

소아 복부비만 진단을 위한 복부 전산화 단층 촬영의 유용성과 여러 지표와의 상관성 연구

이화여자대학교 의과대학 소아과학교실, 진단방사선과학교실*

심윤희 · 조수진 · 유정현* · 홍영미

The Usefulness of the Abdominal Computerized Tomography for the Diagnosis of Childhood Obesity and Its Correlation with Various Parameters of Obesity

Yoon Hee Shim, M.D., Su Jin Cho, M.D., Jung Hyun Rhyu, M.D.* and Young Mi Hong, M.D.

Departments of Pediatrics and Diagnostic Radiology,
College of Medicine, Ewha Womans University, Seoul, Korea*

Purpose : Abdominal obesity is encountered as a risk factor for cardiovascular diseases. However, the anthropometric cut-off value to estimate the cardiovascular risk, has not been suggested. This study was designed to find the relationship between the abdominal fat and various parameters of obesity to find the cardiovascular risk factors related to abdominal obesity and to establish practical methods to measure them.

Methods : Twenty seven obese Korean adolescents of moderate to severe degree and 22 healthy adolescents were enrolled. The body mass index(BMI), arm circumference and skinfold thickness were measured. Furthermore, blood lipid, sugar, insulin and four different cytokines' levels were checked and the distribution of body composition was measured by bioelectrical impedance analysis. The subcutaneous and intra-abdominal fat thickness by abdominal ultrasonography(US) and the total and intra-abdominal fat area by abdominal computerized tomography(CT) were measured in the obese group.

Results : The most accurate method to measure abdominal fat in children is abdominal CT and the fat mass measured by bioelectrical impedance was strongly correlated with it($r=0.954$). It was also correlated with arm circumference, fat thickness measured by abdominal US, BMI, aspartate aminotransferase(AST), alanine aminotransferase(ALT) and triglyceride level.

Conclusion : Abdominal CT is the most accurate method to measure intra-abdominal fat, and it can be replaced by abdominal US for cost effectiveness. The screening methods that can be used at school or in outpatient basis include bioelectrical impedance, waist/hip ratio, and arm circumference. The cardiovascular risk factors include leptin, triglyceride and insulin level. (**Korean J Pediatr 2005; 48:1082-1089**)

Key Words : Obesity, Abdominal CT, Abdominal US, Bioelectrical impedance

서 론

비만은 최근 급격한 속도로 증가하고 있어 세계적인 건강 문

본 논문은 2003년 제53차 대한소아과학회 추계학술대회에서 발표된 논문임.

접수 : 2005년 3월 22일, 승인 : 2005년 5월 4일

책임저자 : 홍영미, 이화여자대학교 의과대학 동대문병원 소아과

Correspondence : Young Mi Hong, M.D.

Tel : 02)760-5427 Fax : 02)745-9545

E-mail : hongym@chollian.net

제로 대두되고 있다. 소아에서의 비만 유병률도 지난 30년 동안 3배 이상 증가하여 이들이 자라 성인이 된 이후의 당뇨병, 고혈압과 심혈관계 질환 등의 유병률에 영향을 미칠 것으로 보인다.

특히 전체적인 비만보다 복부 비만이 인슐린 저항성 및 고인슐린혈증, 지질 이상, 고혈압 및 심혈관계 질환의 더 강한 예측인자라고 생각되고 있다¹⁾. 이러한 이유로 동맥경화증으로 진행되는 것을 예측하기 위해 내장 지방을 측정하는 것이 중요하다는 것이 인식되기 시작하였다. 비만은 이미 소아 시기부터 시작되기 때문에 복부 비만 및 동반된 다른 위험 인자들을 조기에

발견하여 치료하는 것이 중요하다. 복부 비만을 쉽게 측정하는 지표로 허리/둔부 비와 허리둘레 등이 사용되고 있으나, 재현성이 낮고 지방량을 직접적으로 측정할 수 없다는 단점이 있다. 1990년 Armellini²⁾가 복부 지방량을 직접 측정하는 다른 방법으로 초음파의 사용을 제시한 이후, 복부 CT와 초음파 사이의 상관성에 대한 연구가 진행되어 왔다³⁾. 내장 지방을 비교적 정확하게 직접적으로 측정할 수 있는 방법으로 복부 전산화 단층촬영이 있으나, 임상적으로 사용하기에는 제한점이 많다. 초음파로 측정된 내장-피하 지방비는 CT로 측정한 값과 매우 높은 상관성이 있음이 보고되고 있다^{4,5)}. 아직 복부 비만에서 초음파나 CT에 의한 cut-off 치가 정해지지 않아서 복부 비만을 진단하는데 문제점이 제시되고 있다.

본 연구에서는 복부 전산화 단층촬영과 초음파를 이용하여 복부 지방을 측정하고, 여러 비만 지표들과의 상관관계를 살펴봄으로써 임상적으로 사용하기에 적합한 복부 비만의 지표들을 제시하고, 복부 비만의 합병증으로 초래되는 심혈관계 질환의 위험인자를 알아보려고 하였다.

대상 및 방법

1. 대상

중등도 이상 비만한 청소년 27명과 정상 청소년 22명을 대상으로 검사를 실시하였다. 대상 학생 및 부모들에게 학교 담당자를 통하여 검사의 목적과 방법을 설명하고 동의를 구하였다. 비만의 중증도는 비만 지수를 기준으로 하였는데, 신장별 체중 50 백분위수를 표준체중으로 하여(1999년 대한소아과학회 측정 한국소아의 표준 발육치⁶⁾ 기준), 비만도 20% 이상을 비만으로 정의하였으며, 비만도 30% 이상인 경우를 중등도 이상 비만으로 정의하였다.

2. 방법

1) 체중, 신장, 체질량 지수(body mass index), 비만 지수(obesity index)

위 학생들을 대상으로 신장과 체중을 측정하여 체질량 지수와 비만 지수를 구하였다. 비만 지수는 신장별 체중 50 백분위수를 표준 체중으로 하여(1999년 대한소아과학회 측정 한국소아의 표준 발육치⁶⁾ 기준), 비만도 30% 이상인 경우를 중등도 비만, 50% 이상을 고도 비만으로 정의하였다.

2) 상완 둘레, 피부 두께(skinfold thickness)

상완 둘레는 좌측 상완의 중간 부위에서 줄자를 이용하여 소수점 한 자리까지 측정하였다. 피부 두께는 상완배부(triceps)에서 측정하였는데, 좌측 상완 신축 중간 부위, 즉 견갑골의 견봉(acromion)과 주두와(olecranon)의 중간에서 Lange caliper를 사용하여 동일한 숙련자가 3회씩 측정하였다.

3) 혈중 지질, 혈당, 인슐린, 사이토카인, 인슐린 저항 지수

12시간 공복 상태에서 혈중 지질 - 총 콜레스테롤, 중성지방,

고밀도 지단백(high density lipoprotein, HDL) 콜레스테롤, 저밀도 지단백(low density lipoprotein, LDL) 콜레스테롤 및 혈당, 인슐린, 4가지 사이토카인-leptin, interleukin-6(IL-6), tumor necrosis factor- α (TNF- α), adiponectin을 측정하였다. 인슐린 저항 지수는 homeostasis model assessment-estimated insulin resistance(HOMA-IR)에 따라 다음의 공식으로 계산하였다.

$$(\text{공복혈당(mM)} \times \text{공복 혈장 인슐린}(\mu\text{U/mL})) / 22.5^{7)}$$

4) 생체전기 저항(bioelectrical impedance)

생체전기 저항은 Inbody[®] 3.0을 사용하였으며, 이를 이용하여 체지방량(fat mass), 체지방률(fat percent), 복부지방률(abdominal fat percent) 등을 측정하였다.

5) 복부 초음파, 복부 전산화 단층 촬영을 이용한 복부 지방 측정

복부 초음파는 Acouson XP128(CA, USA)을 이용하여 배꼽 부위에서 피하지방 두께와 복강 내 지방 두께를 측정하였다. 피하지방 측정은 횡단면으로 피부 하방부터 복강근 전방까지를, 복강 내 지방은 복강근 후면부터 복부 대동맥 전방 벽까지로 측정하였다(Fig. 1A, 1B). 복부 전산화 단층 촬영은 Light speed plus(GE, USA)를 이용하여 환자를 양와위로 눕힌 상태에서 4째와 5째 요추 사이 추간관 부위에서 스캔하였다. 이때 얻은 복부 횡단 스캔에서 컴퓨터를 이용하여 전체 지방 면적을 측정하고, 이 중 피하지방의 면적을 감산하여 복강 내 지방 면적을 계산하였다(Fig. 2A, 2B).

3. 통계 방법

모든 값은 평균±표준편차로 나타내었다. 각 군들간의 통계학적인 유의성은 Student's t-test로 검정하였으며, 통계적 유의수준은 $P < 0.05$ 로 하였다. 각 비만 지표들 사이의 상관성은 SPSS Windows version 11.5를 이용하였으며, 상관분석 및 선형 회귀분석법을 사용하였다.

결 과

1. 신체 측정

비만군은 대조군에 비하여 몸무게(86.2 ± 10.2 kg, 55.4 ± 3.9 kg), 체질량 지수(30.6 ± 2.6 kg/m², 20.1 ± 0.3 kg/m²) 및 비만지수(147 ± 12 , 117 ± 10), 피하지방 두께(26.1 ± 6.2 mm, 20.4 ± 6.8 mm)와 상완 둘레(35.0 ± 3.1 cm, 24.7 ± 3.7 cm)가 의미있게 더 컸다(Table 1).

2. 생체전기 저항

비만군은 대조군에 비하여 생체전기 저항을 이용한 체지방 측정에서 체지방량(30.1 ± 6.1 kg, 12.2 ± 2.0 kg), 체지방률($33.9 \pm 5.8\%$, $22.6 \pm 2.5\%$), 복부지방률(0.91 ± 0.04 , 0.80 ± 0.02)이 의미있게 더 높았다(Table 2).

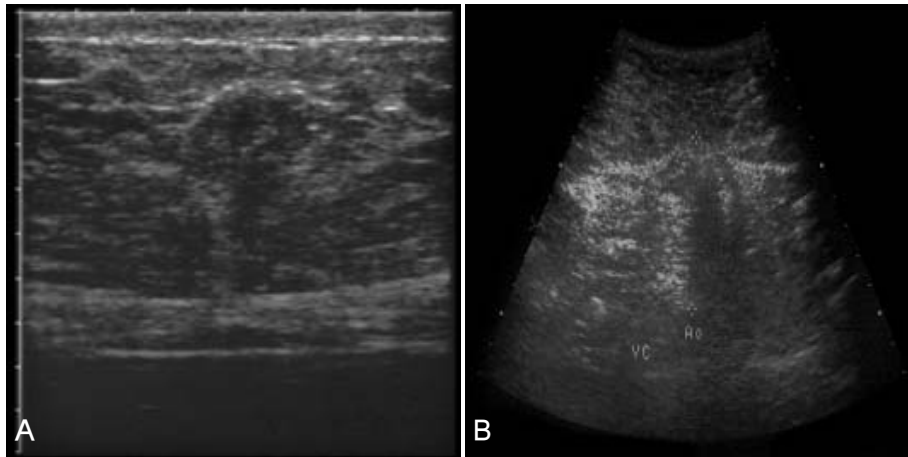


Fig. 1. Abdominal ultrasonographic measurement of (A) subcutaneous and (B) intra-abdominal fat thickness.

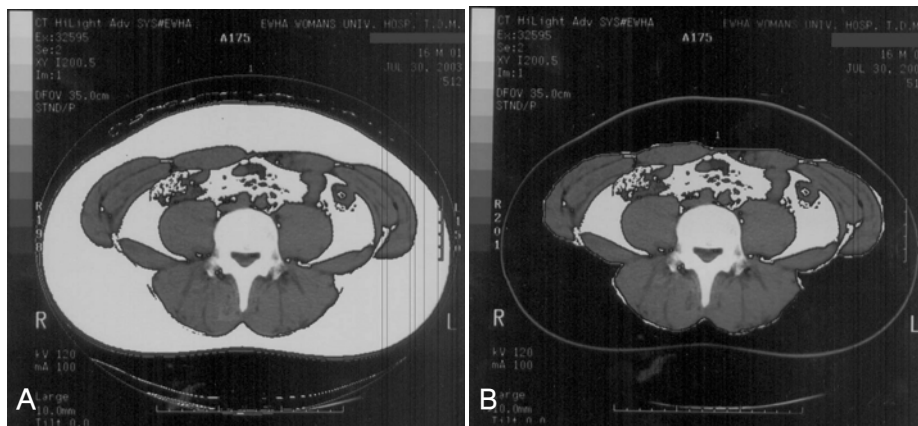


Fig. 2. Abdominal computerized tomographic measurement of (A) total and (B) intra-abdominal fat area.

Table 1. Anthropometric Data of the Control and the Obese Groups

Parameters	Control group	Obese group
Age(years)	15.4±0.5	15.5±0.5
Sex(M/F)	10/12	7/16
Weight(kg)	55.4±3.9	86.2±10.2*
Height(cm)	166.1±6.7	166.8±5.8
BMI(kg/m ²)	20.1±0.3	30.6±2.6*
Obesity index	117±10	147±12*
Skinfold thickness(mm)	20.4±6.8	26.1±6.2*
Arm circumference(cm)	24.7±3.7	35.0±3.1*

*P<0.05

3. 혈중 지질

비만군은 대조군에 비하여 혈중 총콜레스테롤(192.5±29.8 mg/dL, 176.9±0.1 mg/dL), 중성 지방(139.2±29.8 mg/dL,

Table 2. Bioelectrical Impedance Analysis of the Control and the Obese Groups

Parameters	Control group	Obese group
Fat mass(kg)	12.2±2.0	30.1±6.1*
Fat percent(%)	22.6±2.5	33.9±5.8*
Abominal fat percent	0.80±0.02	0.91±0.04*
Protein(kg)	0.19±1.0	0.16±0.01*
Mineral(kg)	2.4±0.1	2.4±0.1

*P<0.05

101.6±44.9 mg/dL), LDL 콜레스테롤(116.9±28.2 mg/dL, 98.7 ±21.9 mg/dL)이 의미있게 더 높았으며, HDL 콜레스테롤(47.7 ±8.8 mg/dL, 59.0±15.5 mg/dL)은 의미있게 더 낮았다(Table 3).

Table 3. Lipid Profiles of the Control and the Obese Groups

Parameters	Control group	Obese group
Cholesterol(mg/dL)	176.9±0.1	192.5±29.8*
Triglyceride(mg/dL)	101.6±44.9	139.2±29.8*
HDL cholesterol(mg/dL)	59.0±15.5	47.7±8.8*
LDL cholesterol(mg/dL)	98.7±21.9	116.9±28.2*

*P<0.05

Table 4. Fasting Sugar, Insulin, Insulin Resistance Index of the Control and the Obese Groups

Parameters	Control group	Obese group
Fasting sugar(mg/dL)	63.3±15.3	91.3±6.9*
Insulin(μU/mL)	8.7±4.3	13.1±7.4*
Insulin resistance index	27.9±14.2	53.2±27.0*

*P<0.05

4. 혈당, 인슐린, 및 인슐린 저항 지수

비만군은 대조군에 비하여 공복시 혈당(91.3±6.9 mg/dL, 63.3±15.3 mg/dL), 인슐린(13.1±7.4 μU/mL, 8.7±4.3 μU/mL), 및 인슐린 저항 지수(53.2±27.0, 27.9±14.2)가 의미있게 더 높았다(Table 4).

5. 사이토카인

비만군은 대조군에 비하여 adiponectin(3,468.7±2,408.6 ng/mL, 4,909.4±1,379.4 ng/mL)이 의미있게 더 낮았고, TNF-α (7.0±0.9 pg/mL, 6.5±1.0 pg/mL)와 leptin(11.9±8.5 ng/mL, 6.3±3.7 ng/mL)은 의미있게 더 높았으며, IL-6는 두 군 사이에 유의한 차이가 없었다(Table 5).

6. 복부 초음파 검사

비만군에서 배꼽 부위에서 복부 초음파로 측정된 피하지방 두께는 평균 35.8±7.2 mm였으며, 복강 내 지방 두께는 평균 38.2±12.4 mm였다(Table 6).

7. 복부 전산화 단층 촬영

비만군에서 제 4-5 요추 부위에서 복부 전산화 단층 촬영으로 측정된 총 복부지방의 면적은 평균 38,411.7±9,119.7 mm², 피하지방 면적은 31,906.2±8,045.0 mm², 복강 내 지방 면적은 6,558.3±1,720.0 mm²였다(Table 6).

8. 복부 전산화 단층 촬영과 여러 비만지수와의 상관성

복부 전산화 단층 촬영으로 측정된 총 복부지방 면적과 생체 전기 저항을 이용한 체지방량 사이에 강한 양의 상관관계가 있었으며(Fig. 3A, r=0.95, P<0.05), 인슐린 농도(r=0.5, P<0.05) 및 인슐린 저항 지수(r=0.48, P<0.05) 사이에도 유의한 양의 상관관계가 있었다(Fig. 3B, 3C).

Table 5. Serum Levels of Adiponectin, IL-6, TNF-α and Leptin of the Control and the Obese Groups

Parameters	Control group	Obese group
Adiponectin(ng/mL)	4,909.4±1,379.4	3,468.7±2,408.6*
IL-6(pg/mL)	1.3±1.3	1.6±1.4
TNF-α (pg/mL)	6.5±1.0	7.0±0.9*
Leptin(ng/mL)	6.3±3.7	11.9±8.5*

*P<0.05

IL : interleukin, TNF : tumor necrosis factor

Table 6. Abdominal US and CT Measurements in Obese Group

Parameters	Fat thickness by US (mm)	Fat area by CT (mm ²)
Total abdominal		8,411.7±9,119.7
Subcutaneous	35.8±7.2	31,906.2±8,045.0
Intra-abdominal	38.2±12.4	6,558.3±1,720.0

US : ultrasonography, CT : computerized tomography

복부 전산화 단층촬영으로 측정된 복강 내 지방 면적과 상완 둘레(r=0.86, P<0.05) 및 생체 전기 저항으로 측정된 복부지방량(r=0.76, P<0.05) 사이에 강한 양의 상관관계가 있었다(Fig. 4A, 4B). 복부 전산화 단층촬영으로 측정된 복강 내 지방 면적과 복부 초음파로 측정된 피하지방 두께(Fig. 4C, r=0.74, P<0.05) 및 복강 내 지방 두께(Fig. 4D, r=0.63, P<0.05), 체질량 지수(Fig. 4E, r=0.66, P<0.05), 중성 지방 농도(Fig. 4F, r=0.51, P<0.05) 사이에도 유의한 양의 상관관계가 있었다.

고 찰

비만은 최근 급격한 속도로 증가하고 있으며, 이와 관계된 합병증이 성인과 소아 모두에게서 증가하고 있다. 비만은 특히 고혈압, 고지혈증 및 혈관 질환을 악화시킬 수 있는 인슐린 저항성과 제 2형 당뇨병 뿐만 아니라 여러 가지 심혈관계 질환을 일으킬 수 있다^{8,9}. 이러한 질환들과의 연관성이 점차 밝혀지면서 미국 심장학회는 비만을 심혈관계 질환을 발생시키는 변화 가능한 위험 인자로 발표하였다¹⁰. 특히 복부에 지방의 분포가 많을수록 위험 인자가 밀집될 확률이 많아져 인슐린 저항 증후군-비만, 인슐린 저항성 및 고인슐린혈증, 중성지방의 증가, HDL 콜레스테롤의 감소, 고혈압이 증가하며, 심혈관계 질환의 위험이 높아진다¹¹⁻¹³.

이러한 인슐린 저항 증후군과 관계된 병태생리학적 기전에는 비만과 고인슐린혈증이 관련되어 있으며, 이미 소아 시기부터 시작되어, 제 2형 당뇨병의 발생율이 급속도로 증가하고 있다¹⁴⁻¹⁶. 그러나 이는 인슐린 저항 증후군의 다른 요소들과의 상승 효과로 일어날 심혈관계 질환 발생의 병산의 일각에 지나지 않는다^{9, 17, 18}.

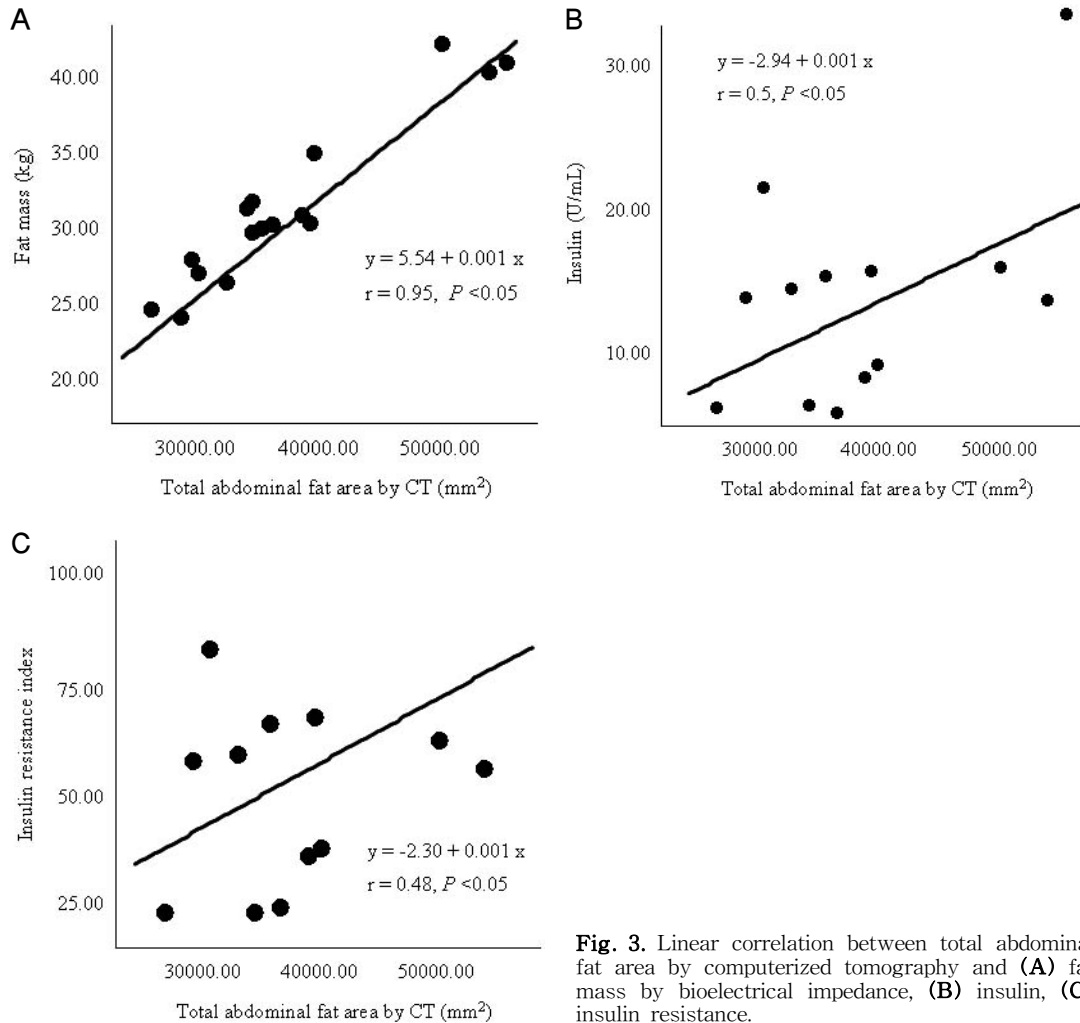


Fig. 3. Linear correlation between total abdominal fat area by computerized tomography and (A) fat mass by bioelectrical impedance, (B) insulin, (C) insulin resistance.

비만이 심혈관계 질환을 일으키는 기전은 여러 가지로 설명된다. 복부 지방의 분해가 유리 지방산을 증가시키고 인슐린 저항과 고인슐린혈증을 일으킨다. 고인슐린혈증은 교감신경계의 활성을 증가시키고 신장에서 나트륨의 재흡수를 촉진시켜 혈압을 증가시킨다^{19, 20}.

고인슐린혈증은 지질 대사에도 영향을 미쳐, 초 저밀도 지단백(very low density lipoprotein, VLDL)의 합성을 증가시키고, 말초 조직에서 lipoprotein lipase에 대한 인슐린 저항으로 혈중 중성지방과 LDL 콜레스테롤 수치를 증가시키며, apolipoprotein A1/HDL 콜레스테롤의 분해를 증가시켜 HDL 콜레스테롤 수치를 감소시킨다^{21, 22}.

복부 지방이 신장 조직을 눌러 renin-angiotensin 계의 활성을 증가시키고 나트륨의 재흡수를 증가시켜 고혈압을 일으킨다는 보고도 있다^{19, 21}. Faria 등¹⁹은 혈압과 여러 비만지표들과의 상관성 연구에서 혈압과 관계된 유일한 지표는 복부 지방량이며, 인슐린 수치나 전신적인 지방량과는 관계가 없다고 하여 복부 지방의 신장에 대한 압박의 중요성을 주장하였다.

복부 지방은 호르몬, 사이토카인 등을 분비하는 신경내분비학적인 역할도 담당한다. 이 분비 물질들은 leptin, TNF- α , IL-6 등을 포함하는데, 이러한 사이토카인들의 부적절한 분비가 복부 비만과 연관된 심혈관계 질환의 증가에 중요한 역할을 하는 것으로 생각된다. TNF- α 와 IL-6는 혈관 내피 세포에서 케모카인과 부착 물질의 발현을 증가시켜 탐식 세포와 백혈구를 혈관 내벽에 축적시키고, 동맥경화의 발생을 증가시킨다. 그리고 장기적으로는 인슐린 저항과 동반된 혈당과 지질 대사 이상이 이러한 만성 내피 세포 기능 장애에 의한 혈관 손상을 악화시켜 심혈관계 질환의 발생을 증가시키게 된다^{23, 24}. 본 연구에서 adiponectin은 비만 청소년에서 유의하게 낮았고, TNF- α 와 leptin은 유의하게 높았다.

비만의 정도를 평가하는 여러 지표 중 체질량 지수는 전체적인 비만의 대략적인 지표로서는 유용하지만, 체지방과 근육의 질량을 구분하지 못하며, 좁은 범위의 전체 지방량 내에서 다양한 복부 지방량을 나타내지 못한다. Ribeiro-Filho 등²⁵도 체질량 지수가 복부 지방보다는 피하 지방과 상관성이 더 높아 지방 조

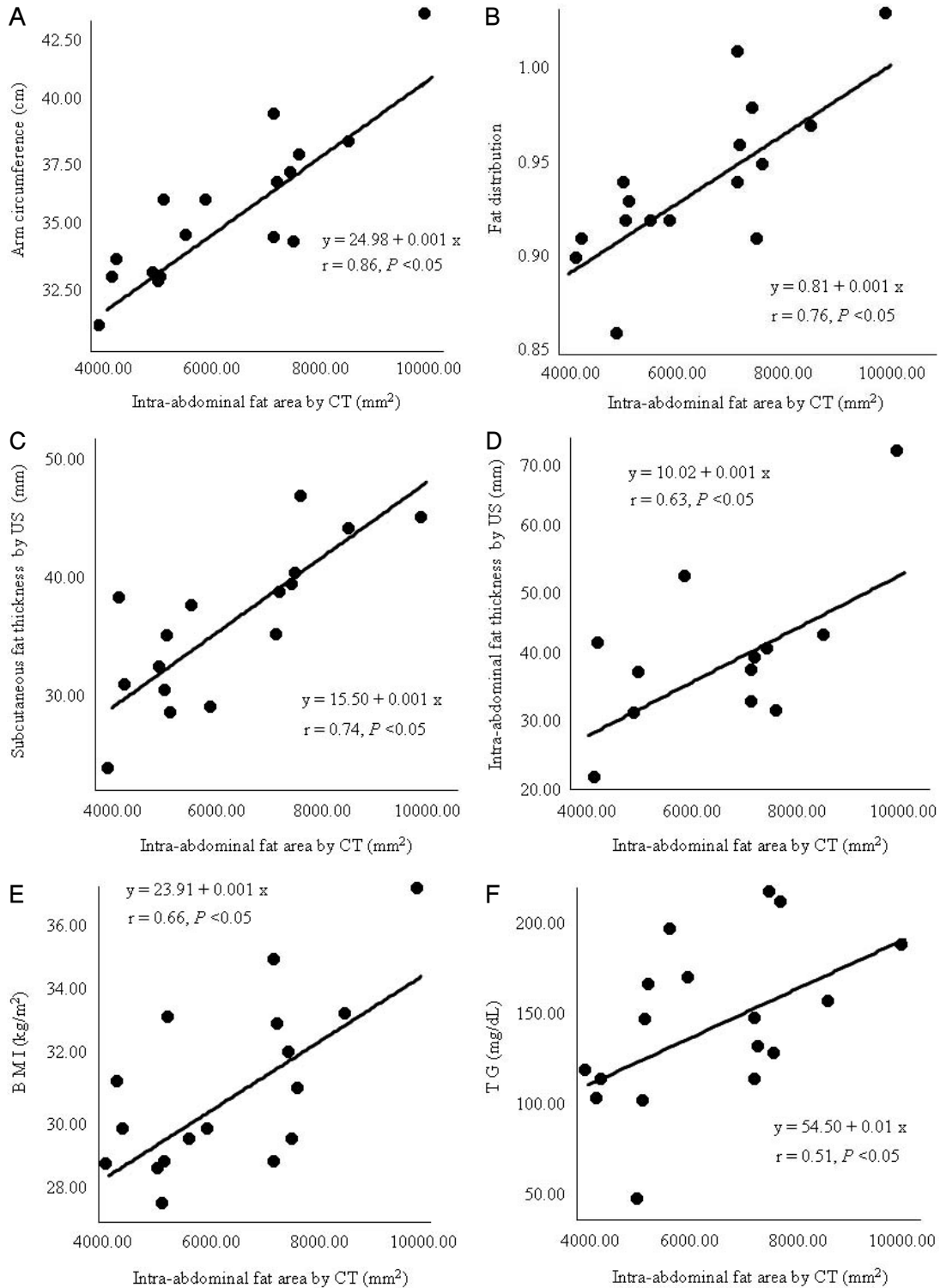


Fig. 4. Linear correlation between intra-abdominal fat area by computerized tomography and (A) arm circumference, (B) fat distribution by bioelectrical impedance, (C) subcutaneous fat thickness by ultrasonography, (D) intra-abdominal fat thickness by ultrasonography, (E) body mass index, (F) triglyceride.

직의 분포를 나타내는 데는 부정확하다고 하였다. 이는 허리 둘레의 경우에서도 사실이지만, 신체계측적인 검사법 중에서는 복부 지방량과 가장 상관성이 높으므로, 허리/둔부 비 혹은 허리둘레가 비만의 성질을 더 잘 반영한다고 생각할 수 있다^{1, 26)}.

1990년 Armellini²⁾가 복부 지방량을 직접 측정하는 다른 방법으로 초음파의 사용을 제시한 이후, 복부 CT와 초음파 사이의 상관성에 대한 연구가 진행되어 왔다. 복부 CT는 내장 지방을 정확하게 직접적으로 측정하면서 재현성이 높은 방법으로 인식되고 있으나^{27, 28)}, 경비가 비싸며, 방사선 조사의 위험이 있어 임상적으로 사용하기에는 부적합하다. 이러한 제한 때문에 체내 지방의 분포를 평가하는 다른 방법들이 이용되고 있다.

복부 초음파는 피하 지방이나 내장 지방을 평가할 수 있는 가장 특이한 방법으로 알려져 있고, CT보다는 가격이 저렴하고, 비침습적이며, 재현성이 높은 장점 때문에 복부 지방을 측정하는 방법으로 복부 초음파를 이용하는 것이 더 실용적일 것으로 생각한다²⁸⁾. 또한, 비만에서 체중 감량, 내장 지방의 변화와 이와 관련된 위험 요소를 감시하는데 CT보다 유용할 수 있을 것으로 생각한다. 본 연구에서도 복부 CT와 초음파 사이의 상관성이 높았으며($r=0.63, P<0.05$), 복부 CT로 측정된 총 지방 면적과 생체 전기 저항법으로 측정된 체지방량이 유의한 상관관계($r=0.954$)가 있었다. 또한, 복부 CT로 측정된 복강 내 지방 면적은 상완둘레, 생체 전기 저항법으로 측정된 복부 지방량, 초음파로 측정된 복강 내 지방 두께 및 피하 지방 두께, 체질량 지수, 중성 지방 등과 상관성이 높았다.

이에 비추어 볼 때, 생체 전기 저항법이 왜냐나 학교 신체검사에서 복부 비만의 정도를 평가하는 가장 좋은 대체 방법이며, 이의 진단적 가치는 복부 초음파 검사, 상완 둘레, 체질량 지수, 허리/둔부 비 측정 등으로 극대화될 수 있다. 또한, 소아 성인병의 심혈관 위험 예측 지표로 공복시 leptin, 중성지방, 인슐린 농도 등을 사용할 수 있다. 이러한 방법으로 비만이 조기에 진단되면 인슐린 저항 증후군 및 심혈관계 질환의 위험성을 평가하고 더 적극적인 예방 및 치료를 할 수 있을 것이다.

본 연구의 제한점은 정상 대조군에서 복부 초음파 및 복부 전산화 단층촬영을 실시하지 못했다는 것이다. 현재까지 심혈관계 질환 발생의 위험이 높아지는 복부 비만의 기준으로 복부 CT에서 내장/피하지방 비 0.4 및 복부 초음파에서 내장/피하지방 비 2.5가 제시되고는 있으나(특이도 75%, 민감도 55%)²⁸⁾, 민감도가 낮고 인종에 따라 체내 지방의 분포가 달라 임상적으로 이용하기 위해서는 복부 초음파 및 CT의 cut off 치를 정하기 위한 광범위한 전향적인 역학 연구가 이루어져야 한다.

요 약

목적 : 복부 비만은 고혈압, 인슐린 저항, 고인슐린혈증, 당뇨, 고지혈증과 같은 많은 심혈관계 질환의 위험 요인으로 제시되고 있다. 복부 비만을 측정하는 지표로 허리/둔부 비와 허리둘레가 사용되고 있으나, 관상동맥 질환의 예측인자로 복부 비만의 측정학적 cut-off 수치가 소아에서는 아직 제시되지 못하고 있다. 복부 전산화 단층촬영과 초음파를 이용하여 복부 지방을 측정하고, 여러 비만 지표들과의 상관관계를 연구함으로써 복부 비만의 합

병증으로 조래되는 심혈관계 질환의 위험인자 평가 방법을 알아보고자 본 연구를 실시하였다.

방법 : 비만한 청소년 27명과 나이와 성별이 대등한 정상 체중을 가진 청소년 22명을 대상으로 하여 체질량 지수와 비만 지수, 상완둘레 및 삼각근에서 피부 두께를 비교하였다. 또한, 12시간 공복 상태에서 혈중 지질 및 혈당, 인슐린, 4가지 사이토카인을 측정하고, 인슐린 저항 지수를 구하였으며, 생체 전기저항법을 이용하여 체지방량, 체지방률, 복부지방률을 측정하여 비교하였다. 비만군에서는 복부 초음파로 배꼽부위 피하지방 두께와 복강 내 지방 두께를 측정하고, 복부 전산화 단층 촬영으로 얻은 횡단면 스캔에서 전체 지방 면적을 구하였고, 이 중 피하지방의 면적을 감산하여 복강 내 지방 면적을 구하였다.

결과 : 소아에서 복부 CT로 측정된 총 지방 면적과 생체 전기 저항법으로 측정된 총지방량과 상관성이 매우 높았다($r=0.954, P<0.05$). 복부 CT에서 측정된 복강 내 지방 면적은 상완둘레, 복부비만율, 초음파로 측정된 복부 내 지방 깊이 및 피하 지방량, 체질량 지수, 중성지방 등과 상관성이 높았다.

결론 : 복부 CT는 복강 내 지방을 측정하는 가장 정확한 방법이지만 임상적으로 유용하지 못하므로, CT와 상관성이 높은 복부 초음파로 대체할 수 있다. 왜냐나 학교 신체검사에서 사용할 수 있는 선별 검사로는 생체 전기 저항법에 의한 체지방 측정, 상완 둘레, 체질량 지수, 허리/둔부 비 등이 있다. 소아 성인병의 심혈관 위험 예측 지표로는 공복시 leptin, 중성지방, 인슐린 농도 등을 사용할 수 있다.

References

- 1) Lakka HM, Lakka TA, Tuomilehto J, Salonen JT. Abdominal obesity is associated with increased risk of acute coronary events in men. *Eur Heart J* 2002;23:706-13.
- 2) Armellini F, Zamboni M, Rigo L, Todesco T, Bergamo-Andreis IA, Procacci C, et al. The contribution of sonography to the measurement of intra-abdominal fat. *J Clin Ultrasound* 1990;18:563-7.
- 3) Armellini F, Zamboni M, Robbi R, Todesco T, Rigo L, Bergamo-Andreis IA, et al. Total and intra-abdominal fat measurements by ultrasound and computerized tomography. *Int J Obes Relat Metab Disor* 1993;17:209-14.
- 4) Cucci E, Piatti PM, Orena C, Pontiroli AE, Martino E, Paesano PL, et al. Is echocardiography an adequate method for assessing the thickness of intra-abdominal fat? a comparison with computed tomography. *Radiol Med* 1997;94:329-34.
- 5) Armellini F, Zamboni M, Rigo L, Bergamo-Andreis IA, Robbi R, Marchi M, et al. Sonography detection of small intra-abdominal fat variations. *Int J Obesity* 1991;15:847-52.
- 6) Hong YM, Moon KR, Seo JW, Shim JG, Yoo KH, Jeong BJ, et al. Guideline of diagnosis and treatment in childhood obesity. *J Korean Pediatr Soc* 1999;42:1338-45.
- 7) Bonora E, Formentini G, Calceterra F, Lombardi S, Marini F, Zenari L, et al. HOMA-estimated insulin resistance is

- an independent predictor of cardiovascular disease in type 2 diabetic subjects: prospective data from Verona diabetes complications study. *Diabetes Care* 2002;25:1135-41.
- 8) Wilson DM, Wang Y, Cullen KW, Baranowski T, Himes JH, Gross M, et al. Assessing weight-related biochemical cardiovascular risk factors in African-American girls. *Obes Res* 2004;12 Suppl:73S-83S.
 - 9) 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.
 - 10) Eckel RH, Krauss RM. American Heart Association call to action: obesity as a major risk factor for coronary heart disease. AHA Nutrition Committee. *Circulation* 1998;97:2099-100.
 - 11) Daniels SR. Obesity in the pediatric patient: cardiovascular complications. *Prog Pediatr Cardiol* 2001;12:161-7.
 - 12) Morrison JA, Sprecher DL, Barton BA, Waclawiw MA, Daniels SR. Overweight, fat patterning and cardiovascular disease risk factors in black and white girls: the National Heart, Lung, and Blood Institute Growth and Health Study. *J Pediatr* 1999;135:458-64.
 - 13) Miller J, Rosenbloom A, Silverstein J. Childhood obesity. *J Clin Endocrinol Metab* 2004;89:4211-8.
 - 14) Steinberger J. Diagnosis of the metabolic syndrome in children. *Curr Opin Lipidol* 2003;14:555-9.
 - 15) Cruz ML, Weigensberg MJ, Huang TT, Ball G, Shaibi GQ, Goran MI. The metabolic syndrome in overweight Hispanic youth and the role of insulin sensitivity. *J Clin Endocrinol Metab* 2004;89:108-13.
 - 16) 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;23:99:1471-6.
 - 17) Cook S. The metabolic syndrome: antecedent of adult cardiovascular disease in pediatrics. *J Pediatr* 2004;145:427-30.
 - 18) 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.
 - 19) Faria AN, Ribeiro Filho FF, Gouveia Ferreira SR, Zanella MT. Impact of visceral fat on blood pressure and insulin sensitivity in hypertensive obese women. *Obes Res* 2002;10:1203-6.
 - 20) Hall JE, Zappe D, Kassab S. Mechanism of obesity induced hypertension. *News Physiol Sci* 1994;23:381-94.
 - 21) Steinberger J. Insulin resistance and cardiovascular risk in the pediatric patient. *Prog Pediatr Cardiol* 2001;12:169-75.
 - 22) Fujioka S, Matsuzawa Y, Tokunaga K, Tarui S. Contribution of intra-abdominal fat accumulation to the impairment of glucose and lipid metabolism in human obesity. *Metabolism* 1987;36:54-7.
 - 23) Nemet D, Wang P, Funahashi T, Matsuzawa U, Tanaka S, Engelman L, et al. Adipocytokines, body composition, and fitness in children. *Pediatr Res* 2003;53:148-52.
 - 24) Esposito K, Nicoletti G, Giugliano D. Obesity, cytokines and endothelial dysfunction: A link for the raised cardiovascular risk associated with visceral obesity. *J Endocrinol Invest* 2002;25:646-9.
 - 25) Ribeiro-Filho FF, Faria AN, Azjen S, Zanella MT, Ferreira SR. Methods of estimation of visceral fat: advantages of ultrasonography. *Obes Res* 2003;11:1488-94.
 - 26) Gus M, Fuchs SC, Moreira LB, Moraes RS, Wiehe M, Silva AF, et al. Association between different measurements of obesity and the incidence of hypertension. *Am J Hypertens* 2004;17:50-3.
 - 27) Rossner S, Bo WJ, Hiltbrandt E, Hinson W, Karstaedt N, Santiago P, et al. Adipose tissue determinations in cadavers: a comparison between cross-sectional planimetry and computed tomography. *Int J Obes* 1990;14:893-902.
 - 28) Ribeiro-Filho FF, Faria AN, Kohlmann O Jr, Ajzen S, Ribeiro AB, Zanella MT, et al. Ultrasonography for the evaluation of visceral fat and cardiovascular risk. *Hypertension* 2001;38:713-7.