

여성에서 이중 에너지 방사선 흡수계측기 (Dual Energy X-ray Absorptiometry)로 측정한 요추부 주위 지방률과 심혈관계 위험요인

계명대학교 의과대학 가정의학교실

서 영 성 · 김 대 현

Lumbar Regional Fat Percentage by Dual Energy X-ray Absorptiometry and Cardiovascular Disease Risk Factors in Women

Young Sung Suh, MD., PhD., Dae Hyun Kim, MD., PhD.

Department of Family Medicine, School of Medicine, Keimyung University

요 약

연구배경: 임상에서 흔히 요추부 골밀도 검사를 위해 이용하는 이중 에너지 방사선 흡수계측기 (DEXA)를 이용하여 측정된 요추부 주위 지방률과 심혈관질환 위험요인간의 관련성을 알아보고자 하였다.

방법: 2001년 1월부터 6개월 동안 1개 대학병원 건강증진센터를 건강검진목적으로 방문한 성인 여성 중 체중증감질환이 없는 자원자 78명을 대상으로 DEXA를 이용하여 요추부 주위 지방률을 측정하였고, 이와 혈중 지질 및 혈압과의 관련성을 조사하였다.

결과: 요추부 주위 지방률은 복부 CT로 측정한 복부 내장지방량과 매우 높은 상관성을 나타냈다 ($r=0.71$, $P=0.0001$). 요추부 주위 지방률은 수축기 및 이완기 혈압 ($P<0.05$), 총 콜레스테롤 ($P<0.01$), 중성지방 ($P<0.01$), 고밀도 콜레스테롤 ($P<0.01$), 저밀도 콜레스테롤 ($P<0.01$) 등과 높은 상관성을 나타냈다.

혈중지질 및 혈압에 대한 신체계측인자들의 예측정도에서 수축기 혈압 및 이완기 혈압은 허리둘레가 가장 강력한 설명변수였고 (각각 $R^2=0.165$, $R^2=0.177$), 혈중지질 중 총콜레스테롤은 요추부주위 지방률 ($R^2=0.150$)이었고, 중성지방은 VSR ($R^2=0.160$)이었고, 고밀도 콜레스테롤은 BMI였으며 ($R^2=0.121$), 저밀도 콜레스테롤은 BMI와 요추부 주위 지방률이었고 ($R^2=0.270$), 동맥경화지수는 복부내장지방량, VSR 및 요추부 주위 지방률이었다 ($R^2=0.362$).

결론: 요추부 전후 골밀도 검사는 심혈관계질환과 높은 관련성이 있는 복부내장지방량을 간접 추정할 수 있으며, 요추부 주위 지방량은 복부내장지방량 및 WHR과 함께 혈중지질 및 혈압과 높은 상관성을 나타냈다.

중심단어: 요추부 주위 지방, DEXA, 심혈관계위험 인자

서 론

최근 비만 환자의 급증으로 비만 관련 질환들의 빈도도 높아지고 있다. 대부분의 비만 관련 질환들은 복부내장 지방 정도에 따라 고지혈증, 고혈압, 관상동맥 질환, 뇌혈관 질환 등의 발병과 관련성이 높다고 알려져 있다¹⁻³⁾. 따라서 복부내장형 비만을 조기 진단한다면 각종 성인형 만성질환의 발견과 치료에 많은 도움이 될 것이다. 현재까지 복부내장지방량을 정확히 측정하기 위해 전산화 단층 촬영법이 사용되고 있으나 임상에서 흔히 이용하지 않으며, 방사선 노출의 위험과 비용이 높은 단점이 있다⁴⁻⁵⁾. 1990년 Schlemmer 등⁶⁾이 이중 에너지 방사선 흡수계측기(Dual Energy X-ray absorptiometry: 이하 DEXA)를 이용하여 L2-4 사이에서 복부지방을 측정하였으나 임상에서 널리 사용하지 않고 있다.

최근 우리나라에서 골다공증에 대한 사회적 관심이 증대되어 흔히 골다공증의 예방과 진단을 위해 요추부 전후 골밀도를 측정하고 있다. DEXA를 이용한 요추부 전후 측정은 요추부 주위 조직의 밀도를 측정하므로 요추부 골밀도 뿐만 아니라 요추부 주위 지방량을 측정할 수 있고, 정상 체중자 및 비만자에서 DEXA로 측정된 요추부 주위 지방량이 CT나 MRI로 측정된 복부 내장 지방량과 관련성이 높다고 보고되었다⁷⁻⁸⁾. 또한 동양인은 서구인처럼 중증 비만의 유병률은 높지 않지만 정도 및 중증도의 비만하면서 복부내장형 비만 형태를 보이는 경우가 많고⁹⁾, 정상체중인 군에서도 복부내장의 비만이 높은 숨겨진 비만인 경우 각종 비만 관련질환의 발병이 많은 것으로 보고¹⁰⁾되었으므로 요추부 주위 지방량과 심혈관계 위험요인에 대한 관련성을 연구하는 것은 의미 있으리라 사료된다.

방 법

1. 연구대상

2001년 1월부터 6개월 동안 대구시내 모 대학병원 건강증진센터를 건강검진목적으로 내원한 만 성인 여성 중 체질량지수(body mass index, BMI) 18.5 kg/m² 이상인 군을 선택하였다. 이들은 6개월 동안(26주) 매

주 월요일 수요일 금요일 오전 연구자가 직접 건강증진센터를 방문하여 과거력상 당뇨병, 갑상선 기능장애, 경구피임약 복용, 부신피질 호르몬 장기사용, 신장기능장애 등이 없고, 최근 2개월 사이 5% 이상 체중이 감소하지 않은 내원자 중에서 본 연구의 목적에 동의한 자원 여성을 매일 1~2명씩 선택하여 총 78명을 대상으로 연구하였다. 또한 고지혈증 및 고혈압의 병력이 있으면서 최근 2개월 내 항고지혈증 및 항고혈압 약물을 복용한 군도 제외하였다.

2. 연구방법

신체 계측중 키와 체중은 검진용 가운을 입은 상태에서 신장-체중 자동측정기(FA-94H, Fanics, Korea)를 이용하여 측정하였고, 허리둘레와 엉덩이둘레는 줄자를 이용하여 호기 후 편한 상태에서 기립시 배꼽을 지나는 선을 허리둘레 길이로 하였고, 엉덩이 둘레 중 가장 큰 둘레 선을 엉덩이둘레 길이로 하였다. 복부지방량은 전산화 단층촬영기를 이용하여(Somatom Plus 32, Siemens, Germany) L4-5 사이(배꼽부위)에서 촬영한 후 내장된 컴퓨터를 이용하여 복부피하지방량과 복부내장지방량을 계산하였다. 요추부 주위 지방량의 측정은 와위자세로 DEXA(DPX-L, LUNAR Co., USA)를 이용하여 흉추 12번 하단부에서 요추 5번 하단부까지 측정하는 요추부 전후 골밀도를 측정하였고 결과로 출력된 R값을 측정부위 지방량으로 하였다(Fig. 1).

심혈관계위험요인에 대한 변수로 혈압과 혈중지질을 측정하였다. 혈압의 측정은 10분간 안정 후 좌위에서 자동 혈압측정계(TM2654, A&D Co., Japan)를 이용하였다. 혈중 지질의 측정은 공복 10시간 후 채혈하여 총콜레스테롤, 중성지방, 고밀도콜레스테롤을 측정하였고, 저밀도콜레스테롤(Friedewald equation: 총콜레스테롤-중성지방/5-고밀도콜레스테롤)과 동맥경화지수(총콜레스테롤/고밀도콜레스테롤)는 간접적으로 계산하였다.

3. 통계방법

신체계측인자간의 상관성은 연령을 보정한 후 부분 상관분석법 이용하였고, 다중회귀분석을 이용하여 각 심혈관질환의 위험요인을 가장 잘 설명하는 변수를 추

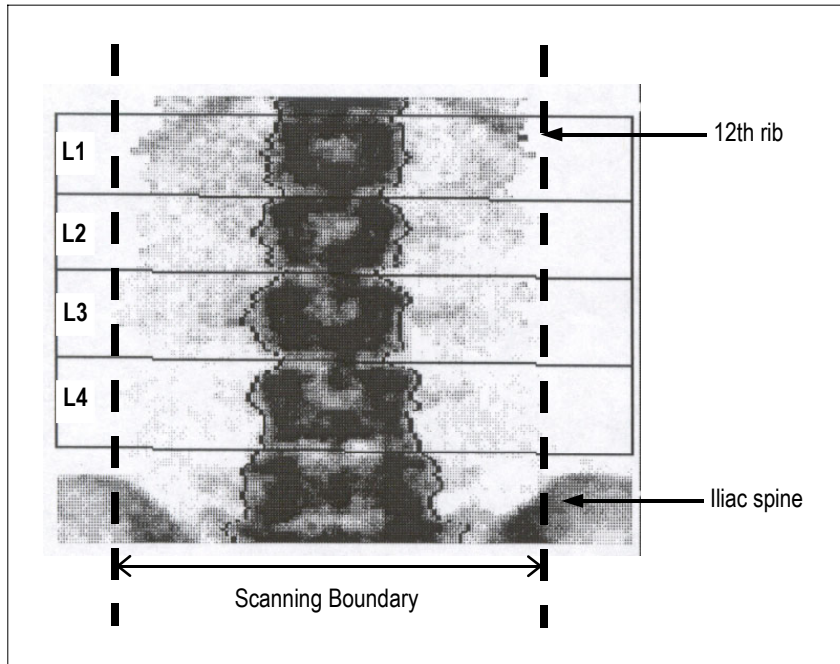


Fig. 1. Lumbar AP DEXA scanning between T12 low margin and L5 low margin according to Manufacturer's program. The dotted lines are DEXA scanning width.

정하였다. 측정된 모든 자료의 분석은 SPSS 10.0 (SPSS Co., Chicago, USA)을 이용하였고, 통계학적으로 유의한 수준은 0.05 미만으로 하였다.

결 과

1. 일반적인 특징

대상군의 평균 연령은 47.0 ± 10.0 세였고, 평균 체질량지수는 $26.5 \pm 4.9 \text{ kg/m}^2$ 이었으며, 평균 허리둘레는 $84.0 \pm 12.0 \text{ cm}$, CT로 측정된 평균 복부내장 지방량은 $110.7 \pm 71.7 \text{ cm}^2$, DEXA로 측정한 평균 요추부 주위 지방률은 $25.8 \pm 8.9\%$ 였다 (Table 1). 대상군의 혈압 및 혈중지질은 Table 1과 같다.

2. 신체계측지수간의 상관성

신체계측 인자들간의 상관성은 나이를 보정한 후 실시한 결과 BMI, 허리둘레, 허리-엉덩이 둘레비 (이하 WHR), 복부내장지방량, 복부피하지방량, 요추부 주위

지방률에서 모두 유의한 상관성이 있었다 (Table 2).

3. 신체계측지수와 심혈관계 위험요인간의 관계

신체계측지수들과 심혈관질환 위험요인들의 상관성은 나이를 보정한 후 실시한 결과 요추부 지방률과 WHR는 혈중지질 및 혈압과 높은 상관성이 있었고 (모두 $P < 0.05$), BMI와 허리둘레는 총콜레스테롤 ($P > 0.05$)과 저밀도콜레스테롤 ($P > 0.05$)을 제외한 고밀도 콜레스테롤 ($P < 0.01$), 혈압 ($P < 0.01$), 중성지방 ($P < 0.01$)과 유의한 상관성이 있었다. 복부내장지방량에서 저밀도콜레스테롤 ($P > 0.05$)을 제외한 모든 위험인자들과 유의한 상관성이 있었고 (모두 $P < 0.05$), 복부피하지방량은 혈압 ($P < 0.01$), 고밀도 콜레스테롤 ($P < 0.05$) 및 동맥경화지수 ($P < 0.05$)와 유의한 상관성이 있었고, 복부내장지방/복부피하지방비 (이하 VSR)는 혈중지질과 높은 상관성이 있었다 (모두 $P < 0.05$) (Table 3).

Table 1. General Characteristics of Study Subjects (N=78)

Variables	Mean±SD (Range)
Age (yr)	47.0±10.0 (21~62)
Body mass index (kg/m ²)	26.5±4.9 (18.5~38.9)
Waist circumference (cm)	84.0±12.0 (62.0~124.0)
Hip circumference (cm)	96.2±8.2(83.0~116.0)
Waist-hip ratio	0.85±0.05 (0.74~1.11)
Subcutaneous fat by CT (cm ²)	214.1±86.3 (61.7~455.2)
Visceral fat by CT (cm ²)	110.7±71.7 (12.0~408.7)
Visceral fat/Subcutaneous fat amount	0.5±0.20 (0.04~1.27)
Lumbar regional fat % by DEXA	25.8±8.9 (5.2~40.2)
Systolic blood pressure (mmHg)	128.8±19.6 (83~191)
Diastolic blood pressure (mmHg)	79.1±14.5 (46~118)
Fasting blood glucose (mg/dL)	84.4±21.7 (35.0~194.0)
Total cholesterol (mg/dL)	196.8±39.1 (105.0~312.0)
Triglyceride (mg/dL)	132.9±72.9 (42.0~362.3)
HDL cholesterol (mg/dL)	54.5±13.2 (34.3~90.3)
LDL cholesterol (mg/dL)	115.7±33.6 (43.3~226.4)
Total cholesterol/HDL cholesterol	3.7±0.99 (1.6~6.3)

Table 2. Partial Correlations Among Anthropometric Data After Controlling for Age in Study Subjects (N=78)

	BMI	Waist	WHR	Visceral fat	Subcutaneous fat	VSR [‡]	Lumbar regional fat
BMI	1	.8986 [†]	.6257 [†]	.7920 [†]	.8669 [†]	.4004 [*]	.8123 [†]
Waist		1	.8359 [†]	.8426 [†]	.8308 [†]	.4671 [†]	.7830 [†]
WHR			1	.7562 [†]	.5357 [†]	.5632 [†]	.6662 [†]
Visceral fat				1	.6144 [†]	.7862 [†]	.7052 [†]
Subcutaneous fat					1	.0603	.7498 [†]
VSR [‡]						1	.4269 [†]
Lumbar regional fat %							1

* P<0.01, [†] P=0.000

[‡] VSR; visceral fat amount/subcutaneous fat amount

4. 심혈관질환 위험인자 예측

혈중지질 및 혈압에 대한 신체계측인자들의 예측정도를 다변량 중회귀 분석한 결과 수축기 혈압 및 이완기 혈압은 허리둘레가 가장 강력한 설명변수였고 (각각 R²=0.165, R²=0.177), 혈중지질 중 총콜레스테롤은 요추부 주위 지방량 (R²=0.150)이었고, 중성지방은

VSR (R²=0.160)이었고, 고밀도 콜레스테롤은 BMI (R²=0.121)이었으며 저밀도 콜레스테롤은 BMI와 요추부 주위 지방량 (R²=0.270)이었고, 동맥경화지수는 복부내장지방량, VSR 및 요추부 주위 지방량이었다 (R²=0.362) (Table 4).

Table 3. Partial Correlations Between Anthropometric Data and Blood Pressure and Serum Lipid After Controlling for Age in Study Subjects (N=78)

	BMI	Waist	WHR	Visceral fat	Subcutaneous fat	VSR [†]	Lumbar regional fat
Systolic BP (mmHg)	.3293 [†]	.3547 [†]	.2391*	.2802*	.3212 [†]	.0821	.2865*
Diastolic BP (mmHg)	.3193 [†]	.3681 [†]	.2847*	.2964*	.3099 [†]	.1568	.2651*
Total cholesterol	.1918	.2276	.2762*	.2834*	.1032	.3627 [†]	.3284 [†]
Triglyceride	.3379 [†]	.3213+	.3199 [†]	.3816 [†]	.1057	.4786 [†]	.3242 [†]
HDL cholesterol	-.3593 [†]	-.3583+	-.3361 [†]	-.3221 [†]	-.2451*	-.2591*	-.3861 [†]
LDL cholesterol	.1798	.2038	.2550*	.1972	.1616	.2417*	.3848 [†]
Atherogenic index	.3932 [†]	.3857+	.3808 [†]	.3724 [†]	.2407*	.4297 [†]	.5020 [†]

*P<0.05, [†] P<0.01, [‡] P=0.000

[†] VSR; visceral fat amount/subcutaneous fat amount

|| Atherogenic index; total cholesterol/HDL cholesterol

Table 4. Multiple Stepwise Linear Regression Analysis to Estimate Cardiovascular Risk Factors from Anthropometric Data

Dependent variable	Independent variables (β)							R ²
	BMI	Waist	WHR	Visceral fat	Subcutaneous fat	VSR*	Lumbar regional fat	
Systolic BP		.728						.165
Diastolic BP		.557						.177
Total cholesterol							1.564	.150
Triglyceride							122.742	.160
HDL cholesterol	-.883							.121
LDL cholesterol	-2.454						2.667	.270
Atherogenic index [†]				0.00661		2.196	0.0648	.362

*VSR; visceral fat amount/subcutaneous fat amount

[†] Atherogenic index; total cholesterol/HDL cholesterol

고 찰

체성분 분석은 연구목적으로 중수소를 이용하여 체내 총 수분량을 측정하거나 체내 총 칼륨량을 측정하거나 체밀도법을 이용하여 체지방을 측정할 수 있으나 널리 사용할 수 없다^{11~13}. 임상적인 목적의 전신 체지방량의 측정은 신체전기저항을 이용한 측정법과^{14~15}. 에너지 흡수정도를 이용한 DEXA가 비교적 정확하게 전체 체지방량을 추정할 수 있다⁶.

지방분포와 심혈관질환 위험인자간의 관련성은 Vague 등의 연구¹⁶ 이후 많은 연구들이 있었으며^{3,17~19}, 고혈압, 제2형 당뇨병, 고지혈증 등의 비만 관련질환은 전체 체지방량보다 복부내장 지방량에 따라 유병률이 증가함이 알려져 있다^{20,21}. 따라서 복부내장 지방량의 정확한 측정은 비만관련질환의 예측에 중요하다. 복부내장 지방량의 측정은 CT 또는 MRI로 직접 측정하는 방법이 가장 정확하며^{22,23}, DEXA를 이용하여 측정된 복부지방량도 CT나 MRI로 측정된 복부지방량과 높은

상관성이 있었다^{24,25}. 최근에는 L4-5 사이에서 CT를 이용하여 단면만 촬영 후 측정된 복부내장지방량을 많이 이용한다²⁴.

CT로 측정된 복부내장 지방량과 심혈관계 질환 위험인자와의 상관성은 서구 비만자를 대상으로 한 연구²⁶, 일본인 비만 남녀를 대상으로 한 연구²⁰, 흑인 비만자를 대상으로 한 연구²⁷ 및 폐경기 전 여성을 대상으로 한 연구²⁸에서 CT로 측정된 복부내장지방량이 혈중지질 또는 인슐린저항성과 높은 상관성이 있음을 보고했다.

지금까지의 연구결과 CT나 MRI로 측정된 복부지방은 순수한 복부내장 지방량만을 측정할 수 있으므로 심혈관질환의 위험요인과 복부내장지방량과 상관성이나 예측도는 매우 높다²⁶⁻²⁸. DEXA를 이용하여 측정된 복부지방량도 복부 피하 및 복부내장지방량이 모두 포함된 복부지방량이지만, Paradisi 등의 연구²⁹에서 L1-4사이의 복부지방량이 허리둘레, 중성지방, 총콜레스테롤과 상관성이 높았고, 다중회귀분석결과 인슐린 저항성의 41%를 설명할 수 있는 중요한 인자로 보고하였다. 또한 DEXA로 측정한 체간 지방량(두부 및 사지 제외)도 중성지방, 저밀도콜레스테롤, 동맥경화인자와 유의한 상관성이 있음이 보고되었다³⁰. 최근 저자들은 골다공증의 예방과 진단을 위해 폐경 전후 여성들에서 DEXA로 시행하는 요추부 전후 골밀도 검사가 복부내장지방량을 반영하는 것으로 보고하였다⁷⁻⁸.

본 연구에서 DEXA로 측정한 요추부 주위 지방량이 심혈관계 질환 위험인자와 허리둘레, WHR, 복부내장지방량 및 요추부 주위 지방량과 높은 상관성이 있었으며, 다중회귀분석결과 각각의 심혈관계 질환 위험인자에 대한 복부내장 지방량 관련 변수들의 예측도는 요추부 주위 지방량에서 총콜레스테롤, 저밀도콜레스테롤, 동맥경화지수에서 통계학적으로 유의한 예측률을 보였다. 이는 기존의 여러 외국 연구에서 DEXA로 측정된 복부지방량도 심혈관계 질환을 예측할 수 있는 중요한 인자였다는 사실과 일치하는 결과이다^{29,30}.

본 연구의 제한점으로 대상군의 수가 적어 나이 및 폐경 여부에 따른 복부내장 지방량의 차이를 반영하지 못하였고, 여성만을 대상으로 하여 일반화하기에는 무

리가 있다. 또한 남성보다 여성에서 흡연과 음주가 적어 자료 처리에서 고려하지는 않았지만 복부내장 지방에 영향을 주는 흡연, 음주, 운동 유무를 고려하지 않은 것도 본 연구의 제한점이라 하겠다.

그러나 본 연구가 기존의 연구^{24-25,29,30}와 큰 차이점은 이전의 연구에서 DEXA로 측정된 복부지방량은 L1-4 사이의 복부피하전후 및 측면지방과 내장지방 전체를 반영한 복부지방량이었다면, 본 연구에서는 T12 하부 - L5 하부 사이 복부전후 피하지방과 내장지방을 반영한 지방량으로서 기존의 방법보다 내장지방을 더 잘 반영하는 측정방법으로 사료된다. 즉, DEXA로 측정한 요추부 주위 지방량은 심혈관계 질환의 발병 위험을 예측할 수 중요한 검사법이 될 수 있으며, 향후 이에 대한 추가 연구가 필요할 것으로 생각된다.

ABSTRACT

Background: This study was carried out to assess the relation of lumbar regional fat percent by dual energy X-ray absorptiometry and cardiovascular risk factors in women.

Methods: Seventy-eight women were included for this study. Data were collected among healthy women visiting for periodic health examination in Dongsan Medical Center, Daegu, Korea. They were no history of metabolic disorder, steroid use, and recent weight loss. Anthropometric data were weight, height, waist and hip circumference. Measurement of abdominal visceral fat amount by single slice abdominal CT on L4-5, lumbar regional fat % (L2-4) by Dual Energy X-ray Absorptiometry were determined. Cardiovascular risk factors were blood pressure, total cholesterol, triglyceride, HDL cholesterol, LDL cholesterol, and atherogenic index.

Results: Lumbar regional fat % was significantly correlated with serum lipid and blood pressure (all $P<0.05$). Waist circumference was significantly correlated with triglyceride, HDL cholesterol, and blood pressure (all $P<0.05$). Abdominal visceral fat

amount was correlated with serum lipid and blood pressure (all $P < 0.05$), except LDL cholesterol ($P > 0.05$). It was found that lumbar regional fat % by DEXA was a predictor of total cholesterol, LDL cholesterol, and atherogenic index in this study ($R^2 = 0.15$, $R^2 = 0.27$, $R^2 = 0.36$).

Conclusion: This study demonstrates that lumbar regional fat % is highly correlated with cardiovascular risk factors in women.

Key Words: lumbar region, Fat, Cardiovascular risk, X Ray Absorptiometry Dual Energy

참 고 문 헌

1. Lapidus L, Bengtsson C, Larsson B, Pennert K, Rybo E, Sjostrom L. Distribution of adipose tissue and risk of cardiovascular disease and death: a 12 year follow up of participants in the population study of women in Gothenburg, Sweden. *Br Med J* 1984;289:1257-1261.
2. 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.
3. Kissebah AH, Peiris AN. Biology of regional body fat distribution. Relationship to non-insulin-dependent diabetes mellitus. *Diabetes Metab Rev* 1989;5:83-109.
4. Tokunaga K, Matsuzawa Y, Ishikawa K, Tarui S. A novel technique for the determination of body fat by computed tomography. *Int J Obes Relat Metab Disord* 1983;7:437-445.
5. Seidell JC, Bjorntorp P, Sjostrom L, Sannerstedt R, Krotkiewski M, Kvist H. Regional distribution of muscle and fat mass in men-new insight into the risk of abdominal obesity using computed tomography. *Int J Obes Relat Metab Disord* 1989;13:289-303.
6. Schlemmer A, Hassager C, Haarbo J, Christiansen C. Direct measurement of abdominal fat by dual photon absorptiometry. *Int J Obes Relat Metab Disord* 1990;14:603-611.
7. 장영식, 서영성. 정상체중여성에서 요추부주위 지방량과 복부내장지방량과의 관련성. *대한일차의료학회지* 2001;7:37-45.
8. Suh YS, Kim DH, Lee IK. Usefulness of lumbar AP spine DXA for measuring the percentage of perilumbar regional fat and predicting visceral fat in obese postmenopausal women. *Nutrition(In press)*
9. 장미라. 비만자의 체지방량 및 분포에 관한 기초연구-성인병의 발병위험요인과 관련하여-. 연세대학교 대학원 석사학위논문, 1990.
10. 김승기. 정상 체중 성인에서 복부내장 지방량과 심혈관계 위험요인과의 관계. 계명대학교 석사학위논문, 1999.
11. Webster JD, Hesp R, Garrow JS. The composition of excess weight in obese women estimated by body density, total body water and total body potassium. *Hum Nutr Clin Nutr* 1984;38:299-306.
12. Lukaski H. Methods for the assessment of human body composition: traditional and new. *Am J Clin Nutr* 1995;46:537-556.
13. Dempster P, Aitkens S. A new air displacement method for the determination of human body composition. *Med Sci Sports Exerc* 1995;27:1692-1697.
14. Hoffer E, Meador C, Simpson D. Correlation of whole-body impedance with total body water volume. *J Appl Physiol* 1969;27:531-534.
15. Cornish B, Ward L, Thomas B, Jebb SA, Elia M. Evaluation of multiple frequency impedance and Cole-Cole analysis for assessment of body water volumes in healthy humans. *Eur J Clin Nutr* 1995;50:159-164.

16. Vague J. La differentiation seuelle, facteur determinant des formes de l'obesite. *Presse Med* 1947;30:339-340.
17. Evans DJ, Hoffmann RG, Kalkhoff RK, Kissebah AH. Relationship of body fat topography to insulin sensitivity and metabolic profiles in premenopausal women. *Metabolism* 1984;33:68-75.
18. Stern MP, Haffner SM. Body fat distribution and hyperinsulinemia as risk factors for diabetes and cardiovascular disease. *Arteriosclerosis* 1986;6:123-130.
19. Abate N, Garg A, Peshock RM, Stray-Gundersen J, Grundy SM. Relationships of generalized and regional adiposity to insulin sensitivity in men. *J Clin Invest* 1995;96:88-98.
20. 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;36:54-9.
21. Despres JP, Moorjani S, Lupien PJ, Tremblay A, Nadeau A, Bouchard C. Regional distribution of body fat, plasma lipoproteins, and cardiovascular disease. *Arteriosclerosis* 1990;10:497-511.
22. Svendsen OL, Hassager C, Bergmann I, Christiansen C. Measurement of abdominal and intra-abdominal fat in postmenopausal women by dual energy X-ray absorptiometry and anthropometry: comparison with computerized tomography. *Int J Obes Relat Metab Disord* 1993;7:45-51.
23. Kvist H, Sjostrom L, Tylen U. Adipose tissue volume determination in women by computed tomography. *Int J Obes Relat Metab Disord* 1986;10:53-67.
24. Thaete F, Colberg S, Burke T, Kelley D. Reproducibility of computed tomography measurement of visceral adipose tissue area. *Int J Obes Relat Metab Disord* 1998;19:464-467.
25. Jensen MD, Kanaley JA, Reed JE, Sheedy PF. Measurement of abdominal and visceral fat with computed tomography and dual-energy x-ray absorptiometry. *Am J Clin Nutr* 1995;61:274-278.
26. Pouliot MC, Despres JP, Nadeau A, Moorjani S, Prud'Homme D, Lupien PJ, et al. Visceral obesity in men. Associations with glucose tolerance, plasma insulin, and lipoprotein levels. *Diabetes* 1992;41:826-834.
27. Banerji MA, Chaiken RL, Gordon D, Kral JG, Lebovitz HE. Does intra-abdominal adipose tissue in black men determine whether NIDDM is insulin-resistant or insulin-sensitive? *Diabetes* 1995;44:141-146.
28. Pascot A, Lemieux S, Lemieux I, Prud'homme D, Tremblay A, Bouchard C, et al. Age-related increase in visceral adipose tissue and body fat and the metabolic risk profile of premenopausal women. *Diabetes Care* 1999;22:1471-1478.
29. Paradisi G, Smith L, Burtner C, Leaming R, Garvey WT, Hook G, et al. Dual energy X-ray absorptiometry assessment of fat mass distribution and its association with the insulin resistance syndrome. *Diabetes Care* 1999;22:1310-7.
30. Teixeira PJ, Sardinha LB, Going SB, Lohman TG. Total and regional fat and serum cardiovascular disease risk factors in lean and obese children and adolescents. *Obes Res* 2001; 9:432-442.