

복부비만을 동반한 여성에서 DEXA로 측정된 국소적 체지방과 대사적 위험요인

인제대학교 의과대학 부산백병원 가정의학교실, *부산대학교 의과대학 부산대학병원 가정의학교실

김진승 · 이가영[†] · 김준수 · 박태진 · 이상엽* · 김영주* · 김윤진*

연구배경: 이중에너지 방사선 흡수계측법(DEXA)으로 측정된 국소 체지방과 대사적 위험요인의 관련성을 평가하여 DEXA가 비만의 치료방침을 설정하는데 유용한 도구인지를 알아 보고자 하였다.

방법: 18세에서 65세 사이의 복부비만(허리둘레 \geq 80 cm)을 동반한 95명 여성을 대상으로 대사적 위험요인인 혈압, 공복혈당, 인슐린, 중성지방, 고밀도(HDL-C-C) 및 저밀도 지단백 콜레스테롤(LDL-C), high sensitive c-reactive protein(hs-CRP), Homeostasis model assessment of insulin resistance(HOMA-IR)과 허리둘레, 체질량지수, DEXA로 측정한 체지방률 간의 관련성 및 대사증후군(International Diabetes Federation 기준)과 인슐린저항성(HOMA-IR \geq 2.48)의 유무와 국소적 체지방률 간의 관련성을 선형 및 로지스틱 회귀분석으로 평가하였다.

결과: 나이와 전체 체지방률을 보정한 후 하지 체지방률의 증가는 LDL-C, 중성지방, HOMA-IR, hs-CRP의 감소 및 HDL-C-C의 증가와 유의하게 관련성이 있고, 하지 체지방률이 1% 증가하면 대사증후군의 이환 교차비는 0.82(95% 신뢰구간 0.71~0.96), 인슐린저항성의 이환 교차비는 0.80(95% 신뢰구간 0.67~0.95)이었다. 반면에 몸통 체지방률의 증가는 LDL-C, 중성지방, HOMA-IR, hs-CRP의 증가와 유의하게 관련이 있고, 몸통 체지방률이 1% 증가하면 대사증후군 이환 교차비는 1.32(95% 신뢰구간 1.03~1.71), 인슐린 저항성의 이환 교차비는 1.33(95% 신뢰구간 1.01~1.77)이었다. 여성형지방에 비하여 남성형지방이 상대적으로 증가할수록 LDL-C, 중성지방, 혈당, HOMA-IR는 유의하게 증가하였으나 HDL-C-C은 유의하게 감소하였고, 그 비율이 0.1 증가하면 인슐린 저항성 이환 교차비가 1.66(95% 신뢰구간 1.07~2.60)이었다.

결론: 복부비만을 동반한 여성에서 DEXA로 측정된 몸통 체지방률, 하지 체지방률, 남성형지방과 여성형지방의 비율은 대사적 위험요인을 예측하는데 유용한 지표가 될 것으로 보인다.

중심 단어: 이중에너지 방사선 흡수계, 국소적 체지방률, 대사적 위험요인, 복부비만

서 론

심혈관 질환은 최근 급격히 증가하고 있고 현재 중요한 사망원인이다.¹⁾ 고혈압, 당 대사 이상, 이상지질혈증 등은 독립적인 심혈관계 질환의 위험인자로 인정되고 있으며, 비만 역시 심혈관 질환의 위험인자로 인식되고 있다.^{2,3)} 대사증후군은 이런 위험 요인을 포괄하는 군집 개념으로 등장하였으며, 심혈관 질환과 당뇨병의 발생 위험을 증가시키기 때문에 중요한 관리 대상이 된다.^{4,7)} 특히 복부비만은 대사증후군의 발생에 중심적인 역할을 하기 때문에 International Diabetes Federation에서는 대사

증후군에 포함된 항목 중 복부비만을 필수 항목으로 정의하였다.^{4,5)}

복부비만을 평가하기 위해 사용되는 측정방법은 허리둘레가 대표적 방법이다.^{4,6,8)} 허리둘레는 특별한 장비 없이 쉽게 복부비만을 평가할 수 있는 방법이라는 장점을 갖고 있지만 복부 체지방률을 직접적으로 측정할 수 없는 제한점이 있다. 복부 체지방률을 직접적으로 측정할 수 있는 방법 중 하나인 이중에너지 방사선 흡수 계측법(dual energy X-ray absorptiometry, DEXA)은 복부 이외의 부위별 체지방률을 측정할 수 있다. DEXA로 측정한 복부 체지방률과 컴퓨터 단층촬영(computed tomography, CT)이나 자기공명영상촬영(magnetic resonance image, MRI)으로 측정한 복부 체지방률을 비교한 연구들에 따르면 DEXA가 타당한 복부 체지방률 평가도구임을 지지하였다.⁹⁾ 일부 연구에서는 DEXA로 측정한 복부 체지방률이 대사증후군을 포함한 대사적 위험요인과의 관련성이 있

접수일: 2007년 8월 31일, 승인일: 2008년 5월 24일

[†]교신저자: 이가영

Tel: 051-890-6229, Fax: 051-894-7554

E-mail: fmlky@inje.ac.kr

음을 제시하였다.¹⁰⁾ 그러나 이전 연구에서 복부 체지방률 외에 DEXA로 측정되는 다른 부위의 체지방률과 대사적 위험요인간의 관련성에 대해서는 알려진 바가 적다. 비만한 환자에서 DEXA로 평가한 체지방률이 비만과 동반되기 쉬운 대사적 위험요인을 예측하는데 도움이 된다면 임상적으로 DEXA가 비만 치료의 방침을 결정하는데 유용한 도구가 될 것이다.

본 연구는 복부 비만을 동반한 여성을 대상으로 DEXA로 측정된 부위별 체지방률과, 대사적 위험요인간의 관련성을 평가함으로써 DEXA가 비만치료 방침을 결정하는데 유용한 도구인지를 알아보고자 하였다.

방 법

1. 연구대상

2007년 2월~6월에 부산에 소재한 두 개 대학병원에서 시행한 임상시험에 참여한 여성 95명을 본 연구의 대상에 포함하였다. 연구대상 포함 기준은 허리둘레가 80 cm 이상인 18세 이상 65세 이하 성인이었고, 체중에 영향을 줄 수 있는 내분비 질환, 약물치료, 관상동맥질환, 뇌혈관질환, 조절이 안 되는 고혈압, 심각한 신장 및 간 기능 이상, 만성 간질환, 치료중인 당뇨병, 6개월 이내에 체중이 10% 이상 감량된 경우에는 본 연구에서 제외하였다.

2. 연구방법

신장 및 체중은 김진용 가운을 착용한 상태에서 자동 신장측정기로 측정하였고, 체질량지수(BMI, body mass index)는 체중/신장²(kg/m²)의 공식을 이용하여 계산하였다. 허리 둘레는 WHO에서 권고하는 방법으로 편안하게 선 자세에서 최하위 늑골하부와 골반장골능과의 중간부위에서 가볍게 숨을 내쉬 상태에서 소수 첫째 자리까지 측정하였다.

DEXA (GE Health care Korea사의 Lunar Prodigy)로 체지방량을 측정하기 위해 환자는 금식상태에서 앙와위 자세에서 전신을 스캔 하였으며 Version 4.7e의 software로 전신과 국소적 체지방률을 구하였다. 국소적 체지방률(% body fat)은 부위별 체지방량(fat mass)을 체지방량, 체지방량(lean body mass), 골무기질량(bone mineral content)의 합으로 나누어 백분율로 계산하였다. 국소적 체지방률은 몸통 체지방률, 상지 체지방률, 하지 체지방률, 여성형(gynoid) 및 남성형 체지방률(android fat)로 구분하였다. 여성형 및 남성형 체지방률의 측정부위는 측정 매뉴얼에 따라 다음과 같이 결정되었다(그림 1). 남성형 체지방률의 측정부위는 하부 경계선은 골반 절단선에서, 상

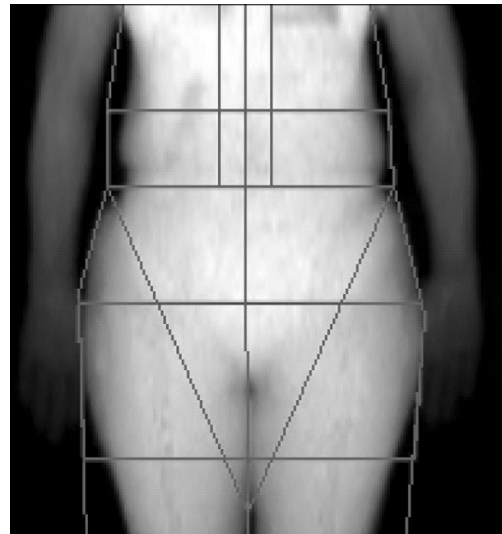


Figure 1. The regional fat measurements. The upper rectangle is corresponding for android fat and the lower rectangle is for gynoid fat.

부 경계선은 골반 절단선으로부터 골반 절단선과 목 절단선 사이 간격의 20%에 해당하는 길이만큼 위로 통과하는 선에서, 측부 경계선은 상지 절단선에서 결정되었다. 여성형 체지방률의 측정부위는 상부 경계선은 골반 절단선으로부터 남성형 국소적 지방 측정부위 높이의 1.5배 길이만큼 아래로 통과하는 선에서, 하부 경계선은 상부 경계선으로부터 남성형 국소적 지방 측정부위 높이의 2배 길이만큼 아래를 통과하는 선에서, 측부 경계선은 바깥쪽 하지 절단선에서 결정하였다. 남성형 체지방률을 여성형 체지방률로 나누어 남성형 비만지수로 정의하였다.

대사적 위험요인에는 혈압, 혈청 지질검사, 혈당, 인슐린, high sensitive C-reactive protein (hs-CRP), Homeostasis Model Assessment of Insulin Resistance (HOMA-IR)을 포함하였다. 혈압은 10분 이상 휴식을 취한 후 앉은 자세에서 수은혈압계로 표준지침대로 상완에서 두 번 측정하여 평균치를 사용하였다. 12시간 금식한 상태에서 채혈을 실시하였으며, 혈청 총콜레스테롤, 중성지방, 고밀도(HDL-C) 및 저밀도 지단백 콜레스테롤(LDL-C), 혈당은 Toshiba사의 Chemistry analyzer TBA-200FR NEO를 이용하여 측정하였다. 공복 혈청 인슐린 농도는 Biocource를 이용하여 면역방사측정법으로 측정하였다. hs-CRP는 Modular system P-800을 이용하여 탁도측정법으로 측정하였다. 대사증후군은 International Diabetes Federation (IDF)에서 정의한 기준인 허리둘레가 여자 ≥ 80 cm이고 4가지 항목 (중성지방 > 150 mg/dl, HDL-C < 50 mg/dl, 수축기

혈압/이완기 혈압 \geq 130/85 mmHg, 공복 혈당 \geq 100 mg/dl) 중 2가지 이상을 만족시킬 때로 정의하였다.^{4,5)} HOMA-IR 점수는 인슐린(uU/ml) \times 공복혈당(mmol)/22.5로 계산하여¹¹⁾, 건강한 한국인 여성에서 대사증후군 증가에 대한 HOMA-IR 점수의 기준치인 2.48을 사용해서¹²⁾ HOMA-IR 점수가 2.48 이상이면 인슐린 저항성이 있다고 정의하였다.

3. 통계적 분석

대사증후군 기준을 만족하는 군과 만족하지 않는 군 간에 대사적 위험요인 측정치, 신체계측치, 체지방률의 비교를 t-test로 시행하였다. 마찬가지로 인슐린 저항 군과 비 저항군 간에 대사적 위험요인 측정치, 신체계측치, 체지방률을 t-test로 비교하였다. 대상자의 나이를 보정한 후 DEXA로 측정된 전체 및 국소적 체지방률과 허리둘레, 체질량지수와와의 관련성을 편 상관분석으로 알아보았다. HOMA 점수와 hs-CRP 측정치는 정규분포를 보이지 않아 자연로그로 변환하여 선형 회귀분석에서 사용하였다. 나이 또는 나이와 전체 체지방률을 보정한 후 대사적 위험요인 측정치를 종속변수에, 신체계측치 및 체지방률을 개별적으로 분리해서 독립변수에 포함한 선형 회귀분석을 시행하였다. 나이 또는 나이와 전체 체지방률을 보정한 후 대사증후군 유무를 종속변수에 포함하고, 신체계측치 및 체지방률을 개별적으로 독립변수에 포함한 로지스틱 회귀분석을 시행하여 교차비 및 95% 신뢰구간을 구하였다. 유사하게 종속변수에 대사증후군 유무 대신 인슐린 저항성 유무를 포함한 로지스틱 회귀분석을 시행하였다. 통계분석은 SPSS for Windows 12.0을 이용하였으며, P 값이 0.05 미만인 경우 통계적으로 유의한 것으로 정의하였다.

결 과

1. 대사증후군 및 인슐린 저항성 유무에 따른 신체계측치, 체지방률, 대사적 위험요인의 비교

IDF의 기준에 따른 대사증후군 기준을 만족하는 대상자는 35.8%, 인슐린 저항성 기준을 만족하는 대상자는 26명(27.4%)이었다. 대사증후군에 포함되는 여성들은 포함되지 않는 여성들에 비하여 대사적 위험요인 중 LDL-C와 hs-CRP를 제외한 모든 요인에서 유의한 차이를 보였다(표 1). 유사하게 인슐린 저항성 기준에 포함되는 여성들에서 포함되지 않는 여성들에 비하여 중성지방, 혈당, hs-CRP, 인슐린, HOMA-IR 측정치가 유의하게 높았다(P<0.05, 표로 제시 안 함). 체지방률의 경우에 단지 몸통 체지방률이 대사증후군에 포함되는 여성들에서 포

함되지 않는 여성들에 비하여 유의하게 높았고, 남성형 비만지수는 경계성으로 유의하게 높았다(표 1). 유사하게 몸통 체지방률과 남성형 체지방률이 인슐린 저항성에 포함되는 여성들이 포함되지 않는 여성들에 비하여 유의하게 높았다(P<0.05, 표로 제시 안 함).

2. 국소적 체지방률과 신체계측치 및 대사적 위험요인과의 관련

나이를 보정한 후 체지방률과 허리둘레 및 체질량지수와와의 편 상관 분석 결과 전체 체지방률, 상지와 하지의 체지방률, 여성형 체지방률은 허리둘레에 비하여 체질량지수와 높은 상관관계를 보였고, 남성형 비만지수는 체질량지수보다 허리둘레와 높은 관련성을 보였으나 몸

Table 1. The comparison of adiposity measurements and metabolic risk factors in women with and without metabolic syndrome.

	MS	No MS	p
	(n=34)	(n=61)	
	Mean \pm SD		
Age (y)	45.2 \pm 10.0	41.6 \pm 11.1	0.127
Metabolic risk factor			
SBP (mmHg)	133.3 \pm 14.5	122.7 \pm 9.9	<0.001
DBP (mmHg)	86.4 \pm 10.0	76.4 \pm 8.0	<0.001
Glucose (mg/dl)	101.8 \pm 15.1	88.9 \pm 7.5	<0.001
HDL-C (mg/dl)	50.5 \pm 11.0	60.0 \pm 11.8	<0.001
LDL-C	115.2 \pm 31.4	112.4 \pm 30.9	0.674
TG (mg/dl)	147.8 \pm 76.3	82.8 \pm 32.2	<0.001
HOMA-IR	3.3 \pm 3.8	1.5 \pm 1.0	0.001
Insulin (U/ml)	12.8 \pm 15.6	6.7 \pm 4.3	0.005
hs-CRP (mg/L)	0.2 \pm 0.2	0.1 \pm 0.3	0.491
Waist circumference (cm)	92.3 \pm 5.4	89.6 \pm 6.6	0.031
Body mass index (kg/m ²)	28.3 \pm 3.0	27.0 \pm 3.1	0.042
Total fat (%)	39.3 \pm 4.8	38.8 \pm 5.0	0.635
Arms fat (%)	40.1 \pm 6.4	39.4 \pm 5.6	0.583
Legs fat (%)	37.0 \pm 6.6	38.0 \pm 5.6	0.435
Trunk fat (%)	42.9 \pm 4.6	41.6 \pm 5.5	0.044
Android fat (%)	47.6 \pm 4.6	46.4 \pm 5.7	0.311
Gynoid fat (%)	43.4 \pm 5.4	44.0 \pm 4.6	0.573
Android fat/gynoid fat	1.1 \pm 0.1	1.0 \pm 0.1	0.059

Analyzed using t-test. MS: metabolic syndrome defined by International Diabetes Federation, SBP: systolic blood pressure, DBP: diastolic blood pressure, HDL-C: high density lipoprotein cholesterol, LDL-C: low density lipoprotein cholesterol, TG: triglyceride, HOMA-IR: homeostasis model assessment insulin resistance, hs-CRP: high-sensitivity C-reactive protein.

통 체지방률 및 남성형 체지방률과 허리둘레 간의 상관관계는 이 두 체지방률과 체질량지수 간의 상관관계와 비슷하게 중등도의 관련성을 보였다(표 2).

나이 또는 나이와 전체 체지방률을 보정한 후 국소적 체지방률이 대사적 위험인자를 예측하는지 분석한 결과를 표 3에 제시하였다. 몸통 체지방률과 남성형 체지방률이 많을수록 LDL-C과 중성지방은 유의하게 증가한 반면에 여성형 체지방률과 하지 체지방률이 증가할수록 HDL-C은 증가하고, LDL-C, 중성지방, 혈당, HOMA-IR 점수는 감소하였다. 남성형 비만지수가 증가하면 LDL-C, 중성지방, 혈당, HOMA-IR는 유의하게 증가하였으나 HDL-C은 유의하게 감소하였다.

Table 2. Partial correlations between % body fat and anthropometric measurements after adjustment for age.

Variables	WC (cm)	BMI (kg/m ²)
Total fat (%)	0.56 [†]	0.65 [†]
Arms fat (%)	0.49 [†]	0.63 [†]
Legs fat (%)	0.29 [†]	0.47 [†]
Trunk fat (%)	0.63 [†]	0.62 [†]
Android fat (%)	0.65 [†]	0.62 [†]
Gynoid fat (%)	0.24*	0.39 [†]
Android fat/gynoid fat	0.23*	0.17

WC: waist circumference, BMI: body mass index. *P<0.05, [†]P<0.01.

3. 국소적 체지방률과 대사증후군 및 인슐린 저항성 간의 관련성

국소적 체지방률과 대사증후군 및 인슐린 저항성 간의 관련성을 표 4에 제시하였다. 나이와 전체 체지방률을 보정한 후 하지 체지방률이 1% 증가하면 대사증후군에 포함될 교차비는 0.82 (95% 신뢰구간 0.71~0.96), 인슐린 저항성에 분류될 교차비는 0.80 (95% 신뢰구간 0.67~0.95)이었다. 반면에 몸통 체지방률이 1% 증가하면 대사증후군에 포함될 교차비가 1.32 (95% 신뢰구간 1.03~1.71), 인슐린 저항성에 분류될 교차비는 1.33 (95% 신뢰구간 1.01~1.77)이었다. 남성형 비만지수가 0.1 증가하면 인슐린 저항성에 분류될 교차비가 1.66 (95% 신뢰구간 1.07~2.60)이었다.

고 찰

본 연구결과 DEXA로 측정된 국소적 체지방률 가운데 몸통 체지방률, 하지 체지방률, 남성형 체지방률과 여성형 체지방률의 비율은 전체 체지방률과 독립적으로 대사적 위험요인과 관련이 있을 뿐 아니라 대사적 위험요인의 군집상태인 대사증후군과 인슐린 저항증을 예측하였다.

비만은 2형 당뇨병, 이상지질혈증, 고혈압 등의 질환을 동반하여 심혈관계 질환의 발생 위험을 증가시킨다고 알려졌다¹³⁾ 비만이 이들 질환들을 발생하게 하는 기전으로 국소적 체지방 분포^{13,14)}, 특히 내장 지방의 과

Table 3. The association between regional fat and metabolic risk factors.

	Model 1							Model 2						
	HDL	LDL	TG	Glucose	SBP	lnHOMA-IR	lnhs-CRP	HDL	LDL	TG	Glucose	SBP	lnHOMA-IR	lnhs-CRP
Waist circumference	-0.18	0.28 [†]	0.21*	0.17	0.29 [†]	0.32 [†]	0.25*	-0.29*	0.22	0.25*	0.10	0.24*	0.28*	0.09
Body mass index	-0.17	0.20*	0.19	0.19	0.26*	0.28 [†]	0.25*	-0.34*	0.09	0.24	0.13	0.21	0.23	0.06
Arm fat (%)	-0.01	0.19	0.16	0.15	0.10	0.23*	0.37 [†]	-0.17	-0.05	0.38	0.01	-0.31	0.10	0.26
Legs fat (%)	0.14	-0.12	-0.15	0.51	0.13	0.05	0.16	0.41*	-0.81 [†]	-0.77 [†]	-0.37	-0.22	-0.55 [†]	-0.49 [†]
Trunk fat (%)	-0.03	0.36 [†]	0.18	0.22*	0.25*	0.30 [†]	0.40 [†]	-0.47	1.10 [†]	0.86 [†]	0.49	0.37	0.62*	0.56*
Android fat (%)	-0.07	0.38 [†]	0.21*	0.22*	0.19	0.28 [†]	0.37 [†]	-0.44*	0.79 [†]	0.68 [†]	0.30	0.01	0.36	0.29
Gynoid fat (%)	0.15	0.05	-0.10	0.04	0.10	0.09	0.22*	0.43*	-0.60 [†]	-0.61 [†]	-0.43*	-0.33	-0.45*	-0.31
Android/Gynoid	-0.23*	0.38 [†]	0.35 [†]	0.21*	0.12	0.25*	0.19	-0.23*	0.37 [†]	0.34 [†]	0.20*	0.10	0.23*	0.17

HDL: high density lipoprotein cholesterol, LDL: low density lipoprotein cholesterol, TG: triglyceride, SBP: systolic blood pressure, lnHOMA-IR: log transformed Homeostasis Model Assessment of Insulin Resistance, lnhs-CRP: log transformed high sensitive c-reactive protein, Model 1: regression analysis adjusted for age, Model 2: regression analysis adjusted for age and total fat (%). The value for each risk factor and each fat measurement is regression coefficient. *P<0.05, [†]P<0.01.

Table 4. The risk for having metabolic syndrome and insulin resistance with each regional adiposity.

Outcome	Variable (increase unit)	Crude O.R. (95% C.I)	Adjusted O.R. (95% C.I.)*
Metabolic syndrome [†]	Waist circumference (1 cm)	1.07 (1.00~1.15)	1.08 (0.99~1.17)
	Arms fat (1%)	1.02 (0.95~1.10)	1.01 (0.88~1.16)
	Legs fat (1%)	0.97 (0.90~1.04)	0.82 (0.71~0.96)
	Trunk fat (1%)	1.06 (0.98~1.15)	1.32 (1.03~1.71)
	Android fat (1%)	1.05 (0.97~1.14)	1.10 (0.93~1.31)
	Gynoid fat (1%)	0.97 (0.89~1.06)	0.84 (0.70~1.01)
	Android fat/gynoid fat (0.1)	1.51 (1.03~2.21)	1.42 (0.96~2.10)
Insulin resistance [‡]	Waist circumference (1 cm)	1.10 (1.02~1.18)	1.10 (1.00~1.19)
	Arms fat (1%)	1.08 (1.00~1.17)	1.08 (0.92~1.27)
	Legs fat (1%)	1.00 (0.93~1.08)	0.80 (0.67~0.95)
	Trunk fat (1%)	1.11 (1.01~1.21)	1.33 (1.01~1.77)
	Android fat (1%)	1.10 (1.01~1.20)	1.17 (0.96~1.43)
	Gynoid fat (1%)	1.01 (0.91~1.10)	0.77 (0.62~0.94)
	Android fat/gynoid fat (0.1)	1.57 (1.05~2.36)	1.66 (1.07~2.60)

O.R.: odd ratio, C.I.: confidence interval. *Logistic regression for the risk of having metabolic syndrome and insulin resistance with each regional fat after adjustment for age and total fat (%). [†]based on the IDF criteria, [‡]defined by HOMA-IR≥2.48.

영축적이 대사증후군의 발병에 중요한 역할을 한다고 알려졌다.¹⁵⁾ 복부 지방은 전체 체지방과 독립적으로 관상동맥 질환의 위험인자가 되고¹⁵⁻¹⁷⁾ 인슐린 저항성의 주요 위험인자임이 밝혀졌다.¹⁸⁾ 최근의 연구에서 과다한 몸통 체지방은 인슐린 저항성과 관련성이 있는 반면에 과다한 하지 체지방은 대사적 위험요인의 동반 위험을 줄일 수 있다고 보고 되었다.¹⁹⁾ 한편, 폐경 후에 남성형 체지방이 여성형 체지방에 비해 상대적으로 증가하면서 심혈관 위험요인이 증가한 결과를^{20,21)} 보면 둔부 지방은 대사적 위험요인의 동반 위험을 줄이는 효과가 있을 것으로 추정된다.

이러한 부위별 또는 국소적 체지방률을 평가하기 위해 임상적으로 적용할 수 있는 DEXA는 비교적 정확하고 높은 신뢰도로 전체 체지방률뿐 아니라 국소적 체지방률을 측정할 수 있는 장점이 있다.⁷⁾ 그러나 비만한 체형을 지닌 대상자에게 적용할 경우에 측정 부위가 겹쳐서 정상 체중을 지닌 대상자에서 측정할 때보다 측정 오차가 더 클 가능성이 있다.²²⁾ 한편, 복부비만을 용이하게 평가하는 지표인 허리둘레는 본 연구 대상인 복부 비만을 동반한 경우에도 전체 체지방을 보정한 후에 대부분의 대사적 위험요인과 관련이 있었다. 일부 연구에서는 복부 체지방률을 평가하는 지표인 DEXA와 허리둘레가 대사적 위험요인을 예측하는 정도에 거의 차이가 없다고 하여²³⁾ 본 연구에서 얻어진 결과가 이전 연구의 결과와 유사함을 알 수 있었다.

본 연구의 제한점은 연구 대상이 복부 비만을 동반한

여성이었기 때문에 본 연구의 결과를 복부비만이 없는 경우나 복부비만을 동반한 남성에게 적용하기 곤란하다는 점, 폐경과 같은 체지방의 분포와 대사적 위험요인과 관련이 있는 생리적 상태를 평가하지 못한 점, 운동이나 식사조성과 같은 교란변수를 평가하지 못한 점, 국소적 체지방률 이외 국소적 체지방량과 체지방량을 분석 자료로 활용하지 못하였기 때문에 이들 국소적 체성분과 대사적 위험요인 간의 관련성에 대한 평가를 할 수 없다는 점 등이 있다.

이들 제한점이 있지만 결론적으로 복부비만을 동반한 여성에서 DEXA로 측정된 국소적 체지방률 중 몸통 체지방률, 남성형 비만지수, 하지 체지방률은 대사증후군이나 인슐린 저항성을 포함한 대사적 위험요인의 동반 가능성을 예측하는데 활용할 수 있는 지표가 될 수 있을 것이다.

ABSTRACTS

Regional Fat Measured by DEXA and Metabolic Risk Factors among Women with Central Obesity

Jin-Seung Kim, M.D., Kayoung Lee, M.D., Ph.D., Jun-Su Kim, M.D., MSc, Tae-Jin Park, M.D., MPH, Sangyeoup Lee, M.D., Ph.D., Young-Joo Kim, M.D.*, Yun-Jin Kim, M.D., Ph.D.*

Department of Family Medicine, Busan Paik Hospital, Inje University

School of Medicine, *Department of Family Medicine, Busan National University Hospital, Busan National University School of Medicine, Busan, Korea

Background: This study was carried out to determine the usefulness of regional body fat measured by dual energy X-ray absorptiometry (DEXA) by examining the relationship between regional body fat and metabolic risk factors. **Methods:** A total of 98 women aged 18~65 years with central obesity (waist circumference ≥ 80 cm) took the evaluation for metabolic risk factors (blood pressure, fasting glucose, insulin, high sensitive c-reactive protein (hs-CRP), lipid profile, homeostasis model assessment of insulin resistance (HOMA-IR)) and the anthropometric measurement, and regional body fat measurement using DEXA. The relationship of regional body fat with the metabolic risk factors, the metabolic syndrome (MS) defined by the International Diabetes Federation and insulin resistance (IR, defined by HOMA-IR ≥ 2.48) were assessed. The analyses were conducted using regression and logistic regression analyses.

Results: After adjustment for age and total body fat (%), legs fat (%) was significantly and negatively associated with LDL-C, triglyceride, HOMA-IR, and hs-CRP, while positively with HDL-C. The 1% increase of legs fat was associated with the MS by odds ratio of 0.82 (95% C.I. 0.71~0.96) and with the IR by odds ratio of 0.80 (95% C.I. 0.67~0.95). Trunk fat (%) was significantly and positively associated with LDL-C, triglycerides, and HOMA-IR. The 1% increase of trunk fat was associated with the MS by odds ratio of 1.32 (95% C.I. 1.03~1.71) and with the IR by odds ratio of 1.33 (95% C.I. 1.01~1.77). The ratio of android fat to gynoid fat was significantly and positively associated with LDL-C, triglycerides, glucose, and HOMA-IR, while negatively with HDL-C. The 0.1 increase of the ratio was associated with the MS by odds ratio of 1.66 (95% C.I. 1.07~2.60).

Conclusion: The trunk fat, and legs fat, the ratio of android fat to gynoid fat assessed by DEXA seemed to be useful indicators to predict the metabolic risk factors in women with central obesity. (*J Korean Acad Fam Med* 2008;29:506-512)

Key words: dual energy X-ray absorptiometry (DEXA), regional body fat, metabolic risk factor, central obesity

참 고 문 헌

1. 통계청. 2005년 사망원인통계연보;2007.
2. Pi-sunyer FX. Medical hazard of obesity. *Ann Intern Med* 1993;119:655-60.
3. 장명래, 이운창, 신흥석, 조주연, 안재익, 김주자. 비만도와 비만의 유형에 따른 혈압, 혈당, 그리고 혈중 지질 및 지단백과의 관계. *가정의학회지* 1994;15:1076-87.
4. Alberti KG, Zimmet P, Shaw J; IDF Epidemiology Task Force Consensus Group. The metabolic syndrome-a new worldwide definition. *Lancet* 2005;366:1059-62.
5. Alberti KG, Zimmet P, Shaw J. Metabolic syndrome-a new world-wide definition. A Consensus Statement from the International Disease Federation. *Diabet Med* 2006;23(5):469-80.
6. National Cholesterol Education Program. Executive summary of the third report of National Cholesterol Education Program (NCEP) expert panel on detection, evaluation, and treatment of high blood cholesterol in adults (Adult Treatment Panel III). *JAMA* 2001;285:2486-97.
7. Stern MP, Williams K, González-Villalpando C, Hunt KJ, Haffner SM. Does the metabolic syndrome improve identification of individuals at risk of type 2 diabetes and/or cardiovascular disease? *Diabetes Care* 2004;27(11):2676-81.
8. Carr DB, Vtzhneider KM, Hull RL, Kodama K, Retzlaff BM, Brunzell JD, et al. Intra-abdominal fat is a major determinant of the national cholesterol education program adult treatment panel III criteria for the metabolic syndrome. *Diabetes* 2004;53:2087-94.
9. Schlemmer A, Hassager C, Haarbo J, Christiansen C. Direct measurement of abdominal fat by dual photon absorptiometry. *Int J Obes* 1990;14:603-11.
10. Bray GA. Overweight is risking fate. Definition, classification, prevalence, and risks. *Ann N Y Acad Sci* 1987;499:14-28.
11. 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 concentration in man. *Diabetologia* 1985;28:412-9.
12. Park SH, Lee WY, Kim SW. The relative risks of the metabolic syndrome defined by adult treatment panel III according to insulin resistance in Korean population. *Korean J Med* 2003;64:552-60.
13. Kissebah AH, Vydellingum N, Murray R, Evans DJ, Harts AJ, Kalkhoff RK, et al. Relation of body fat distribution to metabolic complications of obesity. *J Clin Endocrinol Metab* 1982;54:254-60.
14. DeFronzo RA, Ferrannini E. Insulin resistance. A multifaceted syndrome responsible for NIDDM, obesity, hypertension, dyslipidemia, and atherosclerotic cardiovascular disease. *Di-*

- betes Care 1991;14:173-94.
15. 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.
 16. Rexrode KM, Carey VJ, Hennekens CH, Walters EE, Colditz GA, Stampfer MJ, et al. Abdominal adiposity and coronary heart disease in women. *JAMA* 1998;280:1843-8.
 17. Baik I, Ascherio A, Rimm EB, Giovannucci E, Spiegelman D, Stampfer MJ, et al. Adiposity and mortality in men. *Am J Epidemiol* 2000;152(3):264-71.
 18. McFarlane SI, Banerji M, Sower JR. Insulin resistance and cardiovascular disease. *J Clin Endocrinol Metab* 2001;86(2):713-8.
 19. Van Pelt RE, Evans EM, Schechtman KB, Ehsani AA, Kohrt WM. Contributions of total and regional fat mass to risk for cardiovascular disease in old women. *Am J Physiol Endocrinol Metab* 2002;282:E1023-8.
 20. Björkelund C, Lissner L, Andersson S, Lapidus L, Bengtsson C. Reproductive history in relation to relative weight and fat distribution. *Int J Obes Relat Metab Disord* 1996;20:213-9.
 21. Trémollières FA, Pouilles JM, Ribot CA. Relative influence of age and menopause on total and regional body composition changes in postmenopausal women. *Am J Obstet Gynecol* 1996;175 Suppl 6:1594-600.
 22. Park Y, Heymsfield SB, Gallagher D. Are dual-energy X-ray absorptiometry regional estimates associated with visceral adipose tissue mass? *Int J Obes Relat Metab Disord* 2002;26:978-83.
 23. Ito H, Nakasuga K, Ohshima A, Maruyama T, Kaji Y, Harada M, et al. Detection of cardiovascular risk factors by indices of obesity obtained from anthropometry and dual-energy X-ray absorptiometry in Japanese individuals. *Int J Obes Relat Metab Disord* 2003;27:232-7.
-