

과체중과 비만 청소년에서 대사증후군과 비만이 심혈관에 미치는 영향

이화여자대학교 의학전문대학원 소아과학교실, 인제대학교 의과대학 소아과학교실*,
이화여자대학교 의학전문대학원 예방의학교실[†], 홍익병원 소아과[‡], 아주대학교 의과대학 소아과학교실[§],
한양대학교 의과대학 소아과학교실^{||}, 서울대학교 의과대학 소아과학교실[¶]

홍영미 · 송영환* · 김혜순 · 박혜숙[†] · 민정혜[‡] · 정조원[§] · 김남수^{||} · 노정일[¶]

= Abstract =

Metabolic syndrome in the overweight and obese adolescents and the impact of obesity on the cardiovascular system

Young Mi Hong, M.D., Young Whan Song, M.D.*, Hae Soon Kim, M.D., Hae Sook Park, M.D.[†],
Jung Hae Min, M.D.[‡], Jo Won Jung, M.D.[§], Nam Su Kim, M.D.^{||} and Chung Il Noh, M.D.[¶]

*Department of Pediatrics, Ewha Womans University,
Department of Pediatrics*, College of Medicine, Inje University,
Department of Preventive Medicine[†], Ewha Womans University,
Department[‡] of Pediatric, Hong Ik Hospital, Seoul
Department of Pediatrics[§], College of Medicine, Ajou University, Suwon,
Department of Pediatrics^{||}, College of Medicine, Han Yang University, Seoul
Department of Pediatrics[¶], College of Medicine, Seoul National University, Seoul, Korea*

Purpose: Metabolic syndrome (MS), characterized by obesity and insulin resistance, elicits risk factors such as hyperlipidemia, hypertension, and glucose intolerance with additive effects on atherosclerosis, leading to cardiovascular diseases. The purposes of this study were to evaluate the prevalence of MS among overweight and obese adolescents and to investigate the impact of obesity on the cardiovascular system.

Methods: In all, 684 adolescents were included in the study. Blood pressure, body mass index (BMI), fasting blood glucose, total cholesterol, triglyceride, low-density-lipoprotein (LDL)-cholesterol, high-density-lipoprotein (HDL)-cholesterol, aspartate aminotransferase (AST), alanine aminotransferase (ALT), and high-sensitive C-reactive protein (hs-CRP) were measured in the patients with a BMI of >85 percentile. Brachial-ankle pulse wave velocity (BaPWV) and ankle brachial index were measured using Vascular Profiler (VP)-1000.

Results: MS was confirmed in 19.5% of the overweight and obese adolescents and 50.8% of the obese adolescents. The systolic and diastolic blood pressure, height, weight, fat mass, %fat, BMI, obesity index, and waist circumference were higher in the overweight and obese adolescents with MS. Moreover, the triglyceride, AST, ALT, and hs-CRP levels were higher, whereas HDL-cholesterol level was significantly lower in this group. The overweight and obese adolescents with MS showed shorter diastolic and systolic times, higher heart rate and BaPWV, and longer E-wave deceleration time by echocardiography.

Conclusion: Overweight and obese adolescents showed characteristic MS features such as hypertension and hyperlipidemia. Thus, obese adolescents predisposed to MS should be provided early treatment for obesity. (Korean J Pediatr 2009;52:1109-1118)

Key Words: Metabolic syndrome, Obesity, Heart diseases, Adolescent

Received : 18 August 2009, Revised : 31 August 2009

Accepted : 30 September 2009

Address for Correspondence : Young Mi Hong, M.D.

Department of Pediatrics, School of Medicine, Ewha Womans University Hospital, 911-1, Mokdong, Yangcheon-Ku, Seoul, Korea

Tel : +82.2-2650-2841, Fax : +82.2-2653-3718

E-mail : hongym@chollian.net

This work was supported by the research fund from Korean Heart Foundation (2007).

서 론

비만은 가장 중요한 보건 문제 중의 하나로, 소아 청소년에서 비만의 빈도는 10-19%로 점점 늘고 있다¹⁾. 소아 비만은 성인 비만으로 이어지며 성인의 대사증후군의 예측 인자이다. 소아 비

만이 증가하면 소아 청소년의 대사증후군 유병률과 제2형 당뇨병 유병률도 크게 증가한다. 더욱이 사춘기 비만은 성인에서 질병과 조기 사망의 위험을 증가시킨다²⁾. 소아 비만에서 대사 심혈관 위험 요소의 존재는 많이 보고되고 있다^{3, 4)}. 소아 비만은 고혈압, 중성지방의 증가, 낮은 HDL-콜레스테롤, 비정상 당 대사이상, 인슐린 저항, 염증, 손상된 혈관 기능과 관계가 있다^{5, 6)}.

McGill 등⁷⁾의 연구에 의하면 비만으로 인한 혈관의 변화가 비교적 이른 시기인 청소년기부터 일어난다는 것을 알 수 있으며, 동맥 경화증이 소아기부터 서서히 진행되어 성인기에 이른다고 보고하였다.

비만으로 인한 심기능 이상은 비만으로 이환된 기간에 비례하고, 처음에는 무증상으로 있다가 수축기 및 확장기 심기능 이상이 초래된다⁸⁾. 따라서 무증상으로 있을 때 조기 진단이 매우 중요하지만 아직 소아 청소년의 비만에서의 심실 기능에 대한 연구는 많지 않고 소아 청소년에서 대사증후군과 관련된 심장 합병증 연구는 많지 않은 실정이다.

대사 증후군은 동맥경화성 심혈관질환의 발생과 관련된 위험 인자들의 집합을 뜻하는데, 동맥경화를 유발하는 인자로는 고지혈증, 고혈압, 혈당 상승 등이 있으며, 이들 위험 인자들을 유발하는 기저 요인으로 비만과 인슐린 저항성이 있다⁹⁾.

소아 청소년 연령에서의 대사증후군에 대한 통일된 진단 기준이 없고, 저자들마다 다른 진단 기준을 사용하기 때문에 빈도가 다르다¹⁰⁻¹³⁾. 대사 위험 요소의 군집이 소아기에 이미 시작이 되고, 이 여러가지 위험 요소들이 소아기에서 성인으로 지속되는 경향을 보인다^{14, 15)}. 그러므로 소아 청소년에 이러한 위험 요소를 밝히는 것이 소아 청소년기에 대사증후군 위험 평가에 도움이 될 수 있다.

이 연구의 목적은 비만 청소년에서 대사증후군의 유병율을 알아보고, 비만이 대사증후군을 비롯한 심혈관에 미치는 영향을 알아 보고자 본 연구를 실시하였다.

대상 및 방법

1. 대 상

2008년 1월부터 12월까지 서울 시내 소재하는 1개 중학교에 재학중인 12-15세 684명 (남자 402명, 여자 282명)의 청소년을 대상으로 하였다. 만성 질환이 있는 청소년은 대상에서 제외하였다.

체질량지수는 1998년도 소아과 학회에서 발표한 체질량지수를 기준으로 하여 성별과 연령에 따라 85-94 백분위수이면 과체중군으로 분류하였고, 95 백분위수 이상이면 비만군으로 분류하였다. 체질량지수 85 백분위수 미만을 대조군으로 하였다.

대사증후군의 정의는 Cook의 진단 기준치를 수정하여 다음과 같은 진단 기준으로 정하였다. 허리둘레가 90 백분위수 이상, 혈압이 90 백분위수 이상, 중성지방이 110 mg/dL 이상, HDL-콜

레스테롤이 40 mg/dL 이하, 혈당이 100 mg/dL 이상으로 5가지 기준 중에서 3개 이상을 갖고 있을 때로 정의하였다¹⁰⁾.

전 대상 청소년의 부모에게 검사 동의를 받았고, IRB 승인을 통과하였다.

2. 방 법

1) 신체 계측

다주파수 부위별 임피던스 측정기(InBody J10, 바이오스페이스, 서울, 한국)를 이용하여 신장과 체중, 체질량지수, 비만지수, 체지방량과 체지방률을 측정하였다.

허리둘레는 줄자를 이용하여 숨을 내킨 상태에서 12번째 늑골 하단부와 장골능 최상단부의 중간부위를 측정하였다.

2) 혈압 측정

진동혈압계로 두번씩 측정하였고 만약 혈압이 높은 경우 수은혈압계로 확인하였다. 혈압대의 넓이는 대상 소아의 상완 둘레의 40-50% 정도가 되도록 선택하였다. 측정 방법은 소음이 없는 조용한 상태에서 5분 이상 안정시킨 후에 우완을 완전히 노출시킨 후 2번 측정하여 평균값으로 하였다.

3) 혈액 검사

혈액 채취는 과체중 청소년 95명과 비만 청소년 59명과 대조군 29명에서 측정하였다. 채혈은 검사 전날부터 12시간 이상 공복상태에서 이루어졌으며 혈액 분석기관으로 운반하여 혈당, aspartate aminotransferase (AST), alanine aminotransferase (ALT), 총콜레스테롤 (total cholesterol, TC)과 중성지방(triglyceride, TG), 저밀도지단백질 콜레스테롤 (low-density lipoprotein cholesterol, LDL-C), 고밀도지단백질 콜레스테롤(high-density lipoprotein cholesterol, HDL-C)을 측정하였다. High sensitive latex turbidimetric immunoassay를 이용하여 hs-CRP를 측정하였다.

4) 심장 초음파

누운 상태에서 5분 정도 안정된 후에 3 MHz 도플러 탐촉자를 흉골 연장축 단면도 (parasternal long-axis view) 위치에 두고 심장 이완기에 심실중격두께 (interventricular septum, IVS), 좌심실후벽두께 (posterior wall thickness, PWT)를 각각 3번씩 측정하여 평균값을 구하였다. 같은 방법으로 좌심실 이완기와 수축기에 좌심실 내부 지름을 측정하여 박출계수 (ejection fraction, EF)와 단축율 (fractional shortening, FS)을 자동 계산하였다. 좌심실 질량 (LV mass)은 심장 초음파 기계에 내장되어 있는 자동 계산 기능으로 구하였다. 같은 탐촉자를 심첨부에 위치시킨 후 승모관 혈류 (mitral inflow)를 기록하였다. 기록된 승모관 혈류를 이용하여 E 속도, A 속도, E 감속 시간(E-deceleration time, E-DT), E/A 비를 각각 3회 측정하여 평균값을 구하였다.

5) 맥파 속도 측정

맥파 속도와 발목 상완 지수는 VP-1000 (Colin Co. Ltd, Komaki, Japan) 기계를 사용하여 측정하였다. 맥파 속도, 발목

상완 지수, 사지의 혈압, 심전도, 심음을 동시에 측정하여 자동적으로 기록하였다. 양측 손목에 전극을 붙이고 흉골 좌연에 마이 크로폰을 부착하였다. 사지에 맥파 감지기와 연결된 커프를 감았다. 맥파 감지기에서 나온 용적 맥파와 시간차를 기록하였다. 맥파 속도는 두 지점 사이의 거리를 맥파 전달 시간으로 나눈 값으로 정의하였다. 본 연구에서 맥파 속도는 상완 동맥과 발목으로부터 측정하였다. 발목 상완 지수는 발목에서 측정된 수축기 혈압과 상완동맥에서 측정된 수축기 혈압과의 비율로 정의하였다.

박출 시간(ejection time, ET)은 심초음파에서 반월판이 열릴 때부터 닫힐 때까지의 시간으로 정의하였다. 전구출기(pre-ejection period, PEP)는 QRS complex의 시작점부터 반월판이 열릴 때까지의 시간으로 정의하였다. 연령에 따른 심박수의 차이로 인한 오차를 줄이기 위해 PEP/ET 값을 계산하였다.

3. 통계

자료의 통계학적 처리는 SPSS for windows (version 10.0, SPSS, Chicago, IL, USA)을 사용하였으며 모든 값을 평균±표준편차로 나타내었다. 비만군, 과체중군, 대조군의 평균치 비교에는 one-way ANOVA를 사용하였고, 체격지수와 심초음파 측정치의 연관관계를 상관관계분석과 다중 회귀분석하였다. 각 통계 결과에서는 *P* 값이 0.05 미만인 것을 통계학적으로 의의가 있는 것으로 처리하였다.

결 과

1. 대상의 체격지수

전체 신체계측 대상아는 12-15세까지의 소아청소년 684명으로 남자는 402명, 여자는 282명이었고 평균 연령은 남자는 13.7±0.9세, 여자는 13.6±0.9세 였다.

체중, 체질량지수, 허리둘레, 체지방량, 체지방률, 수축기 및 이완기 혈압은 남녀 세군 간에 유의한 차이가 있었다(*P*<0.001) (Table 1).

2. 비만 정도에 따른 심장초음파 측정치에 의한 심기능 비교

심장에 영향을 줄 수 있는 물리적 자극인 혈압, 심박출량, 및 심박수를 통제된 후에 통계 분석하였을 때 심실중격두께와 좌심실 질량은 남녀 모두에서 세군 간에 유의한 차이가 있었다 (*P*<0.001).

그러나 남녀 모두에서 박출계수나 단축률 같은 심실 수축 기능은 비만에 따른 유의한 차이는 없었다. 승모판 A 파 혈류 속도와 E파 감속시간과 같은 심실 이완 기능에서는 남자의 경우 비만 정도에 따라 유의한 차이가 있었다(*P*<0.005, Table 2).

3. 비만 정도에 따른 맥파 속도 비교

맥파 속도는 남자에서는 세군 사이에 유의한 차이가 없었으나, 여자에서는 비만군에서 985.4±13.8 cm/sec, 과체중군에서 947.1±9.6 cm/sec, 대조군에서 947.6±4.1 cm/sec 로 세군 사이에 유의한 차이가 있었다(*P*=0.027, Table 3).

4. 비만 정도에 따른 혈액 검사의 비교

남자에서 중성지방 및 HDL-콜레스테롤이 세군 사이에 유의한 차이가 있었으나(각각 *P*<0.005, *P*<0.001), 나머지 혈액 검사는 세군 간에 유의한 차이는 보이지 않았다(Table 4).

5. 체격지수와 심초음파 측정치와 상관성 분석

심실중격두께는 남녀 모두에서 허리둘레, 체지방률, 신장, 수축기 혈압, 및 심박출량과 유의한 상관관계가 있었으나 다중 회귀분석 결과, 허리둘레와 심박출량만 유의한 상관 관계가 있었다. 심실후벽두께는 남녀 모두에서 허리둘레, 체지방률, 신장, 수축기

Table 1. Anthropometric Data in Study Groups

	Male				Female			
	Control group (n=275)	Overweight group (n=77)	Obesity group (n=50)	<i>P</i> value	Control group (n=224)	Overweight group (n=49)	Obesity group (n=9)	<i>P</i> value
Age (year)	13.6±0.1	13.7±0.1	13.7±0.1	NS	13.6±0.1	13.7±0.1	13.5±0.3	NS
Height (cm)	163.5±0.5	164.8±0.9	165.8±1.1	NS	157.3±0.3	158.7±0.7	159.5±1.6	NS
Weight (kg)	52.5±0.5	67.1±1.0*	79.2±1.2* [†]	<0.001	47.8±0.4	59.5±0.8*	69.2±1.9* [†]	<0.001
BMI (kg/m ²)	19.5±0.1	24.6±0.2*	28.7±0.3* [†]	<0.001	19.3±0.1	23.6±0.2*	27.1±0.6* [†]	<0.001
WC (cm)	66.7±0.4	78.5±0.7*	88.3±0.9* [†]	<0.001	63.3±0.3	71.9±0.6*	80.0±1.5* [†]	<0.001
Fat mass (kg)	8.7±0.2	18.4±0.4*	26.7±0.5* [†]	<0.001	12.5±0.2	20.4±0.5*	27.5±1.2* [†]	<0.001
Fat%	16.4±0.3	27.7±0.6*	33.8±0.8* [†]	<0.001	25.7±0.3	34.1±0.7*	39.8±1.6* [†]	<0.001
SBP (mmHg)	114.1±0.6	119.1±1.1*	125.8±1.4* [†]	<0.001	107.4±0.6	115.5±1.2*	121.1±2.8*	<0.001
DBP (mmHg)	61.0±0.4	62.6±0.7*	65.4±0.9*	<0.001	59.9±0.4	63.7±0.8*	65.9±2.0*	<0.001

Data are expressed as mean±SD.

Abbreviations: BMI, body mass index; WC, waist circumference; SBP, systolic blood pressure; DBP, diastolic blood pressure,

**P*<0.05 versus control group, [†]*P*<0.05 versus overweight group

Table 2. Comparison of Echocardiographic Parameters among Groups

	Male				Female			
	Control group	Overweight group	Obesity group	<i>P</i> value	Control group	Overweight group	Obesity group	<i>P</i> value
IVS (mm)	7.6±0.1	7.9±0.1*	8.1±1.4*	<0.001	7.4±0.1	7.9±0.2*	8.2±1.2*	<0.001
PWT (mm)	7.4±0.1	7.7±0.1*	7.9±1.1*	<0.001	7.5±0.1	7.8±0.2*	8.1±0.9*	<0.001
LVM (g)	116.2±1.4	126.2±3.0*	130.5±4.2*	<0.001	103.8±1.2	117.7±3.0*	126.7±5.7*	<0.001
LVMI (g/m ²)	73.6±0.8	71.4±1.6	69.1±2.3	NS	71.1±0.7	74.4±1.9	75.2±3.5	NS
EF (%)	68.0±0.2	68.6±0.5	68.9±0.7	NS	66.8±0.4	66.7±0.9	67.6±1.8	NS
FS (%)	39.0±0.2	39.6±0.4	39.9±0.6	NS	36.9±0.3	36.6±0.8	37.7±1.5	NS
E (cm/s)	105.8±0.9	107.2±2.0	106.2±2.5	NS	100.9±0.9	100.2±2.2	104.2±4.3	NS
A (cm/s)	52.6±0.6	53.6±1.3	57.0±1.7*	<0.05	53.0±0.7	51.1±1.6	58.8±3.2	NS
E/A	2.1±0.0	2.1±0.1	1.9±0.1	NS	2.0±0.0	2.0±0.1	1.8±0.1	NS
E-DT (ms)	161.1±1.4	164.4±3.1	170.8±3.9*	<0.05	162.3±1.8	157.5±4.4	162.1±8.4	NS

Data are expressed as mean±SD
 Abbreviations: IVS, interventricular septal thickness; PWT, posterior wall thickness; LVM, left ventricular mass; LVMI, left ventricular mass index; BMI, body mass index; EF, ejection fraction; FS, fraction shortening; E, early diastolic velocity; A, late diastolic velocity; E-DT, E-deceleration time; NS, not significant
 **P*<0.05 versus control group

Table 3. Comparison of Pulse Wave Velocities among Groups

	Male				Female			
	Control group	Overweight group	Obesity group	<i>P</i> value	Control group	Overweight group	Obesity group	<i>P</i> value
PWV (cm/s)	944.3±5.5	957.6±12.8	982.0±16.3	0.076	947.6±4.1	957.1±9.6	985.4±13.8*	0.027

Data are expressed as mean±SD
 Abbreviation : PWV, pulse wave velocity
 **P*<0.05 versus control group

Table 4. Comparison of Biochemistry Parameters among Groups

	Male				Female			
	Control group	Overweight group	Obesity group	<i>P</i> value	Control group	Overweight group	Obesity group	<i>P</i> value
Glucose (mg/dL)	91.1±2.4	89.7±0.9	90.3±1.1	NS	88.0±2.9	88.9±1.0	89.6±1.8	NS
AST (IU/L)	20.6±5.6	24.4±2.0	26.6±2.5	NS	21.0±1.7	17.8±0.6	18.3±1.0	NS
ALT (IU/L)	12.0±13.7	25.2±5.1	35.8±6.2	NS	12.0±2.1	12.4±0.7	12.9±1.3	NS
T-Chol (mg/dL)	155.0±9.3	167.7±3.4	164.4±4.2	NS	148.8±11.6	163.7±4.0	162.4±7.4	NS
TG (mg/dL)	63.9±26.1	116.2±9.6	133.8±11.8*	<0.05	61.8±25.4	89.0±8.7	118.4±16.0	NS
HDL-C (mg/dL)	57.5±3.1	49.1±1.1	43.3±1.4 [†]	<0.01	55.8±4.9	51.9±1.7	48.4±3.1	NS
LDL-C (mg/dL)	98.1±8.2	105.3±3.0	107.3±3.7	NS	80.8±10.4	100.1±3.6	99.4±6.6	NS
hs-CRP (mg/dL)	0.5±0.8	1.3±0.3	1.4±0.4	NS	0.3±0.4	0.5±0.1	1.0±0.3	NS

Data are expressed as mean±SD
 Abbreviations : T-Chol, total cholesterol; TG, triglyceride; HDL-C, high density lipoprotein cholesterol; LDL-C, low density lipoprotein cholesterol; h-CRP, high C-reactive protein; NS, not significant
 **P*<0.05 versus control group, [†]*P*<0.05 versus overweight group

혈압 및 심박출량과 상관관계가 있었다. 다중 회귀분석 결과, 남자는 신장과 유의한 상관관계가 있었고 여자에서는 허리둘레와 수축기 혈압과 상관관계가 있었다. 좌심실 질량은 남녀 모두에서 허리둘레, 체지방률, 신장, 수축기 혈압, 심박출량 및 심박수와 유의한 상관관계가 있었다. 다중 회귀분석결과, 좌심실 질량은 남자

에서는 신장과 심박출량과, 여아에서는 허리둘레와 심박출량과 유의한 상관관계가 있었다. 좌심실 질량지수는 다중 회귀분석결과, 남자에서는 체지방률 및 심박출량과 상관관계가 있었고, 여자에서는 신장 및 심박출량과 유의한 상관관계가 있었다(Table 5). E파 감속 시간은 남녀 모두에서 허리둘레와 유의한 상관관

Table 5. Univariate and Multivariate Correlations between Anthropometric Data and Cardiac Parameters

	Male					Female				
	Univariate		Multivariate			Univariate		Multivariate		
	r	P-value	B	P value	R-square	r	P-value	B	P value	R-square
IVS (mm)										
WC	0.280	<0.001	0.025	0.023		0.235	<0.001	0.025	0.043	
Fat %	0.113	0.018	-0.012	0.294		0.205	<0.001	0.003	0.857	
Height	0.272	<0.001	0.017	0.075	0.13	0.112	0.048	-0.001	0.964	0.08
SBP	0.228	<0.001	0.002	0.661		0.199	<0.001	0.006	0.332	
SV	0.320	<0.001	0.017	0.001		0.266	<0.001	0.014	0.038	
HR	-0.075	0.120	-0.001	0.907		-0.105	0.066	-0.007	0.180	
PWT (mm)										
WC	0.274	<0.001	0.021	0.053		0.324	<0.001	0.033	0.041	
Fat %	0.144	0.003	-0.001	0.938		0.293	<0.001	0.005	0.749	
Height	0.268	<0.001	0.028	0.003	0.12	0.220	<0.001	0.015	0.251	0.15
SBP	0.164	0.001	-0.002	0.613		0.334	<0.001	0.013	0.024	
SV	0.259	<0.001	0.010	0.058		0.263	<0.001	0.010	0.126	
HR	-0.079	0.103	-0.003	0.571		-0.071	0.213	-0.007	0.187	
LVM (g)										
WC	0.439	<0.001	0.603	0.005		0.500	<0.001	1.041	<0.001	
Fat %	0.187	<0.001	-0.027	0.906		0.420	<0.001	0.245	0.359	
Height	0.511	<0.001	1.129	<0.001	0.38	0.315	<0.001	0.392	0.093	0.34
SBP	0.319	<0.001	-0.023	0.797		0.367	<0.001	0.198	0.051	
SV	0.497	<0.001	0.582	<0.001		0.467	<0.001	0.458	<0.001	
HR	-0.176	<0.001	-0.146	0.123		-0.101	0.076	-0.103	0.270	
LVMI (g/m ²)										
WC	0.020	0.673	0.146	0.240		0.168	0.003	0.256	0.166	
Fat %	-0.116	0.015	-0.415	0.002		0.133	0.019	-0.126	0.455	
Height	0.160	0.001	-0.032	0.767	0.12	0.024	0.670	-0.301	0.041	0.10
SBP	0.073	0.126	-0.050	0.337		0.221	<0.001	0.100	0.121	
SV	0.255	<0.001	0.299	0.000		0.307	<0.001	0.281	0.000	
HR	-0.191	<0.001	-0.099	0.075		-0.090	0.113	-0.050	0.395	

Abbreviations: IVS, interventricular septum; PWT, posterior wall thickness;

LVM, left ventricular mass; LVMI, left ventricular mass index; WC, waist circumference; SBP, systolic blood pressure; SV, stroke volume; HR, heart rate

계가 있었고, A 속도, E/A 및 E과 감소 시간은 여자에서 체지방률과 유의한 상관관계가 있었다. 그러나 E 속도, 박출계수, 단축률은 허리둘레, 체지방률 및 신장과 유의한 상관관계를 보이지 않았다(Table 6).

6. 과체중과 비만 청소년에서 대사증후군의 빈도

과체중과 비만 청소년 154명 중에서 대사증후군으로 진단된 경우는 30명으로 발생 빈도는 19.5% 이었다. 이들 중 과체중 청소년에서는 대사증후군이 없었기 때문에 비만 청소년 중에서 대사증후군 빈도는 50.8% (30/59)였다. 과체중과 비만 청소년에서 대사증후군 기준 중에 한 가지도 이상이 없는 아동은 25.3%였고, 1가지 기준 이상을 가진 경우는 34.4%였다. 2가지 기준 이상을 가지는 아동도 20.8%였고, 대사증후군으로 정의할 수 있는 3 가지 대사 이상 기준을 가진 아동은 16.2%, 4가지 대사 이

상 기준을 모두 가진 아동은 3.3%였다(Table 7).

7. 과체중과 비만 청소년에서 각 대사 기준 이상 발생률

과체중과 비만 청소년에서 각 대사 기준 이상의 발생률은 다음과 같다. 허리둘레 90 백분위수 이상이 20.8%이었고, 혈압 90 백분위수 이상은 51.3% 이었다. 고지혈증으로는 중성지방 110 mg/dL 이상은 39.0%였고, HDL-콜레스테롤 40 mg/dL 이하는 20.8%였다. 혈당 100 mg/dL 이상의 당 이상은 5.8%로 가장 적었다(Table 8).

8. 과체중과 비만 청소년에서 대사증후군의 유무에 따른 신체 측정치의 비교

수축기 혈압, 이완기 혈압, 신장, 체중, 체질량지수, 비만지수, 체지방량, 체지방률 및 허리둘레가 대사증후군이 있는 청소년에

Table 6. Multivariate Regression Analysis between Anthropometric Data and Cardiac Parameters

	Male			Female		
	B	P value	R-square	B	P value	R-square
EF (%)						
WC	0.009	0.806	0.01	-0.007	0.942	0.01
Fat %	0.038	0.359		-0.001	0.992	
Height	-0.023	0.462		0.107	0.156	
FS (%)						
WC	0.014	0.672	0.01	-0.008	0.916	0.01
Fat %	0.028	0.448		-0.008	0.916	
Height	-0.008	0.785		0.100	0.117	
Mitral E (cm/s)						
WC	0.173	0.234	0.01	0.216	0.339	0.01
Fat %	-0.068	0.674		-0.087	0.681	
Height	-0.187	0.132		0.164	0.365	
Mitral A (cm/s)						
WC	0.155	0.114	0.04	-0.212	0.210	0.03
Fat %	0.116	0.288		0.392	0.013	
Height	-0.155	0.063		0.135	0.319	
E/A						
WC	-0.001	0.843	0.02	0.012	0.117	0.02
Fat %	-0.008	0.199		-0.016	0.021	
Height	0.001	0.782		-0.001	0.816	
E-DT (ms)						
WC	0.432	0.044	0.11	0.963	0.030	0.03
Fat %	-0.338	0.157		-1.254	0.003	
Height	0.769	<0.001		-0.050	0.887	

Data are expressed as mean±SD
 Abbreviations: EF, ejection fraction; FS, fraction shortening; E, early diastolic velocity; A, late diastolic velocity; E-DT, E-deceleration time; WC, waist circumference

Table 7. Clustering of Risk Factor of Metabolic Syndrome in the Overweight and Obese Adolescents

Risk factor	No	%
No risk factor	39	25.3
+1 risk factor	53	34.4
+2 risk factors	32	20.8
+3 risk factors (MS)	25	16.2
+4 risk factors (MS)	5	3.3

Abbreviation : MS, metabolic syndrome

Table 8. Prevalence of Metabolic Abnormalities in the Overweight and Obese Adolescents

	No.	%
WC >90 percentile	32	20.8
Blood pressure > 90 percentile	79	51.3
Triglyceride > 110 mg/dL	60	39.0
HDL-C < 40 mg/dL	32	20.8
Blood glucose > 100 mg/dL	9	5.8

Abbreviations : WC, waist circumference; HDL-C, high density lipoprotein cholesterol

서 유의하게 높았다(Table 9).

9. 과체중과 비만 청소년에서 대사증후군 유무에 따른 혈액 검사의 비교

대사증후군이 있는 경우 중성지방, AST, ALT 및 hs-CRP가 유의하게 높았고, HDL-콜레스테롤은 유의하게 낮았다. 그러나 총 콜레스테롤, LDL-콜레스테롤 및 혈당은 대사증후군에 따른 유의한 차이가 없었다(Table 10).

10. 과체중과 비만 청소년에서 대사증후군의 유무에 따른 심장초음파 측정치의 비교

대사증후군을 가진 경우 좌심실 이완기 시간, 수축기 시간이 유의하게 짧았고, 심실 수축 기능 지표인 좌심실 박출계수와 단축률이 유의하게 높았고, 좌심실 질량도 유의하게 많았다. 심실 이완기 기능 지표인 E, A 속도와 E/A 비는 대사증후군에 의한 차이는 없었다. 그러나 E 속도의 감속 시간은 대사증후군을 가진 청소년에서 유의하게 높았다(Table 11).

Table 9. Comparison of Anthropometric Data according to the Metabolic Syndrome in the Overweight and Obese Adolescents

Parameter	With MS (n=30)	Without MS (n=124)	P value
SBP (mmHg)	137.4±12.6	122.5±12.5	<0.001
DBP (mmHg)	68.3±7.2	63.6±8.1	0.002
Height (cm)	166.3±7.1	162.6±8.3	0.013
Weight (kg)	78.5±11.3	68.0±11.0	<0.001
BMI (kg/m ²)	28.3±2.8	25.6±2.3	<0.001
Obesity index (%)	131.9±12.2	121.5±10.0	<0.001
Fat mass (kg)	27.0±5.9	21.5±5.1	<0.001
Fat %	34.3±5.0	31.9±6.1	0.021
WC (cm)	88.2±8.9	78.6±7.4	<0.001

Data are expressed as mean±SD

Abbreviations : SBP, systolic blood pressure; DBP, diastolic blood pressure; BMI, body mass index; WC, waist circumference; MS, metabolic syndrome

Table 10. Comparison of Biochemistry Parameters according to the Metabolic Syndrome in the Overweight and Obese Adolescents

Parameter	With MS (n=30)	Without MS (n=124)	P value
T-Chol (mg/dL)	164.7±27.8	164.4±24.7	0.479
TG (mg/dL)	173.2±90.5	95.5±54.2	<0.001
HDL-C (mg/dL)	40.9±6.1	50.1±9.3	<0.001
LDL-C (mg/dL)	105.2±24.0	102.8±22.5	0.304
Glucose (mg/dL)	91.4±8.4	89.3±5.9	0.053
AST (IU/L)	26.7±25.3	21.9±8.3	0.037
ALT (IU/L)	40.8±64.1	19.0±17.7	0.001
hs-CRP (mg/L)	2.0±3.5	0.9±1.2	0.002

Data are expressed as mean±SD

Abbreviations : T-chol, total cholesterol; TG, triglyceride; HDL-C, high density lipoprotein cholesterol; LDL-C, low density lipoprotein cholesterol; hs-CRP, high sensitive C-reactive protein; MS, metabolic syndrome

11. 과체중과 비만 청소년에서 대사증후군 유무에 따른 맥파 속도와 발목상완지수의 비교

심박동수와 LbaPWV는 대사증후군 청소년에서 유의하게 증가되어 있었으나 좌우 발목 상완 지수는 유의한 차이가 없었다 (Table 12).

고 찰

본 연구에서, 심장에 영향을 줄 수 있는 물리적 자극들(압력부하: SBP, 용적부하: SV, HR)을 통제된 후에 비만의 정도가 심장에 미치는 영향을 분석하였다.

비만이 심기능에 미치는 영향을 보면 남녀 모두에서 수축 기능은 비만 정도와 무관하였다. 이완 기능에서는 E파 혈류 속도와 E-감속 시간이 남자의 경우에만 비만 정도와 유의한 연관이 있었고, 나머지 항목은 남녀 모두에서 비만과 무관하였다.

Table 11. Comparison of Echocardiographic Parameters according to the Metabolic Syndrome in the Overweight and Obese Adolescents

	With MS (n=30)	Without MS (n=124)	P value
VTI (cm)	25.9±4.7	26.2±3.6	0.376
DT (ms)	479.8±111.5	522.0±107.7	0.029
ST (ms)	281.3±32.0	295.8±37.1	0.026
Aortic annulus (mm)	21.1±1.6	20.5±2.2	0.064
IVS (mm)	8.5±1.4	8.2±1.4	0.115
PWT (mm)	8.5±1.4	8.1±1.3	0.086
EF (%)	72.3±5.4	70.2±5.7	0.037
FS (%)	41.9±4.8	39.9±4.7	0.017
LVM (g)	143.4±35.4	128.9±28.4	0.009
Mitral E (cm/s)	106.8±14.9	105.5±16.0	0.341
Mitral A (cm/s)	58.0±13.1	54.7±11.1	0.077
E/A	1.9±0.4	2.0±0.5	0.162
E-DT (ms)	177.3±24.0	161.0±28.5	0.002

Data are expressed as mean±SD

Abbreviations : VTI, velocity time integral; DT, diastolic time; ST, systolic time; IVS, interventricular septum; PWT, posterior wall thickness; EF, ejection fraction; FS, fraction shortening; LVM, left ventricular mass; E, early diastolic velocity; A, late diastolic velocity; E-DT, E-velocity deceleration time; MS: metabolic syndrome

Table 12. Comparison of Pulse Wave Velocities and Ankle Brachial Index Parameters according to the Metabolic Syndrome in the Overweight and Obese Adolescents

	With MS (n=30)	Without MS (n=124)	P value
HR (/min)	82.4±14.2	78.3±10.6	0.046
ET (ms)	275.9±19.3	280.0±18.5	0.157
PEP (ms)	70.5±15.7	75.8±15.1	0.059
RbaPWV (cm/sec)	975.6±131.2	946.4±106.8	0.093
LbaPWV (cm/sec)	991.7±131.3	949.8±104.9	0.041
RABI	101.1±10.6	101.2±7.9	0.488
LABI	101.7±12.4	100.2±7.9	0.226

Data are expressed as mean±SD

Abbreviations: HR, Heart rate; ET, ejection time; PEP, pre-ejection period; RbaPWV, right brachial ankle pulse wave velocity; LbaPWV, left brachial ankle pulse wave velocity; RABI, right ankle brachial index; LABI, left ankle brachial index; MS, metabolic syndrome

비만이 심비대를 유발시켰고, 비만은 심장의 수축 기능에는 영향을 주지 않았지만, 남자군에서 심장의 이완 기능에 영향을 주었다. 심실중격두께는 여자에서 유의한 상관관계가 있었고, 좌심실 질량은 남녀 모두에서 상관관계가 있었다. 심실중격두께, 좌심실후벽두께, 좌심실 질량은 허리둘레와 연관성이 있었지만, 체지방률은 무관하였다. 심장의 이완 기능은 허리둘레, 체지방률에 영향을 받았지만, 심장의 수축 기능은 영향을 받지 않았다.

이번 연구 결과를 보면, 이미 청소년기부터 비만은 혈압을 높이는 영향을 주고 있다는 것을 알 수 있었다. 분석 결과에서 청소년

년기 비만은 혈관의 변화를 일으켜서 혈압을 높이는 것이 아니고, 혈류량을 증가시켜서 혈압을 올린다는 것이 확인되었다.

본 연구에서는 어떤 물질이 원인 물질인지 확인하지는 못했지만, 이미 청소년기부터 비만에 의한 심비대가 시작된다는 것을 알 수 있었다.

비만 성인에서 심부전의 병태생리상 좌심실 탄성의 변화가 있음은 이전부터 잘 알려져 있고, 이러한 혈액학적 부담이 지속되면 좌심실 기능이 일찍 손상된다. 성인 비만은 좌심실 수축 기능 이상을 초래한다^{16, 17}.

본 연구에서는 비만에 노출되는 시간이 많지 않아서 수축 기능의 이상은 없었고 이완 기능 장애만 관찰되었는데, 이는 Yom 등¹⁸의 결과와 일치하였다.

비만은 총 혈류 용적과 심박출량의 증가를 일으키고 심장의 일부담이 비만인에서 더 증가한다¹⁹. 심박출량이 증가하고, 말초 저항이 낮아지며 결국 좌심실 총만 압력과 용적을 점차적으로 증가시켜 심실강 비대를 일으킨다. 심실강의 확대는 벽 스트레스의 증가를 초래하고, 이것은 심실 질량의 증가를 선행하고 결과적으로 eccentric 형의 좌심실 비대를 초래한다²⁰.

Eccentric 심실 비대는 BMI 40 kg/m² 이상의 비만 환자에서 존재하고 심실 이완 기능 이상과 더 큰 관련이 있다. 비특이적인 증상의 존재 때문에 좌심실 이완 기능 이상의 존재의 평가는 임상적으로 비만 대상자에서 임상적으로 중요하다. 심실 비대는 좌심실 수축 기능 이상에 선행된다²¹. 비만에서 수축 기능 이상의 원인은 아직 명확히 결정되지 않았으나, 혈액학 변화와 비만과 관련된 염증, 국소적, 전신적인 대사 장애와 같은 여러 기전으로 설명되고 있다²².

소아에서 대사증후군의 빈도는 저자들마다 다른 진단 기준을 적용하기 때문에 연구자마다 전부 다르다. 본 연구에서는 수정된 Cook 기준을 사용하였고, 대사증후군의 빈도는 과체중과 비만 소아에서 19.5%, 비만 소아에서 50.8%였다.

Bogalusa 심장 연구에서 대사증후군은 4 성분이 ≥ 75 백분위수 이상인 경우로 정의하였고, 이 정의에 따른 대사증후군의 빈도는 백인에서 4%, 흑인에서 3%의 빈도를 보고하고 있다. Raitakari 등¹²의 연구에 의하면 3 성분이 성별 연령별 75 백분위수 이상인 경우의 진단 기준에 따르면 4%의 빈도로 보고하였다. Cook 등¹⁰은 다음 5가지 성분중에서 3 성분 이상일 때(허리둘레 ≥ 90 백분위수, 공복 혈당의 손상(혈당 ≥ 110 mg/dL, 높은 혈압(≥ 90 백분위수), 중성지방 > 110 mg/dL, HDL-콜레스테롤 < 40 mg/dL)를 대사증후군으로 정의하였고, 정상 소아의 4.2%, 비만 소아의 28.7%로 보고하고 있다. Chen 등¹¹과 Crutz 등¹³은 다른 진단 기준을 적용하고 있으며, 진단 기준에 따른 대사증후군의 유병률은 연구자마다 각자 다르다.

본 연구에서 비만 청소년에서 대사증후군 각 성분의 이상률을 보면 허리둘레 90 백분위수 이상이 20.8%이었고, 혈압 90 백분위수 이상은 51.3%이었다. 고지혈증으로는 중성지방 110 mg/dL 이상은 39.0%였고, HDL-콜레스테롤 40 mg/dL 이하는

20.8%였다. 혈당 100 mg/dL 이상의 당 이상은 5.8%로 가장 적었다. 국민영양조사의 결과에서 한국 소아와 청소년은 높은 중성지방 혈증(30.8%)이 가장 많았고, 높은 공복 혈당(7.3%) 유병률이 가장 낮아 본 연구 결과와 유사하였다²¹.

2001년 국민건강영양 조사에 의하면 비만의 정도가 증가할수록 대사증후군의 빈도가 증가하고 있다. 정상체중군, 과체중군, 비만군의 대사증후군 유병률이 2.5%, 11.2%, 36.6%로 비만도에 따라 유병률이 급격히 증가하였으며, 대사증후군의 위험이 정상 체중군에 비해 과체중 위험군에서 약 5배, 비만군에서 약 23배로 증가하였다²³.

Cook 등¹⁰은 NHANES (National Health and Nutrition Examination Survey) III에 의해 BMI 95 백분위수 이상의 비만 소아에서 28.7%, 85-95 백분위수 사이의 과체중 소아의 6.1%, 85 백분위수 이하의 소아의 0.1% 빈도를 보고하고 있다. 체질량지수 33.4 kg/m² 이상의 중등도의 비만 청소년의 38.7%, 40.6 kg/m² 이상의 고도 비만 청소년 49.7%에서 대사증후군의 빈도를 보고되고 있다²⁴.

본 연구자들은 대사증후군과 관련하여 심장에 대한 영향 비교에서 심실중격두께, 좌심실후벽두께, 좌심실 질량은 허리둘레와 연관성이 있었지만, 체지방률과는 무관하였다. 심장의 수축 기능에는 변화가 없었지만, 심장 이완 기능은 허리둘레와 체지방률에 영향을 받는 것으로 확인되었다. 혈액 검사에서는 남자에서 AST, ALT가 허리둘레와 유의한 연관관계가 있었고, 여자에서 중성지방, HDL-콜레스테롤은 허리둘레와 연관관계가 있었고, LDL-콜레스테롤은 체지방률과 연관관계가 있었다.

대사증후군이 있는 비만 청소년에서 수축기 혈압, 이완기 혈압, 신장, 체중, 체질량지수, 비만지수, 체지방량, 체지방률, 허리둘레가 대사증후군이 없는 비만 청소년보다 유의하게 높았다. 대사증후군이 있는 비만 청소년에서 대사증후군이 없는 비만 청소년에 비해 중성지방, AST, ALT, hs-CRP 등이 유의하게 높았고, HDL-콜레스테롤은 유의하게 낮았다. 대사증후군을 가진 비만 청소년에서 심장초음파로 측정한 이완기 시간, 수축기 시간이 유의하게 짧았고, E파 감속 시간은 유의하게 길었다. 심박동수와 좌측 상완 발목 맥파 속도는 대사증후군을 가진 비만 청소년에서 대사증후군이 없는 청소년에 비해 유의하게 증가되어 있었다.

비만 청소년에서 비만, 고혈압, 고지혈증을 비롯한 대사증후군의 구성 요소들이 관찰이 되었고 심기능에도 영향을 미치므로 교육을 통한 비만 예방이 중요하다. 아직 소아 청소년에서 대사증후군의 진단 기준이 확립되지 않아서 진단 기준을 통일시키는 것이 우선적으로 필요하고, 우리나라에서 소아 청소년에서 대사증후군의 빈도를 알기 위해서는 전국적인 역학 조사가 절실히 요구된다.

비만인에서 동맥의 역학적 성상의 변화를 처음 연구한 Toto-Moukouo 등²⁵의 연구에 의하면 비만도와 맥파 속도 간에는 유의한 양의 상관 관계가 있었다. 이것은 본 연구자의 이전 연구의 결과와 유사하였다²⁶. 고도 비만 소아의 동맥 벽에서 동맥 경직

의 증가와 내피 기능의 이상이 존재한다. 연령에 따른 맥파 속도의 증가는 엘라스틴의 감소와 콜라겐의 증가로 인한 동맥벽의 변성에 의한 것으로 설명이 되고, 이러한 변화는 소아 연령부터 시작된다. 본 연구에서 맥파 속도는 남자에서는 비만에 따른 유의한 차이가 없었으나 여자에서는 비만 청소년에서 대조군에 비해 유의하게 높았다. 남자에서 맥파 속도에 유의한 차이가 없었던 이유는 비만에 노출된 기간이 짧았기 때문으로 생각된다. 또한 대사증후군이 동반된 비만 청소년에서 동반되지 않은 청소년에 비해 심박동수와 좌상완 발목 맥파 속도가 유의하게 높았다.

Mattsson 등¹⁵⁾은 다중 분석에서 비만, 남자, 고 중성지방, 높은 인슐린, 높은 CRP, 고혈압, 제2형 당뇨병의 가족력이 성인 대사증후군의 독립된 예측자라고 보고하였다. 21년 추적 관찰에서 성인에서 대사증후군으로 진행된 비만 대상자에서 체질량지수, 인슐린, 수축기 혈압, 중성지방은 증가하였고, HDL-콜레스테롤은 감소하는 경향을 보였다. 조기에 위험 요소를 밝히는 것이 후기에 대사증후군을 발전하려는 위기를 가진 청소년에게 도움이 될 것이다. 대사 위험 요소의 군집이 소아기에 이미 시작이 되고, 이 여러가지 위험 요소들이 소아기에서 성인으로 지속되는 경향을 보인다¹⁵⁾. 성인에서 체질량지수가 30 kg/m²인 성인 비만이 될 위험은 3-9세 사이 체질량지수 80 백분위수에서 3배, 12-18세 사이 과체중이나 비만 젊은이에서 4배 증가하였다²⁷⁾.

이 연구 결과는 소아기 비만은 성인에서 대사증후군의 발전을 예측한다는 이전 결과를 확인하여주었다. 비만에 덧붙여 증가된 중성지방은 대사증후군의 다른 독립적 예측인자이다. 성인에서 고중성지방과 비만이 동시에 있는 경우 동맥경화증이나 당뇨병의 고위험군으로 제시되었다²⁸⁾. 소아 청소년에서 증가된 CRP는 비만과 관련이 있고, 심혈관 사건과 독립적인 예측자이다²⁹⁾. 본 연구 결과에서도 대사증후군을 가진 비만 청소년에서 대사증후군이 없는 비만 청소년보다 CRP가 더 높았다.

본 연구의 제한점으로 첫째, 소아 및 청소년에서의 대사증후군의 명확한 진단 기준이 없어 Cook 진단 기준을 일부 변형시켜 사용했다는 점이다. 두번째 제한점으로 전체 청소년을 대상으로 하지 못하고, 비만 청소년과 대조군만을 대상으로 했다는 점이다. 대사증후군의 요인 분석에도 대사증후군과 직접 연관이 있는 비만 청소년이 아닌 전체 청소년에서의 자료가 있어야 보다 정확하고 의미있는 통계적 가치가 있을 것으로 생각된다. 세번째 제한점으로는 Tanner stage가 측정되지 않았고 몸 성숙과 심장 기능과의 관련성은 조사되지 않았다. 향후 추적 검사를 시행하여 비만의 변화 양상에 대한 비교분석이 필요하다.

결론적으로 비만은 심혈관 질환과 관련된 만성 대사질환으로 이환율과 사망률이 증가하고 있고 과도한 지방 조직의 축적으로 인하여 고혈압이나 심장 질환이 없을 때조차 심장 구조와 기능에서 다양한 적응과 변화를 초래한다.

소아 청소년에서 목표 장기 손상을 조기에 인식하는 것이 치료를 결정하는데 매우 중요하다. 대사증후군의 위험 요소를 조기에 발견하고 예방적 평가에 대한 필요성이 강조되어야 한다. 소아 청

소년에서 대사증후군이 있는 경우 미래의 심혈관 부담의 증가를 감소시키기 위해서 신속하고 적극적으로 생활 습관을 변화시켜야 한다.

요 약

목적: 대사증후군이란 기저 요인으로 비만과 인슐린 저항성이 있는 상태에서 고지혈증, 고혈압, 혈당상승 등 위험인자들이 유발되고, 여기서 동맥경화가 발생하게 되어 심혈관질환으로 진행하게 되는 상태를 말한다. 본 연구 목적은 비만 청소년에서 대사증후군의 빈도를 구하고, 비만이 심기능에 미치는 영향을 알아보고자 본 연구를 실시하였다.

방법: 서울 시내에 소재하는 1개의 중학교 684명(남자 402명, 여자 282명)의 청소년을 대상으로 혈압, 허리둘레, 생체전기저항법에 의한 체성분분석을 실시하였고, 1998년도 소아과학회에서 측정된 체질량지수를 기준으로 85 백분위수 이상인 과체중과 비만 청소년에서 공복시 혈액 검사(혈당, 중성지방, LDL-콜레스테롤, HDL-콜레스테롤, AST, ALT, hs-CRP)를 측정하였다. 심초음파를 이용하여 심장관련 지표들을 측정하였고, VP-1000 기계를 사용하여 맥파 속도와 발목 상완 지수를 측정하였다.

결과: 대사증후군의 빈도는 과체중군과 비만 청소년에서 19.4%, 비만 청소년에서는 50.8%였다. 과체중과 비만 청소년에서 수축기 혈압, 이완기 혈압, 신장, 체중, 체질량지수, 비만지수, 체지방량, 체지방률, 허리둘레는 대사증후군이 있는 경우 대사증후군이 없는 경우보다 유의하게 높았다. 과체중과 비만청소년 중에서 대사증후군이 있는 경우 중성지방, AST, ALT, hs-CRP 등이 유의하게 높았고, HDL-콜레스테롤은 유의하게 낮았다. 대사증후군을 가진 경우 심장 초음파에 의해 측정된 이완기 시간, 수축기 시간이 유의하게 짧았고, E파 감속 시간은 유의하게 길었다. 심박동수와 좌측 상완 발목 맥파 속도는 대사증후군을 가진 경우 대사증후군이 없는 경우에 비해 유의하게 증가하였다.

결론: 비만 청소년에서 비만, 고혈압, 고지혈증을 비롯한 대사증후군의 구성 요소들이 관찰되었고, 대사증후군의 빈도가 높으므로 적극적인 비만 예방 및 치료가 중요하다.

References

- 1) Oh K, Jang MJ, Lee NY, Moon JS, Lee CG, Yoo MH, et al. Prevalence and trends in obesity among Korean children and adolescents in 1997 and 2005. *Korean J Pediatr* 2008;51: 950-5.
- 2) Tounian P, Aggoun Y, Dubern B, Varille V, Guy-Grand B, Sidi D, et al. Presence of increased stiffness of the common carotid artery and endothelial dysfunction in severely obese children: a prospective study. *Lancet* 2001;358:1400-4.
- 3) Freedman DS, Dietz WH, Srinivasan SR, Berenson GS. The relation of overweight to cardiovascular risk factors among

- children and adolescents: the Bogalusa Heart Study. *Pediatrics* 1999;103:1175–82.
- 4) Chen W, Bao W, Begum S, Elkasabany A, Srinivasan SR, Berenson GS. Age-related patterns of the clustering of cardiovascular risk variables of syndrome X from childhood to young adulthood in a population made of black and white subjects: the Bogalusa Heart Study. *Diabetes* 2000;49:1042–8.
 - 5) Steinberger J, Moorehead C, Katch V, Rocchini AP. Relationship between insulin resistance and abnormal lipid profile in obese adolescents. *J Pediatr* 1995;126:690–5.
 - 6) Visser M, Bouter LM, McQuillan GM, Wener MH, Harris TB. Low-grade systemic inflammation in overweight children. *Pediatrics* 2001;107:e13.
 - 7) McGill HC Jr, McMahan CA, Herderick EE, Malcom GT, Tracy RE, Strong JP. Origin of atherosclerosis in childhood and adolescence. *Am J Clin Nutr* 2000;72:1307S–15S.
 - 8) Zarich SW, Kowalchuk GJ, McGuire MP, Benotti PN, Mascioli EA, Nesto RW. Left ventricular filling abnormalities in asymptomatic morbid obesity. *Am J Cardiol* 1991;68:377–81.
 - 9) Liese AD, Mayer-Davis EJ, Tyroler HA, Davis CE, Keil U, Duncan BB, et al. Development of the multiple metabolic syndrome in the ARIC cohort: joint contribution of insulin, BMI, and WHR. Atherosclerosis risk in communities. *Ann Epidemiol* 1997;7:407–16.
 - 10) Cook S, Weitzman M, Auinger P, Nguyen M, Dietz WH. Prevalence of a metabolic syndrome phenotype in adolescents: findings from the third National Health and Nutrition Examination Survey, 1988–1994. *Arch Pediatr Adolesc Med* 2003;157:821–7.
 - 11) Chen W, Srinivasan SR, Elkasabany A, Berenson GS. Cardiovascular risk factors clustering features of insulin resistance syndrome (Syndrome X) in a biracial (Black–White) population of children, adolescents, and young adults: the Bogalusa Heart Study. *Am J Epidemiol* 1999;150:667–74.
 - 12) Raitakari OT, Porkka KV, Rönnemaa T, Knip M, Uhari M, Akerblom HK, et al. The role of insulin in clustering of serum lipids and blood pressure in children and adolescents. The Cardiovascular Risk in Young Finns Study. *Diabetologia* 1995;38:1042–50.
 - 13) Cruz ML, Goran MI. The metabolic syndrome in children and adolescents. *Curr Diab Rep* 2004;4:53–62.
 - 14) Smoak CG, Burke GL, Webber LS, Harsha DW, Srinivasan SR, Berenson GS. Relation of obesity to clustering of cardiovascular disease risk factors in children and young adults. the Bogalusa Heart Study. *Am J Epidemiol* 1987;125:364–72.
 - 15) Mattsson N, Rönnemaa T, Juonala M, Viikari JS, Raitakari OT. Childhood predictors of the metabolic syndrome in adulthood. The Cardiovascular Risk in Young Finns Study. *Ann Med* 2008;40:542–52.
 - 16) De Divitiis O, Fazio S, Petitto M, Maddalena G, Contaldo F, Mancini M. Obesity and cardiac function. *Circulation* 1981;64:477–82.
 - 17) Chinali M, de Simone G, Roman MJ, Lee ET, Best LG, Howard BV, et al. Impact of obesity on cardiac geometry and function in a population of adolescents: the Strong Heart Study. *J Am Coll Cardiol* 2006;47:2267–73.
 - 18) Yom HW, Kin SJ, Hong YM. Obesity and left ventricular diastolic dysfunction by tissue Doppler imaging. *J Korean Pediatr Cardiol Soc* 2003;7:346–57.
 - 19) Alpert MA. Obesity cardiomyopathy: pathophysiology and evolution of the clinical syndrome. *Am J Med Sci* 2001;321:225–36.
 - 20) Ku CS, Lin SL, Wang DJ, Chang SK, Lee WJ. Left ventricular filling in young normotensive obese adults. *Am J Cardiol* 1994;73:613–5.
 - 21) Iacobellis G, Ribaldo MC, Leto G, Zappaterreno A, Vecci E, Di Mario U, et al. Influence of excess fat on cardiac morphology and function: study in uncomplicated obesity. *Obes Res* 2002;10:767–73.
 - 22) Sorof J, Daniels S. Obesity hypertension in children: a problem of epidemic proportions. *Hypertension* 2002;40:441–7.
 - 23) Seo MJ, Seong JW, Sohn KJ, Ko BJ, Han JH, Kim SM. Prevalence of the metabolic syndrome in Korean children and adolescents: Korea National Health and Nutrition Survey 2001. *J Korean Acad Fam Med* 2006;27:798–806.
 - 24) 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.
 - 25) Toto-Moukoko JJ, Achimastos A, Asmar RG, Hugues CJ, Safar ME. Pulse wave velocity in patients with obesity and hypertension. *Am Heart J* 1986;112:136–40.
 - 26) Kim JH, Koo HS, Hong YM. Pulse wave velocity and ankle brachial index in obese adolescents. *Korean J Pediatr* 2007;50:1078–84.
 - 27) Juonala M, Raitakari M, S A Viikari J, Raitakari OT. Obesity in youth is not an independent predictor of carotid IMT in adulthood. The Cardiovascular Risk in Young Finns Study. *Atherosclerosis* 2006;185:388–93.
 - 28) Lemieux I, Pascot A, Couillard C, Lamarche B, Tchernof A, Almeras N, et al. Hypertriglyceridemic waist: A marker of the atherogenic metabolic triad (hyperinsulinemia: hyperapoprotein B; small, dense LDL) in men? *Circulation* 2000;102:179–84.
 - 29) Ford ES, Ajani UA, Mokdad AH. The metabolic syndrome and concentrations of C-reactive protein among U.S. youth. *Diabetes Care* 2005;28:878–81.