

# 수중재활운동이 뇌졸중 환자의 신체기능과 폐기능에 미치는 영향

The Journal Korean Society of Physical Therapy



■ 송주민, 김수민<sup>1</sup>

■ 선린대학 물리치료과, <sup>1</sup>울산과학대학 물리치료과

The Effect of Aquatic Exercise on the Improvement of Physical and Pulmonary Function After Stroke

Ju-Min Song, PT, PhD; Su-Min Kim, PT, PhD<sup>1</sup>

Department of Physical Therapy, Sunlin College University; <sup>1</sup>Department of Physical Therapy, Ulsan College

**Purpose:** This study examined the effect of aquatic exercise on the improvement in physical and pulmonary function after stroke.

**Methods:** Fourteen candidates, who had experienced stroke, were enrolled in this study. The program was carried out three times weekly, 1 hour per session and for 10 consecutive weeks. At pre-treatment and post-treatment, the subjects were tested with a 10 m and 100 m timed gait test, a timed get up and go test, a functional reach test, the difference in thoracic girth at inspiration and expiration, and breaths per minute. The forced vital capacity (FVC) and forced expiratory volume in one second (FEV<sub>1</sub>) were measured using a spirometer.

**Results:** After ten weekends of an aquatic exercise program, the subjects showed a significant difference in all the test results except for the FEV<sub>1</sub> ( $p < 0.05$ ).

**Conclusion:** Intervention with this aquatic exercise program can improve the physical and pulmonary function in people who have had a stroke.

**Keywords:** Aquatic exercise, Physical function, Pulmonary function, Stroke.

논문접수일: 2009년 1월 17일

수정접수일: 2009년 3월 29일

게재승인일: 2009년 4월 23일

교신저자: 송주민, ptjmsong@empal.com

## 1. 서론

중추 신경계는 수용기를 통해 입력된 감각을 기초로 하여 목적한 움직임에 동원될 신체분절과 관절을 선택하고, 근 수행력을 조절하여 신체를 기능적으로 움직이게 한다.<sup>1</sup> 그러나 중추신경계는 다양한 원인에 의해 손상될 수 있으며, 뇌졸중은 대표적인 중추신경계 손상으로 인한 질병 중 하나이다. 뇌졸중은 뇌혈관의 파열 혹은 폐색에 의한 뇌 손상으로 상응하는 뇌의 영역에 갑작스런 신경학적 결손이 야기되어 편마비, 감각 장애, 운동 조화 및 균형 장애, 인지기능 장애, 언어 장애 등이 유발되어 일상 생활 활동을 제한한다.<sup>2</sup>

뇌졸중으로 인해 마비된 체간과 지절에서는 근력, 근 긴장

도, 근 활성 패턴의 변화와 같은 근육의 문제가 나타난다.<sup>3</sup> 또한 비정상적인 신체 정렬과 운동 양상으로 인해 환자들은 마비된 지절을 사용하지 않으려 하거나, 비정상적인 적응 행동을 학습하게 되어 신체기능이 저하된다.<sup>4</sup> 뇌졸중 환자의 대부분은 노인이며, 이들은 비활동적 생활양식에 의존하려는 경향을 나타내므로 점차 일상적 신체 활동뿐만 아니라 사회적 이동 범위가 감소하게 되며 보행이나 균형수행력 등 신체기능의 저하가 가속화된다.<sup>5</sup>

뇌졸중으로 인한 장기간의 침상생활이나 신체 활동의 감소는 심폐기능의 저하, 근 위축, 골다공증 및 하지의 순환장애와 같은 이차적 합병증을 유발 시켜 조기 사망으로 이어지게 되므로 심폐기능의 관리는 뇌졸중 환자의 생명 유지에 중요한 문제

중의 하나이다.<sup>6</sup> 심폐기능의 저하로 인해 폐의 탄성력이 감소되고 노력성 폐활량(forced vital capacity, FVC)과 1초간의 노력성 호기용적(forced expiratory volume in one second, FEV1) 등의 호흡 용량과 용적이 감소된다. 또한 흉벽의 유연성 감소는 호흡근의 탄력성과 호흡중추의 민감도를 감소시킨다.<sup>7</sup> 뇌졸중 환자의 최대산소섭취량은 동일 연령대 정상 성인의 약 50% 정도로 기본적인 일상생활동작을 위해 필요한 최소한의 정도다. 폐기능 저하에 의해 폐의 용적 및 용량이 감소하면 최대산소섭취량은 감소되고 이로 인해 기능적 움직임은 물론 편안하고 효율적인 보행이 제한되고 정상인에 비하여 운동이나 보행 동안 에너지 소모도 더 증가하게 된다.<sup>8</sup>

뇌졸중 환자를 위한 물리치료의 목적은 정상적인 움직임 조절을 재훈련하고 손상된 기능을 회복하여, 독립적 생활을 영위하고 사회적 역할을 되찾도록 도와주는 것이다.<sup>3</sup> 이를 위한 다양한 치료적 접근 중 수중재활운동은 상해의 부담 없이 지상에서 할 수 있는 운동을 물 속에서 하는 운동으로 심폐지구력의 증가, 근력 및 근지구력의 증가, 균형수행력의 증진, 관절가동범위의 증진에 따른 유연성 증가 등의 효과가 보고 되고 있다.<sup>8</sup> 뿐만 아니라 심리적인 정서상태와 안정감에도 긍정적인 영향을 미친다고 한다.<sup>9</sup>

수중재활운동을 하는 동안, 물의 부력은 체중부하 관절, 뼈 그리고 근육에 주어지는 힘과 스트레스를 현저하게 감소시키며, 수압은 부종을 감소시키고 혈액순환을 증가시킨다. 또한 운동을 하는 동안 신체분절이 움직이는 방향을 조절하거나 적절한 부력 장비를 선택하면 물의 유체역학적 저항력을 조절할 수 있어 능동보조, 능동, 저항운동의 적용이 가능하다.<sup>10</sup>

최근 국내에서 뇌졸중 환자를 대상으로 수중재활운동을 적용한 연구에서 많은 연구들이 그 효과를 근력과 일상생활수행능력<sup>11-16</sup>, 체성분과 혈중지질<sup>11,15,16</sup>, 보행<sup>17-19</sup>, 보행과 균형능력<sup>19</sup>을 비교 분석하였고 심폐기능<sup>20</sup>의 변화를 관찰한 보고는 상대적으로 적었다. 이에 본 연구는 지역사회 의 만성 뇌졸중 환자를 대상으로 신체기능과 폐기능을 증진시킬 수 있도록 고안된 수중재활운동을 그룹운동 형태로 적용하여 수중재활운동이 신체기능과 폐기능 향상에 미치는 효과를 비교 분석하기 위해 실시되었다.

## II. 연구방법

### 1. 연구대상

연구대상자는 울산광역시 동구 보건소의 지역사회 재활 프로그램에 참여한 뇌졸중 장애인 14명으로 본 연구의 목적과 방법에 대해 설명을 듣고 자발적인 동의를 얻은 후 참가하였다. 대상

자의 선정 기준은 첫째, 뇌졸중으로 진단받고 마비측 사지의 운동장애가 나타나 2,3급의 장애등급을 판정을 받은 자 둘째, 한국판약식 정신검사(Korean version of Mini-Mental State Examination)<sup>21</sup> 점수가 20점 이상인 자 셋째, 운동 평가 척도 (Motor Assessment Scale)<sup>2</sup>에서 걷기 점수가 4점 이상, 상지 기능이 3점 이상 그리고 손의 기능이 3점 이상인 자로 선정하였다.

### 2. 신체기능과 폐기능 증진을 위한 수중재활운동 프로그램

본 연구의 수중재활프로그램은 선행된 연구에서 적용한 수중운동을 본 연구의 목적에 맞게 수정하여 실시하였다.<sup>20</sup> 수중재활운동 프로그램은 일주일에 3회, 매 회 60분씩, 10주 동안 적용하였다. 지상에서 10분간의 신장운동과 수중에서 5분간 준비운동을 실시한 후 40분간 본 운동을 실시하였으며 5분간 수중에서 정리운동을 실시하였다.

초기 3주 동안은 수중 적응기로 물의 부력과 부력 도구인 수중부력막대기와 수중장갑을 보조로 적용하였고, 중기 4주간은 물의 부력과 부력 도구를 저항으로 적용하였으며, 후기 3주 동안은 수중에서 공놀이와 수영 발차기 동작 등 다양한 활동으로 구성하였다. 대상자들에게 수중재활운동을 하는 동안 두통, 어지러움 또는 흉부 통증이 나타나는 경우에는 운동을 중단할 것을 사전에 설명하였다.

프로그램 진행을 위해 한 명의 물리치료사와 수중재활운동을 교육받은 강사 한 명 그리고 수중재활운동 동안 환자를 보조할 수 있도록 교육 받은 3명의 자원 봉사자가 참여하였다. 운동 장소는 울산광역시 동구 국민체육센터 수영장으로 깊이는 1.2~1.5m이고 물의 온도는 27~29℃였다. 수중재활운동 프로그램은 부록 1과 같다.

### 3. 평가

그룹 수중재활운동의 적용 전과 후에 신체기능과 폐기능의 차이를 분석하기 위해 타당성과 신뢰도가 높다고 보고된 다음과 같은 검사를 실시하였다. 숙련된 2명의 물리치료사가 동일한 검사를 수중재활운동의 적용 전과 후에 각각 측정하였으며, 낙상 등의 갑작스런 사고를 예방하기 위해 교육을 받은 물리치료과 학생 2명이 보조요원으로 참여하였다.

#### 1) 신체기능 평가

(1) 10m 걷기 검사(sec): 보행능력 및 낙상의 위험을 평가하기 위한 검사로 검사자간의 신뢰도는 0.97이다.<sup>22</sup> 13m의 거리 중 출발지점 1.5m와 도착지점 1.5m를 제외한 10m의 거리를 가능한 빠른 속도로 걷는 시간을 1회 측정하였다.

(2) 100m 걷기 검사(sec): 보행능력과 낙상의 위험 및 지구

력을 평가하기 위해 25m의 거리를 걸어서 반환점을 도는 방법으로 총 100m를 가능한 빠른 속도로 걷는 시간을 1회 측정하였다.<sup>23</sup>

(3) 기능적 뻗기 검사(functional reach test, cm): 균형 장애를 찾아내거나 시간경과에 따른 균형수행력의 변화를 검사하기 위해 개발된 검사로 노인의 낙상에 대한 예견도가 높고 반복측정 신뢰도도 높은 검사법이다(ICC=0.943).<sup>24</sup> 어깨 너비만큼 발을 벌리고 선 자세에서, 비마미측 팔의 주관절을 신전하고 견관절을 90°로 굴곡한 후 견관절 높이에 설치된 측정 도구에 대상자의 손가락을 닿게 한 후 균형이 깨어지기 전까지 전방으로 가능한 멀리 팔을 뻗게 한다. 시작 자세의 손가락의 끝에서부터 균형이 깨어지기 전까지 전방으로 뻗은 최대 거리를 2회 측정하고 평균값을 사용하였다.

(4) 일어나 걷기 검사(timed get up and go test, sec): 동적 균형 및 보행 속도와 기능적인 동작을 평가하는데 타당도가 높은 검사로 검사자 간의 신뢰도는 0.99이다.<sup>25</sup> 팔걸이가 있는 의자에서 일어나 2.4m 거리에 있는 표적을 돌아 다시 의자에 앉기까지의 시간을 2회 측정하여 평균값을 사용하였다.

## 2) 폐기능 검사

(1) 호흡수(회): 휴식 시 1분간의 호흡수를 2회 측정하여 평균값을 사용하였다.<sup>26</sup>

(2) 흉부 가동성(cm): 호기와 흡기 시에 흉곽의 둘레를 유두 높이에서 줄자로 2회 측정하여 평균값을 사용하였다.<sup>26</sup>

(3) 폐활량계(Spirometer, Spirotrac IV, Vitalograph Inc, Buckingham, 영국)를 이용한 폐기능 검사: 마우스 피스를 물고 가능한 깊게 흡기를 한 후 빠르게 호기를 6초 정도 유지하는 방법으로 노력성 폐활량(forced vital capacity, FVC)과 1초간의 노력성 호기량(forced expiratory volume in one second, FEV1)을 측정하였다.<sup>27</sup> 한 번의 연습 후에 2번을 측정하여 평균값을 사용하였다.

## 4. 자료분석

수집된 결과는 Windows SPSS version 12.0 통계 프로그램을 사용하여 분석하였다. 치료 전과 치료 후의 신체기능과 폐기능을 비교하기 위해 대응표본 t-검증을 실시하여 분석하였다. 결과는 평균±표준편차로 나타내었고 통계적 유의성을 검정하기 위해 유의수준은  $p < 0.05$ 로 하였다.

## III. 결과

### 1. 연구대상자의 일반적 특성

연구대상자의 일반적 특성은 Table 1과 같다. 연구대상자의 병력 특성 중, 유병기간은 발병일로부터 평균 52.4개월로 만성기의 환자가 대부분이었고, 출혈성 뇌손상 환자가 허혈성 환자보다 더 많았으며, 마비측은 좌, 우측이 동일한 명수를 나타내었다(Table 1).

Table 1. Demographic data of study subjects (N=14)

Variable	Mean±SD
Gender (male/female)	9(64%)/5(36%)
Age (yrs)	59.6±7.0
Height (cm)	166.0±60.3
Weight (kg)	64.1±10.8
Time since stroke (months)	52.4±40.6
Type of stroke (hemorrhage/infarction)	8(35%)/6(43%)
Affected side (Rt/Lt)	7(50%)/7(50%)

### 2. 수중재활운동 전과 후의 신체기능 비교

수중재활 운동 후에 보행능력을 평가하기 위해 실시한 10 m 걷기와 100m 걷기 검사의 결과는 각각  $1.39 \pm 2.28$ 초와  $34.56 \pm 52.87$ 초가 운동 전보다 감소하여 통계적으로 유의하게 향상되었다( $p < 0.05$ ). 균형 능력을 평가하기 위해 실시한 일어나 걷기 검사에서도  $1.04 \pm 0.34$ 초 감소하여 통계적으로 유의한 차가 나타났으며 팔뻗기 검사에서도 치료 전과 치료 후의 평균차이가  $8.39 \pm 0.58$ cm 증가하여 통계적으로 유의하게 향상되었다( $p < 0.05$ ) (Table 2).

### 3. 수중재활운동 전과 후의 폐기능 비교

폐기능을 평가하기 위해 실시한 호흡수의 검사 결과 운동 전후의 평균이  $1.72 \pm 0.61$ 회 감소하여 통계적으로 유의하였으며, 흉곽의 가동성을 검사하기 위해 실시한 흉곽둘레 측정에서 흡기와 호기 시 흉곽둘레의 차이는  $1.00 \pm 0.13$ cm 증가하여 통계적으로 유의하게 향상되었다( $p < 0.05$ ). 노력성 폐활량의 결과는 치료 후에  $0.23 \pm 0.07$  증가하여 통계적으로 유의하게 향상되었지만( $p < 0.05$ ), 1초간의 노력성 호기량의 검사 결과에서는 유의한 차가 나타나지 않았다( $p > 0.05$ ) (Table 3).

**Table 2.** Comparisons of physical function test between pre-treatment and post-treatment (N=14)

Test	Pre-treatment	Post-treatment	Diff. of mean*	Z	p
10 m walking	11.49±6.64	10.10±4.86	1.54±1.80	-1.97	0.04
100 m walking	148.77±114.21	124.12±62.34	25.33±54.08	-2.73	0.00
TUG <sup>a</sup>	16.20±5.87	15.16±5.53	1.12±0.91	-2.98	0.00
FRT <sup>b</sup>	23.35±7.98	31.74±8.56	9.46±5.33	-2.99	0.00

\* Difference of mean  
Values are mean±standard deviation.

<sup>a</sup> TUG: timed get up and go test

<sup>b</sup> FRT: functional reach test

**Table 3.** Comparisons of physical function test between pre-treatment and post-treatment (N=14)

Test	Pre-treatment	Post-treatment	Diff. of mean*	Z	p
Breaths per minute	17.64±3.87	15.92±3.26	1.85±1.99	-2.63	0.01
Difference of thoracic girth	1.92±0.67	2.92±0.80	1.00±0.85	-3.11	0.00
FVC <sup>a</sup>	2.60±0.56	2.83±0.63	0.11±0.07	-3.24	0.00
FEV1 <sup>b</sup>	2.42±0.58	2.48±0.55	0.22±0.18	-1.44	0.15

\*Difference of mean  
Values are mean±standard deviation.

<sup>a</sup>FVC: forced vital capacity

<sup>b</sup>FEV1: forced expiratory volume in one second

#### IV. 고찰

뇌졸중 환자는 병원치료 후 지속적이고 적절한 관리를 받지 못하면 근력, 지구력, 균형수행력, 협응력 등의 신체기능이 감소하게 되고 이로 인해 보행과 신체활동이 제한되어 낙상에 대한 위험 요인들이 증가된다. 또한 장기간의 침상 안정과 신체운동의 감소는 심폐기능의 문제도 일으키게 된다.<sup>28</sup> 호흡기계의 주된 문제는 호흡근의 근력과 지구력 감소로 나타나며, 호흡근의 약증은 폐용적과 용량의 감소를 일으켜 폐의 환기율을 감소시키며 불규칙한 호흡패턴을 나타낸다. 이로 인해 폐활량이 감소하고, 흉부의 가동성까지 제한되면 흉부변형이나 호흡부전이 나타날 수 있다.<sup>29</sup> Kelly 등<sup>8</sup>은 뇌졸중 발병 후 4주에서 7주 사이에 심폐기능의 손상이 가장 현저하게 나타나 보행 등 신체 활동에 영향을 준다고 보고하였다.

뇌졸중 환자의 기능 회복을 증진시키기 위한 많은 연구가 선행되었는데, 환측 상지의 강제 유도 훈련, 과제 지향적 운동, 이동과제(locomotor tasks)를 동반한 상지 운동, 불안정한 기저면 상에서의 보행훈련과 하지근의 고강도 훈련, 다양한 기저면에서 상지 훈련, 가상현실을 이용한 운동, 수중재활운동, 내잡 학습의 효과에 대한 연구들이 보고 되었다.<sup>30-34</sup> 이 중 수중재활 치료는 류마티스 질환, 골관절염, 만성 요통환자들을 대상으로 근력, 유연성, 운동 기능, 균형 수행력의 증진과 통증 완화를 목적으로 적용되었으며, 다발성 경화증, 외상성 뇌손상, 뇌졸중, 뇌성마비와 같은 신경학적인 질환에도 적용되어왔다.<sup>23</sup>

뇌졸중 환자를 대상으로 한 선행된 연구들의 주된 결론은 특정 동작과 기능을 수의적으로 사용할 수 있도록 고안된 운동 프로그램을 반복 적용하여 운동학습이 될 때 뇌졸중 환자의 운동기능회복이 증진된다는 것이다.<sup>4</sup> 이에 본 연구에서는 지역 사회 재활 프로그램에 참가한 2, 3급 장애 판정을 받은 뇌졸중 장애인 14명을 대상으로 신체기능을 증진시키고 폐기능을 향상시키기 위해 수중재활운동 프로그램을 10주간, 주3회, 회당 60분 동안 실시하였다. 뇌졸중 장애인들 사이의 정보교류와 사회적 상호작용을 증진시키고 관리 인력의 절감을 위해 그룹운동의 형태를 적용하였다. 본 연구에서 실시한 수중재활운동 프로그램의 내용과 방법 그리고 평가한 검사들이 선행된 연구들과 동일하지 않아 정확한 비교는 제한되지만, 운동 방법과 평가의 유사성을 고려하여 고찰하고자 한다.

본 연구에서는 보행능력을 평가하기 위해 10m 걷기 검사를 실시한 결과 운동 전보다 1.39±2.28초 감소하였다. 또한 대상자들의 유병기간이 긴 것을 감안하여 더 장거리인 100m 걷기 검사에서도 34.56±52.87초가 감소하여 통계적으로 유의하게 보행속도가 향상되었다.

뇌졸중 환자들의 보행 개선은 환자 개인의 생활만족도 및 신체활동에 있어 중요한 요소로 보고되고 있어 수중재활운동을 적용한 후 그 효과를 분석하기 위해 보행능력을 평가한 선행연구들이 많았다. 12주 간의 수중재활운동 후 육상운동으로 전환한 뇌졸중 환자와 수중재활운동을 지속한 뇌졸중 환자의 보행을 비교 분석한 연구에서 수중운동을 지속한 환자군이 분당 보

행 수와 보행 속도가 증가하였고, 환측과 건측의 스텝길이 차가 감소하였으며, 스텝의 넓이가 정상인의 보행 폭에 근접했다는 결과가 보고되었다.<sup>19</sup> Lee와 Kim<sup>17</sup>의 연구에서도 뇌졸중 장애인을 대상으로 12주 동안 수중재활운동을 적용한 결과, 10m 걷기 검사와 12분 걷기 검사에서 보행속도와 보행지구력이 유의하게 향상되었다고 보고되었다. 뇌졸중 장애인을 대상으로 12주간의 수중재활운동을 적용한 또 다른 연구에서도 양측 하지와 환측 상지의 근력 증가와 10m 걷기 검사에서 시간 단축 및 변형된 바텔 지수 평가에서 유의한 차이가 보고되었다.<sup>15</sup> Lee와 Shon<sup>12</sup>은 뇌졸중 편마비 환자를 대상으로 23주간 수중재활운동을 적용한 결과 상,하지의 근력이 증가되었으며 이로 인해 보행 등의 일상생활수행과 자존감의 회복 및 대인관계가 향상되었다고 보고하였다. 본 연구에서 수중재활운동 적용 후 향상된 보행능력은 선행 연구들의 결과와 유사하였다. 보행 능력의 향상은 물의 부력이 중력을 감소시켜 사용이 제한되었던 근육과 관절에 부담을 덜어주어 적은 힘으로도 움직임을 가능하게 한 결과이며, 이러한 움직임들이 단축된 근육을 자극하여 보행에서 사용되는 근육을 더욱 활성화시켜 보행속도의 유의한 향상을 보인 것으로 해석된다.<sup>17</sup> 또한 물의 저항이 보행과 관련된 하지의 근력을 증가시켜 보행속도에 영향을 미친 것으로 풀이된다.<sup>16</sup>

본 연구에서 기능적 동작과 동적 균형수행력 평가를 위해 실시한 일어나 걷기 검사 결과는 1.04초 감소되었고, 시간에 따른 균형수행력의 변화와 낙상의 예견도가 높은 기능적 뺨기 검사 결과는 8.39cm 증가하여 균형수행력의 유의한 향상이 나타났다. 이러한 결과는 뇌졸중 장애인을 대상으로 12주간 수중재활운동을 적용한 후 일어나 걷기 검사를 실시한 결과 균형수행력의 유의한 향상을 보고한 Lee와 Kim<sup>17</sup>의 연구와 유사하다. 기능적 팔 뺨기는 중심을 벗어나지 않으려는 평형능력과 하지의 근력 및 유연성과 관련이 있고, 일어나 걷기 검사는 반환점을 돌아와서 다시 의자에 앉는 동작을 수행해야 하므로 하지의 근력 증가와 빠르게 방향을 전환하는 능력이 요구되므로 수중재활운동을 통해 이들 능력이 향상되어<sup>35</sup> 이러한 결과가 나타난 것으로 추정된다. 또한 물의 특성으로 인한 전정감각과 고유감각의 자극이 균형수행력 증진에 영향을 주었다고 생각된다.<sup>23</sup>

호기와 흡기 시에 흉곽의 둘레차이는  $1.92 \pm 0.67$ cm에서  $2.92 \pm 0.80$ cm로 증가하여 유의한 차이를 나타내었다. 정상인의 흉곽둘레차이는 약 5cm 이상이며, 그 이하이면 흉곽 운동이 불충분하고 환기기능이 비능률적이다.<sup>36</sup> 그러므로 본 수중재활운동 적용 후 흉곽둘레차이의 유의한 증가는 흉곽운동이 증진되고 환기기능이 개선된 것을 의미한다.

일반적으로 폐기능을 측정하기 위해 사용되는 폐활량계로 노력성 폐활량을 측정할 결과,  $2.60 \pm 0.56$ L에서  $2.83 \pm 0.63$ L로

유의하게 증가하였다. 호흡근의 근력은 폐활량계를 이용한 흡기용량, 강제적 호기 용적, 폐활량 등으로 간접적으로 평가될 수 있다.<sup>26</sup> 그러므로 본 연구에서 노력성 폐활량의 증가는 호흡근의 강화로 해석할 수 있다. 정상인의 분당호흡수인 12~20회 사이 이고<sup>36</sup> 수중재활운동 적용 전의 분당 호흡수는  $17.64 \pm 3.87$ 회로 정상범위였다. 수중재활운동 적용 후에  $15.92 \pm 3.26$ 회로 더 감소하였으며 통계적으로 유의하였다. 이러한 폐활량의 증가와 분당 호흡수의 감소는 폐용적의 증가를 의미한다. 이상의 결과에 의하면 수중재활운동이 호흡근을 강화시키고, 흉곽의 가동성을 증가시키며, 폐활량을 증진시키는 것으로 정리할 수 있다.

폐기능이 감소된 환자들을 위한 치료방법으로 심호흡, 호기 운동 등의 호흡운동, 흉부가동성 운동, 횡격막과 외늑간근 강화 운동, PNF를 이용한 흉곽저항운동, 자전거타기와 수영 등의 유산소 운동들이 적용되었다.<sup>37</sup> 뇌졸중 장애인을 대상으로 12주간 수중재활운동과 육상운동을 적용한 후 그 결과를 비교한 연구에서 수중재활운동 그룹에서 무산소성역치(Anaerobic Threshold)시간과 총 운동시간의 증가 및 통계적으로 유의한 차이는 나타나지 않았지만 최대산소섭취량의 증가가 보고 되었다.<sup>19</sup> Chu 등<sup>8</sup>은 뇌졸중 환자를 대상으로 8주간의 주 3회의 수중재활운동을 적용한 결과, 22%의 최대산소섭취량 증가를 관찰하였는데, 이는 사이클 에르고메터, 트레드밀, 순환운동을 적용한 이전의 연구 결과 보다 더 큰 증가를 나타내었다고 보고 하였다.<sup>37</sup> 최대산소섭취량의 증가는 폐의 용적과 용량의 증가에 의해 가능하다. 그러므로 본 연구에서 증가한 노력성 폐활량의 증가는 최대산소섭취량의 증가와 유사한 결과이다. 유산소 운동인 트레드밀 걷기를 12주간 편마비 환자에게 적용한 연구에서 운동적용 전의 노력성 폐활량은 2.82L로 본 연구의 2.60L 보다 약간 높았고 운동 적용 후에도 3.08L로 본 연구의 2.83L 보다 약간 높았지만 증가된 평균차이를 비교하면 유사하였다.<sup>38</sup> 4주 동안 뇌졸중환자를 대상으로 흉곽운동과 심호흡 등의 호흡기계 물리치료를 적용한 Kim 등<sup>37</sup>의 실험에서는 운동 전에 노력성 폐활량이 2.2L로 본 연구 결과보다 다소 낮았지만 운동 후에는 2.62L로 증가하여 그 증가한 평균 차이는 본 연구보다 더 컸다. 이는 집중적인 호흡기계 물리치료보다는 그 향상 정도가 낮지만 수중재활운동은 폐기능을 증진시키는데 효과적인 것을 의미한다.

본 연구에서 수중재활운동은 뇌졸중 장애인의 신체기능과 폐기능의 증진에 효과적인 결과가 나왔으나, 대상자의 수가 적고 실험기간 동안 수중재활운동 이외의 운동을 통제할 수 없었던 제한점이 있어 결과를 일반화하기에는 어려움이 있지만, 본 연구의 대상자들은 유병기간이 평균 52개월 이상인 만성기 장애인으로 자발적인 회복이 실험 결과에 미치는 영향은 제한적

일 것이라 사료된다. 또한 뇌졸중 장애인을 대상으로 수중재활 운동을 적용하여 보행능력, 균형수행력과 같은 신체기능과 분당 호흡수, 흉곽가동성, 노력성 폐활량 및 1초간의 노력성 호기량 등의 폐기능을 동시에 분석한 점은 의미가 있다고 생각한다.

앞으로의 실험에서는 더 다양하고 특수화된 수중재활운동 프로그램으로 많은 대상자를 참여시켜 일상생활과 중재 이외의 운동을 잘 통제하면서 치료적 중재의 효과를 다양한 요인으로 비교분석하는 임상연구가 필요하다고 생각된다.

## V. 결론

수중재활운동이 뇌졸중 장애인의 신체기능과 폐기능에 미치는 영향을 알아보기 위해 2,3급 장애 판정을 받은 뇌졸중 장애인 14명을 대상으로 일주일에 3회, 매회 60분씩, 10주간 수중재활 운동을 실시하였다. 그 결과 보행능력, 균형수행력, 호흡수, 흉곽 가동성, 노력성 폐활량의 유의한 향상이 관찰되었다. 이러한 결과로 볼 때 수중재활운동은 뇌졸중환자의 기능 회복과 독립적인 생활을 영위하는데 도움을 줄 수 있을 것으로 기대된다. 또한 새롭고 다양한 수중치료를 개발하고 뇌졸중 환자의 기능에 영향을 주는 더 다양한 요인을 비교, 분석한다면 뇌졸중 편마비 환자의 치료에 더 효과적인 결과를 얻을 수 있을 것으로 사료된다.

### Author Contributions

Research design: Song JM, Kim SM

Acquisition of data: Song JM, Kim SM

Analysis and interpretation of data: Song JM, Kim SM

Drafting of the manuscript: Song JM, Kim SM

Research supervision: Kim SM

### 참고문헌

1. Kandel ER, Schwartz JH, Jessell TM. Principles of Neural Science. 4th ed. New York, McGraw-Hill Co, 2000:756-79.
2. O'Sullivan SB, Schmitz TJ. Physical Rehabilitation: Assessment and treatment. 4th ed. Philadelphia, PA, FA Davis Co, 2001:520-58.
3. Ryerson S, Levit K. Functional movement reeducation. New York. Churchill Livingstone. 2003;36-57.
4. Ivey F, Hafer-Macko CE, Macko RF. Exercise rehabilitation after stroke. NeuroRx. 2006;3(4):439-50.
5. Richards CL, Malouin F, Wood-Dauphinees et al. Task-

- specific physical therapy for optimization of gait recovery in acute stroke patients. Arch Phys Med Rehabil. 1993;74(6):612-20.
6. Cowell LL, Squires WG, Raven PG. Benefits of aerobic exercise for the paraplegic: a brief review. Med Sci Sports Exerc. 1986;18(5):501-8.
7. Howard RS, Rudd AG, Wolfe CD et al. Pathophysiological and clinical aspects of breathing after stroke. Postgrad Med J. 2001;77(913):700-2.
8. Kelly JO, Kilbreath SL, Davis GM et al. Cardiorespiratory fitness and walking ability in subacute stroke patients. Arch Phys Med Rehabil. 2003;84(12):1780-5.
9. Petruzzello SJ, Landers DM. State anxiety reduction and exercise: Does hemispheric activation reflect such changes? Med Sci sports Exerc. 1994;26(8):1028-35.
10. Biscarini A, Cerulli G. Modeling of the knee joint load in rehabilitative knee extension exercises under water. J Biomech. 2007;40(2):345-55.
11. Lee SS, Lee WH, Sohn AR et al. Physical Science : The Effect of the Aquatic Exercise Program on ADL Performance, Functional Fitness and Blood Lipid in Stroke Patients. Journal of Korean Sports Research. 2007;18(4):243-51.
12. Lee SS, Sohn AR. Physical science: the effect of the aquatic exercise on the stroke patient's muscle strength and ADL performance. Journal of Korean Sports Research. 2006;17(6):307-14.
13. Kim KU, Kim HM, Woo SY et al. The effect of the aqua-rehabilitation program on the stroke patient's muscle strength and ADL performance. Journal of Adapted Physical Activity & Exercise. 2006;14(2):99-115.
14. Nam SN, Kim JH, Cho YS. The effect of affected side of muscle strength and articular moving range of persons with cerebral apoplexy hemiplegia on aqua-rehabilitation. Journal of Adapted Physical Activity & Exercise. 2004;12(2):79-88.
15. Im IS, Jeon UC. The effects of aquatic training on physical function, information processing ability & blood lipid in stroke patients. Korean Alliance for Health, Physical Education, Recreation and Dance. 2003;42(4):647-54.
16. Nam SN, Lee SW, Cho YS et al. Exercise function development: the effect of aquatic exercise and land exercise on blood lipid in hemiplegia patients after Stroke. Journal of Korean Society of Growth and Development. 2007;15(3):123-29.

17. Lee YH, Kim JH. The effects of aquatic rehabilitation exercise on relation factors of gait in hemiplegic male disabled after CVA. *Journal of Adapted Physical Activity & Exercise*. 2008;16(4):39-54.
18. Kim KU, Kim HM, Woo SY. The effect of the aqua-rehabilitation program on the stroke patient's gait patterns. *Journal of Korean Alliance for Health, Physical Education, Recreation and Dance*. 2006;45(5s):449-55.
19. Kim HM, Woo SY, Kim KW. Gate comparison of the stroke patient's ground & aqua-rehabilitation program for one year after 12 weeks aqua-rehabilitation program. *Journal of Adapted Physical Activity & Exercise*. 2007;15(4):245-59.
20. Nam SN, Kim JH, Cho YS. The Effect of Aqua-Rehabilitation Exercise on the cardiopulmonary function improving in a cerebral apoplexy hemiplegia case. *Exercise Science*. 2004;13(2):141-9.
21. Kwon YC, Park JH, NO IY. Standardization of korean of the Mini-Mental State Examination (MMSE-K) for use in the elderly. Part II. Diagnostic validity. *Neuropsychiatric association*. 1989;28(3):508-13.
22. Duncan P, Studenski S, Richards L et al. Randomized clinical trial of therapeutic exercise in subacute stroke. *Stroke*. 2003;34(9):2173-80.
23. Sjogren T, Long N, Storay I et al. Group hydrotherapy versus group land-based treatment for chronic low back pain. *Physiother Res Int*. 1997;2(4):212-22.
24. Row BS, Cavanagh PR. Reaching upward is more challenging to dynamic balance than reaching forward. *Clin Biomech (Bistro, Avon)*. 2007;22(2):155-64.
25. Kaesler DS, Mellifont RB, Kelly PS et al. A novel balance exercise program for postural stability in older adults: A pilot study. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*. 2007;11(1):37-43.
26. Kisner C, Colby LA. *Therapeutic Exercise: Foundations and techniques*. 4th ed. Philadelphia, PA, FA Davis Co, 2002:4-5.
27. Engel RM, Vemulpad S. The effect of combining manual therapy with exercise on the respiratory function of normal individuals: A randomized control trial. *J Manipulative Physiol Ther*. 2007;30(7):509-13.
28. Eng JJ, Chu KS. Reliability and comparison of weight-bearing ability during standing tasks for individuals with chronic stroke. *Arch Phys Med Rehabil*. 2002;83(8):1138-44.
29. Bach JR. *Pulmonary Rehabilitation: The obstructive and paralytic conditions*. Philadelphia, Hanley & Belfu Inc, 1996:85-95.
30. Taub E, Uswatte G, Morris DM. Improved motor recovery after stroke and massive cortical reorganization following constraint-induced movement therapy. *Phys Med Rehabil Clin N Ann*. 2003;14(1):577-91.
31. Jang SH, Kim YH, Cho SH et al. Cortical reorganization induced by task-oriented training in chronic hemiplegic stroke patients. *Neuroreport*. 2003;14(1):137-41.
32. Fasoli SE, Krebs HI, Stein J et al. Effects of robotic therapy on motor impairment and recovery in chronic stroke. *Arch Phys Med Rehabil*. 2003;84(4):477-82.
33. Perry J. *Gait Analysis: Normal and pathological function*. New York, McGraw-Hill Inc, 1992.
34. Lum PS, Burgar CG, Shor PC et al. Robot-assisted movement training compared with conventional therapy techniques for the rehabilitation of upper-limb motor function after stroke. *Arch Phys Med Rehabil*. 2002;83(7):952-9.
35. KT, Lee MG, Sung SC. Effects of combined and aerobic exercise training on functional fitness, gait, and stability in hemiplegic stroke patients. *Journal of Korea institute of sports science*. 2008;8(2):37-50.
36. Jang SK, Ham YW, Lee JH. *Assessment and Measurement*. 2nd ed. Seoul, DaiHak Publishing company, 1996:441-61.
37. Kim JH, Hong WS, Bae SS. The effect of chest physical therapy on improvement of pulmonary function in the patients with stroke. *Journal of Korean society of physical therapy*. 2000;12(2):133-44.
38. Choi HH. The influence of the adapted treadmill training on pulmonary functions in ambulatory chronic hemiparetic stroke patients. *Journal of Adapted Physical Activity & Exercise*. 2004;12(3):25-42.

**부록 1. 신체기능과 폐기능 증진을 위한 수중재활운동 프로그램**

운동 구성(시간)	기간	수중재활운동의 내용
준비운동(15분)	전체 기간	① 지상 : 심호흡, 가벼운 신장운동 ② 수중 : 제자리 걷기 두 발로 제자리에서 깡총 뛰기, 한 발로 제자리에서 깡총 뛰기
	1~3주	① 견관절 : 굴곡/신전, 내전/외전, 수평내전/수평외전, 내회전/외회전 ② 주관절 : 굴곡/신전 ③ PNF 상지 패턴(편측, 양측) ④ 고관절 : 굴곡/신전, 내전/외전, 내회전/외회전(수영장 가장자리를 잡고) ⑤ PNF 하지 패턴(수영장 가장가리를 잡고) ⑥ 자전거 타기 동작, 무릎 가슴에 닿기(아쿠아 붐을 겨드랑이에 끼고) ⑦ 전방, 후방, 측방으로 걷기
본운동(40분)	4~7주	① 견관절 : 굴곡/신전, 내전/외전, 수평내전/수평외전, 내회전/외회전 ② 주관절 : 굴곡/신전 ③ PNF 상지 패턴(편측, 양측) ④ PNF 하지 패턴 (①, ②, ③, ④ 항목들은 아쿠아 글러브를 착용한 상태로 실시함)
	8~10주	⑤ 전방, 후방, 측방으로 빠르게 걷기 ⑥ 전방, 후방, 측방으로 두 발로 깡총 뛰기 ① 전방, 후방, 측방으로 공 주고 받기 ② 전방, 후방, 측방으로 공 던지고 받기 ③ 공 물 속으로 밀어 넣기 ④ 공 안고 잠수하기 ⑤ 전방, 후방, 측방으로 한 발로 깡총 뛰기 ⑥ 자유영, 배영, 평영 발차기(누들을 겨드랑이에 끼고)
정리운동(5분)	전체 기간	① 제자리 걷기 ② 가벼운 신장 운동