정상 체중 노인에서 대사증후군 위험을 증가시키는 체지방률 기준 수치

제주대학교병원 가정의학과¹, 제주대학교대학원², 서울대학교병원운영 서울특별시 보라매병원 가정의학과³

문지현^{1,2} · 김종성³

The Cutoff Value in Body Fat Percentage for Increased Risk of Metabolic Syndrome in Elderly People With Normal Body Weight

Ji-Hyun Moon, MD^{1,2}, Jong-Seung Kim, MD³

¹Department of Family Medicine, Jeju National University Hospital, Jeju, ²Graduate School of Jeju National University, Jeju, ³Department of Family Medicine, Seoul Metropolitan Government-Seoul National University Boramae Medical Center, Seoul, Korea

Background: In this study, we identified the cutoff value for the percentage in body fat related to metabolic syndrome in elderly people with normal body mass index (BMI). We also found the correlation between body fat percentage and metabolic syndrome.

Methods: We used data from the Korean National Health and Nutrition Examination Survey conducted from 2008 to 2011. Our subjects were elderly people aged 65 or above, with BMI less than 23.0 kg/m². We determined the cutoff value for body fat percentage through receiver operating characteristic analysis.

Results: The cutoff value for percentage body fat related to metabolic syndrome was 19.5% for men (sensitivity 68.0%, specificity 62.9%) and 30.0% for women (sensitivity 55.1%, specificity 62.0%). Based on the cutoff value, 43.3% in men and 43.1% in women were classified into the high body fat percentage group. After adjusting for age, smoking status, alcohol consumption, and exercise status, the men with higher than normal body fat percentage had an odds ratio of 3.61 (95% confidence interval [CI], 2.10–6.22; p<0.001) for developing metabolic syndrome, whereas women had an odds ratio of 1.95 (95% CI, 1.30–2.92; p<0.001).

Conclusion: The cutoff value for body fat percentage related to metabolic syndrome was lower in elderly. In the elderly with normal body mass index, high percentage of body fat percentage was associated with a high risk of metabolic syndrome.

Key Words: Obesity, Body fat percentage, Metabolic syndrome, Elderly

서론

최근에는 비만을 체질량지수(body mass index, BMI), 허

리둘레, 복부 computed tomography (CT)를 촬영하여 측정
한 내장 지방면적(visceral fat area) 등 다양한 지표로 진단하고
있다. 이 지표들 중 체질량지수는 쉽게 계산할 수 있는 간단한
지표로 비만 평가에 가장 많이 사용되고 있는데, 세계보건

▶ Received: January 8, 2015 ▶ Revised: March 20, 2015 ▶ Accepted: March 23, 2015

Address for correspondence: Jong-Seung Kim, MD

Department of Family Medicine, Seoul Metropolitan Government-Seoul National University Boramae Medical Center, 20 Boramae-ro 5-gil, Dongjak-gu, Seoul 156-707, Korea

Tel: +82-2-840-2704, Fax: +82-2-840-2704, E-mail: kimjsmd@nate.com

기구(World Health Organization)는 체질량지수를 이용하여 체질량지수 25.0 kg/m^2 이상 30.0 kg/m^2 미만을 과체중으로, 체질량지수 30.0 kg/m^2 이상을 비만으로 규정하였다¹⁾. 하지만 체질량지수는 연령, 인종 및 운동 정도에 따라 차이가 있어²⁾ 이를 반영하여 세계보건기구에서는 아시아태평양 지역 비만 진단 기준을 새롭게 규정하였고, 체질량지수가 23.0 kg/m^2 이상인 경우 과체중으로, 체질량지수 25.0 kg/m^2 이상일 경우 비만으로 분류하였다³⁾.

하지만 Frankenfield 등⁴⁾의 연구에서는 체질량지수가 30.0 kg/m^2 미만인 경우, 체질량지수가 실제 체내 지방량을 잘 예측하지 못한다고 보고하였고, Tanaka 등⁵⁾의 연구에 따르면 정상 체질량지수 범위에 속한 사람들 중에서도 비만 인구에서 볼 수 있는 대사 이상을 갖고 있는 집단이 있었다. 정상 체질량지수이면서 체지방률이 높은 그룹은 비만을 일차적으로 선별하는 지표인 체질량지수가 정상범위이므로 스스로 비만이라는 인식이 부족하여 신체 활동이 적어질 가능성이 있는데, 체지방 증가 및 복부 내장 지방이 증가하고 인슐린 저항성을 높게 된다. 결과적으로 이들은 여러 만성질환 및 추후 심혈관질환의 발생과도 연관되는 대사증후군에 이환될 가능성이 더욱 높아진다. 또한 이들은 일차진료에서 비만으로 선별되지 못하는 경우가 많아 추후 발생할 수 있는 만성질환에 대한 예방 프로그램 등을 적절한 시기에 제공받지 못하게 될 가능성이 크고, 만성질환에 이환되더라도 이에 대한 진단과 치료가 늦어지게 된다. Tanaka 등⁵⁾은 이처럼 체질량지수가 정상이지만 체지방률이 높아 대사질환에 이환될 가능성이 높은 경우를 정상체중 대사비만(metabolically obese normal weight)이라고 정의하였다. 이처럼 체질량지수는 실제로 대사 이상의 원인이 되는 체지방량을 정확히 반영하지 못한다는 한계가 있었다.

체질량지수 외에도 허리둘레 및 복부 CT로 확인한 복부 내장지방 면적과 심혈관 질환과의 연관성을 보는 국내 및 아시아 연구가 있었다^{6,9)}. 복부둘레는 측정이 쉽고, 대사질환 발생 가능성과 높은 연관성을 보이지만, 비만을 체지방이 과다하게 축적된 상태로 규정한다면, 비만을 정확하게 진단하고 평가하기 위해서는 실제 체내 지방량에 대한 평가가 필요하다. 복부 내장지방 면적은 심혈관질환과 연관성이 높으나, 임상에서 쉽게 측정하기 어렵고, 방사선에 노출된다는 제한점이 있다. 체지방률의 절단값(cutoff value)을 확인한 몇몇 연구들도 있었으나, 체질량지수에 따른 분류 없이 정상군과 비만군을 통합

하여 체지방률 절단값을 제시하였으며^{10,11)}, 정상 체질량지수 군만을 분석한 연구들도 전 연령의 성인을 대상으로 결과를 제시하였다^{12,13)}. 정상 체중 대사비만을 선별하기 위한 체지방률 절단치는 전체 인구를 대상으로 한 절단값과는 차이가 있을 것이고, 체지방률 및 대사증후군은 연령대별로 위험도에 차이가 있으므로¹⁴⁾ 전 연령을 대상으로 산출한 절단값을 노인 인구에 단순히 적용하기는 무리가 있다. 노인은 젊은 인구와 비교하였을 때 만성질환의 빈도가 높고, 대사증후군 이환이 높음을 감안하면, 특히 노인 인구에서 이들 질환의 근본적인 원인이 되는 비만 즉 체지방률을 과잉 진단하고, 적절히 교정하는 것이 중요하다. 따라서 노년층을 대상으로 체지방률 기준 수치를 제안하는 연구가 필요하다.

본 연구에서는 한국인에게 대표성이 있는 국민건강영양조사(Korea National Health and Nutrition Examination Survey) 자료를 이용하여 성별에 따른 대사증후군 유병과 관련된 체지방률의 기준 수치를 확인하고자 하였다. 또한 한국 노인의 정상 체중 대사비만의 유병률 및 체지방률과 대사증후군 간의 연관성을 보고자 한다.

대상 및 방법

1. 대상

국민건강영양조사는 1998년부터 시작하였으며, 현재는 질병관리본부에서 조사를 진행하고 있다. 인구총조사를 이용한 층화 표본 추출 방식으로 대상자를 선정하여 한국인을 대표하는 자료로 널리 이용되고 있다¹⁵⁾. 국민건강영양조사에서는 2008년 7월부터 이중에너지 X선 흡수방법(dual-energy X-ray absorptiometry, Hologic Inc., Bedford, MA, USA)을 이용하여 체지방률을 측정하였다. 본 연구는 국민건강영양조사 4기(2008, 2009년), 5기(2010, 2011년) 참가자 중 이중에너지 X선 흡수방법 검사를 시행한 65세 이상의 노인 중에서 세계보건기구 아시아태평양 정상 체질량지수 기준인 23.0 kg/m^2 미만에 해당하는 경우를 대상으로 하였다. 그 중 악성 종양, 뇌졸중, 심근경색, 협심증, 간경변증, 심부전 유병자를 제외하여 총 580명과 남성과 647명의 여성을 분석하였다. 국민건강영양조사는 질병관리본부 연구윤리 심의위원회의 승인을 받아 수행된 것으로 승인번호는 각년도 별로 2008-04EXP-01-C,

2009-01CON-03-2C, 2010-02CON-21-C, 2011-02CON-06-C이다.

2. 방법

신체계측 조사는 가운만 착용한 채로 공인된 신체계측 장비를 사용하여 측정하였다. 허리둘레는 대상자가 평평한 바닥에 다리를 30 cm 정도 벌리고 서있는 상태에서 가장 낮은 늑골의 하단과 장골능성 상단의 중간지점을 줄자로 감아 측정하였다. 체질량지수는 신장(m)의 제곱 값을 체중(kg)으로 나눈 값으로 산출하였고, 체지방률은 이중에너지 X-선 흡수방법으로 측정된 체지방량을 체중으로 나눈 값의 백분율(fat mass/total mass×100, %)로 계산하였다.

수축기혈압(systolic blood pressure) 및 이완기혈압(diastolic blood pressure), 공복 혈당(fasting blood glucose), 중성지방(triglyceride), 고밀도 지단백 콜레스테롤(high-density lipoprotein cholesterol)이 측정되었다.

대사증후군의 구성 요소와 정의는 미국심장협회(American Heart Association)와 전미 심장, 폐 및 혈액 연구소(National Heart, Lung and Blood Institute, International Diabetes Federation)에서 제시한 진단 기준을 채택하였으며¹⁶⁾, 허리둘레는 2000년 세계보건기구 아시아태평양 지부에서 제시한 기준인 남자≥90 cm, 여자≥80 cm를 적용하여¹⁷⁾ 다음 5가지 항목 중 3가지 항목이 있을 경우 대사증후군이라 정의하였다. (1) 허리둘레: 남자 ≥90 cm, 여자≥80 cm; (2) 혈압: 수축기혈압≥130 mmHg 혹은 이완기혈압≥85 mmHg, 혹은 혈압강하제 복용; (3) 공복혈당≥100 mg/dL 혹은 혈당강하제 복용; (4) 중성지방≥150 mg/dL 혹은 항지질제 복용; (5) 고밀도 지단백 콜레스테롤: 남자<40 mg/dL, 여자<50 mg/dL 혹은 항지질제 복용

3. 분석 방법

남, 여 각각에서 receiver operating characteristic (ROC) 분석을 이용하여, 대사증후군을 예측하는 체지방률의 절단값을 산출하였다. 절단값을 결정하기 위해 Youden's index의 최고값과 $[(1-\text{민감도})^2 + (1-\text{특이도})^2]$ 의 최저값을 계산하여 비교하였다. Youden's index는 민감도와 특이도의 합에서 1을 뺀 수치로 민감도와 특이도를 모두 고려하기 때문에 특정

검사의 타당성을 평가하는 도구로 여겨지고 있다.

ROC 분석을 이용하여 확인한 절단값을 기준으로 체지방률 정상군과 체지방률 과다군으로 나누어 대사증후군의 각 지표 및 대사증후군과의 연관성을 보았다. 본 연구에서는 국민건강영양조사에서 제시하고 있는 다단계 확률 층화 표본의 각 부분별 가중치(weight)와 연도별 대상자 수를 고려하여 통합가중치를 산출하였고, IBM SPSS Statistics ver. 20.0 (IBM Co., Armonk, NY, USA) 소프트웨어의 복합표본 분석을 사용하여 분석하였다. 연속 변수는 평균±표준오차로, 범주형 변수는 추정퍼센트(표준오차)로 결과를 제시하였다. p값이 0.05 미만일 때 통계적으로 유의한 것으로 판단하였다.

결 과

1. 연구 대상자들의 일반적 특성

전체 대상자 1,227명 중 남성은 580명(47.3%), 여성은 647명(52.7%)이었다. 평균 연령은 남성 72.4세, 여성 73.8세였다. 남성의 평균 체질량지수와 체지방률은 각각 20.3 kg/m², 18.9%이고, 여성에서는 20.5 kg/m²와 28.7%로 나타났다(Table 1).

2. 체질량지수와 체지방률의 임상 지표와의 상관성

체질량지수 및 체지방률과 임상 지표 간의 상관성을 분석하여 Table 2에 제시하였다. 남성에서는 체질량지수, 체지방률 모두 이완기혈압을 제외한 대사증후군 지표들과 유의한 상관성을 보였으나, 여성에서는 체질량지수는 공복혈당 및 지질과, 체지방률은 지질과만 유의한 상관성을 보였다.

3. 대사증후군 위험을 높이는 체지방률의 기준 수치

체질량지수와 대사증후군을 ROC curve로 분석하였을 때 남성에서는 area under the curve (AUC)가 0.661 (95% confidence interval [CI], 0.60–0.71; p<0.001), 여성에서는 AUC가 0.619 (95% CI, 0.57–0.66; p<0.001)로 나타났다. 반면, 체지방률과 대사증후군을 ROC curve로 분석하였을 때, 남성

서는 0.679 (95% CI, 0.63–0.73; $p < 0.001$), 여성에서는 0.614 (95% CI, 0.57–0.66; $p < 0.001$)로 나타났다(Fig. 1).

대사증후군 위험성을 높이는 체질량지수의 최적 절단값을

산출하기 위해 두 가지 방법으로 절단값을 계산하여 비교하였다. Youden's index로 구한 체질량지수의 절단값(cut point A)과 $[(1 - \text{민감도})^2 + (1 - \text{특이도})^2]$ 로 계산하여 얻은 절단값(cut

Table 1. General characteristics of normal body mass index individuals

Characteristic	Men (n=580)	Women (n=647)	p-value
Age (yr)	72.43±0.24	73.87±0.30	<0.001 [*]
Height (cm)	164.26±0.27	150.28±0.30	<0.001 [*]
Weight (kg)	55.11±0.33	46.38±0.27	<0.001 [*]
Waist circumference (cm)	77.09±0.36	74.12±0.34	<0.001 [*]
Body mass index (kg/m ²)	20.39±0.09	20.50±0.08	0.351 [*]
Body fat (%)	18.90±0.27	28.72±0.31	<0.001 [*]
Systolic blood pressure (mmHg)	128.95±1.12	130.77±1.00	0.225 [*]
Diastolic blood pressure (mmHg)	76.15±0.56	74.52±0.52	0.024 [*]
Fasting blood sugar (mg/dL)	100.44±1.04	99.51±1.38	0.597 [*]
Triglyceride (mg/dL)	126.87±4.74	135.61±4.47	0.180 [*]
High-density lipoprotein cholesterol (mg/dL)	52.51±0.63	51.79±0.59	0.386 [*]
Alcohol			<0.001 [†]
None	13.0 (1.6)	84.0 (2.0)	
Once a week or less frequently	2.1 (2.2)	1.3 (0.6)	
Twice a week or more frequently	61.9 (2.4)	14.7 (1.9)	
Smoking			<0.001 [†]
None	32.3 (2.3)	66.0 (2.5)	
Former	23.2 (2.1)	26.6 (2.4)	
Current smoker	44.6 (2.6)	7.4 (1.2)	
Exercise			0.842 [†]
None	69.0 (2.3)	67.2 (2.3)	
Less than twice a week	9.2 (1.5)	9.7 (1.6)	
Thrice a week or more frequently	21.8 (2.2)	23.1 (1.9)	

Values are presented as mean±standard error of the mean or estimated % (standard error).

^{*}Calculated by complex sample general linear model. [†]Calculated by complex sample logistic regression analysis.

Table 2. Correlation between body mass index with body fat percentage and laboratory data

Variable	Men				Women			
	Body mass index		Body fat (%)		Body mass index		Body fat (%)	
	R ²	p-value [*]	R ²	p-value [*]	R ²	p-value [*]	R ²	p-value [*]
SBP	0.025	0.001	0.023	0.005	0.001	0.711	0.000	0.966
DBP	0.003	0.224	0.001	0.682	0.009	0.093	0.000	0.866
FBS	0.026	<0.001	0.034	<0.001	0.010	0.037	0.007	0.082
TG	0.050	<0.001	0.061	<0.001	0.025	<0.001	0.024	<0.001
HDLc	0.029	0.001	0.037	<0.001	0.012	0.033	0.015	0.017

SBP, systolic blood pressure; DBP, diastolic blood pressure; FBS, fasting blood sugar; TG, triglyceride; HDLC, high-density lipoprotein cholesterol. Calculated by complex sample general linear model.

Fig. 1. Receiver operating characteristic curve of body mass index and body fat percentage to correspond with metabolic syndrome in men (A) and women (B).

Table 3. Cutoff value of body fat percentage to increase risk of metabolic syndrome

	Cutoff value	Sensitivity (%)	Specificity (%)	LR+	LR-
Men					
Cut point A*	18.5	75.3	56.5	1.73	0.44
Cut point B†	19.5	68.0	62.9	1.83	0.51
Women					
Cut point A*	30.0	55.1	62.0	1.45	0.72
Cut point B†	29.8	57.2	60.7	1.45	0.71

LR+, positive likelihood; LR-, negative likelihood.

Receiver operating characteristic analysis was conducted.

*Cut point A obtained by maximum value of Youden's index.

†Cut point B obtained by minimum value of $[(1-\text{sensitivity})^2 + (1-\text{specificity})^2]$.

point B)은 남, 여 모두에서 21.0 kg/m^2 으로 나타났다. 체질량지수 21.0 kg/m^2 을 기준으로 하였을 때, 남성에서는 민감도는 60.0%, 특이도는 54.1%, 양성예측도(positive likelihood ratio) 1.66, 음성예측도(negative likelihood ratio) 0.74로 나타났다, 여성에서는 민감도 59.4%, 특이도 58.7%, 양성예측도 1.40, 음성예측도 0.70으로 나타났다.

체질량지수와 마찬가지로 두 가지 방법으로 체지방률의 절단값을 계산해 본 결과, 남성에서 절단값 A는 18.5%이고, 절

단값 B는 19.5%로 두 가지 방법 간에 차이가 있었다. 반면, 여성에서는 절단값 A가 30.0%, 절단값 B가 29.8%로 나타났다. 각각의 절단값에 따른 민감도, 특이도, 양성예측도, 음성예측도는 Table 3에 제시하였는데, 정상 체중 노인에서는 체질량지수에 비해 체지방률이 대사증후군을 더 잘 반영하는 것으로 나타났다.

4. 체지방률 군에 따른 대사증후군 위험 인자의 빈도

남성에서는 절단값을 민감도 68.0%, 특이도 62.9%, 양성예측도가 1.83으로 높은 체지방률 19.5%로 하였고, 여성에서는 민감도 55.1%, 특이도 62.0%, 양성예측도가 1.45인 체지방률 30.0%를 기준으로 체지방률 정상인 군과 체지방률이 높은 군으로 분류하였다. 남, 여 절단값을 각각 19.5%, 30.0%로 하였을 때, 남성에서는 43.3% (n=251명), 여성에서는 43.1% (n=279명)이 체지방률 과다 그룹에 속하였다.

남, 여 모두에서 체지방률이 높은 군에서 정상인 군에 비해 대사증후군의 요소인 복부비만과 고중성지방혈증에 이환될 확률이 높았다. 또한, 체지방률이 높은 남성은 당뇨에, 여성은 고혈압과 낮은 고밀도 지단백 콜레스테롤혈증(low high-den-

Table 4. Frequency of metabolic components according to the percent body fat groups

Variable	Men			Women		
	Normal body fat (%)	High body fat (%)	p-value*	Normal body fat (%)	High body fat (%)	p-value*
Abdominal obesity	0 (0)	3.4 (1.3)	0.003	0.8 (0.5)	6.2 (1.9)	0.001
Hypertension	54.9 (3.5)	61.5 (3.7)	0.208	64.1 (3.1)	75.0 (3.3)	0.016
Hyperglycemia	27.1 (2.9)	44.9 (3.7)	<0.001	30.4 (3.1)	38.2 (3.8)	0.095
Hypertriglyceridemia	16.0 (2.5)	41.0 (4.1)	<0.001	28.5 (3.3)	41.4 (3.4)	0.009
Low HDL cholesterolemia	17.1 (2.5)	22.8 (2.8)	0.135	50.6 (3.2)	60.0 (3.4)	0.046
Metabolic syndrome	10.1 (2.1)	29.1 (3.5)	<0.001	26.9 (3.0)	39.1 (3.3)	<0.001

Values are presented as estimated % (standard error).

HDL, high-density lipoprotein.

*Calculated by complex sample logistic regression analysis.

Table 5. Adjusted odds ratios of metabolic components according to the percent body fat groups

Metabolic component	Men			Women		
	Normal body fat (%)	High body fat (%)	p-value*	Normal body fat (%)	High body fat (%)	p-value*
Hypertension	1	1.25 (0.81-1.93)	0.309	1	1.80 (1.17-2.77)	0.007
Hyperglycemia	1	2.15 (1.43-3.22)	<0.001	1	1.48 (0.98-2.24)	0.065
Hypertriglyceridemia	1	3.76 (2.30-6.13)	<0.001	1	1.92 (1.26-2.93)	0.003
Low HDL cholesterolemia	1	1.42 (0.87-2.31)	0.163	1	1.52 (1.04-2.20)	0.029
Metabolic syndrome	1	3.61 (2.10-6.22)	<0.001	1	1.95 (1.30-2.92)	0.001

Values are presented as prevalence odds ratio (95% confidential interval).

Adjusted for age, smoking status, alcohol consumption and exercise.

*Calculated by complex sample logistic regression analysis.

sity lipoprotein cholesterolemia)에 이환된 비율이 높게 나타났다. 남성에서 정상 체지방률 군이면서 대사증후군에 이환된 경우가 10.1%인 것에 비해, 체지방률이 높은 경우는 29.1%로 유의한 차이가 있었다($p<0.001$). 마찬가지로 여성에서도 각각 26.9%, 39.1%로 체지방률이 높을 때 대사증후군에 이환되는 비율이 높았다($p<0.001$) (Table 4).

5. 체지방률 군에 따른 대사증후군 위험 인자의 교차비

이전 연구들에서 제시하고 있는 대사질환에 영향을 미칠 수 있는 변수인 연령과 흡연 유무, 음주량, 운동 여부를 보정하여 체지방률에 따른 고혈압, 당뇨, 고중성지방혈증, 낮은 고밀도 지단백 콜레스테롤혈증 및 대사증후군에 대한 교차비를 분석하였다. 연령과 생활 습관 변수들을 보정한 뒤에도 남성에서는 당뇨와 고중성지방혈증이 여성에서는 고혈압, 고중성지방혈증, 낮은 고밀도 지단백 콜레스테롤혈증에 이환될 교차

비는 체지방률이 높은 군에서 통계적으로 유의하게 높게 나타났다. 또한 체지방률이 높은 군에서 대사증후군에 이환될 교차비는 남성에서 3.61 (95% CI, 2.10-6.22; $p<0.001$), 여성에서 1.95 (95% CI, 1.30-2.92; $p<0.001$)로 나타났다(Table 5).

고 찰

본 연구는 국민건강영양조사를 바탕으로 한국 노인들의 정상체중 대사비만의 체지방률 기준점을 제시하여 한국 노인의 정상 체중 대사비만의 유병률을 산출하였고, 체지방률과 대사증후군 간의 상관관계를 확인하였다. 본 연구 결과에 따르면 체질량지수에 비해 체지방률은 임상 지표 및 대사증후군과 상관성이 높았다. 실제로 체질량지수가 23.0 kg/m^2 미만으로 적정 체중으로 분류되는 경우에도 남성의 43.3%, 여성의 43.1%가 체지방률이 과다한 것으로 나타났는데, 연령과 생활 습관 등 다른 변수들을 보정한 상태에서 체지방률이 높을 경우 정상 체지방률 군에 비해 대사증후군에 이환될 가능성이 남성은

약 3.6배, 여성은 약 1.9배 증가하였다.

심혈관질환의 위험 요인과 관련하여 체지방률 기준 수치를 보고한 기존 연구를 보면 심혈관질환의 가능성을 높이는 체지방률 기준 수치에 대해서는 인종 및 연령, 측정 장비 등의 영향을 받기 때문에 연구자마다 기준 수치에 차이가 있었다. 최근까지 아시아인을 대상으로 체지방률과 대사질환에 관해 이루어진 연구를 보면, 이중에너지 X-선 흡수방법을 이용하여 일본 성인을 대상으로 분석한 연구에 따르면 심혈관질환 위험성을 높이는 체지방률 절단값은 남성 24.3%, 여성 35.8%였고¹⁰⁾, 생체전기 저항측정법(bioelectrical impedance analysis)를 이용하여 체지방률을 측정한 중국 연구에서는 대사증후군과 당뇨병 발생 위험도를 높이는 체지방률 절단값으로 남성 25.5%, 여성 35.0%를 제시하였다¹¹⁾. 국내에서 이루어진 연구로는 2011년 발표된 Kim 등¹²⁾의 연구가 있다. 이 연구에서는 18세 이상의 성인에서 심혈관질환 위험 요인인 고혈압, 당뇨, 고지혈증 중 1개 이상의 질환에 이환될 체지방률 절단치를 제시하였다. 과체중과 비만을 정의하는 체지방률 절단값을 각각 제시하였는데, 남성에서는 체지방률 17.0%와 21.0%, 여성에서는 32.0%와 37.0%로 나타났다. 하지만 Kim 등¹²⁾의 연구는 지역 광고를 통해 수진자를 모집하여서 무작위 조사가 이루어지지 않아 연구 대상 선정에 편향성이 있었을 가능성이 있다. 또한 이들 연구는 정확한 체지방 측정에 있어 이중에너지 X-선 흡수방법보다 제약이 많은 생체전기 저항측정법을 사용하였다는 제한점을 가지고 있다. 국민건강영양조사를 이용하여 20세 이상의 성인에서 대사증후군 구성 요소 중 하나 이상을 가질 체지방률 절단값을 분석한 연구에 따르면, 남성에서는 20.6%, 25.7%로 두 가지 절단값을 제시하였고, 여성에서는 33.4%와 36.0%를 제시하였다. 각각의 절단값에서 심혈관질환 위험 요인 중 하나 이상을 가질 교차비는 남성은 3.54 (95% CI, 2.89-4.34), 7.93 (95% CI, 6.38-9.87)으로 나타났고, 여성에서는 2.47 (95% CI, 2.01-3.03), 4.10 (95% CI, 3.44-4.88)이었다¹³⁾.

이전 연구들과 비교하여보면 노인에서는 남, 여 모두에서 낮은 체지방률에서도 대사증후군 위험도가 올라감을 알 수 있었다. 노년층은 젊은 연령에 비해서 체내 지방 축적 및 근육량 감소 등에 의한 기능저하와 이에 따른 노인증후군의 발생 등에 취약하기 때문으로 생각한다.

본 연구의 결과에 따르면 남, 여 모두에서 체지방률은 이완

기 혈압을 제외한 대사증후군 구성 요소들과 유의한 상관성을 보였는데, 혈압은 다른 구성 요인들과 달리 일중 변동성이 크고, 검사 장비 및 검사자에 따른 측정 오류가 있을 수 있어 상관성이 실제보다 낮게 평가된 것으로 보인다. 또한 여성에 비해 남성에서 체지방률이 대사증후군 발생에 더욱 큰 영향을 끼치는 것으로 나타났는데 이는 성별에 따른 비만 양상 차이에 따른 것으로 보인다. 남성의 경우에는 주로 복부에 내장 지방이 축적되는 경우가 많고, 여성인 경우 폐경 후에는 복부 비만으로 비만 양상이 바뀌기는 하지만 호르몬의 영향에 따라 지방이 신체 하부나 둔부에 집중되는 경우가 많다. 따라서 남성인 경우 여성에 비해 대사질환과 관련이 높은 복부 내장형 비만을 갖고 있을 가능성이 높고, 내장형 비만에 여성보다 더욱 오랜 기간 노출되었을 가능성이 높아서 여성보다 남성에서 체지방률이 대사증후군 발생에 영향을 많이 끼쳤을 것이다.

본 연구는 몇 가지 제한점이 있다. 첫째, 대사증후군의 발생에는 체지방률뿐 아니라, 체지방의 분포 또한 중요하다¹⁸⁾. 기존 연구에 따르면 정상 체중인 성인에서 상체에 지방이 많은 경우 고지혈증 발생이 높아진다는 보고도 있다¹⁹⁾. 따라서 추후 연구에서는 본 연구의 제한점을 보강하여 체지방률뿐 아니라, 체지방의 분포 또한 고려하는 연구가 필요하겠다. 둘째, 본 연구에서는 체지방량 측정을 이중에너지 X-선 흡수방법으로 하였다. 체지방량 측정에는 생체전기 저항측정법, 이중에너지 X-선 흡수방법 등 다양한 방법이 있는데 이중에너지 X-선 흡수방법이 정확히 체지방량을 분석한다는 장점이 있으나, 생체전기 저항측정법에 비해 측정이 불편하다는 단점이 있다^{20,21)}. 따라서 젊은 성인에서는 체지방량 측정을 위해 이중에너지 X-선 흡수방법 검사를 시행하는 것에 논란이 있을 수 있지만 노인 여성과 남성에서는 골다공증 검진을 위하여 이중에너지 X-선 흡수방법 검사가 권장되고 있으므로, 노인 인구에서는 골다공증 검진 시 체지방률도 함께 확인해 보는 것을 권장할 수 있겠다. 또한 본 연구는 좀더 정밀하게 체지방을 측정하는 이중에너지 X-선 흡수방법 검사를 이용한 연구로 추후 임상 적용이 쉬운 생체전기 저항측정법을 사용한 연구의 기초가 될 것으로 기대한다.

결과적으로 노인들은 젊은 연령에 비해 낮은 체지방률에서도 대사증후군 위험도가 높아지는 것으로 나타났고, 특히 노인 남성들은 내장 지방형 지방 분포를 갖고 있을 확률이 높으므로 더욱 체지방률에 취약한 것으로 보인다. 정상 체질량지

수를 갖고 있으나 체지방률이 높은 집단을 정확하게 선별하여 생활습관을 교정하고, 고혈압, 당뇨 등의 심혈관질환 위험 요인에 대한 관리가 필요하겠다.

요 약

연구배경: 체질량지수(body mass index)가 정상이지만, 체지방률(body fat percentage)이 높아 대사질환에 이환될 가능성이 높은 정상체중 대사비만이 늘고 있다. 정상 체질량 지수 노인에게서 대사증후군과 연관되는 체지방률 기준 수치를 확인하고, 체지방률과 대사증후군 간의 상관관계를 보고자 한다.

방법: 2008년부터 2011년까지 시행한 국민건강영양조사 자료를 이용하였다. 체질량지수 23.0 kg/m^2 미만인 정상 체중의 65세 이상 노인을 대상으로 하였고, receiver operating characteristic 분석을 통해 체지방률의 절단값을 제시하였다.

결과: 대사증후군과 연관되는 체지방률 절단값은 남성 19.5% (민감도 68.0%, 특이도 62.9%), 여성 30.0% (민감도 55.1%, 특이도 62.0%)였다. 절단값을 기준으로 분류하였을 때 남성 43.3%, 여성 43.1%가 고체지방률군으로 분류되었다. 연령, 흡연, 음주량, 운동 여부를 보정하였을 때, 남성에서 체지방률이 정상인 군에 비해 높은 군은 대사증후군에 이환될 교차비가 3.61 (95% CI, 2.10–6.22, $p < 0.001$), 여성에서 1.95 (95% CI, 1.30–2.92; $p < 0.001$)로 나타났다.

결론: 노년층에서는 젊은 성인에 비해 대사증후군과 관련된 체지방률 절단값이 낮았고, 정상 체질량지수에서도 체지방률이 증가하면 대사증후군 위험이 높아졌다. 정상체중 비만군에 대한 조기검진 및 교육과 추적 관찰이 필요하다.

이해관계 명시(Conflict of Interest Disclosures): 저자(들)은 본 논문과 관련하여 이해관계의 충돌이 없음을 천명합니다.

REFERENCES

- World Health Organization. Obesity: preventing and managing the global epidemic. Report of a WHO Consultation presented at: the World Health Organization. Geneva: World Health Organization; 1997.
- Prentice AM, Jebb SA. Beyond body mass index. *Obes Rev* 2001;2:141-7.
- Shin SH. Clinical obesity. 2nd ed. Seoul: Korea Medical Books; 2001. p. 19-29.
- Frankenfield DC, Rowe WA, Cooney RN, Smith JS, Becker D. Limits of body mass index to detect obesity and predict body composition. *Nutrition* 2001;17:26-30.
- Tanaka S, Togashi K, Rankinen T, Perusse L, Leon AS, Rao DC, et al. Is adiposity at normal body weight relevant for cardiovascular disease risk? *Int J Obes Relat Metab Disord* 2002;26:176-83.
- Examination Committee of Criteria for 'Obesity Disease' in Japan; Japan Society for the Study of Obesity. New criteria for 'obesity disease' in Japan. *Circ J* 2002;66:987-92.
- Deurenberg P. Universal cut-off BMI points for obesity are not appropriate. *Br J Nutr* 2001;85:135-6.
- Lim S, Kim JH, Yoon JW, Kang SM, Choi SH, Park YJ, et al. Optimal cut points of waist circumference (WC) and visceral fat area (VFA) predicting for metabolic syndrome (MetS) in elderly population in the Korean Longitudinal Study on Health and Aging (KLoSHA). *Arch Gerontol Geriatr* 2012;54:e29-34.
- Seo JA, Kim BG, Cho H, Kim HS, Park J, Baik SH, et al. The cutoff values of visceral fat area and waist circumference for identifying subjects at risk for metabolic syndrome in elderly Korean: Ansan Geriatric (AGE) cohort study. *BMC Public Health* 2009;9:443.
- 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.
- Li L, Wang C, Bao Y, Peng L, Gu H, Jia W. Optimal body fat percentage cut-offs for obesity in Chinese adults. *Clin Exp Pharmacol Physiol* 2012;39:393-8.
- Kim CH, Park HS, Park M, Kim H, Kim C. Optimal cutoffs of percentage body fat for predicting obesity-related cardiovascular disease risk factors in Korean adults. *Am J Clin Nutr* 2011;94:34-9.
- Kim MK, Han K, Kwon HS, Song KH, Yim HW, Lee WC, et al. Normal weight obesity in Korean adults. *Clin Endocrinol (Oxf)* 2014;80:214-20.
- Lee JH, Song CH, Yum KS, Kim KS, Nam SW, Han JY, et al. Age associated changes in body mass index and body fat distribution. *J Korean Acad Fam Med* 2003;24:1010-6.
- Korean National Health and Nutrition Examination Survey [Internet]. Cheongju: Korea Centers for Disease Control and Prevention; c1998-2015 [cited 2015 Mar 19]. Available from: <https://knhanes.cdc.go.kr/knhanes/index.do>.
- Alberti KG, Eckel RH, Grundy SM, Zimmet PZ, Cleeman JJ, Donato KA, et al. Harmonizing the metabolic syndrome: a joint interim statement of the International Diabetes Fede-

- ration Task Force on Epidemiology and Prevention; National Heart, Lung, and Blood Institute; American Heart Association; World Heart Federation; International Atherosclerosis Society; and International Association for the Study of Obesity. *Circulation* 2009;120:1640-5.
17. WHO Expert Consultation. Appropriate body-mass index for Asian populations and its implications for policy and intervention strategies. *Lancet* 2004;363:157-63.
 18. Clasey JL, Bouchard C, Teates CD, Riblett JE, Thorner MO, Hartman ML, et al. The use of anthropometric and dual-energy X-ray absorptiometry (DXA) measures to estimate total abdominal and abdominal visceral fat in men and women. *Obes Res* 1999;7:256-64.
 19. Ito H, Nakasuga K, Ohshima A, Sakai Y, Maruyama T, Kaji Y, et al. Excess accumulation of body fat is related to dyslipidemia in normal-weight subjects. *Int J Obes Relat Metab Disord* 2004;28:242-7.
 20. Heymsfield SB, McManus C, Smith J, Stevens V, Nixon DW. Anthropometric measurement of muscle mass: revised equations for calculating bone-free arm muscle area. *Am J Clin Nutr* 1982;36:680-90.
 21. Mazess RB, Barden HS, Bisek JP, Hanson J. Dual-energy x-ray absorptiometry for total-body and regional bone-mineral and soft-tissue composition. *Am J Clin Nutr* 1990;51:1106-12.