

사지마비형 뇌성마비 환자의
흉곽 발육 양상

연세대학교 대학원
의 학 과
박 중 현

사지마비형 뇌성마비 환자의
흉곽 발육 양상

지도교수 박 은 숙

이 논문을 석사 학위논문으로 제출함

2004 년 12 월 일

연세대학교 대학원

의 학 과

박 중 현

박중현의 석사 학위논문을 인준함

심사위원 _____ 인

심사위원 _____ 인

심사위원 _____ 인

연세대학교 대학원

2004 년 12 월 일

감사의 글

본 논문을 완성하기까지 모든 방면에서 끊임없는 격려와 세심한 배려로 지도해 주신 은사 박은숙 교수님께 깊은 감사를 드리며, 또한 많은 관심과 교정의 격려로 도움을 주신 김세규 교수님, 김규언 교수님께 진심으로 감사 드립니다. 연구 진행에 도움을 주신 재활의학 교실원 여러분께도 감사를 드립니다.

항상 부족한 저에게 무한한 사랑과 무조건의 신뢰로 힘을 주시는 부모님께 감사 드리며, 가족과 함께 이 기쁨을 나누고 싶습니다.

저자 씀

차 례

국문요약	1
I. 서론	3
II. 재료 및 방법.....	5
1. 연구 대상	5
2. 연구 방법	6
3. 분석 방법	8
III. 결과	9
1. 환자군과 대조군의 특성	9
2. 환자군과 대조군의 흉곽 발육비	10
3. 연령에 따른 흉곽 발육비의 변화	11
4. 뇌성마비 환자군과 정상 대조군 간의 강제 폐활량 비교	12
5. 흉곽 발육비와 강제 폐활량 간의 관계	14
IV. 고 찰	15
V. 결론	21
참고문헌	22
영문요약	24

그림 차례

Fig. 1. Chest wall growth ratio on simple chest X-ray.	7
Fig. 2. Changes in chest wall growth ratio by aging.	11
Fig. 3. Correlation between forced vital capacity and chest wall growth ratio.	14
Fig. 4. Pectus excavatum deformity in a patient with spinal muscular atrophy and normal chest wall appearance.	16
Fig. 5. Regional compliance affects the distribution of air flow.	18

표 차례

Table 1. General characteristics of subjects	9
Table 2. Results of chest wall growth ratio	10
Table 3. Results of pulmonary function test of cerebral palsy group and control group	13

국문요약

사지마비형 뇌성마비 환자의 흉곽 발육 양상

사지마비형 뇌성마비 환아는 호흡근을 비롯한 전신의 근력이 약하고, 경직 및 불수의 운동 등으로 기도 청소 능력이 감소되어 호흡기계 감염의 이환율과 사망률이 높다. 하지만, 뇌성마비 환아의 호흡능력에 대한 평가는 거의 이루어지지 않고 있다. 이에 본 연구에서는 단순 흉부 방사선 검사에서 상부 흉곽과 하부 흉곽의 발육비를 보는 '흉곽 발육비(chest wall growth ratio)'를 이용하여 사지마비형 뇌성마비 환아에서 흉곽 발육에 왜곡이 있는지 살펴보고, 그 의미를 고찰하고자 하였다.

각각 112명의 사지마비형 뇌성마비 환아(4개월~140개월, 평균 42.7개월)와 연령, 키, 몸무게가 비슷한 정상 발달 아동(4개월~140개월, 평균 43.1개월)를 대상으로 하였다. 단순 흉부 방사선 검사 상 제 9 늑골을 기준으로 한 흉곽의 좌우 직경(D_{base})을 하부 흉곽의 크기로 하였고, 상부 흉곽의 크기는 제 2 늑골의 안쪽 모서리 사이의 장경(D_{apex})을 측정하였다. 하부 흉곽에 대한 상부 흉곽의 비를 ' $D_{apex} / D_{base} \times 100$ '으로 정의하고 이를 '흉곽 발육비(chest wall growth ratio)'라 하였다. 사지마비형 뇌성마비 환아와 정상 발달 아동의 흉곽 발육비를 비교하였다.

결과는 다음과 같다.

1. 뇌성마비 환아군의 흉곽 발육비가 정상 대조군보다 4% 작았다($p < 0.001$).
2. 연령이 증가함에 따라 흉곽 발육비는 뇌성마비 환아군과 정상 대조군 모두에서 증가하는 소견을 보였고, 회귀분석 상 뇌성마비 환아군에서 증가하는 기울기가 정상 대조군의 기울기보다 작은 경향을 보였다 .
3. 뇌성마비 환아군과 정상 대조군 중 만 7세 이상의 아동 각

10명을 대상으로 시행한 강제 폐활량(Forced vital capacity) 측정 결과, 뇌성마비 환자군의 강제 폐활량은 1530ml로 정상 예측치의 79.9%였으며, 정상 대조군의 강제 폐활량은 1795ml로 정상 예측치의 92.5%이었다($p > 0.01$).

4. 흉곽 발달비와 강제 폐활량은 다소 높은 상관관계($r = 0.542$, $p < 0.05$)를 보였다.

이상의 결과로 보아 사지마비형 뇌성마비 환아는 정상 발달 아동에 비해 호흡 능력이 감소되어 있다고 유추할 수 있다 따라서, 뇌성마비 환아의 호흡기계 문제로 인한 이환율을 줄이기 위해 영유아기부터 심호흡 운동(deep breathing exercise) 및 공기누적 호흡운동(air-stacking exercise)을 교육하는 것이 바람직할 것이다.

핵심되는 말 : 뇌성마비, 사지마비, 호흡 재활, 흉곽 발육비

사지마비형 뇌성마비 환자의 흉곽 발육 양상

<지도교수 박은숙>

연세대학교 대학원 의학과

박 중 현

I. 서 론

사지마비형 뇌성마비(quadruplegic cerebral palsy) 환아는 호흡근을 비롯한 전신의 근력이 약하고 경직성 때문에 기도 청소 능력이 떨어져 호흡기계 감염의 이환율과 사망률이 높다.¹ 그러나 사지마비형 뇌성마비 환아들에게 호흡기계 문제가 상존함에도 불구하고, 폐렴이나 흡인으로 인한 질식 등 심각한 문제가 발생하지 않으면 호흡에 대하여 별다른 관심을 보이지 않는 것이 현실이다. 이는 뇌성마비 환아에서 보행, 일상생활동작, 경직, 관절 구축, 인지, 언어 등의 문제에 비해 호흡기계 증상이 뚜렷하지 않기 때문이기도 하지만, 소아의 경우 호흡 능력의 감소를 증명할만한 객관적인 평가 방법이 거의 없기 때문이기도 하다.² 따라서, 뇌성마비 환아들이 청소년기 혹은 성인이 되었을 때 반복적이고 심각한 문제를 일으킬 수 있는 호흡기계 문제에 대한 조기 발견 및 치료에 대한 연구 결과가 거의 없는 실정이다.

객관적인 호흡 평가 방법들로 강제 폐활량(forced vital capacity)이나 최대 정적압력(maximal static pressure: maximal inspiratory pressure & maximal expiratory pressure), 최대 기침유량 검사(peak cough flow) 등이 있으나 이들은 피검자의 노력에 따른 가변성이 있고, 피검자의 협조가 없을 때는 그 결과를 신뢰할 수 없다는 큰 단점이 있다. 대표적인 평가 방법인 강제 폐활량의 경우, 최소 6~8세 이상인 협조적인 아동일 경우에 그 측정 결과를 신뢰할 수 있다.² 또, 환기 능력을 평가하

기 위하여 동맥혈 가스분석 등을 시행할 수 있으나 뇌성마비는 폐실질에 문제를 일으키지 않기 때문에, 폐렴 등이 동반되지 않는 한 가스분석 상 이상 소견이 없다.

강직성 척추염, 척추측만증 및 척추만곡증 등 흉곽의 유순도가 떨어지는 질병에서는 폐기능이 저하될 수 있다.^{3,4,5} 한편, 호흡근의 위약이나 경직으로 폐기능이 저하되는 경우 미세무기폐(microatelectasis)가 반복적으로 발생한다. 성장하는 아동의 경우 반복적으로 미세무기폐가 생기면 폐발육에 장애가 생기고, 폐를 둘러싼 흉곽의 발육도 영향을 받는다. Bach 등은 호흡기 치료를 받지 않은 척수성 근위축증(spinal muscular atrophy) 환아는 오목가슴(pectus excavatum) 변형이 생기며, 특히 상부 흉곽의 발육 지연이 두드러진다고 하였다.⁶

호흡 기능이 감소된 경우 흉곽의 발육지연은 하부 흉곽보다 상부 흉곽에서 더 두드러지므로, 하부 흉곽에 대한 상부 흉곽의 크기의 비는 흉곽의 발육 정도를 보는 좋은 척도가 될 수 있다. 특히 강제 폐활량 등 기본적인 호흡 기능 평가도 어려운 아동에서 유용한 방법이 될 것이다.

이에 본 연구는, 사지마비형 뇌성마비 환아와 정상 아동에서 단순 흉부 방사선 검사를 이용하여 하부 늑골에 대한 상부 늑골의 발육비를 구하고, 이를 비교 분석하여 사지마비형 뇌성마비 환아의 흉곽 발육 양상을 조사하고 분석하였다.

II. 재료 및 방법

1. 연구 대상

연세대학교 의과대학 세브란스병원 재활의학과에 내원한 아동 중, 병력 및 발달력, 이학적 소견, 뇌 자기공명영상(magnetic resonance imaging: MRI) 검사 혹은 뇌 양전자 방사 단층 촬영(positron emission tomography: PET) 등에서 사지마비형 뇌성마비로 진단받고 입원하거나 외래 치료 중인 112명의 환아와 발달 장애가 없는 정상 아동 112명을 대상으로 하였다. 정상 아동은 환아군과 연령, 키, 몸무게 등이 비슷한 아동들로 구성하였다. 폐렴이나 천식 등의 호흡기 질환이 있는 경우는 대상에서 제외하였고, 흉곽 발육에 영향을 줄 수 있는 근골격계 질환을 가진 경우나 척추측만증이 있는 경우에도 대상에서 제외하였다. 전반적인 발육 장애가 있는 경우 폐 발육에 영향을 줄 수 있기 때문에, 한국 소아의 발육 곡선⁷ 상 25 percentile에서 75 percentile에 해당하는 경우만을 대상으로 하였다.

2. 연구 방법

대상 환자에서 병력, 관절가동범위, 근력 및 경직 정도, 기능 수준(functional level) 등을 평가하였다. 모든 환아군과 대조군에서 단순 흉부 방사선 검사를 시행하였다. 단순 흉부 방사선 검사 상 척추측만증이 발견된 경우는 제외하였고, 기관(trachea) 음영 안에 척추의 가시돌기(spinous process)가 있는 것을 확인하여 몸통이 회전되지 않고 정확하게 전후면이 관통된 것만을 대상으로 하였다. 가시돌기가 잘 보이지 않는 경우는 척추의 후관절(facet joint)을 기준으로 하여 몸통의 회전 여부를 판단하였다.

하부 흉곽의 크기를 보기 위해 제 9 늑골의 좌우 직경을 측정하였다. 즉 단순 흉부 방사선 검사에서 척추의 가시돌기들을 이은 선과 수직이 되는 가상선을 만들고 그 가상선 중 양쪽 제 9 늑골의 안쪽 모서리 사이가 가장 길게 측정되는 길이를 D_{base} 라고 정의하였다. 상부 흉곽의 크기를 보기 위해 같은 방법으로 제 2 늑골의 안쪽 모서리 사이의 장경을 D_{apex} 라고 정의하였다. GE PACS (GE medical system, USA)의 'distance measure' 메뉴를 이용하여 D_{base} 와 D_{apex} 를 측정하고 하부 흉곽에 대한 상부 흉곽의 비율 ' $D_{apex} / D_{base} \times 100 (\%)$ '으로 표시하였다(Fig. 1). 이를 '흉곽 발육비(chest wall growth ratio)'로 정의하였고, 뇌성마비 환아군과 정상 대조군을 대상으로 측정하였다.

객관적인 호흡 능력과 흉곽 발육비와의 관련성을 보기 위해 강제 폐활량 측정이 가능한 정도로 협조적인 아동은 폐활량 측정기(Wright Respirometer, Ferraris Development and Engineering Co, Ltd, UK)를 이용하여 강제 폐활량을 측정하였다.

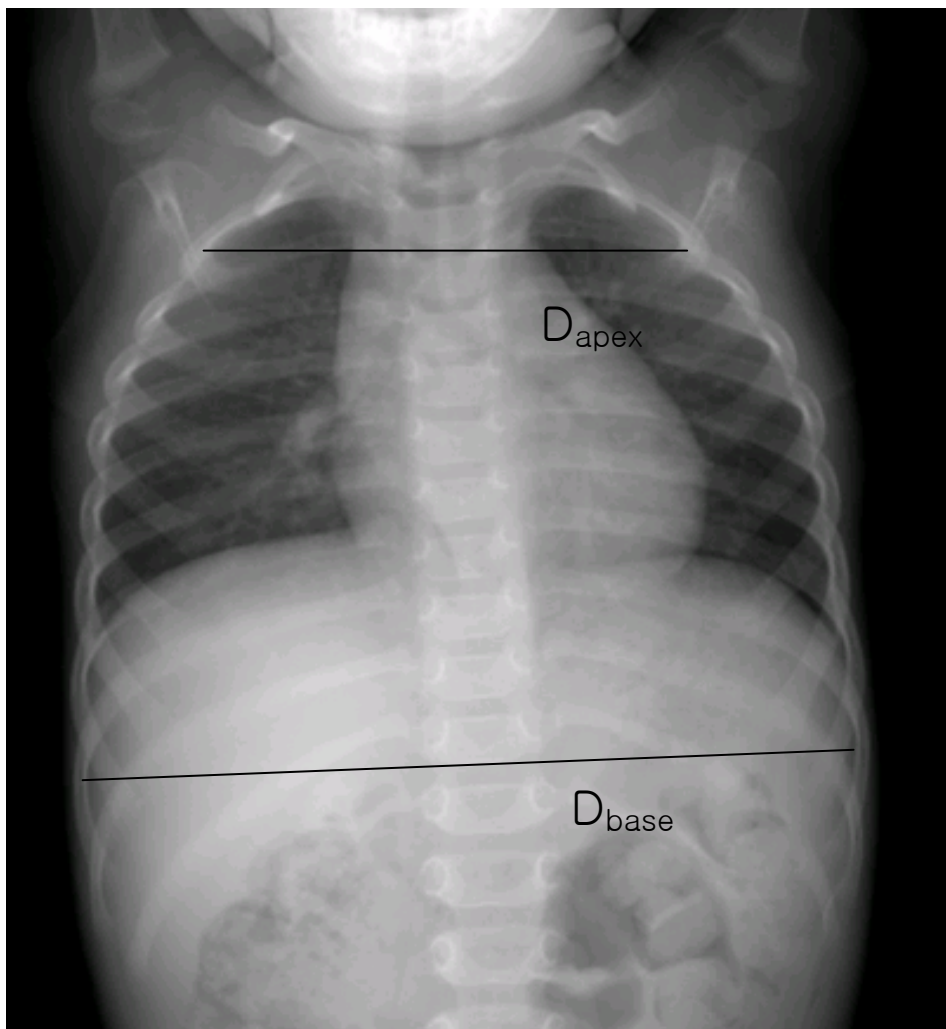


Fig. 1. Chest wall growth ratio on simple chest X-ray. Chest wall growth ratio is defined as $D_{\text{apex}} / D_{\text{base}} \times 100 (\%)$.

다. 분석 방법

통계 분석은 SPSS 11.0 for windows version을 이용하였고, independent t-test를 이용하여 뇌성마비 환아군과 정상 발달군의 흉곽 발육비 차이를 비교하였다. 또, Pearson's correlation을 이용하여 연령의 증가에 따른 흉곽 발육비의 변화 양상을 분석하였고, 흉곽 발육비와 강제 폐활량과의 관계도 분석하였다. P value가 0.05 미만일 때 통계학적으로 의미 있다고 보았다.

III. 결 과

1. 환자군과 대조군의 특성

사지마비형 뇌성마비 환자군은 남자 80명, 여자 32명으로 모두 112명이었고 생후 4개월부터 140개월까지로 평균 연령은 42.7개월 이었다. 키를 고려한 한국 아동의 발육곡선 상 환자의 평균 발육도는 50.7 percentile로 측정되었다. 정상 아동으로 구성된 대조군은 남자 80명, 여자 32명으로 모두 112명이었으며, 생후 4개월부터 140개월까지 평균 연령 43.1개월을 보였다. 키를 기준으로 한 한국 소아의 발육곡선 상 대조군의 평균 발육도는 53.2 percentile이었다(Table 1). 모든 사지마비형 뇌성마비 환자는 GMFCS (Gross Motor Function Classification System)⁸ 상 level 4 혹은 5에 해당하였다.

Table 1. General characteristics of subjects

Subjects	CP ¹ group	Control group	p value
Total (Male / Female)	112 (80 / 32)	112 (80 / 32)	NS ²
Age (months)	42.7±32.2	43.1±32.4	NS
Growth grade (percentile)	50.7±11.3	53.2±13.3	NS

Values are mean ± standard deviation.

¹ CP: cerebral palsy, ² NS: not significant

2. 환아군과 대조군의 흉곽 발육비

뇌성마비 환아의 흉곽 발육비는 61.7%로, 정상 대조군의 65.7%보다 유의하게 작았다($p < 0.001$). 각 군에서 남녀 간 흉곽 발육비의 차이는 없었다(Table 2).

Table 2. Results of chest wall growth ratio

	Chest wall growth ratio ¹	
	CP ² group	Control group
Male (n=80)	61.3±4.9	65.4±4.6*
Female (n=32)	62.5±5.7	66.0±5.0*
Total (n=112)	61.7±4.3	65.7±4.4*

Values are mean ± standard deviation. * $p < 0.001$.

¹Chest wall growth ratio was defined as ' $D_{\text{apex}} / D_{\text{base}} \times 100$ '. D_{apex} represents the transverse distance of upper chest wall and D_{base} represents the distance for lower chest wall.

²CP: cerebral palsy.

3. 연령에 따른 흉곽 발육비의 변화

피어슨의 상관관계(Pearson's correlation)에서 환아군은 $r = 0.372$ ($p = 0.001$), 대조군은 $r = 0.477$ ($p < 0.001$)을 보여, 뇌성마비 환아군과 정상 대조군 모두에서 연령이 증가함에 따라 흉곽 발육비가 증가하는 소견을 보였다. 대조군과 환아군 간의 흉곽 발육비 차이가 연령이 증가할수록 커지는 경향을 보였으나 통계적으로 유의하지는 않았다(Fig. 2).

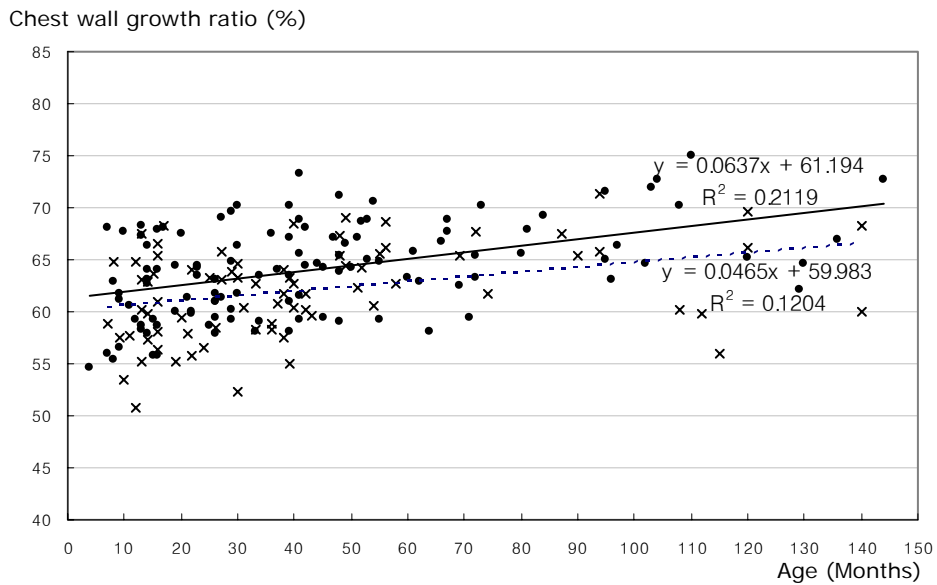


Fig. 2. Changes in chest wall growth ratio by aging. Dark spot and solid line represent control group where as cross mark and dotted line do cerebral palsy group.

4. 뇌성마비 환아군과 정상 대조군 간의 강제 폐활량 비교

강제 폐활량 측정이 가능한 정도로 협조적인 만 7세 이상의 뇌성마비 환아와 정상발달 아동 각각 10명의 강제 폐활량을 측정하였다. 뇌성마비군의 평균 연령은 109.0개월이었으며, 남자 7명, 여자 3명이었다. 정상 대조군은 평균 연령 109.6개월, 남자 8명, 여자 2명으로 환아군과 차이를 보이지 않았다. 키와 몸무게에서도 두 군간에 통계학적으로 의미 있는 차이를 보이지 않았다(Table 3).

뇌성마비 환아군의 강제 폐활량은 1530ml로 예측치의 정상 예측치의 79.9%였으며, 정상 대조군의 강제 폐활량은 1941ml로 정상 예측치의 92.5%으로, 뇌성마비군에서 강제 폐활량이 작게 측정되는 경향을 보였으나 통계학적으로 의미를 보이지 않았다($p > 0.01$, Table 3).

Table 3. Results of pulmonary function test of cerebral palsy group (A) and control group (B).

(A) Cerebral palsy group

Case	Age (Month)	Sex	Height (cm)	Weight (kg)	FVC ¹ (ml)	FVCpre ² (ml)	FVC/FVCpre (%)
1	87	M	120	27	1400	1552	90.2
2	90	M	121	26	1200	1599	75.1
3	94	M	124	23	1400	1739	80.5
4	94	F	114	25	950	1271	74.7
5	108	M	131	30	1500	2067	72.6
6	112	M	128	28	1300	1927	67.5
7	115	F	135	24	1850	2255	82.0
8	120	M	134	32	2050	2208	92.8
9	130	F	136	35	1900	2302	82.5
10	140	M	133	33	1750	2161	81.0
Mean	109.0		127.6	28.3	1530	1908	79.9
±SD	±17.8		±7.5	±4.1	±348	±351	±7.8

(B) Control group

Case	Age (Month)	Sex	Height (cm)	Weight (kg)	FVC (ml)	FVCpre (ml)	FVC/FVCpre (%)
1	86	M	118	29	1300	1458	89.1
2	92	M	122	25	1450	1646	88.1
3	95	F	116	24	1300	1365	95.3
4	98	M	125	26	1500	1786	84.0
5	102	M	128	29	1800	1927	93.4
6	112	M	136	24	2000	2302	86.9
7	116	M	133	28	2200	2161	101.8
8	119	M	137	31	2400	2349	102.2
9	132	F	138	33	2200	2395	91.8
10	144	M	130	36	1800	2021	89.1
Mean	109.6		128.3	28.5	1795	1941	92.5
±SD	±18.5		±7.9	±4.0	±399	±370	±6.1

¹ FVC: forced vital capacity, ² FVCpre: predicted value of forced vital capacity

5. 흉곽 발육비와 강제 폐활량 간의 관계

강제 폐활량을 측정한 20명(뇌성마비 10명, 정상 아동 10명)에서 정상 예측치를 고려한 상대적 강제 폐활량과 흉곽 발육비는 피어슨의 상관 관계에서 $r = 0.542$ 로 통계적으로 유의한 상관관계를 나타내었다 ($p < 0.05$, Fig. 3).

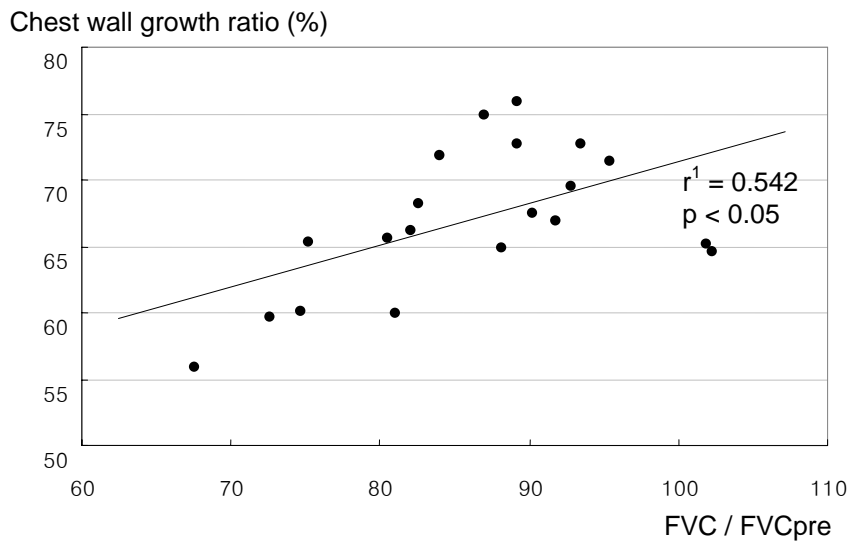


Fig. 3. Correlation between forced vital capacity and chest wall growth ratio.

¹ r : Pearson's correlation coefficient

IV. 고찰

흉곽의 유순도가 폐기능에 영향을 준다는 사실은 잘 알려져 있는데, 흉곽의 유순도가 떨어지는 강직성 척추염, 척추측만증 및 척추만곡증 등의 질환에서 제한성 폐질환 양상(restrictive lung disease pattern)을 보인다.^{3,4,5} 반대로, 폐기능의 저하가 흉곽의 유순도에 영향을 줄 수 있는데, 그 이유는 다음과 같다.

일반적으로 사람은 간헐적으로 심호흡을 하거나 한숨을 쉬고, 유아의 경우 울음을 터뜨리면서 호흡기관이 신장(stretching)된다. 근육의 위약이나 부조화로 인하여 장기간 심호흡이 되지 않으면 미세무기폐(microatelectasis)가 발생하게 되고 이것이 해결되지 않은 상태가 지속되면 폐와 흉곽이 완전히 신장되지 않는 상태로 유지된다. 만성적으로 폐근육의 약화가 지속되는 경우 폐의 부피가 감소하며 폐의 팽창력도 감소한다. 근육의 경우 단축된 상태로 5~7일 이상 지나게 되면 느슨한 결합조직(loose connective tissue)이 치밀한 결합조직(dense connective tissue)으로 서서히 바뀌어 유연성을 잃게 된다. 결국 근력의 약화는 결합조직과 관절의 가동 범위를 감소시키고 관절 구축과 뼈의 변형까지 유발한다.^{9,10,11,12,13} 성장하는 아동에서는 흉곽의 유순도가 떨어진 상태가 오래 유지되면, 흉곽 발육에 장애가 나타난다. 척수성 근위축증 환자에서 오목가슴 변형을 보이는 것이 대표적인 예라 하겠다(Fig. 4). 사지마비형 뇌성마비 환자의 경우도 비슷한 예가 될 수 있는데, 근육의 위약 및 경직으로 인하여 여러 호흡 근육간의 부조화로 호흡 기능이 떨어지고 이에 따른 흉곽 발육의 장애가 생길 가능성이 많다.

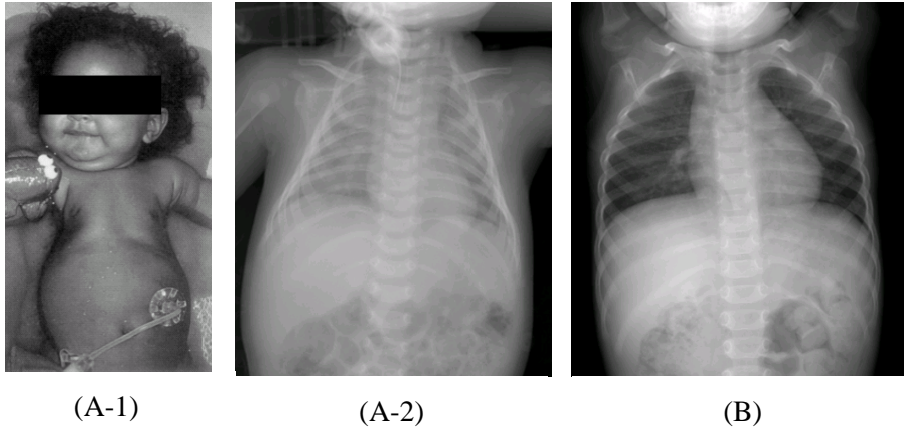


Fig. 4. Pectus excavatum deformity in a patient with spinal muscular atrophy (A-1, A-2) and normal chest wall appearance (B).

한편, 호흡 기능이 감소된 경우 흉곽 발육의 지연은 하부 흉곽보다 상부 흉곽에서 두드러지는데, 이는 다음 두 가지로 설명할 수 있다.

첫 번째 이유는 역행 호흡(paradoxical breathing) 때문이다. 정상 호흡에서는 늑간근(intercostal muscle)은 흉곽이 함몰되지 않도록 하는 역할을 하기 때문에, 흡기시 횡격막이 수축하며 복부 쪽으로 내려갈 때 상하부 흉곽이 모두 팽창할 수 있다. 하지만 역행 호흡에서는 늑간근의 힘이 약해 횡격막의 운동을 제어할 수 없다. 따라서 횡격막이 수축하며 복부가 팽창할 때, 하부 늑골은 'bucket-handle' 운동의 원리에 의해 바깥쪽으로 팽창하게 되고, 상부 흉곽은 오히려 안으로 함몰된다.¹⁴ 이러한 작용이 반복되면 상부 흉곽이 작은 형태인 깔때기 모양(funnel-shape)으로 흉곽이 형성된다. Bach 등은 모든 제 1형 척수성 근위축증 환아와 역행 호흡을 보이는 제 2형 척수성 근위축증 환아에서 치료를 하지 않으면 오목가슴 변형이 생기며, 특히 상부 흉곽의 발육 지연이 두드러진다고 하였다.⁶

두 번째 이유는 중력에 의한 국부 탄성(regional compliance), 즉 폐첨부(lung apex)와 폐 기저부(lung base)의 탄성의 차이 때문이다.^{15,16} 흉

막에 대한 중력의 효과 때문에, 직립 자세에서 폐 첨부의 흉막은 폐 기저부보다 음압이 더 걸리고, 더 뻣뻣한 성질을 가진다. 따라서 기능적 잔기용량(functional residual capacity: FRC)으로부터 흡기시 일회호흡량의 대부분은 폐기저부로 들어가므로, 직립 자세에서 대부분의 환기는 폐기저부에서 이루어진다(Fig. 5).^{16,17} 따라서, 호흡 장애로 충분한 환기가 이루어지지 않을 때 흉곽의 상부가 하부보다 상대적으로 통기가 떨어지므로 반복적인 미세무기폐는 상부폐에서 더 잘 생기게 되고 흉곽의 발육지연도 폐 상부에서부터 나타난다.

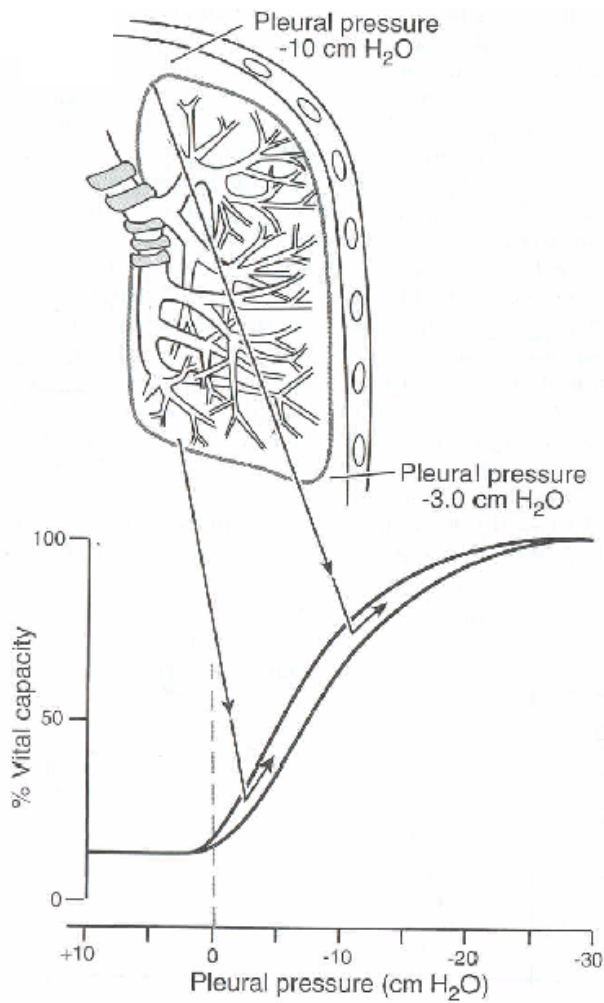


Fig. 5. Regional compliance affects the distribution of air flow. Because of gravity, pleural pressure in the upright lung is more negative at the apex than at the base. At functional residual capacity the lower part of the lung is more compliant.

본 연구에서 뇌성마비 환아군은 정상 대조군보다 유의하게 흉곽 발육비가 작아, 흉곽 발육의 왜곡을 관찰할 수 있었다. 뇌성마비 환아가 정상 발달 아동에 비하여 호흡 기능이 떨어짐을 시사한다고 생각한다.

또, 환아군과 정상 대조군 모두에서 연령이 증가함에 따라 흉곽 발육비가 점점 증가하는 양상을 보였다. 이는 연령이 증가함에 따라 늑간근의 근력이 강해져 흡기 시 흉곽을 고정하는 능력이 향상되면서 상부 폐로의 통기가 증가하고 상부 흉곽의 발육이 증가된 결과이다. 회귀분석을 시행하였을 때, 흉곽 발육비가 증가하는 기울기는 환아군이 정상 대조군보다 완만하여, 연령이 증가할수록 흉곽 발육비의 차이는 더 커질 것이다. 이는 연령이 증가함에 따라 뇌성마비 환아의 폐 기능이 점점 더 나빠진다는 가능성을 보여준다. 하지만, 회귀분석의 설명계수(R^2)가 그리 높지 않기 때문에 더 많은 수와 더 넓은 연령대를 대상으로 한 연구가 필요할 것으로 생각된다.

본 연구에서 환아들은 폐발육의 지연으로 인한 제한성 폐질환을 보일 것으로 예상되었으나, 호흡 능력 평가 시 협조도가 떨어져 강제 폐활량은 측정 가능하였지만 일초 호기량(FEV₁)을 반복 측정할 때 신뢰성이 떨어져 폐쇄성 폐질환으로 오인될 가능성이 있었다. 강제 폐활량 외에 다른 폐기능 지표에 대한 연구가 추후에 필요할 것으로 사료된다.

본 연구에 사용된 ‘흉곽 발육비’의 가치를 확인하기 위해 측정이 가능한 대상에서 강제 폐활량을 측정하여 흉곽 발육비와의 관계를 분석하였다. 강제 폐활량과 흉곽 발육비는 다소 높은 양의 상관관계($r = 0.542$)를 보여 흉곽 발육비는 강제 폐활량을 비교적 잘 반영한다고 하겠다.

결국, 흉곽 발달의 왜곡이 있는 것으로 보아 보행이 불가능한 사지마비형 뇌성마비 환아는 호흡 능력이 떨어져 있으므로, 이에 대한 예방 및 치료가 이루어지지 않으면 호흡 기능이 점점 나빠질 가능성이 있다. 따라서 뇌성마비 환아는 영유아기부터 미세무기폐를 없애기 위해

폐의 간헐적인 팽창을 돕는 노력이 필요하다. 즉, 심호흡 운동(deep breathing exercise)이나 공기누적 호흡운동(air-stacking exercise) 등의 방법을 뇌성마비 환아와 보호자가 숙지하는 것이 호흡기계 문제를 예방하는데 도움을 줄 수 있을 것으로 생각한다.

V. 결 론

본 연구에서는 사지마비형 뇌성마비 환자의 호흡 기능을 알아보기 위해 각각 112명의 환아군과 대조군에서 단순 흉부 방사선 검사를 시행하여 상부 및 하부 흉곽 크기의 비를 흉곽 발육비로 평가하였다.

결과는 다음과 같다.

1. 뇌성마비 환아군의 흉곽 발육비가 대조군보다 4% 작았다($p < 0.001$).
2. 연령이 증가함에 따라 흉곽 발육비는 뇌성마비 환아군과 대조군 모두에서 증가하는 소견을 보였고, 뇌성마비 환아군에서 증가하는 기울기가 대조군의 기울기보다 작은 경향을 보였다.
3. 뇌성마비 환아군과 대조군 중 만 7세 이상의 아동 각 10명을 대상으로 시행한 강제 폐활량 측정 결과, 뇌성마비 환아군의 강제 폐활량은 1530ml로 예측치의 정상 예측치의 79.9%였으며, 대조군의 강제 폐활량은 1795ml로 정상 예측치의 92.5%이었다($p > 0.01$).

이상의 결과로 보아 사지마비형 뇌성마비 환아는 정상 발달 아동에 비해 호흡 능력이 감소되어 있다고 유추할 수 있다. 따라서, 호흡기계 문제로 인한 이환율을 줄이기 위해 영유아기부터 심호흡 운동 및 공기누적 호흡운동을 교육하는 것이 바람직할 것으로 생각된다.

참 고 문 헌

1. Toder DS. Respiratory problems in the adolescent with developmental delay. *Adolesc Med* 2000;11:617-631.
2. Fauroux B. Respiratory muscle testing in children. *Paediatr Respir Rev* 2003;4:243-249.
3. Ferris G, Servera-Pieras E, Vergara P, Tzeng AC, Perez M, Marin J, Bach JR. Kyphoscoliosis ventilatory insufficiency: noninvasive management outcomes. *Am J Phys Med Rehabil* 2000;79:24-29.
4. Lee-Chiong TL Jr. Pulmonary manifestations of ankylosing spondylitis and relapsing polychondritis. *Clin Chest Med* 1998;19:747-757.
5. Pehrsson K, Danielsson A, Nachemson A. Pulmonary function in adolescent idiopathic scoliosis: a 25 year follow up after surgery or start of brace treatment. *Thorax* 2001;56:388-393.
6. Bach JR, Bianchi C. Prevention of pectus excavatum for children with spinal muscular atrophy type 1. *Am J Phys Med Rehabil* 2003;82:815-819.
7. 안효섭. *홍창의 소아과학*, 제 8판, 서울: 대한교과서; 2004. p.1296-1305.
8. Palisano R, Rosenbaum P, Walter S, Russell D, Wood E, Galuppi B. Development and reliability of a system to classify gross motor function in children with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol* 1997;39:214-223.
9. De Troyer A, Borenstein S, Cordier R. Analysis of lung volume restriction in patients with respiratory muscle weakness. *Thorax* 1980;35:603-610.
10. De Troyer A, Deisser P. The effects of intermittent positive pressure breathing on patients with respiratory muscle weakness. *Am Rev Respir Dis* 1981;124:132-137.
11. Gibson GJ, Pride NB, Davis JN, Loh LC. Pulmonary mechanics in patients with respiratory muscle weakness. *Am Rev Respir Dis* 1977;115:389-395.
12. Halar EM, Bell KR. Rehabilitation's relationship to inactivity. In: Kottke FJ, Lehmann JF, editors. *Krusen's Handbook of Physical Medicine and*

- Rehabilitation. 3rd ed. Philadelphia: WB Saunders; 1990. p.1113-1133.
13. Kisner C, Colby LA. Therapeutic Exercise: Foundations and Rehabilitation. 3rd ed, Philadelphia: FA Davis Company; 1996. p.143-182.
 14. Crystal RG, Barnes PJ, West JB, Weibel ER. The Lung: Scientific Foundations. 3rd ed, Philadelphia: Lippincott-Raven Publishers; 1997. p.1203-1205.
 15. Rhoades RA, Tanner GA. Medical Physiology, 1st ed, Boston: Little, Brown and Company; 1995. p.356-359.
 16. West JB. Respiratory Physiology, 4th ed, Baltimore: Williams & Wilkins; 1990. p.98.
 17. Scarpelli EM. Pulmonary Physiology: Fetus, Newborn, Child, and Adolescent, 2nd ed, Philadelphia: Lea & Febiger; 1990. p.274-276.

Abstract

Chest wall growth patterns in children with quadriplegic cerebral palsy

Jung Hyun Park

*Department of Medicine
The Graduate School, Yonsei University*

(Directed by Professor Eun Sook Park)

The children with quadriplegic CP (cerebral palsy) have higher rate of morbidity and mortality from respiratory problems. Weakness of the respiratory muscles, spasticity and involuntary movements cause a decrease in airway clearance ability. However, the pulmonary function of children with CP is not routinely checked because of difficulty in estimating pulmonary functions of infants or young children precisely. The object of this study is to evaluate the pulmonary function of children with quadriplegic CP by 'chest wall growth ratio' on simple chest X-ray. Chest wall growth ratio was defined as ' $D_{\text{apex}} / D_{\text{base}} \times 100$ '. D_{apex} represents the transverse distance of upper chest wall and D_{base} represents the distance for lower chest wall. Each CP group (mean age: 42.7 months) and age-matched control group (mean age: 43.1 months) were consist of 112 cases.

The results were as follows;

1. The chest wall growth ratio of CP group was smaller than that of control group by 4% ($p < 0.001$).
2. As aging, the chest wall growth ratio in both CP and control group showed a tendency to increase. Regression analysis showed the tendency that the gradient of CP group was slower than control group.

3. FVC (forced vital capacity) showed 1530ml (79.9% of normal predicted value) in CP group and 1795ml (92.5% of normal predicted value) in control group ($p > 0.01$).
4. Chest wall growth ratio and FVC showed relatively high correlation coefficient ($r = 0.542$, $p < 0.05$).

This study revealed that compared to control group, the children with quadriplegic CP had decreased respiratory function. So, in order to prevent respiratory morbidity in CP patients, deep breathing and air-stacking exercise should be routinely applied to all the patients from infancy.

Key words : cerebral palsy, quadriplegia, pulmonary rehabilitation, chest wall development, children