

뇌성마비 아동의 대동작운동기능 수준에 따른 흉곽발달 양상

정지운, 고주연

CHA의과대학대학교 분당차병원 재활의학팀

Development of the Chest Wall in Children with Cerebral Palsy according to GMFCS Levels

Jee Woon Jung, Joo Yeon Ko

Department of Rehabilitation Medicine, CHA Bundang Medical Center, CHA University

Purpose: The purpose of this study was to provide quantitative data regarding development of the chest wall in children with cerebral palsy (CP) according to Gross Motor Function Classification System (GMFCS) levels and age using the radiological image diameter measurement method.

Methods: Subjects included 112 children with CP and 110 healthy children, All of the children underwent simple chest x-ray. The diameters of the upper chest (D_{apex}) and lower chest (D_{base}) were measured on the anteroposterior (AP) view of a chest x-ray, and the D_{apex} to D_{base} ratio was calculated. Chest wall ratios were compared among children with CP at GMFCS levels I ~ III, GMFCS levels IV and V, and healthy children.

Results: The results showed significant differences between the upper and lower chest wall diameters of children with CP at GMFCS levels IV and V, and healthy children ($F=4.54$, $p=0.01$; $F=3.20$, $p=0.04$). Results of comparison between the chest wall ratios of children with CP and healthy children, showed that the upper chest walls of healthy children were significantly larger in children younger than 48 months ($p<0.05$), and both the upper and lower chest walls of healthy children were significantly larger compared to children with CP in children older than 48 months ($p<0.05$).

Conclusion: Radiographic measurement for examination of chest wall development is relatively simple, and the results yield quantitative data on development of the chest wall for children with CP. In addition, therapeutic interventions may be considered based on the results.

Key Words: : Cerebral Palsy, Chest Wall, GMFCS Level

I. 서론

뇌성마비 아동은 미성숙한 뇌에 출생 시 또는 출생 후의 여러 인자에 의해 비진행성 병변이나 손상이 발생하여 임상적으로

운동과 자세의 장애를 보이게 되는 영구적인 비진행성 신경계 질환이다.^{1,2} 뇌성마비는 폐의 실질에 직접적인 문제는 없지만, 비정상적인 근 긴장도와 같은 신경근 장애로 흉곽 근육격계의 부조화를 초래하여 결과적으로 폐 손상 및 폐기능 감소로 이어질 수 있다.^{3,4} 특히, 기침, 기도 청소력 그리고 호흡근 등의 약화와 더불어 측만증과 같은 뇌성마비 아동의 임상 증상은 호흡기능과 관련이 있어 폐기능을 저하시킬 수 있다.

정상 발달에서 흉곽은 호흡, 자세 그리고 유아 스스로 중력에 대한 자발적인 움직임을 취하면서 발달한다. 그러나 대다수의 뇌성마비 아동들은 비정상적인 근육 긴장도와 근약

Received Sep 10, 2013 Revised Oct 8, 2013

Accepted Oct 10, 2013

Corresponding author Joo Yeon Ko, 7806218@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.

특히, 기능적 움직임 수준이 낮은 뇌성마비 아동들은 자발적으로 중력에 대하여 앉기와 서기 등 수직적인 자세를 취하기 어렵고, 척추측만 등 비대칭적 척추근육의 발달, 체간 및 골반 주변 근육의 미약한 발달로 역동적인 자세조절이 어렵다.⁵ 또한 체간근육의 기능부전은 흉부 형태의 비정상화를 초래할 수 있다.⁶ 뇌성마비 아동들은 복부근육이 약하고 하부 흉곽이 외측으로 확장되기 쉬워 측면 흉곽이 나팔꽃처럼 깔때기 형태로 변하기가 쉽다.⁷

늑간근육의 약화가 있는 뇌성마비와 척수성 근위축증과 같은 신경근계 질환의 아동들은 역행성 호흡패턴을 보인다.⁸⁻¹⁰ 이들에 대한 호흡을 운동학적으로 분석한 결과 상부 흉곽과 폐의 확장에 대한 만성부전이 나타났다.⁸ 늑간근은 흉곽의 함몰을 막아주는 역할을 한다. 정상적으로 흡기 시 횡격막이 수축하며 복부 쪽으로 내려갈 때 상하부 흉곽이 모두 팽창할 수 있다. 하지만 역행 호흡을 하면 늑간근의 힘이 약하여 횡격막 운동을 조절 할 수 없다. 따라서 횡격막이 수축하며 복부가 팽창할 때, 하부 늑골은 'bucket-handle' 운동의 원리에 의해 바깥쪽으로 팽창하게 되고, 상부 흉곽은 오히려 안으로 함몰되게 된다.¹¹ 또한 뇌성마비 아동의 호흡근 약화와 경직으로 타나나게 되는 얇은 호흡(shallow respiration)은 미세무기폐(microatelectasis)를 발생시켜 폐 팽창성을 감소시킨다.¹² 이러한 특징은 성장하고 있는 뇌성마비 아동의 폐 조직의 발달저하와 흉곽벽 발달에 영향을 줄 수 있다.^{7,8} Massery⁷와 Seddon 등⁶은 비정상적인 흉곽발달은 호흡근육의 약화에서 기인한다고 하였다. 또한 호흡기 치료를 받지 않은 척수성 근위축증(spinal muscular atrophy)환아의 경우는 오목가슴(pectus excavatum)변형이 생기며, 상부 흉곽의 발달이 지연된다는 보고가 있다.⁸ 즉, 호흡기능이 감소된 경우 흉곽의 발달지연은 하부흉곽보다 상부흉곽에서 더 두드러지므로, 하부 흉곽에 대한 상부 흉곽의 비율로 흉곽의 발달 정도를 알아보는 좋은 척도가 될 수 있다.¹³ Park 등¹⁴은 기능수준이 낮은 뇌성마비 아동과 정상아동의 흉곽을 비교하여 뇌성마비 아동이 정상아동보다 흉곽 발육 상태가 나쁘다고 보고하였다.

신경근 그리고 근골격계 장애를 보이는 뇌성마비 아동의 흉곽의 발달 양상은 정상아동들과 차이가 있을 것이며, 뇌성마비 아동의 흉곽 발달 양상의 임상적 의미에 대한 연구는 희소한 실정이다. 뇌성마비 아동의 성장관련 신체계측 지표들 중에서 머리둘레, 상완길이 및 경골길이 등의 측정은 일반적으로 이루어지고 있으나, 흉곽의 발달을 특정하는데 있어서는 임상 및 연구의 목적으로 사용할 수 있는 측정법이

제한적이다. 이에 흉곽 방사선 촬영은 아동의 협력을 필요로 하지 않은 간단한 방법으로 이용할 수 있어, 본 연구는 뇌성마비 아동의 기능수준과 나이에 따른 흉곽발달 양상을 방사선 영상직경 측정방법을 이용하여 뇌성마비 아동의 흉곽발달 양상의 정량적 자료를 제시하는데 목적이 있다.

II. 연구방법

1. 연구대상

본 연구는 2010년 5월부터 2012년 4월 까지 경기도 소재의 C대학 병원 재활의학과에 내원한 11개월 이상 13세 이하, 대동작기능분류체계(GMFCS: Gross Motor Function Classification System)제 1단계~제 5단계의 뇌성마비 아동으로 보호자가 연구의 목적을 이해하고 참여하기로 동의한 112명과 발달 장애가 없는 성별 및 연령을 통제한 정상아동 110명을 대상으로 하였다. 폐렴이나 천식 같은 호흡기 질환이 있는 경우 대상에서 제외하였고, 흉곽 발육에 영향을 줄 수 있는 근골격계 질환을 가진 경우나 척추측만증이 있는 경우도 대상에서 제외하였다.

2. 실험방법

1) 측정도구

(1) 대동작기능분류체계

뇌성마비 아동의 대동작 기능 분류를 위해 대동작기능분류체계를 이용하였다. 대동작기능분류체계는 연령대 별로 제 1단계~제 5단계로 구분되고, 5점 척도로 구성되어 있다. 아무런 제한 없이 걸을 수 있는 경우는 제 1단계, 제한은 있지만 걸을 수 있는 경우는 제 2단계, 체간의 지지 없이 지팡이나 목발, 혹은 보행보조도구를 사용해 걸을 수 있는 경우는 제 3단계, 제한 있지만 전동 휠체어나 다른 이동수단을 사용하여 스스로 이동할 수 있는 경우는 제 4단계, 그리고 이동성에 심각한 제한이 있는 경우는 제 5단계로 분류한다. 검사자간 신뢰도는 0.97~0.99이다.¹⁵

(2) 흉곽직경 및 흉곽비

뇌성마비 아동과 정상아동 모두 단순 흉부 방사선 검사를 시행하였다. 단순 흉부 방사선 검사 상 척추측만증이 발견된 경우는 제외하였고, 기관(trachea)음영 안에 척추의 가시돌기가 있는 것을 확인하여 몸통이 회전되지 않고 정확하게 전후면이 관통된 것만을 대상으로 하였다. 가시돌기가 잘 보이지 않는 경우는 척추의 후관절을 기준으로 몸통의 회전 여부를

Table 1. General characteristics of subjects

N (%)

Variable		CP (n=112)	TD (n=110)
Gender	Male	71 (63.4)	62 (56.4)
	female	41 (36.6)	48 (43.6)
Age (months)		43.4 ± 25.9	43.3 ± 28.1
GMFCS level	I	19 (17.0)	
	II	13 (11.6)	
	III	25 (22.3)	
	IV	36 (32.1)	
	V	19 (17.0)	

CP: Cerebral palsy, TD: Typical development
GMFCS: Gross Motor Function Classification System

Table 2. Comparison of chest wall ratio among CP at GMFCS levels and TD

	GMFCS level I-III	GMFCS level IV, V	TD	F	p
D_{apex} (mm)	104.19 ± 15.88	101.55 ± 16.50	109.53 ± 17.91	4.54	0.01*
D_{base} (mm)	170 ± 18.43	168.21 ± 17.44	176.19 ± 23.08	3.20	0.04*
$D_{apex} / D_{base} \times 100$ (%)	61.06 ± 5.78	60.32 ± 6.87	62.00 ± 4.39	1.83	0.16

*p<0.05

판단하였다. PACS SYSTEM의 'distance measure'메뉴를 이용하여 단순 흉부 방사선 영상에서 척추의 가시돌기를 연결한 선과 수직이 되는 가상의 선을 만들어 그 선 중 양측 제 9늑골의 안쪽 모서리 사이가 가장 길게 측정되는 좌우 길이를 하부 흉곽 직경 D_{base} 로 하였고, 상부 흉곽의 직경을 알아보기 위해 하부 흉곽직경과 같은 방법으로 제 2늑골의 안쪽 모서리 사이의 가장 길게 측정되는 상부 흉곽직경 D_{apex} 을 구하였다.¹⁴ 하부 흉곽에 대한 상부 흉곽의 비를 ' $D_{base} / D_{apex} \times 100(\%)$ '로 구하였다.¹⁴

이 측정에 앞서 측정에 참여할 2명의 평가자 간의 신뢰도를 구하기 위하여 54명의 뇌성마비 아동과 12명의 정상아동을 대상으로 D_{base} 와 D_{apex} 에 대해 측정자간 신뢰도를 구하였다.

3. 자료분석

본 연구에서 얻어진 자료는 window용 SPSS 18.0을 이용하였고, 대상자의 일반적 특성 중 성별과 기능적 수준은 빈도와 백분율로, 연령은 평균과 표준편차로 제시하였다. 뇌성마비와 정상아동에 대한 정규성 검정을 kolmogorov-smirnov test 하였고, 뇌성마비 아동을 이동성 정도에 따라 제 1단계~제 3단계와 제 4단계 그리고 제 5단계로 나누어 정상아동군과 일원배치분산분석(ANOVA)을 이용하여 흉곽비율을 비교하였

다. 사후분석은 LSD를 사용하였다. 또한 independent t-test를 이용하여 48개월을 기준으로 분류한 뇌성마비 아동군과 정상아동군의 흉곽비율의 차이를 비교하였다. 방사선검사 결과 흉곽 D_{base} 와 D_{apex} 측정에 대한 측정자간 신뢰도는 정규성 검정에 따라 ICC와 Pearson's correlation coefficient를 구하였다. 자료의 모든 통계학적 유의수준은 0.05로 하였다.

III. 결과

1. 연구 대상자의 일반적 특성

본 연구의 대상자는 11개월 이상 13세 이하인 뇌성마비 아동 112명과, 정상아동 110명이었다.

뇌성마비 아동의 평균연령을 43.4±25.9개월, 정상아동의 평균연령을 43.3±28.1개월로 뇌성마비 아동과 정상아동 간에 유의한 차이가 없었다. 뇌성마비 아동의 대동작 기능 분류 체계의 분포는 제 1단계 19명(17%), 제 2단계 13명(11.6%), 제 3단계 25명(22.3%), 제 4단계 36명(32.1%) 그리고 제 5단계 19명(17%)이었다(Table 1)

뇌성마비 아동의 흉곽비 측정에 앞서 측정에 참여할 2명의 평가자 간에 신뢰도를 구하기 위하여 뇌성마비 아동 54명(남아 32명, 여아 22명; 평균연령 42.1 ± 25.2개월)과 정상아동

Table 3. Comparison of chest wall ratio between under 48 months and 48 months or older in CP and TD

	CP		p	TD		p
	48 months > (n=70)	48 months < (n=42)		48 months > (n=73)	48 months < (n=37)	
D _{apex} (mm)	96.21 ± 12.73	114.04 ± 15.21	0.00*	100.70 ± 9.57	126.97 ± 17.82	0.00*
D _{base} (mm)	161.87 ± 15.35	181.86 ± 14.69	0.00*	165.88 ± 12.00	196.55 ± 26.15	0.00*
D _{apex} / D _{base} × 100 (%)	59.50 ± 6.00	62.70 ± 6.40	0.01*	60.75 ± 3.95	64.46 ± 4.21	0.00*

*p<0.05

Table 4. Comparison of chest wall ratio between CP and TD in under 48 months / Comparison of chest wall ratio between CP and TD in 48 months or older

	48 months >			48 months <		
	CP	TD	p	CP	TD	p
D _{apex} (mm)	96.21 ± 12.73	100.70 ± 9.57	0.02*	114.04 ± 15.21	126.97 ± 17.82	0.00*
D _{base} (mm)	161.87 ± 15.35	165.88 ± 12.00	0.08	181.86 ± 14.69	196.55 ± 26.15	0.00*
D _{apex} / D _{base} × 100 (%)	59.50 ± 6.00	60.75 ± 3.95	0.14	62.70 ± 6.40	64.46 ± 4.21	0.16

*p<0.05

12명 (남아 5명, 여아 7명; 평균연령 46.2 ± 37.6개월)을 대상으로 D_{apex}와 D_{base}에 대해 측정자간 신뢰도를 구하였다. 그 결과 뇌성마비아동은 모든 단계에 걸쳐서 ICC=0.95~0.99, r=0.95~0.99의 높은 신뢰도를 나타냈으며, 정상아동도 ICC =0.99 이상, r=0.99의 높은 신뢰도를 나타냈다.

2. 뇌성마비아동과 정상아동의 흉곽비율 비교

뇌성마비 제 1단계~제 3단계, 뇌성마비 제 4단계와 제 5단계, 그리고 정상아동의 흉곽비율을 비교한 결과 뇌성마비 제 4단계와 제 5단계와 정상아동의 상부흉곽 및 하부흉곽 직경 간에는 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다(F=4.54, p=0.01, F=3.20, p=0.04). 사후분석 결과 뇌성마비 제 4단계와 제 5단계와 정상아동의 상부흉곽 직경에서 유의한 차이가 있었다 (p<0.05)(Table 2).

3. 48개월 미만 뇌성마비 아동과 48개월 이상 뇌성마비 아동의 흉곽비율 비교와 정상아동의 흉곽비율 비교

뇌성마비 아동과 정상아동의 연령대를 48개월 기준으로 나누어 집단내 흉곽비율을 비교한 결과 48개월 미만 뇌성마비 아동 보다 48개월 이상 뇌성마비 아동이 유의하게 컸다 (p<0.05). 정상아동 48개월 미만보다 48개월 이상 정상아동군의 흉곽비율이 유의하게 컸다(p<0.05)(Table 3).

4. 48개월 미만 뇌성마비 아동과 정상아동의 흉곽비율 비교/ 48개월 이상 뇌성마비 아동과 정상아동의 흉곽비율 비교

연령대 48개월 이상과 48개월 미만으로 뇌성마비 아동과 정상아동의 흉곽비율을 비교한 결과 48개월 미만에서 뇌성마비 아동에 비해 정상아동의 상부흉곽이 유의하게 컸으며 (p<0.05), 48개월 이상에서는 뇌성마비 아동에 비해 정상아동의 상부흉곽과 하부흉곽이 모두 유의하게 컸다 (p<0.05)(Table 4).

IV. 고찰

본 연구는 뇌성마비 아동의 기능수준과 나이에 따른 흉곽발달 양상을 방사선 영상직경 측정방법을 이용하여 정상아동과 뇌성마비 아동의 흉곽비율을 양적으로 비교 하였다.

정상적으로 어른의 경우 간헐적으로 심호흡을 하고, 유아는 울음을 터뜨리면서 호흡기관이 신장된다. 근육의 약화나 부조화로 인하여 장기간 심호흡이 되지 않으면 미세무기폐가 발생하게 된다. 또한 이러한 상황이 반복되면 폐와 흉곽이 완전히 신장되기 어렵다. 지속적인 폐근육의 약화는 폐의 부피 감소와 폐 팽창력 감소를 초래한다. 근육의 경우 지속적으로 단축된 상태에 놓이게 되면 느슨한 결합조직이 치밀한 결합조직으로 변하여 유연성을 잃게 된다. 결국 근력 약화는 결합조직과 관절의 가동 범위를 감소시키고 관절구축과 뼈의 변형을 가져올 수 있다.^{11,16} 성장하는 아동에서는 흉곽의

유순도가 떨어진 상태가 오래되면 흉곽 발달에 장애가 나타난다.¹⁸

정상발달 중 초기 신생아의 흉곽은 정면에서 바라보았을 때 삼각형 모양을 나타낸다. 또 하부 흉곽의 옆면은 원형을 나타내며, 상부 흉곽의 첨부(apex)는 상대적으로 평편하고 매우 좁다.¹⁸ 생후 3개월에서 6개월로 연령이 증가하면서 체간신전근의 발달과 상지와 연관된 길항근 및 주동근이 발달한다. 흉곽은 전방에서 보았을 때 점차 직사각형 형태를 나타내게 된다.⁷ 생후 6개월에서 12개월로 진행되면서 체간근육의 기능적 발달과 더불어 독립적으로 중력에 대해 수직 자세(upright posture)를 경험하게 되며,¹⁸ 특히 중력에 대한 수직 자세와 복부근육의 발달은 늑골을 하방으로 당기고 회전시켜 흉곽(chest wall)을 신장(elongation)시킨다.¹⁸ 이러한 점은 하부늑골에서 더욱 두드러지게 나타나 결과적으로 측면의 흉곽모양을 타원형 형태로 만든다. 이러한 일련의 과정들에서 정상적인 호흡에 관여하는 근육들과 흉곽의 발달은 성인과 같은 정상적인 호흡을 할 수 있게 한다.¹⁹

본 연구에서 뇌성마비 제 1단계~제 3단계, 뇌성마비 제 4단계와 제 5단계 그리고 정상아동의 흉곽비율을 비교한 결과 뇌성마비 제 4단계, 제 5단계와 정상아동군 상부흉곽과 하부흉곽 직경 간에는 차이가 있는 것으로 나타났다. 즉, 기능수준이 높은 단계의 아동들 보다 기능수준이 낮은 단계의 뇌성마비 아동들이 정상아동군 보다 흉곽직경이 작았다는 것을 알 수 있었는데, Park 등¹⁴은 112명의 기능수준이 낮은 사지마비형 뇌성마비 아동과 정상아동을 비교한 연구에서 뇌성마비 아동들이 정상아동들 보다 흉곽비율이 작았다고 보고하였다. 이 결과는 본 연구에서 기능수준이 낮은 제 4단계와 제 5단계 아동들이 정상아동들보다 흉곽직경이 작게 나타난 점과 일치한다. 또한 본 연구는 대상자인 뇌성마비 아동을 걷고, 뛰기가 가능한 제 1단계부터 눕기, 앉기와 같은 낮은 기능수준을 보이는 제 5단계 까지 참여시켜 정상아동과 비교하였다. 이는 Park 등¹⁴의 연구와 차이가 있는 점으로 GMFCS 제 3단계와 같은 이동능력이 기기 또는 이동에 있어서 많은 보조가 필요한 아동들의 경우 조금 더 낮은 수준의 뇌성마비 아동들과 정상아동들 사이의 비교가 필요하다. 제 3단계가 포함된 제 1단계~제 3단계의 뇌성마비 아동들과 정상아동들의 흉곽직경의 차이와 제 1단계~제 3단계 뇌성 마비 아동들과 제 4단계와 제 5단계 뇌성마비 아동들의 흉곽직경의 차이는 없었지만, 정상아동과 뇌성마비 아동 제 4단계와 제 5단계의 상·하부 흉곽직경 차이는 있었다. 이는 Bach 등⁸의 척수성 근위축증 환아를 대상으로 연

구한 결과와 일치하는 점으로 뇌성마비 아동 또한 역행 호흡을 하는 척수성 근위축증 환아와 유사하게 호흡 근육간 부조화로 호흡기능이 떨어져 상부흉곽의 발달지연이 두드러진다고 할 수 있다. 흉곽발달에서 호흡기능이 감소된 경우 하부흉곽보다 상부흉곽 발달이 지연되는 이유는 다음과 같이 설명할 수 있다. 첫 번째, 역행호흡(paradoxical breathing)이다. 정상호흡에서는 늑간근의 작용으로 흉곽이 함몰되지 않는다. 흡기 시 횡격막이 수축하며 복부 쪽으로 내려갈 때 상·하부 흉곽이 모두 팽창할 수 있다. 하지만 역행 호흡을 하면 늑간근의 힘이 약해져서 횡격막 운동을 조절할 수 없게 된다. 따라서 횡격막이 수축하며 복부가 팽창할 때, 하부 늑골은 'bucket-handle' 운동의 원리에 의해 바깥쪽으로 팽창하게 되고, 상부 흉곽은 오히려 안으로 함몰된다.¹¹ 이러한 작용이 반복되면 상부 흉곽이 깔때기 모양(funnel-shape)으로 줄어들어 변형되거나 종모양(bell shaped)으로 된다.⁵ 두 번째 이유는 폐 첨부와 폐기저부의 탄성의 차이 때문이다. 흉막에 대한 중력의 효과 때문에 서있는 자세에서 폐 첨부의 흉막의 음압이 폐 기저부보다 높아져 뻣뻣한 성질을 갖게 된다. 따라서 기능적 잔기용량으로부터 흡기 시 일회호흡량의 대부분은 폐기저부로 들어가게 되어 선 자세에서는 대부분의 환기가 폐기저부에서 이루어진다. 호흡장애로 충분한 환기가 이루어지지 않을 때 흉곽의 상부가 하부보다 상대적 통기가 떨어져 미세무기폐는 상부에서 더 잘 생기게 되어 상부흉곽 발달에도 영향을 미치게 된다.^{12,13}

뇌성마비 아동과 정상아동을 48개월을 기준으로 나누어 흉곽비율을 비교해 본 결과 48개월 이상의 뇌성마비와 정상아동이 48개월 미만의 아동들보다 흉곽직경이 크게 나타났다. 또한 48개월 미만의 뇌성마비아동과 정상아동의 흉곽비율의 차이와 48개월 이상의 아동들을 비교해 본 결과 48개월 미만에서 정상아동이 뇌성마비 아동보다 상부흉곽 직경이 컸으며, 48개월 이상의 뇌성마비 아동에 비해 정상아동의 상부와 하부 흉곽직경이 모두 컸다. 이는 뇌성마비 아동이 정상아동들보다 흉곽발달이 지연되고 흉곽발달의 왜곡을 관찰한 Park 등¹⁴의 연구결과와 일치한다. 그러나 본 연구는 상부와 하부 흉곽직경을 모두 측정하고, 기능 및 연령을 구분지어 분석하여, 뇌성마비 아동의 기능수준과 연령 간의 흉곽차이를 세부적으로 관찰 할 수 있었다.

뇌성마비 아동과 정상아동 모두 연령이 높을수록 즉, 48개월 이상의 아동들이 흉곽 직경이 증가된 결과를 나타냈다. 이는 연령이 증가함에 따라 늑간근 근력이 강해져 흡기 시

흉곽을 고정하는 능력이 향상되어 상부폐로 통기가 증가하고 상부흉곽이 발달하는 정상 흉곽의 발달로 설명할 수 있다.¹⁷

신경근 그리고 근골격계 장애를 보이는 뇌성마비 아동의 흉곽의 발달양상은 정상아동과 차이가 있었다. 뇌성마비 아동의 성장과 관련된 많은 신체계측 지표들 중에서 흉곽을 계측하는 방법은 드물며, 이것이 지니는 의미를 발견하는 일도 미비하지만, 아동들의 기능적 움직임 수준에 따른 흉곽의 발달정도를 알아봄으로써 소아물리치료사들은 아동의 전반적인 기능의 잠재력을 극대화하기 위한 최적의 체간 발달을 촉진하고 치료적 접근을 더욱 포함해야 할 것이다.

본 연구의 제한점은 다기관에 걸친 뇌성마비 아동들의 참여를 바탕으로 하지 못하여 연구의 결과를 일반화하여 해석하는데 어려움이 있어 향후 보다 큰 규모의 연구가 이루어져야 할 것이다. 이러한 결과들은 뇌성마비 아동의 흉곽 발달을 알아보기 위한 양적 자료가 될 것이며, 방사선 영상으로 흉곽의 발달양상을 측정하는 것은 비교적 간단한 측정 방법으로 뇌성마비 아동의 호흡 및 성장관련 계측지표와 연구시 더욱 의미 있을 것으로 생각된다.

참고문헌

1. Fitzgerald DA, Follett J, Van Asperen PP. Assessing and managing lung disease and sleep disordered breathing in children with cerebral palsy. *Paediatr Respir Rev*. 2009;10(1):18-24.
2. Lee HY, K, K, Cha YJ. A survey on stress and coping style in mothers of cerebral palsied children. *J Korean Soc Phys Ther*. 2012;24(2):98-106.
3. Toder DS. Respiratory problems in the adolescent with developmental delay. *Adolesc Med*. 2000;11(3):617-31.
4. O'Donnell DM. Pulmonary complications in neuromuscular disease. *Adolesc Med*. 2000;11(3): 633-45.
5. Stamer MH. Posture and movement of the child with cerebral palsy. San Antonio, Texas, Therapy Skill Builders, 2000:14-6.
6. Seddon PC, Khan Y. Respiratory problems in children with neurological impairment. *Arch Dis Child*. 2003;88(1):75-8.
7. Massery MP. Chest development as a component of normal motor development: implications for pediatric physical therapists. *Ped Phys Ther*. 1991;3(1):3-8.
8. Bach JR, Bianchi C. Prevention of pectus excavatum for children with spinal muscular atrophy type 1. *Am J Phys Med Rehabil*. 2003;82(10):815-9.
9. Lissoni A, Aliverti A, Molteni F et al. Spinal muscular atrophy: kinematic breathing analysis. *Am J Phys Med Rehabil*. 1996;75(5):332-9.
10. Lissoni A, Aliverti A, Tzeng A et al. Kinematic analysis of patients with spinal muscular atrophy during spontaneous breathing and mechanical ventilation. *Am J Phys Med Rehabil*. 1998;77(3):188-92.
11. Kisner C, Colby LA. *Therapeutic Exercise: Foundations and Techniques*. 5th ed. Philadelphia, F. A Davis CO, 2007:851-8.
12. Leopando MT, Moussavi Z, Holbrow J et al. Effect of a soft Boston orthosis on pulmonary mechanics in severe cerebral palsy. *Pediatr Pulmonol*. 1999;28(1):53-8.
13. Estenne M, De Troyer A. The effects of tetraplegia on chest wall statics. *Am Rev Respir Dis*. 1986;134(1):121-4.
14. Park ES, Park JH, Rha DW et al. Comparison of the ratio of upper to lower chest wall in children with spastic quadriplegic cerebral palsy and normally developed children. *Yonsei Medical Journal*. 2006;47(2):237-42.
15. Ko JY, Woo JH, Her JG. The Reliability and Concurrent Validity of the GMFCS for Children with Cerebral Palsy. *J Phys Ther Sci*. 2011;23(2):255-8.
16. De Troyer A, Deisser P. The effects of intermittent positive pressure breathing on patients with respiratory muscle weakness. *Am Rev Respir Dis*. 1981;124(2):132-7.
17. 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.
18. Netscher DT, Peterson R. Normal and abnormal development of the extremities and trunk. *Ped Plastic Surg*. 1990;17(1):13-21.
19. Kim MH, Lee WH, Yun MJ. The effects on respiratory strength training on respiratory function and trunk control in patient with stroke. *J Korean Soc Phys Ther*. 2012;24(5):340-7.