소아과 : 제 45 권 제 5 호 2002년

□원 저□

소아에서 비만이 운동 전후의 폐활량에 미치는 영향

연세대학교 원주의과대학 소아과학교실, 한림대학교 의과대학 소아과학교실*

박석원 · 김황민 · 김종수 · 차재국* · 이혜란*

Effects of Obesity on Pulmonary Functions in Children

**Seok Won Park, M.D., Hwang Min Kim, M.D., Jong Soo Kim, M.D.
Jae Kuk Cha, M.D.* and Hae Ran Lee, M.D.***

Department of Pediatrics, Wonju College of Medicine, Yonsei University, Wonju, College of Medicine, Hallym University, Seoul, Korea*

Purpose : The incidence of obesity has increased in Korea recently. Obesity leads to higher risks of hypertension, hyperlipidemia and insulin resistance. It also leads to risks of respiratory complications. This study was performed to see the effects of obesity on children's pulmonary functions and on developed bronchospasm after exercise loading according to their obesity degrees.

Methods : 257 obese children and 150 non-obese children were enrolled. Obese children were divided into 3 groups by the obesity degrees. Pre- and post-exercise loading FEV_1(forced expiratory volume at one second), FVC(forced vital capacity) and PEFR(peak expiratory flow rate) were checked in all subjects. The percent predicted values of each parameter was compared according to obesity degrees and the differences between pre-exercise and post-exercise values.

Results : The percent predicted value of FEV_1, FVC decreased only in the severe obesity group compared with those in the control group. However percent predicted PEFR declined according to obesity degrees. The percent predicted value of FEV_1, FVC and PEFR after exercise loading were much lower than those before exercise loading in all groups.

Conclusion : As the degree of obesity was higher, the percent predicted value of pulmonary function was lower. And after exercise loading, as the degree of obesity was higher, the reduction of percent predicted value of pulmonary function was larger. Therefore the pulmonary function in obese children must be observed carefully. Further studies on the effects of pulmonary functions in obese children are necessary. **(J Korean Pediatr Soc 2002;45:588-595)**

Key Words : Obesity, Exercise, Pulmonary function

서 론

비만이란 지방세포의 수가 증가하거나 크기가 커져 피하층과 체조직에 과도한 양의 지방이 축적되어 있는 상태를 말한다. 최근 경제적 성장으로 생활환경이 편리해지고 활동량이 부족하여 열량 소비가 감소한 반면 식생활의 서구화로 열량 섭취가 증가하여 소아 비만증이 급격히 증가하고 있는 실정이다[1, 2]. 비만은 인슐린 혈증, 고지혈증, 고혈압과 같은 성인병 뿐만 아니라 호흡기에 많은 영향을 미쳐, 수면 중 무호흡 발작(obstructive sleep apnea)[3] 및 비만-저환기 증후군(obesity-hypoventilation syndrome)[4], 수술 후 무기폐(atelectasis), 호흡부전증(respiratory failure)[5] 등의 합병증을 유발하고, 운동 유발성 기관지 수축 및 운동

접수 : 2001년 11월 5일, 승인 : 2002년 2월 5일
책임저자 : 박석원, 연세의대 원주기독병원 소아과
Tel : 033)741-1287 Fax : 033)732-6229
E-mail : pdy1013@wonju.yonsei.ac.kr

유발성 기관지 천식 발생에 관여한다는 보고도 있다. 이와 같이 일반적인 통념상 비만인 사람이 비만이 아닌 사람보다 폐기능이 감소되어 있을 것이라는 의견이 지배적이다[6]. 많은 연구 결과[7-9]에 의하면 비만 성인에서 비만이 아닌 사람에 비해, 잔기량(residual volume) 및 총 폐용량(total lung capacity)이 증가할 수 있지만, 극도의 비만인 경우는 오히려 총 폐용량이 감소한다고 한다. 또한 기관지 폐쇄의 지표가 되는 1초간 노력성 호기량(forced expiratory volume at one second, 이하 FEV_1), 노력성 폐활량(forced vital capacity, 이하 FVC) 및 최대호기속도(peak expiratory flow rate, 이하 PEFR)는 비만인 경우 감소한다고 하였으나, 이는 모두 성인을 대상으로 한 결과이고, 비만 어린이에서의 폐활량에 대한 연구는 부족한 실정이다.

이에 저자는 최근에 증가하고 있는 우리나라 어린이들의 비만 정도를 살펴보고, 비만이 운동 전 및 후의 폐활량에 미치는 영향을 보고자 본 연구를 시행하였다.

대상 및 방법

1. 대 상

2000년 10월부터 11월까지 2개월 동안 강원도 원주지역 초등학교 5곳을 방문하여 초등학교 4-6학년 학생 2,000명을 대상으로 하였다. 이 중 기침, 가래, 콧물, 코막힘 등의 상기도 감염 증상이 있는 어린이와 급성 폐렴으로 치료 중인 환자 124명 및 심장병 또는 결핵이나 천식과 같은 만성 폐질환을 앓고 있는 아동 57명과, 신장이 연령에 따른 백분위수 10 백분위수 미만이나 90 백분위수 초과 어린이 229명을 제외한 나머지 1,590명의 어린이 중 흡연의 직·간접적인 영향을 배제하기 위하여 가족내 흡연자가 있는 어린이 237명을 제외한 1,353명을 선별하였다. 이들 1,353명의 어린이를 비만도에 따라 분류하여 경도 비만에 해당하는 147명, 중등도 비만에 해당하는 87명, 고도 비만에 해당하는 23명의 어린이를 대상으로 하였으며, 비만도가 정상인 대조군은 남, 여 각각 75명씩 총 150명을 무작위로 선정하였다.

2. 방 법

대상군 모두에서 운동부하 전후의 폐활량을 측정하였으며, 대상군을 비만도에 따라 정상, 경도 비만, 중등도 비만, 고도 비만의 4군으로 분류하여 각 군간의 폐활량을 비교분석 하였다.

1) 비만도의 측정

1999년 대한 소아과학회 보건통계위원회가 발표한 한국소아 및 청소년 신체발육 표준치 세부 자료[10]의 신장별 체중 백분위수에서 50 백분위수를 표준 체중으로 이용한 비만도를 계산하여, 비만도가 20% 미만인 경우는 정상 대조군으로, 20% 이상 30% 미만을 경도비만군, 30% 이상 50% 미만인 경우를 중등도비만군, 50% 이상인 경우를 고도비만군으로 분류[11]하였다. 비만도의 측정이 신장을 기준으로 시행되는 점을 감안하여, 신장이 연령에 따른 10 백분위수에서 90 백분위수에 해당하는 어린이만 본 연구 대상에 포함하였다. 비만도의 계산식은 다음과 같았다.

비만도(%)=(실측 체중−신장별 표준체중)/
신장별 표준체중×100

2) 폐활량 측정

대상군 모두에서 Micro medical사(영국)의 portable micro-spirometry를 사용하여, 운동부하 전 및 운동부하 후의 FEV_1, FVC 및 PEFR을 측정하였다. 폐활량의 각 항목은 숙달된 동일한 검사자가 측정하였고, 대상 어린이에게 측정 전에 충분히 교육시킨 후 기립(standing)한 자세에서 편한 기분을 가지도록 격려한 후, 전면을 바로 본 자세로 3회씩 측정하여, 그 최대치를 택하였으며, 폐기능의 일중 변동을 고려하여 모두 정오부터 오후 2시 사이에 측정하였다.

3) 운동부하

대상군 모두 대기온도 15-20℃, 대기 습도 40-60%인 조건에서 운동부하를 시행하였고, 운동의 종류는 '계단 오르내리기(up and down stairs)'를 선택하여, 심장박동수가 170-180회/분인 상태에서 10분 동안 실시하였으며, 운동 부하 후 5분 간격으로 30분까지 폐활량을 측정하였고, 운동부하 후에 5분 간격으로 측정한 폐활량 중 가장 크게 감소한 측정치를 운동부하 후 폐활량치로 선택하였다. 측정된 폐활량 각 항목의 예측치에 대한 백분율을 구하였으며, 각 폐활량의 예측치는 양 등[12]이 발표한 예측치를 구하는 회귀방정식에 신장을 대입하여 산출하였다.

4) 통계 처리

개인용 컴퓨터를 이용한 SPSS 프로그램 중 ANOVA 및 LSD를 이용하였으며, P값이 0.05 이하

를 유의하다고 판정하였다.

결 과

1. 비만도에 따른 대상군의 분포

비만에 해당하는 어린이는 1,353명의 어린이 중 총 257명으로 19%였으며, 경도비만군은 147명(10.9%), 중등도비만군은 87명(6.4%), 고도비만군은 23명(1.7%)이었고, 평균 연령은 각각 11.2세, 11.6세, 11.7세였다. 각 군에서의 남녀비는 경도 및 중등도비만군에서 1.8 : 1, 고도비만군에서 1.1 : 1, 대조군에서 1 : 1이었다(Table 1).

2. 대상군의 신장 및 체중

대상군 전체의 신장 평균은 141.8±9.3 cm이었으며 대조군은 143.3±7.3 cm, 경도비만군은 142.2±6.6 cm, 중등도비만군은 139.3±14.8 cm, 고도비만군은 139.5±6.4 cm였다. 대조군과 경도비만군간의 신장 차이 및 중등도비만군과 고도비만군간의 신장 차이는 통계학적으로 의의가 없었으나, 경도비만군과 중등도 및 고도비만군간의 신장은 통계학적으로 유의한 차이를 보였다(P<0.05). 체중의 경우는 전체 평균이 45.1±8.2 kg이었으며, 대조군은 40.2±7.3 kg, 경도비만군은 46.2±6.6 kg, 중등도비만군은 49.3±6.7 kg, 고도비만군은 55.0±8.3 kg이었다(Table 2).

Table 1. Age & Sex Distribution according to Obesity Degree

Obesity		Control	Mild	Moderate	Severe
Age(year. mean)		11.5	11.2	11.6	11.7
Sex	Male(No.)	75	94	56	12
	Female(No.)	75	53	31	11
Total(No.)		150	147	87	23

3. 운동부하 전에 측정한 비만도에 따른 폐활량의 차이

각 군에서 측정한 FEV_1의 예측치에 대한 백분율은 대조군에서 95.4±15.8, 경도비만군에서 88.7±10.4, 중등도비만군에서 90.3±11.0, 고도비만군에서 75.5±8.6이었으며, 대조군, 경도비만군, 중등도비만군간에 통계학적으로 유의한 차이는 보이지 않았으나, 고도비만군에서는 다른 군에 비하여 통계학적으로 유의하게 낮았다(P<0.05, Table 3).

FVC의 예측치에 대한 백분율은 대조군에서 96.3±14.7, 경도비만군에서 88.5±9.6, 중등도비만군에서 87.8±10.5, 고도비만군에서 79.3±9.3이었으며, 대조군, 경도비만군, 중등도비만군간에 통계학적으로 유의한 차이는 보이지 않았으나, 고도비만군에서는 다른 군에 비하여 통계학적으로 유의하게 낮았다(P<0.05, Table 4).

PEFR의 예측치에 대한 백분율은 대조군에서 102.7±16.4, 경도비만군에서 92.0±11.0, 중등도비만군에서 86.0±12.4, 고도비만군에서 74.0±9.5이었으며, 대조군에 비해 비만군 모두에서 통계학적으로 의의있게 낮았다(P<0.05). 또한 비만도가 높을수록 최대호기속도는 감소하였는데, 이는 모두 통계학적으로 유의한 차이를 보였다(P<0.05, Table 5).

Table 2. Height and Weight Profiles according to Obesity Degree

Obesity	Control(n=150)	Mild(n=147)	Moderate(n=87)	Severe(n=23)	Total
Height(cm)(mean±SD*)	143.3±7.3	142.2±6.6	139.3±14.8	139.5±6.4	141.8±9.3
Weight(kg)(mean±SD)	40.2±7.3	46.2±6.6	49.3±6.7	55.0±8.3	45.1±8.2

*SD : standard deviation

Table 3. FEV_1*(% predicted) before Exercise Loading according to Obesity Degree

Obesity	Control	Mild	Moderate	Severe
FEV_1(% predicted)	95.4±15.8	88.7±10.4	90.3±11.0	75.5±8.6

*FEV_1 : Forced expiratory volume at one second
Significance between groups : Control-Mild 0.061, Control-Moderate 0.057, Control-Severe 0.003, Mild-Moderate 0.359, Mild-Severe 0.017, Moderate-Severe 0.021

Table 4. FVC*(% predicted) before Exercise Loading according to Obesity Degree

Obesity	Control	Mild	Moderate	Severe
FVC(% predicted)	96.3±14.7	88.5±9.6	87.8±10.5	79.3±9.3

*FVC : Forced vital capacity
Significance between groups : Control-Mild 0.071, Control-Moderate 0.055, Control-Severe 0.000, Mild-Moderate 0.657, Mild-Severe 0.001, Moderate-Severe 0.002

Table 5. PEFR*(% predicted) before Exercise Loading according to Obesity Degree

Obesity	Control	Mild	Moderate	Severe
PEFR(% predicted)	102.7±16.4	92.0±11.0	86.0±12.4	74.0±9.5

*PEFR : Peak expiratory flow rate
Significance between groups : Control-Mild 0.001, Control-Moderate 0.000, Control-Severe 0.000, Mild-Moderate 0.010, Mild-Severe 0.000, Moderate-Severe 0.000

4. 운동부하 후에 측정한 비만도에 따른 폐활량의 차이

운동부하 직후부터 30분까지 5분 간격으로 측정한 폐활량치 중 가장 낮은 측정치를 운동부하 후 폐활량치로 선택하였으며, FEV_1, FVC, PEFR의 3가지 항목 모두 89명(21.9%)은 운동부하 후 5분에, 173명(42.5%)은 10분 후, 145명(35.6%)은 운동부하 후 15분에 가장 낮은 측정치를 보였다(Table 6).

운동부하 후 FEV_1 측정치의 예측치에 대한 백분율은 대조군 90.4±16.7, 경도비만군 77.1±10.5, 중등도비만군 76.2±11.1, 고도비만군 59.8±9.1로 각 군 모두에서 운동부하 전 측정한 FEV_1 예측치에 대한 백분율보다 통계학적으로 의의있게 감소하였다($P<0.05$). 그리고 운동부하 전 및 운동부하 후 FEV_1 측정치의 예측치에 대한 백분율 차이는 비만도가 높을수록 컸으며 이는 모두 통계학적으로 유의한 차이를 보였다($P<0.05$, Table 7).

운동부하 후 FVC 측정치의 예측치에 대한 백분율은 대조군 89.7±15.0, 경도비만군 74.2±9.7, 중등도비만군 71.3±11.4, 고도비만군 55.7±8.8로 각 군 모두에서 운동부하 전 측정한 FVC 예측치에 대한 백분율보다 통계학적으로 의의있게 감소하였고($P<0.05$), 운동부하 전 및 운동부하 후 FVC 측정치의 예측치에 대한 백분율 차이는 비만도가 높을수록 컸으며 이는 모두 통계학적으로 유의한 차이를 보였다($P<0.05$, Table 8).

운동부하 후 PEFR 측정치의 예측치에 대한 백분율은 대조군 94.5±16.6, 경도비만군 77.2±11.6, 중등도비만군 68.5±13.0, 고도비만군 52.0±8.9로 각 군 모두에서 운동부하 전 측정한 PEFR 예측치에 대한 백분율보다 통계학적으로 의의있게 감소하였고($P<0.05$), 운동부하 전 및 운동부하 후 PEFR 측정치의

Table 6. Time to Maximal Reduction of FEV_1*, FVC†, PEFR‡ after Exercise

Time (min.)	Obesity				
	Control	Mild	Moderate	Severe	Total
5	33	34	18	5	89
10	66	60	37	10	173
15	51	53	32	8	145
Total	150	147	87	23	407

*FEV_1 : Forced expiratory volume at one second
†FVC : Forced vital capacity
‡PEFR : Peak expiratory flow rate

Table 7. FEV_1*(% Predicted) Differences between Pre-exercise & Post-exercise according to Obesity Degree

Obesity	Pre-exercise FEV_1(A)	Post-exercise FEV_1(B)	Differences†(C) between A and B
Control	95.4±15.8	90.4±16.7	5.2±2.7
Mild	88.7±10.4	77.1±10.5	11.7±3.3
Moderate	90.3±11.0	76.2±11.1	14.1±1.7
Severe	75.5±8.6	59.8±9.1	15.6±3.4

*FEV_1 : Forced expiratory volume at one second
†Significance between groups, Control-Mild 0.000, Control-Moderate 0.000, Control-Severe 0.000, Mild-Moderate 0.000, Mild-Severe 0.000, Moderate-Severe 0.017

Table 8. FVC*(% predicted) Differences between Pre-exercise & Post-exercise according to Obesity Degree

Obesity	Pre-exercise FVC(A)	Post-exercise FVC(B)	Differences†(C) between A and B
Control	96.3±14.7	89.7±15.0	6.6±2.9
Mild	88.5±9.6	74.2±9.7	14.3±5.4
Moderate	87.8±10.5	71.3±11.4	16.4±4.7
Severe	79.3±9.3	55.7±8.8	23.5±7.7

*FVC : Forced vital capacity
†Significance between groups, Control-Mild 0.000, Control-Moderate 0.000, Control-Severe 0.000, Mild-Moderate 0.001, Mild-Severe 0.000, Moderate-Severe 0.000

Table 9. PEFR*(% predicted) Differences between Pre-exercise & Post-exercise according to Obesity Degree

Obesity	Pre-exercise PEFR(A)	Post-exercise PEFRB)	Differences†(C) between A and B
Control	102.7±16.4	94.5±16.6	8.1±3.0
Mild	92.0±11.0	77.2±11.6	14.8±3.4
Moderate	86.0±12.4	68.5±13.0	17.5±2.5
Severe	74.0±9.5	52.0±8.9	22.6±3.4

*PEFR : Peak expiratory flow rate
†Significance between groups, Control-Mild 0.000, Control-Moderate 0.000, Control-Severe 0.000, Mild-Moderate 0.000, Mild-Severe 0.000, Moderate-Severe 0.000

예측치에 대한 백분율 차이는 비만도가 높을수록 컸으며 이는 모두 통계학적으로 유의한 차이를 보였다 (P<0.05, Table 9).

고 찰

소아의 비만증은 가장 흔한 영양장애의 하나로 육체적으로 불리한 점 이외에도 정신적인 문제점을 포함하므로 임상적으로 매우 중요하고, 근래에 점차 그 발생 연령이 낮아지고 발생률도 증가하고 있다[1, 2, 13]. 조 등[14]은 서울지역에서의 비만 이환율이 1984년 남아 11.5%, 여아 8.3%에서 1988년 남아 14.1%, 여아 8.4%로 증가하였음을 보고하였고, 박 등[15]은 1993년의 비만이환율 조사에서 18.6%까지 증가하였다고 보고하였다. 본 연구에서도 비만으로 분류된 어린이가 남아는 20.6%, 여아는 16.8%였으며, 전체적으로는 19%를 차지하여 상기보고에서와 비슷한 소아 비만 이환율을 보였다.

비만아는 비만성인과 마찬가지로 고인슐린혈증, 고지혈증, 고혈압과 같은 성인병이 많이 나타나고, 성인이 되어서도 비만, 고혈압, 고지혈증이 지속되는 경향이 많다[16]. 이와 같이 잘 알려져 있는 전신적 합병증 외에 비만은 호흡기에도 많은 영향[3-5]을 미치게 되는데, 비만이 호흡근육에 상당량의 부하를 줌으로써 운동 유발성 호흡곤란과 같은 비만관련 호흡기 합병증을 유발할 수 있다[17].

비만이 폐기능 특히 정적 폐용적(static lung volume)에 미치는 영향은 많은 연구 결과[7-9]에 의하면 비만 성인에서 비만이 아닌 사람에 비해 잔기량 및 총폐용량이 다소 증가하거나 정상일 수 있지만 극도의 비만인 경우는 폐활량(vital capacity) 및 총폐용량이 약 20-30% 정도 감소한다[18]고 한다. 또한 비만 성인에서는 횡경막이 다소 위쪽에 위치함으로써 기능성 잔기 폐활량(functional residual capacity : FRC) 및 호기성 폐저류량(expiratory reserve volume : ERV)도 감소한다[19]고 하였다.

비만이 이러한 정적 폐용적을 변화시키는 정확한 기전은 확실하지 않으나, 비만인 사람은 피하지방조직의 침착으로 인하여 흉곽의 탄성도(compliance)가 떨어져서 얕고 빠른 호흡형태를 보이며, 비능률적인 호흡근 운동이 발생함으로, 호흡부하량(work of breathing)이 커지고 이산화탄소 생성과 산소 소모량이 늘어나게 되며, 폐포 환기 요구량이 증가되어 결국에는 다시 호흡부하량을 증가시키는 악순환을 거치게 된다는 가능성이 제시되었다[20].

비만이 정적 폐용적 뿐만 아니라 동적 폐활량(dynamic lung capacity)에 미치는 영향에 대해서도 많은 연구가 이루어져 왔다. 비만 남자에서 호흡곤란을 느끼는 군과 호흡곤란을 느끼지 않는 두 군에서 기관지폐쇄 정도를 나타내는 FEV_1, FVC, $FEF_{75\%}$, 자발적 최대 호흡량(maximum voluntary ventilation : MVV) 및 PEFR을 측정, 비교한 결과 FEV_1, FVC, FEV_1/FVC, PEFR은 두 군간에 차이가 없었고, $FEF_{75\%}$ 및 MVV만이 호흡곤란을 느끼는 비만군에서 통계학적으로 유의하게 낮았다는 연구 결과가 있다[21]. 그러나 학동기 및 청소년기에 체지방이 폐기능에 미치는 영향에 대한 또 다른 연구에서는 총체지방량(total body fat %)이 많으면 많을수록 FEV_1 및 FVC

가 감소한다고 하였다[22]. 이 외에도 다수의 연구에서 비만이 폐기능 및 기관지 내경을 감소시킨다는 결과와 아무런 영향을 미치지 않는다는 결과가 대립해 있다. 왜 이러한 차이가 나타나는지는 명확하지 않지만, 몇 가지 방법론적인 한계 때문이라 사료된다. 즉 정상군과 비만군의 폐활량치를 측정, 비교함에 있어서 예측치에 대한 백분율로 비교하게 되는데, 대부분의 예측치를 구하는 회귀방정식은 신장과 연령만을 기준치로 만들어졌거나, 비만이 없는 건강한 사람들을 대상으로 만들어졌기에, 비만을 독립변수로 한 폐기능 측정이 불가능하다는 것이 일례라 하겠다. 본 연구에서 인용한 FEV_1, FVC, PEFR의 예측치를 구하는 회귀방정식[12]에서도 그 대상군들의 비만도에 대한 언급은 없었다. 특히 어린이들의 경우 계속적으로 성장이 이루어지고 있는 만큼 예측치를 구하는 기준 요소를 결정하는데 어려운 점이 많은 것으로 사료된다.

본 연구 결과에서는 비만도에 따른 FEV_1, FVC 측정치의 예측치에 대한 백분율은 고도비만군에서만 통계적으로 유의하게 낮았으나, PEFR은 정상군과 비만군 모두에서 각 군간에 통계학적으로 유의한 차이를 보였다. 즉 비만도가 50% 미만인 경우는 정상과 같은 폐활량을 보이지만, 비만도가 50%를 넘어가면 정상보다 폐활량이 떨어지는 것으로 해석되고, 이는 Ross 등[22]이 보고한 내용과 동일한 결과를 보였다.

운동유발성 기관지수축(exercise induced bronchospasm)이란 격렬한 운동이후 수 분내에 나타나는 기류폐쇄에 의해 발생하는 일련의 임상적 증후군으로 정의된다[23]. 이러한 운동유발성 기관지수축은 성인보다 소아에서 더 잘 발생하는 경향이 있으며[24], 천식환자의 40-95%에서 동반되는데 천식이 없는 소아, 특히 비만 소아에서도 잘 발생되는 현상이다[25]. 이러한 운동유발성 기관지수축으로 인하여 기침, 흉부통증, 호흡곤란, 천명 등의 임상 증상이 나타나는 경우를 운동유발성 기관지천식(exercise induced asthma)이라고 정의한다[26]. Gokbel과 Atas[27]는 천식이 동반되지 않은 비만어린이와 정상 어린이에서 자전거를 이용한 운동부하 5분 후 및 15분 후에 폐활량을 측정, 비교하였는데 운동부하 15분 후에 측정한 FEV_1, FVC, PEFR은 비만군에서 정상군보다 더 낮았으며, 운동유발성 기관지수축의 정의에 해당하는 경우도 비만군에서 더 많았다고 보고하였다. 마찬가지로 비만어린이에서 운동부하 후 측정한 FEV_1, FVC, PEFR, $FEF_{25\%-75\%}$ 모두 정상 어린이보다 더 많이 감소하고, 이는 비만어린이의 기도과민성이 더 증가되어있음을 시사한다는 보고도 있다[28]. 본 연구에서도 운동부하 후에 측정한 FEV_1, FVC, PEFR치의 예측치에 대한 백분율이 운동부하 전에 측정한 예측치에 대한 백분율보다 모두 감소하였으며, 비만도가 심해질수록 그 감소폭은 더 커지는 결과를 보였다. 또한 여러 연구[23, 24]에서 정의한 운동유발성 기관지수축의 기준- FEV_1 또는 PEFR의 운동부하 후 측정치가 운동부하 전 측정치의 10% 이상 감소 -에 따르면 비만군 모두는 운동유발성 기관지수축을 보인다고 할 수 있으며, 비만어린이가 기도과민성이 더 증가되어있다는 Kaplan과 Montana[25]의 보고와 동일한 결과를 보였다. 비만이 기도과민성을 증가시키는 기전은 명확하지 않지만, 지방세포에서 형성되는 호르몬인 leptin과의 관련성이 제기되었다[29]. 즉 기도와 폐세포내에 존재하는 leptin 수용체에 leptin이 결합하면 이들 기도 세포들이 증식하여 기도과민성이 생긴다는 것이다[30]. 또한 남자 비만아보다는 여자 비만아에서 기도과민성이 더 크게 보고되는데[31] 이들에 대한 가설로는 말초 에스트로겐(estrogen)의 이용성이 증가하고 leptin의 생성이 증가[29, 32]하는 것과, 여성 호르몬이 베타 2 수용체의 반응성을 변화시키기 때문[33]이라는 것이 있다.

한편 비만이 운동유발성 기관지수축을 증가시키기는 하지만, 이러한 운동유발성 기관지수축은 적절한 체중감량으로 다시 호전될 수 있는 가역성도 제기되었다[34, 35]. 이는 기도과민성이 있기 때문에 어린이들의 활동량이 적어져서 2차적으로 비만이 올 수 있다는 가설에 대한 반론이 될 수 있다. 물론 성인을 대상으로 한 연구이기는 하지만, 성인에서보다 더욱 더 가역성을 크게 나타내는 소아 기관지의 특성을 고려하면, 소아에서도 유사한 결과를 나타내리라 사료된다. 따라서 비만 어린이들에 대한 적절한 치료로 체중감량을 하는 것이 폐기능을 개선시키는데 가장 좋은 방법이라고 판단된다.

이상에서 살펴보았듯이 아직도 비만이 정적 폐용적 및 폐활량에 미치는 정확한 영향과 기전은 불확실한 것이 많다. 특히 계속적으로 성장과 발달이 진행중인 소아에서, 비만이 폐기능에 미치는 영향이 어떤 것인지, 또 성인이 될 때까지 지속적인 영향이 있을 것인지도 확실하지 않다. 따라서 저자들은 앞으로도 지속적인 연구로 비만과 폐기능과의 관계 규명에 더욱 노

력해야 하며, 아울러 비만어린이에 대한 적극적인 관심과 치료가 필요하다고 생각하는 바이다.

요 약

목 적 : 최근에 증가하고 있는 우리나라 어린이들의 비만 정도를 살펴보고, 비만이 운동 전후의 폐활량에 미치는 영향을 보고자 본 연구를 시행하였다.

방 법 : 원주지역 초등학교 5곳의 4-6학년 학생 2,000명 중 신장별 체중 50 백분위수를 표준 체중으로 이용한 비만도가 20% 미만인 대조군 150명과 20% 이상이었던 비만군 257명을 대상으로 하였다. 2000년 10월부터 11월까지 2개월 동안 대상군을 정상, 경도비만, 중등도비만, 고도비만의 4군으로 분류하여 운동부하 전 및 후의 폐활량을 측정하였으며, 각 군간의 폐활량을 예측치에 대한 백분율로 환산하여 비교분석하였다.

결 과 :

1) 비만에 해당하는 대상은 총 257명(19%)이었으며, 경도비만군 147명(10.9%), 중등도비만군 87명(6.4%), 고도비만군 23명(1.7%), 대조군은 150명이었다.

2) 각 군에서 측정한 FEV_1 및 FVC의 예측치에 대한 백분율(%)은 대조군에서 95.4±15.8, 96.3±14.7 경도비만군에서 88.7±10.4, 88.5±9.6 중등도비만군에서 90.3±11.0, 87.8±10.5 고도비만군에서 75.5±8.6, 79.3±9.3이었으며, 대조군, 경도비만군, 중등도비만군간에 통계학적으로 유의한 차이는 보이지 않았으나, 고도비만군에서는 다른 군에 비하여 통계학적으로 유의하게 낮았다($P<0.05$).

3) PEFR의 예측치에 대한 백분율(%)은 대조군에서 102.7±16.4, 경도비만군에서 92.0±11.0, 중등도비만군에서 86.0±12.4, 고도비만군에서 74.0±9.5이었으며, 대조군에 비해 비만군 모두에서 통계학적으로 의의있게 낮았고, 비만도가 높을수록 최대호기속도는 감소하였는데, 이는 모두 통계학적으로 유의한 차이를 보였다($P<0.05$).

4) 운동부하 후 측정한 FEV_1, FVC, PEFR 모두, 89명(21.9%)은 운동부하 후 5분, 173명(42.5%)은 10분, 145명(35.6%)은 운동부하 후 15분에 가장 낮은 측정치를 보였다.

5) 운동부하 후 FEV_1, FVC, PEFR 측정치의 예측치에 대한 백분율(%)은 대조군에서 각각 90.4±16.7, 89.7±15.0, 94.5±16.6 경도비만군 77.1±10.5, 74.2±9.7, 77.2±11.6 중등도비만군 76.2±11.1, 71.3±11.4, 68.5±13.0 고도비만군 59.8±9.1, 55.7±8.8, 52.0±8.9로 각 군 모두에서 운동부하 전 측정한 각 항목의 예측치에 대한 백분율보다 통계학적으로 의의있게 감소하였다. 그리고 운동부하 전 및 운동부하 후 각 항목 측정치의 예측치에 대한 백분율 차이는 비만도가 높을수록 컸으며 이는 모두 통계학적으로 유의한 차이를 보였다($P<0.05$).

결 론 : 운동부하 후 발생하는 기관지수축 정도는 비만아에서 더 크게 나타나며, 운동부하 전이라도 고도비만아인 경우 기관지폐쇄가 어느 정도는 존재한다고 사료된다.

참 고 문 헌

1) 박성균, 김용주, 신재훈, 이 항. 서울지역 초등학교 학생들의 신체계측치를 이용한 Nutritional Status의 변화에 관한 연구. 소아과 1999;42:311-23.
2) 홍영미, 문경래, 서정완, 심재건, 유기환, 정병주 등. 소아 비만의 진단과 치료지침. 소아과 1999;42:1338-45.
3) Guilleminault C, Simmons FB, Motta J, Cummiskey J, Rosekind M, Schroeder JS, et al. Obstructive sleep apnea syndrome and tracheostomy. Long-term follow up experience. Arch Intern Med 1981;141:985-8.
4) Lopata M, Onal E. Mass loading, sleep apnea and the pathogenesis of the obesity hypoventilation. Am Rev Respir Dis 1982;126:640-5.
5) Sue DY. Obesity and pulmonary function : more or less? Chest 1997;111:844-5.
6) Collins LC, Hoberty PD, Walker JF, Fletcher EC, Peiris AN. The effect of body fat distribution on pulmonary function tests. Chest 1995;107:1298-302.
7) Milberg JA, Davis DR, Steinberg KP. Improved survival of patients with acute respiratory distress syndrome(ARDS) : 1983-1993. JAMA 1995;273:306-9.
8) Schuster DP. What is acute lung injury? What is ARDS? Chest 1995;170:1721-6.
9) Amato MB, Barbas CS, Medeiros DM. Beneficial effects of the open lung approach with low distending pressures in acute respiratory distress syndrome. A prospective randomized study on mechanical ventilation. Am J Respir Crit Care Med 1995;152:1835-46.
10) 대한소아과학회. 1998년 한국 소아 및 청소년 신체

발육 표준치 세부자료. 초판. 서울 : 광문출판사, 1999: 20-3.
11) Murata M. Obesity. Acta Pediatr Jpn 1985;27: 415-25.
12) 양선영, 나문주, 최원호, 김광우. 소아 폐기능검사 추정 정상치. 소아과 1989;32:206-13.
13) 최연호, 전용훈, 김순기, 한승규, 손병관, 최종원 등. 1996년 인천지역 고도비만아의 합병증 및 아포지단백, Lp(a)에 관한 연구. 소아과 1997;40:1386-92.
14) 조규범, 박순복, 박상철, 이동환, 이상주. 학동기 및 청소년기 소아의 비만도 조사. 소아과 1989;32:597-605.
15) 박지희, 손창성, 이주원, 독고영창. 학동기 소아비만증의 임상적 고찰. 소아과 193;36:338-45.
16) Epstein LH, Wing RR, Valoski A. Childhood obesity. Pediatr Clin North Am 1985;32:363-79.
17) Luce JM. Respiratory complications of obesity. Chest 1980;78:626-31.
18) Ray CS, Sue DY, Bray G, Hansen JE, Wasserman K. Effects of obesity on respiratory function. Am Rev Respir Dis 1983;128:501-6.
19) Zerah F, Harf A, Perlemuter L, Lorino H, Lorino AM, Atlan G. Effects of obesity on respiratory resistance. Chest 1993;103:1470-6.
20) Dempsey JA, Reddan W, Rankin J, Balke B. Alveolar-arterial gas exchange during muscular work in obesity. J Appl Physiol 1966;21:1807-14.
21) Hamid S. Dyspnea in obese healthy men. Chest 1998;114:1373-7.
22) Ross L, Graham C, Catherine B, Frank ES. Effects of body fat on ventilatory function in children and adolescents : Cross-sectional findings from a random population sample of school children. Pediatr Pulmonol 1997;24:187-94.
23) Kyle JM. Exercise-induced pulmonary syndromes. Med Clin North Am 1994:78:413-21.
24) Spector SL. Update on exercise-induced asthma. Ann Allergy 1993;71:571-7.
25) Kaplan TA, Montana E. Exercise-induced bronchospasm in nonasthmatic obese children. Clin Pediatr 1993;32:220-5.
26) Bierman CW, Kawabori I, Pierson WE. Incidence of exercise-induced asthma in children. Pediatrics 1975;56(suppl):847-50.
27) Gokbel H, Atas S. Exercise-induced bronchospasm in nonasthmatic obese and nonobese boys. J Sports Med Phys Fitness 1999;39:361-4.
28) Kaplan TA, Campbell-Shaw MH, Moccia G. Association of exercise-induced bronchospasm with obesity. Pediatr Exerc Sci 1992;4:351-9.
29) Shimizu H, Shimomura Y, Hayashi R, Ohtani K, Sato N, Futawatari T, et al. Serum leptin concentration is associated with total body fat mass, but not abdominal fat distribution. Int J Obes Relat Metab Disord 1997;21:536-41.
30) Tsuchiya T, Shimizu H, Horie T, Mori M. Expression of leptin receptor in lung : leptin as a growth factor. Eur J Pharmacol 1999;365:273-9.
31) Castro-Rodriguez JA, Holberg CJ, Morgan WJ, Wright AL, Martinez FD. Increased incidence of asthmalike symptoms in girls who become overweight or obese during the school years. Am J Respir Crit Care Med 2001;163:1344-9.
32) Chen Y, Dales R, Krewski D, Breithaupt K. Increased effects of smoking and obesity on asthma among female Canadians : the National Population Health Survey, 1994-1995. Am J Epidemiol 1999;150:255-62.
33) Mokdad AH, Serdula MK, Dietz WH, Bowman BA, Marks JS, Koplan JP. The spread of the obesity epidemic in the United States, 1991-1998. JAMA 1999;282:1519-22.
34) Vaughan RW, Cork RC, Hollander D. The effect of massive weight loss on arterial oxygenation and pulmonary function tests. Anesthesiology 1982;54:325-8.
35) Wadstrom C, Muller SR, Backman L. Influence of excessive weight loss on respiratory function. A study of obese patients following gastroplasty. Eur J Surg 1991;157:341-6.