제2형 당뇨병 남자 환자에서 복부 비만과 관련된 인체 계측치들과 경동맥 내중막두께와의 연관성

허규연 · 김수경 · 정지영 · 이재혁 · 김혜진 · 최성희 · 안철우 · 차봉수 · 임승길 · 김경래 · 이현철

연세대학교 의과대학 내과학교실

The Correlation of Carotid Artery Intima-Media Thickness with the Anthropometric Indexes related with Abdominal Obesity in Type 2 Diabetic Male Patients

Kyu Yeon Hur, M.D., Soo Kyung Kim, M.D., Ji Young Jung, M.D., Jae Hyuk Lee, M.D., Hae Jin Kim, M.D., Sung Hee Choi, M.D., Chul Woo Ahn, M.D., Bong Soo Cha, M.D., Sung Kil Lim, M.D., Kyung Rae Kim, M.D., Hyun Chul Lee, M.D.

Department of Internal Medicine, Yonsei University College of Medicine, Seoul, Korea

Abstract

Background : Abdominal obesity increases the risk of clinical atherosclerotic diseases, but whether the association between abdominal obesity and carotid atherosclerosis in patients with diabetes is controversial. This study investigated the relation of common carotid intima-media thickness (IMT) with several parameters related to abdominal obesity.

Methods : We evaluated 105 male patients with type 2 diabetes. The subjects underwent high-resolution B-mode ultrasonography to measure the mean and maximal IMT at common carotid artery and visceral fat thickness (VFT). VFT was defined as the distance between the internal face of recto-abdominal muscle and the anterior wall of aorta, 1 cm above the umbilical knot.

Results : Both mean and maximum carotid IMT were increased in type 2 diabetic patients with hypertension, abdominal obesity, or metabolic syndrome compared to those without these diseases. After adjusting for age, VFT showed good correlation with the mean and maximum carotid IMT ($r = 0.418$ and $r = 0.351$, $P < 0.001$, respectively). In the multiple regression analyses, age and VFT were independently associated with the mean IMT, and age and HDL-cholesterol concentration were associated with the maximal IMT.

Conclusion : This study suggested that an independent association between abdominal obesity, reflected by high VFT measured by ultrasonography, and carotid artery wall thickening in type 2 diabetic male patients.

Key Words : Abdominal obesity, Atherosclerosis, Carotid artery intima-media thickness, Visceral fat

책임저자 : 차봉수
서울시 서대문구 신촌동 134번지, 연세대학교 의과대학 내과학교실
Tel: 02-361-5440, Fax: 02-393-6884, E-mail: bscha@yumc.yonsei.ac.kr
* 본 연구는 한국과학재단 MRC 연구센터 지원에 의하여 이루어진 것임. (R13-2002-054-01001-0(2002))

서 론

죽상동맥경화증은 뇌혈관 질환, 관상동맥 질환, 및 말초혈관 질환 등의 임상양상으로 나타나게 되며, 제2형 당뇨병 환자에서 뇌졸중, 심근경색 등으로 인한 사망의 가장 중요한 원인이 되고 있다[1]. 따라서 여러 위험인자들이 동시에 존재하는 당뇨병 환자들에서 죽상동맥경화증의 진단은 매우 중요하지만, 임상적으로 증상이 나타나기 전에는 이를 진단하기가 쉽지 않다. 최근 고해상도 B-mode 초음파를 이용한 경동맥 내중막두께의 측정은 비침습적인 방법으로 조기 죽상동맥경화 병변의 관찰이 가능하여 죽상동맥경화증의 추적관찰에 용이하게 사용된다. 이 방법에 의한 경동맥 내중막두께는 관상동맥질환 및 뇌혈관질환 발생과 밀접한 관련을 보이며[2], 전신 죽상 경화증의 정도를 나타나는 지표로서 유의성이 있음이 밝혀졌다[3].

비만은 내당능장애 및 제 2형 당뇨병, 고혈압, 이상지혈증, 고인슐린혈증 등을 포함한 대사증후군과 관련되어 많은 사회적 · 경제적 문제를 야기하고 있다. 이런 대사증후군의 요소들에 이환된 사람들은 뇌혈관 및 심혈관계 질환의 위험이 증가한다[4]. 특히 전신 비만에 비해 복강 내 지방의 축적은 대사증후군 및 죽상동맥경화증 등 비만과 관련된 대사 이상에 가장 직접적인 작용을 하는 것으로 알려져 있다[5]. 최근 복부 비만이 문제화되면서, 복부 비만을 평가하는 방법에 대해서도 많은 연구가 이뤄져 왔다. 가장 흔히 임상적으로 이용하고 있는 방법은 허리둘레 또는 허리둘레/엉덩이 둘레비이며[6], 그 외에도 초음파[7,8], 컴퓨터단층촬영[9], dual-energy x-ray absorptiometry (DEXA)[10] 등이 이용되어지고 있다.

본 연구에서는 제2형 당뇨병을 가진 남자 환자에서 경동맥 내중막두께와 관련이 있는 위험인자를 찾고, 비만과 관련된 여러 인체 계측치들이 경동맥 내중막두께와 관련이 있는지 보고자 하였다. 특히 전신 비만에 비해 복부 비만을 대변하는 허리 둘레나 초음파에 의한 내장지방 두께가 다른 위험인자들보다 경동맥 내중막두께와 더욱 밀접한 연관성이 있는지 보고자 하였다.

방 법

본 연구는 세브란스 병원 당뇨병 센터에 내원한 제2형 당뇨병 남자 환자들 중 최근 1년 동안 체중변화가 2 kg이내이고, 최소한 최근 2년 이상 흡연력이 없는 105명을 대상으로 하였다. 대상 환자들은 내원 당일 공복 혈당, 총콜레스테롤, HDL-콜레스테롤, 중성지방 및 인슐린 농도 등을 측정하였고, 키, 체중, 허리 및 엉덩이 둘레를 측정하였다. 병력청취 및 과거 의무기록을 바탕으로 흡연습관, 과거 병력, 복용 약물 등에 대한 정보를 얻었다. 내중막두께를 측정하기 위해 경동맥 초음파와 그리고 복강 내 지방축적 정도를 측정하기 위해 복부 초음파를 시행하였다.

경동맥 내중막두께는 고해상도 B-mode 초음파기 (Medison SA9900, Korea)의 7.5 MHz 선형 탐촉자를 이용하여 측정하였다. 경동맥의 종단면을 따라 총경동맥이 내경동맥과 외경동맥으로 분리되는 분지점의 근위부에 위치한 총경동맥의 원벽에서 내중막두께가 최고인 지점을 정하고, 이 지점을 중심으로 근위 10 mm, 원위 10 mm 위치에서 내중막두께를 측정하여 3군데의 평균치를 구하였다. 경동맥 내중막두께는 원벽의 내막에 해당되는 첫 번째 반향적선과 중막과 외막의 경계를 나타내는 두 번째 반향적선 사이의 거리를 Digimatic (Mitutoyo CD-15B, Japan)을 이용하여 측정하였다.

복강 내 지방양의 평가는 초음파기 (Medison SA9900, Korea)를 이용하였다. 제대 1 cm 위에서 횡단면을 주사하여 대동맥 전벽부터 복직근 내면까지를 내장지방 두께 (visceral fat thickness), linea alba에서 피부까지의 거리를 피하지방 길이

Table 1. Clinical Characteristics of Patients

	Mean±SD
n	105
Age (years)	50.9±9.3
Duration of diabetes (years)	5.1±4.2
Fasting glucose (mmol/L)	8.78±2.58
HbA_{1C} (%)	7.9±1.8
Total cholesterol (mmol/L)	4.83±1.14
HDL-cholesterol (mmol/L)	1.09±0.29
Triglycerdie (mmol/L)	5.45±4.17
Fasting insulin (pmol/L)	57.9±341.3
Mean intima-media thickness (mm)	0.76±0.20
Maximal intima-media thickness (mm)	0.97±0.26
Systolic blood pressure (mmHg)	133.7±20.0
Diastolic blood pressure (mmHg)	84.1±13.1
Weight (kg)	73.5±11.8
Waist circumference (cm)	88.7±8.1
Waist to hip circumference ratio	1.02±0.09
Body mass index (kg/m^2)	25.3±3.2
Subcutaneous fat thickness (mm)	21.4±14.5
Visceral fat thickness (mm)	55.4±20.1

로 정의하였고, 각각 7.5 MHz와 3.5 MHz 탐촉자를 이용하였다. 경동맥 내중막두께 측정 및 복부 초음파를 이용한 내장지방 두께 측정은 모두 동일한 검사자에 의해 측정되었다.

고혈압은 수축기 혈압 130 mmHg, 이완기 혈압 85 mmHg 이상인 경우, 또는 항고혈압제를 복용하는 경우로 정의하였고, 저HDL-콜레스테롤혈증과 고중성지방혈증은 각각 HDL-콜레스테롤이 40 mg/dL미만, 중성지방이 150 mg/dL이상인 경우, 복부비만은 허리 둘레가 90 cm를 초과한 경우로 정의하였다. 위의 인자들 중 2가지 이상을 가지고 있는 경우를 대사증후군으로 정의하였다.

자료의 통계분석은 SPSS 10.0을 이용하여 시행하였고, 통계수치는 평균 ±표준편차로 표시하였으며, $P < 0.05$인 경우 통계적으로 유의하다고 판단하였다. 경동맥 내중막두께와 위험인자들의 상관성은 다중상관분석을 이용하여 상관계수(Pearson's correlation coefficient)를 구하였고, 나이에 대한 인자를 보정하기 위해 편상관분석(Partial correlation)을 이용하였다. 경동맥 내중막두께에 영향을 미치는 인자를 찾기 위해 다중회귀분석을 시행하였고, 질환 유무에 따른 차이는 student's T-test를 이용하였다.

결 과

대상 환자들의 임상적 특성은 Table 1과 같다. 평균 당뇨병의 이환기간은 5.1±4.2년이었고, 평균 당화혈색소는 7.9±1.8%, 평균 체질량 지수는 25.3±3.2 kg/m^2, 평균 허리둘레는 88.7±8.1 cm였다. 대상환자 중 69명에서 고혈압(65.7%), 37명에서 중심성 비만(35.2%), 58명에서 저HDL-콜레스테롤혈증(55.2%), 65명에서 고중성지방혈증(61.9%), 75명에서 대사증후군(71.4%), 17명에서 관상동맥질환(16.2%)이 동반되어 있었다.

평균 경동맥 내중막두께는 고혈압(0.78 ±0.13 vs. 0.68±0.11 mm, P<0.001), 중심성 비만(0.82±0.20 vs. 0.73±0.19 mm, P<0.05), 저HDL-콜레스테롤혈증(0.78±0.20 vs. 0.71±0.12 mm, P<0.05), 대사증후군(0.80±0.17 vs. 0.67±0.11 mm, P<0.001)이 있는 경우에 높았고, 최대 경동맥 내중막두께는 고혈압(1.02±0.26 vs. 0.84±0.19 mm, P<0.001), 중심성 비만(1.04±0.25 vs. 0.91±0.17 mm, P<0.05), 대사증후군(1.01±0.26 vs. 0.82±0.19 mm, P<0.001)이 있는 경우에 유의하게 높았다(Table 2). 그러나 과거 흡연 유무에 따른 내중막두께의 차이는 없었다(0.76±0.20 vs. 0.72±0.15 mm, p = NS).

경동맥 내중막두께와 당뇨병 유병기간, 혈중 공복혈당, 콜레스테롤, 중성지방 및 인슐린 농도, 그리고 HOMA-IR과는 유의한 상관관계를 보이지 않았다. 수축기 혈압(r=0.203, P<0.05) 및 체질량 지수(r=0.214, P<0.05)는 평균 경동맥 내중막두께와는 상관관계가 있었으나, 최대 내중막두께

Table 2. Associations of Carotid Artery Intima-media Thickness (IMT) with Metabolic Diseases

		Mean IMT (mm)		Maximal IMT (mm)	
		Mean±SD	P	Mean±SD	P
Hypertension	+ (65.7%)	0.78±0.13	< 0.001	1.02±0.26	< 0.001
	- (34.3%)	0.68±0.11		0.84±0.19	
Central obesity	+ (35.2%)	0.82±0.20	< 0.05	1.04±0.25	< 0.05
	- (64.8%)	0.73±0.19		0.91±0.17	
Low HDL-cholesterol	+ (55.2%)	0.78±0.20	< 0.05	0.99±0.24	NS
	- (44.8%)	0.71±0.12		0.90±0.19	
Hypertriglyceridemia	+ (61.9%)	0.76±0.21	NS	0.98±0.27	NS
	- (38.1%)	0.71±0.19		0.89±0.17	
Metabolic syndrome	+ (71.4%)	0.80±0.17	< 0.001	1.01±0.26	< 0.001
	- (28.6%)	0.67±0.11		0.82±0.19	

Table 3. Simple Correlation between Carotid Artery Intima-media Thickness (IMT) and Clinical, Laboratory and Anthopometric Parameters

	Mean IMT		Maximal IMT	
	r	P	r	P
Age	0.373	< 0.001	0.371	< 0.001
Fasting glucose	0.012	NS	0.021	NS
HbA1c	-0.031	NS	0.024	NS
Total cholesterol	0.112	NS	-0.068	NS
HDL-cholesterol	-0.107	NS	-0.097	NS
Triglyceride	0.151	NS	0.054	NS
Fasting insulin	0.163	NS	0.041	NS
HOMA-IR	0.074	NS	0.037	NS
Systolic blood pressure	0.203	< 0.05	0.114	NS
Diastolic blood pressure	0.091	NS	0.071	NS
Weight	0.148	NS	0.102	NS
Waist circumference	0.275	< 0.05	0.234	< 0.05
Waist to hip circumference ratio	0.047	NS	-0.054	NS
Body mass index	0.214	< 0.05	0.181	0.06
Intra-abdominal fat distance	0.384	< 0.001	0.314	< 0.001

와는 상관성이 없었다. 허리 둘레 (r=0.275 and r =0.234, P<0.05, respectively)와 내장지방 두께 (r= 0.384 and r=0.314, P<0.001, respectively)는 평균 및 최대 경동맥 내중막두께와 각각 유의한 상관관계를 관찰할 수 있었으나, 체중이나 허리/엉덩이 둘레비에서는 상관성을 볼 수 없었다 (Table 3). 이런 상관성은 경동맥 내중막두께의 가장 중요한 위험 인자인 나이로 보정한 후에도, 허리둘레 및 내장지방 두께 모두에서 관찰할 수 있었고, 체질량 지수도 평균 및 최대 경동맥 내중막

Table 4. Partial Correlation between Carotid Artery Intima-media Thickness (IMT) and Several Parameters after Adjustment for Age

	Mean IMT		Maximal IMT	
	r	P	r	P
Systolic blood pressure	0.179	0.07	0.105	0.393
Waist circumference	0.355	< 0.001	0.305	< 0.05
Body mass index	0.372	< 0.001	0.341	< 0.05
Intra-abdominal fat distance	0.418	< 0.001	0.351	< 0.001

Table 5. Results of Multiple Regression Analysis of Cardiovascular Risk Factors with Carotid Artery Intima-media Thickness (IMT)

	Mean IMT*		Maximal IMT**	
	β	P	β	P
Age	0.336	< 0.01	0.364	< 0.01
Total cholesterol	-0.073	NS	-0.156	NS
HDL-cholesterol	0.179	NS	0.246	< 0.05
Triglyceride	-0.022	NS	0.073	NS
Systolic blood pressure	0.206	NS	0.115	NS
Diastolic blood pressure	-0.086	NS	-0.039	NS
Waist circumference	0.100	NS	-0.064	NS
Body mass index	-0.105	NS	0.088	NS
Visceral fat thickness	0.285	< 0.05	0.198	NS

* R2 = 0.510, P < 0.01. ** R2 = 0.443, P < 0.05

두께와 상관성을 관찰할 수 있었다 (Table 4).

평균 및 최대 경동맥 내중막두께의 독립적인 위험인자를 찾기 위해 다중회귀분석을 시행하였다 (Table 5). 평균 경동맥 내중막두께의 경우는 나이와 내장지방 두께, 최대 경동맥 내중막두께에서는 나이와 HDL-콜레스테롤이 독립적인 위험인자임을 알 수 있었다.

고 찰

당뇨병 환자에서 대혈관 합병증인 죽상동맥경화증은 가장 흔하고 중요한 만성 합병증의 하나로, 이로 의한 관상동맥질환, 뇌혈관 및 말초혈관질환 등의 임상 질환은 당뇨병 환자뿐만 아니라, 정상혈당을 보이는 사람들에서도 중요한 사망원인이 되고 있다[1]. 경동맥 내중막두께는 이미 전신 및 관상동맥 죽상경화증의 좋은 지표로 알려져 있고, 또한 많은 연구들을 통해서 일반적으로 남성, 고연령, 흡연, 고혈압, 고지혈증, 저HDL-콜레스테롤혈증, 비만, 당뇨병 및 고인슐린혈증 등이 위험 인자임이 밝혀져 있다.

당뇨병 환자의 경우 당뇨병 자체가 죽상동맥경화증의 가장 위험한 인자라고 생각되지만, 당뇨병 환자에서는 고혈당 뿐만 아니라 고혈압, 이상지혈증, 고인슐린혈증을 비롯한 인슐린 저항

성, 비만 등 여러 가지 요인들이 복합적으로 작용하고 있고, 죽상경화증에 대한 이들의 역할이 정확히 밝혀져 있지 않다. 특히 복부비만과 관상동맥질환의 연관성에 대해서는 많은 연구가 있었으나, 복부비만과 경동맥의 죽상경화증의 관계에 대한 연구는 충분히 되어있지 않고, 아직 논란이 되고 있다. 일부 연구를 보면, 정상인에서 높은 허리/엉덩이 둘레비가 경동맥 내중막두께의 증가와 밀접한 관련이 있고[11], 초음파기로 정량화한 내장지방 증가가 중년 남성에서 경동맥 내중막두께와 상관관계가 있음을 밝히고 있다[12]. 그러나 당뇨병 환자에서는 허리/엉덩이 둘레비와 경동맥 내중막두께사이의 연관성이 없었을 뿐만 아니라[13], 내장지방을 정량화하여 내중막두께와 연구한 결과는 없었다. 그러나 최근 당뇨병이 없는 40~60대 남성에서 4년 동안 경동맥 내중막두께를 추적 관찰한 연구 결과 허리/엉덩이 둘레비나 허리 둘레가 높을수록 내중막두께가 더욱 증가함이 보고 되었고[14], 따라서 당뇨병 환자에서도 복부 비만이 경동맥 죽상경화증의 위험인자가 될 수 있음을 시사해주고 있다.

본 연구에서는 제2형 당뇨병을 가진 남자들에서 고혈압, 이상지혈증, 중심성 비만, 대사증후군의 존재가 경동맥 내중막 비후의 중요한 위험인자이며, 허리 둘레, 체질량 지수 등이 경동맥 내중막두께와 좋은 상관성이 있음을 발견하였다. 이러한 결과는 복부 비만이 죽상동맥경화성 질환의 임상적 발현 위험에 중요한 인자라는 것을 시사하는 다른 연구결과와도 일치한다[4,15]. 또한 다중회귀분석결과 경동맥 내중막두께를 결정하는 가장 중요한 인자는 평균 경동맥 내중막두께의 경우 나이와 내장지방 두께가, 최대 경동맥 내중막두께는 나이와 HDL-콜레스테롤임을 알 수 있어, 제2형 당뇨병 환자에서도 내장 지방의 증가가 내중막두께의 증가에 직접적으로 관여함을 알 수 있었다. 그러나 허리둘레나 허리/엉덩이 둘레비의 경우는 내중막두께에 직접적인 역할은 관찰되지 않아, 허리둘레, 체질량지수, 허리/엉덩이 둘레비같은 단순한 계측보다는 초음파기나 컴퓨터단층촬영 등을 이용한 내장지방의 정량이 죽상동맥경화증의 위험인자를 판단하는데 더 중요할 것으로 생각된다. 또한 다중회귀분석 결과 혈압이나 혈당 등은 경동맥 내중막두께의 결정인자가 아니었는데, 이는 모든 환자가 혈당강하제를 복용하고 있었으며, 고혈압이 동반된 많은 환자가 항고혈압제를 복용하였기 때문으로 생각된다. 그러나 수축기나 이완기 혈압대신 고혈압의 유무를 독립변수로 하게 되면 평균 및 최대 경동맥 내중막두께에 밀접한 영향이 있음을 볼 수 있었다.

복부 비만이 문제가 되는 이유는 지방조직의 분포 부위에 따라 대사적 특징이 변하기 때문이다. 내장지방 세포는 피하지방 세포에 비해 기초 지방분해율이 더 높고, 인슐린의 지방분해 억제 작용에 덜 민감한 것으로 보고되고 있는데[16], 이때 지방세포에서 유리되는 지방산의 증가는 간을 비롯한 말초조직에서 인슐린 저항성을 일으키는 중요한 기전이 된다. 또한 렙틴이 피하지방 조직에 비해 내장지방 조직에서 상대적으로 적게 분비되므로, 상대적인 내장지방의 증가는 렙틴에 의해 매개되는 음식 섭취 조절 반응에 덜 효과적이게 된다. 그 외에도 내장지방 조직은 angiotensinogen, tumor necrosis factor-α, plasminogen activator inhibitor-1 등 여러 cytokines을 분비하는 것으로 알려져 있다[17]. 이런 cytokine들의 발현 정도가 비만 정도나 인슐린 저항성과 관련되어 있으며, 결국 복부 비만은 고혈압, 이상지혈증, 과응고상태 등의 대사증후군을 유발하여 죽상동맥경화증에 이르게 한다.

이런 복부 비만의 중요성 때문에 이를 평가하는 방법들이 많이 연구되었고, 가장 간단한 방법으로 허리/엉덩이 둘레비, 허리 둘레 등을 들 수 있다. 그러나 같은 허리/엉덩이 둘레비를 가지고 있더라도 총지방량과 대사 증후군과 관계있는 복부 내장지방 조직 양이 다양할 수 있어, 내장지방 조직의 양을 평가하고 따라서 심혈관계 질

환을 예측하는 인체 계측치로는 허리 둘레가 더 우수하다고 생각되고 있다[18]. 그러나 허리둘레 역시 직접 내장 지방을 정량화 할 수 있는 방법은 아니므로, 허리/엉덩이 둘레비와 유사한 제한점을 가지고 있으며, 따라서 내장지방의 축적 정도를 직접적으로 평가할 수 있는 방법이 필요하다. 이런 방법으로 컴퓨터단층촬영이 가장 좋은 방법으로 알려지고 있으나[9], 방사선 노출 등 여러 이유로 임상적으로 사용하는 데는 제한점을 갖고 있다. 최근에는 초음파기를 이용한 측정방법이 컴퓨터단층촬영으로 측정한 내장지방 면적과 좋은 상관관계를 보이며[19], 내장지방의 평가뿐만 아니라 대사 증후군이 동반된 심혈관계 질환의 위험이 높은 환자들을 평가하는데 정확한 검사방법이라고 보고하여[7], 임상적으로 손쉽게 평가할 수 있는 방법으로 제시되고 있다.

결론적으로 복부비만은 제2형 당뇨병 환자에서도 직접적으로 경동맥 죽상동맥경화증의 원인이 될 것으로 생각된다. 죽상동맥경화증과 관련된 합병증들은 점차 사회적 또는 경제적으로 많은 문제를 일으키고, 특히 인슐린 저항성과 관련된 제 2형 당뇨병 환자에서는 유병률이 더욱 더 증가할 것으로 생각된다. 따라서 제2형 당뇨병 환자에서 이런 대혈관 합병증의 발생을 예방하는데, 기존에 알려진 것처럼 고혈압이나 이상지혈증 등의 치료뿐만 아니라 복부 비만 치료에 대해서도 고려해야 할 것으로 생각된다.

참 고 문 헌

1. Burchfiel CM, Reed DM, Marcus EB, Strong JP, Hayashi T. Association of diabetes mellitus with coronary atherosclerosis and myocardial lesions. An autopsy study from the Honolulu Heart Program. Am J Epidemiol 1993;15:1328-1340
2. Salonen JT, Salonen R. Ultrasound B-mode imaging in observational studies of atherosclerotic progression. Circulation 1993;87:II56-65
3. Grobbee DE, Bots ML. Carotid artery intima-media thickness as an indicator of generalized atherosclerosis. J Intern Med 1994;236:567-573
4. Larsson B, Svardsudd K, Welin L, Wilhelmsen L, Bjorntorp P, Tibblin G. Abdominal adipose tissue distribution, obesity, and risk of cardiovascular disease and death: 13-year follow-up of participants in the study of men born in 1913. Br Med J 1984;288:1401-1404
5. Fujioka S, Matsuzawa Y, Tokunaga K, Tauri S. Contribution of intra-abdominal fat accumulation to the impairment of glucose and lipid metabolism in human obesity. Metabolism 1987;36: 54-59
6. Seidell JC, Cigolini M, Charzewska J, Ellsinger BM, Deslypere JP, Cruz A. Fat distribution in European men: a comparison of anthropometric measurements in relation to cardiovascular risk factors. Int J Obes Relat Metab Disord 1992;16: 17-22
7. Ribeiro-Filho FF, Faria AN, Kohlmann O Jr, Ajzen S, Ribeiro AB, Zanella MT, Ferreira SRG. Ultrasonography for the evaluation of visceral fat and cardiovascular risk. Hypertension 2001,38:713-717
8. 김수경, 김세화, 이유미, 최성희, 조유리, 안철우, 차봉수, 임승길, 김경래, 이현철, 허갑범. 컴퓨터단층촬영으로 측정한 복강내 지방조직 길이와 내장지방 면적, 내장지방/피하지방 면적비 및 내장지방/골격근 면적비와의 비교. 대한내과학회지 2003;64:49-59
9. Rossner S, Bo WJ, Hiltbrandt E, Hinson W, Karstaedt N, Santago P, Sobol WT, Crouse JR. Adipose tissue determinations in cadavers: a comparison between cross-sectional planimetry and computed tomography. Int J Obes 1990;

14:893-902

10. Bertin E, Marcus C, Ruiz JC, Eschard JP, Leutenegger M. Measurement of visceral adipose tissue by DXA combined with anthropometry in obese human. Int J Obes Relat Metab Disord 2000;24:263-270
11. Folsom AR, Eckfeldt JH, Weitzman S, Ma J, Chambless LE, Barnes RW, Cram KB, Hutchinson RG. Relation of carotid artery wall thickness to diabetes mellitus, fasting glucose and insulin, body size, and physical activity. Atherosclerosis Risk in Communities (ARIC) Study Investigators. Stroke 1994;25:66-73
12. Yamamoto M, Egusa G, Hara H, Yamakido M. Association of intraabdominal fat and carotid atherosclerosis in non-obese middle-aged men with normal glucose tolerance. Int J Obes Relat Metab Disord 1997;21:948-951
13. Bonora E, Tessari R, Micciolo R, Zenere M, Targher G, Padovani R, Falezza G, Muggeo M. Intimal-medial thickness of the carotid artery in nondiabetic and NIDDM patients. Relationship with insulin resistance. Diabetes Care 1997; 20:627-631
14. Lakka TA, Lakka HM, Salonen R, Kaplan GA, Salonen JT. Abominal obeisty is associated with accerated progression of carotid atherosclerosis in men. Atherosclerosis 2001;154:497-504
15. Rexrode KM, Carey VJ, Hennekens CH, Walters EE, Colditz GA, Stampfer MJ, Willett WC, Manson JE. Abdominal adiposity and coronary heart disease in women. JAMA 1998; 280:1843-1848
16. Arner P. Differences in lipolysis between human subcutaneous and omental adipose tissues. Ann Med 1995;27:435-438
17. Fruhbeck G, Gomez-Ambrosi J, Muruzabal FJ, Burrell MA. The adipocyte; a model for intergration of endocrine and metabolic signalling in energy metabolism regulation. Am J Physiol Endocrinol Metab 2001;280:E827-E847
18. Pouliot MC, Despres JP, Lemieux S, Moorjani S, Bouchard C, Tremblay A, Nadeau A, Lupien PJ. Waist circumference and abdominal sagittal diameter: best simple anthropometric indexes of abdominal visceral adipose tissue accumulation and related cardiovascular risk in men and women. Am J Cardiol 1994;73:460-468
19. Tornaghi G, Raiteri R, Pozzato C, Rispoli A, Bramani M, Cipolat M., Craveri A. Anthropometric or ultrasonic measurements in assessment of visceral fat? A comparative study. Int J Obes Relat Metab Disord 1994;18:771-775