

경직형 뇌성마비 아동에서 수중운동 프로그램과 지상운동 프로그램이 운동기능과 균형에 미치는 영향 비교

삼성서울병원 재활의학과¹, 삼육대학교 물리치료학과²

강 성 훈¹ · 배 영 현^{1,2}

Comparison between the Effect of Aquatic Exercise Program and Land Exercise Program in Spastic Cerebral Palsy on Motor Function and Balance

Sung-Hoon Kang, PT, MS¹, Young-Hyeon Bae, PT, MS^{1,2}

¹Department of Physical and Rehabilitation Medicine, Samsung Medical Center, Seoul,

²Department of Physical Therapy, Sahmyook University, Seoul, Korea

The purpose of this study was to evaluate the efficacy of a aquatic exercise program (AEP) compared with a land exercise program (LEP) in children with spastic cerebral palsy on motor function and balance. Thirty children with spastic cerebral palsy receiving edgewise treatment were randomly assigned to two groups, a AEP and a LEP. AEP and LEP were applied to two groups of children with spastic cerebral palsy for 30 minutes, three times a week for 8 weeks. Range of motion (ROM) of ankle dorsi flexion, Modified Ashworth Scale (MAS) while ankle dorsi flexed, Pediatric Berg's Balance Scale (PBS), and Gross Motor Function Measure (GMFM) were used for pre and post comparison. There were significant differences of ROM while ankle dorsi flexed, PBS and GMFM between pre and post treatment in all the two groups ($p < 0.05$). But as a measure of MAS while ankle dorsi flexed did not show a significant differences. And the was significant difference in the amount of change of the ROM while ankle dorsi flexion between the two groups ($p < 0.05$). The results would suggest that both of the exercise program are equally effective.

Key Words: Aquatic exercise, Balance, Land exercise, Motor function, Spastic cerebral palsy

서 론

제왕절개 등의 분만과 관련한 의학 기술의 발달로 정상분만 하는 경우가 많아졌으나 조산과 초 저체중아로 출생하는 뇌성마비 고위험군의 생존율이 증가하고 있다^{1,2)}. 2004-2008년간 국내 뇌성마비 환자의 유병률은 소아 1,000명당 3.2명으로 뇌성마비의 유병률은 낮아지지 않고 있다²⁾.

뇌성마비는 미성숙된 뇌의 병변이나 장애로 인하여 태아 시 또는 생후 첫 2년 이내 발생하는 비진행성 장애를 말하며 운동과 자세조절 능력을 상실하는 증상을 지니고 있다. 따라서

Received: July 10, 2012 Accepted: October 19, 2012

Correspondence: Young-Hyeon Bae

Department of Physical and Rehabilitation Medicine, Samsung Medical Center, 81 Irwon-ro, Gangnam-gu, Seoul 139-742, Korea

Tel: +82-2-3410-2839, Fax: +82-2-3410-0011

E-mail: baeyh@naver.com

© This is an Open Access article distributed 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.

적절한 치료를 받지 못하면 성장하면서 운동 기능의 발달 장애뿐만 아니라 비정상적인 움직임 패턴이 심화되는 양상을 나타낸다. 그리고 뇌성마비의 발생률은 높지 않다고 볼 수도 있으나 그 장애가 환자의 일생 동안 지속되는 경우가 대부분이므로 발생률은 높으나 쉽게 치료되는 타 질환보다 오히려 더 심각하다고 할 수 있다³⁾.

뇌성마비 중에 경직형은 근육의 과긴장(hypertension), 저긴장(hypotension)으로 인해 근골격계의 비정상적인 협응 형태를 보이고⁴⁾, 이러한 근육의 불균형은 다리와 골반에서 높은 긴장도를 만들 뿐만 아니라 체간의 불안정성을 유발하여 비정상적인 자세(abnormal posture)를 유발한다. 또한 자세 조절과 체중부하에 있어서도 발달장애를 일으켜 제한된 움직임을 만들며 앉고, 서고, 걷는데 어려움을 갖게 된다. 따라서 경직형 뇌성마비 아동에서 관절가동범위 및 근긴장도, 운동기능 등의 평가가 중요하다^{5,6)}.

현재 뇌성마비 아동의 운동기능과 균형을 회복시키기 위해 여러 가지 운동 프로그램 방법이 개발되어 이용되어지고 있다. 이러한 운동 중재 방법들은 대부분 지상운동이 주종을 이루고 있으며, 대부분 과도한 병적반사와 비정상적인 동작을 억제하는 쪽으로 초점이 맞추어져 있어 기능적으로 자세조절과 보행 형태를 개선하는데 상대적으로 효과가 떨어지는 한계점을 나타냈다¹⁾.

최근 국내에서 신체의 기능적 운동조절과 운동학습을 위한 운동 중재 방법으로써 수중운동 방법에 대한 관심이 확대되고 있는 실정이다. 뇌성마비 환자에서 수중운동은 신경근 촉진과 근력 향상, 지구력 향상, 관절가동범위 증가, 근육 이완, 근재교육, 균형감각과 안정성의 증진에 효과적인 것으로 알려져 있고⁷⁾, 수중운동이 근력강화와 경직을 감소시키는데 효과적일 뿐만 아니라, 심리적 안정과 새로운 경험에 대한 흥미를 유발시켜 오랜 시간 운동에 적극적으로 참여 할 수 있게 한다⁸⁾. 그리고 33°C-35°C의 물 온도는 근육의 경직 없이 스트레칭, 마사지를 통한 근골격계 이완의 효과와 통증 감소, 순환 개선, 과긴장성 근육군에 발생하는 소비성 대사를 감소시켜 움직임을 개선한다⁹⁾. 또한, 수중운동은 다양한 물의 유체역학적 특성에 의해 지상에서 움직일 수 없는 움직임을 충격이나 부상 없이 수행할 수 있는 장점을 가지고 있다⁷⁾.

기존의 연구들 중에는 편마비 환자들을 대상으로 지상운동과 수중운동을 실시 한 후 근 긴장도를 비교한 연구¹⁰⁾, 경직형 뇌성마비 아동들을 대상으로 수중운동을 실시할 때 수온에 따른 근 긴장도를 측정 한 연구¹¹⁾, 수중운동이 뇌성마비 아동의 운동기능, 보행패턴과 정적 균형에 미치는 영향을 알아 본

연구¹²⁻¹⁶⁾, 그룹 수중운동의 효과 연구¹⁷⁾가 진행되었다. 그러나 국내에서 수중운동이 확대되고 있는데 비해 기존의 지상운동과 효과를 비교 검증한 연구와 수중운동과 지상운동의 복합운동 프로그램의 연구는 미비한 실정이다.

따라서, 본 연구는 병원, 특수학교, 복지관 등 다양한 기관에서 뇌성마비 아동에서 수중운동 프로그램의 활용이 점점 활성화되고 있는 점을 고려하여, 경직형 뇌성마비 아동에서 수중운동 프로그램과 지상운동 프로그램이 하지 운동기능과 균형에 미치는 영향을 비교하여 수중운동 프로그램의 효과를 검증하고자 하였다.

연구 방법

1. 대상

서울 N 복지관에서 치료를 받는 경직형 뇌성마비 아동 중에 레어의 공식(Lehr's formula)에 의해 탈락률을 고려하여 대상자 선정기준에 적합한 36명을 대상자를 선정 한 후 무작위로 두 군으로 나누어 수중운동군 18명, 지상운동군 18명을 대상으로 하였다. 대상자 중 탈락자를 제외하여 최종분석 대상은 수중운동군 15명, 지상운동군 15명이었다. 대상자 선정기준은 뇌성마비 아동으로 항 경련제의 투여나 선택적 후근절제술 등의 외과적 수술을 시행하지 않는 경우로 연구자가 지시하는 내용을 이해하고 협조할 수 있을 정도로 의사소통이 가능한 아동, 아동과 아동의 부모가 본 연구의 목적을 이해하여 연구에 참여하는 것을 동의한 대상으로 하였다.

대상자의 일반적 특성과 의학적 특성은 Table 1과 같다.

Table 1. General and disease-related characteristics of subjects

Value	Aquatic exercise (n=15)	Land exercise (n=15)	χ^2/p
Sex (male/female)	11/4	8/7	0.942
Age (y)	8.40±2.19	8.06±2.40	0.067
Height (cm)	111.33±13.04	106.00±19.43	0.254
Weight (kg)	24.06±8.43	25.40±11.56	0.285
Spastic type			
Hemiparesis	5	4	0.651
Diparesis	6	6	
Quadriparesis	4	5	
GMFM type			
III	9	10	0.716
IV	6	5	

GMFM: Gross Motor Function Measure.

성별은 수중운동군에서 남성 11명과 여성 4명이었고 지상운동군에서 남성 8명과 여성 7명이었다. 수중운동군과 지상운동군의 평균 나이는 각각 8.40±2.19세와 8.06±2.40세, 평균 키는 각각 111.33±13.04 cm와 106.00±19.43 cm, 평균 몸무게는 각각 24.06±8.43 kg과 25.40±11.56 kg을 나타냈고 마비의 종류는 수중운동군에서 편마비형 5명, 양하지마비형 6명, 사지마비형 4명이었고 지상운동군에서 편마비형 4명, 양하지마비형 6명, 사지마비형 5명이었다. 그리고 대동작기능의 분류는 수중운동군에서 III형 9명, IV형 6명이었고 지상운동군에서 III형 10명, IV형 5명이었다.

2. 방법

본 연구에서는 수중운동과 지상운동을 물리치료사 각각 1명이 실시하였으며, 각 운동 프로그램에 대해 교육을 이수하고 경력 5년 이상의 숙달된 자로 선정하였다. 각 군에 따라 수중운동과 지상운동을 8주간에 걸쳐 주 3회, 1일 30분간 실시하였다. 8주간의 중재 후 두 군 모두 사전 검사와 동일한 사후 검사를 받았다.

운동 프로그램은 선행연구를 바탕으로 구성하였으며, 운동은 8주에 걸쳐 주 3회씩 연구자의 감독하에 수행되어졌다. 매회 운동 시간은 전체 30분으로 구성하였으며 수중운동군은 수중회전조절 프로그램(Halliwick rotation program)을 바탕으로 구성된 운동 프로그램을 30분간 실시하였고 지상운동군은 신경발달치료를 바탕으로 구성된 운동 프로그램을 30분간 실시하였다^{18,19}. 주차별로 목적에 따라 점진적으로 강도와 빈도를 증가시켰으며, 모든 운동은 치료사의 지도 및 감독하에 실시하였다. 또한 훈련을 시작하기 전에 물리치료사가 운동 프로그램에 대한 교육을 실시하고 운동 시 개인별 신체상태나 체력수준, 운동에 대한 이해를 고려하여 운동의 강도와 횟수를 점차 늘려 시행하였다.

1) 수중운동 프로그램

수중운동 프로그램은 32°C의 수온에서 Lambeck와 Stanat¹⁸가 제시한 수중회전조절 프로그램으로 Halliwick 10 point program을 바탕으로 구성된 운동 프로그램이다(Table 2). Halliwick 10 point program은 수중에서 자세조절을 위한 정신-감각-운동 학습단계(psycho-sensory-motor learning sequence)로서 유체역학과 더불어, 정신적 적응과 이탈(mental adjustment and disengagement), 균형조절과 이탈(balance control and disengagement), 운동과 이탈(movement and disengagement)의 3단계로 크게 구성된다. 정신적 적응은 환자가 수중이라는

Table 2. Halliwick 10 point program

The 10 point program	The three learning stage
Mental adjustment	Mental adjustment and disengagement
Sagittal rotation control	Balance control and disengagement
Transversal rotation control	
Longitudinal rotation control	
Combined rotation control	
Upthrust (mental inversion)	
Balance in stillness	
Turbulent gliding	
Simple progression	
Basic Halliwick movement (s)	Movement and disengagement

새로운 환경에 적응하고 정신적으로 완전하게 독립할 수 있도록 치료하는 동안에 계속 정신조절과 이탈이 번갈아 가면서 이루어져 한다. 균형조절은 수중에서 자세유지를 하기 위한 수중 운동조절로 각 신체축에 대한 회전력을 조절하여 균형을 유지해야 한다. 수중에서 회전조절이 이루어지면 스스로 물에 뜨게 되며 정신적 적응도 이루어진다. 마지막 단계인 운동에는 억제와 촉진단계가 있다. 억제단계에서는 스스로 물에 뜨는 능력을 획득한 후 가만히 물에 떠 있는 상태에서 균형을 이루어야 하고 와류에 의해 균형이 무너지지 않도록 해야 한다. 촉진 단계에서는 보다 큰 움직임으로 유영을 하는 단계로 수중에서 자유로운 움직임이 완성되는 단계이다¹⁸.

2) 지상운동 프로그램

지상운동 프로그램은 Bobath¹⁹가 제안한 신경발달치료원리에 기초하여 대상 아동의 현재기능 수준에 따라 개별화된 운동 프로그램 중재계획을 설정하였다(Table 3). 중재목표는 몸통 늘리기, 앉은 자세에서 일어나기, 균형 감각 조절, 다리 분리 운동 프로그램을 적용하는 동안 치료사의 핸들링으로 자세조절, 분리된 움직임, 균형감각의 향상 등을 촉진하였다¹⁹.

3) 측정 방법

연구 대상자들에게 운동 프로그램을 적용하기 전에 일반적 특성을 조사하였고 평가는 물리치료사 2명이 담당하였으며, 평가를 담당할 물리치료사는 치료를 실시하지 않았다.

평가에 앞서 발목관절의 배측굴곡 관절가동범위 및 근긴장도, 아동균형척도, 대동작기능 측정에 대하여 검사자 2명이 각 측정 도구에 관해 내용을 숙지하고 측정에 필요한 세부 내용은 동질성 확보를 위하여 조정하였다.

평가를 위한 도구는 발목관절의 배측굴곡 관절가동범위 및

Table 3. Land exercise program

Land exercise program	
Objective	Normalising postural tone, selectively movement Objective retraining balance reaction in sitting and standing Re-educating functional walk in Mat activities (side sitting, long sitting, rolling)
Warming up (10 min)	Mat activities (Kneel-standing, Half-kneel-standing, standing up from half kneeling)
Treatment (50 min)	Important activities for the trunk and lower limbs in lying activities in sitting Activities in standing with weight on the hemiplegic leg Activities during which the weight is on alternate legs Practical ways to facilitate walking Self-inhibition of associated reactions Protective step to regain balance Going up and down stairs
Cooling down (10 min)	Mat activities (side sitting, long sitting, rolling)

근긴장도, 아동균형척도, 대동작기능로 나누어 평가하였고, 모든 평가는 실험 전과 후에 시행하였다. 모든 평가는 연구자에 의해 직접 시행되었으며, 연구 대상자는 평가하기 전 평가에 대한 자세한 설명을 듣고 충분한 휴식으로 피로감이 없는 상태에서 소음이나 외부로부터의 방해받지 않는 독립된 공간에서 평가를 받도록 하였다. 평가 도중 어지럼증이나 중한 피로감이 있을 때는 즉시 평가를 중지하도록 하였으며 평가자와 평가 보조자는 연구 대상자의 상태를 계속 모니터링을 하였다.

(1) 발목관절의 배측굴곡 관절가동범위: 발목관절의 배측굴곡 관절가동범위 측정은 바로 누운 자세에서 베개를 사용하여 슬관절을 20° 굴곡시킨 후 발목관절이 침대 밖으로 나오게 한다. 외과의 중앙을 축으로 하고 고정자는 축과 비골두의 연장선에 위치하고 이동자는 전족부 외측연에 위치하여 배측 굴곡 시에 나타나는 관절각을 측정하였다¹¹⁾.

(2) 발목관절의 배측굴곡 근 긴장도: 근긴장도의 측정도구로 보정한 Modified Ashworth Scale (MAS)를 사용하였으며, 측정은 실험 대상자의 양말을 제거하고 침상에 앉은 자세에서 족관절의 배측굴곡 및 저측굴곡 운동을 수동으로 5-8회 시행한 후 긴장도를 MAS 등급에 의해 측정한다²⁰⁾.

(3) 균형 능력: 균형능력 측정은 아동균형척도(Pediatric Berg's Balance Scale, PBS)를 사용하였다. Berg 균형척도를 수정하여 뇌병변 질환과 발달장애로 인한 경도 또는 중증도의 운동 장애를 가진 아동에게 적용할 수 있는 균형 검사 도구인 PBS를 개발하였고, 이 측정 도구는 전체 14항목으로 구성되어 있으며 아동이 그 항목에 대해 정확히 이해하도록하여 구두로 설명하거나, 시범을 보여주거나, 연습기회를 제공한다. 각각의 항목에서 독립적인 수행정도에 따라 0점에서 4점까지 5점 척도로 측정한다. 한글로 번역한 아동균형척도의 측정자간 신뢰도는 0.97로 높은 신뢰도를 보였고 본 연구에서도 0.95로

높은 신뢰도를 보였다²¹⁾.

(4) 대동작 기능: 대동작기능(Gross Motor Function Measure, GMFM)은 시간경과에 따른 뇌성마비 아동의 대동작기능의 변화를 측정하기 위해 개발된 도구이며 5개의 기능적 영역(높기와 뒤집기, 앉기, 네발기기와 무릎서기, 서기, 걷기/달리기/도약하기)에서 전체 88개 항목으로 이루어져 있으며, 점수부여는 4점 척도를 적용한다. 0점은 전혀 수행 못하는 경우, 1점은 그 과제를 10% 미만 수행한 경우, 2점은 과제의 수행정도가 10-100% 미만인 경우, 3점은 완전히 수행한 경우에 부여된다. 한글로 번역한 대동작기능의 측정자간 신뢰도는 0.94로 높은 신뢰도를 보였고 본 연구에서도 0.93으로 높은 신뢰도를 보였다²²⁾.

3. 통계 처리

연구의 모든 통계적 분석은 SPSS ver. 19.0 (IBM, Armonk, NY, USA)을 이용하였다. 모든 자료는 Shapiro-Wilk 검정 방법을 통해 검정을 실시하였다. 각 집단내 프로그램 실시 전·후 차이 비교 분석은 대응표본 t검정(paired t-test)을 이용하였으며, 프로그램 실시에 따른 집단과 시기 간의 상호작용 및 집단 간 차이에 대한 주 효과 검정은 이원 반복측정 분산분석(2-way analysis of variance repeated measure)을 이용하였다. 집단간 변화량의 차이를 비교하기 위하여 독립표본 t검정(independent t-test)을 실시하였다. 모든 통계적 유의수준은 0.05 이하로 하였다.

결 과

1. 중재에 따른 전과 후 변화 비교

수중운동군과 지상운동군의 실험전 측정 항목의 점수는

Table 4. Change of measurement factors between before and after

Variable	Group	Before	After	t	F	
Dorsi flexion of ankle	ROM	Aquatic exercise (n=15) Land exercise (n=15)	-6.00±3.87 -3.67±4.80	5.60±4.66 2.67±4.63	-2.68* -2.12*	8.341 [†]
	MAS	Aquatic exercise (n=15) Land exercise (n=15)	1.80±0.41 1.67±0.49	1.40±0.51 1.27±0.46	0.83 0.71	
PBS	Aquatic exercise (n=15) Land exercise (n=15)	14.27±10.69 14.73±7.08	18.27±11.52 17.93±6.47	-3.31* -3.11*	2.234	
	GMFM	Aquatic exercise (n=15) Land exercise (n=15)	56.52±16.87 58.26±17.64	62.90±19.07 64.24±17.16		-3.78* -3.46*

Values are presented as mean±standard deviation.

ROM: Range of Motion, MAS: Modified Ashworth Scale, PBS: Pediatric Berg’s Balance Scale, GMFM: Gross Motor Function Measure.

*Paired t-test, p<0.05; [†]Two-way analysis of variance repeated measure, p<0.01.

차이가 없었으며, 전과 후의 변화는 다음과 같다.

집단과 시기 간의 상호작용효과는 관절가동범위(p<0.01)에서만 유의하게 나타났다. 수중운동군에서 실험 전과 후 발목관절의 배측굴곡 관절가동범위는 -6.00°±3.87°에서 5.60°±4.66°로, 아동균형척도는 14.27±10.69에서 18.27±11.52로, 대동작기능은 56.52±16.87에서 62.90±19.07로 모두 유의하게 증가하였고(p<0.05) 발목관절의 배측굴곡 근긴장도는 1.80±0.41에서 1.40±0.51로 감소하였으나 유의한 차이를 보이지 않았다. 지상운동군에서 실험 전과 후 발목관절의 배측굴곡 관절가동범위는 -3.67°±4.80°에서 2.67°±4.63°로, 아동균형척도는 14.73±7.08에서 17.93±6.47로, 대동작기능은 58.26±17.64에서 64.24±17.16로 모두 유의하게 증가하였고(p<0.05) 발목관절의 배측굴곡 근긴장도는 1.67±0.49에서 1.27±0.46로 감소하였으나 유의한 차이를 보이지 않았다(Table 4).

2. 두 군 간에 실험 전과 후 변화량 차이 비교

수중운동군과 지상운동군 간에 실험 전과 후의 변화량 비교는 다음과 같다. 수중운동군과 지상운동군 간에 실험 전과 후 변화량을 비교해보면 발목관절의 배측굴곡 관절가동범위는 수중운동군 11.61°±5.45°와 지상운동군 6.34°±6.82°으로 두 군 간에 유의한 차이를 보였다(p<0.05). 그러나 발목관절의 배측굴곡 긴장도는 수중운동군 0.40±0.79과 지상운동군 0.39±0.83, 아동균형척도는 수중운동군 4.00±14.76과 지상운동군 3.21±11.32, 대동작기능은 수중운동군 6.37±27.41, 지상운동군 5.98±28.97로 두 군 간에 유의한 차이를 보이지 않았다(Table 5).

고 찰

물과 같이 점성이 있는 액체를 통하여 물체를 움직이는

Table 5. Comparison of between experimental and control

Variable	After-before		t
	Aquatic exercise	Land exercise	
Dorsi flexion of ankle			
ROM	11.61±5.45	6.34±6.82	2.221*
MAS	0.40±0.79	0.39±0.83	0.413
PBS	4.00±14.76	3.21±11.32	0.586
GMFM	6.37±27.41	5.98±28.97	0.529

Values are presented as mean±standard deviation.

ROM: Range of Motion, MAS: Modified Ashworth Scale, PBS: Pediatric Berg’s Balance Scale, GMFM: Gross Motor Function Measure.

*Independent t-test, p<0.05.

것이 점성이 상대적으로 적은 공기를 통해서 움직이는 것보다 더 많은 체성감각 입력(somatosensory input)을 만들어낸다고 했다²³⁾. 또한, 움직임에 대한 저항이 피부의 팽창 혹은 신장을 야기시키는데 이것은 기계적 수용기(mechano receptor)들을 빠르게 적응시키는 자극을 유발시키고 고유수용성감각(proprioception)에 기여한다고 하였으며, 물의 부력, 저항 등의 효과로 인해 신체 전반 부위에 고유수용기에 대한 자극이 저하된 기능을 향상시킬 수 있다고 주장하였다²⁴⁾. 이러한 장점을 통해 수중에서는 개방역학적 운동(open kinetic chain exercise)과 폐쇄역학적 운동(close kinetic chain exercise)을 지상에서보다 쉽게 적용할 수 있으며, 머리의 회전조절을 통해 다양한 자세를 유지할 수 있다²⁵⁾.

본 연구의 결과를 보면 발목관절의 배측굴곡 관절가동범위에서는 치료 전·후 두 군 모두에서 통계학적 유의한 차이가 나타났고 두 군 간에는 수중운동 프로그램군이 발목관절의 배측굴곡 관절가동범위에 유의하게 더 많은 증가를 보였다.

그리고 발목관절의 배측굴곡 근긴장도는 치료 전·후 두 군 모두에서 감소하였지만 유의한 차이가 없었다. 뇌졸중 환자에게 관절가동범위 운동을 매트와 수중에서 적용한 결과, 수중에서 관절가동범위가 더 크게 증가하였고¹⁰⁾, 뇌성마비 아동에게 물의 온도에 달리하여 수중운동 프로그램을 적용하였을 때 근긴장도에 변화가 모두 유의하게 나타났다¹¹⁾. 그러나 본 연구에서는 근긴장도 평가를 위해 근전도를 사용한 선행 연구와 달리 6단계로 구분되는 MAS로 측정하여 근긴장도의 전·후 변화값이 크게 차이를 보이지 않았기 때문에 유의한 결과를 보이지 못한 것으로 생각된다.

경직성 편마비와 양하지 마비 아동에서 동일 연령의 정상 아동에 비해 정적 선 자세, 동적 앉은 자세의 균형조절능력이 감소된 소견을 보여 경직형 뇌성마비 아동의 정적 선 자세와 동적 앉은 자세 균형조절능력의 향상을 위한 집중적인 훈련이 필요하다고 제시하였다¹³⁾. 본 연구에서는 아동균형척도에서는 수중운동군과 지상운동군 모두 실험 전·후에 유의하게 향상된 것으로 나타났지만 두 군 간에는 유의한 차이를 보이지 않았다. 경직형 뇌성마비 아동에게 12주간 수중운동을 실시한 후 균형이 유의하게 증가하였고²⁶⁾, 같은 대상으로 48주간 수중운동 적용시 균형이 유의하게 증가하였다²⁷⁾. 그리고 경직형 뇌성마비 아동에서 신경발달치료를 바탕으로 체간 안정화 운동을 포함한 지상운동은 앉은 자세의 균형, 일상생활 동작, 아동균형척도 점수가 향상되었다고 하였다²⁸⁾. 본 연구에서 수중운동과 지상운동 간에 균형능력에서 유의한 차이는 보이지 않았으나 두 군 모두 치료 적용후 균형능력의 향상을 볼 수 있었다. 이는 두 운동 모두 경직형 뇌성마비 아동들의 균형능력 향상에 효과를 보이지만 어떤 방법이 더 효과적인지는 알 수 없었다.

경직성 하지마비 아동에서 근력강화운동을 바탕으로 구성된 지상운동 적용 전·후 대동작기능의 점수가 향상되었다²⁹⁾. 그리고 체간 근력 강화 훈련을 기반으로 한 수중운동 뇌성마비 아동의 앉은 자세, 하지 근긴장도와 대동작기능 점수에서 유의하게 증가하였으며³⁰⁾, 본 연구에서도 지상운동 뿐만 아니라 수중운동 모두 뇌성마비아동의 대동작기능 향상에 도움이 되는 것으로 나타났지만 두 군 간에는 유의한 차이를 보이지 않았으며, 본 연구는 각 항목의 점수를 비교한 것이 아니라 총점을 비교한 한계점이 있었다.

따라서, 본 연구는 경직형 뇌성마비 아동에서 수중 운동과 지상운동이 운동기능과 균형의 향상에 동등한 효과를 보이는 것을 확인할 수 있었다. 앞으로 수중 운동의 효과를 과학적으로 검증하기 위하여 다양한 운동 프로그램과의 비교 연구,

객관적인 변수를 이용한 연구와 복합적 구성된 운동 프로그램의 연구가 필요할 것으로 보인다.

참 고 문 헌

1. Kim MK. Quantitative analysis and classification of the subtalar joint in standing and walking of children with cerebral palsy [dissertation]. Seoul [KR]: Sahmyook University; 2003.
2. Brown JE, O'Hare NJ. Review of the different methods for assessing standing balance. *Physiotherapy* 2001;87:489-95.
3. Winters TF Jr, Gage JR, Hicks R. Gait patterns in spastic hemiplegia in children and young adults. *J Bone Joint Surg Am* 1987;69:437-41.
4. Jones ET, Knapp DR. Assessment and management of the lower extremity in cerebral palsy. *Orthop Clin North Am* 1987;18:725-38.
5. Gudjondottir B, Mercer VS. Hip and spine children with cerebral palsy: Muscularskeletal development and clinical implication. *Pediatr Phys Ther* 1997;9:179-85.
6. Song BH. The effect of an exercise using elastic theraband strengthening trunk muscles on the static sitting posture for children with CP. *Korean J Spec Educ* 2003;10:301-7.
7. Kim TY, Kim KY, Lambeck J. Hydrotherapy in rheumatoid arthritis. *J Korean Soc Phys Ther* 2000;12:407-14.
8. Hutzler Y, Chacham A, Bergman U, Szeinberg A. Effects of a movement and swimming program on vital capacity and water orientation skills of children with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol* 1998;40:176-81.
9. Bates A, Hanson N. *Aquatic exercise therapy*. Philadelphia; Saunders: 1996.
10. Chon SC, Yoon SI, Oh DW, Shim JH, Lee GW, Ahn CS. The effect of submerged relaxation exercise on muscle tone in persons with hemiparesis. *J Korean Acad Univ Trained Phys Therapists* 2006;13:84-91.
11. Seo SK. Quantitative evaluation of muscle tonus by pool temperature during the aquatic therapy [dissertation]. Seoul [KR]: Dongshin University; 2004.
12. Kim MJ. Effects on the gross motor skills of the children with hemiplegia by aquatic rehabilitation exercise [dissertation]. Changwon [KR]: Changwon National University; 2008.
13. Chung BK. The effect of aquatic rehabilitation exercise in interventions on gait pattern in pediatric with spastic cerebral palsy. *J Phys Growth Motor Dev* 2008;16:193-8.
14. Chung BK. The effects of 16 weeks aquatic rehabilitation exercise on gross motor function in pediatric with cerebral

- palsy. *J Korean Soc Leisure Sport* 2004;8:95-106.
15. Choi CN. The effect of aquatic rehabilitation exercise program on static balance in cerebral palsy. *Seongjijaehwaryeongu* 2009;18:58-79.
 16. Kim SH, Ko YH, Yoon YB. Effect of aquatic exercise on body composition, fitness and pulmonary function of spastic cerebral palsy. *J Korea Contents Assoc* 2005;5:37-44.
 17. Ballaz L, Plamondon S, Lemay M. Group aquatic training improves gait efficiency in adolescents with cerebral palsy. *Disabil Rehabil* 2011;33:1616-24.
 18. Lambeck J, Stanat FC. The Halliwick concept. *J Aquatic Phys Ther* 2000;8:6-11.
 19. Bobath K. A neurophysiological basic for the treatment of cerebral palsy. 2nd ed. Philadelphia: JB Lippincot; 1980.
 20. Allison SC, Abraham LD. Sensitivity of qualitative and quantitative spasticity measures to clinical treatment with cryotherapy. *Int J Rehabil Res* 2001;24:15-24.
 21. Ko MS, Lee NH, Lee JA, Jeon HS. Inter-examiner reliability of the Korean version of the pediatric balance scale. *J Korean Acad Univ Trained Phys Therapists* 2008;15:86-95.
 22. Yi CH, Hwang SG, Choi HS. Inter-rater reliability of the gross motor function measure. *J Korean Acad Univ Trained Phys Therapists* 1995;2:1-13.
 23. Geigle PR, Cheek WL, Gould ML, Hunt HC III, Shafiq B. Aquatic physical therapy for balance: the interaction of somatosensory and hydrodynamic principles. *J Aquatic Phys Ther* 1997;5:4-10.
 24. Bandy WD, Sanders B. Therapeutic exercise: techniques for intervention. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2001.
 25. Hinman RS, Heywood SE, Day AR. Aquatic physical therapy for hip and knee osteoarthritis: results of a single-blind randomized controlled trial. *Phys Ther* 2007;87:32-43.
 26. Chung JK, Lim SJ. The Effect of aquatic exercise on physical fitness of children with cerebral palsy. *J Spec Educ: Theory Pract* 2002;3:91-108.
 27. Lim JH. The effect of aquatic rehabilitation exercise on children with cerebral palsy patients in terms of body composition, physical fitness and breathing capacity. *Seongjijaehwaryeongu* 2007;15:78-109.
 28. Hwang YB. The effect of stabilization exercise in children with spastic diplegia [dissertation]. Busan [KR]: Catholic University of Busan; 2006.
 29. Ko MS. The effects of strength training on motor function and activity daily living with cerebral palsy. *Seongjijaehwaryeongu* 2005;13:35-53.
 30. Lee JH. The effects of strengthening trunk muscles using water exercises on sitting posture and muscle tone in lower extremities for the children with cerebral palsy [dissertation]. Seoul [KR]: Dankook University; 2006.