

소아 비만증에서 대사 증후군의 유병률

연세대학교 의과대학 소아과학교실, 의학통계학과*

장진하 · 김덕희 · 김호성 · 최인경 · 정미영* · 김동기*

Prevalence of Metabolic Syndrome in Obese Children

Jin Ha Chang, M.D., Duk Hee Kim, M.D., Ho-Seong Kim, M.D., In Kyoung Choi, M.D.
My Young Cheong, M.S.* and Dong Kee Kim, Ph.D.*

Department of Pediatrics, Department of Biostatistics*,
Yonsei University College of Medicine, Seoul, Korea

Purpose: Obesity has been known to be a cause of insulin resistance and dyslipidemia, and along with coronary artery disease and diabetes, is associated with metabolic syndrome(MS). This study aimed to ascertain the cause and prevalence of MS in obese children and adolescents.

Methods: Two hundred and seventy-seven school children, who showed more than a 95th percentile of body mass index(BMI) for age and sex, underwent oral glucose tolerance tests; fasting plasma lipid profiles, leptin, and CRP were measured; and ultrasonography was done.

Results: Out of 277 obese children, the prevalence of MS was 37.5%, with 38.7% occurring in males and 35.2% in females. The prevalence was 20.8% in primary school children and 50.3% in middle school children. MS was present in 25.2% of mildly obese children, 43.9% of moderate and 71.4% of highly obese children, showing increased occurrence among the severer degrees of obese groups. Increased prevalence was observed in males with high blood pressure, and females with high triglyceride levels. The ratio of children satisfying more than one, more than two, more than three, more than four and all of the five criteria for diagnosis of MS were 90.6%, 63.5%, 37.5%, 8.3%, and 0.4%, respectively. Aside from diagnostic criteria for MS, a statistically significant difference was present between obese patients with or without the syndrome in such items as weight, BMI, degree of obesity, visceral fat thickness, ratio of body fat, leptin, and adiponectin, fasting and 2 hour post-prandial insulin concentration.

Conclusion: The prevalence of MS is currently on the rise among children, due to the rapidly increasing rate of obesity, westernized diet, higher calorie intake and reduced exercise. The prevalence of MS in obese children was 37.5% - higher than US results - after implementation of modified pediatric criteria established by ATP III Asia-Pacific standard in 2003. It would therefore be necessary to establish an acceptable universal standard for the diagnosis of MS, and extend the study to the general pediatric population in order to acquire more accurate data on the prevalence of the disease.

(Korean J Pediatr 2004;47:1149-1156)

Key Words: Metabolic syndrome, Obesity, Children, Adolescent, Insulin resistance

서 론

최근 학령기 아동과 청소년의 비만율이 빠르게 증가하고 있

본 연구는 2003년도 보건복지부와 연세대학교 의과대학과의 공동으로 시행한 청소년에서 비만에 관한 연구의 일환으로 이루어졌음.

접수 : 2004년 7월 12일, 승인 : 2004년 9월 2일

책임저자 : 김덕희, 연세대학교 의과대학 소아과학교실

Correspondence : Duk Hee Kim, M.D.

Tel : 02)361-5510 Fax : 02)393-9118

E-mail : dhkim3@yumc.yonsei.ac.kr

다. 특히, 비만아는 비비만아에 비해 비만이 지속될 가능성과 성인비만으로 이행될 가능성이 높다¹⁻³⁾.

비만은 성장 및 발달 장애를 일으킬 수 있으며 심리적, 정서적인 영향도 성인기에 시작된 비만보다 심각하여 인격형성에도 많은 영향을 미친다. 임상적으로 우울증, 당뇨병, 지방간, 고혈압, 고지혈증 등의 성인병 즉 대사증후군이 나타나며 이에는 인슐린 저항성이 중요한 역할을 한다고 알려져 있으며 결국 비만 관련 이환률 및 사망률이 높게 된다⁴⁻⁶⁾.

2001년 Third Report of the National Cholesterol Educa-

tion Program(NCEP) Expert Panel on Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Cholesterol in Adults(Adult Treatment Panel III, ATP-III)에서는 복부비만, 고혈압, 지질 대사이상, 내당능 장애 및 인슐린 저항성 등의 항목들을 심혈관계 질환 및 제2형 당뇨병 발병의 위험인자로 간주하고 이를 기준으로 대사증후군의 진단기준을 설정하였다⁷⁻⁹⁾.

우리나라 성인에서의 대사증후군의 유병률은 1998년 국민건강영양조사를 바탕으로 2003년 보고되었는데 전체인구의 약 22% 정도이며, 체질량지수 25 kg/m² 이상의 비만 인구에서는 약 50%가 대사증후군을 갖고 있는 것으로 나타났다¹⁰⁾.

지금까지 우리나라에서 시행된 대사증후군에 관한 연구는 성인에서의 연구가 대부분이었고, 성인과 달리 소아 연령에서의 대사증후군에 대한 통일된 진단기준도 없는 실정이다.

아직 우리나라에서의 소아 연령에서의 대사증후군에 대한 보고는 없었으며, 미국의 경우 1988년부터 1994년까지의 자료를 분석하여 12-19세 사이의 청소년 전체의 약 4.2%에서, 체질량지수 95 백분위수 이상의 비만한 청소년의 약 28.7%의 대사증후군의 유병률로 비만하지 않은 군의 0.1%에 비해 매우 높음을 보여주고 있다¹¹⁾. 이에 저자들은 서울지역 초·중학생 중 비만한 학생 277명을 대상으로 APT III 진단기준을 변형한 소아 연령에서의 새로운 진단기준을 적용하여 우리나라 비만 청소년에서의 남녀별, 학년별, 비만도별 대사증후군의 유병률을 조사하고 이와 관련된 요인을 분석하고자 하였다.

대상 및 방법

1. 대 상

본 연구는 한국인 청소년에서 심혈관질환의 위험인자인 비만 및 대사증후군의 발현빈도를 조사하기 위한 보건복지부의 비만 연구의 일환으로 이루어졌으며, 2003년 초·중학교 9,837명을 검진하여 성별, 연령별 체질량지수가 95 백분위수 이상의 비만한 학생 중 277명(남자 186명, 여자 92명)을 연구대상으로 하였다.

2. 방 법

1) 신체계측 및 위험인자 측정

277명의 수검자 전원의 신장을 stadiometer로 측정하였고, 체중은 CAS 전기식 지시저울을 이용하여 0.1 cm 및 0.1 kg까지 측정하였다. 체질량지수(body mass index, BMI)는 측정된 신장과 체중을 이용하여, 체중(kg)을 신장(m)의 제곱으로 나누어 계산하였다. 허리 둘레는 수검자가 서있는 상태에서 배꼽 아래 1 cm 지점을 기준으로 측정하였으며 엉덩이 둘레는 대전자(greater trochanter) 위치에서 줄자를 이용하여 측정하였다. 혈압은 수검자가 5분 이상 안정한 후 측정하였고, 최소 1분 이상 간격을 두고 두 차례 측정하여 평가하였다. 내장지방 두께(visceral fat thickness, VFT)는 메디슨 SA 9900 초음파 기계를 이용하여 동일 검사자에 의해 측정하였으며, 체지방률 및 복부지방률은

생체 전기 임피던스 방법으로 측정하였으며 바이오페이스사의 In Body 2.0 체지방측정기를 이용하였다.

검사 전날 저녁 10시부터 금식 후 다음 날 아침 공복시 채혈하여 혈당, 인슐린, 총 콜레스테롤, HDL-콜레스테롤, LDL-콜레스테롤, 중성지방, C-반응성 단백(C-reactive protein, CRP), 랩틴, 아디포넥틴을 측정하였다. 내당능장애의 평가를 위해 경구 당부하 검사를 시행하였고 미국당뇨병협회(ADA)의 기준에 따라 평가하였다. 인슐린 저항성은 Homeostasis Model Assessment (HOMA)법에 의해 다음과 같은 공식을 이용하여 계산하였다¹²⁾.

Insulin resistance=[Insulin(μ U/mL)×Glucose(mmol/L)]/22.5 그 외에 인슐린 저항성과 관련된 당뇨병의 가족력 유무, 출생 체중, 수유 형태와 비만과 연관된 TV 및 컴퓨터 이용시간은 문진으로 조사하였다.

2) 대사증후군의 정의

대사증후군의 진단에 ATP III 에 언급된 여러 대사위험요인에 대한 항목을 기준으로 이용하였고, 허리둘레는 2000년 아시아/태평양지역에서 제시한 허리둘레(남자 \geq 90 cm, 여자 \geq 80 cm)를 적용하였다^{7, 13)}. 허리둘레 남자 90 cm 이상, 여자 80 cm 이상, 중성지방 150 mg/dL 이상, HDL-콜레스테롤 남자 40 mg/dL 미만, 여자 50 mg/dL 미만, 수축기혈압 130 mmHg 이상 또는 이완기혈압 85 mmHg 이상, 공복 혈당 110 mg/dL 이상의 5가지 항목 중 3가지 이상을 만족시키는 경우를 대사증후군으로 정의하였다. 소아 및 청소년 연령에 대한 대사증후군의 확립된 진단기준이 없어서 본 연구에서는 ATP-III의 진단기준을 변형시켜 적용하였다.

① 허리둘레: 성별, 연령별 표준치의 90 백분위수 이상(2003년도 초·중학교 신체검사 2,530명의 자료를 바탕으로)

② 중성지방 \geq 110 mg/dL

③ HDL-콜레스테롤 \leq 40 mg/dL

④ 혈압: 성별, 연령별 수축기혈압 \geq 90 백분위수 또는 이완기혈압 \geq 90 백분위수¹⁴⁾

⑤ 공복시 혈당: \geq 110 mg/dL

위의 5가지 항목 중 3가지 이상을 만족하는 경우 대사증후군으로 정의하였다.

3) 통계

모든 결과는 평균±표준편차로 나타내었으며 유병률은 표본수(백분율)로 표시하였다. 각 군의 수치의 비교는 Student's t-test를 이용하였고 유병률의 비교는 χ^2 test를 이용하였다. 비만한 연구 대상들의 기본적인 특성 및 검사 소견을 남자와 여자로 나누어 분석하였고, 성별, 초등 및 중학생 대사증후군의 유병률을 구하였으며 성별에 따른 대사증후군의 위험인자 각각의 요인들의 유병률, 위험인자수에 따른 유병률을 구하였다. 그리고 대사증후군의 유무에 따른 두 군간의 위험요인을 비교하였다. 모든 통계분석은 SAS 8.1영문판을 이용하였고 유의 수준은 $P<0.05$ 로 정의하였다.

결 과

1. 연구 대상의 기본적 특성

본 연구대상자는 모두 277명으로 그 중 남자가 186명, 여자가 91명이었다. 대상자의 평균연령은 남녀 각각 모두 12.1세였고, 체질량지수는 26.8 kg/m², 25.5 kg/m²이었으며, 허리둘레는 84.5 cm, 77.0 cm이었으며, 비만도는 33.8%, 27.5%였다. 내당능장애를 보인 비만아는 전체적으로 29명으로 10.5%였다(Table 1).

2. 비만아에서의 성별/초등 및 중학생 대사증후군의 유병률

기존의 ATP III 아시아/태평양 기준을 적용한 비만아에서의 대사증후군의 유병률은 전체 277명 중 44명으로 15.9%였으며, 남자 15.6%, 여자 16.5%이었다. 초등학교의 2.5%에서, 중학생의 26.1%에서 대사증후군으로 진단되었다(Table 2). 소아 및 청소년을 위한 새로운 진단기준을 적용하였을 때, 대사증후군의 유병률은 104명(37.5%)으로 나타났고, 남자 38.7%, 여자 35.2%였다.

초등 및 중학생에서 본 대사증후군의 유병률은 초등학생 비만아에서 20.8%, 중학생 비만아에서는 50.3%로 나타났다(Table 2).

3. 비만도에 따른 대사증후군의 유병률

연구 대상자를 비만도에 따라 20-30%의 경도 비만, 30-50%의 중등도 비만, 50% 이상의 고도 비만으로 분류하였다. 비만도에 따른 대사증후군의 유병률은 경도, 중등도, 고도 비만에 따라 남자에서는 24.7%, 44.4%, 66.7%로, 여자에서는 25.9%, 42.4%, 100%로 나타났다. 경도 비만에서 고도 비만으로 이행할수록 대사증후군의 유병률도 증가하는 경향을 보이며, 비록 표본수가 작았지만 고도 비만 여아의 4명 중 모두에서 대사증후군으로 진단되었다(Table 3).

4. 대사증후군 진단기준 항목별 유병률

대사증후군의 진단기준 항목 중 고혈압의 유병률은 남자에서 50.0%, 여자에서 36.3%로 남자에서 여자보다 유의하게 높았지만($P<0.05$), 높은 중성지방의 유병률은 남자에서 36.0%, 여자에서 54.9%로 여자에서 남자보다 유의하게 높았다($P<0.01$).

Table 1. Physical and Metabolic Characteristics of Obese Children by Sex

	Boys(n=186)	Girls(n=91)	Total(n=277)
Age(year)	12.1±2.7	12.1±2.4	12.1±2.6
Weight(kg)	67.6±20.8	61.4±15.2	65.5±19.2
BMI(kg/m ²)	26.8±3.8	25.5±3.3	26.3±3.7
Waist circumference(cm)	84.5±11.3	77.0±8.5	82.0±11.0
Systolic BP(mmHg)	117.6±11.9	113.5±10.4	116.2±11.5
Diastolic BP(mmHg)	73.6±9.7	72.9±7.6	73.4±9.0
Obesity rate(%)	33.8±13.0	27.5±11.7	31.7±12.9
Total Cholesterol(mg/dL)	158.9±25.8	159.2±30.2	159.0±27.3
Triglyceride(mg/dL)	104.4±49.0	124.5±61.3	111.0±54.1
HDL-Cholesterol(mg/dL)	46.6±11.5	46.1±13.0	46.4±12.0
LDL-Cholesterol(mg/dL)	91.4±22.1	88.2±25.6	90.3±23.3
Fasting glucose(mg/dL)	100.0±8.0	98.3±7.1	99.2±7.7
Fasting insulin(μU/mL)	11.4±7.5	13.7±6.4	12.2±7.2
HOMA-IR	2.8±1.7	3.4±1.7	3.0±1.7
IGT			
No	164(88.2%)	84(92.3%)	248(89.5%)
Yes	22(11.8%)	7(7.7%)	29(10.5%)

Data are shown as the mean±SD or number(percent)

Abbreviations : BMI, body mass index; HOMA-IR, Homeostasis Model Assessment-Insulin Resistance; IGT, impaired glucose tolerance

Table 2. Prevalence of the Metabolic Syndrome among Obese Children according to ATP-III Asia-Pacific Criteria and Modified Pediatric Criteria

School	ATP-III APC			MPC		
	Boys	Girls	Total	Boys	Girls	Total
Primary	1(1.3%)	2(5.0%)	3/120(2.5%)	16(20.0%)	9(22.5%)	25/120(20.8%)
Middle	28(26.4%)	13(25.5%)	41/157(26.1%)	56(52.8%)	23(45.1%)	79/157(50.3%)
Total	29(15.6%)	15(16.5%)	44/277(15.9%)	72(38.7%)	32(35.2%)	104/277(37.5%)

Abbreviations : ATP-III APC, Adult Treatment Panel III Asia-Pacific Criteria; MPC, Modified Pediatric Criteria

Table 3. Prevalence of the Metabolic Syndrome by Degree of Obesity

Degree of obesity	With MS		Without MS		Total
	Boys	Girls	Boys	Girls	
Mild obesity	20(24.7%)	14(25.9%)	61(75.3%)	40(74.1%)	34/135(25.2%)
Moderate obesity	36(44.4%)	14(42.4%)	45(55.6%)	19(57.6%)	50/114(43.9%)
Severe obesity	16(66.7%)	4(100.0%)	8(33.3%)	0(0.0%)	20/28(71.4%)

Abbreviation : MS, metabolic syndrome

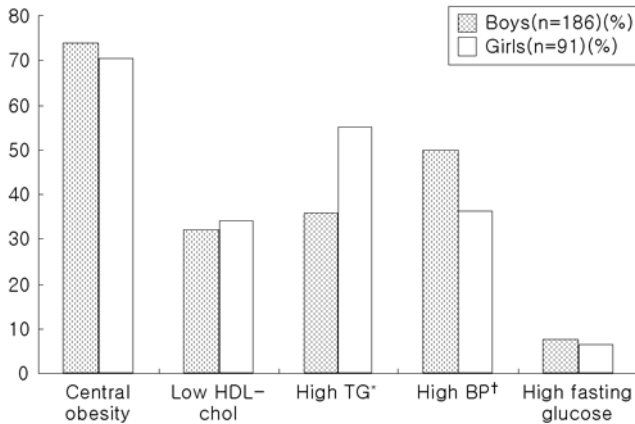


Fig. 1. Prevalence of the individual component of the metabolic syndrome in obese boys and girls. * $P < 0.01$, † $P < 0.05$. Abbreviations : HDL, high-density lipoprotein; TG, triglyceride; BP, blood pressure.

복부비만, 공복시 고혈당과 낮은 HDL-콜레스테롤은 남자에서 73.7%, 7.5%, 32.3%, 여자에서 각각 70.3%, 6.6%, 34.1%로 남녀간에 통계적으로 유의한 차이는 없었다(Fig. 1).

5. 비만아에서 대사증후군 진단기준 항목수에 따른 유병률

대사증후군의 진단기준 항목이 1개 이상, 2개 이상, 3개 이상, 4개 이상, 5개 모두를 가지고 있는 경우가 각각 90.6%, 63.5%, 37.5%, 8.3%, 0.4%로 나타났다. 항목 수 3개 이상을 보유하여 대사증후군으로 진단되는 경우가 남자에서 38.7%, 여자에서 35.2%였다(Table 4).

6. 대사증후군의 유무에 따른 비만군간의 특성 비교

대사증후군이 있는 비만군에서는 연령, 키, 체중, 체질량지수, 수축기 및 이완기 혈압, 중성지방, 렙틴, CRP, 공복 및 식후 2시간 인슐린 농도, HOMA-IR값이 대사증후군이 없는 비만군에 비해 높았으며, HDL-콜레스테롤, 아디포넥틴은 통계적으로 유의하게 낮았다($P < 0.05$). 그러나 총 콜레스테롤, LDL-콜레스테롤, 공복 및 식후 2시간 혈당은 두 군간에 통계적으로 차이가 없었다.

대사증후군이 있는 비만군에서 허리둘레, 비만도, 내장지방 두께(visceral fat thickness), 복부지방률은 대사증후군이 없는 군에 비해 통계적으로 의미있게 높은 수치를 보였으나($P < 0.05$), 허

Table 4. Prevalence of Each Component of Metabolic Syndrome among Obese Boys and Girls

	Boys (n=186) (%)	Girls (n=91) (%)	Total (n=277) (%)
≥ 1 component	164(88.2%)	87(95.6%)	251(90.6%)
≥ 2 components	117(62.9%)	59(64.8%)	176(63.5%)
≥ 3 components	72(38.7%)	32(35.2%)	104(37.5%)
≥ 4 components	18(9.7%)	5(5.5%)	23(8.3%)
5 components	0(0.0%)	1(1.1%)	1(0.4%)

Table 5. Comparison of Physical and Metabolic Characteristics of Obese Children by with or without Metabolic Syndrome

	With MS (n=104)	Without MS (n=173)	P-value
Age(year)	13.1±2.2	11.6±2.6	<0.0001
Weight(kg)	74.8±17.4	60.0±18.3	<0.0001
BMI(kg/m ²)	28.2±3.5	25.2±3.4	<0.0001
Waist circumference(cm)	87.8±9.6	78.6±10.3	<0.0001
Waist-hip ratio(WHR)	0.88±0.09	0.86±0.06	0.1298
Systolic BP(mmHg)	122.6±11.7	112.4±9.6	<0.0001
Diastolic BP(mmHg)	77.4±8.7	70.9±8.4	<0.0001
Obesity rate(%)	37.3±13.2	28.4±11.6	<0.0001
VFT(mm)	36.0±11.9	31.9±9.6	0.0029
Abdominal fat(%)	47.8±3.9	45.1±4.1	<0.0001
Total Cholesterol(mg/dL)	158.3±24.6	159.4±28.8	0.7385
Triglyceride(mg/dL)	140.9±50.7	93.0±47.8	<0.0001
HDL-Cholesterol(mg/dL)	39.6±7.9	50.6±12.2	<0.0001
LDL-Cholesterol(mg/dL)	90.5±21.1	90.3±24.7	0.9310
C-Reactive Protein(mg/dL)	0.29±0.27	0.20±0.16	0.0047
Leptin(ng/mL)	12.2±5.6	10.1±4.7	0.0011
Adiponectin(ng/mL)	5.3±2.4	6.8±3.4	<0.0001
Fasting glucose(mg/dL)	100.4±8.7	98.5±7.0	0.0554
2 hr glucose(mg/dL)	120.0±18.3	115.7±19.2	0.0717
Fasting insulin(μU/mL)	15.0±8.3	10.4±5.9	<0.0001
2 hr insulin(μU/mL)	86.2±91.4	49.5±48.8	0.0002
HOMA-IR	3.71±1.93	2.52±1.38	<0.0001

Data are shown as the mean±SD
Abbreviations : MS, metabolic syndrome; BMI, body mass index; VFT, visceral fat thickness; HOMA-IR, Homeostasis Model Assessment-Insulin Resistance

리-영양이 둘레비는 두 군간에 차이를 보이지 않았다(Table 5).

고 찰

사회경제적 발달과 함께 성인 뿐 아니라 소아 및 청소년 연령에서도 비만 인구가 꾸준히 증가하고 있으며, 전세계적으로 소아비만이 늘고 있다. 국내 비만 통계를 보면 1970년대에는 비만아가 2-3%, 1980년대에는 8-12%, 1992년에는 비만 이환율이 13-16%로 지난 20여년 동안 비만율이 거의 10배 가까이 증가하였다^{15, 16)}. 이러한 비만은 기술의 발달, 급격한 경제발전, 식생활의 서구화, 고칼로리 음식으로 인한 에너지 섭취의 증가와 교통과 통신의 발달, 편리해진 생활 환경의 변화로 인한 운동부족 및 TV, 비디오, 컴퓨터, 게임 등의 움직임이 없고 가만히 앉아서 하는 행동의 증가로 인한 에너지 소모의 감소 등의 에너지 불균형으로 기인하며, 많은 연구에서 대사증후군의 유병률과 연관되어 있다고 보고하고 있다.

특히 소아 및 청소년에서의 비만은 성장과 발달 측면에서도 중요하며 향후 생명 및 삶의 질과 연관되어 있는 관상동맥질환 및 당뇨병의 발병 가능성이 높으며 지방간, 담석, 고혈압, 수면무호흡, 정형외과적 합병증, 다낭성 난포 등의 부인과적 합병증, 각종 암 등의 많은 내과적 질환과 열등감, 우울, 부정적인 신체상 같은 정신 사회적 문제와 연결되며 소아 비만이 성인 비만으로 이행될 확률이 높다는 점 또한 소아 비만에 대한 조절과 관심이 필요한 중요한 이유이다¹⁷⁾.

일반적으로 비만이라는 판정을 내리기 위해 여러 가지 기준이 있으나 보통 체질량지수를 이용하며, 서구에서는 체질량지수 25-29.9 kg/m²를 과체중, 30 kg/m² 이상을 비만으로 정의하고¹⁸⁾, 우리나라를 포함한 일부 아시아 지역에서는 체질량지수 23-24.9 kg/m²를 위험체중, 25 kg/m² 이상을 비만으로 정의한다¹³⁾. 이는 성인에서의 기준이며, 소아 및 청소년기의 비만을 판정하는 적당한 기준이 미흡한 실정이다.

미국에서는 1998년에 소아비만에 대한 진단 및 치료지침을 작성하여 발표하여 성별, 연령별 체질량지수 95 백분위수를 초과할 때 비만으로 정의할 것을 추천하였으며, 최근 세계 여러 나라의 2-20세 사이의 소아와 청소년 연령에 대한 체질량지수에 대한 조사가 이루어진 바 있다^{19, 20)}. 우리나라에서도 대한소아과학회 영양위원회 및 보건통계위원회에서는 체질량지수 85-94 백분위수이면 추적 관찰할 대상인 비만 위험군으로 분류하고, 95 백분위수 이상이면 비만으로 분류하였다.

본 연구에서도 이러한 기준을 적용하여 체질량지수 95 백분위수 이상인 초·중학생을 비만아로 간주하여 연구대상으로 하였다.

비만과 직접적으로 연관되어 있는 대사증후군은 예전엔 X 증후군(Syndrome X), 인슐린저항성증후군, Reaven 증후군, 대사 이상 증후군, 대사성 심혈관증후군 등 여러 가지 이름으로 불리워져 왔다²¹⁻²⁴⁾. 이러한 대사증후군은 비만 이외에 고지혈증, 고혈압, 염증 및 혈액응고이상 및 인슐린 저항성을 나타내며, 제2

형 당뇨병 및 관상동맥질환과 같은 심혈관계 질환으로 인한 유병률과 사망률을 높이는 위험인자로서 인식되어 이에 대한 조절이 필요하다. 그러나 이러한 위험인자의 많은 부분이 임상적인 판단보다는 특별한 검사를 통해서 가능하다. 그래서 1998년 WHO에서 당뇨병의 진단 및 분류에서 대사증후군이란 용어를 사용하여 정의하고 실제적인 진단기준을 제시하였으며, 2001년 미국에서 발표된 제3차 콜레스테롤 관리지침(ATP-III)에서는 기존의 심혈관 위험인자 기준치를 더 엄격하게 적용하였고 허리둘레를 다른 심혈관 위험인자와 동일한 정도의 위험인자로 강조하며 대사증후군에 있어 복부비만을 쉽고 정확하게 평가하는 수단으로 제시하였다⁷⁾.

본 연구에서도 복부비만의 평가를 위해 다양한 방법을 시도하였으며, 줄자로 허리둘레, 엉덩이 둘레를 측정하여 허리-엉덩이 둘레비를 계산하였고, 체지방분석기로 복부지방률을 측정하였다. 허리둘레와 허리-엉덩이 둘레비는 복부비만과 연관이 높으면서 측정이 간편하지만 피하지방과 내장지방을 분별하지는 못한다. 복부지방 중에도 피하지방보다 내장지방이 대사증후군에 큰 영향을 미치는 것으로 알려져 있는데, 컴퓨터 단층촬영(CT)이나 자기공명영상(MRI)을 통해서 복강내 지방측정이 가능하나 검사비가 비싸고 시간이 오래 걸리는 단점이 있다²⁵⁾. 2003년 Huh 등²⁶⁾에 의하면 내장지방의 평가에 컴퓨터단층촬영 대신 초음파로서 복강내 지방조직길이를 측정함으로써 보다 쉽고 간편하게 내장지방의 정도를 평가할 수 있다고 하였다. 따라서 본 연구에서도 초음파를 이용하여 내장지방 두께를 측정함을 시도하였다.

ATP-III나 WHO criteria처럼 성인에서는 전세계적으로 어느 정도 통일된 대사증후군의 진단기준이 있으나 아직 소아에서는 확립된 진단기준이 없어 현재 여러 나라, 여러 기관에서 나름대로의 소아에 대한 기준을 만들어 적용시키고 있다^{11, 27, 28)}. 진단기준의 5가지 항목을 소아의 성별, 연령별 표준치 90 백분위수 혹은 95 백분위수 이상을 기준으로 삼기도 하며, 소아에서는 높은 공복혈당이 매우 드물기 때문에 5가지 항목 중 공복 혈당 대신에 경구 혈당부하검사를 실시하여 내당능장애를 기준으로 삼기도 한다. 본 연구에서는 APT-III 진단기준의 허리둘레와 혈압 항목을 소아 표준치의 90 백분위수 이상으로 적용하고 나머지 항목은 성인 기준을 적용하였다.

대사증후군의 진단에 먼저 성인의 ATP-III 기준을 적용해 보았으며, 그 결과 비만한 소아 및 청소년에서의 대사증후군의 유병률은 남자에서 15.6%, 여자에서 16.5%로 나타났으며 이 기준은 성인의 기준치로서 소아에게 그대로 적용시키기에는 무리가 있어 허리둘레와 혈압 항목을 성별, 연령별 90 백분위수 이상으로, 중성지방 110 mg/dL 이상, HDL-콜레스테롤 40 mg/dL 이하, 공복혈당 110 mg/dL 이상을 기준으로 대사증후군의 유병률을 구하였다. 그 결과 37.5%로 비록 진단기준이 약간씩 다르고 대상연령군과 연구시기가 다르긴 하지만, 미국 청소년 비만아의 28.7%, 미국 히스패닉계의 비만아의 30.2%의 유병률보다 높은 수준임을 알 수 있었다^{11, 27, 28)}.

그러나 본 연구 대상의 연령은 평균 12.1세로, 미국 청소년 자료인 12세부터 19세 사이의 결과에 비해 평균 연령이 훨씬 낮으며, 초등학교 비만아의 20.8%였던 유병률이 중학생에서 50.3%로 급증함과 대사증후군이 있는 비만군과 대사증후군이 없는 비만군과의 평균 연령의 차이와 사춘기에 이르러 각종 호르몬의 영향으로 체질량지수가 급증함을 고려할 때 연령이 증가함에 따라 대사증후군이 증가할 가능성이 큼을 암시한다.

비만도에 따라서 대사증후군의 유병률이 증가하는 양상을 보였으며, 경도 비만에서는 25.2%, 중등도 비만에서는 43.9%, 고도 비만에서는 71.4%의 유병률을 보였다. 미국 청소년 중등도 비만의 38.7%에서, 고도 비만의 49.7%에서 대사증후군의 유병률보다 높은 수준이다²⁸⁾. 그리고 경도 비만에 비해 중등도 이상의 비만에서 대사증후군의 유병률이 급증함을 알 수 있다. 이는 점점 비만 인구가 증가할 것을 고려하면 대사증후군의 위험을 감소시키기 위해서는 체중 조절이 중요함을 반영한다.

복부비만의 지표로 이용했던 여러 가지 항목 중 체지방측정기 이용한 복부지방량과 초음파를 이용한 내장지방 두께가 진단기준에 포함된 허리둘레와 더불어 유용한 방법으로 사용될 수 있으며, 실제로 대사증후군으로 진단된 군에서 그렇지 않은 군에 비해 유의하게 높은 수치를 보였다. 이는 특히 대사증후군의 병태생리에 직접적으로 관련된 내장비만을 간단하면서도 정확하게 평가하며 추적검사가 가능한 수단으로 이용될 수 있음을 제시한다²⁶⁾. 대사증후군이 있는 비만아 군에서 내당능 장애로 진단된 경우가 많았으며, 당뇨의 가족력이나 출생체중, 수유형태는 두 군간에 차이가 없었다.

대사증후군의 발병에 매우 중요한 인슐린 저항성의 평가에 공복 혈당 및 인슐린 수치로 계산한 HOMA-IR 수치와 경구 당부하 검사를 통한 내당능 장애 여부를 이용하였으며, 그 결과 대사증후군이 있는 비만아군에서 HOMA-IR 수치가 높게 나타났으며, 내당능 장애로 진단된 경우와 공복혈당 수치도 높은 유병률 및 수치를 보였으나 통계적으로 의미 있는 차이는 아니었다. 문진으로 조사한 당뇨의 가족력, 분유 수유 여부와는 통계적으로 차이가 없었으며, 대사증후군으로 진단된 군에서 출생시 작게 태어난 경우의 유병률이 높았으며 이는 저출생 체중아에서의 당뇨병의 발생 위험이 높다는 보고와 연관을 지을 수 있다²⁹⁻³¹⁾.

이번 연구에서는 대사증후군의 위험요인으로 비만으로 인한 고콜레스테롤, 고혈압, 고혈당의 주위험인자와 죽상경화성 이상지혈증, 인슐린 저항성인슐린, 염증 상태, 혈전 상태 등의 새로운 위험인자에 대한 검사도 시행하였다. 그래서 각종 지방에 대한 검사를 포함한 기본적인 혈액 검사와 2시간 경구 당부하검사 그리고 지방조직에서 유래되는 비만과 관련된 호르몬으로 렙틴과 아디포넥틴을 측정하였으며 전신적 만성 염증상태의 지표로서 CRP를 검사하였으며, 그 결과 렙틴과 아디포넥틴이 대사증후군이 있는 군과 없는 두 군간에 의미 있는 차이를 보였다³²⁻³⁴⁾.

또한 비만의 하나의 원인인 신체적 비활동성의 평가로 TV 및 컴퓨터 이용시간을 조사하였는데 비록 통계적으로 의미 있는

차이는 아니었지만 대사증후군으로 진단된 비만아군에서 하루 2시간 이상의 많은 시간을 사용하는 것으로 나타났다^{35, 36)}.

우리나라 소아 비만 인구의 약 91%는 대사증후군의 항목 중 적어도 1개 이상을, 64%는 2개 이상을, 38%는 3개 이상을 보유하고 있는 것으로 나타났으며 똥똥한 여학생에서는 무려 96%에서 1개 이상의 항목을 보유하고 있는 것으로 나타나 대사증후군의 선별검사에 의한 고위험군의 조기발견과 예방적 차원의 관리가 필요하다.

비만한 소아 및 청소년에서의 대사증후군의 높은 유병률은 비만에 대해 단순히 살 빼는 약 이외에 식이조절, 운동, 생활방식 변화와 같은 근본적이고 효과적인 예방 및 치료 대책의 중요성을 강조한다.

본 연구의 제한점으로 첫째, 소아 및 청소년에서의 대사증후군의 명확한 진단기준이 없어 성인의 진단기준을 일부 변형시켜 사용했다는 점이다. 소아는 허리둘레, 혈압, 중성지방, HDL-콜레스테롤, 공복 혈당 수치 모두 성인의 정상 범위와는 다른 기준치를 가진다. 하지만 역시 그에 대한 뚜렷한 기준치가 없어 일부 항목은 성인 기준치를 그대로 사용하였고, 허리둘레와 혈압은 소아 표준치의 90 백분위수 이상을 기준으로 삼아서 적용하였다. 가능하다면 전체 소아 및 청소년 연령에 대한 자료를 조사하여 대사증후군 진단기준 항목 모두에 대한 성별, 연령별 90 백분위수 이상으로 삼으면 보다 정확한 유병률을 구하는데 도움이 될 듯하다.

두번째 제한점으로 비만한 학생만을 대상으로 했다는 점이다. 따라서 전체 소아 및 청소년 인구의 대사증후군의 유병률이 아닌 비만아에서의 유병률만을 구할 수 있었으며, 대사증후군의 요인 분석에도 대사증후군과 직접 연관이 있는 비만아가 아닌 전체 소아, 청소년 인구의 자료가 있어야 보다 정확하고 의미 있는 통계적 가치가 있기 때문이다.

세번째 제한점으로는 사춘기 및 성 성숙도, 운동, 흡연, 알코올, 교육 및 생활 수준, 식생활 습관, 심리상태, 부모의 비만 여부 등 소아 비만에 영향을 미칠 수 있는 다른 많은 변수에 대한 조사가 다소 미흡하였으며 이는 향후 추적 검사에 포함되어야 할 것이다. 그리고 가능하다면 CRP 이외에 염증에 관여하는 사이토카인이나 혈전 형성에 작용하는 fibrinogen, plasminogen activator inhibitor(PAI)-1 같은 지표에 대한 검사를 병행한다면 대사증후군의 요인분석 및 병태생리에도 중요한 자료가 될 것이다^{37, 38)}.

향후 추적검사를 시행하여 비만아의 변화 양상에 대한 비교 분석이 필요하다.

결론적으로 우리나라 비만 소아에서 대사증후군의 빈도는 37.5%로 미국 청소년 비만아의 빈도보다 높은 수준이며, 초등학교 비만아의 20.8%, 중학생 비만아의 50.3%에서 대사증후군이 나타났다으므로 향후 범국가적인 비만관리가 필요하다고 사료된다.

요 약

목 적 : 비만은 인슐린 저항성, 고지혈증 및 대사증후군을 유발시키며 당뇨 및 관상동맥질환과 밀접한 관련이 있다. 본 연구에서는 비만한 소아 및 청소년에서의 대사증후군의 유병률 및 요인에 대해 알아보고자 하였다.

방 법 : 초중학생 9,837명을 신체검진하여 체질량지수가 95 백분위수 이상의 비만아 중 277명에 대해 검사하였다. 문진, 신체계측 및 혈액검사, 복부지방 초음파검사 및 체지방측정을 시행하였다.

결 과 : 비만아 277명 중 대사증후군의 유병률은 37.5%였으며, 남자에서 38.7%, 여자에서 35.2%로 나타났으며, 초등학교에서 20.8%, 중학교에서 50.3%의 유병률을 보였다. 경도, 중등도, 고도 비만아에서 각각 25.2%, 43.9%, 71.4%에서 대사증후군으로 진단되었으며 경도 비만에 비해 중등도 이상의 비만에서 급증하였다. 대사증후군 진단기준 항목 중 높은 혈압은 남자에서, 높은 중성지방은 여자에서 유병률이 높았다. 대사증후군 진단기준 항목이 1개 이상, 2개 이상, 3개 이상, 4개 이상, 5개 모두를 가지고 있는 경우가 각각 90.6%, 63.5%, 37.5%, 8.3%, 0.4%로 나타났다. 대사증후군이 있는 비만군과 없는 비만군 두 군간에 대사증후군의 진단기준 항목 이외에 체중, 체질량지수, 비만도, 내장지방 두께, 체지방률, 복부지방률, 공복 및 식후 2시간 인슐린치, 렙틴, 아디포넥틴은 통계적으로 유의한 차이가 있었다.

결 론 : 고칼로리식이의 과잉섭취 및 운동량의 부족 등으로 소아 연령에서 대사증후군의 유병률이 계속 증가되어 당뇨 및 관상동맥질환이 많이 발병하게 된다. 2003년 국내의 비만한 소아 및 청소년에서의 대사증후군의 유병률은 ATP III 아시아-태평양 기준을 변형시킨 소아에서의 새로운 진단기준을 적용하여 37.5%로 나타나 1998년 미국 청소년에서의 유병률보다 더 높으며, 보다 정확한 유병률을 위해 소아연령에서의 대사증후군의 확립된 진단기준으로 소아 전체를 대상으로 한 역학적 연구와 소아 및 청소년 비만아를 위한 범국가적인 비만관리가 필요하다고 사료된다.

References

- 1) Epstein LH, Wing RR, Valoski A. Childhood obesity. *Pediatr Clin North Am* 1985;32:368-78.
- 2) Stark O, Atkins E, Wolff OH. Longitudinal study of obesity in the national survey of health and development. *Br Med J* 1981;283:13-7.
- 3) Dietz WH. Childhood obesity, susceptibility cause and management. *J Pediatr* 1983;103:676-85.
- 4) Grundy SM. Hypertriglyceridemia, insulin resistance, and the metabolic syndrome. *Am J Cardiol* 1999;83:25F-29F.
- 5) Grundy SM. Obesity, metabolic syndrome, and cardiovascular disease. *J Clin Endocrinol Metab* 2004;89:2595-600.

- 6) Isomma B, Almgren P, Tuomi T, Forsen B, Lahti K, Nissen M, et al. Cardiovascular morbidity and mortality associated with the metabolic syndrome. *Diabetes Care* 2001;24:683-9.
- 7) National Cholesterol Education Program. Executive summary of the Third Report of the National Cholesterol Education Program(NCEP) expert panel on detection, evaluation, and treatment of high blood cholesterol in adults(adult treatment panel III). *JAMA* 2001;285:2486-97.
- 8) Reaven GM. Role of insulin resistance in human disease. *Diabetes* 1988;37:1595-607.
- 9) Defronzo RA, Ferrannini E. Insulin resistance : a multifaceted syndrome responsible for NIDDM, obesity, hypertension, dyslipidemia, and atherosclerotic cardiovascular disease. *Diabetes Care* 1991;14:173-94.
- 10) Park HS, Oh SW, Kang JH, Park YW, Choi JM, Kim YS, et al. Prevalence and associated factors with metabolic syndrome in South Korea : from the Korean national health and nutrition examination survey, 1998. *Journal of Korean society for the study of obesity* 2003;12:1-13.
- 11) Cook S, Weitzman M, Auinger P, Nguyen M, Dietz WH. Prevalence of a metabolic syndrome phenotype in adolescents : finding from the Third National Health and Nutrition Examination Survey, 1988-1994. *Arch Pediatr Adolesc Med* 2003;157:821-7.
- 12) Matthews DR, Hosker JP, Rudenski AS, Naylor BA, Treacher DF, Turner RC. Homeostasis model assessment : insulin resistance and β -cell function from fasting plasma glucose and insulin concentrations in man. *Diabetologia* 1985;28:412-9.
- 13) WHO West Pacific Region. The Asia-Pacific perspective : redefining obesity and its treatment. International Obesity Task Force 2000.
- 14) National Heart, Lung, and Blood Institute, Bethesda, MD : Report of the Second Task Force on Blood Pressure Control in Children-1987. *Pediatrics* 1987;79:1-25.
- 15) Lee JB, Lee JO, Kim SW, Kang JH, Yang YJ. The prevalence and risk factors of childhood obesity in elementary students in Seoul. *J Korean Acad Fam Med* 2000;21:866-75.
- 16) Moon HN, Hong SJ, Suh SJ. The prevalence of obesity in children and adolescents. *Korean J Nutr* 1992;25:413-8.
- 17) Bray GA. Medical consequences of obesity. *J Clin Endocrinol Metab* 2004;89:2583-9.
- 18) World Health Organization. Obesity : preventing and managing the global epidemic. Report on a WHO consultation on obesity 1997.
- 19) Dietz WH, Bellizzi MC. Introduction: the use of body mass index to assess obesity in children. *Am J Clin Nutr* 1999;70:1235-55.
- 20) Cole TJ, Bellizzi MC, Flegal KM, Dietz WH. Establishing a standard definition for child overweight and obesity worldwide : international survey. *BMJ* 2000;320:1240-3.
- 21) Haffner SM, Valdez RA, Hazuda HP, Mitchell BD, Morales PA, Stern MP. Prospective analysis of the insulin resistance syndrome(Syndrome X). *Diabetes* 1992;41:715-22.
- 22) Ten S, Maclaren N. Insulin resistance syndrome in children. *J Clin Endocrinol Metab* 2004;89:2526-39.
- 23) Falkner B, Hassink S, Ross J, Gidding S. Dysmetabolic syndrome : multiple risk factors for premature adult disease

- in an adolescent girl. *Pediatrics* 2002;110:e14.
- 24) Arberti KG, Zimmet PZ. Definition, diagnosis and classification of diabetes mellitus and its complications. Part 1: diagnosis and classification of diabetes mellitus-provisional report of a WHO consultation. *Diabet Med* 1998;15:539-53.
 - 25) Park YW. Evaluation of abdominal obesity. *Journal of Korean society for the study of obesity* 2001;10:297-305.
 - 26) Kim SK, Kim HJ, Hur KY, Choi SH, Ahn CW, Lim SK, et al. Visceral fat thickness measured by ultrasonography can estimate not only visceral obesity but also risks of cardiovascular and metabolic diseases. *Am J Clin Nutr* 2004;79:593-9.
 - 27) Cruz ML, Weingenberg MJ, Huang TT, Ball G, Shaibi GQ, Goran MI. The metabolic syndrome in overweight Hispanic youth and the role of insulin sensitivity. *J Clin Endocrinol Metab* 2003;89:108-13.
 - 28) Weiss R, Dziura J, Burgert TS, Tamborlane WV, Taksali SE, Yeckel CW, et al. Obesity and the metabolic syndrome in children and adolescents. *N Engl J Med* 2004;350:2362-74.
 - 29) Barker DJ. In utero programming of cardiovascular disease. *Theriogenology* 2000;53:555-74.
 - 30) Wilkin TJ, Metcalf BS, Murphy MJ, Kirkby J, Jeffery AN, Voss LD. The relative contribution of birth weight, weight change, and current weight to insulin resistance in contemporary 5-year-olds: the Early Bird study. *Diabetes* 2002;51:3468-72.
 - 31) Murtaugh MA, Jacobs DR, Moran A, Steinberger J, Sinai-ko AR. Relation of birth weight to fasting insulin, insulin resistance, and body size in adolescence. *Diabetes Care* 2003;26:187-92.
 - 32) Triot NA, Mantzoros CS. Leptin: its role in obesity and beyond. *Diabetologia* 1997;40:1371-9.
 - 33) Ouchi N, Kihara S, Funahashi T, Matsuzawa Y, Walsh K. Obesity, adiponectin and vascular inflammatory disease. *Curr Opin Lipidol* 2003;14:561-6.
 - 34) Visser M, Bouter LM, MacQuillan GM, Wener MH, Harris TB. Elevated C-reactive protein levels in overweight and obese adults. *JAMA* 1999;282:2131-5.
 - 35) Goran MI, Hunter G, Nagy TR, Johnson R. Physical activity related energy expenditure and fat mass in young children. *Int J Obes Relat Metab Disord* 1997;21:171-8.
 - 36) Durant RH, Baranowski T, Johnson M, Thompson WO. The relationship among television watching, physical activity, and body composition of young children. *Pediatrics* 1994;94:449-55.
 - 37) Alessi MC, Peiretti F, Morange P, Henry M, Nalbone G, Juhan-Vague I. Production of plasminogen activator inhibitor 1 by human adipose tissue: possible link between visceral fat accumulation and vascular disease. *Diabetes* 1997;46:860-7.
 - 38) De Pergola G, Pannaciuoli N. Coagulation and fibrinolysis abnormalities in obesity. *J Endocrinol Invest* 2002;25:899-904.