

비만 소아에서 폐기능 검사와 체성분 분석에 대한 연구

이화대학교 의과대학 소아과학교실

신지선 · 박지혜 · 김지영 · 김수정 · 홍영미

Pulmonary Function Test and Body Composition Analysis in Obese Children

Jee Seon Shin, M.D., Ji Hye Park, M.D., Ji Young Kim, M.D.
Su Jung Kim, M.D. and Young Mi Hong, M.D.

Department of Pediatrics, College of Medicine, Ewha Womans University, Seoul, Korea

Purpose : Obesity is associated with disturbances of ventilatory functions in adults. But few studies have evaluated the pulmonary complications of obesity in the pediatric population. The purpose of this study is to clarify the effects of obesity on pulmonary function and body composition in obese children.

Methods : Forty seven obese children whose ages ranged from nine to twelve years were evaluated for their body composition (intracellular fluid, extracellular fluid, protein mass, mineral mass, soft lean mass, fat mass, percent body fat, fat distribution) by bioelectrical impedance analysis. Hemoglobin, serum glucose, aspartate aminotransferase (AST), alanine aminotransferase (ALT), total cholesterol and triglycerides were measured. Pulmonary function test was performed by spirometer.

Results : Intracellular fluid, protein mass, fat mass, percent body fat and fat distribution were significantly higher in severely obese children with an obesity index of more than 150 percent compared with those with an index of less than 150 percent. Peak expiratory flow rate (PEFR) was significantly lower in severely obese children with obesity index of more than 150 percent compared with those with less than 150 percent (241.7 ± 14.6 L/sec vs 276.8 ± 64.3 L/sec). PEFR, forced expiratory flow 25 percent (FEF₂₅), mid expiratory flow rate (MEFR), forced expiratory flow 50 percent (FEF₅₀), forced expiratory volume in 1st second (FEV₁) and forced vital capacity (FVC) were decreased in 37.0 percent, 14.8 percent, 14.8 percent, 11.1 percent, 3.7 percent and 3.7 percent of obese children, respectively.

Conclusion : PEFR was significantly decreased in obese children. Pulmonary function test must be performed in severely obese children and more extended study is needed in other age groups. (*Korean J Pediatr* 2005;48:588-593)

Key Words : Obesity, Pulmonary function test, Body composition

서 론

비만이란 지방세포의 수가 증가하거나 크기가 커져 피하층과 체조직에 과도한 양의 지방이 축적되어 있는 상태를 말한다¹⁾. 최근 경제 성장으로 생활 환경이 편리해지고 활동량이 부족하여 열량 소비가 감소한 반면에 식생활의 서구화로 열량 섭취가 증가하여 소아 비만이 급격히 증가하고 있는 실정이다¹⁾. 비만 아

동 및 청소년에서 고혈압, 당뇨병, 고지혈증 등과 같은 심혈관계 위험 요인들이 조기에 발현될 뿐 아니라 호흡기, 피부, 관절 등에도 비만과 관련된 문제들이 초래될 수 있다²⁾. 소아 및 청소년의 비만은 성인 비만으로 이행하기 쉽고, 또한 일생동안 건강한 식생활과 활동적인 생활 양식을 필요로 하는 치료하기 어려운 만성 질환이다.

폐기능 검사는 호흡 생리학 및 호흡기 질환의 역학 연구에 사용되고 있을 뿐 아니라 임상에서 폐기능의 질적, 양적 평가를 통하여 호흡기 질환의 진단, 치료 및 경과 관찰 등에 이용되고 있다³⁾. 성인에서 비만이 흉부 역학과 폐기능에 미치는 영향에 대해서 여러 문헌에서 많이 언급되었다. 비만으로 흉부와 복부의 지방이 증가하면 폐의 탄성이 감소되고 호흡에 필요한 일과 산

접수 : 2004년 12월 30일, 승인 : 2005년 3월 9일
책임저자 : 홍영미, 이화의대 동대문병원 소아과
Correspondence : Young Mi Hong, M.D.
Tel : 02/760-5427 Fax : 02/765-3855
E-mail : hongym@chollian.net

소 요구량이 증가하는 것으로 알려져 있다⁴⁾.

1984년 Bosisio 등⁵⁾은 비만 성인과 소아를 대상으로 한 연구에서 기능적 잔기 용량(functional residual capacity, FRC), 노력 날숨 폐활량(forced expiratory volume, FEV), 최대 환기량(maximum ventilatory volume, MVV)이 비만한 사람에서 감소함을 보고하였고 1999년 Carey 등⁶⁾은 성인에서 신체 비만 지수가 증가함에 따라 1초 강제 호기량(forced expiratory volume in one second, FEV₁)이 감소한다고 보고하였다.

소아에서는 검사 가능한 대상 연령이 제한되어 있고 폐기능 검사시 검사자의 협조가 필요하기 때문에 검사에 제한점이 있고, 결과에 일관성이 없어 비만 소아에서 폐기능에 미치는 영향에 대해서는 보고가 적은 실정이다.

체성분 분석은 신체 조성을 알아볼 수 있는 검사로 그 유용성이 입증되어왔고 비만아의 연구에 사용되고 있다^{7, 8)}. 체성분 분석을 위해 저자들이 사용한 생체전기저항법은 장치가 간단하고 다루기 쉬우며, 측정치가 객관적이고 정확하다⁹⁾. 생체전기저항법은 신체의 체수분량을 측정하는 기술로 1969년 Hoffer 등¹⁰⁾이 체수분량이 신체 전기 저항값에 역비례 관계가 있다는 것이 보고하는 것을 시작으로 여러 연구들에서 그 결과의 타당성이 입증되었다¹¹⁻¹³⁾. 이러한 유용성에도 불구하고 비만 소아에서 체성분과 관한 보고도 적으므로 이에 저자들은 비만이 체성분과 폐기능에 미치는 영향을 알아보기 위해 본 연구를 실시하였다.

대상 및 방법

1. 대 상

9세에서 12세의 소아 47명을 대상으로 하였다. 비만도에 따라서 분류하였으며 정상군이 20명, 중등도 비만군이 24명, 고도 비만군이 3명이었다. 중등도 비만군과 고도 비만군을 합하여 비만군으로 정의하고 정상군과 두 군을 비교하였다. 최근 기도질환을 앓거나 폐질환이 있는 환아는 제외하였다.

2. 방 법

1) 신체계측

신장은 맨발로 신장 측정계를 이용하여 소숫점 한자리까지 측정하였고, 체중은 표준 체중계의 영점을 맞춘 후 소숫점 한자리까지 측정하였다.

2) 비만도

성별, 연령별, 신장별 체중 50 백분위수를 표준 체중으로 비만도를 계산하여 20% 이상을 비만으로 정의하였고, 이 중에서 20-30%는 경도 비만, 30-50%는 중등도 비만, 50% 이상을 고도 비만으로 분류하였다(1999년 대한소아과학회 측정, 한국 소아의 표준 발육치 참조)¹⁾.

비만도(%)=(실측 체중-신장별 표준 체중)/신장별 표준 체중×100

3) 체성분 분석 및 생체전기저항 측정

생체전기저항은 InBody 2.0(Biospace, Seoul, Korea) 제품을 사용하였는데 피검자는 가벼운 운동복을 입고 임피던스 측정 장치에 올라가서 손 전극을 잡고 발 전극을 밟은 후 직립 자세로 팔과 다리를 약간 벌린 자세를 취한 후 스타트 버튼을 누르면, 마이크로프로세서가 스위치를 작동시켰다. 오른팔, 왼팔, 몸통, 오른다리, 왼다리에서 4가지 주파수(5, 50, 250, 500 kHz)의 인체 부위별 전기 저항을 측정하였고, 측정 결과는 약 2분 후에 결과지에 출력되었으며, 각 대상에서 세포내액, 세포외액, 단백질, 무기질, 근육량, 체지방량, 체지방률, 복부지방률을 측정하였다.

4) 폐기능 검사

MicroLoop ML3535 spirometer(Micro Medical Limited, Rochester, UK)를 이용하여 폐기능 검사를 실내에서 시행하였으며 기립자세로 3회를 측정하여 최고치를 선택하였다. Forced expiratory volume in 1st second(FEV₁), forced vital capacity(FVC), peak expiratory flow rate(PEFR), ratio between FEV₁ and FVC expressed in 1 percentage(FEV₁), peak inspiratory flow rate(PIFR), forced expiratory flow 50%(FEF₅₀), forced expiratory flow 25%(FEF₂₅), mid-expiratory flow rate(MEFR), maximal voluntary ventilation(MVV), forced expiratory time(FET)을 측정하였다.

5) 통계

정상군과 비만군 측정치의 통계 처리는 Student t-test를 이용하여 평균±표준편차로 표현하였고, 고도 비만군과 중등도 비만군과의 통계처리는 고도 비만군의 표본수가 적어 비모수 검정에서 독립 집단 차이검증인 Mann-Whitney Test를 이용하였다. 통계 처리는 P value 0.05 이하를 통계적으로 유의하다고 하였다.

결 과

1. 신체 계측치

대상자의 평균 연령은 10.14±2.20세, 연령 범위는 9-12세였다. 신장은 두 군 사이에 유의한 차이가 없었으며 체중은 비만군에서 59.2±8.7 kg, 정상군에서 48.8±6.5 kg로 비만군에서 유의하게 높았고, 체질량지수는 비만군에서 27.4±2.3 kg/m², 정상군에서 21.2±3.9 kg/m²으로 비만군에서 유의하게 높았다. 비만도는 비만군에서 135.2±16.7%, 정상군에서 110.0±4.2%로 비만군에서 유의하게 높았다(Table 1).

2. 정상군과 비만군의 체성분의 비교

체성분 분석에서 세포내액은 비만군에서 14.9±1.7 L, 정상군에서 11.9±1.3 L으로 비만군에서 유의하게 많았고(P<0.05) 세포외액도 비만군에서 8.3±0.8 L, 정상군에서 5.7±0.9 L으로 비만군에서 유의하게 많았다(P<0.05). 단백질은 비만군에서 9.1±1.3 kg, 정상군에서 8.5±2.6 kg으로 두 군간에 유의한 차이가

Table 1. Comparisons of Anthropometric Data between Obese and Control Groups

Anthropometric data	Obese group (n=27)	Control group (n=20)
Height(cm)	146.9±6.4	149.6±13.6
Weight(kg)	59.2±8.7*	48.8±6.5
BMI(kg/m ²)	27.4±2.3*	21.2±3.9
Obesity index(%)	135.2±16.7*	110.0±4.2

*Significantly different from control group $P<0.05$
Abbreviation : BMI, body mass index

Table 2. Comparisons of Parameters by Bioelectrical Impedance between Obese and Control Groups

Parameters	Obese group	Control group
ICF(L)	14.9±1.7*	11.9±1.3
ECF(L)	8.3±0.8*	5.7±0.9
Protein mass(kg)	9.1±1.3	8.5±2.6
Mineral mass(kg)	2.2±0.2	2.1±0.4
Soft lean mass(kg)	34.1±4.8	32.0±9.7
Fat mass(kg)	18.3±3.7*	6.9±2.2
Percent body fat(%)	34.8±2.2*	21.3±4.4
Fat distribution(%)	0.9±0.0*	0.8±0.0

*Significantly different from control group $P<0.05$
Abbreviations : ICF, intracellular fluid; ECF, extracellular fluid

없었고 무기질도 비만군에서 2.2±0.2 kg, 정상군에서 2.1±0.4 kg으로 두 군간에 유의한 차이가 없었다. 체지방량은 비만군에서 18.3±3.7 kg, 정상군에서 6.9±2.2 kg으로 비만군에서 유의하게 많았고($P<0.05$) 체지방률도 비만군에서 34.8±2.2%, 정상군에서 21.3±4.4%로 비만군에서 유의하게 높았다($P<0.05$). 복부지방률은 비만군에서 0.9±0.0, 정상군에서 0.8±0.0로 비만군에서 유의하게 높았다($P<0.05$)(Table 2).

3. 정상군과 비만군의 지질, 간기능 수치의 비교

중성지방이 비만군에서 189.1±103.3 mg/dL, 정상군에서 146.0±53.9 mg/dL으로 비만군에서 유의하게 높았고, ALT가 비만군에서 76.1±113.0 U/L, 정상군에서 28.8±13.9 U/L로 비만군에서 유의하게 높았다($P<0.05$)(Table 3).

4. 정상군과 비만군의 폐기능 검사치의 비교

PEFR은 비만군에 255±73.7 L/sec, 정상군에서 315.0±60.8 L/sec로 비만군에서 유의하게 감소함을 알 수 있었다($P<0.05$). 다른 폐기능 계측치는 두 군 사이에 유의한 차이가 없었다(Table 4).

5. 비만군에서 감소한 폐기능 검사치의 분석

폐기능 검사를 시행하여 비만군에서 PEFR은 10명(37.0%)에서, FEF₂₅, MEF는 각각 4명(14.8%)에서, FEF₅₀은 3명(11.1%)에서, FEV₁, FVC은 각각 1명(3.7%)에서 감소하였다(Table 5).

Table 3. Comparisons of Lipid Profiles and Liver Function Test between Obese and Control Groups

Lipid profiles	Obese group	Control group
Cholesterol(mg/dL)	191.7±28.9	173.4±41.4
TG(mg/dL)	189.1±103.3*	146.0±53.9
AST(U/L)	43.3±53.9	29.0±10.4
ALT(U/L)	76.1±113.0*	28.8±13.9

*Significantly different from control group $P<0.05$
Abbreviations : TG, triglycerides; AST, aspartate aminotransferase; ALT, alanine aminotransferase

Table 4. Comparisons of Parameters by Pulmonary Function Tests between Obese and Control Groups

Parameters	Obese group	Control group
FEV ₁ (L)	2.2±0.3	2.4±0.8
FVC(L)	2.4±0.4	2.7±0.8
PEFR(L/sec)	255±73.7*	315.0±60.8
FEV _{1%} (L)	88.2±8.4	92.1±5.9
FEF ₅₀ (L/sec)	3.0±0.7	3.2±1.3
FEF ₂₅ (L/sec)	1.6±0.6	1.5±0.9
MEF(L/sec)	2.7±0.6	2.7±1.2
MVV(L/min)	83.9±12.6	90.8±31.1

*Significantly different from control group $P<0.05$
Abbreviations : FEV₁, forced expiratory volume in 1st second; FVC, forced vital capacity; PEFR, peak expiratory flow rate; FEV_{1%}, ratio between FEV₁ and FVC expressed in percentage; FEF₅₀, forced expiratory flow 50%; FEF₂₅, forced expiratory flow 25%; MEF, mid-expiratory flow; MVV, maximal voluntary ventilation

Table 5. Incidence of Decreased Pulmonary Function Test in Obese Group

Parameters	No./Total	%
FEV ₁ (L)	1/27	3.7
FVC(L)	1/27	3.7
PEFR(L/sec)	10/27	37.0
FEF ₅₀ (L/sec)	3/27	11.1
FEF ₂₅ (L/sec)	4/27	14.8
MEF(L/min)	4/27	14.8

Abbreviations : FEV₁, forced expiratory volume in 1st second; FVC, forced vital capacity; PEFR, peak expiratory flow rate; FEF₅₀, forced expiratory flow 50%; FEF₂₅, forced expiratory flow 25%; MEF, mid-expiratory flow

6. 고도 비만군과 중등도 비만군에서의 체성분 및 PEFR의 비교

비만도 150 이상의 고도 비만군에서 PEFR의 평균치는 241.7±14.6 L/min, 중등도 비만군에서 PEFR의 평균치는 276.8±64.3 L/min으로 고도 비만군에서 낮았으나 통계적으로 유의하지는 않았고, 체지방량, 체지방률, 복부지방률 모두 중등도 비만군보다 고도 비만군에서 의미있게 증가한 결과를 보였다($P<0.05$)(Table 6). 고도 비만군과 중등도 비만군의 체성분과 PEFR의

Table 6. Comparisons of Parameters according to Severity of Obesity in Obese Group

Parameters	Obesity index(%)	
	≥150	130-150
PEFR(L/min)	241.7±14.6	276.8±64.3
ECF(L)	18.1±0.3	16.8±3.0
Protein(kg)	9.7±0.3	9.0±1.6
Lean body mass(kg)	36.1±0.9	33.6±5.9
Total fat mass(kg)	30.0±1.8*	21.3±5.0
Fat %	43.9±1.1*	36.4±4.9
Abdominal fat %	1.0±0.04*	0.9±0.06

*Significantly different from control group $P < 0.05$
 Abbreviations : PEFR, peak expiratory flow rate; ECF, extracellular fluid

연관성은 통계적으로 유의하지 않았다.

고 찰

호흡 과정은 외부의 공기가 폐 내부로 이동하는 환기(ventilation), 중간 이행 단계인 분포(distribution) 및 폐포 모세 혈관막을 통한 확산(diffusion)으로 이루어지며¹⁴⁾ 환기 과정에서는 횡격막, 늑간 근육, 복부 근육 등 호흡 근육의 조화된 작용이 중요하며 상부 호흡계의 통기성도 중요한 요소이다¹⁵⁾. 폐기능 검사는 폐질환이 의심되거나 폐질환을 가지고 있는 환자의 검사 및 평가에 중요한 방법 중 하나로 객관적이고 재현성 있는 검사 결과를 제공함으로써 임상적으로 기도 폐쇄 병변과 폐용적 감소 질환의 유무와 정도의 판별, 치료의 효용성의 평가, 기도의 예민성에 대한 검사 등에 이용할 수 있다. 기도 폐쇄 병변으로는 천식, 낭포성 섬유증(cystic fibrosis), 점액 분비 등의 소기도(small airway) 폐쇄와 기도 협착, 혈관 고리, 성대 마비 등의 중심성 기도(central airway) 폐쇄 및 폐기종, 폐섬유화증 등 폐실질 탄성 반동(elastic recoil)의 이상 등이 있고 폐용적 변화 질환은 낭포성 섬유증(cystic fibrosis), 폐섬유화증, 규폐증 등의 내인성 폐질환(intrinsic lung disease)이 있으며 척추후만증(kyphoscoliosis), 흉수, 강직 척수염, 흉벽의 운동에 영향을 주는 질환이 있거나 신경 근육 질환, 임신, 고도 비만 등 외인적 요인이 있는 경우로 나누어 볼 수 있다.

폐기능 검사는 정적 폐용적(static lung volume)의 측정과 기류 속도(air flow rate)의 측정으로 나눌 수 있는데 정적 폐용적은 폐활량 측정법으로 측정하며 피검자가 평상시의 보통 호흡(tidal volume)을 하다가 숨을 최대한도로 들이마서서 천천히 가능한 한 끝까지 내쉬게 하여 폐활량(vital capacity, VC), 호기 예비기량을 측정하며 기류 속도는 피검자가 최대로 숨을 들이마시게 한 후 가능한 힘껏, 빠르게, 그리고 끝까지 내쉬게 하여 기록되는 최대 노력성 호기곡선(maximal effort expiratory curve)으로 측정하며 기량-시간 곡선(volume-time curve), 유량-기량 곡선(flow-volume curve) 등으로 분석이 가능하다³⁾.

폐기능 검사에서 VC와 FVC는 환기 능력을 알아내는데 도움을 주며, FEV₁은 기도 폐색의 조기 진단이나 기류의 경미한 이상, 특히 세소기도의 병변을 알아내는 데 많은 도움을 준다. 1초간 노력성 폐활량에 대한 비(FEV₁/FVC)는 개괄적으로 기도 폐쇄를 표시하는 지표로 이용되고 있으며, 정상에서는 75% 이상이고, 그 이하인 경우 기도 폐쇄를 의미한다. 제한성 폐질환에서는 노력성 폐활량이 감소하므로 이 비율이 증가하고, 제한성 폐질환과 폐쇄성 폐질환이 공존해 있는 경우에는 정상 수치를 유지한다. PEFR은 높은 폐용량에서는 주로 근육에 의해서 좌우되므로 노력 의존성(effort-dependent)이고 낮은 폐용량(low-lung volume) 수준에서는 비노력 의존성(effort-independent)이^{16, 17)} 전자에서의 최대 호기류 속도는 대기도 및 소기도 기능을 나타내는 것으로 알려져 있다¹⁷⁻¹⁹⁾.

Schoenberg 등²⁰⁾은 청소년, 성인기에 FVC는 체중이 증가할 때 처음은 근육의 효과(muscular effect)로 증가하다가 더 증가하게 되면 오히려 비만 효과(obesity effect)로 감소하게 된다고 하였다. 체중에 따른 폐기능의 증가는 근육의 힘을 증가시키는 것을 의미하며 반면 더 체중이 증가하여 폐기능의 감소 시에는 둘러싸인 지방이 체벽의 움직임을 저하시키는 것을 시사한다. 이와 같이 폐기능에 대한 체중의 영향을 근육-비만 효과라고 부른다. 이외에 기도를 둘러싸고 있는 근육과 연조직 내 지방 조직의 축적과 경부 및 턱에서 외부로부터의 압박의 증가로 상기도가 좁아지며 흉벽의 탄성이 감소하며 비만한 복부 때문에 양와위 시에 횡격막이 머리쪽으로 전위되어 폐활량과 산소 축적량을 감소시킨다. 또한 폐순환 혈액량이 증가하여 기도 점막하 혈관의 울혈로 기도 벽이 두꺼워지고 기도 내경이 줄어드는 것으로 알려져 있으며 이때 지질 대사 과정의 변화가 이런 영향을 더 심화시키는 것으로 보인다. Gonen 등²¹⁾은 초 저밀도 지단백(very low density lipoprotein)이 호염기구(basophil)로 부터의 히스타민 방출을 유도하여 혈관의 투과성을 변화시키고 기도 평활근의 수축을 가져온다고 밝힌 바 있다. 이와 같이 비만은 인슐린혈증, 고지혈증, 고혈압과 같은 성인병 뿐만 아니라 호흡기에 많은 영향을 미쳐, 수면 중 무호흡 발작(obstructive sleep apnea)²²⁾ 및 비만-저환기 증후군(obesity-hypoventilation syndrome)²³⁾, 수술 후 무기폐(atelectasis), 호흡 부전증(respiratory failure) 등의 합병증을 유발하고 운동 유발성 기관지 수축 및 운동 유발성 기관지 천식 발생에 관여한다는 보고도 있다.

소아와 청소년에서도 비만 정도가 심할수록 무호흡 지수와 상관성이 있고 비만 정도와 산소 포화도 최저치와 역상관계가 있음을 보고하였다²⁴⁾.

비만이 폐기능 특히 정적 폐용적(static lung volume)에 미치는 영향은 많은 연구 결과에 의하면 비만 성인에서 정상인에 비해 잔기량 및 총 폐용량이 다소 증가하거나 정상일 수 있지만 극도의 비만인 경우는 폐활량(vital capacity) 및 총폐용량이 양 20-30% 정도 감소되었다²⁵⁾. Ferretti 등¹⁷⁾의 연구에 따르면 고도 비만의 경우 호기 호흡의 제한과 기좌호흡(orthopnea)이 혼

하게 관찰되는데 이는 역동적인 폐의 과도팽창(dynamic pulmonary hyperinflation)과 내인성 양성 말기 호기압(intrinsic positive end-expiratory pressure) 때문이라고 하였으며 expiratory reserve volume(ERV)과 functional residual capacity(FRC)의 감소를 보고하였다.

비만이 동적 폐활량(dynamic lung capacity)에 미치는 영향에 대해서도 여러 연구가 있었는데 비만 성인을 대상으로 functional vital capacity(FVC)와 forced expiratory volume at 1 second(FEV₁), maximal voluntary ventilation(MVV), residual volume(RV)를 측정된 결과 FVE, FEV₁은 감소하고 RV이 증가함을 보인 바 있으며²⁶⁾ 다른 연구²⁷⁾에서는 비만한 성인에 있어 체중을 감량했을 때 FEV₁, FEF₅₀, FEF₂₅₋₇₅, MVV가 증가함을 보고하였다.

Lazarus 등²⁸⁾은 지방 질량의 양과 분포가 FVC와 음의 상관관계가 있음을 보고하였으며 fat-free 질량과 양의 상관관계가 있음을 밝혔다. 상체 비만을 가진 비만 성인에서 하체 비만을 가진 사람보다 폐 용적이 더 심하게 저하되어 있음이 보고되었다²⁹⁾. 비만에서 폐 탄성의 감소는 단순 비만에서 25%, 비만 저환기 증후군에서 40%로 감소한다³⁰⁾. 흉벽 탄성의 감소의 원인은 비만조직이 흉곽을 압박하기 때문으로 생각한다. 비만에서 호흡기 저항이 증가하고 체질량지수가 증가할수록 증가하였다³¹⁾.

소아 비만에서 폐기능과의 연구는 매우 제한되어 있다. Park 등³²⁾의 연구에서는 비만 소아에서 운동 부하 전에 측정된 FVC의 예측치에 대한 백분율은 고도 비만군에서만 유의하게 낮았고, PEFR의 예측치에 대한 백분율은 비만군에서 정상군에 비해 유의하게 낮음을 보고하였다. 조정된 FVC와 FEV₁은 체지방률이 증가할수록 감소를 보였으나 Marcus 등²⁴⁾의 보고는 경정도의 비만 소아에서는 폐기능의 저하가 없음을 보고하였다. 본 연구에서는 비만도 130% 이상의 중등도 비만 소아에서 PEFR이 유의하게 감소하는 결과를 보였다. PEFR은 비만도와 통계학적으로 의미있는 역 상관관계를 보여 주지는 않았지만 비만 소아의 37.0%에서 감소를 보였다. 지방량과 폐기능 검사와는 유의한 상관관계가 없었으며 이는 대상 연령이 어리기 때문으로 생각된다. 고도 비만아에서 중등도 비만아보다 PEFR의 평균은 낮았으나 표본수가 적어 통계적으로 유의하지는 않았고, 체지방량, 체지방률, 복부지방률은 유의하게 높았다.

이번 연구의 제한점은 첫째, 중등도 이상의 비만 소아에서 연구를 실시하였고 둘째, 대상 소아의 연령이 9-12세로 한정되어 있다는 점이다. 따라서 좀 더 대규모의 다양한 연령군을 대상으로 하는 연구가 필요할 것으로 생각한다. 더 많은 비만 소아를 대상으로 폐기능과 체성분 분석과의 상관성 연구가 더 진행되어야 할 것으로 생각한다.

폐기능 검사는 직접, 간접으로 영향을 미칠 수 있는 여러 가지 폐내성 및 폐외성 질환을 비롯하여, 성별, 연령, 신장, 체중, 체표면적 등의 인자에 의해서도 크게 좌우되며 그밖에 개체의 활동도(physical activity), 측정에 사용하는 호흡기의 종류, 피

검사의 협조 등 여러 가지 조건에 따라 차이가 나므로 실제치(절대치)를 평가하는 것보다 건강인에서 구한 추정 정상치와 비교해 보는 것이 좋다. 그렇지만 소아에 있어 환자의 협조가 어렵고, 폐기능 검사에 사용하는 기계에서 오는 두려움이나 거부감 때문에 검사 자체를 많이 시행할 수 없어서 상용되는 정상치가 없어 이 연구에서는 절대치로 비교한 것도 한계라고 할 수 있겠다.

요약하면 폐기능 이상은 중등도 이상의 비만군에서 PEFR이 감소되어 있었고 고도 비만군에서는 PEFR가 의미있게 감소하였다. 따라서 중등도 비만아에서는 폐기능 검사를 시행해야 할 것이며 이상이 있는 경우 교육을 통해 체중 감량과 함께 고혈압, 당뇨병, 고지혈증 등 다른 합병증에 대한 검사와 함께 추적 검사를 실시하는 것이 중요하다. 비만으로 인한 폐기능의 이상이 운동을 기피하게 하고 이로 인해 운동 부족이 초래되어 비만을 악화시키는 요인이 될 수 있다. 앞으로 다른 연령군의 비만 소아에서 폐기능 검사에 대한 연구가 필요할 것으로 생각한다.

요 약

목적 : 비만아에서 폐기능 검사와 체성분 분석을 시행함으로써 비만이 폐기능과 체성분에 미치는 영향을 밝히고자 하였다.

방법 : 9세에서 12세의 중등도 이상의 비만 소아 27명과 정상 대조군 20명을 대상으로 체성분(세포내액, 세포외액, 단백질, 무기질, 근육량, 체지방량, 체지방률, 복부지방률)을 분석하였다. 헤모글로빈, 혈당, aspartate aminotransferase(AST), alanine aminotransferase(ALT), 총 콜레스테롤, 혈중 중성지방을 측정하였고 폐기능 검사를 시행하였다.

결과 : 중등도 이상의 비만 소아에서 peak expiratory flow rate(PEFR)이 정상군에 비해 유의하게 감소하였고, 고도 비만아에서 중등도 비만아보다 세포내액, 단백질, 체지방량, 체지방률, 복부지방률이 유의하게 높았고, peak expiratory flow rate(PEFR)은 고도 비만아에서 유의한 감소를 보였다. peak expiratory flow rate(PEFR)이 비만 소아 중 37.0%에서 감소하였고, forced expiratory flow 25%(FEF₂₅)와 mid-expiratory flow rate(MEFR)이 14.8%에서, forced expiratory flow 50%(FEF₅₀)이 11.1%에서, forced expiratory volume in 1st second(FEV₁)과 FVC가 3.7%에서 감소하였다.

결론 : 본 연구 대상인 9-12세 소아에서 비만도, 체지방률과 폐기능 측정치와 상관성은 없었지만, 중등도 이상의 비만 소아에서 peak expiratory flow rate(PEFR)이 감소하는 결과를 보이므로 중등도 비만 소아에서 폐기능 검사를 시행하는 것이 좋으며 앞으로 다른 연령군의 비만 소아에서 폐기능 검사에 대한 연구가 필요할 것으로 생각한다.

References

- 1) Hong YM, Moon KR, Seo JW, Shim JG, Yoo KH, Jeong

- BJ, et al. Guideline of diagnosis and treatment in childhood obesity. *J Korean Pediatr Soc* 1999;42:1338-45.
- 2) Lee DH, Lee C, Lee CG, Hwang YS, Cha SH, Choi Y. The incidence of complication in severely obese children. *J Korean Pediatr Soc* 1991;34:445-53.
 - 3) Kim WD. Pulmonary function test. In: Han YC, editors. *Clinical pulmonology*. 2nd ed. Seoul: Ilchokak, 1990:69-83.
 - 4) Ray RM, Senders CW. Airway management in the obese child. *Pediatr Clin North Am* 2001;48:1055-63.
 - 5) Bosisio E, Sergi M, di Natale B, Chiumello G. Ventilatory volumes, flow rates, transfer factor and its components (membrane component, capillary volume) in obese adults and children. *Respiration* 1984;45:321-6.
 - 6) Carey IM, Cook DG, Strachan DP. The effects of adiposity and weight change on forced expiratory volume decline in a longitudinal study of adults. *Int J Obese Relat Metab Disord* 1999;23:979-85.
 - 7) Lee JE, Park KW, Cho SJ, Whang IT, Hong YM. Body composition by bioelectrical impedance analysis in obese children. *J Korean Pediatr Soc* 2001;44:992-1001.
 - 8) Yom HW, Kim SJ, Whang IT, Hong YM. Correlation between body fat percent estimated by bioelectrical impedance analysis and other variable methods. *J Korean Pediatr Soc* 2003;46:751-7.
 - 9) Kotler DP, Burastero S, Wang J, Richard RN Jr.. Prediction of body cell mass, fat-free mass, and total body water with bioelectrical impedance analysis: effects of race, sex, and disease. *Am J Clin Nutr* 1996;64(3 suppl):489S-97S.
 - 10) Hoffer EC, Meador CK, Simpson DC. Correlation of whole-body impedance with total water volume. *J Appl Physiol* 1969;27:531-4.
 - 11) Lukaski HC, Bolonchuk WW. Estimation of body fluid volumes using tetrapolar bioelectrical impedance measurements. *Aviot Space Environ Med* 1988;59:1163-9.
 - 12) Kushiner RF, Schoeller DA. Estimation of total body water by bioelectrical impedance analysis. *Am J Clin Nutr* 1986;44:417-24.
 - 13) Segal KR, Gutin B, Presta E, Wang J, Van Italic TB. Estimation of human body composition by electrical impedance methods: comparative study. *J Appl Physiol* 1985;58:1565-71.
 - 14) Gaensler EA. *Clinical pulmonary physiology*. *N Engl J Med* 1995;252:177-84.
 - 15) Derenne JP, Macklem PT, Roussos C. The respiratory muscles: mechanics, control and pathophysiology. Part III. *Am Rev Respir Dis* 1978;118:581-601.
 - 16) Svendsen OL, Hassager C, Bergmann I, Christiansen C. Measurement of abdominal and intra-abdominal fat in postmenopausal women by dual energy X-ray absorptiometry and anthropometry: comparison with computerized tomography. *Int J Obese Relat Metab Disord* 1993;17:45-51.
 - 17) Ferretti A, Giampiccolo P, Cavalli A, Milic-Emili J, Tancucci C. Expiratory flow limitation and orthopnea in massively obese subjects. *Chest* 2001;119:1401-8.
 - 18) Hyatt RE, Schilder DP, Fry DL. Relationship between maximum expiratory flow and degree of lung inflation. *J Appl Physiol* 1958;13:331-6.
 - 19) Hyatt RE, Flath RE. Relationship of air flow to pressure during maximal respiratory effort in man. *J Appl Physiol* 1966;21:477-82.
 - 20) Schoenberg JB, Beck CJ, Bouhuys A. Growth and decay of pulmonary function in healthy blacks and whites. *Respir Physiol* 1978;33:367-93.
 - 21) Gonen B, O'Donnell P, Post TJ, Quinn TJ, Schulman ES. Very low lipoproteins(VLDL) trigger the release of histamine from human basophils. *Biochim Biophys Acta* 1987;917:418-24.
 - 22) Guilleminault C, Simmons FB, Motta J, Cummiskey J, Rosekind M, Schoreder JS, et al. Obstructive sleep apnea syndrome and tracheostomy. Long-term follow up experience. *Arch Intern Med* 1981;141:985-8.
 - 23) Lopata M, Onal E. Mass loading, sleep apnea and the pathogenesis of the obesity hypoventilation. *Am Rev Respir Dis* 1982;126:640-5.
 - 24) Marcus CL, Curtis S, Koerner CB, Joffe A, Serwint JR, Loughlin GM. Evaluation of pulmonary function and polysomnography in obese children and adolescents. *Pediatr Pulmonol* 1996;21:176-83.
 - 25) Ray CS, Sue DY, Bray G, Hansen JE, Wasserman K. Effects of obesity on respiratory function. *Am Rev Respir Dis* 1983;128:501-6.
 - 26) Unterborn J. Pulmonary function testing in obesity, pregnancy, and extremes of body habitus. *Clin Chest Med* 2001;22:759-67.
 - 27) De Lorenzo A, Maiolo C, Mohamed EI, Andreoli A, Petrone-De Luca P, Rossi P. Body composition analysis and changes in airways function in obese adults after hypocaloric diet. *Chest* 2001;119:1409-15.
 - 28) Lazarus R, Sparrow D, Weiss ST. Effect of obesity and fat distribution on ventilation function: the normative aging study. *Chest* 1997;111:891-8.
 - 29) Lazarus R, Colditz G, Berkey CS, Speizer FE. 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.
 - 30) Koenig SM. Pulmonary complication of obesity. *Am J Med Sci* 2001;321:249-79.
 - 31) Zerah F, Harf A, Perlemuter L, Lorino H, Lorino AM, Atlan G. Effects of obesity on respiratory resistance. *Chest* 1993;103:1470-6.
 - 32) Park SW, Kim HM, Kim JS, Cha JK, Lee HR. Effects of obesity on pulmonary function in children. *J Korean Pediatr Soc* 2002;45:588-93.