

소아청소년에서의 대사증후군 역학

인제대학교 의과대학 소아과학교실

박 미 정

= Abstract =

Epidemiology of the metabolic syndrome among Korean children and adolescents

Mi Jung Park, M.D.

Department of Pediatrics, College of Medicine, Inje University, Seoul, Korea

The prevalence of obesity in Korean children is estimated to be around 10%, and has increased significantly over the past 20 years. Metabolic syndrome, which includes central obesity, glucose intolerance, insulin resistance, dyslipidemia, and hypertension, is a well documented risk factor for cardiovascular diseases, but there is no general consensus concerning its definition for children. In this study, about 30-40% of overweight or obese children had metabolic syndrome compared to less than 10% in the general population. Dyslipidemia was the most common component and hyperglycemia was the least common component of metabolic syndrome. If the prevalence of childhood obesity continues to increase, it is highly likely that the prevalence of the metabolic syndrome will also increase. These findings emphasize the importance of preventing obesity in addition to the diagnosis and management of metabolic syndrome in Korean adolescents. (Korean J Pediatr 2008;51:564-568)

Key Words : Metabolic syndrome, Obesity, Children, Adolescents, Korean

서 론

대사증후군은 1988년 Reaven¹⁾이 처음으로 복부비만, 고혈압, 이상지질혈증(고중성지방, 저HDL 콜레스테롤), 당불내성 등이 복합되어 나타나는 상태를 기술하였으며, 2형 당뇨병과 죽상경화 심혈관 질환의 강력한 독립적인 위험인자로 작용함이 알려졌다. 과거에는 대사증후군은 성인병으로 소아와는 관련이 없는 것으로 인식되었으나, 최근에 성인에서 높은 이환율과 사망률을 보이는 죽상경화 심혈관 질환이 비록 소아기에 임상적으로 발현되는 경우는 드물지만, 대사증후군이라는 강력한 위험인자는 이미 소아기 때부터 개입되어 병리과정이 진행된다는 것이 밝혀져 중요성이 강조되고 있다^{2,3)}. 최근 소아청소년의 비만율이 빠르게 증가하고 있어 대사증후군의 유병률도 급증하고 있으리라 추정되고 있다. 이에 저자는 국내 소아청소년에서의 비만과 대사증후군의 유병률에 관한 그동안의 보고들을 정리해 보고자 한다.

소아청소년의 비만 유병률

비만의 기준은 다양한 방법으로 정의되고 있는데, 연령별 체질량지수에서 85-95백분위수 미만인 경우를 과체중, 연령별 체질량지수가 95 백분위수 이상인 경우를 비만으로 정의하는 경우가 가장 일반적이며, 최근 미국에서는 체질량지수 85-95백분위수 미만을 '과체중 위험군(at risk of overweight)', 체질량지수가 95 백분위수 이상인 경우를 과체중(overweight)으로 명명하는 경향이 있다. 지난 30여 년간 소아청소년의 체격이 크게 향상되어 표준체중 혹은 체질량 지수의 기준을 언제나 하느냐에 따라 비만 유병률은 큰 차이를 보일 수 있어 해석에 유의를 요한다.

1979년부터 2002년까지 서울시 학교보건원에서 시행한 학생(6-17세) 표본 체격 검사 자료(34,855명)를 분석한 결과⁴⁾, 남아에서 비만의 빈도는 1979년 1.7%, 1981년 1.4%, 1988년에는 6.2%, 1997년 11.0%, 2002년 17.9%로 급증하였고 여아에서도 비만의 빈도는 1979년 2.4%, 1981년 2.3%, 1988년에는 6.5%, 1997년 9.0%, 2002년 10.9%로 지속적으로 증가하였다⁴⁾ (Fig. 1).

한편, 1998년, 2001년, 2005년 국민건강영양조사 4,164명(10-19세)을 대상으로 한 분석에서 과체중(체질량지수 85-94P)/비만군(체질량지수 ≥95P)이 1998년에 각각 10.9/5.5%, 2001년에 13.1/10.7%, 2005년에 14.1/10.1%로 98년에 비해 2001년 및 2005년에

Received : 1 April 2008, Accepted : 2 May 2008

Address for correspondence : Mi Jung Park, M.D.

Department of Pediatrics, College of Medicine, Inje University,

761-1, Sanggye 7-dong, Nowon-gu, Seoul 139-707, Korea

Tel : +82-2-950-4075, Fax : +82-2-951-4246

E-mail : PMJ@pail.ac.kr

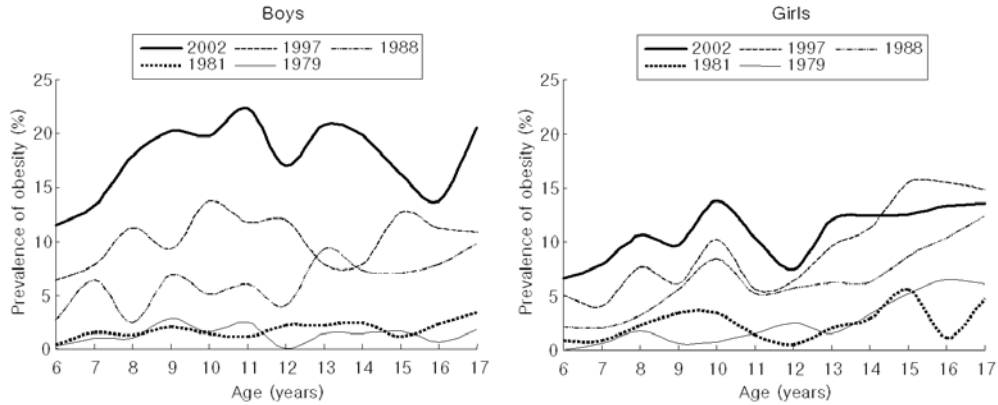


Fig. 1. The prevalence of obesity at 5 different years of age⁴⁾.

증가하였다⁵⁾.

한편, 2005년 보건복지부 질병관리본부 주관하에 대한소아과학회에서 수행한 소아청소년 한국 소아청소년 성장도표조사⁶⁾에서 우리나라의 연령별 체질량지수 50, 95백분위수에 해당되는 수준이 미국 2000 CDC growth charts⁷⁾에 비해 상당히 높아 연령별 체질량지수가 95 백분위수 이상이거나 혹은 성인의 비만 기준인 체질량지수 25 kg/m²이상인 경우를 비만으로 정의하고, 85 백분위수 이상에서 95 백분위수 미만인 경우는 과체중으로 정의하도록 권고하였다.

이러한 기준으로, 2005년에 시행된 신체발육 조사⁸⁾ 아동 142,945명(2-18세)을 분석하면 비만(BMI≥95P 혹은 ≥25 kg/m²)의 유병률은 전체 9.7% (남아 11.3%, 여아 8.0%)이며 1997년과 비교하여 2005년 비만의 유병률은 전체 1.7배(1997년 5.8%에서 2005년 9.7%), 남아 1.9배(1997년 6.0%에서 2005년 11.3%), 여아 1.4배(1997년 5.5%에서 2005년 8.0%)로 증가하였으며, 학교 단계별(2-6세: 취학전, 7-12세: 초등학교, 13-15세: 중학교, 16-18세: 고등학교)로는 2-6세는 6.3%, 7-12세는 8.6%, 13-15세는 14.8%, 16-18세는 17.5%로 연령이 증가할수록 유병률은 증가하였다.

소아청소년 대사증후군의 정의

대사증후군이란 비만에 동반된, 인슐린 저항성, 내당능 장애, 고혈압, 이상지질혈증이 군집해서 발생하고 진행하여 심혈관계 죽상경화증의 발생위험을 높이는 대사장애를 말한다⁹⁾. 몸 안에 체지방이 과다하게 많아지면, 작은 말초 지방세포가 중성지방을 저장할 수 있는 능력을 초과하여, 간세포, 골격근세포, 복강지방세포, 큰 말초 지방세포 등에 중성지방을 저장하게 되고, 이에 따라 간과 근육에서 인슐린저항성이 나타난다. 특히 내장 지방이 증가(복부 비만)하면 지방 분해가 증가되어 간 내 유리지방산(free fatty acid) 유입이 증가되어 간에서 중성지방(triglyceride)의 합성을 증가시키고, CETP의 작용에 의해 VLDL 내 중성지방과 HDL의 cholesteryl ester 간의 교환이 일어나고, 이러한 중성지방은 지방 분해효소에 의해 빠르게 분해되어 그 결과 생성된 작은 크기의

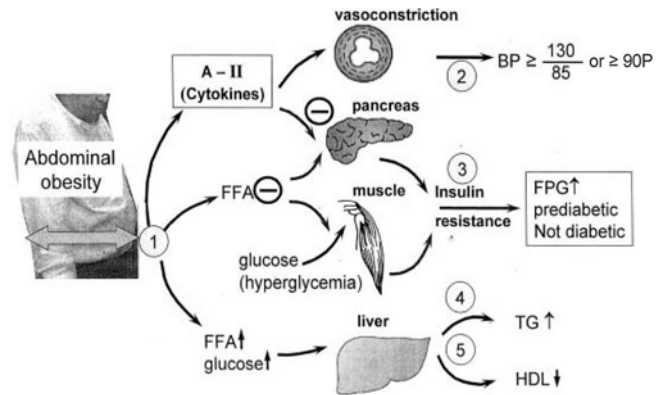


Fig. 2. Diagnostic criteria for metabolic syndrome⁹⁾. Abbreviations: A-II, angiotensin II; FFA, free fatty acid; FPG, fasting plasma glucose; TG, triglyceride; HDL, high-density lipoprotein cholesterol.

HDL은 쉽게 제거되어 HDL 콜레스테롤의 감소를 가져온다. 지방세포에서 분비된 여러 사이토카인들 [(종양괴사인자 알파(TNF-α), 레시틴(resistin), 렙틴(leptin), plasminogen activator inhibitor-1 (PAI-1)] 등의 발현 증가 및 아디포넥틴(adiponectin)의 감소]이 인슐린저항성 유발에 관여하는 한편, 고 인슐린혈증은 신장의 나트륨 재흡수를 증가시키고, 교감신경계의 활동성과 혈관 평활근의 증식을 유발하며, 재흡수 증가에 의한 순환혈액량의 증가, 혈관 확장을 담당하는 NO 분비를 자극하는 인슐린의 작용 장애 및 항진된 혈관저항성 증가가 복합적으로 고혈압을 유발한다 (Fig. 2).

소아의 경우 성장을 하는 특성상 대사증후군의 위험인자들에 대한 분별점(cut off value)을 정하기가 쉽지 않다. 나이에 따라 혈압, 체질량지수가 증가하며, 사춘기 시기는 생리적 인슐린 저항성의 시기로서 사춘기 동안 신체구성의 변화 및 콜레스테롤의 수치가 연령에 따라 변화하기 때문이다. 이러한 제한점으로 인해 아직까지 공통적으로 적용되는 소아의 대사증후군 진단기준은 없으나, 대부분의 연구에서는 미국 콜레스테롤 교육 프로그램의 성인 치료 패널 (National Cholesterol Education Program의 Adult

Treatment Panel III, NCEP ATP-III)¹⁰⁾을 소아의 실정에 맞게 다소 변형하여 5가지 중 3가지 이상 기준을 만족하는 경우로 사용하고 있다(Table 1).

최근, 국제당뇨병협회(International diabetes federation, IDF)에서는 6-16세의 소아·청소년의 대사증후군 기준을 제시하였다

¹¹⁾. 6세 이하는 아직 대사증후군을 진단하기 어렵지만 허리둘레가 연령별 표준의 90백분위수 이상인 경우, 가족력(대사증후군, 2형 당뇨병, 고지혈증, 심혈관질환, 비만)이 있는 경우 주의 깊게 관찰하여야 하며, 16세 이후에는 성인의 기준에 준해 사용하도록 하였고 6-16세는 아래의 기준(복부비만 필수+4가지 중 2가지 이상)을 만족하는 경우로 제시하였다(Table 2).

Table 1. Modified NCEP/ATPIII Definition of Metabolic Syndrome for Children and Adolescents¹⁰⁾

- 1) Obesity \geq 90th percentile as assessed by waist circumference
- 2) Triglycerides \geq 110 mg/dL
- 3) HDL-cholesterol $<$ 40 mg/dL
- 4) Blood pressure $>$ 90th percentile
- 5) Fasting glucose level $>$ 110 mg/dL

NCEP/ATP III; National Cholesterol Education Program/Adult Treatment Panel III

소아청소년 대사증후군의 유병률

소아에서의 대사증후군의 유병율은 Cook 등¹²⁾이 미국국민건강 영양조사를 분석하여 유병률을 발표한 이래 많은 연구가 진행되었다. 외국의 연구에서는 전체아동(정상+비만)의 대사증후군 유병율은 1% 내외로 보고되며 비만(혹은 과체중) 아동을 대상으로 한 경우 유병율은 약 20-40% 정도로 보고된다¹³⁾(Table 3).

Table 2. IDF Definition of Metabolic Syndrome in Children and Adolescents¹¹⁾

- Age 6 to $<$ 10 years
 Obesity \geq 90th percentile as assessed by waist circumference
- Age 10 to $<$ 16 years
- 1) Obesity \geq 90th percentile (or adult cutoff if lower) as assessed by waist circumference
 - 2) Triglycerides \geq 150 mg/dL
 - 3) HDL-cholesterol $<$ 40 mg/dL
 - 4) Blood pressure \geq 130 mm Hg systolic or \geq 85 mm Hg diastolic
 - 5) Fast glucose \geq 100 mg/dL (oral glucose tolerance test recommended) or known type 2 DM
- Age $>$ 16 years (Use existing IDF criteria for adults)
- 1) Obesity : Waist circumference \geq 94 cm for Europid males and \geq 80 cm for Europid females, with ethnic-specific values for other groups
 - 2) Triglycerides \geq 150 mg/dL or specific treatment for high triglycerides
 - 3) HDL-cholesterol $<$ 40 mg/dL in males and $<$ 50 mg/dL in females or specific treatment for low HDL
 - 4) Systolic BP \geq 130 or diastolic BP \geq 85 mm Hg or treatment of previously diagnosed hypertension
 - 5) Fasting Glucose \geq 100 mg/dL or known type 2 diabetes mellitus

Table 3. Prevalence of Metabolic syndrome in Western countries¹³⁾

Reference	BMI	Waist circumference percentile	Triglycerides (mg/dl or %ile)	HDL (mg/dl or %ile)	Blood pressure	Glucose (mg/dl)	Criteria	Metabolic syndrome prevalence in obese	Metabolic syndrome prevalence in normal weight
Cook <i>et al.</i> (2003)	Not used	\geq 90th	\geq 110	\leq 40	SBP or DBP \geq 90th	FG \geq 110	\geq 3 of 5	29% (BMI $>$ 95th)	0.1% (BMI $<$ 85th)
Duncan <i>et al.</i> (2004)	Not used	\geq 90th	\geq 110	\leq 40	SBP or DBP \geq 90th	FG \geq 110	\geq 3 of 5	32% (BMI $>$ 95th)	$<$ 1% (BMI $<$ 85th)
Weiss <i>et al.</i> (2004)	Z $>$ 2	Not used	\geq 95th	\leq 5th	SBP or DBP \geq 95th	OGGT(2) 140-200	\geq 3 of 5	39% BMI Z $>$ 2, 50% BMI Z $>$ 2.5	0 (BMI $<$ 85th)
López-Capapé <i>et al.</i> (2006)	Z $>$ 2	Not used	\geq 110	\leq 40	SBP or DBP \geq 95th	FG \geq 100, or OGGT(2) 140-200	\geq 3 of 5	18% (BMI Z $>$ 2)	Not applicable
Agirbasli <i>et al.</i> (2006)	Overweight ^a	Not used	\geq 90th	\leq 10th	SBP or DBP \geq 95th	FG \geq 100	\geq 3 of 5	21% (overweight ^a)	1% ^a
Camethon <i>et al.</i> (2005)	\geq 90th	\geq 90th	\geq 110	\leq 40	\geq 90th	FG \geq 100	\geq 3 of 5	Not given	Not given
De Ferranti <i>et al.</i> (2006)	Not used	\geq 75th	\geq 100	\leq 50, \leq 45, \leq 15-19	SBP \geq 90th	FG \geq 110	\geq 3 of 5	39% (BMI $>$ 85th)	Not given
Boney <i>et al.</i> (2005)	$>$ 85th	Not used	$>$ 95th	$<$ 5th	SBP or DBP $>$ 95th	FG \geq 100, or OGGT(2) 140-200	\geq 2 of 4	Not given	Not given
Braunschweig <i>et al.</i> (2005)	Not used	$>$ 90th	\geq 110	\leq 40	SBP or DBP $>$ 90th	FG \geq 110	\geq 3 of 5	24% (BMI $>$ 95th)	0 (BMI $<$ 85th)
Butte <i>et al.</i> (2005)	Not used	$>$ 90th	$>$ 90th	$<$ 10th	$>$ 90th	FG \geq 100	\geq 3 of 5 ^b	20% (BMI $>$ 95th)	1% (BMI $<$ 95th)
Invitti <i>et al.</i> (2006)	Both \geq 97th		$>$ 95th	$<$ 5th	$>$ 95th	FG \geq 110, or OGGT(2) \geq 140, or HOMA-IR $>$ median	Obese and \geq 2 of 3	23% (BMI \geq 97th)	Not given

Table 4. Prevalence of Metabolic Syndrome in Korea

Reference	Subjects	Cases	Age (yr)	Prevalence of Metabolic syndrome (%)	
Seo ¹⁴⁾	KNHANES 2001	General	1090	10-19	7.1 (Boy 9.1 Girl 4.8)
Kim ¹⁵⁾	KNHANES 1998, 2001	General	2165	12-19	1998: 6.8 (Boy : 6.8 Girl : 9.2) 2001: 9.2 (Boy : 12.5 Girl : 5.8)
Chang ¹⁶⁾	Elementary, Middle School Survey 2003	BMI>95P	277	12±2.6	37.5 (Boy : 38.7 Girl : 35.2) Mild : 25.2 Mod : 43.9 Severe OB : 71.4 Elementary : 20.8 Middle school : 50.3
Ryu ¹⁷⁾	Middle School 2007	General	1393	12.8±0.4	5.6 (Boy : 6.1 Girl : 5.0)

Abbreviation : KNHANES, Korean National Health And Nutrition Examination Surveys in General population

Table 5. Prevalence of Individual Metabolic Abnormalities in Korean Children and Adolescents

References	Subjects	Study Yr	Cases (n)	Central obesity (%)	Hypertriglyceridemia (%)	Low HDL cholesterol (%)	Hypertension (%)	Hyperglycemia (%)
Kim ¹⁵⁾	KNHANES aged 12-19y	1998	2,165					
			1,317	Boy : 10.3 Girl : 19.6	Boy : 21.9 Girl : 24.8	Boy : 15.8 Girl : 15.2	Boy : 28.4 Girl : 22.3	Boy : 8.3 Girl : 6.0
		2001	848	Boy : 16.2 Girl : 18.5	Boy : 32.4 Girl : 28.6	Boy : 37.0 Girl : 14.2	Boy : 28.2 Girl : 10.8	Boy : 8.1 Girl : 5.5
Chang ¹⁶⁾	E,M Obesity	2003	277	Boy : 73.7 Girl : 70.3	Boy : 30.6 Girl : 54.9	Boy : 32.3 Girl : 34.1	Boy : 50 Girl : 36.3	Boy : 7.5 Girl : 6.6
Ryu ¹⁷⁾	M	2007	1,393	Boy : 24.5 Girl : 23.4	Boy : 24 Girl : 28.9	Boy : 15.4 Girl : 14.1	Boy : 9 Girl : 9.4	Boy : 0.3 Girl : 0.2
Chang ¹⁶⁾	E, M Obesity	2003	277	Boy : 73.7 Girl : 70.3	Boy : 30.6 Girl : 54.9	Boy : 32.3 Girl : 34.1	Boy : 50 Girl : 36.3	Boy : 7.5 Girl : 6.6
Choe ¹⁹⁾	E, M, H Morbid Obesity	1997	277		36	18.3	7.4	0.3

Abbreviations : KNHANES, Korean National Health And Nutrition Examination Surveys in General population
E, elementary; M, middle; H, high school students

국내의 대규모 연구결과¹⁴⁻¹⁷⁾를 보면, 대상연령, 진단기준이 다소 달라 정확한 비교를 하기는 어려우나, 대략적인 대사증후군의 유병률은 전체 소아청소년에서 10%이내이며 남아가 여아보다 빈도가 높으며, 비만군에서는 대략 30-40%로 보고되며 비만도의 증가에 따라 유병률이 뚜렷이 증가한다(Table 4).

대사증후군 진단기준 항목별 유병률

대부분의 연구에서 고 중성지혈증이 가장 높게 나타나며^{15, 17-19)} 비만군만 대상으로 한 연구에서는, 복부비만의 유병률이 매우 높게 보고된 경우도 있어¹⁶⁾ 대상군 및 대사증후군의 기준설정에 따라 결과가 다양하게 보고될 수 있으리라 생각한다. 대사증후군의 각 요소 중 고혈당이 가장 적게 동반되며, 고혈압 빈도가 남자에서 여자보다 높은 현상은 대부분의 연구에서 일치된 결과였다(Table 5).

결론

한국 사회가 선진화되어 감에 따라 비만의 유병률은 지속적으로 증가하고 있으며 특히 남아에서 여아보다 비만이 급증하고 있다. 소아청소년 시기의 비만은 많은 경우에서 청장년기의 대사증후군, 당뇨병 및 심혈관계 합병증으로 연결 되므로 조기에 대사증후군을 예방하고 관리하는 것이 중요하다. 아직, 소아청소년에서의 대사증후군을 진단하기 위한 통일된 기준이 없고, 대사증후군의 고위험군을 선별할 수 있는 진단적 표지자도 부족하며, 소아비만이 성인시기의 심혈관계 합병증으로 연결되는 장기간의 대규모 추적연구가 어려운 한계점은 있으나, 소아청소년기의 비만 및 대사증후군이 증가하는 현 시점에서, 국내에서도 소아청소년을 대상으로 한 대사증후군의 역학, 진단, 관리 및 치료효과에 관한 좀 더 많은 적극적인 연구가 진행되어야 할 것이다.

References

- 1) Reaven GM. Banting lecture 1988. Role of insulin resistance in human disease. *Diabetes* 1988;37:1595-607.
- 2) Gunnell DJ, Frankel SJ, Nanchahal K, Peters TJ, Davey Smith G. Childhood obesity and adult cardiovascular mortality: a 57-y follow-up study based on the Boyd Orr cohort. *Am J Clin Nutr* 1998;67:1111-8.
- 3) Berenson GS, Srinivasan SR, Bao W, Newman WP, Tracy RE, Wattigney WA. Association between multiple cardiovascular risk factors and atherosclerosis in children and young adults. *N Engl J Med* 1998;338:1650-6.
- 4) Park YS, Lee DH, Choi JM, Kang YJ, Kim CH. Trend of obesity in school age children in Seoul over the Past 23 Years. *Korean J Pediatr* 2004;47:247-57.
- 5) Park MJ, Jee SH. Prevalence and trends of a Metabolic Syndrome among Korean Adolescents: From the Korean NHANES Survey, 1998-2005. (unpublished data)
- 6) Lee SY, Nam CM, Kim JH, Oh KW, Kim YN, Kang YJ, et al. Development of growth curves and the criteria of obesity in Korean children and adolescents. Final report. Gwacheon (Korea): Ministry of Health and Welfare(Korea); 2007 July.
- 7) Kuczmarski RJ, Ogden CL, Guo SS, Grummer-Strawn LM, Flegal KM, Mei Z, et al. 2000 CDC Growth Charts for the United States: methods and development. *Vital Health Stat* 11 2002;1-190.
- 8) Oh KW, Jang MJ, Lee NY, Moon JS, Lee CG, Yoo MH, et al. Prevalence and trends in obesity in Korean children and adolescents, 1997-2005. *Korean J Pediatr* 2008, (in press)
- 9) Opie LH. The metabolic syndrome. *Circulation*. 2007;115:e32-5.
- 10) 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.
- 11) Zimmet P, Alberti KG, Kaufman F, Tajima N, Silink M, Arslanian S, et al. The metabolic syndrome in children and adolescents—an IDF consensus report. *Pediatr Diabetes*. 2007; 8:299-306.
- 12) 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.
- 13) Saland JM. Update on the metabolic syndrome in children *Curr Opin Pediatr* 2007;19:183-91.
- 14) 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.
- 15) Kim HM, Park J, Kim HS, Kim DH, Park SH. Obesity and cardiovascular risk factors in Korean children and adolescents aged 10-18 years from the Korean National Health and Nutrition Examination Survey, 1998 and 2001. *Am J Epidemiol* 2006; 164:787-93.
- 16) Chang JH, Kim DH, Kim HS, Choi IK, Cheong MY, Kim DK. Prevalence of metabolic syndrome in obese children. *Korean J Pediatr* 2004;47:1149-56.
- 17) Ryu SY, Kweon SS, Park HC, Shin JH, Rhee JA. Obesity and the metabolic syndrome in Korean adolescents. *J Korean Med Sci* 2007;22:513-7.
- 18) Sung TJ, Kim DH, Hong YJ, Son BK, Chang KJ, Park JY, et al. Effective screening test for obesity in obese adolescents and the correlation among obesity index, body mass index and serum lipid profile. *J Kor Pediatr Soc* 2003;46:217-23.
- 19) Choe YH, Jun YH, Kim SK, Han SK, Son BK, Choi JW, et al. Complications, apolipoproteins and lipoprotein(a) in severely obese children in Incheon, 1996. *J Korean Pediatr Soc* 1997; 40:1386-93.