

## 17~19세의 청소년에서 대사증후군 선별검사로써 허리둘레-신장비의 유용성

아주대학교 의과대학 소아청소년과학교실

김 아 름 · 홍 창 호

### Waist-to-height Ratio, a Simple and Practical Index for Screening of Adolescent Metabolic Syndrome Aged 17~19 Years

Ah Reum Kim, M.D. and Chang Ho Hong, M.D.

Department of Pediatrics, Ajou University School of Medicine, Suwon, Korea

**Purpose:** To evaluate the validity and usefulness of the waist circumference-to-height ratio (WHtR) in screening for metabolic syndrome in Korean adolescents aged 17~19 years.

**Methods:** Data (body mass index, waist circumference, and height) and blood samples were obtained from adolescents in A University Hospital in 2011. This study included 554 adolescents (176 boys and 378 girls) aged 17~19 years. Dependent variables were systolic and diastolic blood pressure, fasting blood glucose (FBS), total cholesterol (TC), triglyceride (TG), high density lipoprotein-cholesterol (HDL-C) and low density lipoprotein-cholesterol (LDL-C). Using the Pearson's correlation analysis and logistic regression analysis, we measured the WHtR against Body mass index (BMI).

**Results:** An assessment was carried out of the ability of the 2 indexes to 1) account for the variability in each metabolic risk factor and 2) correctly identify adolescents with metabolic risk factors. The results revealed that the predictive abilities of the waist-to-height ratio index were better values. The waist-to-height ratio showed superior values in predicting concentrations of DBP, FBS, TC, TG and LDL-C. However, BMI showed better values in identifying adolescents with high systolic blood pressure and HDL-C. 3) Normal weight adolescents (BMI: 5<sup>th</sup> ≤ BMI < 85<sup>th</sup> percentiles) were divided by WHtR (obesity cutoff value: ≥0.51 in male, ≥0.49 in female). WHtR was better than the BMI index for signaling metabolic risk in the normal-weight adolescents.

**Conclusion:** The WHtR is a better predictor for finding metabolic risk factors in adolescents aged 17~19 years with normal BMI. The WHtR is proposed as an alternative, convenient measure of screening metabolic syndrome for adolescents aged 17~19 years independent of age and sex. (*Korean J Pediatr Gastroenterol Nutr* 2011; 14: 385~392)

**Key Words:** Metabolic syndrome, Adolescents, Waist circumference to height ratio, Body mass index

접수 : 2011년 9월 24일, 수정 : 2011년 11월 1일, 승인 : 2011년 11월 2일

책임저자 : 홍창호, 443-721, 수원시 영통구 원천동 산 5, 아주대학교 의과대학 소아청소년과학교실

Tel: 031-219-5160, Fax: 031-219-5169, E-mail: hongch@ajou.ac.kr

## 서 론

세계보건기구(WHO)에서 비만은 질병으로 분류되고 있으며 운동량의 부족과 고열량의 식습관으로 전 세계적으로 성인뿐 아니라 소아와 청소년에서도 비만이 증가하고 있다<sup>1)</sup>. 한국에서 2005년도 국민 건강영양조사 결과에서 소아청소년의 비만 유병률은 9.7%였으며, 소아청소년에서 2배 정도 증가하였다<sup>2)</sup>. 또한 소아나 청소년에서 비만 유병률이 증가함에 따라 대사증후군 (Metabolic syndrome)도 증가하고 있다. 대사증후군은 당불내성, 복부 비만, 고혈압, 고 중성지방 및 낮은 고밀도 지단백콜레스테롤(high density lipoprotein cholesterol, HDL-C) 등이 나타나는 상태를 말하며 대사증후군을 가진 사람은 심혈관계질환과 제2형 당뇨병을 일으킬 위험률이 높으며, 소아청소년기에 시작된 대사증후군은 성인기에 제2형 당뇨병과 조기 심혈관계질환으로 진행할 수 있는 위험요소로 작용하기 때문에<sup>3~6)</sup> 대사증후군의 환자를 조기에 파악하여 관리하는 것이 중요하다. 비만의 평가지표로 다양한 지표 중에서 체지방지수(body mass index, BMI)가 가장 널리 사용되고 있다. 그러나 체내의 총 지방보다는 복부의 지방이 과다하게 축적되는 복부비만이 심혈관계질환 및 이에 관계되는 위험요소와 더 연관이 있으며 내장지방축적을 평가하는데 있어 허리둘레(waist circumference, WC)가 BMI 보다 좋은 지표가 된다<sup>7~9)</sup>. 그러나 허리둘레 단독인자보다는 허리둘레-신장의 비(waist circumference-to-height ratio, WHtR)가 심혈관계위험 요소를 더 잘 반영한다는 보고가 성인<sup>10)</sup>과 소아<sup>11~13)</sup>에서 보고되고 있다. Ashwell<sup>14)</sup>은 “Keep your waist circumference to less than half your height” (i.e WHtR 0.5)를 제시하며 성, 연령 및 인종과 상관없이 사용할 수 있는 간단한 비만의 지표 제시하였다.

그러므로 본 연구는 대사증후군이 증가하고 있는 청소년(17~19세)을 대상으로 BMI와 WHtR과 대사증후군의 각 요소 간의 상관관계를 비교 분석하여 대사증후군의 선별검사로서 WHtR의 유용성에 대해 알아보고자 한다.

## 대상 및 방법

### 1. 대상

2011년 A대학교에 재학중인 만 17~19세 대학생을 대상으로 자료에 대해 연구 목적으로 자료 이용에 대한 요청을 하여 승인을 받은 후 이 자료를 분석하였다. 검진에 참여한 만 17~19세의 청소년은 남자가 176명(18세: 13명, 19세: 163명), 여자가 378명(17세: 2명, 18세: 86명, 19세: 290명)으로 총 554명이었다.

### 2. 방법

A대학교병원에 내원하여 신체검진을 시행하였으며 측정방법은 다음과 같다.

신장과 체중은 가벼운 내의에 검진가운을 착용하고 신발을 벗고 신장측정기 (Seca 225, Seca, Deutschland)로, 체중은 체중측정기(GL-600020, CASKOREA, Seoul, Korea)를 사용하여 측정하였다. WC는 줄자(Seca 200, Seca Deutschland)를 이용하여 수평면을 이루게 하여 숨을 내쉬 상태에서 허리의 가장 좁은 부분을 측정하였다. 비만하여 가장 좁은 부위의 구분이 어려운 경우에는 늑골과 장골능선 사이에서 가장 작은 허리둘레를 측정하였다. 혈압은 안정된 상태에서 혈압계(Baumanometer<sup>®</sup>, WA Baun Co., Inc., Copiague, NY, USA)를 사용하여 측정하였다. BMI는 체중(kg)을 신장(m)의 제곱으로 나누어 산출하였다. 본 연구에서 허리둘레는 2007년도에 소아청소년 표준 성장도표<sup>15)</sup>에 따라 기준을 정하였다. 성별, 연령별, BMI 기준으로 정상체중은  $5 \leq \text{BMI} < 85$  백분위수, 과체중은  $85 \leq \text{BMI} < 95$  백분위수, 비만은  $\text{BMI} \geq 95$  백분위수 혹은  $\text{BMI} \geq 25$  이상으로 정의하였다<sup>2)</sup>. 복부비만의 절단점은 성별, 연령에 따른 90백분위수(남자: 89.0 cm, 여자: 80.5 cm) 이상으로 정하였다<sup>15)</sup>. 혈압은 2007년 한국 소아 정상혈압 참고치<sup>16)</sup>를 기준으로 성별, 연령, 신장별로 백분위수(percentile)를 구하였다. WHtR은 허리둘레(cm)를 신장(cm)으로 나누어 구하였다. 혈액은 좌측 전박 정맥에서 15 mL 정도를 채취하여 적절한 용기에 담아 당일 진단검사의학과에서 검사를 진행하였으며, 공복혈당, 총콜레스테롤, 중성지방, HDL-C, 저밀도 지단백콜레스테롤(low density lipoprotein cholesterol, LDL-C)은 동분석기(ADVIA 1,650, Bayer, Tarry town, NY, USA)를 사용하여 분석하였다.

### 3. 대사증후군의 정의 및 통계 분석

본 연구는 National Cholesterol Education Program Adult Treatment Panel III (NCEP-ATP III)을 변형한 진단기준<sup>17)</sup>을 17~19세의 청소년에 적용하였다. 연속형 자료는(Table 1) 평균과 표준편차를 제시하고, 군 간의 비교는 t-test를 실시하였다. BMI, WHtR 등의 지표와 대사증후군의 진단기준의 각 요소 간의 상관성 분석을 위해 피어슨 상관관계를 실시하였다. 또한 성별 연령별

**Table 1.** Definition of Metabolic syndrome in Children and adolescents (by Cook et al.<sup>15)</sup> and in Adults (by NCEP-ATP III<sup>16)</sup>)

Parameters	Cook et al.	ATIII
WC	≥90 <sup>th</sup> percentile	Man* ≥102 cm, Women ≥88 m
TG	≥110 mg/dL	≥150 mg/dL
HDL-C	≤40 mg/dL	Man ≤40 mg/dL Women ≤50 mg/dL
Blood pressure	≥90 <sup>th</sup> percentile	≥130/85 mmHg
Fasting glucose	Fasting ≥110 mg/dL	Fasting ≥100 mg/dL

MS is defined as having 3 or more of the following 5 factors. \*In Asian: ≥90 cm in men, ≥80 cm in women. MS: metabolic syndrome, NCEP-ATP III: National Cholesterol Education Program Adult Treatment Panel III, WC: waist circumference, TG: triglycerides, HDL-C: high density cholesterol.

정상 BMI를 가진 군에서 WHtR의 비만기준을 적용하여 비만인 군과 비만이 아닌 군으로 나누어 대사증후군의 요소 간 유병률의 차이를 비교하였다. 통계분석은 SPSS 12.0.1 for windows를 사용하였고, *p*값이 0.05 미만인 경우 통계적으로 유의하다고 분석하였다.

## 결 과

### 1. 대상집단의 성별 특성

본 연구 집단의 성별 특성은 다음과 같다(Table 2). 청소년(17~19세)의 평균연령은 남자가 19.2±0.8세이며, 여자가 19.1±0.8세였다. 성별에 따라 유의한 차이를 보인 항목은 수축기 혈압, 이완기 혈압, 신장, 체중, BMI, WC, 공복혈당, 총콜레스테롤, 중성지방, HDL-C 등의 항목이었다.

### 2. BMI, WHtR와 대사증후군의 위험요소들과 상관관계 분석

대사증후군의 각 요소에 대하여 BMI와 WHtR의 상관관계를 비교분석한 결과는 다음과 같다(Table 3). 남자의 경우에 BMI에 보다 상관관계를 보인 것은 수축기 혈압과 HDL-C, LDL-C 항목이었으며 WHtR보다 상관관계를 보인 것은 이완기 혈압과 총콜레스테롤의 항목

**Table 2.** Metabolic Characteristics of the Study Population

Risk factor	Male (N=176) Mean	Female (N=378) Mean	<i>p</i> -value
Age (years)	19.2±0.8	19.1±0.8	0.298
SBP (mmHg)	123.0±11.9	112.7±10.8	<0.001
DBP (mmHg)	72.8±8.9	69.4±7.9	<0.001
Ht (cm)	174.8±5.3	161.2±5.2	<0.001
Wt (kg)	68.0±9.0	53.9±7.3	<0.001
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	22.3±2.6	20.7±2.5	<0.001
WC (cm)	74.6±6.6	69.0±6.3	<0.001
WHtR	0.42±0.0	0.40±0.0	0.753
FBG (mg/dL)	88.3±6.5	86.7±7.7	0.015
TC (mg/dL)	154.9±24.9	160.7±23.8	0.009
TG (mg/dL)	73.4±37.4	62.6±31.3	0.001
HDL-C (mg/dL)	53.4±10.7	58.5±11.0	<0.001
LDL-C (mg/dL)	86.7±22.3	89.7±20.9	0.123

*p* value. Values are means±SD or n (%). *p* values are from *t*-tests or chi-square tests for analysis of variance for continuous variables and categorical variables. SBP: systolic blood pressure, DBP: diastolic blood pressure, Ht: height, Wt: weight, BMI: body mass index, WC: waist circumference, WHtR: waist-to-height ratio, FBG: fasting blood glucose, TC: total cholesterol, TG: triglycerides, HDL-C: high-density lipoprotein cholesterol, LDL-C: low-density lipoprotein cholesterol.

이었다. 여자의 경우에 BMI에 보다 상관관계를 보인 것은 수축기 혈압, 이완기 혈압, 총콜레스테롤, LDL-C

**Table 3.** Pearson's Correlation between Anthropometric and Metabolic Characteristics

	Risk factor	BMI	WHtR
Male	SBP (mmHg)	0.385 <sup>†</sup>	0.302 <sup>†</sup>
	DBP (mmHg)	0.276 <sup>†</sup>	0.284 <sup>†</sup>
	FBG (mg/dL)	0.018	0.017
	TC (mg/dL)	0.158*	0.160*
	TG (mg/dL)	0.106	0.047
	HDL-C (mg/dL)	-0.241 <sup>†</sup>	-0.189*
	LDL-C (mg/dL)	0.256 <sup>†</sup>	0.251 <sup>†</sup>
Female	SBP (mmHg)	0.369 <sup>†</sup>	0.282 <sup>†</sup>
	DBP (mmHg)	0.207 <sup>†</sup>	0.144 <sup>†</sup>
	FBG (mg/dL)	0.082	-0.032
	TC (mg/dL)	0.142 <sup>†</sup>	0.106*
	TG (mg/dL)	0.108	0.063
	HDL-C (mg/dL)	-0.097	-0.079
	LDL-C (mg/dL)	0.182 <sup>†</sup>	0.144 <sup>†</sup>
Total	SBP (mmHg)	0.464 <sup>†</sup>	0.438 <sup>†</sup>
	DBP (mmHg)	0.456 <sup>†</sup>	0.457 <sup>†</sup>
	FBG (mg/dL)	0.250 <sup>†</sup>	0.278 <sup>†</sup>
	TC (mg/dL)	0.310 <sup>†</sup>	0.337 <sup>†</sup>
	TG (mg/dL)	0.368 <sup>†</sup>	0.386
	HDL-C (mg/dL)	-0.411 <sup>†</sup>	-0.396 <sup>†</sup>
	LDL-C (mg/dL)	0.305 <sup>†</sup>	0.320 <sup>†</sup>

Data are correlation coefficients. \* $p < 0.05$ , <sup>†</sup> $p < 0.01$ , <sup>‡</sup> $p < 0.001$ . BMI: body mass index, WHtR: waist-to-height ratio, SBP: systolic blood pressure, DBP: diastolic blood pressure, FBG: fasting blood glucose, TC: total cholesterol, TG: triglycerides, HDL-C: high-density lipoprotein cholesterol, LDL-C: low-density lipoprotein cholesterol.

의 항목이었다. 남녀 모두에서 공복혈당과 중성지방은 유의한 차이를 보이지 않았다. 전체에서는 BMI에 보다 상관관계를 보인 항목은 수축기 혈압, HDL-C의 항목이었으며 WHtR에 보다 상관관계를 보인 항목은 이완기 혈압, 공복혈당, 총콜레스테롤, 중성지방, LDL-C 항목이었으며 성별에 따라 상관관계의 차이가 있으나 전체 집단에서 WHtR이 BMI보다 대사증후군의 위험요소들과의 상관관계가 더 높았다.

**3. 정상 BMI 집단에서 WHtR의 비만기준으로 분류했을 때 대사증후군 요소의 유병률 비교**

BMI보다 WHtR가 대사증후군의 선별검사로서 민감한지 보기 위하여 정상 BMI인 집단에서 WHtR로 비만과 비만이 아닌 집단을 나누어 각각 대사증후군의 요소들을 얼마나 반영하는지 상관관계를 분석하였다(Table 4). WHtR의 비만 절단점은 국내에서 2005년 소아청소년 신체측조사를 바탕으로 하여 비만군(BMI 95백분위수 이상)에 해당하는 최적절단값을 참고하였으며 남자는 0.51, 여자는 0.49였다<sup>18)</sup>.

남자의 경우 비만이 아닌 집단을 A (WHtR < 0.51), 비만인 집단을 B (WHtR ≥ 0.51)로 표기하였으며 A는 147명, B는 4명이었다. 높은 수축기 혈압, 높은 HDL-C는 A보다 B집단에서 유병률이 높았으나 유의한 의미를 나타내지 못했다. 이완기 혈압, 높은 중성지방의 경우 A보다 B에서 유의하게 높은 결과를 얻었다. 여자의 경우 비만이 아닌 집단을 C (WHtR < 0.49), 비만인 집단을 D

**Table 4.** Clinical Features, Prevalence of Metabolic Risks, in Normal BMI Adolescents Aged 17~19 Years Classified by WHtR

WHtR	Male		Female		Total	
	5 <sup>th</sup> ≤ BMI < 85 <sup>th</sup> percentiles		5 <sup>th</sup> ≤ BMI < 85 <sup>th</sup> percentiles		5 <sup>th</sup> ≤ BMI < 85 <sup>th</sup> percentiles	
	A (<0.51)	B (≥0.51)	C (<0.49)	D (≥0.49)	A+C	B+D
n	147	4	293	11	440	15
High SBP (%)	23.1	50.0	4.8	9.0	11	20
High DBP (%)	2.7	25.0*	5.89	27.2 <sup>†</sup>	4.8	26.7 <sup>†</sup>
Hyperglycemia (%)	0	0	0.7	0	0.4	0
Hypertriglycemia (%)	6.80	25.0*	6.1	18.1 <sup>†</sup>	6.4	20.0*
Hypercholesterolemia (%)	0	0	1.0	0	0.7	0
High HDL cholesterol (%)	9.5	25.0	3.4	3.6	5.5	33.3
Low LDL cholesterol (%)	0	0	0	9	0	6.7

Data are correlation coefficients. \* $p < 0.05$ , <sup>†</sup> $p < 0.01$ . BMI: body mass index, WHtR: waist-to-height ratio, SBP: systolic blood pressure, DBP: diastolic blood pressure, HDL: high-density lipoprotein, LDL: low-density lipoprotein.

**Table 5.** Odds Ratios (95% CI) for Metabolic Risks, in Adolescents Aged 17~19 Years Classified by WHtR, Adjusted by Age and BMI

WHtR	Male		Female	
	A (<0.51)	B (≥0.51)	C (<0.49)	D (≥0.49)
High SBP (%)	1	1.02 (0.4-23.4)	1	2.22 (0.61-8.06)
High DBP (%)	1	1.26 (1.18-165.6)	1	4.77 (1.83-12.40)*
Hyperglycemia (%)	-	-	1	0
Hypertriglyceremia (%)	1	2.53 (1.5-8.54)*	1	3.55 (1.32-9.54)*
Hypercholesterolemia (%)	-	-	1	0
High HDL cholesterol (%)	1	3.03 (0.30-30.86)	1	0.93 (0.12-7.40)
Low LDL cholesterol (%)	1	0.00	1	0.00

Data are correlation coefficients. \* $p < 0.05$ . BMI: body mass index, WHtR: waist-to-height ratio, SBP: systolic blood pressure, DBP: diastolic blood pressure, HDL-C: high-density lipoprotein cholesterol, LDL-C: low-density lipoprotein cholesterol.

(WHtR ≥ 0.49)로 표기하였으며 높은 수축기 혈압, 높은 HDL-C, 낮은 LDL-C은 C보다 D에서 유병률이 높았으나 유의한 의미를 나타내지는 못했다. 높은 이완기 혈압과 높은 중성지방은 의미 있게 C보다 D에서 유병률이 높았다. 청소년(17~19세)을 대상으로 했을 때 높은 이완기 혈압과 높은 중성지방의 유병률이 유의있게 높았다.

**4. 정상 BMI 집단에서 WHtR의 비만기준으로 분류했을 때 대사증후군 요소의 유병률의 교차비(odds ratio)**

정상 BMI를 가진 청소년(17~19세)에서도 WHtR을 사용하여 대사증후군의 선별을 의미 있게 할 수 있는지 교차비를 분석하였다(Table 5). 남자의 경우는 높은 중성지방의 항목이, 여자의 경우는 높은 이완기 혈압과 높은 중성지방의 항목이 의미 있게 교차비가 높은 것을 알 수 있었다.

**고찰**

소아청소년의 대사증후군에 대한 장기적 관찰에 대한 연구는 많지 않다. Morrison 등<sup>19)</sup>이 Princeton Lipid Research Clinic에서 25년 동안 771명을 추적 관찰한 바에 의하면 소아청소년기에 대사증후군으로 진단되었던 사람에서 심혈관질환이 19.4%에서 있었고 대사증후군이 없었던 사람에서는 1.5%에서만 있었으며 이들의 교차비는 14.7이었다. 따라서 소아청소년기에 대사증후군을 예방하는 것이 성인의 심혈관질환을 줄이는 데

큰 역할을 한다고 볼 수 있다. 소아청소년에서 대사증후군은 진단의 각 구성 요인과 상관관계에 대해서는 아직 논란이 많다. 그 중 비만과 인슐린 저항성이 가장 중심적인 문제이고 복부비만은 인슐린 저항성과 관련이 있다는 것이 보고되었다<sup>5,8,20)</sup>. McCarthy 등<sup>21,22)</sup>에 의하면 소아청소년에서 허리둘레로 반영되어지는 복부비만의 증가율이 BMI로 반영되는 체중의 증가와 비슷하며, 다른 연구에서는 체중보다 복부비만이 더 빠르게 증가하고 있음을 보고하였다<sup>20,23)</sup>.

허리둘레는 복부비만의 대표적인 지표로서 비만의 진단에 유용하게 사용된다<sup>23~25)</sup>. 그러나 허리둘레는 청소년기의 사춘기 발현과 성장으로 인해 키와 체중, 지방세포의 분포 등이 변화하기 쉽고, 측정 방법과 비만의 기준이 표준화되어 있지 않아서 BMI보다 선별검사로써의 기능이 떨어진다고 한다. 또한 청년에서 허리둘레가 큰 경우는 보통 키가 크기 때문이지만 노인에서 허리둘레가 큰 경우는 복부비만이 있는 경우로 같은 허리둘레의 수치라도 나이에 따라 복부비만의 진단이 달라질 수 있으며, 또한 신장에 따라 달라질 수 있는데, 같은 허리둘레를 가진 사람이라 하더라도 키가 작은 사람은 키가 큰 사람에 비해 대사증후군의 위험성이 높다는 연구결과는 복부비만 진단에 있어 WHtR의 장점을 잘 설명할 수 있겠다<sup>26)</sup>.

BMI는 근육량이 높거나 작은 키의 경우는 정확한 평가가 어렵고 체지방의 분포를 잘 반영할 수 없어 복부비만을 선별할 수 없다는 단점이 있다<sup>9,10)</sup>. 성인에서 비만은 일반적으로 BMI 25 kg/m<sup>2</sup>나 표준체중의 120%이

상을 비만으로 정의하는 단일한 진단기준을 이용하지 만<sup>27)</sup>, 소아청소년에서는 인종에 따라 연령별, 성별 표준체중이나 BMI의 백분위수가 다르기 때문에 일괄적으로 적용하기가 어렵다. 또한 최근 연구결과에서 서양인에 비해 아시아인은 BMI와 WC가 모두 정상일지라도 체지방이 높다는 인종적 특성이 보고되었다<sup>28)</sup>.

WHtR은 복부비만의 지표인 WC를 체지방의 축적과 분포에 영향을 미치는 신장으로 나눈 것으로 비만이거나 대사증후군의 위험성을 지닌 사람에게 BMI보다 복부비만을 더 잘 반영하며 조기에 비만 관련된 합병증을 예측할 수 있다. 또한 성별, 연령, 인종과 상관없이 표준화된 수치를 사용하여 성별 연령별 참고치를 만들지 않아도 되는 경제적인 장점을 제시하였다<sup>29)</sup>. WHtR은 복부비만을 반영할 수 있으므로 BMI가 정상이어도 대사증후군의 위험도가 높은 사람을 선별할 수 있다는 장점이 있으며<sup>30~33)</sup> 최근에 성인뿐 아니라 소아청소년에서도 비만의 진단 및 심혈관계질환의 발생을 예측하는 데 허리둘레보다 더 유용하다는 연구결과가 있다<sup>12~14,34)</sup>.

본 연구에서는 대사증후군의 선별검사로서 BMI와 WHtR을 비교 분석하였으며 성별과 대사증후군의 요소별로 상관관계가 차이가 있었다. BMI는 여자의 경우 WHtR보다 대사증후군의 요소를 잘 반영하였다. 항목 중에서는 BMI가 높은 수축기 혈압을 WHtR보다 잘 반영하였고 WHtR은 지질의 이상을 BMI보다 더 잘 반영하였다. 그러나 전체 청소년(17~19세)을 대상으로 하였을 때 WHtR이 BMI보다 대사증후군의 각 요소들과 상관관계가 높음을 알 수 있었다. 그리고 WHtR은 정상 BMI이면서도 대사증후군의 위험성을 지닌 청소년(17~19세)을 선별할 수 있다는 장점을 지녔다는 것도 확인할 수 있었다(Table 4, 5). 정상 BMI이지만 WHtR의 기준으로 비만인 집단에서 이완기 혈압, 높은 중성지방의 항목에서 유의하게 높은 유병률의 결과를 얻었다(Table 4). 또한 남자의 경우 높은 중성지방의 항목에서, 여자의 경우는 높은 이완기 혈압과 높은 중성지방의 항목에서 의미 있게 교차비가 높은 것을 알 수 있었다(Table 5).

국내에서도 소아청소년과 성인을 대상으로 WHtR에 대한 연구가 진행되었다. 2005년 시행한 국민건강영양 조사를 바탕으로 심혈관계질환의 위험요소를 높이는 WHtR의 최적 절단 값이 남자에서 0.49~0.51, 여자에

서는 0.51~0.52이며, WC나 BMI에 비해 대사성 고위험군을 선별하기 위해 간편하고 유용한 지표라고 보고하였다<sup>10)</sup>. 또한 같은 해에 시행한 소아청소년 신체계측 조사를 바탕으로 비만군(BMI 95백분위수 이상)에 해당하는 최적 절단값을 산출하였는데 남자는 0.51, 여자는 0.49였다<sup>18)</sup>. 그러나 현재까지 국내의 소아청소년에서의 연구는 비만의 진단하기 위한 WHtR의 최적 절단점을 구한 연구였으며 WHtR과 대사증후군의 각 요소들과의 상관성을 분석하지 않았다.

그러므로 본 연구는 청소년(17~19세)의 대사증후군 진단에 있어 대사증후군의 위험요소에 대해 WHtR이 상관관계를 가졌다는 것을 처음으로 분석한 자료이며 정상인 BMI를 가진 청소년(17~19세)에서 대사증후군의 선별하는 데 있어 BMI보다 유용하다는 것을 제시하였다는 것에 의의를 가진다. 그러나 본 연구의 결과는 소아를 제외한 일부의 청소년(17~19세)에서 행해졌기 때문에 (1) 선택비뒤틀림(selective bias)이 작용하였을 가능성이 있고 (2) 표본집단의 수가 적어 대사증후군의 위험도를 높이는 WHtR의 표준화된 최적의 절단점을 구할 수 없었다.

그러므로 WHtR을 대사증후군의 선별검사로 유용하게 사용하려면 전 연령의 소아청소년을 대상으로 대사증후군을 선별하는 WHtR의 최적 절단값에 대한 연구와 BMI와의 비교 연구 등이 행해져야 할 것이다.

## 요 약

**목 적:** 본 연구는 청소년(17~19세)을 대상으로 BMI와 WHtR이 대사증후군의 각 위험 요소를 얼마나 반영하는지 상관성을 비교 분석함으로써 청소년(17~19세)에서 대사증후군의 선별검사로서 WHtR의 유용성을 연구하였다.

**방 법:** 2011년 A대학교병원 학생검진을 받은 청소년(17~19세)을 대상으로 하였으며 남자: 176명(18세: 13명, 19세: 163명), 여자가 378명(17세: 2명, 18세: 86명, 19세: 290명)으로 총 554명이었다. 학생검진 자료를 바탕으로 BMI, WHtR과 대사증후군의 위험요소들 간의 상관관계를 비교 분석하였다. 본 연구는 National Cholesterol Education Program Adult Treatment Panel III (NCEP-ATP III)을 변형한 진단기준을 사용하여 대사증후군을 진단하

였다. 연속형 자료는 평균과 표준편차를 제시하고, 군 간의 비교는 t-test를 실시하였다. BMI, WHtR의 지표들과 대사증후군의 각 위험 요소 간의 상관성을 알아보기 위해 피어슨 상관관계를 실시하였다. 또한 성별 · 연령별 정상 BMI를 가진 군에서 WHtR의 비만기준을 적용하여 비만인 군과 비만이 아닌 군으로 나누어 대사증후군의 요소 간 유병률의 차이를 비교하였다. 통계분석은 SPSS 12.0 for windows를 사용하였고 p값이 0.05 미만인 경우 통계적으로 유의하다고 분석하였다.

**결 과:** 본 연구에서는 대사증후군의 선별검사로써 BMI와 WHtR을 비교 분석하였으며 성별과 대사증후군의 요소 별로 상관관계가 차이가 있었다. 그러나 집단 전체의 청소년(17~19세)을 대상으로 하였을 때 BMI보다 WHtR이 대사증후군의 각 요소들과 상관관계가 높음을 알 수 있었다. 정상 BMI이지만 WHtR의 기준으로 비만인 집단에서 이완기 혈압, 높은 중성지방의 항목에서 유병률이 유의있게 높았다. 또한 남자의 경우 높은 중성지방의 항목에서, 여자의 경우 높은 이완기 혈압과 높은 중성지방의 항목에서 교차비가 높음을 알 수 있었다. 이 결과를 토대로 WHtR은 정상의 BMI이면서도 대사증후군의 위험성을 가진 청소년(17~19세)을 선별할 수 있다는 점을 확인할 수 있었다.

**결 론:** 청소년(17~19세)에서 대사증후군의 선별검사로써 WHtR은 BMI보다 대사증후군의 요소들을 더 잘 반영하며, 정상인 BMI를 가진 청소년(17~19세)에서 대사증후군의 선별하는데 있어 BMI보다 유용하였다. 또한 성별, 연령, 인종에 대해서 참고자료 없이 쓸 수 있는 간편하고 유용한 지표이다.

### 참 고 문 헌

- 1) Weiss R, Dziura J, Burgert TS, Tamborlane WV, Taksali SE, Yeckel CW, et al. Obesity and metabolic syndrome in children and adolescents. *N Engl J Med* 2004;350:2362-74.
- 2) Oh KW, 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.
- 3) Berenson GS, Srinivasan SR, Bao W, Newman WP 3rd, Tracy RE, Wattigney WA. Association between multiple cardiovascular risk factors and atherosclerosis in children and young adults. The Bogalusa Heart Study. *N Engl J Med* 1998;338:1650-6.
- 4) Alberti KGMM, Zimmet PZ, Shaw JE. The metabolic syndrome-a new world-wide definition from the International Diabetes Federation Consensus. *Lancet* 2005;366:1059-62.
- 5) Bao W, Srinivasan SR, Wattigney WA, Berenson GS. Persistence of multiple cardiovascular risk clustering related to syndrome X from childhood to young adulthood. *Arch Intern Med* 1994;154:1842-7.
- 6) Wilson PW, D'Agostino RB, Parise H, Sullivan L, Meigs JB. Metabolic syndrome as a precursor of cardiovascular disease and type 2 diabetes mellitus. *Circulation* 2005;112:3066-72.
- 7) Després JP, Prud'homme D, Pouliot MC, Tremblay A, Bouchard C. Estimation of deep abdominal adipose-tissue accumulation from simple anthropometric measurements in men. *Am J Clin Nutr* 1991;54:471-7.
- 8) Lee S, Bacha F, Gungor N, Arslanian SA. Waist circumference is an independent predictor of insulin resistance in black and white youths. *J Pediatr* 2006;148:188-94.
- 9) Han TS, van Leer EM, Seidell JC, Lean ME. Waist circumference/correlation levels in the identification of cardiovascular risk factors: prevalence study in a random sample. *BMJ* 1995;311:1401-5.
- 10) Park SH, Choi SJ, Lee KS, Park HY. Waist circumference and waist-to-height ratio as predictors of cardiovascular disease risk in Korean adults. *Circ J* 2009;73:1643-50.
- 11) Sung RY, Yu CC, Choi KC, McManus A, Li AM, Xu SL, et al. Waist circumference and body mass index in Chinese children: cutoff values for predicting cardiovascular risk factors. *Int J Obesity* 2007;31:550-8.
- 12) Weili Y, He B, Yao H, Dai J, Cui J, Ge D, et al. Waist-to-height ratio is an accurate and easier index for evaluating obesity in children and adolescents. *Obesity (Silver Spring)* 2007;15:748-52.
- 13) Hara M, Saitou E, Iwata F, Okada T, Harada K. Waist-to-height ratio is the best predictor of cardiovascular disease risk factors in Japanese school children. *J Atheroscler Thromb* 2002;9:127-32.
- 14) Ashwell M. Waist to height ratio and the Ashwell R shape chart could predict the health risks of obesity in adults and children in all ethnic groups. *Nutrition Food Science* 2005;35:359-64.
- 15) Korea Centers for Disease Control and Prevention, The Korean Pediatric Society, The Committee for the Development of Growth Standard for Korean Children and Adolescents. 2007 Korean Children and Adolescent national

- growth chart: Commentary. Seoul: Korea Centers for Disease Control and Prevention; 2007 [cited 2009 Feb 20]. Available from: <http://www.cdc.go.kr/KcdcHome.portal>.
- 16) Lee CG, Moon JS, Choi JM, Nam CM, Lee SY, Oh K, et al. Normative blood pressure references for Korean children and adolescents. *Korean J Pediatr* 2008;51:33-41.
  - 17) 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.
  - 18) Gil JH, Lee MN, Lee HA, Park HS, Seo JW. Usefulness of the waist circumference-to-height ratio in screening for obesity in Korean children and adolescents. *Korean J Pediatr Gastroenterol Nutr* 2010;13:180-92.
  - 19) Morrison JA, Friedman LA, Gray-McGuire C. Metabolic syndrome in childhood predicts adult cardiovascular disease 25 years later: the Princeton Lipid Research Clinic Follow up Study. *Pediatrics* 2007;120:340-5.
  - 20) Moreno LA, Pineda I, Rodriguez G, Fleta J, Sarria A, Bueno M. Waist circumference for the screening of the metabolic syndrome in children. *Acta Paediatr* 2002;91:1307-12.
  - 21) McCarthy HD, Ellis SM, Cole TJ. Central overweight and obesity in British youth aged 11-16 years: cross-sectional surveys of waist circumference. *BMJ* 2003;326:624.
  - 22) McCarthy HD, Ashwell M. A study of central fatness using waist-to-height ratios in UK Children and adolescents over two decades supports the simple message. *Int J Obes* 2006;30:988-92.
  - 23) Moreno LA, Sarria A, Fleta J, Marcos A, Bueno M. Secular trends in waist Circumference In Spanish adolescents, 1995 to 2000-02. *Arch Dis Child* 2005;90:818-9.
  - 24) Maffei C, Pietrobelli A, Grezzani A, Provera S, Tatò L. Waist circumference and cardiovascular risk factors in prepubertal children. *Obes Res* 2001;9:179-87.
  - 25) Revenga-Frauca J, González-Gil EM, Bueno-Lozano G, De Miguel-Etayo P, Velasco-Martínez P, Rey-López JP, et al. Abdominal fat and metabolic risk in obese children and adolescents. *J Physiol Biochem* 2009;65:415-20.
  - 26) Hsieh SD, Yoshinaga H. Do people with similar waist circumference share similar health risks irrespective of height? *Tohoku J Exp Med* 1999;188:55-60.
  - 27) Inoue S, Zimmet P, Caterson I, Chunming C, Ikeda Y, Kim YS, et al. The Asia-Pacific Perspective: Redefining Obesity and its Treatment. The International Diabetes Institute, 2000. Available from: URL//[http://www.diabets.com.au/pdf/obesity\\_report.pdf](http://www.diabets.com.au/pdf/obesity_report.pdf)
  - 28) Chang CJ, Wu CH, Chang CS, Yao WJ, Yang YC, Wu JS, et al. Low body mass index but high percent body fat in Taiwanese subjects: Implications of obesity cutoffs. *Int J Obes Relat Metab Disord* 2003;27:253-9.
  - 29) Ashwell M, Hsieh SD. Six reasons why the waist to-height ratio is a rapid and effective global indicator for health risks of obesity and how its use could simplify the international public health message on obesity. *Int J Food Sci Nutr* 2005;56:303-7.
  - 30) Ashwell M. The Ashwell Shape Chart-a public health approach to the metabolic risks of obesity. *Int J Obes Relat Metab Disord* 1998;22(3 Suppl):S213.
  - 31) Ashwell M, Lejeune S, McPherson K. Ratio of waist circumference to height may be better indicator of need for weight management. *BMJ* 1996;312:377.
  - 32) Hsieh SD, Yoshinaga H, Muto T, Sakurai Y, Kosaka K. Health risks among Japanese men with moderate body mass index. *Int J Obes Relat Metab Disord* 2000;24:358-62.
  - 33) Kahn HS, Imperatore G, Cheng JY. A population based comparison of BMI percentiles and waist-to height ratio for identifying cardiovascular risk in youth. *J Pediatr* 2005;146:482-8.
  - 34) Savva SC, Tornaritis M, Savva ME, Kourides Y, Panagi A, Silikiotou N, et al. Waist circumference and waist-to-height ratio are better predictors of cardiovascular disease risk factors in children than body mass index. *Int J Obes Relat Metab Disord* 2000;24:1453-8.