

한국 소아 청소년 남아에서 복부 지방 분포 측정의 임상적 의의

울산대학교 의과대학 서울아산소아청소년병원 소아청소년과학교실, *서울아산병원 가정의학과,
†충청북도청 보건위생과 건강증진팀

이연주 · 김경모 · 오석희 · 박혜순* · 명준표†

Clinical Significance of Abdominal Fat Distribution in Korean Male Children and Adolescents

Yeoun Joo Lee, M.D., Kyung Mo Kim, M.D., Seak Hee Oh, M.D.,
Hye Soon Park M.D.* and Jun Pyo Myong, M.D.†

Department of Pediatrics, Asan Medical Center Children's Hospital, University of Ulsan Medical School, *Department of Family Medicine, Asan Medical Center, University of Ulsan Medical School, Seoul, †Team of Health Promotion, Division of Health and Sanitation, Chungcheongbuk-do Provincial Government, Cheongju, Korea

Purpose: Visceral adipose tissue may be strongly linked to increased metabolic risks in adults. However, because little is known regarding the effect of visceral adipose tissue in children and adolescents, we performed this study to determine the association between abdominal fat distribution and metabolic risk factors in this population.

Methods: One hundred one children and adolescents (78 males and 23 females; mean age, 10.8±2.4 years) were enrolled. The anthropometric data and metabolic risk factors were evaluated. The abdominal fat distribution was assessed according to the CT measurement. Age-adjusted, partial correlations were performed among the visceral adipose fat area (VFA), subcutaneous adipose fat area (SFA), metabolic risk factors, and anthropometrics.

Results: The SFA increased more rapidly than the VFA with advancing years in both genders. In males, the VFA and SFA were positively correlated with anthropometrics. The VFA was correlated with low HDL-cholesterol and the SFA was correlated with diastolic blood pressure (DBP). However, there was no statistical significance between the VFA, SFA, anthropometrics, and other metabolic risk factors. The VFA and SFA were strongly linked to a number of metabolic risk factors, such as other anthropometrics.

Conclusion: This study investigated how a low HDL-C was correlated with VFA and how a high DBP was associated with SFA in Korean male children and adolescents. Our results suggest that the correlation between the VFA, SFA, and metabolic risk factors was relatively weak compared to that reported in previous adult studies. (*Korean J Pediatr Gastroenterol Nutr* 2010; 13: 172~179)

Key Words: Obesity, Children, Adolescents, Abdominal fat, Visceral fat, Subcutaneous fat, Metabolic syndrome

접수 : 2010년 8월 6일, 수정 : 2010년 8월 10일, 승인 : 2010년 9월 8일

책임저자 : 김경모, 서울시 송파구 풍납동 388-1, 울산대학교 서울아산소아청소년병원 소아청소년과

Tel: 02-3010-3380, Fax: 02-473-3725, E-mail: kmkim@amc.seoul.kr

서 론

비만의 유병률은 전 세계적으로 급속도로 증가하는 추세이며¹⁾, 비만의 합병증뿐 아니라 비만 자체가 질병으로 인식 되고 있다. 국내에서도 소아 청소년의 과체중과 비만의 유병률이 증가하는 추세이며, 소아의 과체중이 청소년기의 과체중과 비만으로 이행하는 것으로 보고하였다²⁾. 또한 소아에서부터 체중 증가가 많을수록 성인기의 심혈관계 질환의 위험이 높아진다고 코호트 연구에서 보고되었다³⁾. 그만큼 소아의 비만을 관리하고 연령에 맞게 적절한 체중을 유지하는 것은 무척 중요하다. 이에 최근 미국 예방진료 특별 위원회(US Preventive Service Task Force, USPSTF)에서는 6세 이상의 모든 소아 청소년에서 임상 의사가 체질량지수로 비만을 선별하여, 조기에 다각적으로 개입하여 관리할 수 있도록 권고하고 있다⁴⁾.

복부 비만은 제2형 당뇨의 가장 중요한 요소로 인지되고 있으며, 복부 비만이 인슐린 저항성의 독립적인 예측 인자라고 보고되면서⁵⁾, 소아 청소년에서도 대사 증후군의 기본 전제 기준으로 허리둘레를 포함시키는 것으로 변화하는 추세이다⁶⁾.

하지만 한국 소아 청소년에서의 대사 증후군에 대한 연구⁷⁾를 살펴보면 1998년, 2001년, 2005년에 이르면서 대사 증후군의 빈도는 각각 2.2%, 3.6%에서 1.8%로 상승 추세가 둔화되었으나 오히려 허리둘레는 남아에서 7.3%, 13.8%, 13.6%, 여아에서 11.8%, 11.3%, 11.6%로 같거나 증가하는 추세로 나타났다. 허리둘레 측정의 중요성이 대두되는 한편 소아 청소년기에도 일률적인 허리둘레 측정만으로는 대사 증후군을 설명하기에 부족할 가능성이 있다.

내장 지방은 아디포카인(adipokine), 혈관 활성 물질, 성장 인자(growth factors) 등을 분비하여 심혈관계 위험을 높이고 대사 질환을 유발시키는 장기의 일종이라고 생각되고 있다⁸⁾. 일반적으로 내장 지방은 나이가 증가함에 따라 증가하는 것으로 알려져 있어 노인층에 있어 내장 지방과 대사 증후군이나 심혈관계 위험 요소들에 대한 연구는 활발히 진행되어 오고 있다⁹⁾. 복부 내장 지방의 양이 체질량 지수를 비롯한 다른 신체계측지표보다 대사 증후군에 더 유의한 위험 요소라는 일본의

대규모 연구를¹⁰⁾ 바탕으로 한국 소아 청소년에서의 복부 비만의 의의를 알아보고자 하였다. 복부 비만 중에서 내장 지방과 피하 지방의 양이 대사 증후군의 위험 요소와 다른 신체계측 인자들과 어떠한 상관관계를 가지는지 파악하고자 본 연구를 시행하였다.

대상 및 방법

1. 대상

2003년 6월부터 2006년 5월까지 비만을 주소로 소아 청소년 비만 클리닉을 방문한 소아 청소년 중 환자나 보호자가 동의하여 전산화 단층 촬영으로 복부 지방 측정을 시행한 환자를 대상으로 하였다. 만성 질환을 앓고 있는 환자나 고혈압, 당뇨병이나 고지혈증을 진단받아 투약을 하고 있는 환자는 연구에서 제외하였다.

2. 신체 계측과 혈압의 측정

신장과 체중은 가벼운 실내복을 착용한 상태에서 자동 신장 측정기로 소수점 한 자리까지 측정하였다. 측정된 신장과 체중으로 체중(kg)을 신장(m)의 제곱 값으로 나누어 체질량지수(body mass index, BMI)를 계산하였다. 2007년 한국 소아 청소년 성장 도표의 L, M, S값을 이용하여 신장별 체중과 체질량지수의 Z값을 계산하였다^{11,12)}. 허리둘레는 상의를 올린 직립 자세에서 양측 장골능선과 늑골의 하단의 중심부를 측정하였다. 혈압은 10분 이상 안정을 취한 뒤 전자식 혈압계로 측정하였으며 정상이 아니었을 경우 다시 10분간 안정한 후 측정 하여 낮은 수치를 채택하였다. 신장별 체중과 체질량지수의 Z값이 1 이상일 경우 과체중의 위험이 높다고 보았고, 2 이상일 경우 과체중, 3 이상일 경우 비만으로 보았다¹¹⁾. 혈압은 수축기나 이완기 혈압이 성별, 연령대비 95% 이상일 경우 고혈압으로 진단하였다.

3. 혈액 검사

12시간 이상 공복 상태에서 총 콜레스테롤(total cholesterol, TC), 중성 지방(triglyceride, TG), 고밀도 지단백질 콜레스테롤(high density lipoprotein cholesterol, HDL-C), aspartate aminotransferase (ALT), alanine aminotransferase (ALT), 공복 혈당, 공복 인슐린, 당화 혈색

소(Hemoglobin A1c, Hb A1c)를 측정하였다. 총 콜레스테롤과 중성지방, HDL-C을 이용하여 저밀도 지단백질 콜레스테롤(low density lipoprotein cholesterol, LDL-C)을 계산하였다. 인슐린 저항성을 대변하는 지표인 homeostasis model assessment (HOMA-IR)를 공복 혈당 (mg/dL)과 공복 인슐린(uIU/mL)을 곱한 값을 405로 나누어 계산하였고, 수치가 높을수록 인슐린 저항성이 크다고 평가하였다¹³⁾. AST나 ALT 수치가 40 IU/L 이상으로 측정된 환자에서는 간염을 일으키는 다른 원인에 대한 혈액 검사와 지방간 여부를 보기 위하여 간 초음파 검사를 함께 시행하였다.

4. 대사 증후군

Weiss 등¹⁴⁾이 2004년도에 보고한 정의에 따라 대사 증후군을 평가하였다. 연령과 성별 대비한 체질량지수가 97% 초과하거나 Z값이 2.0 초과한 경우, 중성 지방이 95 백분위수 초과한 경우, HDL-C이 5백분위수 미만인 경우, 수축기나 이완기 혈압이 95 백분위수를 초과하는 경우, 내당 불내성과 인슐린 저항성이 존재하는 경우 중 3가지 이상을 만족하는 경우 대사 증후군이 존재한다고 진단하였다¹⁴⁾. 내당 불내성은 공복 혈당이 100 mg/dL 이상으로 측정된 경우로 보았고, 공복 혈당이 100 미만이라도 HOMA-IR 수치가 15 이상으로 의미 있게 높은 경우는 위험 요소로 포함시켰다. 대사 증후군의 유무와 대사 증후군의 위험 요소의 개수를 평가하였다.

5. 복부 지방의 측정

복부 지방의 측정은 전산화 단층 촬영을 이용하여 배꼽 위치에서 촬영하였다. 지방을 포함한 구역을 구분짓기 위하여 이미지에서 -195에서 -45 Hounsfield units (HU)을 채택하고, 복부 근육을 선택하여 내부의 내장 지방과 외부의 피하 지방을 구분하였다. 총 복부 지방 면적과 내장 지방 면적을 측정하고, 이 값의 차를 피하 지방 면적으로 계산하였다. 측정된 내장 지방 면적 (Visceral adipose fat area, VFA)을 피하 지방 면적 (Subcutaneous adipose fat area, SFA)으로 나누어 내장 지방 대 피하 지방의 비율(VFA/SFA ratio, V/S ratio)을 계산하였다.

6. 통계학적 분석

자료의 분석은 SPSS 15.0 (SPSS Inc., IL, USA)를 이용하였다. 자료들은 평균±표준편차나 중앙값으로 제시하였다. 남아와 여아로 나누어 기술 통계를 각각 계산하였고, 독립 t 검정과 Mann-Whitney u검정을 통하여 두 군 간의 차이를 분석하였다. 허리둘레, 중성 지방, HOMA-IR, VFA, SFA는 로그 변환을 통해 정규 분포화하였다. 정규 분포를 이루는 군에 대하여 내장 지방 면적이나 피하 지방 면적, 신체 계측을 통한 지표와 대사 증후군의 위험 요소들에 대한 상관성을 연령을 보정한 편상관분석과 회기분석을 통해 검증하였다. 각 통계에서는 p값이 0.05 미만인 것을 통계학적으로 의의가 있는 것으로 분석하였다.

결 과

1. 대상군의 신체 계측과 혈압의 분석

총 101명의 소아 청소년이 검사를 시행하였고, 남아가 78명(77.2%), 여아가 23명(22.8%)이었다. 5.3세에서 17.4세까지 연령 분포를 보였으며 전체 집단의 평균 연령은 10.8±2.4세였으며 남자는 11.0±2.4세, 여자는 10.6±2.3세로 연령대는 거의 동일하였다. 10세 미만이 남아 23명, 여아 11명으로 전체의 33.7%에 해당하였다.

3명(3.8%)의 남아가 체질량지수의 Z값이 각각 0.76, 0.98, 0.99으로 과체중과 비만의 범주에 해당하지 않았고, Z값이 1 이상 2 미만인 과체중 위험군이 남아 33명(42.3%), 여아 7명(30.4%), 2 이상 3 미만인 과체중군이 남아 36명(46.2%), 여아 15명(65.2%), 3 이상인 비만군이 남아 6명(7.7%), 여아 1명(4.3%)이었다.

신장별 체중과 체질량지수의 Z값은 여아에서 각각 2.11±0.54와 2.16±0.51로 남아의 1.94±0.62와 2.10±0.58보다 컸으나, 허리둘레는 남아에서 더 유의하게 크게 측정되었다. 이 외에도 키, 몸무게, 체질량지수 모두 남아 집단 사이에 통계적인 유의성은 없었다(Table 1).

자료가 누락된 2명을 제외한 76명의 남아 중 30명(39.5%)과 여아 23명 중 10명(43.5%)에서 수축기나 이완기 혈압이 성별, 연령대비 95백분위수 이상으로 측정되었다.

Table 1. Clinical Characteristics, Plasma Biochemistry and Radiologic Assessment of the VFA and SFA Volume of the Participants

	Male (n=78)	Female (n=23)
Age (years)	10.9±2.4	10.6±2.3
Height (cm)	148.8±21.0	144.6±14.2
Weight (kg)	64.0±19.0	55.5±18.5
Weight for height z-score	1.94±0.62	2.11±0.54
Body mass index (kg/m ²)	27.7±4.2	25.7±4.0
Body mass index z-score	2.10±0.58	2.16±0.51
Waist circumference* (cm)	87.9 [†] (82.9, 96.0) (n=68)	80.0 [†] (73.8, 90.3) (n=21)
Systolic blood pressure (mmHg)	120.2±12.1 (n=76)	118.1±11.4
Diastolic blood pressure (mmHg)	71.8±8.4 (n=76)	73.3±7.9
Total cholesterol (mg/dL)	172.0±31.8	171.2±28.2
Triglyceride* (mg/dL)	108 (87,136)	96 (72,140)
HDL cholesterol (mg/dL)	50.0±11.4	49.1±10.6
LDL cholesterol (mg/dL)	97.8±28.0	97.4±20.4
Aspartate transaminase (IU/L)	50.4±32.4	51.7±62.1
Alanine transaminases (IU/L)	71.8±69.9	60.4±98.0
Fasting glucose (mg/dL)	93.5±26.4	88.0±7.8
Fasting insulin (uIU/mL)	19.4±18.6	17.2±12.1 (n=22)
HOMA-IR* [†]	3.35 (2.10, 4.70)	2.80 (1.70, 5.55) (n=22)
Hb A1c (%)	5.8±1.3 (n=66)	5.6±0.3 (n=21)
VFA* (cm ³)	74.5 [†] (60.1, 93.7)	66.1 [†] (43.8, 69.9)
SFA* (cm ³)	255.2 (222.4, 323.2)	226.6 (172.4, 316.9)
VFA/SFA ratio	0.29±0.12	0.27±0.10
Metabolic syndrome (%)	22.4 (17/76)	17.4 (4/23)

Data are presented as mean±SD or *Median (25th, 75th percentiles) when appropriate, [†] $p < 0.05$, [†]HOMA-IR=fasting insulin (uIU/mL)×fasting glucose (mg/dL)/405, VFA: visceral adipose fat area, SFA: subcutaneous adipose fat area.

2. 혈액 검사

중성지방은 36명(46.2%)의 남아와 10명(43.5%)의 여아에서 연령과 성별 대비 95 백분위수를 초과하는 것으로 나타났다. HDL-C은 남아 4명(5.2%)과 여아 1명(4.3%)에서 연령과 성별 대비 5백분위수 미만으로 측정되었다. AST와 ALT가 모두 정상인 환아는 총 101명

중 47명에 불과하였다. AST 혹은 ALT가 정상보다 높았던 54명(63.4%, 남아 46명, 여아 8명)은 AST보다 ALT가 높은 경향을 띄었고, 모두 추가적인 혈액 검사상 간염을 일으킬 다른 원인은 밝혀지지 않았으며 6명을 제외한 88.9%의 환아에서 초음파상 지방간이 확인되었다.

남아에서 13명, 여아에서 1명이 공복 혈당이 100 mg/dL 이상으로 측정되었고, 한 명의 남아가 공복 혈당이 126 mg/dL 이상이었다. 체질량지수 Z값이 2.23이었던 남아 한 명은 공복 혈당이 291 mg/dL, Hb A1c가 13.1%로 측정되어 제2형 당뇨병으로 진단 받았다. 공복 인슐린은 남아에서 19.4±18.6 uIU/mL, 여아에서 17.2±12.1 uIU/mL로 측정되었으며, 남아 78명 중 37명(47.4%), 여아에서 자료가 누락된 1명을 제외한 22명 중 8명(36.4%)이 15.0 uIU/mL 이상으로 측정되었다. HOMA-IR은 남아에서 중앙 값 3.35, 여아에서 2.8으로 측정되었고, 남아에서 4명이 15 이상으로 고도로 높게 측정되었다. 그 외 혈액 검사는 모두 성별 간 유의한 차이가 없었다.

3. 대사 증후군

자료가 누락된 2명을 제외한 99명 중 21명인 21.2%가 대사 증후군에 해당하였고, 남아가 76명 중 17명(22.4%), 여아가 4명(17.4%)이었다. 대사 이상 증후군의 위험 요소를 하나도 가지고 있지 않은 사람은 남아 12명(15.8%), 여아 4명(17.4%)에 불과하였다.

4. 복부 지방의 측정

내장 지방은 남아에서 유의하게 많은 것으로 조사되었다($p=0.002$). 피하 지방과 V/S 비는 남아에서 높았지만 통계적 유의성은 없었다. 전체 지방의 양은 나이가 들수록, 체중이 증가할수록 증가하였다. 남아에서 연령이 증가할수록 피하 지방($r=0.300$, $p=0.008$)의 증가 폭이 내장 지방($r=0.233$, $p=0.04$)에 비해 더 컸다(Fig. 1).

남아에서 내장 지방과 피하 지방은 체중, 신장별 체중의 Z 값, 체질량지수, 체질량지수의 Z값, 허리둘레와 유의하게 연관성을 보이는 것으로 나타났다(Table 2). 하지만 내장 지방과 피하 지방의 양은 서로 유의한 상관성이 없는 것으로 나타났다.

내장 지방의 양이 많아질수록 HDL-C이 유의하게 낮은 것으로 나타났다($p < 0.001$) (Fig. 2). 피하 지방은 이

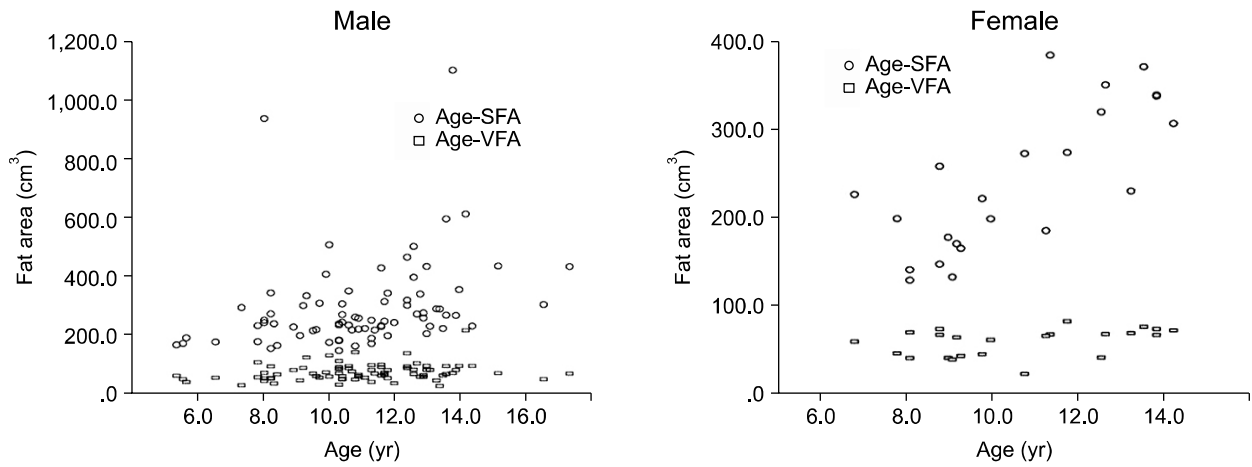


Fig. 1. Scatter plots showed the visceral fat area (VFA) and subcutaneous fat area (SFA) according to age and gender (left, male right, female). The SFA increased more rapidly compared to the VFA with advancing years in both genders.

Table 2. Partial Correlations Adjusted for Age between the VFA, SFA and Anthropometrics

	Male (n=78)	
	logVFA	logSFA
Weight	0.40 [†]	0.64 [‡]
Weight for height z-score	0.27*	0.62 [‡]
Body mass index	0.37 [†]	0.68 [‡]
Body mass index z-score	0.29*	0.67 [‡]
logWC (n=68)	0.51 [†]	0.66 [‡]
logVFA		0.20
logSFA	0.20	

*p<0.05, [†]p<0.01, [‡]p<0.001, WC: waist circumference.

완기 혈압과 양의 상관관계를 보였다(p=0.003). 대사 증후군의 위험 요소의 수가 많아질수록 내장 및 피하 지방의 양, 체중, 체질량지수, 허리둘레를 비롯한 모든 지표가 유의하게 증가하는 것으로 나타났다. 하지만, 어느 한 지표도 각각 위험 요소 모두를 설명하지는 못하였다(Table 3). HOMA-IR는 허리둘레와 내장 지방과 비교적 높은 상관계수를 보였으나 통계적으로 유의하지는 않았고, 그 외 모든 지표와 유의한 연관성은 없었다.

여아 23명은 대상 수가 적어 정규 분포를 이루지 않아 통계에서 제외하였다.

고 찰

본 연구에서 내장 지방은 낮은 수치의 HDL-C과 유

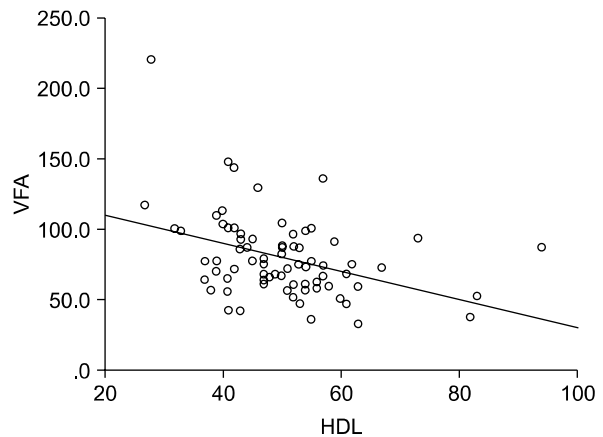


Fig. 2. Scatter plots showed a negative linear association between the visceral fat area (VFA) and HDL-cholesterol. Age-adjusted multivariate regression model identified R² as 0.322 and p-value as <0.001 between logVFA and HDL-cholesterol.

의한 상관성을 보였으며 그 반영 정도는 다른 신체 측정 지표들에 비해 뚜렷한 것으로 생각되었다. 반면 피하 지방은 높은 이완기 혈압만을 반영하였고, HDL-C은 피하 지방과는 뚜렷한 연관 관계가 없는 것으로 나타났다. 또한 대사 증후군의 위험 요소들의 수는 내장 지방과 피하 지방의 양과 모두 각각 밀접한 관련이 있는 것으로 나타났다. 하지만 중성지방, HOMA-IR 과 내장 및 피하 지방은 뚜렷한 연관성이 없었다.

많은 연구가 내장 지방이 피하 지방에 비해 대사 질환의 위험과 더 밀접한 관련이 있다고 보고 있고, 내장

Table 3. Partial Correlations Adjusted for Age between Radiologic Assessment of the VFA, SFA, Anthropometric Data and Metabolic Risk Factors in 66 Males*

	logVFA	logSFA	V/S ratio	Weight	Weight for height z-score	BMI	BMI z-score	logWC
SBP	0.20	0.23	0.02	0.08	0.23	0.19	0.25 [†]	0.18
DBP	0.19	0.37 [†]	-0.10	0.18	0.27 [†]	0.26 [†]	0.28 [†]	0.27 [†]
logTG	0.24	0.23	0.04	0.26 [†]	0.25 [†]	0.27 [†]	0.25 [†]	0.26 [†]
HDL-C	-0.49 [§]	-0.17	-0.33 [†]	-0.25 [†]	-0.11	-0.19	-0.13	-0.18
logHOMA-IR	0.21	0.17	0.08	0.16	0.16	0.20	0.16	0.22
Numbers of metabolic risk factors	0.38 [†]	0.43 [§]	-0.01 [§]	0.49 [§]	0.59 [§]	0.58 [§]	0.59 [§]	0.48 [§]

*Twelve patients were excluded lack of WC and blood pressure data, [†] $p < 0.05$, [‡] $p < 0.01$, [§] $p < 0.001$, ^{||}Metabolic risk factors include BMI above the 97th percentile (z-score, 2.0 or more), a triglyceride level above the 95th percentile, an HDL cholesterol level below the 5th percentile, systolic or diastolic blood pressure above the 95th percentile, and impaired glucose tolerance, WC: waist circumference, SBP: systolic blood pressure, DBP: diastolic blood pressure, TG: triglyceride, HDL-C: high density lipoprotein cholesterol.

지방의 대사 산물들이 직접적으로 문맥을 통해 유입되기 때문일 것이라 추측하기도 한다¹⁵⁾. 하지만 최근에 나오는 보고들 중에는 문맥의 대부분의 유리 지방산들과 아디포카인(adipokine)은 피하 지방에서 유래하며, 전신 순환에서 내장 순환을 통해 문맥으로 유입된다는 보고가 있어¹⁶⁾ 피하 지방의 중요성 또한 언급되고 있다. 아직도 내장 지방과 피하 지방의 대사 증후군에의 영향에 대한 연구는 아직 논란의 여지가 있는 상태이다.

특히 성인과 체내 지방의 분포가 다를 것으로 추측되는 소아 청소년에서의 연구는 과거에 다양한 결과를 도출하기도 하였으나^{17,18)}, 평균 연령 14~15세의 175명의 한국 청소년에서 시행한 연구에 따르면 내장 지방은 혈압과 중성지방, HDL-C, 공복 인슐린과 HOMA-IR와 독립적인 연관성을 띄고, 피하 지방은 수축기 혈압과 공복 인슐린과 유의한 연관성을 띄어¹⁹⁾ 성인에서의 연구들과 유사한 결론을 도출하기도 하였다^{9,10)}. 인슐린 저항성은 인슐린에 대한 관용(tolerance)을 잃으며 점차 제2형 당뇨병으로 진행되는 질환이므로²⁰⁾, 같은 내장 지방의 비율을 가지더라도 연령이 증가하면서 대사 증후군의 위험 요소들과의 상관관계가 뚜렷해 질 것이라 추측할 수 있다. 본 연구는 대상 환자의 평균 연령이 10.9세로 다른 연구들에 비해 어렸기 때문에 저자들은 이러한 일반적인 경향과 차이를 보이는 것으로 평가하였다.

또한 본 연구는 연령이 증가함에 따라 체지방의 절대

량은 증가하였으나, 피하 지방의 증가에 비하여 내장 지방의 상승의 폭은 오히려 적은 것으로 나타났다. 이는 연령이 증가할수록 내장 지방의 비율이 증가하였던 Fox 등²¹⁾이 발표한 영국에서의 자료와는 상반되는 결론이다. 한국 성인에서 비만 관련 질환의 위험이 증가하는 허리둘레를 남아에서 74.2 cm, 그에 대응하는 내장 지방의 양을 114.3 cm³로 제시한 바 있다²²⁾. 본 연구에서의 남아의 평균 허리둘레는 87.9 cm로 성인에서 제시한 기준값보다 컸으나 그에 대응하는 내장 지방의 양은 74.5 cm³로 소아 청소년이 성인보다 내장 지방의 비율이 적음을 알 수 있다. 인종별로 체지방의 분포에 현저한 차이가 있을 수 있으며, 비만한 한국 소아 청소년이 청년층으로 이행하면서 내장 지방이 급격히 증가할 가능성이 있다는 것을 나타낸다. 대규모의 선행 연구와 연령, 성별과 인종을 감안한 메타분석이 필요할 것으로 생각한다.

복부 지방의 분포를 측정하는 데 사용할 수 있는 방법으로 CT와 자기공명영상(MRI), 초음파, 이중에너지 방사선 흡수계측법(dual-energy x-ray absorptiometry, DEXA) 등이 있고⁸⁾, 생체전기저항 측정법(bioelectrical impedance analysis, BIA)을 통한 간접적인 방법이 있다²³⁾. DEXA나 BIA에 비하여 CT를 통해 복부 시상 단면을 얻어 계측하는 방법이 가장 직접적으로 지방의 양을 계측할 수 있고 재현성이 좋아 표준으로 널리 쓰이고 있다. 실제 본 연구에서 노출의 방사선의 양은 단순 흉부

방사선 촬영의 평균 3~6배 정도에 불과하였을 것으로 추측하고 있으나, 방사선 노출의 우려 없이 보다 덜 침습적인 초음파나 CT와 유사한 정도의 재현성을 보이는 MRI를 이용한 측정에 대한 연구도 활발히 진행 중이므로^{24,25)}, 추후 연구를 통해 장기간의 추적 관찰이 가능한 보다 편리한 방안을 모색하여야 하겠다.

본 연구는 비만의 정도를 체질량지수의 Z-값을 모두 이용하여 평가해 보았고, 연령을 보정한 체질량지수와 체질량지수의 Z-값은 유사한 변화를 보였다. 체질량지수 표에서 89백분위수 표준정규분포값은 1.227 Z-값에 해당한다¹¹⁾. 체질량지수의 백분위를 이용하여 비만을 간편하고 무난하게 평가할 수 있다고 생각되지만¹¹⁾, 비만을 추적관찰 할 경우 95백분위수 이상에서 더 세분화하기 힘들어 변화의 정도를 관찰하기에는 Z-값이 더 용이할 것으로 생각한다.

대상의 수가 적어 여아에서 정규 분포를 이루지 못하여 제거하고 남아로만 분석하여 성별의 차이를 분석하지 못한 한계가 있다²⁶⁾. 또한 소아에서는 사춘기를 기준으로 체내의 지방 분포가 달라질 것이라 추측할 수 있으므로 추후에 Tanner stage를 적용하여 개개인의 사춘기의 단계를 파악하여 사춘기 전후의 차이를 분석해 보는 것도 의미가 있을 것이다.

결론적으로, 평균 연령 10.9세의 한국 남아에서 내장 지방은 낮은 수치의 HDL-C과, 피하 지방은 높은 이완기 혈압과 각각 유의한 연관성을 보였다. 신체 계측을 통한 어떤 지표도 대사 증후군의 위험 요소들을 모두 대변해 주지는 못했다. 남아의 내장 지방은 성인에 비해 대사 증후군의 위험 요소와 상관성이 낮았다. 모든 비만한 남아에서 일괄적으로 복부 지방의 분포를 측정하는 것은 임상적 유용성이 떨어질 것으로 생각한다. CT를 통한 복부 지방의 측정은 비만한 남아 중 체질량지수와 허리둘레 등의 계측을 통해 상태를 파악하여, 필요한 환자에서만 선별적으로 시행하여야 할 것으로 생각한다.

요 약

목 적: 성인에서 내장 지방은 대사 이상의 위험 요소와 밀접한 상관성이 있다고 알려져 있으나 소아 청소년 연령에서의 연구는 미흡하다. 소아 청소년에서의 복부

지방의 분포와 대사 이상의 위험 요소간에 상관성을 연구하고자 하였다.

방 법: 78명의 남아와 23명의 여아를 포함한 101명의 소아 청소년(평균 연령 10.8±2.4세)을 대상으로 연구를 시행하였다. 신체 계측과 대사 증후군의 위험 요소에 대한 분석을 개별 환자에서 시행하였고, 복부 전산화 단층 촬영을 통해 내장 지방과 피하 지방의 양을 측정하였다. 연령을 보정한 편 상관 분석을 통해 내장 지방, 피하 지방의 양, 신체 계측 지표와 대사 이상의 위험 요소 간의 상관관계를 분석하였다.

결 과: 남아와 여아 모두에서 피하 지방이 나이가 들어감에 따라서 내장 지방보다 급격히 증가하는 것을 확인할 수 있었다. 남아에서 내장 지방과 피하 지방은 신체 계측 지표와는 유의한 상관성을 보였고, 내장 지방은 낮은 수치의 HDL-C과 피하 지방은 높은 이완기 혈압과 유의한 연관성을 보였으나. 남아에서 내장 지방과 피하 지방, 신체 계측 지표는 모두 대사 이상의 위험 요소의 수와 밀접한 관계가 있는 것으로 나타났다.

결 론: 남아에서 내장 지방은 낮은 수치의 HDL-C과, 피하 지방은 높은 이완기 혈압과 유의한 상관성을 나타내었으나 성인에서의 기존 연구에 비해 본 연구는 다른 대사 이상의 위험 요소들에 대한 상관성이 떨어지는 것으로 나타났다.

참 고 문 헌

- 1) Ogden CL, Carroll MD, Curtin LR, McDowell MA, Tabak CJ, Flegal KM. Prevalence of overweight and obesity in the United States, 1999-2004. *JAMA* 2006;295:1549-55.
- 2) 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.
- 3) Sinaiko AR, Donahue RP, Jacobs DR Jr, Prineas RJ. Relation of weight and rate of increase in weight during childhood and adolescence to body size, blood pressure, fasting insulin, and lipids in young adults. The Minneapolis Children's Blood Pressure Study. *Circulation* 1999;99:1471-6.
- 4) Barton M. Screening for obesity in children and adolescents: US Preventive Services Task Force recommendation statement. *Pediatrics* 2010;125:361-7.

- 5) 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.
- 6) 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.
- 7) Park MJ, Boston BA, Oh M, Jee SH. Prevalence and trends of metabolic syndrome among Korean adolescents: from the Korean NHANES survey, 1998~2005. *J Pediatr* 2009;155:529-34.
- 8) Wajchenberg BL. Subcutaneous and visceral adipose tissue: their relation to the metabolic syndrome. *Endocr Rev* 2000;21:697-738.
- 9) Fox CS, Massaro JM, Hoffmann U, Pou KM, Maurovich-Horvat P, Liu CY, et al. Abdominal visceral and subcutaneous adipose tissue compartments: association with metabolic risk factors in the Framingham Heart Study. *Circulation* 2007;116:39-48.
- 10) Matsushita Y, Nakagawa T, Yamamoto S, Takahashi Y, Yokoyama T, Noda M, et al. Associations of visceral and subcutaneous fat areas with the prevalence of metabolic risk factor clustering in 6292 Japanese individuals: the Hitachi Health Study. *Diabetes Care* 2010 May 11. [Epub ahead of print] doi:10.2337/dc10-0120.
- 11) Moon JS, Lee SY, Nam CM, Choi JM, Choe BK, Seo JW, et al. 2007 Korean National Growth Charts: review of developmental process and an outlook. *Korean J Pediatr* 2008;51:1-25.
- 12) Cole TJ, Green PJ. Smoothing reference centile curves: the LMS method and penalized likelihood. *Stat Med* 1992;11:1305-19.
- 13) Matthews DR, Hosker JP, Rudenski AS, Naylor BA, Treacher DF, Turner RC. Homeostasis model assessment: insulin resistance and beta-cell function from fasting plasma glucose and insulin concentrations in man. *Diabetologia* 1985;28:412-9.
- 14) 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.
- 15) Bjorntorp P. "Portal" adipose tissue as a generator of risk factors for cardiovascular disease and diabetes. *Arteriosclerosis* 1990;10:493-6.
- 16) Fontana L, Eagon JC, Trujillo ME, Scherer PE, Klein S. Visceral fat adipokine secretion is associated with systemic inflammation in obese humans. *Diabetes* 2007;56:1010-3.
- 17) Caprio S, Hyman LD, McCarthy S, Lange R, Bronson M, Tamborlane WV. Fat distribution and cardiovascular risk factors in obese adolescent girls: importance of the intraabdominal fat depot. *Am J Clin Nutr* 1996;64:12-7.
- 18) Suliga E. Visceral adipose tissue in children and adolescents: a review. *Nutr Res Rev* 2009;22:137-47.
- 19) Kim JA, Park HS. Association of abdominal fat distribution and cardiometabolic risk factors among obese Korean adolescents. *Diabetes Metab* 2008;34:126-30.
- 20) Kahn SE, Hull RL, Utzschneider KM. Mechanisms linking obesity to insulin resistance and type 2 diabetes. *Nature* 2006;444:840-6.
- 21) Fox KR, Peters DM, Sharpe P, Bell M. Assessment of abdominal fat development in young adolescents using magnetic resonance imaging. *Int J Obes Relat Metab Disord* 2000;24:1653-9.
- 22) Kim JA, Ju SY, Yum KS. Cut-off value of visceral fat area at risk of obesity-related disorders in Korean adult population. *Korean J Fam Med* 2006;27:208-14.
- 23) Jackson AS, Pollock ML, Graves JE, Mahar MT. Reliability and validity of bioelectrical impedance in determining body composition. *J Appl Physiol* 1988;64:529-34.
- 24) Kullberg J, Brandberg J, Angelhed JE, Frimmel H, Bergelin E, Strid L, et al. Whole-body adipose tissue analysis: comparison of MRI, CT and dual energy X-ray absorptiometry. *Br J Radiol* 2009;82:123-30.
- 25) Stolk RP, Wink O, Zelissen PM, Meijer R, van Gils AP, Grobbee DE. Validity and reproducibility of ultrasonography for the measurement of intra-abdominal adipose tissue. *Int J Obes Relat Metab Disord* 2001;25:1346-51.
- 26) Blouin K, Boivin A, Tchernof A. Androgens and body fat distribution. *J Steroid Biochem Mol Biol* 2008;108:272-80.