimon 등¹³은 운동심상훈련을 하는 동안 기능적 자기공명영상을 이용하여 대뇌피질의 활성도를 측정한 결과 손을 특정 위치로 이동하는 장면을 상상하거나 실제로 해당동작을 수행하는 조건에서 동일하게 배쪽전운동피질(dorsal premotor cortex), 상측두정엽(superior parietal lobe), 두정내고랑(intraparietal sulcus)이 활성화 되는 것으로 나타났으며, 대뇌 피질의 활성화와 더불어 과제 수행에 참여하는 근육의 활성 수준도 증가된 것으로 보고하였다. 뇌졸중 환자를 대상으로 한 연구에서는 건강한 사람과 만성 뇌졸중 환자를 대상으로 운동심상 훈련을 하였을 때 두 집단 모두에서 뇌의 신경 회로망이 활성화 되었다고 보고하였다.¹⁴ Park과 Jung¹⁵은 3명의 편마비 환자에게 상상연습을 통해 환측 상완이두근의 근력 강화 훈련을 실시하였는데, 대상자 모두에서 근력이 향상되었음을 보고하였다. 또한 신체적인 움직임으로 나타나는 뇌 회로의 활성화가 뇌졸중 환자와 같이 신체적인 움직임에 제한이 있는 경우 그 움직임을 상상함으로써 뇌 회로가 활성화 된다고 보고하였다.¹⁶ Sharma 등¹⁷의 연구에서는 운동심상을 하는 동안 해당근육에서 실제 운동 시와 유사한 패턴의 미세한 근활성도 활동이 발생되었다는 보고가 있다. 뇌졸중 환자나 일반인 외에도 완전 척수손상 환자를 대상으로 한 연구가 진행 되었는데, Steven 등¹⁸의 연구에 의하면 10명의 완전 척수손상환자와 건강한 10명의 대상군을 7일 전후로 혀와 발의 운동 심상 훈련을 받은 결과 척수손상환자에게서 발 움직임을 시도하는 동안 신체적으로

Table 1. General characteristics of the subjects

Variable	MI Group	Control Group
Age(year)	35.7 ± 10.8	41.3 ± 9.6
Gender(Male/Female)	6/0	6/0
Duration(month)	28.0 ± 11.9	34.5 ± 9.3
Type(C5/C6)	1/5	3/3
ASIA(A/B)	6/0	3/3

Values are presented as number or mean ± standard deviation.

MI : motor imagery program

ASIA : American spinal injury association

움직임을 할 수 없음에도 불구하고 왼쪽 조가비핵에서 fMRI 활동이 증가되었다는 보고가 있다. 이러한 현상은 손상된 대뇌피질 척수로와 말초신경의 피드백을 재 표상하는데 효과적이며 뇌기능이 변화에 적응하거나 잘 반응할 수 있게 하는 역할을 한다고 하였다. Grangeon 등¹⁹의 연구에서는 경수 6번 손상 환자에게 운동심상 프로그램을 적용한 결과 손기능 평가에서 과제 수행 점수가 향상되고 수행시간이 단축되었다고 보고되고 있다. 그 외에도 운동심상은 치료도구 없이 혼자서 수행할 수 있으며, 심상훈련방법이 학습되면 시간과 장소에 구애받지 않고 훈련할 수 있고 일상생활에서 여러 방면에 적용할 수 있어 장기입원 환자의 치료적 접근 방법으로 효용도가 높은 것으로 보고되고 있다.²⁰

위와 같이 운동심상 훈련이 재활 및 스포츠, 심리분야 등 여러 영역에서 기능 향상에 효과적이란 연구들이 활발히 입증되었으며, 현재도 다양한 분야에서 많은 연구들이 보고되고 있다.^{21,22} 그러나 운동심상 훈련이 척수손상환자에게 미치는 영향에 대한 연구는 다른 영역에 비해 미비한 상황이다. 특히 척수손상환자의 운동심상훈련의 효과성에 대한 임상 연구가 부족한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 척수손상환자의 재활에 있어 운동심상이 상지근력과 일상생활 활동 능력에 긍정적인 영향을 미칠 수 있는지 알아봄으로써, 척수손상환자의 보다 빠른 기능 회복과 재활에 도움이 되고자 한다.

II. 연구방법

1. 연구 대상

본 연구의 대상은 일산 D병원에 내원한 경수손상환자로 운동레벨이 5, 6번이며 ASIA A, B에 해당하며, 발병기간이 12개월 경과자로 연구 참여에 동의하고 연구조건을 충족

시킬 수 있는 환자를 대상으로 하였다. 연구 대상자 선정기준은 다음과 같다. 1) 신경 전문의의 진단을 받은 경수손상환자 2) 시각, 청각 및 관절 가동범위에 제한이 없는 자 3) 운동 장면 상상검사(VMIQ) 2.26 이하인 자 4) 간이 정신상태 검사(MMSE-K)상 26점 이상으로 인지기능에 손상이 없는 자 5) 손상 이후 12개월 이상 경과되어 신경학적 기능이 일정 정도 회복되어 거의 일정한 평탄역(plateau)에 이르는 자로 위의 선정 기준을 근거로 선정된 연구 대상자 12명을 대상으로 실험하였다. 모든 연구 대상자들은 서면 동의를 받았다(Table 1).

2. 연구 방법

운동 심상 프로그램은 4주간 실시하였고 중재 전과 후에 잔존근육 좌우 4개로 총 8곳의 근활성도와 척수손상독립성지수를 측정하였다. 운동프로그램은 실험군과 대상군 모두 하루에 30분씩 1주에 5회를 단계별로 제공하였다. 실험군에서는 치료 자세와 사용 근육에 대한 운동심상 훈련을 5분간 하였으며 운동심상 훈련 후 각 자세별 근력 향상 운동을 25분간 시행하였다.

1) 운동심상 훈련(Motor Imagery Training)

운동심상은 과제의 수행 장면을 정신적으로 표상화(Representation)함으로써 간접적인 운동감각 경험을 유도하는 내적자극(Internal stimulus)을 의미한다. 즉, 신체의 움직임을 사용하지 않고 마음속으로 움직임을 상상하는 것이다.²³ 운동심상 훈련 시 관점은 1인칭 시점과 3인칭 시점으로 나눌 수 있다. 본 연구에서는 1인칭 시점을 사용하였는데 이는 1인칭 시점에서 심상훈련을 하는 것이 실제로 운동을 할 때의 느낌을 얻을 수 있기 때문이다. 운동프로그램 시 사용될 자세를 보여주고 작용 방향 및 관절 각도를 설명하여

5분간 심상훈련을 하게 한다. 과제의 선정은 구체적으로 상상할 수 있는 특정과제나 대상자가 쉽게 이해할 수 있는 친숙한 과제가 적당한 것으로 알려져 있다.²⁴ 중재에 적용한 자세별 운동 프로그램은 재활치료 시 취해본 경험이 있으며 잔존근력을 활용할 수 있는 자세로 선정하였다.

2) 근력강화운동(Strengthening Exercise)

본 연구에서는 지구력 증진을 위해 자세별 한 동작에 20회씩 3세트로 반복 저항 근력강화훈련을 하였으며, 근력회복을 위한 휴식시간은 1분으로 제한하였다. 저항 근력강화 운동을 수행할 때 가장 중요한 것은 운동의 목적에 맞는 적절한 부하를 결정하는 것이며, 가장 널리 이용되고 있는 방법은 최대반복횟수(Repetition Maximum, RM)이다.²⁵ 모래주머니의 중량은 지구력 강화를 위해 1 RM에 30%~60%로 각 개인에게 맞는 반복횟수 20 RM이 수행 가능한 기준으로 중량을 선정하였다.²⁶ 실험군과 대상군에서 각 자세 별로 한 자세당 20회 3세트씩, 개인에게 최대 반복횟수가 20 RM 해당하는 중량의 모래주머니를 이용하여 근력 운동을 시행하였다.

(1) Both arm chain weight lifting / holding

바로 누운 자세에서 견관절을 외회전 시키고 주관절을 신전 시킨 후 양측 견관절 굴곡 0~90도로 20회 3세트씩 근력 운동을 시행하였다.

(2) Forearm supported side-lying

주관절을 지지하고 옆으로 누운 자세에서 전완에 30 IB 모래주머니를 지지한 후 주관절을 신전 시킨 후 견관절의 굴곡 45~90도에서 신전 90~45도로 20회 3세트씩 근력 운동을 시행하였다.

(3) Supine on elbow

바로 누운 자세에서 양측 전완을 모래주머니 30 IB로 고정 시킨 후 견관절 0도 주관절 0도에서 양측 견관절의 신전 50도 주관절 90도로 20회 3세트씩 근력 운동을 시행하였다.

(4) Prone on elbow

엎드린 후 견관절의 90도 주관절을 90도 구부린 자세에서 견관절 내전 0~80도에서 외전 80~0도 각각 20회 3세트씩 근력 운동을 시행하였다.

3) 측정도구

(1) 표면 근전도(Surface Electromyography, EMG)

표면 근전도 기기로 BTS Pocket EMG (BTS Spa, Italy)를 사용하여 대흉근(쇄골부근), 중삼각근, 상등모근, 상완이두근의 근활성도를 측정하였다. 근력검사 등급에 따른 1회 근활성도 신호 측정시간은 3초로 하였으며 3회 반복 측정하여 평균화 하였다. 표면 근활성도 신호에 노이즈를 줄이기 위해 체모와 각질을 제거하고, 알코올 솜으로 부착부위를 닦은 후 전극을 부착하였다. 전극은 근섬유 방향과 평행하게 부착하였으며 전극간 거리는 2 cm 유지하였다. 들어오는 표면 근활성도 신호는 BTS bioengineering-Myolab(local version) 소프트웨어를 이용하여 자료를 처리하였다. 샘플링율(Sampling rate)은 1000 Hz로 하였으며, 노이즈 제거를 위해 High pass filtering과 Low pass filtering을 사용하였다. 모든 실험에서 수집된 근 활성도 자료는 실효평균값(Root Mean Square:RMS)에 대한 %RVC값을 이용하여 분석 하였다.

(2) 척수손상환자 독립성 지수 III (Spinal Cord Independence Measure III, SCIM III)

척수손상환자 독립성 지수 III는 척수손상 환자를 위해 Catz 등에 의해 개발된 SCIM을 보완하여 개발된 평가도구로 자조활동, 호흡과 팔약근 조절, 이동의 세 영역으로 나뉘어 졌으며 각 영역별 총점은 20점, 40점, 40점으로 전체총점은 100점이다. Park 등²⁷의 연구에서 SCIM III 의 두 명의 검사자간 일치율은 67% 이상이었으며, 전체 19개 세부항목 중 16개 항목에서 검사자간 일치율은 80%이상이었다. Kappa 계수의 범위는 0.62~1.00이었다.

3. 자료 분석

본 연구는 SPSS 18.0 프로그램을 사용하여 분석하였다. 운동심상 프로그램 적용 집단과 운동프로그램 적용 집단의 중재 전·후 간의 차이를 알아보기 위해 대응표본 t검정(Paired t test)으로 표면 근활성도와 척수손상 독립성 지수 III 를 분석 하였다. 표면 근활성도의 두 집단간 중재 전·후 차이를 알아보기 위해 공분산분석(ANCOVA)을 실시하였다. 통계적 유의도 수준은 p<0.05로 하였다.

III. 연구 결과

1. 집단내 중재 전·후의 근활성도 변화

각 집단 내 중재 전·후 근활성도 차이를 비교한 결과 운동

Table 2. Electromyograph of patients at baseline, post-test

Variable	Group	Pre Test	Post Test	t	p-value
Rt. Upper trapezius	MI	3.3 ± 1.2	7.6 ± 1.1	-28.38	0.000
	Control	4.5 ± 3.1	5.5 ± 3.5	-3.22	0.024
Rt. Deltoid middle	MI	2.0 ± 1.3	6.5 ± 2.2	-11.48	0.000
	Control	1.1 ± 0.8	2.8 ± 1.0	-4.66	0.006
Rt. Pectoralis major (Clavicle part)	MI	2.0 ± 2.2	5.6 ± 2.5	-12.92	0.000
	Control	1.0 ± 1.1	1.9 ± 1.7	-3.14	0.026
Rt. Biceps Brachii	MI	4.9 ± 3.3	8.5 ± 4.1	-9.07	0.000
	Control	5.4 ± 4.6	6.1 ± 4.3	-2.06	0.095
Lt. Upper Trapezius	MI	2.4 ± 1.2	6.5 ± 1.2	-15.00	0.000
	Control	3.6 ± 2.8	5.0 ± 3.5	-1.75	0.140
Lt. Deltoid middle	MI	1.7 ± 0.7	6.2 ± 2.0	-8.01	0.000
	Control	1.9 ± 1.0	2.9 ± 1.0	-3.11	0.026*
Lt. Pectoralis major (Clavicle part)	MI	1.4 ± 1.8	5.3 ± 1.9	-34.27	0.000
	Control	1.1 ± 1.2	1.6 ± 1.6	-2.75	0.040
Lt. Biceps Brachii	MI	4.2 ± 2.5	8.0 ± 3.7	-5.19	0.004
	Control	4.1 ± 3.8	4.8 ± 3.6	-3.24	0.023

Values are presented as number or mean ± standard deviation. Group at pre-test, post-test are calculated by paired t-test. between groups calculated by ANCOVA

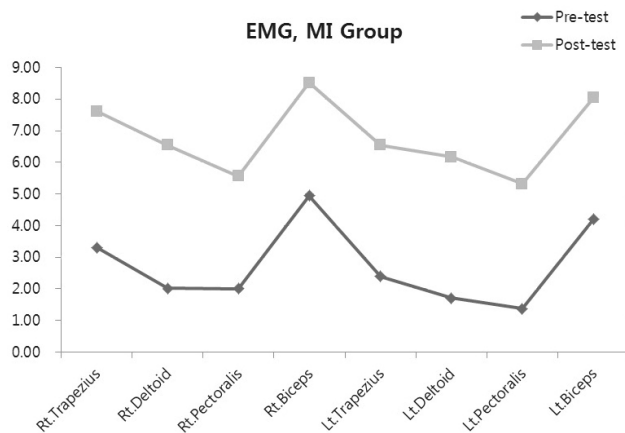


Figure 1. The comparison of EMG for MI group at pre test and post test

심상 프로그램 적용 후 실험군에서는 양측 상승모근, 중삼각근, 대흉근, 상완이두근에서 근활성도가 향상되었고 모든 근육에서 통계학적으로 유의한 차이를 나타냈다(p<0.05) (Figure 1, Table 2). 대상군에서는 오른쪽 상승모근은, 양측 중삼각근, 양측 대흉근, 왼쪽 상완이두 에서 근활성도가 향상되었고 통계학적으로 유의한 차이를 나타냈다(p<0.05).

반면 왼쪽 상승모근과 오른쪽 상완이두근은 근활성도의 향상을 보였으나 통계학적으로 유의한 차이를 나타내지 못하였다(p<0.05) (Figure 2, Table 2).

2. 집단 내 중재 전·후 척수손상환자 독립성 지수 III의 변화

각 집단 내 중재 전·후 일상생활 수행능력 차이를 비교한 결과 운동심상 프로그램 적용 후 실험군에서는 자기관리, 이

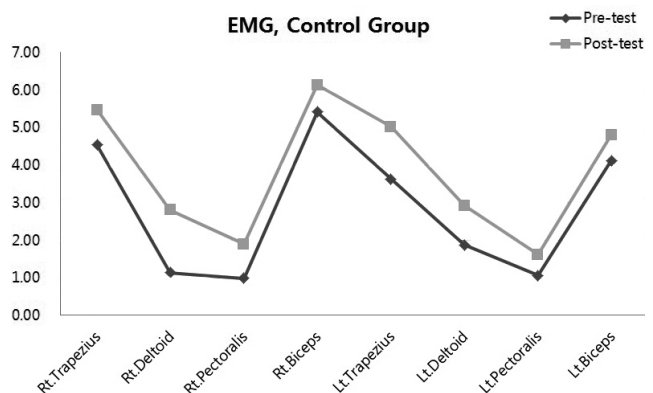


Figure 2. The comparison of EMG for control group at pre test and post test

Table 3. SCIM III of patients at baselines, post-test

Variable	Group	Pre Test	Post Test	t	p-value
Self-care	MI	1.5 ± 0.5	2.8 ± 1.5	-5.00	0.043
	Control	1.7 ± 1.2	1.8 ± 1.5	-1.00	0.363
Respiration & Sphincter Management	MI	18.0 ± 2.5	18.7 ± 2.9	-1.58	0.175
	Control	18.2 ± 3.5	18.7 ± 3.7	-1.00	0.363
Mobility (Room & Toilet)	MI	0.0 ± 0.0	2.0 ± 1.7	-3.31	0.033
	Control	1.2 ± 1.3	1.7 ± 2.1	-1.46	0.203
Mobility (Indoor & Outdoor)	MI	2.5 ± 0.6	3.2 ± 1.0	-5.00	0.025
	Control	2.3 ± 1.5	2.7 ± 1.8	-1.00	0.175
Total Score	MI	22.0 ± 1.9	26.5 ± 4.6	-4.66	0.024
	Control	23.3 ± 6.2	24.8 ± 7.6	-1.865	0.122

Values are presented as number or mean ± standard deviation. Group at pre-test, post-test are calculated by paired t-test. Variations between groups calculated by ANCOVA

동(방과 화장실), 이동(실내와 실외) 항목에서 점수의 향상을 보였고 통계학적으로도 유의한 차이를 보였다 (p<0.05). 반면 호흡과 방광관리항목의 점수는 향상되었으나 통계학적으로 유의한 차이를 보이지 못하였다 (p<0.05)(Table 3). 대상군에서는 자기관리, 이동(방과 화장실), 이동(실내와 실외), 호흡과 방광관리 점수는 향상되었으나, 모든 항목에서 통계학적으로 유의한 차이가 없었다(p<0.05)(Table 3).

V. 고찰

본 연구는 운동심상 프로그램이 만성 경수 5, 6번 손상 환자의 상지 근활성도와 일상생활에 미치는 효과를 알아보고자 시행하였다. 연구의 신뢰성을 높이기 위해 연구 대상자 선정 시 운동심상 프로그램을 수행 하는데 영향을 미칠 요인을 배제하였다. 대상자 선정과정에서 뇌 손상을 동반하지 않고 골절 등의 합병증이 없는 경우와 관절 가동 범위에 제한이 없는 경우 또한 신경학적 기능이 일정 정도 회복되어 거의 일정한 평탄역(plateau)에 이르는 손상후 12개월 이상인 대상자들로 제한하였다.^{28,29} 그 외에도 MMSE-K 검사로 인지기능손상이 의심되는 경우는 제외시켰는데, 이는 정량화 운동프로그램에 있어 운동심상에 관련한 이미지 트레이닝은 시각적 정보와 자신의 운동감각을 사용하며, 운동심상의 운동학습 효과에서 가장 기초가 되는 것이 인지적인 측면에서의 효율성 증가이기 때문이다.³⁰ 선행연구들에 의하면 운동심상을 수행하는데 영향을 미치는 몇 가지 요소들이 있다. 운동심상에 가장 효율적인 시간은 중재 초기 5분이며,³¹

훈련기간은 최소 5회 이상 다른 날짜로 연속적으로 실시하는 것이 중재효과를 높이는 것으로 보고 되었다. 또한 직접적 지시방법 보다는 환자 스스로 자유롭게 상상하게 할 수 있는 비지시적 방법이 효과적이라고 하였으며³², 과제 선정에서는 환자가 적절하게 상상할 수 있는 구체적인 특정과제가 적절하다고 알려져 있다.³³

위와 같은 연구를 토대로 본 연구에서는 운동심상 훈련을 운동프로그램 시행 전 5분동안 제공하였으며, 4주 기간 동안 1주에 5일로 총 20회 실시하였다. 운동심상을 제공할 때는 비지시적 방법을 사용하였으며, 과제선정인 운동프로그램에서는 환자가 사용할 수 있는 잔존 근력에 한해 근력 강화 프로그램 및 자세에 제한을 두었다. 위와 같은 연구들을 바탕으로 운동심상 훈련을 4주 동안 시행하여 경수 손상 환자의 잔존 근활성도 측정을 위해 표면 근활성도와 일상생활 수행 능력 측정을 위해 척수손상 독립성 척도의 결과 분석을 하였고 실험 결과 운동심상 프로그램을 수행한 군에서 같은 운동 프로그램을 적용한 대상군에 비해 근활성도 향상에 유의한 차이를 보였다. 각 근육별로 비교 해보면 운동심상 프로그램을 제공한 실험군에서는 오른쪽과 왼쪽 양측의 대흉근, 상완이두근, 중삼각근, 상승모근에 유의한 근활성도 향상을 보였다. 반면에 운동 프로그램만을 제공한 대상군에서는 양측 대흉근, 왼쪽 상완이두근, 양측 중삼각근, 오른쪽 상승모근에서 중재 전·후의 근활성도에 유의한 차이를 보였으나 왼쪽 상승모근과 오른쪽 상완이두근에서 근활성도 향상에 유의한 차이를 보이지 못했다. 두 집단간 중재 전후의 근활성도 향상도 차이를 비교한 결과 실험군이

대상군에 비해 8개 근육 모두에서 유의한 차이를 보였다. 즉, 운동심상 프로그램을 적용한 실험군이 운동프로그램만 적용한 대상군에 비해 근활성도 향상에 더 효과적이었음을 알 수 있었다. 위와 같은 결과로 운동심상 프로그램이 같은 운동 프로그램만 수행했을 때보다 더 많은 근활성도 향상을 보였는데, 이러한 결과와 일치하는 연구로 Sharma 등¹⁷에 의하면 운동심상을 적용한 후 상상했던 근육에 근활성도를 측정할 결과, 상상을 했던 근육에 미세한 근활성도 활동이 발생 되었다고 하였고 뇌에서는 실제 운동과 관련된 뇌 영역에서 혈류 및 전위가 증가하는 것을 보고 하였다. 그 외에도 Paccalin과 Jeannerod³⁴의 연구에서도 운동심상훈련은 운동수행 능력 외에도 근력에도 향상을 미친다는 연구결과가 보고되고 있다. 위와 같은 연구들을 토대로 운동 심상훈련이 운동 수행뿐만 아니라 근활성도 향상에도 영향을 미친다는 것을 알 수 있었다.

본 연구에서는 근활성도와 함께 척수손상환자의 일상생활수행 능력을 측정하였는데, 척수손상환자는 일상생활에서 운동 과제의 수행이 부분 마비된 근육과 근육의 힘에 의해서도 제한될 수 있다. 예를 들어 경수 6번 사지마비 환자는 대흉근 부분마비가 있는데 대흉근의 근 약화는 어깨 관절의 내전을 제한할 수 있으며, 이는 일상생활에서 필요한 침상에서 돌아눕기 수행을 방해할 수 있다. 경수손상 환자는 과제수행을 하기 위해서 잔존 근력과 움직임을 크게 발휘해 반동 같은 보상적 전략을 이용하여야 한다. Jacobs과 Beekhuizen³⁵의 연구에서도 척수손상 환자에서 과제를 수행하기 위해 빠른 속도를 내어 큰 힘이 필요한 경우가 있다고 하였다. 이처럼 경수 손상 환자에게 있어 잔존 근활성도의 향상은 보상적 전략을 수행하는데 있어 중요한 역할을 하며 잔존 근활성도의 기능적인 사용이 일상생활 활동의 독립성에 큰 영향을 미친다고 볼 수 있다. 이를 뒷받침 하는 연구로 Marino³⁶는 사지마비 환자에 있어서 기능적 회복이 상지 근활성도의 회복과 관련이 있다고 보고하였고 Yoshimura 등³⁷은 척수손상 환자의 잔존 운동기능은 일상생활 활동수행에 큰 영향을 미친다고 하였다.

척수손상환자 독립성지수 III 평가, SCIM III 에서 실험군에서 운동심상 프로그램 적용 전·후 호흡과 방광조절 항목을 제외한 자기관리, 이동-방과 화장실, 이동-실내와 실외 항목에서 모두 유의한 차이를 보였다. 실험군에서 호흡과 방광조절항목에서는 유의한 차이를 보이지 못하였는데, 이는 완전손상으로 진단을 받게 되면, 손상부위 아래로 운동장애와 감각장애 및 성기능 장애가 나타나고 신체의 기능을 상실하게

됨으로써 신체에 대한 통제력을 잃게 되기 때문이다. 또한, 경수손상 환자의 경우 손상부위 아래의 감각장애와 운동장애가 나타남으로 방광의 조절이 어려우며, 폐의 모든 용적과 용량이 감소되는 제한성 호흡 패턴을 나타내는데 본 연구에서의 운동프로그램은 호흡근과 방광조절과의 직접적인 연관이 없어 호흡과 방광조절의 항목은 향상 되지 않았다. 운동심상 프로그램을 제공한 실험군에서는 호흡과 방광조절항목을 제외한 모든 항목이 향상된 반면 운동프로그램만 제공한 대상군에서는 자기관리, 호흡과 방광조절, 이동-방과 화장실, 이동-실내와 실외 항목 등 모든 항목에서 유의한 차이를 보이지 못했다. 이는 대상군에서 근활성도 향상이 있었지만 실험군의 향상도에 비해 기능적으로 유의할 만한 수준의 근활성도 향상을 보이지 못했기 때문일 것으로 판단된다. 두 집단간 향상도 차이를 비교한 결과 실험군이 대상군에 비해 일상생활 수행능력에도 유의한 차이를 보였다. 이상의 결과는 잔존 근활성도 향상이 척수손상환자 독립성지수 III 향상에도 영향을 미친다고 볼 수 있으나 측정 근활성도와 일상생활 수행능력과의 상관관계에서는 일치하지 않다. 그 이유는 연구 대상자를 경수 손상환자로 제한하였기 때문에 호흡과 방광조절 항목에는 점수 향상을 보일 수 없었기 때문이다.

본 연구에서는 운동심상 훈련이 경수손상환자의 잔존 근활성도 향상에 도움이 되며, 일상생활수행능력을 향상 시키는데 효과적이었다는 점을 확인 할 수 있었다. 이 연구의 제한점으로는 실험군과 대상군이 남성이었다는 점과 운동심상 프로그램 중재시간 이외의 환경을 통제할 수 없었던 점으로 인해 본 연구의 결과를 모든 경수손상 환자에게 일반화하여 해석하는데 어려움이 있다. 향후 운동심상 훈련이 경수손상 환자에게 미치는 영향뿐만 아니라 흉수 손상 및 불완전 척수손상환자에게도 어떠한 영향을 미치는지에 대한 후속 연구가 필요하리라 사료된다.

참고문헌

1. Park CI, Shin JC, Kim SW et al, Epidemiologic study of spinal cord injury, Korean Academy of Rehabilitation Medicine, 1999;23(2):267-75.
2. Jensen MP, Kuehn CM, Amtmann D et al, Symptom burden in persons with spinal cord injury, Archives of Physical Medicine and Rehabilitation, 2007;88(5):638-45.
3. Harvey L, Management of Spinal Cord Injuries : A Guide for Physiotherapists 1th ed, Texas, elsevier limited, 2008:38-9.

4. Woolrich RA, Kennedy P, Tasiemski T. A preliminary psychometric evaluation of the Hospital Anxiety and Depression Scale (HADS) in 963 people living with spinal cord injury. *Psychology, Health & Medicine*, 2006;11(1):80-90.
5. Dunkeley AL, Ashburn A, Stack EL. Deltoid triceps transfer and functional independence of people with tetraplegia. *Spinal Cord*, 2000;38(7):435-41.
6. Marino, R. J. Assessing selfcare status in quadriplegia : Comparison of the quadriplegia index of function(QIF) and the functional independent measure(FIM). *Paraplegia*, 1993;31(4):225-33.
7. Dallmeijer AJ, Vanderwoude LH. Health related functional status in men with spinal cord injury: relationship with lesion level and endurance capacity. *Spinal cord*, 2001;39(11):577-83.
8. Lim HW. The effect of moot imagery on onset time of leg muscle and ankle injury score of patients with functional ankle instability. *J Kor Soc Phys Ther*, 2012;24(1):7-14.
9. Gentili R, Han CE, Schweighofer N et al. Motor learning without doing: trial-by-trial improvement in motor performance during mental training. *J Neurophysiol*, 2010;104(2):74-83.
10. Kim YJ, Kim JH. Application Ways of Virtual Reality Technology in Sport Image Training. *Kor Sport Res*, 2005;16(2):423-33.
11. Kim JS, Kim SY, Oh DW. Effectiveness of mental practice on EMG activity of the quadriciceps during sit-to-stand and stand to sit tasks in a hemiplegic patient. *J of The Korean Physical Therapy Science*, 2008;15(3):43-54.
12. Ehrsson HH, Geyer S, Natio E. Imagery of voluntary movement of fingers, toes, and tongue activates corresponding body-part-specific motor representations. *J Neurophysiol*, 2003;90(5):3304-16.
13. Filimon F, Nelson JD, Hagler DJ et al. Human cortical representations for reaching: Mirror neurons for execution, observation, and imagery. *Neuroimage*, 2007;37(4):1315-28.
14. Lacourse MG, Turner JA, Randolph-Orr E et al. Cerebral and cerebellar sensorimotor plasticity following motor imagery-based mental practice of a sequential movement. *J Rehabil Res Dev*, 2004; 41(4):505-24.
15. Park EY, Jung BI. Effects of Mental Practice on the Muscle Strengthening of the Hemiplegic Patients. *Korean Academy of University Trained Physical Therapists*, 1998;5(2):81-90.
16. Lafleur MF, Jackson PL, Malouin F et al. Motor learning produces parallel dynamic functional changes during the execution and imagination of sequential foot movements. Department of Psychology, Rehabilitation Institute of Quebec, Quebec, Canada, 2002.
17. Sharma N, Jones PS, Carpenter TA, et al. Mapping the involvement of BA 4a and 4p during motor imagery. *Neuroimage*, 2008;41(1):92-9.
18. Steven CC, Elizabeth LR, Michael JC et al. Effects of motor imagery training after chronic, complete spinal cord injury. *Exp Brain Res*, 2007;177(2):233-42.
19. Grangeon M, Revol P, Guillot A et al. Could motor imagery be effective in upper limb rehabilitation of individuals with spinal cord injury? A case study. *Spinal Cord*, 2012;50(10):766-71.
20. Yu EY. The Effect of mental practice along with visual feedback on symmetrical weight bearing training for persons with hemiparesis. Yonsei University. Dissertation of Master's Degree, 2000.
21. Bernier M, Fournier JF. Functions of mental imagery in expert golfers. *Psychology of Sport and Exercise*. USA, Elsevier limited, 2010:444-52.
22. Mizuguchi N, Sakamoto M, Muraoka T et al. Influence of somatosensory input on cortico spinal excitability during motor imagery. *Neurosci Lett*, 2012;514(1):127-30.
23. Francine M, Carol LR. Mental Practice for Relearning Locomotor Skills. *Physical Therapy*, 2010;90(2):240-51.
24. Paivio A. Cognitive and motivational functions of imagery in human performance. *Can J Appl Spprt Sci*, 1985;10(4):22S-8S.
25. Deschenes, MR, Kraemer WJ. Performance and physiologic adaptation to resistance training. *American Journal Physical Medical Rehabilitation*, 2002;81(11):S3-S16.
26. Kraemer WJ, Ratamess NA. Fundamentals of resistance training: progression and exercise prescription. *Med Sci Sports Exerc*, 2004;36(4):674-88.
27. Park KY, Jung YJ, Kim JH. The Reliability and Validity of the Spinal Cord Independence Measure (SCIM) III. *Journal of Korean Society of Occupational Therapy*, 2009;17(3):97-109.
28. Moon JL, Kang SY, Park SY. The time-course of neurologic recovery in traumatic spinal cord injury. *Korean Academy of Rehabilitation Medicine*, 1997;21(5):860-66.
29. Heo ES, Sung IY. A clinical study of intial evaluation and functional recovery in traumatic spinal cord injury. *Korean Academy of Rehabilitation Medicine*, 1994;18(3):524-31.
30. Yaguez L, Nagel D, Hoffman H et al. A mental route to motor learning: improving trajectorial kinematics through imagery training. *Behavioural Brain Reseach*, 1998;9(1):95-106.
31. Twing WE. Mental practice and physical practice in learning a motor skill. *Res Q*. 1949;20(4):432-5.
32. Warner L, McNeill ME. Mental Imagery and Its Potential for Physical Therapy. *Phys Ther*, 1998;68(4): 516-21.
33. Vangyn GH, Wenger HA, GAUL CA. Imagery as a Method of Enhancing Transfer from Training to Performance. *J Sports Exerc Psychol*, 1990;12(4):355-75.
34. Paccalin C, Jeannerod M. Changes in breathing during observation of effortful actions. *Brain Res*, 2000;862(1-2):194-200.

35. Jacobs PL, Beekhuizen KS. Appraisal of physiological fitness in persons with spinal cord injury. *Top Spinal Cord Inj Rehabil*, 2005;10(4):32-50.
36. Marino RJ. Assessing selfcare status in quadriplegia : Comparison of the quadriplegia index of function (QIF) and the functional independent measure (FIM). *Paraplegia*, 1993;31(4):225-33.
37. Yoshimura O, Takayanagi K, Kobayashi R et al. Possibility of independence in ADL (activities of daily living) for patients with cervical spinal cord Injuries—an evaluation based on the zancolli classification of residual arm Functions. *Hiroshima Journal of Medical Sciences*, 1998;47(2):57-62.