

## 뇌성마비 아동의 운동중재 방법에 따른 횡격막 움직임, 호흡기능, 호흡근력의 비교

강민수 · 심재훈<sup>1</sup> · 강선영<sup>2†</sup>

최재활의학과의원 물리치료실, <sup>1</sup>백석대학교 보건학부 물리치료학과, <sup>2</sup>한국산업진흥원 기업부설연구소

### Comparisons of Diaphragm Movement, Pulmonary Function, and Pulmonary Strength Among Exercise Methods in Children with Cerebral Palsy

Min-Soo Kang · Jae-Hoon Shim<sup>1</sup> · Sun-Young Kang<sup>2†</sup>

Dept. of Physical Therapy, Choi's Rehabilitation Hospital

<sup>1</sup>Dept. of Physical Therapy, Division of Health Science, Baekseok University

<sup>2</sup>Company-affiliated Research Institute, Korea Industry Development Institute

Received: January 13, 2018 / Revised: January 15, 2018 / Accepted: January 30, 2018

© 2018 J Korean Soc Phys Med

#### | Abstract |

**PURPOSE:** This study assessed the effect of exercise intervention methods on diaphragm movement, pulmonary function, and pulmonary strength in children with cerebral palsy (CP).

**METHODS:** A total of 28 children with CP were randomly allocated to the general exercise group (n=9, GEG), respiratory exercise group (n=10, REG), and intensive exercise group (n=9, IEG). The exercise intervention was performed for 12 weeks. This study measured diaphragm movement, pulmonary function, and pulmonary strength under two different conditions before and after each exercise.

Ultrasonography was used for measuring diaphragm movement, and Pony Fx was used to measure the forced expiratory volume in one second (FEV<sub>1</sub>), peak expiratory flow (PEF), maximum inspiratory pressure (MIP), and maximum expiratory pressure (MEP). A Mann-Whitney test and ANOVA with a significance level of .05 were used for statistical analysis.

**RESULTS:** Significant change was observed between the REG and the IEG as well as between the GEG and the IEG (p<.05). No significant difference was observed between the GEG and the REG. The diaphragm movement, FEV<sub>1</sub>, PEF, MIP, and MEP were most improved in the IEG (p<.01).

**CONCLUSION:** This study confirmed that intensive exercise is the most effective treatment method for improving diaphragm movement and respiratory function in CP children.

**Key Words:** Cerebral palsy, Diaphragm, Pulmonary function, Ultrasonography

†Corresponding Author : Sun-Young Kang  
sykang0727@gmail.com, <http://orcid.org/0000-0002-8843-6006>  
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.

## I. 서론

일반적인 운동발달 장애를 동반하는 뇌성마비는 천명당 2~2.5명의 발생률을 보이며, 최근 의학의 발달로 저체중아와 주산기의 뇌의 저산소 허혈증, 뇌혈관의 경색을 동반한 미숙아의 생존률 증가로 뇌성마비 발생률은 증가하고 있다(Wood, 2006). 뇌성마비는 미성숙한 뇌의 비정상적인 조건과 비 진행성 병변으로 인한 움직임, 자세, 운동기능의 장애로 정의하며(Blair와 Watson, 2006), 신경 운동장애뿐만 아니라 약한 근력, 움직임의 부적절한 속도, 움직임에 있어 높은 에너지 소비, 낮은 심폐기능 등의 특징을 갖는다(Bax 등, 2005).

호흡계(pulmonary system)는 인체에서 중요한 기능을 차지한다. 호흡계의 가장 중요한 역할은 에너지를 생산하는 산소를 체내의 혈액 및 조직 사이에서 이산화탄소와 함께 공급하는 것으로, 기체 교환 과정을 통해 신체의 산-염기(acid-base) 평형을 조절하고 신진대사 작용에 중요한 영향을 미친다(Macklem 등, 1978). 호흡(breathing)은 흡기(inspiration)와 호기(expiration)으로 나눈다. 호흡운동에서 흡기는 능동적 수축에 의해서 이루어지고 호기는 폐와 가슴벽의 탄성 복원력(elastic recoil power)에 의해서 수동적으로 이루어진다. 흡기 시 늑골부과 복부의 근육이 흉강의 부피를 증가시키고 음압을 형성하여 폐로 공기가 들어오도록 한다(Hillebrand, 2016). 흡기에 주로 관여하는 근육은 횡격막(diaphragm)으로 75%를 담당하며 이외에 바깥사이갈비근(external intercostal muscle)과 속갈비사이근(internal intercostal muscle)이 관여한다(Macklem 등, 1978).

횡격막은 주요 호흡근육이며 횡격막의 손상은 호흡과 관련된 중대한 문제를 일으킨다(Wilcox과 Pardy, 1989). 횡격막은 돔 모양의 근육 섬유성 종격으로 흉강과 복강을 분리하고 흡기시에는 수축하여 돔은 아래로 움직이고 호기 시 횡격막의 상승은 팽창된 폐의 탄력적 반동과 복근의 긴장도에 의해 순수하게 수동적으로 일어난다(McCandless, 1975). 유아기에는 호흡 보조근과 흉곽 움직임이 덜 발달하여, 이때 발생하는 횡격막의 마비는 매우 치명적인 호흡문제를 일으킨다(Tarver, 1989). 특히 뇌성마비 아동은 호흡을 조절하는 신경로

의 문제로 횡격막의 기능부전이나 마비가 일어날 수 있고, 불충분한 호흡 근력은 흉벽 구조의 변형과 감소된 흉벽의 움직임과 관련 되어 있다고 보고된다(Ersoz 등, 2006).

뇌성마비 아동의 감소된 호흡기능을 향상시키기 위해, 수동적으로 구르기를 시키거나 상체를 들어 올리는 것만으로도 분비물 배출에 도움이 되고, 많은 움직임과 함께 비눗방울을 불거나 악기를 부는 동작들은 흡기근의 근력을 강화시킬 수 있다(Charusisin 등, 2010). 이전 연구자들은 뇌성마비 아동에게 흉곽확장과 흡기근 근력 강화운동을 포함한 집중적인 호흡재활운동이 악화되는 흉곽 움직임과 폐 기능을 방지 하기 위한 중요성을 강조하며(Ersoz 등, 2006), 흡기근 훈련이 흡기근의 근력을 증가시킬 수 있고 마비된 횡격막 움직임도 증가시킬 수 있다고 보고하였다(Kodric 등, 2013).

또한 전신적인 운동훈련은 호흡 기능을 증가시킬 수 있고 증가된 호흡은 많은 운동수행과 연관된다(Mendelson 등, 2014). 이전 연구에서 뇌성마비 아동에게 유산소 운동(cycle ergometer training)을 적용하여 최대 산소 소비량(peak oxygen consumption), 심박동수(Heart rate), 환기(ventilation)등의 심폐기능이 향상됨을 보고되었다(Nsenga 등, 2013). 또한 뇌성마비 아동의 운동기능(Gross motor function)이 좋아질수록 횡격막 움직임의 크기, 호흡기능, 호흡근력이 좋아지는 것이 보고되었으며(Kang, 2014), 이는 전반적인 운동기능 향상이 호흡기능 향상에 중요한 역할을 한다는 것을 의미한다.

이전 많은 연구들에서는 호흡에 문제가 있는 환자를 대상으로 유산소 전신운동 및 흡기근 저항운동 후 호흡기능의 향상에 대해 언급하고 있지만, 실질적인 횡격막 움직임에 미치는 영향에 대한 연구는 부족한 실정이며, 각 운동중재 방법간 횡격막 움직임의 비교 연구는 없는 실정이다. 횡격막의 기능적인 평가는 호흡기능에 관련 있는 흉복부 복합체의 근육이기 때문에 임상적으로 매우 중요하다(Anraku와 Shargall, 2009). 이러한 목적으로 초음파 M-mode를 이용한 평가 방법은 비 침습적이고 침상에서도 쉽게 평가할 수 있는 장점을 가지고 있어, 최근 초음파 M-mode를 이용한 횡격막

Table 1. General characteristics (mean±SD)

	GEG	REG	IEG
Gender (M/F)	5/4	5/5	5/4
Age (years)	6.5±.54	6.4±.52	6.44±.53
Height (cm)	122.5±6.19	118.8±5.33	119.22±3.15
Weight (kg)	24.62±3.62	23.1±2.77	24.44±1.94
Chest (cm)	60.18±5.2	61.04±4.11	60.34±4.37
Waist (cm)	58.7±1.86	58.9±1.77	57.5±1.25

GEG: general exercise group, REG: respiratory exercise group, IEG: intensive exercise group

움직임의 평가 방법이 추천되고 있다(Epelman 등, 2005). 이에 본 연구는 전반적인 운동기능을 향상시키는 일반운동 프로그램과 집중운동 프로그램, 그리고 호흡에 초점을 맞춘 호흡운동 프로그램을 비교하여 운동 중재 방법에 따른 횡격막 움직임의 크기, 호흡기능, 호흡근력의 변화를 알아보고, 뇌성마비아동에게 보다 효과적인 호흡기능 향상을 위한 운동 중재방법을 제시하고자 한다. 본 연구의 가설은 뇌성마비아동에게 적용한 운동 중재방법에 따라 운동중재 전·후의 횡격막 움직임의 크기, 호흡기능, 호흡근력의 변화가 있을 것이며, 적용한 운동중재 방법간에 차이가 있을 것이다.

## II. 연구방법

### 1. 연구 대상자

본 연구의 안산시에 소재하고 있는 대학병원과 재활병원에서 뇌성마비 아동으로 진단을 받고 운동치료를 받는 뇌성마비 아동을 연구대상자로 선정하였다. 운동중재 방법 중 집중 운동군은 물리치료와 작업치료를 집중적으로 받기위해 낮병동에 입원한 아동을 대상으로 진행하여야 하기 때문에, 모든 연구대상자들을 7세 미만의 미취학 아동을 대상으로 진행하였다. 또한 협응의 문제와 입술을 잘 오므리지 못하는 무정위 타입의 뇌성마비 아동과 심한 인지기능의 장애 및 심한 근골격의 구축과 변형이 있는 경우에 연구에서 제외하였으며, 대운동기능척도 수준 3이상 아동을 대상으로 주로 이동이 가능한 아동을 대상으로 진행하였다.

총 41명의 연구대상자 중 호흡기능 측정 시 측정도구에 입을 오므리지 못하는 경우, 자발적인 호흡과 깊은 호흡을 이해하지 못하는 경우 등 중도 탈락자 13명이 발생하였으며, 13명을 제외한 집중운동 9명, 호흡운동 10명, 일반운동 9명으로 총 28명이 연구결과에 사용되었다. 연구대상자의 선정 시 모든 연구대상자의 부모와 대상자에게 본 연구의 목적과 취지에 대해 설명하고, 연구의 참여에 동의한 아동을 대상으로 진행하였다. 대상자들의 일반적인 특성은 다음과 같다(Table 1).

### 2. 연구 설계

본 연구는 일반운동 9명, 호흡운동 10명, 집중운동 9명을 대상으로 운동 전 후 횡격막 움직임의 크기, 호흡기능, 호흡근력을 측정하였다. 일반운동은 일일 30분씩 1회의 물리치료, 30분씩 1회의 작업치료, 주 3회, 총 12주간 실시하였다. 호흡운동군은 일일 30분씩 1회의 호흡치료, 30분씩 1회의 작업치료, 주 3회, 총 12주간 실시하였다. 집중운동은 일일 30분씩 4회의 물리치료, 30분씩 2회의 작업치료, 주 5회, 총 12주간 실시하였다. 운동 중재 방법의 효과를 알아보기 위해 운동 전·후 2회 걸쳐 측정을 통해 운동의 효과를 확인하였다.

모든 측정은 임상경력 20년차 이상의 물리치료사 1인이 실시하였고, 초음파 측정 또한 전문적으로 교육을 받은 물리치료사 1인이 실시하였다. 병원에 따로 위치한 측정실에서 아동과 부모, 측정자만 있는 아늑한 환경을 만들어 아동의 긴장감을 줄이고, 아동이 측정자와의 안정된 교감을 이루기 위해, 또한 초음파 장비를 하나의 장난감으로 탐색할 수 있는 시간을 주기 위하여

측정실 안에서 다과시간을 가지고 충분히 준비가 된 후 측정을 시작하였다. 연구과정 중 발생할 수 있는 뇌성마비 아동의 간질, 심한 통증, 컨디션 저하 등과 같은 의학적 문제가 있을 경우 연구를 중단하고 재활의학과 의사에게 의뢰하여 건강상태를 진단 받도록 계획하였으나 연구기간 중 의학적 문제는 없었다.

### 3. 측정도구 및 측정방법

#### 1) 횡격막 움직임의 크기

연구대상자는 엉덩관절과 무릎관절을 90도 굽히고 바로 누운 자세를 한 후, 동일한 측정자가 탐촉자를 직각 방향으로 위치하여 오른쪽 8번과 9번 갈비뼈 사이의 부위를 측정하였다. 초음파 빈도(frequency)는 3.5~5.0 MHz 사이를 사용하였으며(Epelman 등, 2005), 대상자들은 모니터를 통한 시각적 바이오피드백을 받지 못하도록 하였다. 본 연구는 횡격막 움직임의 크기를 측정하기 위해 M-mode 옵션이 있는 초음파(GE volusonS8)를 사용하였다. 초음파 영상에서 정상적인 흡기 시 횡격막의 수축은 윗방향 굴곡(upward in flexion)으로 보여지며, 호기 시 아랫방향 굴곡(downward in flexion)으로 보여진다(Ayoub 등, 1997). 횡격막 움직임의 크기는 초음파영상 진단기에 내장된 캘리퍼를 이용하였으며, 편안한 호흡(quiet breathing; QB)과 심호흡(deep breathing; DB) 시 각각 3회 실시하여 평균값을 분석에 이용하였다. 초음파를 이용한 횡격막 움직임 측정은 측정자내 신뢰도가  $r=.99$ 로 매우 높음으로 보고된다(Boussuges 등, 2009).

#### 2) 호흡기능과 호흡근력

본 연구에서는 연구대상자들은 폐활량 측정기(Pony FX MIP/MEP, Cosmed Srl, Italy)를 사용하여 호흡기능과 호흡근력을 측정하였다. 정확한 측정을 위하여 검사대상자가 이해할 수 있도록 충분한 설명을 하고 시범을 보여준 다음 엉덩관절을 90° 굽혀 앉은 자세에서 실시하였다. 먼저 평상시 편안한 호흡 3회 정도 한 후에 최대한 공기를 들며 마신 후 최대한 공기를 부는 심호흡을 각각 3번 평가한 후 그 평균값을 이용하였다. 호흡기

능은 1초안에 최대 호기 할 수 있는 공기의 최대량의 측정치로 기도폐쇄 유무와 기도 폐쇄의 손상정도를 알아내는 데 유용한 파라미터인 최대호기속도(peak expiratory flow, PEF)와 가능한 최대로 흡기 후 노력성호기를 시작하고 1초간 내쉬 호흡량을 가리키는 1초 노력성 호기량(forced expiratory volume in 1 sec, FEV1)를 측정하였다(Quanjer 등, 1997). 또한 호흡근력 측정을 위해 최대흡기압(maximum inspiratory pressure; MIP)과 최대호기압(maximum expiratory pressure; MEP)을 측정하였다. 호흡근력은 닫힌 기도에 대한 흡기와 호기 시 발생하는 최대정적압력을 측정하여 평가하며, 최대정적압력은 공기의 흐름이 멈춘 상태에서 폐용적에 형성된 압력을 의미한다(Lynn 등, 1994). MIP는 흡기시 최대 흡기압력으로 횡격막의 압력을 반영한다. 폐활량 측정기를 이용한 평가는 측정자 내 신뢰도는  $r=.99$ 로 매우 높음으로 보고된다(Finkelstein 등, 1993).

### 4. 운동방법

#### 1) 일반운동 프로그램

일반운동은 일주일에 3일 물리치료 1회 30분 관절가동운동, 수동 신장운동, 복근운동, 근력강화운동, 균형운동, 기기운동, 무릎서기운동, 걷기운동, 횡격막 운동 등을 실시하였고 작업치료 1회 30분 상지의 관절운동, 구강 운동, 일상생활동작훈련 등을 실시하였다. 횡격막 운동은 복부 근육을 이완시켜 흡기 시에 횡격막이 아래로 내려가 깊은 호흡을 유도 하였다.

#### 2) 호흡운동 프로그램

호흡운동은 일주일에 3일 동안 호흡치료(호흡운동) 30분 1회와 작업치료 30분 1회를 실시하였다. 아동의 능력에 따라 오카리나, 휘슬, 메탈 카주, 사운드 호스, 워터 플랫, 하모니카불기 등을 실시하였고, 입술을 오므리고 천천히 내쉬면서 종이 불기, 촛불 끄기, 풍선 불기 등을 실시하였다. 또한 호흡기기를 이용하여 흡기 근육 강화운동을 실시하였다. 하모니카 호흡운동은 흡기 호기를 유도하여 횡격막을 강화시키고 정상적인 호흡패턴을 하모니카 소리를 듣고 파악 할 수 있다. 작업

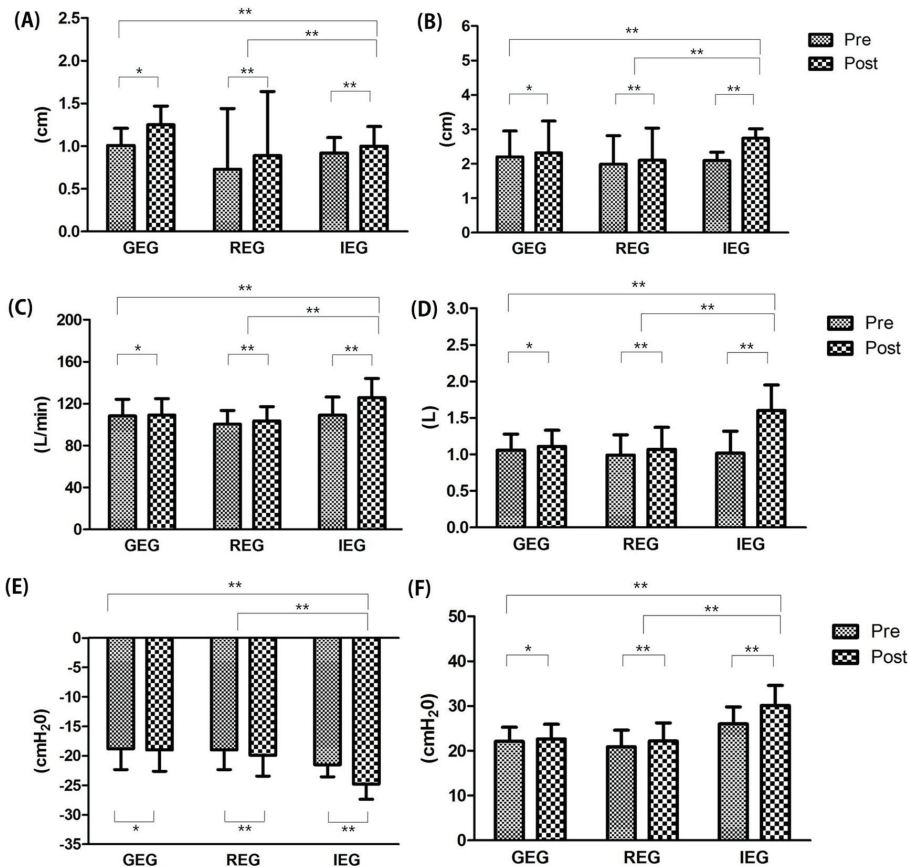
치료는 관절운동, 구강 운동, 일상생활동작훈련 등을 실시하였다.

### 3) 집중운동 프로그램

집중운동은 일주일에 5일 동안 낮 병동 입원치료를 받는 아동을 대상으로 진행하였다. 물리치료는 하루에 30분씩 4회에 걸쳐 관절가동운동, 수동 신장운동, 근력 강화운동, 균형운동, 기기운동, 무릎서기운동, 걷기운동, 횡격막 운동 등을 실시하였다. 작업치료는 하루에 30분씩 2회에 걸쳐 상지의 관절가동운동, 구강 운동, 일상생활동작훈련 등을 실시하였다.

### 5. 분석방법

본 연구에서 본 연구에서 수집된 모든 자료는 부호화한 후 윈도우용 통계처리 프로그램(SPSS 18.0)으로 통계 처리하였다. 수집된 자료의 변수에 대하여 평균 및 표준편차를 산출하고, 연구 대상의 일반적 특성을 알아보기 위하여 기술통계를 이용하였다. 운동방법(일반운동, 호흡운동, 집중운동)에 따른 운동 전·후 차이를 확인하기 위해서 정규성 검정결과에서 Shapiro-wilk의 유의수준이 .05미만인 변수로 비모수적 방법으로 Mann-Whitney 부호 순위검정으로 실시하였다. 운동방법 간의 운동전과 운동후의 차이를 검정하기 위해 일원배치



A: diaphragm movement quiet breathing, B: diaphragm movement deep breathing, C: peak expiratory flow D: forced expiratory volume in 1 sec, E: maximum inspiratory pressure, F: maximum expiratory pressure, GEG: general exercise group, REG: respiratory exercise group, IEG: intensive exercise group, \* < .05, \*\* < .01

Fig. 1. Results on pre and post-test among exercise methods.

분산분석 ANOVA 검정으로 실시하였고 사후검정으로 Scheffe, Dunnett T3검정으로 실시하였다.

### III. 연구결과

본 연구의 결과는 모든 변수에서(편안호흡 시 횡격막 움직임 크기, 심호흡 시 횡격막 움직임 크기, PEF, FEV<sub>1</sub>, MIP, MEP) 운동 전보다 운동 후에 유의한 향상을 보였다( $p < .05$ ). 또한 운동중재 방법간 결과는 집중운동이 일반운동과 호흡운동 보다 유의한 향상을 보였으며 ( $p < .01$ ), 일반운동과 호흡운동에서는 유의한 차이가 없었다( $p > .05$ )(Fig. 1).

### IV. 고찰

본 연구는 뇌성마비 아동을 대상으로 전반적인 운동 기능을 개선시키는 일반운동 프로그램과 집중운동 프로그램, 그리고 호흡운동에 초점을 맞춘 호흡운동 프로그램을 비교하여 운동 중재 방법에 따른 횡격막 움직임의 크기, 호흡기능(PEF, FEV<sub>1</sub>), 호흡근력(MIP, MEP)에 미치는 영향을 확인하였다. 본 연구 결과 운동 중재 유형별 운동 전과 후 횡격막 움직임의 크기, PEF, FEV<sub>1</sub>, MIP, MEP에 대한 변화에서 세가지 운동 방법(일반운동, 호흡운동, 집중운동) 모두 통계적으로 유의하게 증가 하였고, 운동 중재간 각 변수들에 항상 정도의 차이에서는 집중운동이 일반운동과 호흡운동과 비교하여 가장 유의하게 향상되었고, 일반운동과 호흡운동 사이에는 통계적으로 유의한 차이는 확인할 수 없었다.

뇌성마비 아동은 호흡을 조절하는 신경로의 문제로 횡격막의 기능부전이나 마비가 일어날 수 있으며, 불충분한 호흡 근력은 흉벽 구조의 변형과 감소된 흉벽의 움직임과 관련 되어 있다(Ersoz 등, 2006). 본 연구의 횡격막 움직임의 크기의 결과, 운동 전 28명의 뇌성마비 아동들은 편안호흡 시 .90±.4 cm, 심호흡 시 2.09±.8 cm으로 나타났다. 이전 50대 성인들을 대상으로 횡격막 움직임을 측정 한 선행연구 결과, 편안한 호흡 시

남성은 1.8±.3 cm, 여성은 1.6±.3 cm을 보였으며, 심호흡 시 성인 남성의 7±1.1 cm과 성인 여성은 5.7±1 cm을 보였다(Boussuges 등, 2009). 이는 연령에 따른 신체적인 조건 때문에 낮은 횡격막의 움직임이 나타났다고 해석할 수 있지만, 선행연구의 5에서 14세의 정상 아동의 편안한 호흡 시 1.85±.8 cm, 심호흡 시 3.51±1.4 cm로 보고된 결과와 비교하여도 뇌성마비 아동의 경우 횡격막의 움직임이 매우 낮은 것을 알 수 있다(Kang, 2014). 정상적인 호흡기능은 흉곽의 움직임과 폐가 확장할 수 있는 둘레길이가 허용되는 구조적 토대로 이루어진다(Papastamelos 등, 1995). 뇌성마비 아동의 약한 호흡 근력과 감소되고 제한되는 흉곽의 활동으로 인해 본 연구의 횡격막 움직임의 크기와 호흡기능 및 호흡근력의 결과가 나왔을 것으로 사료된다(Wang 등, 2012, Ostensjo 등, 2005).

본 연구의 호흡운동 후 PEF, FEV<sub>1</sub>, MIP, MEP에서 유의한 증가를 나타내었으며 이러한 결과는 이전 호흡운동을 실시한 연구들의 결과와 유사하다. Enright 등 (2006)의 연구에서 건강한 성인을 대상으로 8주간 흡기근 운동 후 최대 들숨 시 횡격막 움직임과 수축률이 유의한 증가를 보인다고 하였다. Kim 등(2000)의 연구에서 뇌졸중 환자를 대상으로 흉곽 저항운동, 횡격막 호흡운동 등이 포함된 호흡운동을 4주간 실시 한 한 후, 폐활량(vital capacity), FEV<sub>1</sub>, PEF에 유의한 증가를 보였다. 또한 척수 손상 환자에서 흡기근 강화 운동 후 폐활량이 67% 증가 되었으며(Liaw 등, 2000), 정상인에서 고빈도 호흡 훈련을 통해 PEF, FEV<sub>1</sub>, MIP, MEP, 흡기 지구력이 유의하게 증가되었다(Enright 등, 2006). 이전 연구들과 마찬가지로 본 연구 결과에서 호흡운동을 했을 시 횡격막의 움직임, 호흡기능 및 호흡근력이 유의하게 향상 되었는데 이는 집중호흡 재활운동 프로그램으로 인한 효과라고 사료된다.

본 연구는 전반적인 운동량을 증가시키고 신경의 재생장과 재조직화를 촉진시키기 위해 집중운동 프로그램을 일주일에 5일 동안 하루에 30분씩 4회에 걸쳐 흉부 가동운동을 포함한 관절 가동운동, 수동적 신장운동, 근력증강운동, 균형운동, 기기운동, 무릎서기운동, 걷기운동, 횡격막운동 등을 실시하고 작업치료는 하루

에 30분씩 2회에 걸쳐 상지의 관절운동, 구강운동, 일상 생활동작훈련 등을 실시하였다. 전신적인 운동훈련은 호흡 기능을 증가시킬 수 있고 증가된 호흡은 많은 운동 수행과 연관된다(Mendelson 등, 2014). 횡격막을 포함한 흡기근은 형태학적 및 기능적 관점에서 골격근으로 분류되며 적절한 생리학적 부하가 가해질 때 다른 운동 근육과 동일한 생리학적 반응을 보인다(Macklem 등, 1978). 이전 연구에서 뇌성마비 아동에게 유산소 운동을 적용하여 최대 산소 소비량, 심박동수, 환기 등의 심폐기능이 향상됨을 보고되었으며(Nsenga 등, 2013), 뇌성마비 아동의 운동기능(GMFCS)이 좋아질수록 횡격막 움직임의 크기, 호흡기능, 호흡근력의 향상을 보고되었다. 이는 전반적인 운동기능 향상이 호흡기능 향상에 중요한 역할을 한다는 것을 의미하며, 본 연구의 일반운동 및 집중운동 프로그램의 결과가 이를 지지한다.

본 연구 결과, 운동 중재간 각 변수들의 향상 정도 차이는 집중운동이 일반운동과 호흡운동과 비교하여 가장 유의하게 증가되었으며( $p < .01$ ), 일반운동과 호흡운동 사이에는 통계적으로 유의한 차이는 확인할 수 없었다. 이는 호흡운동보다 집중적인 운동 프로그램이 호흡기능 개선에 미치는 영향이 더 크다는 것을 알 수 있다. 본 연구를 통해 뇌성마비 아동의 호흡향상을 위해서는 조기에 집중적인 전신운동 프로그램이 필요하다는 것을 알 수 있다.

본 연구의 제한점은 다음과 같다. 첫째, 본 연구의 대상자는 협응의 문제와 입술을 잘 오므리지 못하는 무정위 타입의 아동은 제외하고 대 운동기능척도 수준 3이상 아동을 대상으로 주로 이동이 가능한 아동을 대상으로 하였기 때문에 모든 뇌성마비 아동에게 일반화하기 어려움이 있다고 사료된다. 둘째, 본 연구는 탐촉자를 동일한 위치에 고정시키기 위한 표식과 숙련된 측정자가 측정하여 동일한 압력을 제공하여 본 연구 결과의 오차를 최대한 감소하려 노력하였지만, 초음파 영상장비를 이용한 횡격막 움직임 측정 시 대상자의 움직임에 따른 미세한 위치 변화와 측정 시 마다 탐촉자에 가해지는 압력이 동일하지 않다는 제한점이 있다. 이를 보완하기 위해 향후 연구에서는 탐촉자의 위치 또는 가해지는 압력을 균일하게 유지할 수 있도록 개발된 장비를 이용하는 것이 필요할 것으로 사료되며, 앞

으로 더 많은 연령대의 환자를 대상으로 횡격막 호흡의 영향에 대한 연구가 이루어져야 할 것으로 사료된다.

## V. 결론

본 연구의 목적은 전반적인 운동기능을 향상시키는 일반운동 프로그램과 집중운동 프로그램, 그리고 호흡운동에 초점을 맞춘 호흡재활 프로그램을 비교하여, 운동 중재 방법에 따른 횡격막 움직임의 크기, 호흡기능(PEF, FEV<sub>1</sub>), 호흡근력(MIP, MEP)의 변화를 통해 뇌성마비아동에게 보다 효과적인 호흡기능 향상을 위한 운동 중재방법을 제시하고자 하였다. 본 연구의 결과 운동 중재 유형별 운동 전과 후 횡격막 움직임의 크기, PEF, FEV<sub>1</sub>, MIP, MEP에 대한 변화에서 세가지 운동 방법(일반운동, 호흡운동, 집중운동) 모두 통계적으로 유의하게 증가 하였으며( $p < .05$ ), 운동 중재간 각 변수들에 향상 정도의 차이에서는 집중운동이 일반운동과 호흡운동과 비교하여 가장 유의하게 향상되었다( $p < .01$ ). 본 연구를 통해 뇌성마비 아동의 호흡향상을 위해서는 조기에 집중적 물리치료와 함께 많은 치료 시간이 필요하다는 것을 알 수 있었다. 이후 지속적인 연구를 통해 뇌성마비 아동의 호흡향상과 신체기능을 향상시킬 수 있는 연구가 이루어져야 할 것으로 사료된다.

## References

- Anraku M, Shargall Y. Surgical conditions of the diaphragm: anatomy and physiology. *Thora Surg Clin*, 2009; 19(4):419-29.
- Ayoub J, Cohendy R, Dautat M. Non-Invasive quantification of diaphragm Kinetics using M-mode sonography. *Can J Anaesth*, 1997;44(7):739-744.
- Bax M, Goldstein M, Rosenbaum P, et al. Proposed definition and classification of cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol*, 2005;47(8):571-6.
- Blair E, and Watson L. Epidemiology cerebral palsy. *Semin Fetal Neonatal Med*, 2006;11(2):117-25.
- Boussuges A, Gole Y, Blanc P. Diaphragmatic motion studied

- by M-mode ultrasonography. *Chest*, 2009;135(2): 391-400.
- Charusisin N, Nantajak S, Srisatan Y. Effect of playing musical wind instrument on expiratory strength in high-school male students. *Thammasat Med J*, 2010;10(1):28-35.
- Enright SJ, Unnithan VB, Heward C, et al. Effect of high intensity inspiration muscle training on lung volumes, diaphragm thickness, and exercise capacity in subjects who are healthy. *Phys Ther*. 2006;86(3):345-53.
- Epelman M, Navarro OM, Daneman A, et al. M-mode sonography of diaphragmatic motion: description of technique and experience in 278 pediatric patients. *Pediatr Radiol*, 2005;35(7):661-7.
- Ersoz M, Selcuk B, Gunduz R, et al. Decreased chest mobility in children with spastic cerebral palsy. *Turk J Pediatr*, 2006;48(4):344-50.
- Finkelstein SM, Lindgren B, Prasad B, et al. Reliability and validity of spirometry measurements in a paperless home monitoring diary program for lung transplantation. *Heart Lung*. 1993;22(6):523-33.
- Hillegass E. *Essentials of Cardiopulmonary Physical Therapy*. 4th ed. St. Louis, Elsevier, 2016:26-7.
- Kang MS. The Effect of exercise intervention method on diaphragm movement and respiration function of child with cerebral palsy. Doctor's Degree. Yonjin University. 2014.
- Kim JH, Hong WS, Bae SS. The effect of chest physical therapy on improvement of pulmonary function in the patients with stroke. *J Kor Soc Phys Ther*. 2000;12(2):133-44.
- Kodric M, Trevisan R, Torregiani C, et al. Inspiratory muscle training for diaphragm dysfunction after cardiac surgery. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 2013;145(3): 819-23.
- Liaw MY, Lin MC, Cheng PT, et al. Resistive inspiratory muscle training: its effectiveness in patients with acute complete cord injury. *Arch Phys Med Rehabil*. 2000;81(6):752-6.
- Lynn DJ, Wocla RP, Mendell JR. Respiratory dysfunction in muscular dystrophy and other myopathies. *Clin chest Med*, 1994;15(4):661-74.
- Macklem PT, Gross D, Grassino G, et al. Partitioning of inspiratory pressure swings between diaphragm and intercostal/accessory muscles. *J Appl Physiol Respir Environ Exerc Physiol*. 1978;44(2):200-8.
- McCandless RE. The role of the thoracic diaphragm. *Aust J Physio*, 1975;21(3):104-8.
- Mendelson M, Michallet AS, Perrin C, et al. Exercise training improves breathing strategy and performance during the six-minute walk test in obese adolescents. *Respir Physiol Neurobiol* 2014;200(15):18-24.
- Nsenga AL, Shephard RJ, Ahmaidi S. Aerobic training in children with cerebral palsy. *Int J Sports Med*, 2013;34(6):533-7.
- Ostensjo S, Carlberg EB, Vollestad NK. The use and impact of assistive device and other environmental modifications on everyday activities and care in young children with cerebral palsy. *Disabil Rehabil*, 2005;27(14):849-61.
- Papastamelos C, Panitch HB, England SE, et al. Developmental changes in chest wall compliance in infancy and early childhood. *J Appl Physiol*, 1995;78(1):179-84.
- Quanjer PH, Lebowitz MD, Gregg I. Peak expiratory flow conclusions and recommendations of a working party of the European Respiration Society. *Eur Respir J*, 1997;24:2S-8S.
- Tarver RD, Cance, DJ, Cory DA, et al. Imaging the diaphragm and it's disorder. *J Thora Imaging*, 1989;4(1):1-18.
- Wang HYi, Chen CC, Hsiao SF. Relationships between respiratory muscle strength and daily living function in children with cerebral palsy. *Res Develop Disabili*, 2012;33(4):1176-82.
- Wilcox PG. and Pardy RL. Diaphragmatic weakness and paralysis. *Lung*, 1989;167(1):323-41.
- Wood E. *The Child with Cerebral palsy: Diagnosis and Beyond*. *Semin Pediatr Neurol*, 2006;3:286-96.