

메타콜린을 이용한 기도 과민반응과 체성분과의 관계

영남대학교 의과대학 내과학교실
진현정, 신경철, 정진홍, 이관호

Association of Body Composition with the Development of Airway Hyper-Responsiveness

Hyun Jung Jin, M.D., Kyeong-Cheol Shin, Ph.D., Jin Hong Chung, Ph.D., Kwan Ho Lee, Ph.D.
Department of Internal Medicine, Yeungnam University College of Medicine, Daegu, Korea

Background: The rising prevalence of asthma may be associated with the rising prevalence of obesity in developed nations. There are several studies showing that obesity increases the risk of asthma in adults. We investigated the association of each body composition scale and bronchial hyper-responsiveness.

Methods: This study involved a retrospective review of the existing records for 279 subjects with respiratory symptoms, who underwent a pulmonary function test, a methacholine challenge test and a body composition test between May 2007 and June 2009.

Results: Of the 279 subjects, 179 (64%) were female. There was a statistically significant difference in fat free mass and in fat free mass index between the normal bronchial responsiveness group and bronchial hyper-responsiveness group ($p=0.036$; $p=0.000$). There was no significant differences in body mass index, in fat mass and fat free mass index in the normal bronchial responsiveness group and bronchial hyper-responsiveness group in males. However in females, body mass index and fat free mass index were increased in the bronchial hyper-responsiveness group ($p=0.044$; $p=0.000$). Total body water (kg), fat free mass (kg) and soft lean mass (kg) were significantly different between the normal bronchial responsiveness group and bronchial hyper-responsiveness group ($p=0.002$; $p=0.000$; $p=0.000$).

Conclusion: This study showed significant differences in fat free mass and in fat free mass index between the normal bronchial responsiveness group and the bronchial hyper-responsiveness group. In females, BMI, soft lean mass, and total body water showed significant differences between the normal bronchial responsiveness group and the bronchial hyper-responsiveness group. We concluded that bronchial hyper-responsiveness was associated with not only body mass index but also fat free mass index in female bronchial asthma.

Key Words: Asthma; Body Composition; Body Mass Index

서 론

비만은 당뇨병, 고혈압, 고지혈증, 심혈관질환 등 많은 만성 질환의 위험 인자이며¹ 대장암, 자궁암, 신장암 등

악성종양도 일반인들에 비해 비만 환자에서 더 증가하는 것으로 알려져 있다^{2,4}. 뿐만 아니라 직간접적으로 여러 가지 건강문제를 발생시킬 수 있는 중요한 질병으로도 인식되고 있다⁵. 여러 선진국들과 마찬가지로 우리나라에서도 비만인구가 증가하고 있는데 체질량지수(body mass index, BMI) 25 kg/m² 이상인 경우를 기준으로 하였을 때, 19세 이상 성인에서 비만 유병률은 2007년 31.7%로 파악되었으며 1998년 20.6%에 비하여 증가하였다⁶.

Crater와 Platts-Mills는⁷ 서구 국가에서 최근 30년 동안 천식환자수가 급격히 증가하고 있으며 천식 유병률의 증

Address for correspondence: **Kwan Ho Lee, Ph.D.**
Department of Internal Medicine, Yeungnam University,
371-1, Daemyeong 5-dong, Nam-gu, Daegu 705-717, Korea
Phone: 82-53-620-3838, Fax: 82-53-623-8201
E-mail: ghlee@med.yu.ac.kr

Received: Jan. 27, 2011

Accepted: Mar. 4, 2011

가가 비만의 증가와 관련이 있다고 주장하였다. 비만도가 높아질수록 천식의 유병률이 증가한다는 연구도 세계 각국에서 많이 보고되고 있다⁸⁻¹⁰. 최근에는 체질량지수(BMI)와 천식과의 관계에 대한 연구들도 많이 이루어지고 있다¹¹⁻¹⁵. Chen 등¹⁶은 여성에서는 체질량지수가 높을 경우 천식의 유병률이 높았으나 남성에서는 통계적인 차이가 없다고 보고하였다. Celedón 등¹⁷은 여성에서는 체질량지수가 정상보다 높은 경우뿐만 아니라 낮은 경우에도 천식의 빈도가 높았고 남성의 경우에는 체질량지수가 낮은 경우에 천식의 빈도가 높다고 보고하였다.

그러나 아직 신체구성 성분 중 어떤 성분과 천식이 관계가 있는지에 대한 연구는 잘 이루어지고 있지 않다. 신체구성(body composition)이란 체중 속에 포함되어 있는 각 성분의 상호비율을 말하며 신체구성을 측정하기 위한 여러가지 방법을 이용하여 생체내의 총체수분량(total body water), 체지방량(fat mass), 제지방량(fat free mass, lean body mass) 및 체지방률(body fat%)을 측정하고 있다¹⁸. 최근 보급률이 빠른 신체구성 성분 측정방법 중의 하나가 생체전기 임피던스법이다¹⁹⁻²¹. 이것은 신체에 미약한 고주파 전류를 흐르게 하여 측정한 생체전기 임피던스에 의하여 제지방조직과 지방조직을 구분하고 제지방조직 중 근육과 수분을 구별한다²².

본 연구에서는 한국인을 대상으로 기도 과민반응 여부와 비만과의 관계를 확인해 보고자 하였고 특히 생체전기 임피던스법으로 체성분 분석을 시행하여 기도 과민반응과 관련이 있는 신체구성 성분을 알아보려고 하였다.

대상 및 방법

만성 기침, 호흡곤란, 천명음 등의 증상으로 2007년 3월부터 2009년 6월까지 영남대학교 의료원 호흡기내과 외래를 방문한 환자 중 메타콜린 천식유발 검사를 시행한 279명을 대상으로 하였다. 내원 당시의 폐기능 검사, 메타콜린 천식 유발 검사, 체성분 분석 검사 결과를 바탕으로 후향적인 조사를 시행하였으며 급성 감염성 폐질환이나 중증 파괴성 폐질환 환자는 제외하였다.

폐기능 검사는 폐활량측정법(spirometer-Sensormedics, Vmax 229, Vmax 22, Vmas ENCORD, YobaLinda, CA, USA)을 이용하여 1초간 노력성호기량(FEV₁) 및 노력성 폐활량(FVC) 그리고 최대 호기유량(peak expiratory flow rate, PEFR)을 측정하였다. 메타콜린을 이용한 천식 유발 검사는 Chatham 등²³의 방법을 적용하여 검사하였다. 1초

간 노력성호기량(FEV₁)이 기저치의 20%가 저하되는 메타콜린의 농도를 PC₂₀이라 하며 기도 과민반응 양성군은 PC₂₀이 16 mg/mL 미만인 경우로 정의하였고 기도 과민반응 음성군은 PC₂₀이 16 mg/mL 이상이거나 반응이 나타나지 않은 경우로 정의하였다.

체성분은 BCA 1000 (MEDIGATE, Seoul, Korea)을 이용하여 생체전기 임피던스법(bioelectrical impedance method)으로 체중, 신장, 체질량지수(body mass index, Kg/m², BMI), 체지방량(fat mass, Fat %), 제지방량(fat free mass, FFM) 등을 측정하였다. 제지방지수(fat free mass index, FFM/height², FFMI)는 제지방량을 신장의 제곱으로 나눈 값으로 나타내었다.

자료통계는 SPSSWIN version 15.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 이용하였으며 기도 과민반응 양성군과 음성군에서 폐기능, 체성분 수치를 t검정으로 이용하여 비교하였으며 흡연여부, 체질량지수 정도와 기도 과민반응 여부 분석을 위해 χ^2 분석을 이용하였고 p값이 0.05 미만인 경우를 통계적으로 유의성이 있는 것으로 판정하였다.

결 과

Table 1에서는 대상자들의 기초적인 자료를 보여주고 있다. 연구대상 환자는 총 279명이었으며 남녀 구성은 남성 100명, 여성 179명이었다. 평균연령은 49.65±15.32세였으며 남자는 43.08±17.2세, 여자는 53.31±12.82세였다. 흡연력은 비흡연자가 205명으로 전체의 73.48%였고 여자는 166명으로 92.73%였다. 평균 체질량지수는 남자가 23.70±3.0 kg/m²였으며 여자는 23.59±3.40 kg/m²였고 제지방지수는 남자가 19.24±3.29 kg/m², 여자는 16.53±2.76 kg/m²였다. 총 대상자 중 97명(34.77%)에서 기도 과민반응 양성을 보였으며 남자는 33명(33%), 여자 64명(35.75%)이었다.

Table 2는 총 대상에서 기도 과민반응 양성군과 음성군으로 나누어 체성분을 비교해 본 결과를 보여준다. 제지방량(kg)에서 양성군 평균이 47.73±9.39 kg으로 음성군 평균 44.79±11.92 kg보다 높았으며 통계적으로 유의한 차이를 보였다(p=0.02). 제지방지수(kg/m²)에서 양성군 평균은 18.46±2.49 kg/m²이었고 음성군 평균 16.99±3.46 kg/m²보다 통계학적으로 유의한 차이를 보였다(p=0.00). 그러나 체질량지수, 지방량은 통계적인 차이가 없었다(p=0.14, p=0.14).

남자에서는 체성분 분석 결과에서 통계학적으로 유의

Table 1. Subject characteristics

Variables	Male	Female	Total
Number, n	100	179	279
Age, yr	43.08±17.2	53.31±12.82	49.65±15.32
Smoking history, n (%)			
Non-smoker	39 (39%)	166 (92.73%)	205 (73.48%)
Ex-smoker	28 (28%)	7 (3.91%)	35 (13.62%)
Current smoker	33 (33%)	6 (3.35%)	39 (13.98%)
Weight, kg	69.05±10.61	57.35±8.5	49.65±15.32
Height, cm	170.5±8.89	156.0±5.67	161.16±9.27
BMI, kg/m ²	23.70±3.0	23.59±3.40	23.63±3.26
Fat mass, kg	13.02±11.22	17.26±7.71	15.74±9.33
Fat free mass, kg	56.03±10.80	40.10±6.22	45.81±11.18
FFMI, kg/m ²	19.24±3.29	16.53±2.76	17.50±3.23
Soft lean mass, kg	54.82±6.48	38.26±5.27	44.19±9.80
Total body water, kg	45.51±6.06	31.33±4.72	36.42±8.59
FEV ₁ , %	102.07±15.42	108.64±49.72	106.28±40.93
FVC, %	99.12±15.88	99.42±17.49	99.31±16.84
FEV ₁ /FVC, %	80.06±9.76	78.73±7.67	79.21±8.48
BHR, n (%)			
Positive	33 (33%)	64 (35.75%)	97 (34.77%)
Negative	67 (67%)	115 (64.25%)	182 (65.23%)

Data are presented as means±SD for continuous variables or proportions for categorical variables.

BMI: body mass index; FFMI: fat free mass index; BHR: bronchial hyper-responsiveness; SD: standard deviation.

Table 2. Difference of body composition by BHR in total subjects

	BHR positive	BHR negative	p-value
Number, n	97	182	
Age, yr	50.62±15.36	49.13±15.32	0.44
Weight, kg	61.70±10.39	61.46±11.14	0.86
Height, cm	160.36±9.34	161.59±9.23	0.29
BMI, kg/m ²	24.02±3.05	23.42±3.34	0.14
Fat mass, kg	15.42±7.82	15.91±10.05	0.68
Fat free mass, kg*	47.73±9.39	44.79±11.92	0.02
FFMI, kg/m ^{2*}	18.46±2.49	16.99±3.46	0.00
Soft lean mass, kg	45.19±8.54	43.67±10.40	0.21
Total body water, kg	37.36±7.79	35.91±8.96	0.18

Data are presented as means±SD for continuous variables.

*p<0.05.

BMI: body mass index; FFMI: fat free mass index; BHR: bronchial hyper-responsiveness; SD: standard deviation.

한 차이를 보이지 않았다(Table 3).

여자에서는 양성군에서 체질량지수(kg/m²) 평균은 24.27±3.22 kg/m², 음성군에서는 23.21±3.45 kg/m²로 양성군에서 통계적으로 유의하게 높았으며 체지방량(kg)은 각각 43.07±4.18 kg, 38.45±6.57 kg이었고 체지방지수(kg/m²)는 18.00±1.92 kg/m², 15.72±2.82 kg/m²로

통계적으로 유의한 차이를 보였다(p=0.000; p=0.000). 근육량과 총체수분량도 양성군에서 음성군보다 높았으며 통계적으로 유의한 차이를 보였다(p=0.000; p=0.002). 그러나 체지방량(kg)은 통계적으로 유의한 차이가 없었다(p=0.820) (Table 4).

Table 5는 남자에서 흡연량과 체성분 분석 결과에 따라

Table 3. Difference of body composition by BHR in male

	BHR positive	BHR negative	p-value
Age, yr	43.03±17.24	43.10±17.31	0.98
Weight, kg	69.06±9.3	69.04±11.27	0.99
Height, cm	171.03±5.68	170.18±7.47	0.56
BMI, kg/m ²	23.57±2.70	23.79±3.16	0.69
Fat mass, kg	12.20±9.15	13.42±12.16	0.61
Fat free mass, kg	56.78±10.12	55.67±11.17	0.63
FFMI, kg/m ²	18.47±2.10	17.19±2.17	0.79
Soft lean mass, kg	55.12±5.57	54.68±6.93	0.75
Total body water, kg	46.21±5.02	45.17±6.52	0.42

Data are presented as means±SD for continuous.

BMI: body mass index; FFMI: fat free mass index; BHR: bronchial hyper-responsiveness; SD: standard deviation.

Table 4. Difference of body composition by BHR in female

	BHR positive	BHR negative	p-value
Age, yr	54.53±12.76	52.63±12.86	0.340
Weight, kg	57.91±8.81	57.04±8.38	0.510
Height, cm	154.86±5.12	156.59±5.91	0.051
BMI, kg/m ² *	24.27±3.22	23.21±3.45	0.045
Fat mass, kg	17.08±6.52	17.36±8.32	0.820
Fat free mass, kg*	43.07±4.18	38.45±6.57	0.000
FFMI, kg/m ² *	18.00±1.92	15.72±2.82	0.000
Soft lean mass, kg*	40.08±4.18	37.24±5.56	0.000
Total body water, kg*	32.81±4.20	30.21±4.82	0.002

Data are presented as means±SD for continuous variables.

*p<0.05.

BMI: body mass index; FFMI: fat free mass index; BHR: bronchial hyper-responsiveness; SD: standard deviation.

분류하여 기도 과민반응 양성률의 차이를 비교하였다. 흡연여부, 체질량지수, 체지방량, 제지방량지수에 따른 기도 과민반응 양성률의 차이는 없었다.

여자에서는 흡연여부에 따른 차이는 없었으나(p=0.936) 체질량지수 수치가 높은 군에서 기도 과민반응 양성이 통계적으로 유의하게 높았으며(p=0.021) 제지방지수가 높은 군에서 기도 과민반응 양성이 통계적으로 유의하게 높았다(p=0.000). 그러나 지방량에 따른 분류에서는 기도 과민반응 양성률의 차이는 없었다(p=0.137) (Table 6).

고 찰

총 대상에서 기도 과민반응 여부에 따른 체질량지수의 차이는 없었다. 그러나 남녀를 분류하여 비교해 본 결과 여자에서는 기도 과민반응 양성군에서 체질량지수(kg/m²)

의 평균이 높았으나 남자에서는 통계적 차이가 없었다. Chen 등²⁴은 1994년부터 1995년까지의 자료를 바탕으로 여성에서 체질량지수와 천식과의 양성 선형관계를 보고 하였으며 체질량지수가 28.0 kg/m² 이상인 경우에서 교차비가 체질량지수 20.0~24.9 kg/m²인 여성에 비해 1.52배였다. Shaheen 등²⁵도 8,960명의 영국 성인을 대상으로 천식 유병률을 조사하였으며 체질량지수가 25.0~29.0 kg/m²인 여성들의 교차비가 1.51, 30.0 kg/m² 이상인 여성에서는 1.84였다. Luder 등²⁶도 18세 이상의 미국인 5,527명을 대상으로 시행한 조사에서 여성에서 체질량지수와 천식과의 양의 상관관계를 확인하였으나 남성에서는 그렇지 않았다. Camargo 등²⁷은 85,911명의 성인 여자를 대상으로 4년간 비만과 천식 발생과의 관계를 조사하였으며 체중 증가 후에 천식 발생이 증가하였다.

체질량지수와 기도 과민반응에서 연관성이 여성에서만

Table 5. Incidence of Bronchial hyper-responsiveness in relation to body composition in male

Group	No. of BHR positive	No. of BHR negative	p-value
Smoking history			0.094
Non-smoker	9	29	
Ex-smoker	9	19	
Current smoker	14	19	
BMI, kg/m ²			0.701
<18.5	1	0	
18.5~25	21	44	
>25	11	23	
Fat mass, kg			0.737
<12.8	11	22	
12.8~23.5	18	34	
>23.5	4	11	
FFMI, kg/m ²			0.464
<17.8	3	11	
17.8~20	14	26	
>20	16	30	

BMI: body mass index; FFMI: fat free mass index; BHR: bronchial hyper-responsiveness.

나타난 이유는 여성 호르몬이 중요한 역할을 하기 때문으로 생각된다. 천식은 초경 이전보다 초경 이후의 여성에서 더 많이 발생한다고 보고된다¹⁵. 또 여성 호르몬이 직접적으로 β_2 아드레날린성 반응을 변화시키거나 프로스타글란딘의 생성 및 IL-4, IL-13의 생성을 변화시키는 것으로 알려져 있다²⁸.

이번 연구에서는 체질량지수뿐만 아니라 각각의 신체구성 성분들의 양을 비교하였다. 남성에서는 통계적인 차이가 없었으나 여자에서는 기도과민반응 양성군에서 체지방량, 체지방지수, 근육량, 체수분량의 평균이 통계적으로 유의하게 높았으며 지방량의 평균은 오히려 기도과민반응 음성군에서 높았고 통계적인 유의성은 없었다. McLachlan 등²⁹은 천식과 체지방률의 관계에 대한 연구에서 남성에서는 큰 관련이 없었으나 여성에서는 상관관계를 보인다고(p=0.043) 보고하였다.

비만환자에서 천식 발생이 많은 이유를 지방조직에서 기원하는 물질들로 설명하는 몇 가지 기전들이 보고되고 있다. 지방세포에서 기원하는 염증이 증가하면 혈액 내에 TNF- α , IL-6, eotaxin, vascular endothelial growth factor (VEGF) 등과 같은 아디포카인(adipokine)이 증가하여 천식에서 나타나는 기도염증을 일으킬 수 있다³⁰. 비만관련 호르몬인 렙틴(leptin)과 아디포넥틴(adiponectin)도

Table 6. Incidence of bronchial hyper-responsiveness in relation to body composition in female

Group	No. of BHR positive	No. of BHR negative	p-value
Smoking history			0.936
Non-smoker	60	106	
Ex-smoker	1	6	
Current smoker	3	3	
BMI, kg/m ² *			0.021
<18.5	2	7	
18.5~25	34	77	
>25	28	31	
Fat mass, kg			0.137
<25.4	22	34	
25.4~36.9	37	60	
>36.9	5	21	
FFMI, kg/m ² *			0.000
<15.5	2	53	
15.5~18.1	12	21	
>18.1	50	41	

*p<0.05.

BMI: body mass index; FFMI: fat free mass index; BHR: bronchial hyper-responsiveness.

천식환자에 영향을 미치는 것으로 보고되고 있다³¹⁻³⁴. 그러나 렙틴과 아디포넥틴이 천식환자에서 증가되어 있지 않다는 보고들이 뒤따르고 있다³⁵⁻³⁷. 비만은 흉벽의 탄성에 변화를 주어 기능성 잔기용량(functional residual capacity)과 일회 호흡량(tidal volume)을 감소시켜 천식에 영향을 줄 수도 있다³⁸. 이와 같이 비만환자에서 천식 발생이 많은 이유는 아직 명확하게 증명되지 않고 있으며 제지방조직량과 기도 과민반응과의 관계에 대한 대규모적인 연구가 필요할 것으로 생각된다.

결론적으로 성인을 대상으로 기도 과민반응과 체질량지수와 관계를 살펴본 결과 여성에서만 기도 과민반응과 체질량지수가 연관성이 있었으며 신체구성 성분을 비교한 결과 여성에서 제지방조직이 기도 과민반응과 관련이 있음을 확인하였다.

감사의 글

This research was supported by the Yeungnam University research grants in 2008.

참 고 문 헌

1. Mokdad AH, Ford ES, Bowman BA, Dietz WH, Vinicor F, Bales VS, et al. Prevalence of obesity, diabetes, and obesity-related health risk factors, 2001. *JAMA* 2003; 289:76-9.
2. Bergström A, Pisani P, Tenet V, Wolk A, Adami HO. Overweight as an avoidable cause of cancer in Europe. *Int J Cancer* 2001;91:421-30.
3. Bianchini F, Kaaks R, Vainio H. Overweight, obesity, and cancer risk. *Lancet Oncol* 2002;3:565-74.
4. Bergström A, Hsieh CC, Lindblad P, Lu CM, Cook NR, Wolk A. Obesity and renal cell cancer--a quantitative review. *Br J Cancer* 2001;85:984-90.
5. Chang KJ, Koo HS, Lee HS, Jo YA. Association between asthma and obesity in national health and nutrition survey. *Korean J Asthma Allergy Clin Immunol* 2005;25:262-8.
6. Korea Center for Disease Control and Prevention. National health & nutrition examination survey (KNHANES 4), Nutrition survey. Seoul: Ministry for Health, Welfare and Family Affairs; 2007.
7. Crater SE, Platts-Mills TA. Searching for the cause of the increase in asthma. *Curr Opin Pediatr* 1998;10: 594-9.
8. van Veen IH, Ten Brinke A, Sterk PJ, Rabe KF, Bel EH. Airway inflammation in obese and nonobese patients with difficult-to-treat asthma. *Allergy* 2008;63:570-4.
9. Mishra V. Effect of obesity on asthma among adult Indian women. *Int J Obes Relat Metab Disord* 2004; 28:1048-58.
10. Lorentzen MS, Vestbo J, Lange P. Are obesity and overweight risk factors of asthma? *Ugeskr Laeger* 2001;163: 4999-5003.
11. Akerman MJ, Calacanis CM, Madsen MK. Relationship between asthma severity and obesity. *J Asthma* 2004; 41:521-6.
12. Mosen DM, Schatz M, Magid DJ, Camargo CA Jr. The relationship between obesity and asthma severity and control in adults. *J Allergy Clin Immunol* 2008;122:507-11.
13. Pelegrino NR, Faganello MM, Sanchez FF, Padovani CR, Godoy I. Relationship between body mass index and asthma severity in adults. *J Bras Pneumol* 2007;33: 641-6.
14. Taylor B, Mannino D, Brown C, Crocker D, Twum-Baah N, Holguin F. Body mass index and asthma severity in the National Asthma Survey. *Thorax* 2008;63: 14-20.
15. Varraso R, Siroux V, Maccario J, Pin I, Kauffmann F; Epidemiological Study on the Genetics and Environment of Asthma. Asthma severity is associated with body mass index and early menarche in women. *Am J Respir Crit Care Med* 2005;171:334-9.
16. Chen Y, Dales R, Jiang Y. The association between obesity and asthma is stronger in nonallergic than allergic adults. *Chest* 2006;130:890-5.
17. Celedón JC, Palmer LJ, Litonjua AA, Weiss ST, Wang B, Fang Z, et al. Body mass index and asthma in adults in families of subjects with asthma in Anqing, China. *Am J Respir Crit Care Med* 2001;164:1835-40.
18. Jaffrin MY. Body composition determination by bioimpedance: an update. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care* 2009;12:482-6.
19. Nakadomo F, Tanaka K, Hazama T, Maeda K. Assessment of body composition by bioelectrical impedance analysis: effects of skin resistance on impedance. *Ann Physiol Anthropol* 1990;9:109-14.
20. Lukaski HC, Bolonchuk WW, Hall CB, Siders WA. Validation of tetrapolar bioelectrical impedance method to assess human body composition. *J Appl Physiol* 1986;60:1327-32.
21. Houtkooper LB, Lohman TG, Going SB, Hall MC. Validity of bioelectric impedance for body composition assessment in children. *J Appl Physiol* 1989;66:814-21.
22. Kim HS, Park HS. Reliability and validity of bioimpedance body composition analyzer. *J Korean Orient Assoc Stud Obes* 2002;11:389-97.
23. Chatham M, Bleecker ER, Norman P, Smith PL, Mason P. A screening test for airways reactivity. An abbreviated methacholine inhalation challenge. *Chest* 1982; 82:15-8.
24. 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.
25. Shaheen SO, Sterne JA, Montgomery SM, Azima H. Birth weight, body mass index and asthma in young adults. *Thorax* 1999;54:396-402.
26. Luder E, Melnik TA, DiMaio M. Association of being overweight with greater asthma symptoms in inner city black and Hispanic children. *J Pediatr* 1998;132:699-703.
27. Camargo CA Jr, Weiss ST, Zhang S, Willett WC, Speizer FE. Prospective study of body mass index, weight change, and risk of adult-onset asthma in women. *Arch Intern Med* 1999;159:2582-8.
28. Hernández García IA, Gutiérrez Gutiérrez AM, Gallardo

- Lozano E. Effect of weight reduction on the clinical and hormonal condition of obese anovulatory women. *Ginecol Obstet Mex* 1999;67:433-7.
29. McLachlan CR, Poulton R, Car G, Cowan J, Filsell S, Greene JM, et al. Adiposity, asthma, and airway inflammation. *J Allergy Clin Immunol* 2007;119:634-9.
 30. Weisberg SP, McCann D, Desai M, Rosenbaum M, Leibel RL, Ferrante AW Jr. Obesity is associated with macrophage accumulation in adipose tissue. *J Clin Invest* 2003;112:1796-808.
 31. Sood A, Ford ES, Camargo CA Jr. Association between leptin and asthma in adults. *Thorax* 2006;61:300-5.
 32. Shore SA, Schwartzman IN, Mellema MS, Flynt L, Imrich A, Johnston RA. Effect of leptin on allergic airway responses in mice. *J Allergy Clin Immunol* 2005; 115:103-9.
 33. Sood A, Cui X, Qualls C, Beckett WS, Gross MD, Steffes MW, et al. Association between asthma and serum adiponectin concentration in women. *Thorax* 2008;63:877-82.
 34. Shore SA, Terry RD, Flynt L, Xu A, Hug C. Adiponectin attenuates allergen-induced airway inflammation and hyperresponsiveness in mice. *J Allergy Clin Immunol* 2006;118:389-95.
 35. Jang AS, Kim TH, Park JS, Kim KU, Uh ST, Seo KH, et al. Association of serum leptin and adiponectin with obesity in asthmatics. *J Asthma* 2009;46:59-63.
 36. Jartti T, Saarikoski L, Jartti L, Lisinen I, Jula A, Huupponen R, et al. Obesity, adipokines and asthma. *Allergy* 2009;64:770-7.
 37. Jang AS, Park JS, Park SW, Kim DJ, Uh ST, Seo KH, et al. Obesity in aspirin-tolerant and aspirin-intolerant asthmatics. *Respirology* 2008;13:1034-8.
 38. Naimark A, Cherniack RM. Compliance of the respiratory system and its components in health and obesity. *J Appl Physiol* 1960;15:377-82.