

## 초음파로 측정된 내장지방두께의 복부 비만지표로서의 유용성 — The Usefulness of Visceral Fat Thickness Measured by Ultrasonography as an Abdominal Obesity Index —

대한생명 대전검진센터·충남대학교병원 영상의학과<sup>1)</sup>

김용균·한만석<sup>1)</sup>

### — 국문초록 —

**목 적:** 복부비만 특히 내장지방의 과잉축적은 대사증후군 발생에 밀접한 관련이 있는 것으로 알려져 있다. 따라서 내장지방의 정확한 평가는 중요하며, 초음파 측정법은 간편하고, 안전하게 내장지방을 평가할 수 있는 방법으로 보고되고 있다. 본 연구는 초음파에 의해 측정된 복부 내장지방두께와 신체계측지표 및 대사증후군 관련인자와의 연관성을 확인하고, 대사증후군 예측을 위한 내장지방두께 기준을 알아보려고 하였다.

**대상 및 방법:** 2008년 1월부터 4월까지 대전 D 건강검진센터에 내원한 건강검진자 중 400명(남자 200명, 여자 200명)을 대상으로 하였다. 초음파 검사로 제대 바로 위에서 내장지방 및 피하지방두께를 측정하였고, 신체계측지표로 체질량지수, 허리둘레, 허리둘레/키 비를 측정하였으며, 대사증후군 관련인자로 혈압, 고밀도콜레스테롤(HDL-C), 중성지방(TG), 공복혈당(FBS)을 측정하였다. 초음파 측정지표와 신체계측지표 및 대사증후군 관련인자와의 상관관계를 분석하였으며, ROC곡선을 이용하여 대사증후군 예측을 위한 내장지방두께를 산출하였다.

**결 과:** 내장지방두께는 허리둘레( $r = 0.683/\text{남}, r = 0.604/\text{여}$ ), 허리둘레/키 비( $r = 0.633/\text{남}, r = 0.595/\text{여}$ ) 및 체질량지수( $r = 0.621/\text{남}, r = 0.534/\text{여}$ )와 남녀 모두에서 유의한 상관관계가 있었으며, 수축기혈압( $r = 0.229/\text{남}, r = 0.232/\text{여}$ ), 이완기혈압( $r = 0.285/\text{남}, r = 0.254/\text{여}$ ), 고밀도콜레스테롤( $r = -0.254/\text{남}, r = -0.326/\text{여}$ ), 중성지방( $r = 0.475/\text{남}, r = 0.411/\text{여}$ ), 공복혈당( $r = 0.158/\text{남}, r = 0.234/\text{여}$ )과 남녀 모두에서 유의한 상관관계가 있었다. 대사증후군 예측을 위한 내장지방두께의 cut-off value는 남자 4.58 cm (민감도 89.2%, 특이도 71.2%), 여자 3.50 cm (민감도 61.2%, 특이도 80.8%)이었으며, 내장지방두께가 남자에서 6 cm, 여자에서 5 cm 이상부터 대사증후군 위험성이 급격히 증가하였다.

**결 론:** 초음파로 측정된 내장지방두께는 신체계측지표 및 대사증후군 관련인자와 남녀 모두에서 유의한 상관관계가 있었으며, 대사증후군 예측을 위한 내장지방두께 기준은 남자 4.58 cm, 여자 3.50 cm 이었다. 초음파로 측정된 내장지방두께는 복부비만의 유의한 지표가 될 수 있을 것으로 생각된다. 다만 임상에서 복부 비만 지표로 활용되기 위해서는 측정방법의 표준화가 이루어져야 할 것으로 사료된다.

중심 단어 : 초음파, 내장지방두께, 신체계측지표, 대사증후군

\*접수일(2008년 7월 31일), 심사일(2008년 9월 1일), 채택일(2008년 9월 5일)

책임저자: 김용균, (301-803) 대전시 중구 대흥동 493-4  
대한생명 빌딩3층 대전검진센터  
Tel : 042-220-6681, Fax : 042-220-6691  
E-mail : kimyk66@hanmail.net

## I. 서 론

우리나라 국민영양조사 보고서에 의하면 20세 이상 성인의 비만 유병률이 1998년 26.3%에서 2001년 29.6%, 2005년 31.7%로 계속 증가하는 것으로 보고되었다<sup>1)</sup>. 비만환자가 증가하고, 그 위험성이 밝혀지면서 비만에 대한 평가방법 및 기준에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 현재까지 알려진 바에 의하면 비만과 관련된 고혈압, 제2형 당뇨병, 고지혈증, 동맥경화증 등 대사질환 및 심혈관 질환들은 복부비만 특히, 내장지방과 밀접한 관련이 있는 것으로 알려지고 있다<sup>2)</sup>. 따라서 내장지방의 정확한 평가는 비만환자 관리에 매우 중요한 요소가 되었으며, 그에 따라 내장지방을 평가하는 방법들이 다양하게 제시되고 있다. 복부비만을 평가하는 방법에는 체질량지수, 허리둘레, 허리-엉덩이둘레 비, 허리둘레/키 비와 같은 신체계측지표가 있으며, 보다 정밀한 방법으로 CT(Computed Tomography), MRI(Magnetic Resonance Image), DEXA(Dual-Energy X-ray Absorptiometry), BIA(Bio Impedance Analysis)와 같은 측정방법들이 있다. 신체계측지표 중 허리둘레는 계측이 간단하면서도 복부 비만지표로서 유용성이 있어 보편적으로 사용하고 있으나<sup>3,4)</sup>, 피하지방과 내장지방을 구분할 수 없어 내장지방을 정확히 평가하기 어려운 문제점을 가지고 있다. 컴퓨터 단층촬영은 내장지방과 피하지방을 정확히 구분할 수 있고, 정량화가 가능하여 정확한 내장지방 측정법으로 인정받고 있으나<sup>5,6)</sup> 비교적 고가이며, 방사선 노출 위험성, 장비비용의 어려움 등으로 임상에서 쉽게 이용하기 어려운 문제점이 있다. 이러한 이유로 실제 임상에서 간편하게 내장지방을 평가하기 위한 방법으로 초음파 측정법이 제시되었으며, 초음파로 측정한 내장지방두께가 CT로 측정한 내장지방지표와 유의한 관계가 있음이 확인되면서 초음파에 의한 복부지방 측정은 방사선 위험 없이 저비용으로 쉽게 내장지방을 평가할 수 있는 방법으로 인정받고 있다<sup>7,8)</sup>. 아직까지 초음파 측정지표에 대한 연구는 많지 않은 실정으로 본 연구에서는 건강 검진자를 대상으로 초음파에 의해 측정된 복부 내장지방두께와 신체계측지표 및 대사증후군 관련인자와의 연관성을 확인하고, 대사증후군 예측을 위한 내장지방두께 기준을 알아보고자 하였다.

## II. 대상 및 방법

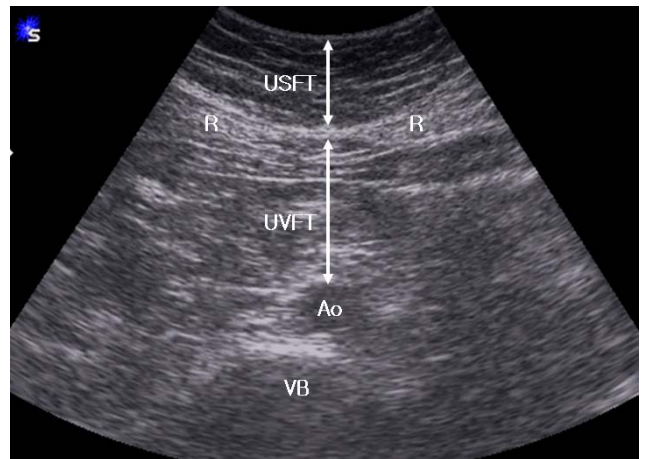
### 1. 대상

본 연구는 2008년 1월부터 4월까지 대전소재 D 건강검진센터에 내원하여 복부초음파 검사로 내장지방두께를 측정된 400명(남자 200명, 여자 200명)을 대상으로 하였다.

### 2. 방법

#### 1) 초음파에 의한 복부 내장지방두께 및 피하지방두께 측정

초음파 장비는 SIMENS G50(5Mhz convex probe)기종을 이용하였다. 제대 바로 위에서 평상호흡 호기 상태에서 호흡정지 후 탐촉자가 복벽을 누르는 압력을 최소한으로 하여 복부 단면영상을 얻었으며, 얻어진 영상으로부터 내장지방두께(visceral fat thickness, VFT), 피하지방두께(subcutaneous fat thickness, SFT), 내장지방/피하지방두께 비(visceral to subcutaneous fat thickness ratio)의 세 가지 지표를 측정하였다. 내장지방두께는 복근(rectus abdominis)내면으로부터 대동맥 전벽까지의 길이로 정의하였으며, 피하지방두께는 피부하면에서 복근 외면까지의 길이로 정의하였다(Fig. 1).



**Fig. 1.** ultrasonic measurement of the abdominal subcutaneous fat thickness and visceral fat thickness. subcutaneous fat thickness was defined as the distance between the skin and external face of the rectus abdominis muscle, and visceral fat thickness was defined as the distance between the internal face of the same muscle and the anterior wall of the aorta. USFT : ultrasonic measured subcutaneous fat thickness ; UVFT : ultrasonic measured visceral fat thickness, Ao: abdominal aorta, VB: vertebral body, R: rectus abdominis muscle.

2) 신체계측 및 혈액검사

신장-체중 자동측정기를 이용하여 검진용 가운데를 착용한 상태에서 신장과 체중을 측정하여 체질량지수(BMI)를 산출하였으며, 허리둘레(WC)는 직립자세에서 배꼽부위를 측정하였다. 혈압은 10분 이상 안정 상태에서 수동혈압계로 수축기 및 이완기 혈압을 측정하였으며, 혈액검사는 12시간 이상 공복상태에서 정맥 채혈하여 고밀도콜레스테롤(HDL-C), 중성지방(TG), 및 공복혈당(FBS)을 측정하였다.

대사증후군의 판정은 2001년 NCEP-ATPIII<sup>9)</sup>의 기준을 근거로 2000년 WHO 서태평양지부에서<sup>10)</sup> 제시한 아시아인의 복부비만 진단기준을 추가한 modified NCEP-ATPIII 기준을 근거로 하여 다음에 제시된 5개의 진단항목 중 3개 이상의 항목에 해당될 때 대사증후군으로 판정하였다. 허리둘레: 남자  $\geq 90$  cm, 여자  $\geq 80$  cm, 혈압:  $\geq 130 / \geq 85$  mmHg, 중성지방:  $\geq 150$  mg/dL, 공복혈당:  $\geq 110$  mg/dL, 고밀도 콜레스테롤: 남자  $< 40$  mg/dL, 여자  $< 50$  mg/dL.

3) 분석방법

모든 통계는 남녀를 구분하여 시행하였으며, 대상자의 특성은 t-test로 검정하였고, 초음파 측정지표와 신체계측지표 및 대사증후군 관련인자와의 연관성은 Pearson correlation method를 이용하였으며, 대사증후군 예측을 위한 내장지방두께의 기준치(cut-off value)는 ROC곡선을 이용하여 산출하였다. 또한 내장지방두께에 따른 대사증후군 위험성에 대한 교차비는 multiple logistic regression analysis를 이용하였다. 통계분석은 SPSS program(Ver. 12.0)을 이용하였으며, p값이 0.05미만일 때 통계적으로 유의하다고 판정하였다.

III. 연구결과

1. 연구 대상자의 일반적 특성과 초음파 측정지표

연구 대상자의 평균연령은 남자  $45.1 \pm 10.4$ 세, 여자  $44.0 \pm 11.0$ 로 비슷하였다. 초음파 측정지표 중 내장지방두께와 내장지방/피하지방두께 비는 남자에서 유의하게 높았으며, 피하지방두께는 여자에서 유의하게 높았다( $P < 0.001$ ). 신체계측지표 중 허리둘레는 남자에서 유의하게 높았으며( $P < 0.001$ ), 체질량지수와 허리둘레/키 비는 차이

**Table 1.** Clinical characteristics and ultrasonographic indexes of subjects according to gender

Variable	Men (n = 200)	Women (n = 200)
Age (years)	45.1 ± 10.4	44.0 ± 11.0
BMI (Kg/m <sup>2</sup> )	24.6 ± 3.0	24.3 ± 3.3
WC (cm)	86.4 ± 7.1	81.5 ± 7.6**
WhtR (cm/cm*100)	50.6 ± 4.3	51.7 ± 5.4
Systole (mmHg)	127.0 ± 11.3	123.3 ± 13.8*
Diastole (mmHg)	81.3 ± 8.5	76.2 ± 10.2**
FBS (mg/dL)	91.7 ± 12.1	90.5 ± 11.2
HDL (mg/dL)	51.2 ± 6.8	55.1 ± 8.2**
TG (mg/dL)	147.0 ± 76.8	122.7 ± 56.4**
USFT(mm)	1.47 ± 0.57	2.0 ± 0.72**
UVFT(mm)	4.43 ± 1.62	3.0 ± 1.27**
UVSR	3.2 ± 1.5	1.6 ± 0.8**

BMI: body mass index, WC: waist circumference, WhtR: waist/height ratio, Systole: Systolic blood pressure, Diastole: Diastolic blood pressure, HDL-C: high density cholesterol, TG: Triglyceride, FBS: Fasting blood sugar, USFT: ultrasonographic measured visceral fat thickness, UVFT: ultrasonographic measured visceral fat thickness, UVSR: visceral to subcutaneous fat thickness ratio.

\*  $P < 0.05$

\*\*  $P < 0.001$  by student t-test between men and women.

가 없었다. 혈액검사 중 중성지방은 남자에서 고밀도콜레스테롤은 여자에서 유의하게 높았으며( $P < 0.001$ ), 그 외의 검사치는 통계학적으로 유의한 차이가 없었다(Table 1).

2. 연령대별 초음파 측정지표와 대사증후군 유병률

남자의 경우 내장지방두께는 연령이 높아질수록 증가하는 경향을 보이며, 피하지방은 감소하는 경향을 보이나 연령대별 유의한 차이는 보이지 않았다. 또한 대사증후군 유병률도 연령대별 유의한 차이를 보이지 않았다. 반면 여자의 경우에는 피하지방두께는 연령대별 유의한 차이를 보이지 않았으나, 내장지방두께와 내장지방/피하지방두께 비는 연령대가 높아질수록 유의하게 증가하였으며( $p < 0.001$ ), 대사증후군 유병률도 연령대가 높아질수록 유의하게 증가하였다( $p < 0.001$ ) (Table 2).

3. 초음파 측정지표와 신체계측지표와의 상관관계

초음파 측정지표 중 내장지방두께는 피하지방두께나, 내장지방/피하지방두께 비에 비해 신체계측지표와 남녀 모두에서 높은 상관관계를 보였다. 내장지방두께는 허리둘레( $r = 0.683$ /남,  $r = 0.604$ /여), 허리둘레/키 비( $r =$

**Table 2.** UVFT, USFT, UVSR and Metabolic syndrome of study subjects along the age and sex

Age (yrs)	UVFT		USFT		UVSR		Metabolic syndrome	
	M	F	M	F	M	F	M(%)	F(%)
Average	4.43 ± 1.62	3.00 ± 1.27	1.47 ± 5.70	2.00 ± 0.72	3.2 ± 1.5	1.6 ± 0.8	18.5	24.5
-29	4.23 ± 1.37	2.36 ± 0.89	1.52 ± 0.89	1.86 ± 0.76	3.9 ± 3.2	1.4 ± 0.7	15.4	5.3
30-39	4.37 ± 1.37	2.61 ± 1.03	1.59 ± 0.73	1.92 ± 0.83	2.9 ± 0.9	1.5 ± 0.6	16.4	7.5
40-49	4.40 ± 1.71	3.19 ± 1.08	1.42 ± 0.43	2.08 ± 0.65	3.2 ± 1.2	1.6 ± 0.7	20.3	27.1
50-59	4.72 ± 1.78	3.28 ± 1.33	1.44 ± 0.39	2.10 ± 0.63	3.4 ± 1.6	1.6 ± 0.7	19.3	40.9
60-	3.88 ± 1.78	3.93 ± 2.16	1.36 ± 0.61	1.78 ± 0.79	3.1 ± 1.5	2.6 ± 1.7	18.8	50.0
P-value	0.426 *	0.001 *	0.471 *	0.365 *	0.215 *	0.001 *	0.982 †	0.001 †

\* P-value by student t-test.

† P-value by linear by linear test.

0.633/남,  $r = 0.595$ /여), 체질량지수( $r = 0.621$ /남,  $r = 0.534$ /여)와 유의한 상관관계를 보였으며, 피하지방두께는 체질량지수( $r = 0.598$ /남,  $r = 0.593$ /여), 허리둘레( $r = 0.556$ /남,  $r = 0.575$ /여), 허리둘레/키 비( $r = 0.505$ /남,  $r = 0.511$ /여)와 유의한 상관관계를 보였다. 그러나 내장지방/피하지방두께 비는 매우 낮은 상관관계를 보였다(Table 3)(Fig. 2).

**Table 3.** Correlation between ultrasonographic indexes with BMI, WC and WhtR

	Men (n = 200)			Women (n = 200)		
	UVFT	USFT	UVSR	UVFT	USFT	UVSR
BMI(Kg/m <sup>2</sup> )	0.621**	0.598**	0.034	0.534**	0.593**	0.097
WC(cm)	0.683**	0.556**	0.095	0.604**	0.575**	0.160*
WhtR	0.633**	0.505**	0.068	0.595**	0.511**	0.197**

BMI: body mass index, WC: waist circumference,

WhtR: waist/height ratio(cm/cm\*100).

\* P&lt;0.05

\*\* P&lt;0.01 by Pearson correlation.

#### 4. 초음파 측정지표와 대사증후군 관련인자와의 상관관계

초음파 측정지표 중 내장지방두께는 피하지방두께나, 내장지방/피하지방두께 비에 비해 대사증후군 관련인자와 남녀 모두에서 높은 상관관계를 보였다. 내장지방두께는 수축기( $r = 0.229$ /남,  $r = 0.232$ /여) 및 이완기( $r = 0.285$ /남,  $r = 0.254$ /여)혈압, 고밀도콜레스테롤( $r = -0.326$ /남,

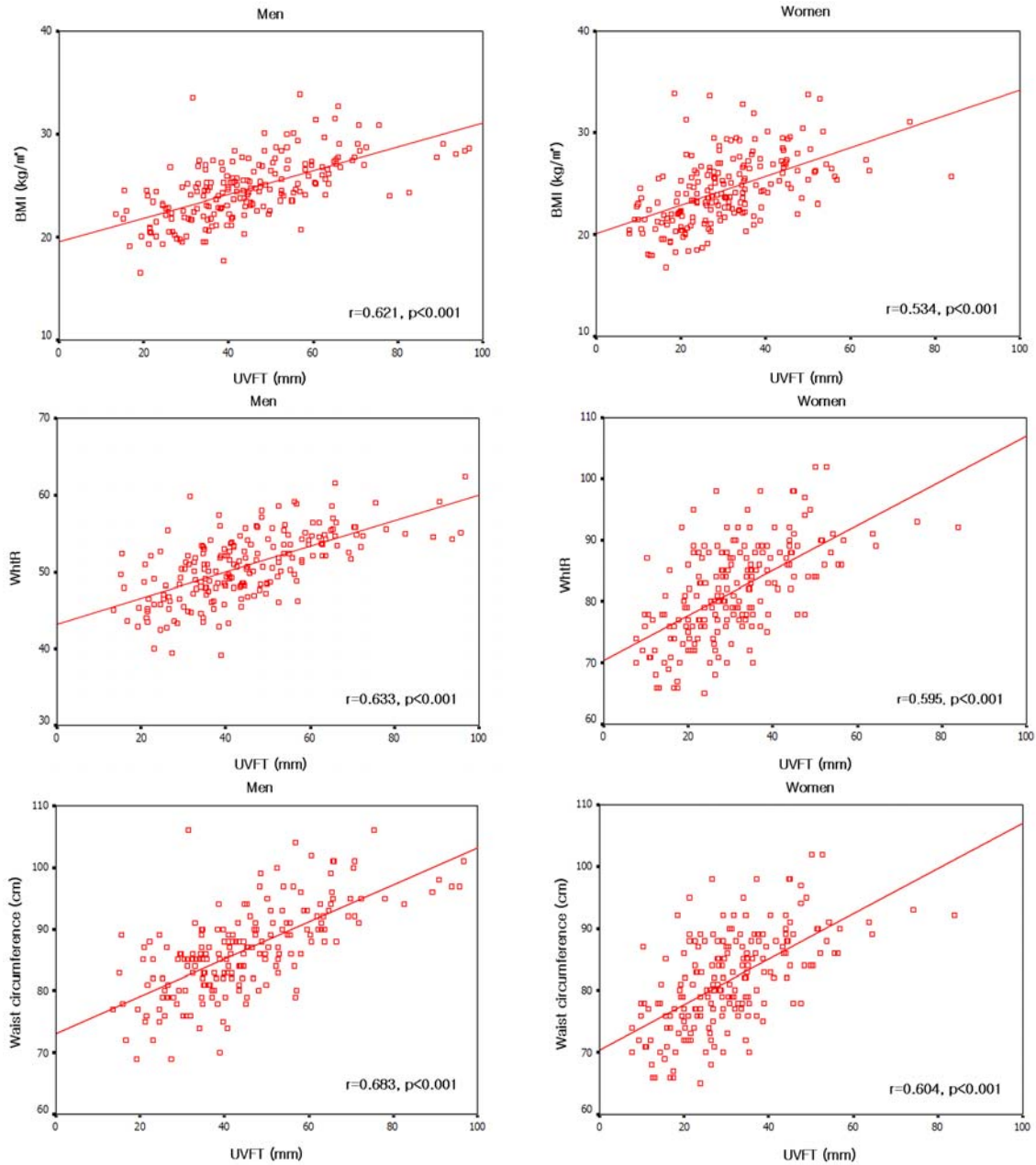
$r = -0.254$ /여), 중성지방( $r = 0.475$ /남,  $r = 0.411$ /여), 공복혈당( $r = 0.158$ /남,  $r = 0.234$ /여)과 유의한 상관관계를 보였으며, 피하지방두께는 남자에서 수축기( $r = 0.145$ ) 및 이완기( $r = 0.229$ )혈압, 고밀도콜레스테롤( $r = -0.240$ ), 중성지방( $r = 0.169$ )과 유의한 상관관계를 보였으며, 여자에서는 이완기혈압( $r = 0.173$ ), 고밀도콜레스테롤( $r = -0.220$ ), 중성지방( $r = 0.223$ )과 유의한 상관관계를 보였다. 반면 내장지방/피하지방두께 비는 남자에서는 중성지방( $r = 0.152$ ), 여자에서는 중성지방( $r = 0.147$ )과 공복혈당( $r = 0.166$ )에서만 유의한 상관관계를 보였다(Table 4).

#### 5. 대사증후군 동반 여부에 따른 초음파 측정 내장지방두께 분석

아시아인의 복부 비만기준인 허리둘레 남자  $\geq 90$  cm, 여자  $\geq 80$  cm을 적용한 modified NCEP-ATP III를 기준으로 정의된 대사증후군 이환자는 남자 37명(18.5%), 여자 49명(24.5%)이었다. 대사증후군 동반 여부에 따라 초음파 측정 내장지방두께를 비교하였을 때 내장지방두께는 남자( $4.04 \pm 1.38$  vs  $6.15 \pm 1.52$ ,  $P < 0.001$ )와 여자( $2.72 \pm 1.03$  vs  $3.97 \pm 1.46$ ,  $P < 0.001$ ) 모두에서 대사증후군 동반 군에서 유의하게 높았다(Table 5).

#### 6. 초음파 측정 내장지방두께에 의한 대사증후군의 예측

초음파 측정 내장지방두께가 대사증후군 유병을 예측할 수 있는 지표로서의 유용성을 위해 ROC curve를 이용하여 cut-off value를 구하였다. 대사증후군 예측을 위한 민감도와 특이도의 합이 가장 높은 임계수치는 남자



**Fig. 2.** Correlation between ultrasonographic measured visceral fat thickness and BMI, WhtR and Waist circumference. BMI : body mass index, WhtR : waist/height ratio, UVFT : ultrasonographic measured visceral fat thickness

**Table 4.** correlation between ultrasonographic indexes with metabolic syndrome risk factors

	Men (n = 200)			Women (n = 200)		
	UVFT	USFT	UVR	UVFT	USFT	UVR
Systole	0.229**	0.145*	0.088	0.232**	0.123	0.104
Diastole	0.285**	0.229**	0.010	0.254**	0.173*	0.088
HDL-C	-0.326**	-0.240**	-0.029	-0.254**	-0.220**	-0.026
TG	0.475**	0.169*	0.152*	0.411**	0.223**	0.147*
FBS	0.158*	0.025	0.046	0.234**	0.018	0.166*

Systole: Systolic blood pressure, Diastole: Diastolic blood pressure, HDL-C: high density cholesterol, TG: Triglyceride, FBS: Fasting blood sugar.

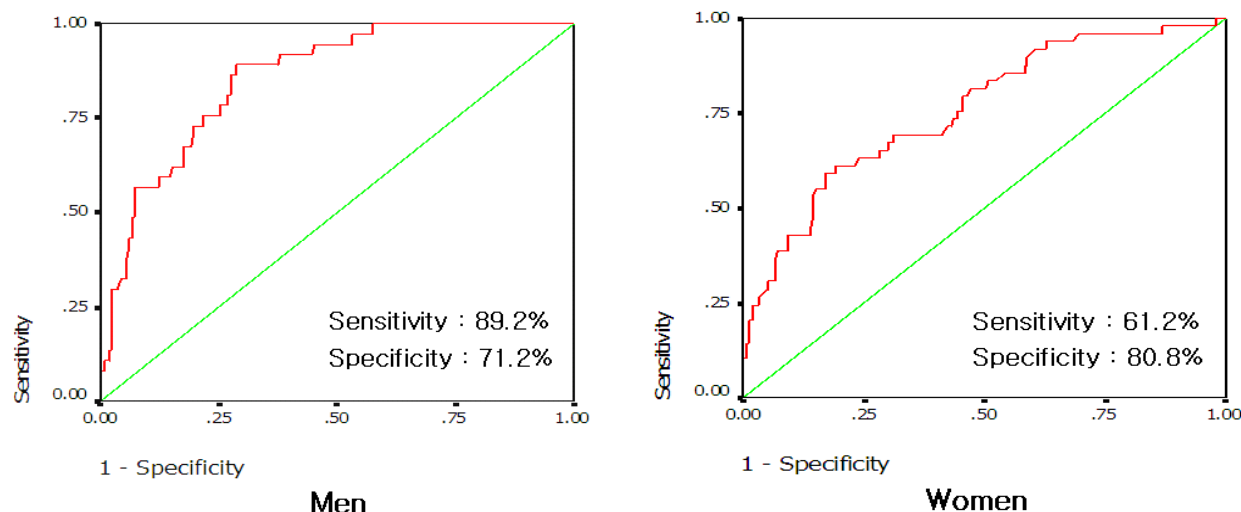
\* P<0.05

\*\* P<0.01 by Pearson correlation.

**Table 5.** Comparisons of the visceral fat thickness according to presence or absence of metabolic syndrome

	Men (n = 200)	Women (n = 200)
	UVFT	UVFT
Metabolic syndrome (-)	4.04±1.38	2.72±1.03
Metabolic syndrome (+)	6.15±1.52	3.97±1.46
P-value *	0.001	0.001

\* P-value by student t-test.



**Fig. 3.** visceral fat thickness as a predictor of metabolic syndrome in men and women(ROC curve). a visceral fat thickness of 4.58 cm and 3.50 cm in men and women respectively, was chosen as the cut-off value to presence of metabolic syndrome with sensitivity of 89.2% and specificity of 71.2% in men, sensitivity of 61.2% and specificity of 80.8% in women. The area under the ROC curve was 0.856 in men and 0.758 in women

**Table 6.** Adjusted risk of metabolic syndrome related with visceral fat thickness of abdomen after adjustment for age and waist circumference

Variable	Men			Women		
	Unit	P-value	Adjusted OR (95% CI)♣	Unit	P-value	Adjusted OR (95% CI)
Age (year)	/Year	0.58	0.98 (0.94~1.03)	/Year	0.020	1.04 (1.00~1.09)
WC (cm)	~89		1.00 (Referent)	~89		1.00 (Referent)
	90~	0.000	9.41 (2.90~30.52)	90~	0.006	4.50 (1.53~13.21)
UVFT (cm)	~3.9		1.00 (Referent)	~1.9		1.00 (Referent)
	4.0~4.9	0.104	6.17 (1.13~33.62)	2.0~2.9	0.202	2.90 (0.56~14.89)
	5.0~5.9	0.093	4.51 (0.77~26.16)	3.0~3.9	0.170	3.20 (0.60~16.86)
	6.0~6.9	0.003	14.92 (2.48~89.45)	4.0~4.9	0.141	3.77 (0.64~22.12)
	7.0~	0.005	17.05 (2.36~123.24)	5.0~	0.004	19.06 (2.52~144.11)
UVFT (cm)	4.58 >		1.00 (Referent)	3.50 >		1.00 (Referent)
	4.58 ≤	0.002	6.72 (1.98~22.78)	3.50 ≤	0.001	3.63 (1.66~7.91)

UVFT : ultrasonographic measured visceral fat thickness

♣ OR : odds ratio and 95% CI (confidence interval) estimated by a multiple linear logistic regression model.

의 경우 내장지방두께가 4.58 cm 이었고, 여자의 경우 3.50 cm 이었다. 이 기준을 적용하여 대사증후군 예측시 남자에서(민감도 89.2%, 특이도 71.2%,  $p < 0.001$ ), 여자에서(민감도 61.2%, 특이도 80.8%,  $p < 0.001$ )이었다(Fig. 3).

#### 7. 초음파 측정 내장지방두께에 따른 대사증후군 위험도

ROC curve에 의해 산출된 내장지방두께 기준치 남자

4.58 cm, 여자 3.50 cm를 기준으로 연령 및 허리둘레를 보정한 후 구한 대사증후군 위험성에 대한 교차비(odds ratio)는 남자 6.7배, 여자 3.6배로 남녀 모두에서 유의한 차이를 보였다(Table 6). 내장지방두께별 위험도를 보면 남자에서 내장지방두께가 4.0~4.9 cm, 5.0~5.9 cm 군은 4.0 cm 미만인 군에 비하여 대사증후군 위험성에 대한 교차비(odds ratio)는 각각 6.2배, 4.5배로 증가하였으나 각각은 통계적으로 유의하지는 않았으며, 내장지방두께가 6.0~6.9 cm, 7.0 cm 이상인 군은 교차비(odds

ratio)가 각각 14.9배, 17.0배로 통계적으로 유의하게 증가하였다. 여자에서는 내장지방두께가 2.0~2.9 cm, 3.0~3.9 cm, 4.0~4.9 cm 군은 2.0 cm 미만인 군과 비교하여 대사증후군 위험성에 대한 교차비(odds ratio)는 각각 2.9배, 3.2배, 3.8배로 증가하였으나 각각은 통계적으로 유의하지 않았고, 5.0 cm 이상인 군은 교차비(odds ratio)가 19.1배로 통계적으로 유의하게 증가하였다(Table 6).

#### IV. 고 찰

비만과 관련된 고혈압, 제2형 당뇨병, 고지혈증, 동맥경화증 등 여러 대사질환 및 심혈관 질환들이 복부비만 특히, 내장지방과 밀접한 관련이 있음이 알려지면서 내장지방을 정확히 평가하기 위한 측정방법들이 연구되고 있다. 그 중 한 방법이 초음파를 이용한 내장지방두께 측정이며, 초음파 측정법은 방사선 노출 없이 간편하게 내장지방을 평가 할 수 있고, 반복측이 용이하여 내장지방두께 변화를 쉽게 추적관찰 할 수 있는 장점을 가지고 있다. 본 연구에서는 내장지방평가에 많은 장점을 가지고 있는 초음파 측정법의 복부 비만지표로서의 유용성을 확인해보고, 대사증후군 예측을 위한 내장지방두께 기준을 알아보려고 하였다.

내장지방은 같은 체질량지수에서 동양인이 서양인에 비해 많고<sup>11)</sup>, 남자가 여자에 비해 많으며, 연령이 높아질수록 증가하는 것으로 보고 되어있다<sup>12)</sup>. 본 연구에서 남녀사이에 내장지방 및 피하지방두께가 유의한 차이를 보였는데, 내장지방두께는 남자에서 피하지방두께는 여자에서 유의하게 두꺼웠다. 연령대별 내장지방두께와 대사증후군과의 관계를 보면 남자는 연령이 높아질수록 내장지방두께가 증가하는 경향을 보이거나 연령대별 유의한 차이는 보이지 않았으며, 동시에 대사증후군 유병률도 유의한 차이를 보이지 않았다. 반면 여자에서는 연령이 높아질수록 내장지방두께가 유의하게 증가하였으며, 동시에 대사증후군 유병률도 유의하게 증가하였다.

초음파로 측정된 내장지방두께와 신체계측지표 및 대사증후군 관련인자와 상관관계에서 Kim 등<sup>13)</sup>, 정 등<sup>14)</sup>은 초음파 측정 내장지방두께가 체질량지수 및 허리둘레와 유의한 연관성이 있음을 보고 하였고, 김 등<sup>15)</sup>은 내장지방두께가 대사증후군 관련인자와 연관성이 있음을 보고하였다. 본 연구에서 내장지방두께는 체질량지수, 허리둘레, 허리둘레/키 비와 모두 유의한 상관관계가 있었고, 허리둘레와 가장 좋은 상관관계를 보였다. 또한 대사증후

군 관련인자인 혈압, 고밀도콜레스테롤, 중성지방, 공복혈당과 유의한 상관성이 있었으며, 대사증후군을 동반한 경우에는 그렇지 않은 경우에 비해 내장지방두께가 남녀 모두에서 유의하게 증가되어 내장지방두께가 대사증후군 유병에 중요한 관련인자임을 확인 할 수 있었다.

초음파로 측정한 내장지방두께의 대사증후군 예측을 위한 기준값에 대한 연구는 아직 많지 않으며, Kim 등<sup>13)</sup>은 비만이 없는 남성과 여성 당뇨병 환자를 대상으로 한 연구에서 내장지방의 적절한 임계치를 남자 4.76 cm, 여자 3.55cm로 보고하였고, 정 등<sup>14)</sup>은 당뇨병환자를 대상으로 한 연구에서 4.45 cm를 기준으로 하였다. 김 등<sup>15)</sup>은 비만성인만을 대상으로 한 연구에서 남자 7.25 cm, 여자 5.85 cm를 보고하였으며, 건강 검진자를 대상으로 한 본 연구에서는 남자 4.58 cm, 여자 3.50 cm 이었다. 대사증후군 유병 예측을 위해 구한 내장지방두께의 기준치는 연구대상에 따라 차이가 있음을 알 수 있으며, 본 연구는 건강 검진자를 대상으로 한 것으로 내장지방두께의 절대적 기준치로 적용하는데 제한점이 있으며, 다만 건강 검진자의 대사증후군 예측 기준치로 제한적으로 적용하는데에는 큰 무리는 없을 것으로 생각된다.

복부 내장지방의 두께가 증가함에 따라 대사증후군 위험도가 증가하였는데, 복부 비만지표인 허리둘레와 연령을 보정 한 후 에도 위험도가 유의하게 증가하여 내장지방두께가 독립적으로 대사증후군 위험성을 증가시키는 위험요인임을 알 수 있었으며, 특히 남자는 6.0 cm 이상, 여자는 5.0 cm 이상부터 위험도가 급격히 증가하였다.

초음파를 이용한 내장지방두께 측정은 여러 가지 장점에 도 불구하고 내장지방두께 측정에 검사자간 측정오차가 있을 수 있다는 단점을 가지고 있다. 초음파 측정은 호흡방법, 측정위치 그리고 탐촉자가 복벽을 누르는 압력 등에 따라 내장지방두께가 예민하게 반응하기 때문에 숙련된 경험이 필요하다. 따라서 초음파 측정 내장지방두께가 복부 비만지표로서 쉽게 활용되기 위해서는 보다 객관적이고 표준화된 측정방법에 대한 연구가 필요 할 것으로 보인다.

#### V. 결 론

초음파 측정지표 중 내장지방두께는 피하지방두께나 내장지방/피하지방두께 비에 비해 신체계측지표 및 대사증후군 관련인자와 남녀 모두에서 높은 상관관계를 보였으며, 대사증후군 유병 예측을 위해 구한 내장지방두께

기준은 남자 4.58 cm, 여자 3.50 cm 이었다. 또한 내장 지방두께가 두꺼워질수록 대사증후군 위험도가 남녀 모두에서 유의하게 증가하였는데 특히, 남자는 6 cm, 여자는 5 cm 이상에서 대사증후군 위험도가 급격히 증가하였다. 초음파에 의한 복부 내장지방두께 측정은 측정이 간편하고 내장지방과 피하지방을 구분할 수 있어 흔히 사용되는 복부 비만지표인 허리둘레지표의 한계를 극복 할 수 있는 복부 비만지표로 유용할 것으로 보인다. 그러나 임상에서 초음파 측정 내장지방두께가 복부 비만지표로 활용되기 위해서는 측정위치, 호흡방법 등에 대한 측정방법의 표준화가 이루어져야 할 것으로 사료된다.

## 참 고 문 헌

1. 보건복지부: 2005년도 국민건강영양조사-검진조사, 39-41, 2006
2. 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*, 36, 54-9, 1987
3. Janssen I, Heymsfield SB, Allison DB, Kotler DP, Ross R: Body mass index and waist circumference independently contribute to the prediction of abdominal subcutaneous, and visceral fat, *Am J Clin Nut*, 75(4), 683-8, 2002
4. 전희선, 강지현, 김선경, 유병연: 체성분분석기 In-Body 4.0과 허리둘레에 의한 내장형비만 평가의 정확도, *가정의학회지*, 27, 904-910, 2006
5. Rossner S, Bo WJ, Hiltbrandt E, Hinson W, Karstaedt N, Santago P, et al: Adipose tissue determinants in cadavers comparison between cross-sectional planimetry and computed tomography, *Int J Obes* 14, 893-902, 1990
6. Zhao B, Colville J, Kalaigian J, Curran J, Curran S, Jiang L, et al: Automated quantification of body fat distribution on volumetric computed tomography, *J Comput Assist Tomogr*, 30, 777-83, 2006
7. Armellini F, Zamboni M, Todesco T, Rigo L, Bergamo-Andreis IA, Bosello O: Total and intra abdominal fat measurements by ultrasound and computerized tomography, *Int J Obes Relat Metab Disord* 17, 209-214, 1993.
8. 김수경, 김세화, 이유미, 최성희, 조유리, 안철우, 차봉수, 임승길 등: 컴퓨터단층촬영으로 측정된 복강내 지방조직 길이와 내장지방 면적, 내장지방/피하지방 면적비 및 내장지방/골격근 면적비와의 비교, *대한내과학회지*, 64, 49-59, 2003
9. Nation Cholesterol Education Program: Executive summary of the third report of the National cholesterol education program (NCEP) expert panel on detection, evaluation and treatment of high blood cholesterol adults (adult treatment panel III), *JAMA*, 285, 2489-97, 2001
10. WHO West pacific Region: The Asia-Pacific perspective redefining obesity and its treatment, IOTF, 2000
11. Mckeigue PM, Shah B, Marmot MG: Relation of central obesity and insulin resistance with high diabetes prevalence and cardiovascular risk in south asians. *Lancet*, 337, 382-6, 1991
12. Buchard C, Despres J, Mauriege P: Genetic and nongenetic determinants of regional fat distribution, *Rev*, 337, 382-6, 1993
13. Kim SK, Kim HJ, Hur KY, Choi SH, Ahn CW, Lim SK, Kim Kr, Lee HC, Huh KB, Cha BS: Visceral fat thickness measured by ultrasonography can estimate not only visceral obesity but also risks of cardiovascular and metabolic diseases, *Am J Clin Nut* 79, 593-599, 2004
14. 정귀홍, 김성균, 정진옥, 조동혁, 정동진, 정민영: 제 2형 당뇨병 환자에서 초음파 측정 내장지방지표와 심혈관계 위험인자와의 관계, *대한내과학회지*, 73, 618-630, 2007
15. 김종섭, 이희중, 김종열, 강덕식, 이덕희, 감신, 이성국, 이정범: 비만 성인에서 대사증후군과 동맥경화증 예측인자로서 초음파를 이용한 복부 내장지방두께의 유용성, *대한비만학회지*, 16, 6-15, 2007



## The Usefulness of Visceral Fat Thickness Measured by Ultrasonography as an Abdominal Obesity Index

Yong-Kyun Kim · Man-Seok Han<sup>1)</sup>

*Department of Diagnostic Radiology, Korealife Daejeon Healthcare center*

<sup>1)</sup>*Department of Diagnostic Radiology, Chungnam University Hospital*

**Purpose :** Abdominal obesity with visceral fat accumulation have been known to be intimately associated with the development of metabolic syndrome. Therefore, it is important to estimate the precise amount of visceral fat. Ultrasonography has been reported that it is a simple and noninvasive method for visceral fat evaluation. Purpose of this study is to evaluate the association of ultrasonographic visceral fat thickness, anthropometric indexes, and risk factor of metabolic syndrome, and to investigate the cut-off value of abdominal visceral fat thickness leading to increased risk of metabolic syndrome.

**Materials and methods :** The subject included 200 men and 200 women who visited D healthcare center in Daejeon from January to April 2008. The subcutaneous fat thickness and visceral fat thickness were measured by ultrasonograph. As anthropometric index, we measured body mass index, waist circumference and waist/height ratio. As for the risk factor of metabolic syndrome, we measured blood pressure, high density lipoprotein cholesterol, triglyceride and fasting serum glucose.

**Results :** VFT was significantly correlated with waist circumference, ( $r=0.683/M$ ,  $r=0.604/F$ ), waist to height ratio ( $r=0.633/M$ ,  $r=0.593/F$ ) and BMI ( $r=0.621/M$ ,  $r=0.534/F$ ) in both men and women. In addition it was significantly correlated with Systolic blood pressure ( $r=0.229/M$ ,  $r=0.232/F$ ), Diastolic blood pressure ( $r=0.285/M$ ,  $r=0.254/F$ ), high density cholesterol ( $r=-0.254/M$ ,  $r=-0.254/F$ ), Triglyceride ( $r=0.475/M$ ,  $r=0.411/F$ ), and Fasting blood sugar ( $r=0.158/M$ ,  $r=0.234/F$ ) in both men and women. The cut-off value of visceral fat thickness leading to the increased risk of metabolic syndrome was 4.58cm (sensitivity89.2%, specificity 71.2%) in men and 3.50cm (sensitivity61.2% specificity 80.8%) in women respectively. The odds ratio of the risk of metabolic syndrome was dramatically increased with the abdominal visceral fat thickness level over 6cm in men and 5cm in women.

**Conclusion :** The visceral fat thickness using ultrasonography was significantly correlated with anthropometric indexes and risk factors of metabolic syndrome in both men and women. The cut-off value of visceral fat thickness leading to the increased risk of metabolic syndrome was 4.58cm in men and 3.50cm in women.

Key Words : Ultrasonography, Visceral fat thickness, Anthropometric index, Metabolic syndrome