

## 청소년에서 유용한 비만의 선별검사와 비만도, BMI 및 혈청지질과의 관계

인하대학교 의과대학 소아과학교실, 인하대학교 식품영양과\*, 한국 건강관리협회†

성태정 · 김달현 · 홍영진 · 손병관 · 장경자\* · 박준영† · 김순기

### Effective Screening Test for Obesity in Obese Adolescents and the Correlation Among Obesity Index, Body Mass Index and Serum Lipid Profile

Tae Jung Sung, M.D., Dal Hyun Kim, Young Jin Hong, M.D., Byong Kwan Son, M.D.,  
Kyung Ja Chang, Ph.D.\*, Jun Young Park† and Soon Ki Kim, M.D.

Department of Pediatrics, College of Medicine, Department of Food and Nutrition\*,  
Inha University, Incheon, Korea, Korea Association of Health Promotion†

**Purpose :** Every year, there is a remarkable increase in the prevalence of children with excess body fat. The aim of this study is to find a useful screening method in assessing adolescent, obesity and to specify the predictable risk factors that are related to adult cardiovascular disease according to BMI and obesity index.

**Methods :** From July to November in 2001, a total of 2,814(male:female=2,011:803) mid to high school students who were in the obesity range according to obesity index(>20%) were evaluated according to height, weight, body mass index(BMI), obesity index, and serum lipid levels.

**Results :** Among the obese students over 20% by obesity index, 86.6% were over the range of 95 percentile by BMI. Among students defined as obese by BMI, 21.0% of males and 21.4% of females students had hypercholesterolemia; by obesity index, the ratio was 20.7% male and 19.0% female. The frequency of hypertriglyceremia in male students was 15.0% in group I(overweight group, 85P<BMI<95P), 23.2% in group II(obese, 95P<BMI<97P) and 34.5% in group III(extreme obese, BMI>97p); in female students 11.8%, 20.7% and 28.2% respectively.

**Conclusion :** In this study, using BMI alone to test the serum lipid level in adolescent obesity had a limit of 10.0-17.0% omission. Therefore using obesity index as a screening method to find the adult cardiovascular disease would rather reduce the omission rate. The risk factor of cardiovascular disease according to BMI was the increasing level of triglyceride in both male and female students. We think that using the obesity index has more rationale rather than BMI in assessing lipid profiles. (J Korean Pediatr Soc 2003;46:217-223)

**Key Words :** Obesity index, Body mass index(BMI), Serum lipid profile

## 서 론

전 세계적으로 건강에 대한 관심이 높아지면서 비만이 중요한 건강문제로 대두되고 있으며 비만한 소아가 매년 증가되고 있는 추세이다<sup>1,2)</sup>. 우리나라에서도 최근 경제성장으로 생활환경이 편리해지고 활동량이 부족하여 열량소비가 감소한 반면에 식생활

의 서구화와 과식으로 열량섭취가 증가하여 소아 비만증이 증가하고 있는 실정이다<sup>3-5)</sup>. 비만 발생시기는 어느 시기에나 발생 할 수 있지만 특히, 학령기 아동기와 사춘기에 신체적으로 급성장이 이루어지고 체지방 세포수가 증가하여 가장 많이 발생한다<sup>1)</sup>.

비만아는 성인이 되어서야 비로소 증상이 나타나는 심혈관계 질환이 이미 진행되고 있고, 소아 및 청소년 비만은 성인비만으로 이행하기 쉽고, 또한 일생동안 건강한 식생활과 활동적인 생활양식을 필요로 하는 치료하기 어려운 만성질환이다<sup>5)</sup>. Charney 등<sup>6)</sup>에 의하면 비만한 소아는 성인이 되어도 비만증으로 이행된 확률이 36%라고 보고하였다. 비만은 혈청 총 콜레스테롤, LDL

접수 : 2002년 9월 24일, 승인 : 2002년 11월 9일  
책임저자 : 김순기, 인하대학교 의과대학 소아과학교실  
Tel : 032)890-3518, 2843 Fax : 032)890-2844  
E-mail : pedkim@inha.ac.kr

(low-density lipoprotein) 콜레스테롤, 중성지방치의 상승, 그리고 HDL(high density lipoprotein) 콜레스테롤 저하와 관련되는 것으로 알려져 있고<sup>7)</sup>, 이는 곧 죽상경화증 및 관상동맥 심질환의 발생과 직접적인 관계를 갖고 있다. 이러한 성인병을 아예 예방하거나 초기에 발견하여 치료하는 것이 바람직할 것이다. 따라서 소아기에 비만 등 고지혈증의 위험인자를 파악, 평가하여 예방하는 것과 초기에 색출하여 추적 및 관찰하는 것이 효과적이다<sup>8)</sup>.

미국 소아와 청소년의 30%가 과체중이라는 점에서 심각한 문제가 되고 있고, 성인들에게 보이는 추세와 비슷하게 10대들의 비만 인구는 지속적으로 증가하고 있다<sup>9)</sup>. 국내의 소아 비만의 유병률은 남자는 1984년에 9%에서 1992년에는 17%로, 여자는 7%에서 14%로 8년 만에 2배로 증가하였고<sup>4)</sup>, 1991년 광주 시내 초등학생에 있어 비만증 빈도가 남녀 각각 9%를 보였고<sup>10)</sup>, 1994년 같은 지역의 조사로는 비만 유병율이 13%(경도비만 7%, 중등도 5%, 고도비만 1%)이고, 남아 17%, 여아 10%이었다<sup>11)</sup>. 서울지역 6-17세 소아를 대상으로 한 1991년부터 1995년 사이의 비만도(obesity index) 추이를 보면 남아의 경우 1991년 16.5%에서 1995년 17.9%로 해마다 증가하는 추세를 보였다<sup>2)</sup>. 대한소아과학회에서 1998년에 제정한 비만의 판정 기준에 따라 2000년도 인천지역의 중고생을 대상으로 한 비만도에 따른 조사 결과<sup>12)</sup>, 12-18세 남학생은 12%, 여학생은 11%를 보였고, 농촌(강화도) 및 도시지역이 각각 11%, 12%로 비만이 도·농을 떠나 어디서나 문제가 되는 것을 보여준다.

그러나 이상은 주로 비만도를 기준으로 한 유병률이기 때문에 체질량지수(body mass index, BMI)에 의한 것과는 차이가 있다. BMI가 피하 지방 및 전체 신체 지방을 더욱 잘 나타내는 것으로 알려져 있기 때문에, 일반적으로 6세 이상의 소아, 청소년 및 성인 비만을 정의하는 데에는 BMI의 사용이 권장되고 있다<sup>13-15)</sup>.

일반적으로 BMI에 의한 유병률은 비만도에 의한 것에 비해 빈도가 적은 것으로 알려져 있다. 상기 2000년도 연구에서<sup>12)</sup> BMI에 의한 비만의 유병률은 남녀 각각 6.4%, 6.2%로서, 비만도에 의한 유병률과 BMI에 의한 것과는 거의 2배의 차이가 있었다. 따라서 어느 것을 비만의 선별기준으로 할 것인가에 따라 대상인원과 규모가 달라짐을 보여준다. 비만도 20% 이상을 비만으로 정의한 기준으로 할 경우 대상 인원이 BMI에 비해 거의 2배 가까이 되기 때문에, 이들을 대상으로 한 대량의 선별검사가 의료비의 상승을 가져올 것이다. 따라서 BMI를 기준으로 한 선별검사가 비만도와 같은 기능을 가진다면, 비만아에 대해 보다 적은 비용으로 효과적인 중재를 할 수 있을 것이다.

본 연구에서는 자라나는 소아와 청소년기라는 특성을 고려할 때 소아의 비만을 진단하는 여러 기준 중 어떤 기준을 적용하는 것이 선별검사에 좀더 유용한 검사인가에 대해 알아보았고, 비만도와 생체전기저항법, 피부두께법을 이용한 방법 등과 비교하였다. 또한, 성인에서와 같이 소아에서도 BMI에 따라 비만을 좀더 세분하여 제 I도 과체중(위험군), 제 II도 과체중(비만), 제 III

도 과체중(과비만)으로 나누고 각 그룹에서의 성인병 위험인자의 비율을 산출하였고, BMI에 의해 선별된 비만아에서 비만과 관련된 여러 성인병 유발인자 중 특히 심혈관 질환 발생과 관계가 깊은 혈청 지질 중 어떠한 인자를 선별하는 것이 추후 효과적인 추적관찰 및 관리를 위해 유용한지 알아보았다.

## 대상 및 방법

### 1. 대 상

본 연구의 대상은 한국 건강관리협회와 인천광역시 교육청에서 2001년 7월부터 11월까지 인천 시내 중학생 및 소수의 고교생을 대상으로 실시한 집단검진아 중 비만한 중·고교생 2,814명(남:녀=2,011:803)을 대상으로 설문지 조사와 함께 다음 방법으로 조사하였다(Table 1).

### 2. 방 법

#### 1) 신체계측

조사대상자들의 신장은 맨발로 선 상태에서 신장 측정계를 이용하여 측정하였고, 체중은 표준체중계의 영점을 맞춘 후 걸음을 벗은 상태에서 소숫점 한자리까지 측정하였다. Caliper를 이용하여 삼두박근 피부두께(triceps skinfold thickness), 견갑골 하부 피부두께(subscapular skinfold thickness)를 측정하였다.

#### 2) 체질량지수(body mass index, BMI)

비만도에 의한 정의로는 비만에 속하지만 1998년 미국 National Center for Health Statistics<sup>16)</sup>에서 발표된 각 성별, 연령별 BMI(kg/m<sup>2</sup>) 정의에 따라서, BMI 85-95 백분위수 미만인 경우 비만의 위험군(overweight, group I), 95-97 백분위수 미만 경우 비만군(group II), 97 백분위수 이상은 과비만(group III)으로 구분하였다. 우리나라의 기준을 적용하지 않은 이유는 미국의 기준이 국내의 판정기준과 큰 차이를 보이지 않았고, 또한 국내의 자료에는 97 백분위수가 없었기 때문이었다. 참고로 괄호안은 1998년 대한소아과학회에서 조사발표한 자료이다(Table 2).

#### 3) 비만도(Obesity Index)

비만도는 1998년 대한소아과학회에서 측정한 한국 소아 및

**Table 1.** Age and Sex Distribution of Samples

Age(yr.)	Male	Female	Total
12	85	23	108
13	449	141	590
14	619	232	851
15	615	226	841
16	210	75	285
17	11	36	47
18	16	38	54
19	6	33	38
Total	2,011	803	2,814

**Table 2.** Body Mass Index Percentiles by National Center for Health Statistics

Age	85 percentile		95 percentile		97 percentile	
	M	F	M	F	M	F
12	21.0(22.6)	21.7(21.5)	24.2(25.1)	25.2(23.9)	26.0	27.0
13	21.8(23.4)	22.5(22.9)	25.0(26.6)	26.2(22.9)	27.0	28.4
14	22.8(23.5)	23.3(23.1)	26.0(26.5)	27.2(26.3)	28.0	29.4
15	23.2(23.7)	24.0(23.4)	26.8(27.1)	28.0(26.2)	28.6	30.4
16	24.2(24.0)	24.6(23.8)	27.5(27.5)	28.9(26.1)	29.2	31.2
17	25.0(24.1)	25.2(23.9)	28.2(27.5)	29.8(26.1)	30.0	32.2
18	25.6(24.1)	25.7(23.7)	29.0(27.0)	30.3(26.0)	30.6	33.0
19	26.2	26.0	29.6	31.0	31.4	34.0

Parentheses mean Body Mass Index of Korean adolescents

청소년의 신장별 체중 백분위의 50 백분위수 값을 표준체중으로 하여 다음 공식에 의해 계산하였다.

$$\text{비만도}(\%) = (\text{현재체중} - \text{신장별 표준체중}) / \text{신장별 표준체중} \times 100$$

10% 이상에서 20% 미만은 과체중(overweight), 20% 이상이면 비만으로 정의하였고, 비만의 정도는 20% 이상-30% 미만은 경도(mild)비만, 30% 이상-50% 미만은 중등도(moderate)비만, 50% 이상이면 고도(severe)비만으로 세분하였다<sup>17)</sup>.

**4) 생체전기저항법에 의한 체지방률의 측정**

체지방율(% body fat)은 생체전기저항원리를 이용한 체지방 측정기(bioelectric impedance analyzer, Tanita, TBF-611)를 사용하여 측정하였고, 남아의 경우 25% 이상을, 여아의 경우 30% 이상을 비만으로 판정하였다<sup>18)</sup>.

**5) 피부두께**

삼두박근과 견갑골 하부의 피부두께가 성별, 연령에 비교하여 95 백분위수 이상일 때 비만으로 정의하였다.

**6) 생화학적 검사**

혈액은 12시간 공복 후 오전 중, 정맥에서 혈액을 취하여 검사 당일 원심 분리하여 혈청을 분리한 다음, 총 콜레스테롤(total cholesterol), 고밀도지질단백 콜레스테롤(high density lipoprotein cholesterol, HDL), 저밀도지질단백 콜레스테롤(low density lipoprotein cholesterol, LDL), 중성지방(triglyceride)을 측정하였다. 혈청 HDL 농도는 dextran sulfate-MgCl<sub>2</sub> 침전법에 의해 HDL 부분만 분리하여 효소법에 의하여 영동제약 kit로 측정하였다. LDL은 Friedwald의 계산법 즉, LDL 콜레스테롤 = 총 콜레스테롤 - [(HDL 콜레스테롤 + (중성지방/5))]으로 이용하여 계산하였다. 고지혈증은 총 콜레스테롤은 200 mg/dL 이상, 중성지방은 150 mg/dL 이상, LDL은 130 mg/dL 이상, HDL은 40 mg/dL 이하의 기준을 사용하였다<sup>19)</sup>.

**7) 자료처리 및 통계분석**

조사된 각각 자료의 평균과 표준편차를 구하였으며 the SAS system for Windows version 8.0을 이용한 Student T-test, ANOVA test,  $\chi^2$ -test를 시행하여 각 변수간의 통계수치의 유

**Table 3.** Anthropometric Data of Subjects(Mean±SD)

	Male(n=2011)	Female(n=803)	P value
Height(cm)	164.6±8.5	158.5±6.5	<0.0001
Weight(kg)	80.8±13.0	74.2±11.0	<0.0001
Obesity Index	42.9±12.4	42.5±14.1	0.423
BMI	29.6±2.7	29.4±3.1	0.044
Body Fat	31.3±6.0	40.8±5.2	<0.0001
Skinfold thickness	26.7±6.8	30.0±3.8	<0.0001

BMI : Body Mass Index

**Table 4.** Prevalence of Obesity in Male and Female Students Aged 12 to 19

	Criteria	M	Criteria	F
Obesity Index	≥20%	2,011(100)	>20%	803(100)
Mild		198( 9.8)		100(12.5)
Moderate		1,355(67.3)		532(66.2)
Severe		140(30.6)		171(21.3)
BMI	≥95%	1,871(93.0)	≥95%	566(70.5)
	<95%	140( 7.0)	<95%	237(29.5)
Body Fat	≥25%	1,826(90.8)	≥30%	798(99.4)
	<25%	185( 9.2)	<30%	5( 0.6)
Skinfold Thickness	≥95%	910(45.2)	≥95%	373(46.5)
	<95%	1,097(54.5)	<95%	430(53.5)

Parentheses mean percent

의성을 분석하였고, P값이 0.05 미만인 경우 유의하다고 판정하였다. 각 변수들의 상관관계는 Pearson's correlation coefficient 분석법을 이용하여 산출하였다.

**결 과**

**1. 대상 비만아들의 신체적 특성**

평균신장은 남아에서 164.6±8.5 cm, 여아에서 158.5±6.5 cm 이며, 평균체중은 남아 80.8±13.0 kg, 여아에서 74.2±11.0 kg 로 여아보다 남아에서 더 컸고, BMI, 생체전기저항법, 피부두께에서 남아에서 여아보다 통계학적으로 더 높은 경향을 보였다 (Table 3).

**2. 비만 측정방법에 따른 비만의 빈도**

비만도에 의해 비만아로 분류된 2,814명을 다시 BMI에 따라 분류하면 group I(위험군)은 11.9%(n=335), group II(비만)은 26.8%(n=753), group III(과비만)은 59.8%(n=1684)로 비만아는 전체 검진아 중 86.6%(n=2437)이었다. 비만도에 따라 나누면 경도 비만 11%(n=298), 중등도 비만 67.1%(n=1887), 고도 비만 22.4%(n=629)였고, 생체전기저항법에 따라 나누면 비만아는 93.2%, 피부두께로 나누면 45.6%였다(Table 4).

**Table 5.** Correlation Coefficients of Several Methods

	BMI	Height	Weight	Obesity index	Body fat	Skinfold	Chol	TG	HDL
Height	0.34*								
Weight	0.80*	0.83*							
Obesity index	0.94*	0.05	0.59*						
Body Fat	0.46*	-0.12	0.19*	0.48*					
Skinfold	0.36*	0.07	0.26*	0.33*	0.42*				
Chol	0.10*	-0.07	0.01	0.13	0.17*	0.11*			
TG	0.13*	0.08*	0.13*	0.12	0.03	0.02	0.28*		
HDL	-0.02	-0.05	-0.04	-0.01	0.04	0.01	0.15*	-0.15	
LDL	0.06	-0.08	-0.02	0.08*	0.16*	0.12*	0.85*	-0.17*	0.12*

\* $P < 0.001$  by Pearson's coefficient

Abbreviations : Chol, total cholesterol; TG, triglycerides; HDL, high-density lipoprotein cholesterol; LDL, low-density lipoprotein cholesterol; Skinfold, skinfold thickness

**Table 6.** Prevalence of Hyperlipidemia by Several Methods in Males

Methods	Criteria	Cholesterol	Triglycerides	LDL	HDL
Obesity Index	$\geq 20\%$	417/2011(20.7)	612/2011(30.4)	265/2011(13.2)	278/2011(13.8)
Mild		28/198(14.1) <sup>a</sup>	34/198(17.2) <sup>a</sup>	14/198(7.1) <sup>a</sup>	27/198(13.6) <sup>a</sup>
Moderate		272/1355(20.1) <sup>b</sup>	396/1355(29.2) <sup>b</sup>	176/1355(13.0) <sup>b</sup>	172/1355(12.7) <sup>a</sup>
Severe		117/458(25.5) <sup>c</sup>	182/458(39.7) <sup>c</sup>	75/458(16.4) <sup>b</sup>	79/458(17.2) <sup>b</sup>
BMI 85- $<95$ P*		24/140(17.1) <sup>a</sup>	21/140(15.0) <sup>a</sup>	17/140(12.1) <sup>a</sup>	14/140(10.0) <sup>a</sup>
BMI $\geq 95$ P*		393/1871(21.0)	591/1871(31.6)	248/1871(13.3)	264/1871(14.1)
	95- $<97$ P*	78/478(16.3) <sup>a</sup>	111/478(23.2) <sup>b</sup>	42/478(8.8) <sup>a</sup>	55/478(11.5) <sup>a</sup>
	$\geq 97$ P*	315/1393(22.6) <sup>b</sup>	480/1393(34.5) <sup>c</sup>	206/1392(14.8) <sup>b</sup>	209/1393(15.0) <sup>b</sup>
Body Fat	$<25\%$	16/185(8.6)	30/185(16.2)	10/185(5.4)	22/185(11.9)
	$\geq 25\%$	401/1826(22.0)	582/1826(31.9)	255/1826(14.0)	256/1826(14.0)
Skinfold Thickness	$<95\%$	193/1097(17.6)	315/1097(28.7)	121/1097(11.0)	140/1097(12.8)
	$\geq 95\%$	224/910(24.6)	296/910(32.5)	144/910(15.8)	138/910(15.2)

By chi-square test  $P < 0.05$  between a, b, and c

Parenteses mean percent

Abbreviations : HDL, high-density lipoprotein cholesterol; LDL, low-density lipoprotein cholesterol; \*P, percentile

### 3. BMI와 다른 비만 측정 방법간의 상관관계

BMI와 각 방법들간의 상관계수를 보면, BMI와 비만도와는  $r=0.94(P < 0.001)$ , 체중  $r=0.80$ , 생체전기저항법( $r=0.46$ ), 피부두께( $r=0.36$ ), 키( $r=0.34$ ) 순으로 상관성이 높았다(Table 5).

### 4. 비만측정방법에 따른 고지혈증의 빈도 비교

측정방법에 따른 고지혈증의 빈도를 Table 6, 7에 제시하였다. BMI에 따른 비만아 중 고지혈증의 빈도는 남아에서 고콜레스테롤혈증은 21.0%, 중성지방은 31.6%, LDL 콜레스테롤은 13.3%, HDL 콜레스테롤은 14.1%을 보였고, 비만도에 따라 분류하면 남아는 20.7%, 30.4%, 13.2%, 13.8%로 비슷한 분포를 보였으나 실제로 비만도에 의한 비만아 중 고콜레스테롤혈증이나 BMI에서는 아닌 것으로 누락되는 결과를 보여 고콜레스테롤혈증을 진단하는 데는 비만도가 누락될 수 있었다. 비만도에 따르면 남아에서는 비만도가 증가할수록 총 콜레스테롤, 중성지방, HDL 콜레스테롤의 빈도가 모두 유의하게 높았으나 BMI로는 중성지방만 의미가 있었다. 여아의 경우는 비만도와 BMI 모

두 중성지방에서만 비만할수록 유의하게 높게 나왔다.

### 5. BMI로 나눈 비만아 중 비만 정도에 따른 혈청 지질 평균 비교

각 군간 총 콜레스테롤, 중성지방, HDL 콜레스테롤, LDL 콜레스테롤을 비교한 결과는 Table 8과 9와 같다. 남아에서 중성지방은 group I에서  $106.1 \pm 56.4$  mg/dL, group II는  $123.9 \pm 77.6$  mg/dL, group III는  $139.1 \pm 81.2$  mg/dL였고, 여아는 group I에서  $99.1 \pm 46.4$  mg/dL, group II는  $121.1 \pm 62.2$  mg/dL, group III는  $125.6 \pm 54.6$  mg/dL로 남녀 모두 I군에 비해 II군 및 III군에서 유의하게 높았다( $P < 0.05$ ).

## 고찰

비만이란 수가 증가하거나 크기가 커져 피하층과 체조직에 과도한 양의 지방이 축적되어 있는 상태를 말한다<sup>5)</sup>. 이러한 지방을 측정하는데 있어 여러 가지 방법들이 고안되었다. 신장, 체중을 측정하여 환산하는 신체계측지수에 의한 방법과 체밀도(body

**Table 7.** Prevalence of Hyperlipidemia by Several Methods in Females

Methods	Criteria	Cholesterol	Triglycerides	LDL	HDL
Obesity Index	≥20%	156/803(19.4)	165/803(20.5)	117/803(14.6)	100/803(12.5)
Mild		13/100(13.0) <sup>a</sup>	10/100(10.0) <sup>a</sup>	13/100(13.0) <sup>a</sup>	16/100(16.0) <sup>a</sup>
Moderate		101/532(19.0) <sup>a</sup>	104/532(19.5) <sup>b</sup>	75/532(14.1) <sup>a</sup>	66/532(12.4) <sup>a</sup>
Severe		42/171(24.6) <sup>a</sup>	51/171(29.8) <sup>c</sup>	29/171(17.0) <sup>a</sup>	18/171(10.5) <sup>a</sup>
BMI 85- <95 P*		35/237(14.8) <sup>a</sup>	26/237(11.0) <sup>a</sup>	32/237(13.5) <sup>a</sup>	25/237(10.5) <sup>a</sup>
BMI ≥95 P*		121/566(21.4)	139/566(24.6)	85/566(15.0)	75/566(13.3)
	95- <97 P*	63/275(22.9) <sup>b</sup>	57/275(20.7) <sup>b</sup>	42/275(15.3) <sup>a</sup>	35/275(12.7) <sup>a</sup>
	≥97 P*	58/291(19.9) <sup>b</sup>	82/291(28.2) <sup>c</sup>	43/290(14.8) <sup>a</sup>	40/291(13.7) <sup>a</sup>
Body Fat	<30%	3/5(60.0)	1/5(20.0)	2/5(40.0)	1/5(10.0)
	≥30 %	153/798(19.2)	154/798(19.3)	115/798(14.4)	99/798(12.4)
Skinfold Thickness	<95%	78/430(18.1)	741/430(16.5)	58/430(13.5)	57/430(13.3)
	≥95%	78/373(20.9)	94/373(25.2)	59/373(15.8)	43/373(11.5)

By chi-square test  $P < 0.05$  between a, b, and c  
 Parentheses mean percent

Abbreviations : HDL, high-density lipoprotein cholesterol; LDL=low-density lipoprotein cholesterol; \*P, percentile

**Table 8.** Lipid Profile According to Body Mass Index in Males

Lipid Profile (mg/dL)	I (n=140)	II (n=478)	III (n=1393)	Total (n=2011)
Total cholesterol	171.0±28.1	170.7±26.6	177.8±29.6	175.7±29.1
Triglyceride	106.1±56.4	123.9±77.6*	139.1±81.2*	133.2±79.5
HDL cholesterol	48.9±7.6	48.3±7.2	46.9±6.8	47.4±7.0
LDL cholesterol	100.9±25.0	97.7±24.4	103.5±26.9	101.9±26.2

By ANOVA test, \* $P$  value<0.05 compare to group I  
 Group I means the students with BMI 85-95%; group II BMI 95-97%; group III BMI >97%

**Table 9.** Lipid Profile According to Body Mass Index in Females

Lipid Profile (mg/dL)	I (n=195)	II (n=275)	III (n=291)	Total (n=803)
Total cholesterol	174.1±25.6	177.8±30.0	179.4±28.1	177.2±28.1
Triglyceride	99.1±46.4	121.1±62.2*	125.6±54.6*	115.9±55.8
HDL cholesterol	50.0±8.3	48.3±7.5	50.7±36.9	49.7±23.1
LDL cholesterol	104.6±22.1	105.5±25.2	106.5±25.4	105.6±24.3

By ANOVA test, \* $P$  value<0.05 compare to group I  
 Group I means the students with BMI 85-95%; group II BMI 95-97%; group III BMI >97%

density) 등을 측정하여 체지방률(% body fat)을 산출하는 방법 등이 있다.

신체계측지수방법에는 신장별 표준체중을 이용한 비만도(obesity index), Quetelet index라고 알려져 있는 BMI 또는 체중/신장 2.88 등이 이용되고 있다<sup>20)</sup>. 신체계측지수에 의한 비만의 평가가 타당하기 위해서는 체지방률과 상관성이 높아야 하며, 골격이 크고 근육이 풍부해서 체중이 많이 나갈 때는 비만으로 오진할 수 있으며, 비만으로 판정하는 기준치에 있어 어른의 것을 그대로 적용시킬 수 없다는 단점이 있다.

체지방 정도를 측정하는 방법으로는 비교적 체내 지방 측정

정도와 연관성이 높은 피부 두께 측정이나 수중체중법, 초음파나 근적외선을 이용한 방법 및 생체전기저항법 등이 있다. 수중체중법은 가장 정확한 검사이나 임상적으로 실용성이 적다. 그 외에 피부두께법이나 생체전기저항법 등이 있다. Brook 등<sup>21)</sup>은 피부 두께법이 비만증을 평가하는 가장 간편하고 신뢰성이 높은 방법이라고 하였고, 홍 등<sup>5)</sup>은 근육과 뼈가 증가하는 과체중과 비만을 감별하는데 도움을 준다고 하였다. 그러나, 실제 검사과정에서는 숙련이 필요하며 측정자에 따르는 편차가 있다. 최근에는 간편하고 빠르며 측정기구를 휴대할 수 있어서 생체전기저항법을 이용한 방법도 많이 사용되고 있다.

1999년 대한소아과학회 영양위원회에서는 ‘소아 비만의 진단과 치료지침’을 발표하였고, 비만의 진단법으로 비만도, BMI, 피부두께, 신장별 체중의 4가지로 제시하였으며, 그 중 BMI가 체지방량과 유의한 상관관계가 있고, 비만의 이차적인 합병증의 표식자인 혈압, 지질, 혈청 지질단백치, 사망률과 밀접한 상관관계가 있으므로 고위험군의 확인과 정확한 평가가 요구되는 환자의 비만의 판정에 이를 이용할 것을 제시하였다. 성인의 경우에는 신장과 체중만으로 산출되는 BMI가 체지방과 상관관계가 있고, 다른 지수들에 비해 비교적 간편하게 구할 수 있으므로 가장 많이 사용되는 비만 지표이다<sup>3, 22)</sup>. 국제 비만 위원회(International Task Force on Obesity)에서는 성인에 있어 BMI가 18.5-24.9를 정상, 25-29.9를 제 1도 과체중(grade I overweight), 30-39.9를 제 2도 과체중 혹은 비만(grade II overweight or obesity), 40.0 이상을 제 3도 과체중(grade III overweight)으로 나누었으나<sup>22)</sup>, 국내에서는 더 낮은 BMI에서도 비만과 관련된 질병이 유발되기 때문에 구미에 비해 낮은 기준 즉, BMI가 18.5-22.9는 정상범위, 23-24.9는 과체중, 25-29.9는 비만중 I단계로서 다른 질병 이환의 위험이 중등도 정도이고, 30 이상은 비만 II단계로서 구분되어 사용되고 있다.

소아에 있어서 비만증을 선별하는데 어떤 기준을 적용할 것인가에 대해선 논란의 여지가 있지만, Dennis 등<sup>23)</sup>에 의하면 소아

와 청소년에 있어서도 체중과 키를 고려한 BMI가 피하와 몸의 체지방량과 잘 일치하며 청소년의 선별검사로 가장 유용하고 혈압, 혈중 지질치와 지질단백 농도와 잘 일치하기 때문에 좀더 유용한 검사라는 결론을 내렸고, 다른 연구도 대체로 이를 지지한다<sup>14, 15)</sup>. 미국 소아과학회 전문위원회에서는 1998년에 소아 비만에 대한 평가 및 치료 지침을 작성하여 발표하였고, BMI가 95 백분위수를 초과할 때 비만으로 정의할 것을 추천하고 있다<sup>14)</sup>.

그러나 BMI는 그 집단의 95 백분위수 이상을 기준으로 하기 때문에 실제보다 과소 평가할 가능성이 있다. 김 등<sup>12)</sup>에 따르면 비만도에 의한 유병률은 남아에서 12.1%, 여아에서 11.3%이었으나, BMI 기준으로는 유병률은 남녀 각각 6.4%, 6.2%이었으며, 유 등<sup>24)</sup>이 1999년 충남 아산시 어린이를 대상으로 한 연구에서도 비만도에 의한 유병률은 남녀 각각 12.4%, 10.1%이었으나 BMI 기준으로는 각각 7.1%, 8.1%였다. BMI는 소아와 청소년 집단의 신장과 체중을 기준으로 하여 95백분위수 이상을 비만으로 정의하기 때문에 그 기준으로만 보면 인구의 5%만이 비만에 속하기 때문에 실제 비만한 상당수가 정상으로 잘못 해석될 수 있다는 단점이 있다. 그러므로 이를 해결하기 위한 방법으로서 BMI표를 수정하지 않고 사용하는 것이지도 모른다<sup>25)</sup>.

본 연구에서도 비만도에 의해 분류된 비만아를 다시 BMI에 의해 구분하면 남자는 93%, 여자는 70%가 비만아로 분류되어 여학생의 경우 30%는 비만한 집단에서 벗어났다. 또한, 체지방에 의한 분류에서는 남아의 경우 91%, 여아는 99%가 비만아로 분류되었고, 피부두께법에 의해서는 남아는 45%, 여아는 46%로 측정 방법에 따라 동일 모집단에서도 빈도가 다양함을 보였다.

본 연구에서는 비만군을 다시 세분하여 성인에서처럼 비만군(group II, BMI  $\leq$ 95%~<97%까지)과 과비만군(group III,  $\geq$ 97%)으로 나누는 과정에서 한국의 기준대신 미국 기준을 선택한 것에 대해서는 비판이 있을 것 같다. 그러나, 이것은 소아에 있어서 1999년의 우리나라 기준과 1998년의 미국 National Center for Health Statistics에서 발표된 기준이 크게 다르지 않고, 미국기준이 97 백분위수까지 세분되어 있지만, 국내에서는 97 백분위수에 대한 정의가 없었기 때문에 이를 선택하였다. 한편, 국내의 기준에서 여아는 15세에서 편위되는 양상을 보였는데 이는 청소년기의 다이어트나 식사조절에 의해 BMI가 전체적으로 낮아진 것으로 생각된다.

소아 및 청소년 비만은 성인비만으로 이행하기 쉽고, 성인 비만과 마찬가지로 심혈관계 질환은 가장 중요한 사망원인으로 알려져 있다. 1994년 대한소아과학회 보건위원회 보고에 따르면 서울시내 초, 중, 고생 중 고도비만아 324명 가운데 고콜레스테롤혈증 48.1%, 지방간 38.6%, 고혈압 7.4%, 당뇨병 0.4%로 전체 대상 아동 중 한가지 이상의 합병증이 있는 경우가 78.7%라고 하였다<sup>26)</sup>. 이 등<sup>29)</sup>의 발표에 따르면 고도비만아에서 고콜레스테롤혈증은 48.1%, 중성지방은 36.0%의 빈도를 보였다. 또 다른 연구에서는 비만아에서 혈청 콜레스테롤이 증가된 경우가 9%로 비만도 증가와 통계학적으로 유의한 상관관계가 보였다<sup>27)</sup>.

본 연구에서도 비만군을 세분하여 빈도를 보면 비만도에 의한 경우 남아에서 고콜레스테롤혈증의 빈도가 경도 비만에서는 14.1%, 중증도 비만에서는 20.1%, 고도비만에서는 25.5%로 비만할수록 증가하는 양상을 보였다 그러나, BMI에 의하면 위험군은 17.1%, 비만군은 16.3%, 과비만군은 22.6%로 유의한 차이를 보이지는 않아, 성인병 유발인자를 예측하는데 있어 비만도가 BMI보다 더 유용함을 보였다. 또한, 본 연구에서는 고콜레스테롤혈증의 빈도가 비만도에 따라 분류되는 남아 20.7%, 여아 19.4%이었고, BMI에 따라 분류하면 비만아 중에 남아 21.0%, 여아 21.4%로 비슷한 빈도를 보였으나, BMI에서는 비만에 들지 않지만 비만도에 의해서는 비만인 집단(남:녀=140명:237명)에서의 고콜레스테롤혈증 가운데 남학생의 17.1%(24/140)와 여학생의 14.8%(35/237)는 누락되는 양상을 보였다. 이것은 청소년기 비만아의 성인병 선별 검사시 BMI와 함께 비만도 등 여러 검사를 함께 병행해야 함을 보여준다.

비만시에 혈청 총콜레스테롤, LDL 콜레스테롤, 중성 지방은 높아지고, HDL 콜레스테롤치는 낮게 되는 것으로 알려져 있다<sup>7, 28)</sup>. 본 조사에서는 중성지방의 평균치가 남학생의 경우 위험군은 106.1 mg/dL, 비만군은 123.96 mg/dL, 과비만군은 139.1 mg/dL이었고, 여학생의 경우 각각 99.1 mg/dL, 121.1 mg/dL, 125.6 mg/dL로 비만도가 증가할수록 중성 지방이 증가하였다. 또한 남녀 모두 BMI가 증가할수록 중성지방 역시 의미 있게 증가하였다. 본 연구에서는 이에 대한 조사가 이루어지지 않았지만, 동맥경화증, 고혈압, 고콜레스테롤혈증 등 지질 이상은 가족력과도 관련이 있는 것으로 알려져 있으므로 이를 포함한 연구도 필요할 것이다.

결론적으로 비만아의 빈도는 측정방법에 따라 다양함을 알 수 있었고, BMI에 의한 비만측정법은 비만도와 가장 높은 연관성을 보였다. 혈청지질 검사를 BMI만으로 하였을 경우 비만도에 의한 검사에 비해 10.0~17.0%의 누락률을 보여 한계점을 드러냈다. 청소년기의 비만을 진단하는 선별검사에 BMI를 적극 이용하는 것이 필요하지만, 비만도 역시 보완적으로 사용하는 것이 바람직할 것으로 생각된다. 또한 이들 비만아들을 대상으로 추적관찰을 포함한 좀더 체계적인 비만관리가 필요할 것으로 사료된다.

## 요 약

**목적 :** 소아 및 청소년 비만은 매년 증가되고 있는 추세이다. 소아와 청소년기라는 특성을 고려할 때 비만을 진단하는 기준 중, 어떤 기준을 적용하는 것이 비만아 선별검사에 좀더 유용한가에 대해 알아보고, 이렇게 선별된 비만아에서 비만과 관련된 여러 심혈관계 성인병 발생 위험 인자 중 조기에 예측 가능한 인자를 알아내어, 어떠한 인자가 추적관찰에 유용한지 알아보았다.

**방법 :** 2001년 7월부터 11월까지 한국건강관리 협회와 인천광역시 교육청 주관으로 비만도 20% 이상인 중·고등학생 2,814명(남:녀=2,011:803)을 대상으로 하여 체중, 신장, 신체측정, 혈

청지질(총 콜레스테롤, 혈청지질, HDL 콜레스테롤, LDL 콜레스테롤)을 측정하였다.

**결 과 :** 비만도 20% 이상인 중고생에서 BMI 95 백분위수 이상은 86.6%였으며, 체지방 기준에 의한 비만은 93.2%, 피하지방 두께에 의한 비만은 45.6%였다. BMI에 따른 비만아 중 고콜레스테롤혈증은 남아 21.0%, 여아 21.4%를 보였고, 비만도에 따라 나는 남아 20.7%, 여아는 19.2%로 BMI와 큰 차이를 보이지 않았다. BMI에 따라 판정된 비만아를 세분하여 제 I도 과체중(고 위험군, group I), 제 II도 과체중(비만, group II), 제 III도 과체중(과비만, group III)으로 나누어 보면, 남아에서는 고중성지방의 빈도가 group I에서는 15.0%, group II에서는 23.2%, group III은 34.5%로 비만할수록 더욱 증가하였고, 여아에서는 group I에서는 11.8%, group II는 20.7%, group III은 28.2%였다. 비만도에 의하면 남아에서 경도비만은 17.2%, 중증도 비만은 29.2%, 고도비만은 39.7%였고, 여아에서는 10.0%, 19.5%, 29.8%였다.

**결 론 :** 본 연구에서는 청소년기의 비만시 혈청지질 검사를 BMI만으로 하였을 경우 10.0-17.0%의 누락을 보였으므로 BMI 기준에 의한 혈중 지질의 측정은 한계가 있었다. 또한, 비만할수록 높아지는 고지혈증의 빈도는 비만도에 의한 것이 BMI보다 더 잘 반영하였다. 따라서 성인병 선별검사는 비만도에 의한 것이 좀더 누락율을 줄일 수 있을 것으로 사료된다. 심혈관 질환 발생 위험 예측인자로는 남녀 모두 비만할수록 중성지방이 증가하여 중성지방이 관련 있는 것으로 나타났다.

**참 고 문 헌**

- 1) 강윤주, 홍창호, 홍영진. 서울시내 초, 중, 고 학생들의 최근 18년간 비만도 변화추 이 및 비만아 증가 양상. 한국영양학회지 1997;30:832-9.
- 2) 김민지, 강진섭, 고재욱, 홍영진, 안돈희, 백도명 등. 서울 지역 학생의 체질량 지수 백분위수와 비만도 추이. 소아과 1999;42:756-64.
- 3) Pietrobelli A, Faith MS, Allison DB, Gallagher D, Chiumello G, Heymsfield SB. Body mass index as a measure of adiposity among children and adolescents : a validation study. J Pediatr 1998;132:204-10.
- 4) 조규범, 박순복, 박상철, 이동환, 서성제. 학동기 및 청소년기 소아의 비만도 조사. 소아과 1989;32:597-605.
- 5) 홍영미, 문경래, 서정완, 심재건, 유기환, 정병주 등. 소아 비만의 진단과 치료지침. 대한소아과학회 영양위원회 1999;42:1338-45.
- 6) Charney E, Goodman HC, McBride M, Lyon B, Pratt R. Childhood antecedents of adult obesity. Do chubby infants become obese adults? N Eng J Med 1976;295:6-9.
- 7) Freedman DS, Burke GL, Harsha DW, Srinivasan SR, Cressanta JL, et al. Relationship of changes in obesity to serum lipid and lipoprotein in childhood and adolescence. JAMA 1985;254:515-20.
- 8) 정지아, 김현미, 홍영미, 김경희. 비만아에서 고지혈증 검출을 위한 생체전기저항법의 진단적 민감도. 소아과 1998;41:1582-9.
- 9) Rising R. The pathophysiology of childhood obesity. In : F. Lifshitz, editors. Childhood Nutrition. Boca Raton :CRC Press, 1995.

- 10) 문경래, 박영봉. 광주시내 국민학교 아동의 비만도 조사. 소아과 1993;36:81-7.
- 11) 정명숙, 노영일, 정은경, 문경래, 박상기, 박영봉, 류노연, 박중. 광주지역 국민학교 아동의 비만 정도 및 그 관련 요인에 관한 조사. 소아과 1995;38:1547-57.
- 12) 김명현, 김태완, 홍영진, 손병관, 장경자, 김순기 등. 인천 지역 청소년 비만도와 혈청 콜레스테롤치와의 관계. 소아과 2002;45:101-10.
- 13) Nelson WE, Behrman RE, Kliegman RM, Arvin AM. Textbook of Pediatrics. 15th ed. Philadelphia :WB Saunders Co. 1996:169-72.
- 14) Dietz WH, Robinson TN. Use of the body mass index (BMI) as a measure of overweight in children and adolescents. J Pediatr 1998;132:191-3.
- 15) Himes JH, Dietz WH. Guidelines for overweight in adolescent preventive services : recommendations from an expert committee. The Expert Committee on Clinical Guidelines for Overweight in Adolescent Preventive Services. Am J Clin Nutr 1994;59:307-16.
- 16) Committee on Nutrition. Cholesterol in childhood. Pediatrics 1998;101:141-7.
- 17) Knittle JL, Merritt RJ, Dixon-Shanies D, Ginsberg-Fellner F, Timmers KI, Katz DP. Childhood obesity. Textbook of Pediatric Nutrition. New York : Raven Press, 1981:415-34.
- 18) Durnin JV, Rahaman MM. The assessment of the amount of fat in the human body from measurements of skinfold thickness. Br J Nutr 1967;21:681-9.
- 19) Flegal KM, Carroll MD, Kuczmarski RJ, Johnson CL. Overweight and obesity in the United States : prevalence and trend, 1960-1994. Int J Obes 1998;22:39-47.
- 20) Rosenthal M, Bain SH, Bush A, Warner JO. Weight/height 2.88 as a screening test for obesity or thinness in school-age children. Eur J Pediatr 1994;153:876-83.
- 21) Brook CG. Determination of body composition of children from skinfold measurements. Arch Dis Child 1971;46:182-4.
- 22) World Health Organization Expert Committee. Physical status : the use and interpretation of an anthropometry. WHO technical report series. Geneva, Switzerland : World Health Organization, 1995:854.
- 23) Dennis M, Styne DM. Childhood and Adolescent Obesity. Prevalance and significance. Pediatr Clin North Am 2001; 48:823-54.
- 24) 유선미, 윤석준. 충남아산시 어린이의 비만 유병률과 식습관 조사. 가정의학과 2001;22:78-85.
- 25) Power C, Lake JK, Cole TJ. Measurement and long-term health risks of child and adolescent fatness. Int J Obes Relat Metab Disord 1997;21:507-26.
- 26) 최용목, 이동환, 차성호, 이종국, 홍창호, 양세원. 서울 소아의 고지혈증의 빈도. 제 44차 대한소아과학회 추계학술대회 초록집 1994:13-5.
- 27) 한명희, 김선준. 비만아에서 혈청 지질과 Apolipoprotein E 다형성에 관한 연구. 소아과 2000;43:679-85.
- 28) 최연호, 박가용, 하일수, 정해일, 최 용. 서울 지역 중학생에서의 비만도, 혈압, 혈중 콜레스테롤, 아포 지질단백 B 및 요 중 Na, K에 관한 연구. 소아과 1992;35:1546-57.
- 29) 이동환, 이종국, 이 철, 황용승, 차성호, 최 용. 고도비만의 합병증에 대한 연구. 대한소아과학회 보건위원회. 소아과 1991;34:445-53.