

비만의 양면성: 강원도 중장년 여성의 대사증후군과 골다공증

장성옥*, 이성화**, 이종석***†

* 한국건강관리협회 강원도지부, 한림대학교 경영학부

** 한림대학교 춘천성심병원, 한림대학교 경영학부

*** 한림대학교 경영학부

Two Sides of Obesity: Metabolic Syndrome and Osteoporosis in Elderly Women, Gangwon-do, Korea

Sungok Jang*, Sungwha Lee**, Jongseok Lee***†

* Korea Association of Health Promotion Gang-Won Branch

** Hallym University Medical Center, Chuncheon Sacred Heart Hospital

*** School of Business Administration, Hallym University

<Abstract>

Objectives: This study aimed to assess whether metabolic syndrome (MS) is related to osteoporosis and investigate the association between the MS components and bone mineral density (BMD). **Methods:** We conducted a cross-sectional study for 4,365 women aged over 50 years who completed health examination from 2008 to 2012 in Korea Association of Health Promotion Gangwon Branch. Height, body weight, waist circumference, blood pressure, fasting plasma glucose, serum lipid profiles, and BMD were measured. **Results:** Obesity measured as body mass index (BMI) was detrimental to all of the MS components but positively correlated with BMD at three skeletal sites (lumbar spine, femoral neck, and total hip). There were no significant differences in the MS prevalence between women without osteoporosis and those with osteoporosis. In age-adjusted analysis, women with MS had significantly higher BMD at three sites when compared to those without MS. After adjusting for BMI and age, these significances disappeared, such that MS was not associated with higher BMD. **Conclusions:** Our findings indicate that obesity increases the risk of MS whereas underweight increases that of osteoporosis. The association between MS and higher BMD was explained by the higher BMI in those with MS. MS may not be associated with osteoporosis.

Key words: Obesity, Metabolic syndrome, Osteoporosis, Bone mineral density

I. 서론

당뇨, 심혈관질환, 골다공증과 같은 만성질환은 국내 질병구조에서 큰 비중을 차지하고 있으며, 인구 노령화에 따라 이러한 현상은 더욱 심화될 것으로 예측된다(Kim, 2013). 이에 별개로 다루어왔던 만성질환의 위험요인들을

대사증후군(metabolic syndrome)으로 군집화하여 관리하려는 시도가 확대되고 있다. 실제 보건의료현장에서 대사증후군관리를 위한 프로그램들이 운영되고 있으며, 그 실효성을 높이려는 연구가 진행되어 왔다(Jo, Jung, & Lee, 2012; Kim et al., 2011; Yoo & Kim, 2010; Yoo, Kim, & Cho, 2012). 특히 비만은 대사증후군 위험요인의 하나인

Corresponding author : Jongseok Lee

School of Business Administration, Hallym University, 1 Hallymdaehak-gil, Chuncheon, Ganwon-do, 200-702 Korea

200-702 강원도 춘천시 한림대학길 1 한림대학교 경영학부

Tel: 033-248-1843 E-mail: ljs1844@hallym.ac.kr

▪ 투고일: 2014.02.03

▪ 수정일: 2014.03.04

▪ 게재확정일: 2014.03.19

동시에 다른 위험요인들의 원인이 된다는 측면에서 중요한 지표가 된다. 비만은 또한 골다공증과 관련이 있는 것으로 알려져 왔는데, 전통적으로 비만할수록 골밀도가 높은 것으로 인식되어 왔다. 따라서 비만은 대사증후군에 대해서는 위험요인인 반면, 골다공증에 대해서는 보호요인 혹은 방어요인이라는 양면성을 갖는다. 본 연구는 이러한 비만의 상반된 영향이 보건의료 종사자와 환자 모두를 혼란스럽게 만들 수 있다는 문제 인식에서 시작되었다.

증후군(syndrome)이란 공통적인 병인을 가졌지만 다양한 증상으로 나타나는 질환군을 표현할 때 사용하는 용어이며, 대사증후군은 인슐린에 의해 조절되는 다양한 대사 경로들에 이상으로 발생하는 고혈압, 고혈당, 이상지질혈증 등을 총칭하는 질환군이다. 대사증후군은 별개로 여겨지던 각종 심혈관질환¹⁾ 위험요인들의 군집성(clustering)을 설명할 수 있는 근거를 마련하였고(Grundy, 2007), 심혈관 질환과 제2형 당뇨병²⁾의 고위험군을 예측하는 유용한 지표가 된다는 측면에서 임상적 의의가 있다. 대사증후군은 심혈관질환의 발병위험을 2배 그리고 제2형 당뇨병의 발생위험을 4배 증가시킨다(Meigs, 2000). 또한 대사증후군은 인슐린저항성(insulin resistance)과 관련된 복잡하고 다양한 대사이상과 임상양상들을 모두 포괄하여 설명할 수 있다는 측면에서 보건의료 교육에 있어 매우 중요한 개념이라고 할 수 있다(Kwon et al., 2007).

하지만 대사증후군을 정의하려는 최근 10여 년간의 노력에도 불구하고 진단기준이 통일되지 못하고 여러 가지가 존재하는데, 2001년 미국 콜레스테롤 교육 프로그램(National Cholesterol Education Program)의 Adult Treatment Panel III 기준(이하 NCEP-ATPIII 기준)과 2005년 국제 당뇨병 연맹(International Diabetes Federation) 기준(이하 IDF 기준)이 가장 많이 이용된다. 두 기준은 대사증후군을 진단하는 지침에 약간의 차이가 있지만, 공통적으로 다음 5가지 위험요인을 진단기준으로 사용한다: ① 복부비만, ② 고혈압 ③ 고혈당 ④ 고중성지방 그리고 ⑤ 저HDL-콜레스테롤. 여기서 복부비만은 인슐린저항성을 초래하는 원

인변수로서 다른 4가지 진단기준들의 위험요인이 된다³⁾. 즉 비만할수록 혈압·혈당·중성지방 수치는 높고 HDL-콜레스테롤 수치는 낮은 것으로 보고되어(Reeder et al., 1997; Dalton et al., 2003), 대사증후군은 특히 복부비만과 연관성이 높은 것으로 알려져 있다.

우리나라 19세 이상 성인의 비만 유병률은 체질량지수 기준($25\text{kg}/\text{m}^2$ 이상) 남성 36.5% 여성 26.4%이고, 여성의 연령대별 유병률은 30대 19.0%, 40대 26.7%, 50대 33.8%, 60대 43.3%, 그리고 70세 이상 34.4%이다(Korea Centers for Disease Control and Prevention [KCDCP], 2010). 30세 이상 성인의 대사증후군 유병률은 국민건강영양조사 2007~2010년 자료를 분석한 Kim & Oh (2012)의 연구에 따르면, 남성이 31.9%이고 여성이 29.0%로 남녀 모두 4명 중 1명 이상이 대사증후군인 것으로 나타났다. 여성의 연령대별 유병률은 30대 6.9%, 40대 14.5%, 50~64세 36.3%, 그리고 65세 이상 54.5%이었다. 50대 이후 유병률의 급격한 증가는 여성 비만이 폐경 이후 증가한다는 사실과 관련이 있는 것으로 보인다.

폐경 후 여성에게 흔히 발생하는 또 다른 만성질환은 골다공증(osteoporosis)이다. 골다공증은 골량의 감소와 골의 미세구조의 변화로 뼈의 강도가 약해져서 골절 위험이 증가하는 골격계질환이다. 특별한 자각증세는 없지만, 골절이 발생하면 내과적 합병을 유발해 사망에 이를 수 있다. 체중과 골밀도의 양(+)의 상관관계가 밝혀지면서, 전통적으로 비만은 골다공증의 보호요인 혹은 방어요인으로 인식되어왔다(Albala et al., 1996). 체중이 클수록 뼈에 작용하는 '기계적 부하(mechanical loading)'가 증가되어 골밀도를 높이며(Rubin & Lanyon, 1984, 1985), 대표적인 비만지표인 체지방량도 체중을 증가시키는 요인이라는 것이다. 비만지표로서 체질량지수와 골밀도는 양(+)의 관련성을 갖으며, 골절 위험과 음(-)의 관련성을 갖는 것으로 알려져 있다(Johnell et al., 1997). Ravn et al. (1999)은 폐경 후 여성을 대상으로 한 연구에서, 체질량지수가 낮은 집단이 평균 골밀도가 더 낮으며, 연령의 증가에 따라 골밀도의 감소 정도가 더 크다고 보고했다.

- 1) 심혈관질환(cardiovascular disease, CVD)에는 고혈압, 허혈성 심장질환, 관상동맥질환, 협심증, 심근경색증, 죽상경화증(동맥경화증), 뇌혈관질환, 뇌졸중, 부정맥 등이 포함된다.
- 2) 당뇨병은 제1형과 제2형으로 구분된다. 제1형 당뇨병은 인슐린을 전혀 생산하지 못하는 것이 원인인 반면, 제2형 당뇨병은 인슐린이 상대적으로 부족하여 인슐린저항성을 나타내는 것을 말한다. 여기서 인슐린저항성이란 혈당을 낮추는 인슐린 기능이 떨어져 포도당을 효과적으로 연소하지 못하는 것을 의미한다.
- 3) 비만이 인슐린저항성의 원인일 수는 있지만 결과가 아니라는 측면에서 대사증후군의 진단기준이 될 수 없다는 견해도 있다.

국내 50세 이상 성인의 골다공증 유병률은 남자 7.8%인 반면, 여자 37%로서 남자보다 4배 이상 높았다(Lee, Lee, Jang, & Ryu, 2013). 건강보험심사평가원에 따르면, 최근 골다공증 진료환자와 진료비가 급증하고 있다. 진료인원은 2007년 53만5천명에서 2011년 77만3천명으로 5년간 44.3% 증가하였고, 진료비는 5년간 535억 원에서 722억 원으로 35.0% 증가하였다 (Korea Health Insurance Review and Assessment Service, 2013). 2011년 기준 50세 이상의 여성 진료환자는 671,676명으로 이는 총 진료환자의 86.9%에 달한다. 따라서 폐경 후 여성의 골다공증 예방은 보건 의료에 있어 중요한 과제가 된다.

그러면 비만이 골다공증의 보호요인이라는 사실이 보건 의료현장에서 폐경 후 여성의 비만치료의 당위성에 의문을 제기하는가? 비만을 치료하면 대사증후군은 개선되지만 골다공증 위험은 증가하는가? 그렇다면 대사증후군은 골다공증 위험도에 영향을 미칠 것이다. 본 연구의 목적은 50세 이상의 한국 여성을 대상으로 비만, 대사증후군, 그리고 골다공증의 관련성을 파악하기 위한 것으로 구체적인 분석내용은 다음과 같다. (1) 비만이 대사증후군의 위험요인이며 골다공증의 보호요인인지를 분석할 것이다. 이를 위해 체질량지수를 기준으로 비만 정도에 따른 대사증후군과 골다공증 유병률의 변화를 파악하고, 비만 수준에 따라 대사증후군 위험요인들과 골밀도의 평균값에 유의적인 차이가 있는지 알아볼 것이다. (2) 대사증후군 여부와 위험인자가 골다공증에 미치는 영향을 분석할 것이다. 이를 위해 대사증후군의 5가지 위험요인과 골밀도의 상관관계를 파악하고, 대사증후군 여부에 따른 두 집단에서 골밀도 평균값과 골다공증 유병률의 차이가 있는지 분석할 것이다. 그리고 대사증후군 유병이 골다공증의 위험도에 미치는 영향을 평가할 것이다.

II. 연구방법

1. 연구대상

본 연구는 한국건강관리협회 강원도지부에서 2008년 1월부터 2012년 12월까지 건강검진을 받은 만 50세 이상의 한국인 여성을 대상으로 수행하였다. 이들 중 신체 계측(신장, 체중, 허리둘레), 혈압 검사, 혈액 검사(혈당, 총 콜

레스테롤, 중성지방, HDL-콜레스테롤, LDL-콜레스테롤), 그리고 골다공증 판정을 위해 세 부위(요추, 대퇴경부, 대퇴진체)의 골밀도 검사를 모두 받은 4,365명이 연구대상으로 선정되었다. 본 연구는 한국건강관리협회의 윤리위원회 심의(IRB No. KAHP-13-A-08)를 거쳐 진행되었다.

2. 신체 계측과 비만 진단

신체 계측은 체중, 신장, 그리고 허리둘레를 측정하였다. 신장과 체중은 가벼운 의복을 착용한 상태에서 신장-체중 자동측정계(FA600, Fanics, Korea)를 이용하여 0.1cm, 0.1kg 단위까지 측정하였다. 허리둘레는 줄자를 사용하여 흉곽과 장골능선 사이 가장 좁은 부위에서 중간호흡 상태에서 지면과 평행하게 0.1cm 단위까지 측정하였다. 체질량지수(body mass index, [BMI])는 체중(kg)을 신장의 제곱값(m²)으로 나누어 구하였다. 체질량지수를 통한 비만의 진단은 세계보건기구(World Health Organization [WHO], 2000)의 아시아인 기준에 따라 18.5kg/m² 미만 저체중, 18.5~22.9kg/m² 정상, 23.0~24.9kg/m² 과체중, 그리고 25kg/m² 이상 비만으로 구분하였다.

3. 혈압/혈액 검사와 대사증후군 진단

혈압은 수은혈압계(Baumanometer, USA)를 이용하여, 10분 이상 안정 후 두 번 측정된 평균값으로 수축기/이완기 혈압을 측정하였다. 혈액검사는 12시간 이상 금식 상태에서 채혈하여 7600-020 Automatic Analyser (HITACHI Inc., Tokyo, Japan)를 사용하여 공복혈당, 총 콜레스테롤, 중성지방, HDL-콜레스테롤, LDL-콜레스테롤을 측정하였다. 대사증후군의 진단은 NCEP-ATPⅢ와 IDF 기준에 따라 각각 이루어졌다. 두 기준은 모두 다음 5가지 항목을 기초로 대사증후군을 진단한다는 측면에서 공통점이 있다. 여성의 경우 (1) 복부비만: 허리둘레 ≥ 80 cm, (2) 고혈압증: 수축기혈압 ≥ 130 mmHg이거나 이완기혈압 ≥ 85 mmHg 또는 고혈압 치료 중인 경우, (3) 고혈당증: 공복혈당 ≥ 100 mg/dL 또는 당뇨병 치료 중인 경우, (4) 고중성지방증: 중성지방 ≥ 150 mg/dL 또는 이상지질혈증 치료 중인 경우, 그리고 (5) 저고밀도지단백콜레스테롤혈증: HDL-콜레스테롤 < 50 mg/dL 또는 이상지질혈증 치료 중인 경우. 하지만 두 기준이 권고하는 대사증후군 진단기준에는 약간의 차이가 있는데,

NCEP-ATPⅢ 기준은 위 5가지 항목 중 3개 이상이 해당되는 경우인 반면, IDF 기준은 반드시 복부비만이고 나머지 4개 항목 중 2개 이상이 해당되는 경우이다. 복부비만을 판정하는 허리둘레 범위에 대해 NCEP-ATPⅢ 기준은 인종에 상관없이 여성은 88cm 이상을 제시하고 있는 반면, IDF 기준은 인종에 따라 차이를 두어 한국인 여성의 경우 아시아 여성 기준인 80cm 이상에 해당한다. 본 연구에서는 NCEP-ATPⅢ 기준에서도 복부비만을 허리둘레 80cm 이상으로 판정하였다.

4. 골밀도 검사와 골다공증 진단

골밀도(bone mineral density, [BMD]) 검사는 이중에너지 방사선 흡수측정법(dual energy X-ray absorptiometry, [DXA])으로 측정되었으며, 이를 위해 Lunar사의 기기(Lunar Prodigy, GE Medical System, USA)가 사용되었다. 골밀도 측정은 요추(1-4번)과 대퇴전체(전자부, 전자간부, 경부, 삼각부)에 대해 수행되었다. 측정된 골밀도값(g/cm^2)은 기기회사 참고치를 이용하여 T-값으로 전환되었고, WHO 권고에 따라 T-값이 (1) -2.5 이하이면 골다공증(osteoporosis), (2) -2.5보다 크고 -1.0 미만이면 골감소증(osteopenia), 그리고 (3) -1.0 이상이면 정상(normal)으로 판정하였다. 그리고 국제 골밀도임상학회(International society for clinical densitometry, [ISCD])의 지침에 따라, 세 검진부위(요추, 대퇴경부, 대퇴전체)의 가장 낮은 T-값을 골다공증을 진단기준으로 사용하였다. 따라서 세 부위들 중 어느 하나라도 T-값이 -2.5 이하이면 골다공증으로 진단하였다.

5. 분석방법

통계분석을 위한 프로그램은 SPSS for Windows version 21.0(SPSS Inc. Chicago, IL, USA)을 사용하였다. 통계적 유의성에 대한 판단은 유의수준 0.05을 기준으로 하였고, 구체적인 분석방법은 다음과 같다.

1) 연령 집단 혹은 체질량지수 기준 비만 정도에 따른 대사증후군과 골다공증의 유병률 변화를 파악하기 위해 교차분석(cross tabulation)을 수행하였고, 추세의 유의성 판정은 카이제곱 정확한 경향분석(chi-square exact test for trend)을 통해 이루어졌다.

2) 비만 정도를 나타내는 집단들 사이의 대사증후군과 골

다공증 진단요인들의 평균비교를 위해 일원분산분석(one-way analysis of variance)을 사용하였다. 사후검정으로서 Scheffe의 다중비교(Scheffe's multiple comparison)를 수행했다. 집단들 사이에 등분산 가정이 충족되지 않는 경우 웰치(Welch) 검정을 사용하였고, 사후검정으로서 탐하네(Tamhane)의 다중비교를 이용하였다.

3) 대사증후군의 진단요인들과 골밀도의 관련성을 파악하기 위해 피어슨 상관계수(Pearson correlation)를 분석하였다. 특히 연령과 체질량지수를 통제한 후의 선행관계는 편상관계수(partial correlation)로 분석하였다.

4) 범주형 변수로서 대사증후군의 유병여부와 골다공증 유병여부의 관련성을 파악하기 위해 피셔의 정확한 검정(Fisher's exact test)을 수행하였다.

5) 대사증후군 유무에 따른 두 집단 사이의 골밀도 평균비교를 위해서 공분산분석(analysis of covariance)을 사용하였다. 독립변수는 대사증후군 유무이고 종속변수는 골밀도이다. 그리고 연령과 체질량지수를 통제변수로 사용하여, 통제이전과 이후의 평균을 비교하였다.

6) 대사증후군 유병이 골다공증의 위험도(odds ratio)에 미치는 영향을 파악하기 위해 이항 로지스틱 회귀분석(binary logistic regression analysis)을 수행하였다. 독립변수는 대사증후군 유무이고 종속변수는 골다공증 유병여부이며, 연령과 체질량지수가 통제변수로 사용되었다.

Ⅲ. 연구결과

1. 비만 정도에 따른 대사증후군과 골다공증 유병률의 변화

연령 및 비만 정도에 따라 집단을 구분하고, 집단별로 대사증후군과 골다공증 유병률을 분석한 결과는 <Table 1>과 같다. 연령을 10세 단위로 구분하여 살펴보면, 높은 연령집단으로 갈수록 대사증후군과 골다공증의 유병률이 높아졌다. 즉 50대부터 80대까지의 대사증후군 유병률은 각각 NCEP-ATP Ⅲ 기준으로 9.4%, 16.2%, 26.5%, 35.3%이었고, IDF 기준으로 7.5%, 14.1%, 22.7%, 23.5%이었다. 이러한 증가추세에 대한 카이제곱 정확한 검정결과, 두 기준 모두 p -값 < .001으로 통계적으로 유의하였다. 골다공증 유병률도 높은 연령집단으로 갈수록 통계적으로 유의하게 증가하는 추세를 보였는데, 각각 8.8%, 23.6%, 42.9%, 64.7%이었다.

<Table 1> Prevalence of osteoporosis and metabolic syndrome by age or obesity (BMI) group

	Total <i>n</i> = 4,365	Age (years)				p for trend ¹⁾
		50 - 59 <i>n</i> = 2,848	60 - 69 <i>n</i> = 1,157	70 - 79 <i>n</i> = 343	≥ 80 <i>n</i> = 17	
Metabolic syndrome						
NECP-ATP III	553 (12.7)	269 (9.4)	187 (16.2)	91 (26.5)	6 (35.3)	<.001
IDF	459 (10.5)	214 (7.5)	163 (14.1)	78 (22.7)	4 (23.5)	<.001
1. WC ≥ 80 cm	1,450 (33.2)	752 (26.4)	501 (43.3)	190 (55.4)	7 (41.2)	<.001
2. BP ≥ 130/85 mmHg	1,212 (27.8)	628 (22.1)	391 (33.8)	181 (52.8)	12 (70.6)	<.001
3. Glucose ≥ 100 mg/dL	729 (16.7)	406 (14.3)	227 (19.6)	90 (26.2)	6 (35.3)	<.001
4. TG ≥ 150 mg/dL	918 (21.0)	547 (19.2)	271 (23.4)	95 (27.7)	5 (29.4)	<.001
5. HDL-C < 50 mg/dL	596 (13.7)	334 (11.7)	184 (15.9)	76 (22.2)	2 (11.8)	<.001
LDL-C ≥ 130 mg/dL	1,293 (29.6)	863 (30.3)	347 (30.0)	79 (23.0)	4 (23.5)	.025
TC ≥ 200 mg/dL	1,726 (39.5)	1,158 (40.7)	452 (39.1)	110 (32.1)	6 (35.6)	.006
Osteoporosis						
Lumbar spine 1-4	602 (13.8)	228 (8.0)	245 (21.2)	123 (35.9)	6 (35.3)	<.001
Femoral neck	189 (4.3)	45 (1.6)	68 (5.9)	68 (19.8)	8 (47.1)	<.001
Total hip	114 (2.6)	28 (1.0)	38 (3.3)	42 (12.2)	6 (35.3)	<.001

	Total <i>n</i> = 4,365	BMI, body mass index (kg/m ²)				p for trend ¹⁾
		< 18.5 <i>n</i> = 71	18.5 - 22.9 <i>n</i> = 1,570	23.0 - 24.9 <i>n</i> = 1,192	≥ 25 <i>n</i> = 1,532	
Metabolic syndrome						
NECP-ATP III	553 (12.7)	0 (0.0)	41 (2.6)	114 (9.6)	398 (26.0)	<.001
IDF	459 (10.5)	0 (0.0)	12 (0.8)	77 (6.5)	370 (24.2)	<.001
1. WC ≥ 80 cm	1,450 (33.2)	0 (0.0)	53 (3.4)	294 (24.7)	1,103 (72.0)	<.001
2. BP ≥ 130/85 mmHg	1,212 (27.8)	14 (19.7)	307 (19.6)	326 (27.3)	565 (36.9)	<.001
3. Glucose ≥ 100 mg/dL	729 (16.7)	9 (12.7)	166 (10.6)	186 (15.6)	368 (24.0)	<.001
4. TG ≥ 150 mg/dL	918 (21.0)	4 (5.6)	190 (12.1)	278 (23.3)	446 (29.1)	<.001
5. HDL-C < 50 mg/dL	596 (13.7)	6 (8.5)	172 (11.0)	154 (12.9)	264 (17.2)	<.001
LDL-C ≥ 130 mg/dL	1,293 (29.6)	18 (25.4)	458 (29.2)	342 (28.7)	475 (31.0)	.200
TC ≥ 200 mg/dL	1,726 (39.5)	26 (36.6)	573 (36.5)	481 (40.4)	646 (42.2)	.001
Osteoporosis						
Lumbar spine 1-4	602 (13.8)	20 (28.2)	267 (17.0)	150 (12.6)	165 (10.8)	<.001
Femoral neck	189 (4.3)	13 (18.3)	77 (4.9)	44 (3.7)	55 (3.6)	.001
Total hip	114 (2.6)	12 (16.9)	52 (3.3)	27 (2.3)	23 (1.5)	<.001

Note: BMI, Body Mass Index; NCEP:ATP III, National Cholesterol Education Program, Adult Treatment Panel III; IDF, International Diabetes Foundation; WC, Waist Circumference; BP, Blood Pressure; TG, Triglycerides; HDL-C, High-density Lipoprotein Cholesterol; LDL-C, Low-density Lipoprotein Cholesterol; TC, Total Cholesterol.

Values are presented as the number of subjects with the percentage in parenthesis.

1) Statistical significance was tested by chi-square exact test for trend.

체질량지수(BMI)를 기준으로 비만 정도가 높은 집단으로 갈수록, 대사증후군의 유병률은 높아졌던 반면 골다공증의 유병률은 낮아졌다. 즉 네 개의 집단(저체중, 정상, 과체중, 비만)으로 구분할 때 대사증후군 유병률은 각각 NECP-ATP III 기준으로 0%, 2.6%, 9.6%, 26.0%이었고, IDF 기준으로 0%, 0.8%, 6.5%, 24.2%이었다. 이러한 증가 추세는 두 기준 모두 통계적으로 유의하였고, 특히 저체중 (BMI < 18.5kg/m²)집단은 두 기준 모두에서 대사증후군 유병자가 한 명도 없었다. 그리고 대사증후군을 판정하는 허리둘레 등의 다섯 가지 기준 각각에 대해 살펴보면, 모두 비만 정도가 높은 집단일수록 비정상자 비중이 통계적으로 유의한 증가추세를 보였다. 반면 골다공증 유병률은 비만 정도가 높은 집단일수록 감소하는 추세를 보였는데(p-값 < .001), 각각 31.0%, 18.5%, 14.3%, 12.9%이었다. 이러한 감소추세는 골다공증을 판정하는 세 부위(요추, 대퇴경부, 대퇴전체) 모두에서도 통계적으로 유의하였다.

2. 비만 정도에 따른 대사증후군과 골다공증 관련변수들의 평균비교

체질량지수를 기준으로 비만 정도에 따라 집단을 구분하고, 네 집단의 대사증후군과 골다공증 관련변수들의 평균을 분석한 결과는 <Table 2>와 같다. 먼저 대사증후군 관련변수를 살펴보면, HDL 콜레스테롤을 제외한 나머지 다섯 변수(허리둘레, 수축기 혈압, 이완기 혈압, 공복혈당, 중성지방) 모두에서 비만 정도가 높은 집단일수록 평균값이 높아졌다. 반면 HDL 콜레스테롤은 비만 정도가 높은 집단일수록 평균값이 낮아졌다. 그리고 골다공증 판정을 위한 세 부위(요추, 대퇴경부, 대퇴전체)의 골밀도 평균값은 모두 비만 정도가 높은 집단일수록 평균값이 높아졌다.

<Table 2> Mean Comparison of variables according to body mass index (BMI) levels

	BMI, body mass index (kg/m ²) group				p-value ¹⁾
	< 18.5 n = 71	18.5 - 22.9 n = 1,570	23.0 - 24.9 n = 1,192	≥ 25 n = 1,532	
Age (years)	56.3 ± 6.6 ^{A2)}	56.7 ± 6.1 ^A	58.1 ± 6.6 ^B	59.1 ± 6.9 ^B	<.001
Weight (kg)	42.3 ± 3.7 ^A	51.6 ± 4.4 ^B	57.2 ± 4.0 ^C	65.1 ± 6.8 ^D	<.001
Height (cm)	155.1 ± 5.1 ^A	155.3 ± 5.2 ^A	154.4 ± 5.2 ^B	154.0 ± 5.3 ^B	<.001
Body mass index (kg/m ²)	17.5 ± 0.9 ^A	21.4 ± 1.1 ^B	24.0 ± 0.6 ^C	27.4 ± 2.2 ^D	<.001
Metabolic syndrome parameter					
Waist circumference (cm)	61.2 ± 3.9 ^A	70.5 ± 4.9 ^B	76.2 ± 4.8 ^C	83.5 ± 6.7 ^D	<.001
SBP (mmHg)	110.9 ± 15.0 ^A	112.1 ± 14.1 ^A	115.1 ± 14.1 ^B	119.3 ± 14.0 ^C	<.001
DBP (mmHg)	69.0 ± 8.5 ^A	70.9 ± 8.9 ^A	72.7 ± 8.8 ^B	75.2 ± 8.9 ^C	<.001
Glucose (mg/dL)	91.2 ± 10.9 ^A	92.6 ± 17.4 ^A	95.1 ± 17.6 ^B	99.2 ± 22.0 ^C	<.001
Triglycerides (mg/dL)	87.3 ± 47.0 ^A	99.1 ± 55.4 ^A	121.5 ± 72.4 ^B	132.9 ± 75.8 ^C	<.001
HDL cholesterol (mg/dL)	63.5 ± 11.4 ^A	60.2 ± 11.1 ^A	58.2 ± 10.5 ^B	56.8 ± 10.0 ^C	<.001
LDL cholesterol (mg/dL)	109.7 ± 33.0 ^A	115.7 ± 31.1 ^A	115.3 ± 32.0 ^A	115.6 ± 33.8 ^A	.494
Total cholesterol (mg/dL)	190.4 ± 31.2 ^A	195.7 ± 34.0 ^A	197.6 ± 34.7 ^A	198.8 ± 35.9 ^A	.029
Bone mineral density (g/cm²)					
Lumbar spine 1-4	0.928 ± 0.141 ^A	0.992 ± 0.150 ^B	1.019 ± 0.153 ^C	1.043 ± 0.156 ^D	<.001
Femoral neck	0.748 ± 0.114 ^A	0.814 ± 0.112 ^B	0.833 ± 0.116 ^C	0.844 ± 0.118 ^C	<.001
Total hip	0.782 ± 0.100 ^A	0.876 ± 0.114 ^B	0.906 ± 0.119 ^C	0.934 ± 0.125 ^D	<.001

Note: SBP, Systolic Blood Pressure; DBP, Diastolic Blood Pressure; HDL, High-density Lipoprotein; LDL, Low-density Lipoprotein.

Values are presented as the mean ± SD, standard deviation.

1) Statistical significances were calculated by one-way analysis of variance among groups.

2) The same letters indicate non-significant difference between groups (α = 0.05) on Scheffe's or Tamhane's multiple comparison test.

3. 대사증후군 관련변수와 골밀도의 상관관계

세 가지 골다공증 판정부위의 골밀도 각각과 연령, 체질량 지수, 그리고 대사증후군 관련 변수들의 상관관계를 분석한 결과는 <Table 3>과 같다. 골밀도와 대사증후군 관련 변수들의 상관관계는 연령과 체질량지수를 통제하기 전과 이후의 두 가지로 제시하였다. 먼저 통제하기 전을 살펴보

면, 세 부위 모두에서 골밀도와 가장 높은 선형적 관계가 가장 높은 것은 연령이었다(요추 -0.384, 대퇴경부 -0.433, 대퇴전체 -0.400). 연령은 골밀도와 통계적으로 유의한 음의 관계를 보인 반면, 체질량 지수는 세 부위 골밀도 모두와 통계적으로 유의한 양의 선형관계를 보였다(요추 0.173, 대퇴경부 0.149, 대퇴전체 0.249).

<Table 3> Correlation coefficients between bone mineral density (BMD) and metabolic parameters before and after adjustment for age and body mass index (BMI)

	BMD, Bone mineral density (g/cm ²)					
	Lumbar spine 1-4		Femoral neck		Total hip	
	Before	After	Before	After	Before	After
Age (years)	-0.384 ^{***}		-0.433 ^{***}		-0.400 ^{***}	
BMI (kg/m ²)	0.173 ^{***}		0.149 ^{***}		0.249 ^{***}	
Waist circumference (cm)	0.084 ^{***}	-0.012	0.062 ^{***}	-0.005	0.147 ^{***}	-0.007
SBP (mmHg)	-0.033 [*]	0.018	-0.074 ^{***}	-0.009	-0.044 ^{**}	-0.010
DBP (mmHg)	-0.006	0.004	-0.033 [*]	-0.013	-0.006	-0.014
Glucose (mg/dL)	0.033 [*]	0.048 ^{**}	-0.007	0.013	0.028 ⁺	0.032 [*]
Triglycerides (mg/dL)	0.011	-0.003	0.011	0.006	0.036 [*]	0.010
HDL cholesterol (mg/dL)	0.004	-0.010	0.009	-0.014	-0.027 ⁺	-0.036 [*]
LDL cholesterol (mg/dL)	-0.030 [*]	-0.055 ^{***}	-0.027 ⁺	-0.054 ^{***}	-0.006	-0.031 [*]
Total cholesterol (mg/dL)	-0.021	-0.053 ^{***}	-0.018	-0.052 ^{***}	0.000	-0.036 [*]

Note: BMI, Body Mass Index; SBP, Systolic Blood Pressure; DBP, Diastolic Blood Pressure; HDL, High-density Lipoprotein; LDL, Low-density Lipoprotein.

p-value ⁺< .1, ^{*}< .05, ^{**}< .01, ^{***}< .001

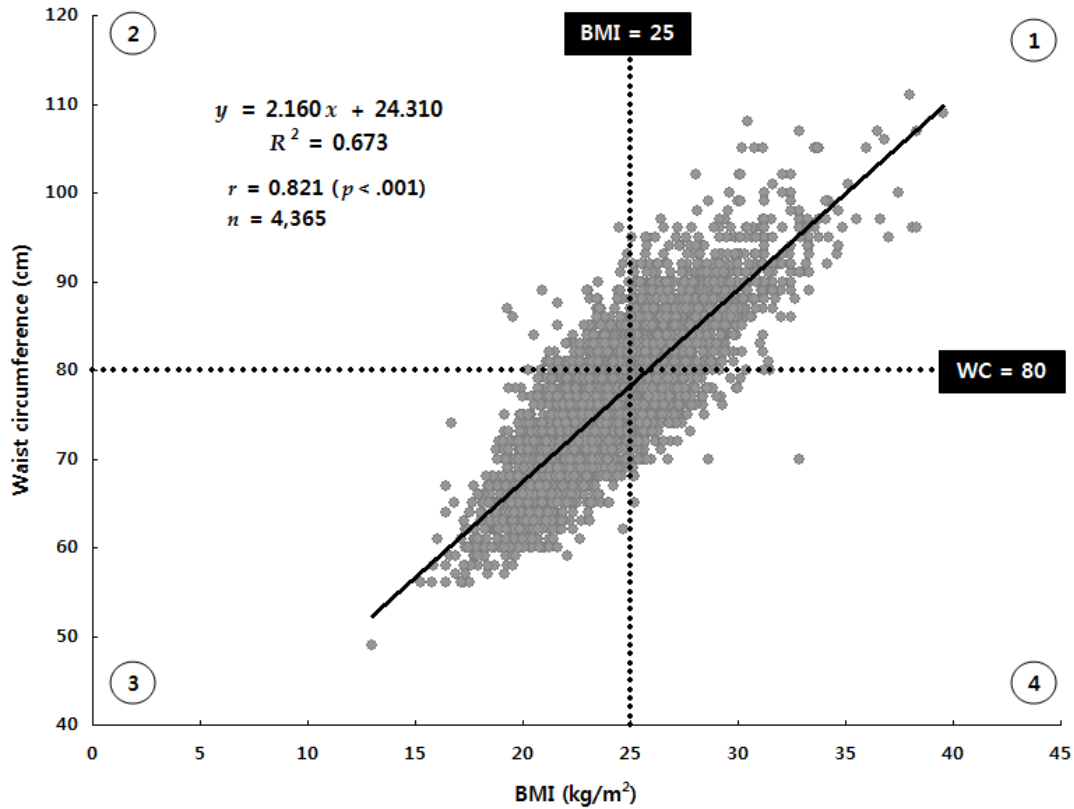
연령과 체질량지수를 통제하기 전의 골밀도와 대사증후군 관련변수들의 상관계수를 살펴보면, 복부비만 정도를 나타내는 허리둘레는 세 부위의 골밀도 모두와 통계적으로 유의한 양의 관련성을 갖는다(요추 0.084, 대퇴경부 0.062, 대퇴전체 0.147). 수축기 혈압은 세 부위의 골밀도 모두와 통계적으로 유의한 음의 상관관계가 있었다(요추 -0.033, 대퇴경부 -0.074, 대퇴전체 -0.044). 나머지 대사증후군 관련변수와 골밀도의 통계적으로 의미 있는 상관관계는 부위별로 차이를 보였다. 이완기 혈압은 대퇴경부 골밀도와만 통계적으로 유의한 음의 관계가 있었고, 공복 혈당은 요추 골밀도와만 유의적인 양의 관계가 존재했다. 그리고 중성지방은 대퇴전체 골밀도와만 유의적인 양의

관계가 있었고, HDL 콜레스테롤은 어느 부위의 골밀도와도 통계적으로 유의한 관련성을 발견할 수 없었다.

연령과 체질량지수를 통제한 후의 골밀도와 대사증후군 관련변수들의 상관관계는 전술한 통제 이전과 상당히 다른 결과를 제시한다(<Table 3> 참조). 통제하기 전에 허리둘레와 수축기 혈압은 세 부위의 골밀도 모두와 유의적인 상관관계가 있었던 반면, 통제한 후에는 그 관련성이 세 부위 모두에서 사라졌다. 이는 연령과 체질량지수가 같다면, 허리둘레와 수축기 혈압은 골밀도와 선형적 관계가 없다는 것을 의미한다. 비만지표로서 체질량 지수와 허리둘레는 +0.821이라는 높은 상관관계를 가지며, 두 변수의 관계를 도식화하면 [Figure 1]과 같다. 연령과 체질량지수를

통제한 후에도 세 부위 골밀도 모두와 유의적인 상관관계를 가지는 변수는 하나도 없었다. 공복혈당은 두 부위(요추와 대퇴전체)의 골밀도와 유의적인 양의 관련성이 존재하였고, HDL 콜레스테롤은 대퇴전체와 유의적인 음의 상

관관계가 있었다. 대사증후군을 판정하는 변수는 아니지만 LDL 콜레스테롤과 총 콜레스테롤은 세 부위의 골밀도 모두와 통계적으로 유의한 음의 상관관계가 있었다.



Note: BMI, Body Mass Index; WC, waist circumference.

[Figure 1] Relationship between BMI and waist circumference as a obesity measure

4. 대사증후군과 골다공증의 관련성

대사증후군과 골다공증의 유병여부를 기준으로 교차분석을 수행한 결과는 <Table 4>와 같다. NECP-ATP III 기준 대사증후군 유무에 따른 골다공증 유병률을 비교하면, 대사증후군 비유병자집단은 15.3%이고 유병자집단은 17.4%이다. 대사증후군 유병자집단이 비유병자집단에 비해 골

다공증 유병률이 조금 높지만, 이러한 차이는 통계적으로 유의하지는 않았다. IDF 기준 대사증후군 유무에 따른 골다공증 유병률도 비유병자집단(15.5%)에 비해 유병자집단(16.6%)이 조금 높았지만 통계적으로 유의한 차이는 아니었다. 따라서 대사증후군 유무에 따라 골다공증 유병률에 차이를 보이지 않았다.

<Table 4> Relationship between osteoporosis and metabolic syndrome

	Metabolic syndrome					
	NECP-ATP III criteria			IDF criteria		
	Absence <i>n</i> =3,812 (87.3)	Presence <i>n</i> =553 (12.7)	<i>p</i> -value	Absence <i>n</i> =3,906 (89.5)	Presence <i>n</i> =459 (10.5)	<i>p</i> -value
Osteoporosis ¹⁾						
Absence	3,227 (84.7)	457 (82.6)	.233 ³⁾	3,301 (84.5)	383 (83.4)	.541 ³⁾
Presence	585 (15.3)	96 (17.4)		605 (15.5)	76 (16.6)	
Age (years) ²⁾	57.47 ± 0.11	60.94 ± 0.28	<.001 ⁴⁾	57.53 ± 0.11	61.14 ± 0.31	<.001 ⁴⁾
Weight (kg) ²⁾	56.83 ± 0.12	63.86 ± 0.33	<.001 ⁴⁾	56.82 ± 0.12	65.43 ± 0.35	<.001 ⁴⁾
Height (cm) ²⁾	154.63 ± 0.09	154.23 ± 0.22	.132 ⁴⁾	154.58 ± 0.08	154.64 ± 0.25	.824 ⁴⁾
BMI (kg/m ²) ²⁾	23.76 ± 0.05	26.81 ± 0.12	<.001 ⁴⁾	23.77 ± 0.05	27.35 ± 0.13	<.001 ⁴⁾
Lumbar spine ²⁾						
Crude ⁵⁾	1.014 ± 0.003	1.027 ± 0.007	.064 ⁴⁾	1.014 ± 0.002	1.034 ± 0.007	.009 ⁴⁾
Age-adjusted	1.010 ± 0.002	1.056 ± 0.006	<.001 ⁴⁾	1.010 ± 0.002	1.064 ± 0.007	<.001 ⁴⁾
BMI-adjusted	1.018 ± 0.002	1.003 ± 0.007	.039 ⁴⁾	1.017 ± 0.002	1.005 ± 0.008	.113 ⁴⁾
Age + BMI	1.015 ± 0.002	1.026 ± 0.006	.087 ⁴⁾	1.015 ± 0.002	1.028 ± 0.007	.059 ⁴⁾
Femoral neck ²⁾						
Crude ⁵⁾	0.829 ± 0.002	0.826 ± 0.005	.550 ⁴⁾	0.828 ± 0.002	0.829 ± 0.005	.892 ⁴⁾
Age-adjusted	0.825 ± 0.002	0.850 ± 0.004	<.001 ⁴⁾	0.825 ± 0.002	0.855 ± 0.005	<.001 ⁴⁾
BMI-adjusted	0.831 ± 0.002	0.808 ± 0.005	<.001 ⁴⁾	0.831 ± 0.002	0.808 ± 0.006	<.001 ⁴⁾
Age + BMI	0.829 ± 0.002	0.828 ± 0.005	.942 ⁴⁾	0.828 ± 0.002	0.829 ± 0.005	.965 ⁴⁾
Total hip ²⁾						
Crude ⁵⁾	0.902 ± 0.002	0.911 ± 0.005	.083 ⁴⁾	0.901 ± 0.002	0.917 ± 0.006	.009 ⁴⁾
Age-adjusted	0.898 ± 0.002	0.935 ± 0.005	<.001 ⁴⁾	0.898 ± 0.002	0.942 ± 0.005	<.001 ⁴⁾
BMI-adjusted	0.906 ± 0.002	0.883 ± 0.005	<.001 ⁴⁾	0.905 ± 0.002	0.883 ± 0.006	<.001 ⁴⁾
Age + BMI	0.903 ± 0.002	0.902 ± 0.005	.865 ⁴⁾	0.903 ± 0.002	0.903 ± 0.005	.949 ⁴⁾

Note: NCEP:ATP III, National Cholesterol Education Program, Adult Treatment Panel III; IDF, International Diabetes Foundation; BMI, Body Mass Index.

1) Values are presented as the number of subjects with the percentage in parenthesis.

2) Values are presented as the mean ± SE, standard error of BMD (g/cm²).

3) Statistical significances were tested by Fisher's exact test.

4) Statistical significances were tested by analysis of covariance.

5) "Crude" means the relationship is presented without any controlling or adjustment for possible confounding variables.

대사증후군 유병집단과 비유병집단의 골밀도 평균값의 차이를 검진부위(요추, 대퇴경부, 대퇴전체)별로 각각 분석한 결과는 다음과 같다(<Table 4> 참조). NECP-ATP III 기준 두 집단 사이에 통계적으로 유의한 골밀도 평균값이 차이를 보이는 부위는 하나도 없었고, 연령과 체질량지수

(BMI)를 통제된 후에도 세 부위 모두 유의한 평균값의 차이를 보이지 않았다. IDF 기준 대사증후군 유병집단의 요추와 대퇴전체의 골밀도 평균값은 대사증후군 비유병집단보다 통계적으로 유의하게 높았다. 하지만 연령과 체질량지수(BMI)를 통제된 후에 이러한 통계적 유의성은 없어졌다.

5. 골다공증의 예측요인으로서 대사증후군

대사증후군의 유병이 골다공증의 위험도에 미치는 영향을 파악하기 위해서, 이항 로지스틱 회귀분석을 수행한 결과는 <Table 5>와 같다. 독립변수는 대사증후군 유무(NECP-ATP III 혹은 IDF 기준)이고 종속변수는 골다공증 유병여부(세 부위 각각 포함)이며, 연령과 체질량지수를 통제변수로 모형화하였다. 따라서 종속변수 4개 각각에

대하여 대사증후군 기준 2개 각각에 대한 8개의 회귀분석 결과가 제시되었다. 통제변수로 사용된 연령과 체질량지수는 모든 회귀식에서 통계적으로 유의하였다. 연령의 $Exp[\beta]$, 즉 교차비(odds ratio, [OR])는 모두 1보다 커서 연령의 증가는 골다공증 위험을 증가시킨다. 반면에 체질량지수의 $Exp[\beta]$ 는 1보다 작아 체질량지수 기준 비만의 증가는 골다공증 위험을 낮춘다.

<Table 5> Logistic regression results for predicting osteoporosis

Independent variables	Dependent variable: Osteoporosis status (0=Absence, 1=Presence)							
	Any site		Lumbar spine		Femoral neck		Total hip	
	Exp[β]	p	Exp[β]	p	Exp[β]	p	Exp[β]	p
Age (years)	1.141	<.001	1.125	<.001	1.159	<.001	1.179	<.001
BMI (kg/m ²)	0.850	<.001	0.847	<.001	1.182	<.001	0.727	<.001
MS: NECP-ATP III								
Absence	1		1		1		1	
Presence	1.079	.590	0.985	.922	1.142	.524	1.836	.035
Age (years)	1.141	<.001	1.125	<.001	1.181	<.001	1.182	<.001
BMI (kg/m ²)	0.851	<.001	0.846	<.001	0.821	<.001	0.734	<.001
MS: IDF								
Absence	1		1		1		1	
Presence	1.066	.682	1.021	.902	1.485	.109	1.544	.196

Note: BMI, body mass index; MS, metabolic syndrome; NECP:ATP III, National Cholesterol Education Program, Adult Treatment Panel III; IDF, International Diabetes Foundation.

연령과 체질량지수를 통제하였을 때, 대사증후군의 $Exp[\beta]$ 는 1개의 회귀식을 제외하고는 통계적으로 유의하지 않았다. 대사증후군 유병에 따른 골다공증에 걸릴 위험도(OR)는 유의하지는 않았지만, NECP-ATP III 기준 1.079배 그리고 IDF 기준 1.066배로 증가했다(<Table 5>의 “Any site” 참조). 골다공증 검진부위별 분석결과를 살펴보면, 종속변수가 대퇴전체(total hip)인 경우 NECP-ATP III 기준 대사증후군의 $Exp[\beta]$ 만 1.836으로 통계적으로 유의했다(p -값 = .035). 따라서 대사증후군 유병여부에 따라 골다공증의 위험도에 유의적인 차이가 존재하지 않았고, 검진부위 중 대퇴전체의 골다공증 위험만을 증가시켰다.

IV. 논의

비만은 대사증후군을 진단하는 하나의 요소일 뿐만 아니라, 대사증후군의 다른 진단요소들과 연관된 것으로 알려져 왔다. 특히 복부비만은 대사증후군과 관련성이 높은 것으로 알려져 있지만, 심혈관질환의 예측지표로서 어떤 비만지표가 더 유용한지에 대해서는 아직도 논란이 있다 (Dalton et al., 2003). 본 연구에서 체질량지수보다 허리둘레가 대사증후군 관련 모든 변수들과 선형관계가 조금 더 강하다는 것을 확인할 수 있었지만⁴⁾, 허리둘레는 대사증후군 진단요소이기 때문에 체질량지수를 비만지표로 사용하였다. 체질량지수 기준 비만정도가 높은 집단일수록 대사증후군 유병률이 높았고, 허리둘레·혈압·공복혈당·중성

지방 평균값은 높고 HDL-콜레스테롤 평균값은 낮았다. 따라서 비만은 대사증후군의 위험인자로서 모든 진단요소와 관련되어 있다.

비만은 대사증후군의 위험요인인 반면, 골다공증에 대해서는 전통적으로 보호요인 혹은 방어요인으로 인식되어 왔다. 많은 연구들에서 높은 체중 혹은 체질량지수는 높은 골밀도와 관련이 있으며, 체중 감소는 골 소실을 초래한다는 것을 제시해 왔다(Marcus et al., 1994; Mazess et al., 1987; Ravn et al., 1999; Ried et al., 1992). Saarelainen et al. (2012)은 300명의 여성을 대상으로 한 10년간의 추적연구를 통해, 폐경 후 기간이 동일하다면 체질량지수가 높을수록 골밀도가 높다고 보고했다. 본 연구에서도 체질량지수와 골밀도가 양의 상관관계를 가지며, 체질량지수 기준 비만정도가 높은 집단일수록 골다공증의 유병률이 낮다는 것을 확인할 수 있었다. 체중과 골밀도의 양(+)의 관련성에 대한 설명으로 폭넓게 받아들여지고 있는 이론 중 하나가 체중의 '기계적 부하(mechanical loading)'이다(Rubin & Lanyon, 1984, 1985). 즉 체중이 많을수록 뼈에 대한 하중을 증가시켜 골형성을 촉진하며, 반대로 체중 감소는 부하를 감소시켜 골밀도를 낮춘다는 것이다. 대표적인 비만지표인 체지방량도 체중을 구성하는 요소이므로 체중부하를 통해 골밀도를 향상시키는 것으로 여겨져 왔다.

하지만 체지방량과 골밀도의 관계에 대해서는 상반된 연구결과가 제시되고 있어, 비만이 골다공증의 보호요인이라는 믿음에 문제가 제기되고 있다. 체지방량이 많을수록 골밀도가 높다는 연구결과도 존재하지만(Chen, Lohman, Stini, Ritenbaugh, & Aichkin, 1997; Reid, 2002), 체지방과 골밀도 사이에 음의 관련성을 제시하는 연구결과도 있다. Zhao et al. (2007)은 중국인 1,988명과 서구인 4,489명을 대상으로 한 연구에서 남성과 여성 모두 체중을 통제할 경우 체지방률이 높을수록 골밀도는 낮다고 보고하였다. 즉 체중이 같다면 체지방률이 많을수록 골밀도가 낮다는 것이다. 그리고 Hsu et al. (2006)은 13,970명의 중국인을 대상으로 체지방률이 높을수록 골절위험이 높아지는 것을 확인하였다. 하지만 이러한 연구결과에 대하여 Reid (2008)는

지방과 체중의 높은 상관관계로 인한 다중공선성의 문제를 제기했다.

대사증후군의 진단요소인 복부비만과 골밀도의 관계에 대해서도 논란이 있다. 허리둘레 혹은 허리-엉덩이비(waist-hip ratio)로 측정된 복부비만이 골밀도와 양의 관련성이 있다는 연구결과도 존재하지만(Ahmed, Schimer, Berntsen, Fønnebø, & Joakimsen, 2006; Edelstein & Barrett-Connor, 1993), 반대의 결과를 제시한 논문도 있다. Jankowska, Rogucka & Medras'M (2001)는 체질량지수는 골밀도와 양의 상관관계가 있지만, 허리-엉덩이비는 음의 상관관계가 있다고 보고하였다. Blaauw, Albertse & Hough (1996)는 골다공증 유병자는 비유병자보다 체질량지수 평균값은 유의적으로 낮았지만, 허리-엉덩이비는 컸다고 보고하였다. 본 연구에서 허리둘레는 세 검진부위 골밀도 각각과 통계적으로 유의한 양의 상관관계가 있었으나, 연령과 체질량지수를 통제하면 그 유의성이 사라졌다. 즉 연령과 체질량지수가 같은 사람끼리 비교하면 허리둘레는 골밀도와 관련이 없다는 것이다. 또한 체중은 체질량지수나 허리둘레보다 더 골밀도를 잘 반영하는 것으로 나타나서⁴⁾, 높은 골밀도는 비만이 아닌 체중의 효과라고 보는 것이 타당할지 모른다.

비만이 대사증후군의 위험요인이고 골다공증의 보호요인이라면, 대사증후군과 골다공증은 어떤 관련성을 가질까? 대사증후군의 위험도가 높은 집단은 골다공증의 위험도가 낮을까? 대사증후군과 골다공증의 관계는 아직 정확하게 알려진 것이 별로 없으며, 아직까지 논란이 계속되고 있다. Ahmed et al. (2006)이 27,159명을 6년간 추적조사한 결과, 대사증후군 위험요소의 수가 많을수록 남녀 모두에서 골절위험이 통계적으로 유의하게 감소했다. 이러한 결과는 대사증후군이 골다공증의 보호요인일 수 있다는 것을 제시한다. 반대로 Muhlen, Safii, Jassal, Svarteborg & Barrett-Connor. (2007)은 대사증후군 유병자집단이 비유병자집단에 비해 골절위험이 여성에서 유의하게 높았다는 결과를 보고했는데, 이는 대사증후군이 골다공증의 위험요인일 수 있다는 것을 제시한다. 하지만 골다공증 유병률

4) 수축기 혈압, 이완기 혈압, 공복혈당, 중성지방, 그리고 HDL-콜레스테롤 수치 각각과 '체질량지수 vs. 허리둘레'의 상관관계는 차례대로 '0.240 vs. 0.252', '0.242 vs. 0.243', '0.163 vs. 0.210', '0.201 vs. 0.233', 그리고 '-0.147 vs. -0.172'이었다. 모든 상관관계의 p -값 < .001이었다.

5) 요추, 대퇴경부, 그리고 대퇴전체 각각과 '체중 vs. 체질량지수 vs. 허리둘레'의 상관관계는 차례대로 '0.288 vs. 0.173 vs. 0.084', '0.273 vs. 0.149 vs. 0.062', 그리고 '0.322 vs. 0.249 vs. 0.147'이었다. 모든 상관관계의 p -값 < .001이었다.

에 있어 대사증후군 유병자집단이 비유병자집단보다 남녀 모두 낮았다. 이는 대사증후군이 골다공증의 위험요인이라고 보기 어렵게 만드는 증거이다. 본 연구에서는 NECP-ATP III와 IDF 기준 모두에서 대사증후군 유무에 따라 골다공증 유병률에 유의적인 차이를 보이지 않아 두 질병의 관련성을 발견할 수 없었다.

대사증후군 여부 혹은 대사증후군 진단요소들과 골밀도의 관계에 대한 기존연구의 결과들도 일치하지 않는다. Yuk et al. (2011)의 국내 여성 391명을 대상으로 한 연구결과에 따르면, 대사증후군 유병집단이 비유병집단보다 골밀도 평균값이 유의하게 낮았으며 이는 연령과 체질량지수를 통제해도 마찬가지였다. 반면 Kim, Park, Pak, Lee & Lee (2013)의 국민건강영양조사의 자료를 활용한 연구결과에 따르면, 연령을 통제했을 때 폐경 이전과 이후 여성 모두 대사증후군 유병자집단이 골밀도 평균값이 더 높았지만, 연령·체중·신장을 통제했을 때는 유의적인 차이가 없었다. 본 연구에서도 연령만을 통제했을 때 대사증후군 유병집단은 비유병집단보다 골밀도 평균값이 통계적으로 유의하게 높았지만, 연령과 체질량지수를 통제하면 유의성은 모두 없어졌다. 즉 연령과 비만정도가 같다면 대사증후군 유병자집단과 비유병자집단 사이에 유의적인 골밀도의 차이가 없다. 이는 연령과 체질량지수를 통제했을 때 세부위 골밀도 모두와 유의적인 상관관계가 있는 대사증후군 진단요소는 하나도 없었다는 사실과 일치한다. 또한 연령과 체질량지수를 통제한 로지스틱 회귀분석 결과에서도 대사증후군과 골다공증의 관련성을 발견할 수 없었다. 즉 대사증후군 유병여부에 따라 골다공증의 위험도(odds ratio, OR)에 통계적으로 유의적인 차이가 없었다. 다만 골다공증 진단부위 중 대퇴전체의 골다공증 위험도는 NECP-ATP III 기준 대사증후군 유병에 따라 유의적으로 증가했다. 이는 대사증후군 유병이 골다공증 위험을 높일 수 있다는 가능성을 제시한다.

V. 결론

본 연구는 50세 이상의 한국인 여성을 대상으로 비만이 대사증후군과 골다공증에 미치는 영향을 분석하고, 대사증후군과 골다공증의 관련성을 파악하기 위해서 수행되었

다. 비만은 대사증후군과 골다공증에 상반된 영향을 미치는 것으로 나타났다. 즉 체질량지수 기준 비만 정도가 높은 집단일수록, NECP-ATP III와 IDF 기준 모두에서 대사증후군의 유병률이 높아졌지만 골다공증의 유병률은 낮아졌다. 또한 체질량지수가 높은 집단일수록 허리둘레·혈압·혈당·중성지방의 평균값은 높았고 HDL-콜레스테롤의 평균값은 낮았다. 반면 체질량지수가 높은 집단일수록 골밀도 평균값은 높았다. 따라서 비만은 대사증후군의 위험요인이 되는 반면, 골다공증의 보호요인이 될 수 있다.

그러면 비만치료는 대사증후군의 위험요소를 개선하지만 골다공증의 위험을 증가시키는가? 그렇다면 대사증후군은 골다공증에 영향을 미쳐야 하지만, 본 연구에서 두 질병의 관련성을 발견할 수 없었다. NECP-ATP III와 IDF 기준 모두에서 대사증후군 유병자집단과 비유병자집단 사이에 통계적으로 유의한 골다공증 유병률의 차이를 발견할 수 없었다. 또한 연령만 보정했을 때는 대사증후군 유병자집단의 골밀도가 비유병자집단보다 유의하게 높았지만, 연령과 체질량지수를 보정했을 때 대사증후군 유무에 따른 골밀도 평균값에 유의적인 차이가 없었다. 이는 대사증후군 유병자집단이 높은 골밀도를 보이는 것은 비유병자집단에 비해 비만 정도가 높기 때문이라는 것을 의미한다. 그리고 골밀도는 체질량지수나 허리둘레와 같은 비만 지표보다는 체중과 더 연관성이 높기 때문에, 비만이 골밀도의 보호요인이라는 전통적인 믿음은 재검토될 필요가 있다. 체중이 많다는 것이 반드시 비만하다는 것을 의미하지는 않기 때문이다.

따라서 체중이 골밀도와 양(+)의 관련성을 갖는다는 사실이 폐경 후 여성의 비만치료의 당위성을 제한하는 것은 아니다. 문제는 저체중이 골다공증의 위험요인이라는 것이다. 실제로 다이어트를 통해 의도적으로 체중을 감소시킨 경우와 저절로 체중이 감소한 경우 모두에서 골밀도는 낮아지는 것으로 나타났다(Ensrud et al., 2003). 이는 대사증후군의 중재프로그램이 체중감소에만 초점을 두는 경우 골다공증 위험을 높일 수 있다는 것을 의미한다. 체중감량 후 체중이 다시 증가되는 체중 사이클링(weight cycling)에서 골밀도는 원래의 수준을 회복하지 못하는 것으로 알려져 있다(Fogelholm et al., 1997). 따라서 체중감량에 있어 체중부하운동(weight bearing exercise) 등을 통해 골밀도 감소를 예방하고, 특히 폐경 후 여성의 대사증후군 관리프로

그럼에서는 골밀도 검사 등의 골다공증에 대한 고려가 필요하다. 그리고 보건교육에 있어 지나친 다이어트로 인한 저체중도 비만만큼 위험하다는 것을 인지시키는 것이 중요하다.

본 연구의 제한점은 다음과 같으며 이는 향후 연구방향이 될 것이다. 첫째, 한국건강관리협회 강원지부의 건강검진 수검자만을 대상으로 하였기 때문에 우리나라 인구집단 전체를 대표한다고 볼 수 없다. 따라서 전국을 대표하는 표본을 통해 연구결과가 재확인 및 검토될 필요가 있다. 둘째, 특정시점에서 연구변수들을 동시에 측정한 단면 연구(cross-sectional study)로서, 각 개인의 위험요인과 유병의 관련성을 설명하는데 한계가 있다. 특히 연령은 대사증후군과 골다공증 둘 다의 위험요인이기 때문에 연령의 증가에 따른 변화가 관찰되어야 한다는 측면에서, 향후 코호트를 기반으로 하는 전향적 연구(prospective study)가 요구된다. 셋째, 대사증후군이나 골다공증의 치료 중 여부에 대한 정보가 반영되지 못했다. 이는 자기기입식 설문식의 부정확성 문제를 피하기 위한 것이었으나, 좀 더 정확한 연구결과를 위해서는 치료 중 여부에 대한 정보가 반영되어야 한다. 넷째, 50세 이상의 여성만을 대상으로 하였으나, 대사증후군과 골다공증의 분명한 관계를 규명하기 위해서는 다양한 연령층의 남녀를 대상으로 한 연구가 필요하다. 마지막으로 대사증후군의 관리가 궁극적으로 심혈관질환의 예방이라는 측면에서, 심혈관질환과 골다공증의 관련성에 관한 연구가 수행되어야 할 것이다.

참고문헌

- Ahmed, L. A., Schimer, H., Berntsen, G. K., Fønnebo, V., & Joakimsen, M. (2006). Features of the metabolic syndrome and the risk of non-vertebral fractures: The Tromsø study. *Osteoporosis International*, 17(3), 426-432.
- Albala C., Yanez M., Devto E., Sostin C., Zeballos L., & Santos J. L. (1996). Obesity as a protective factor for postmenopausal osteoporosis. *International Journal of Obesity and Related Metabolic Disorders*, 20(11), 1027-1032.
- Blaauw, R., Albertse, E. C., & Hough, S. (1996). Body fat distribution as a risk factor for osteoporosis. *South African Medical Journal*, 86(9), 1081-1084.
- Chen Z., Lohman T. G., Stini W. A., Ritenbaugh C., & Aichkin, M. (1997). Fat or lean tissue mass: Which one is the major determinant of bone mineral mass in healthy postmenopausal women. *Journal of Bone and Mineral Research*, 12(1), 144-151.
- Dalton, M., Cameron, A. J., Zimmet, P. Z., Shaw, J. E., Jolley, D., Dunstan, D. W., & Welborn, T. A. (2003). Waist circumference, waist-hip ratio and body mass index and their correlation with cardiovascular disease risk factors in Australian adults. *Journal of International Medicine*, 254(6), 555-563.
- Edelstein, S. L., & Barrett-Connor, E. (1993). Relation between Body Size and Bone Mineral Density in Elderly Men and Women. *American Journal of Epidemiology*, 138(3), 160-169.
- Ensrud, K. E., Ewing, S. K., Stone, K. L., Cauley, J. A., Bowman, P. J., & Cummings, S. R. (2003). Intentional and unintentional weight loss increase bone loss and hip fracture risk in older women. *Journal of the American Geriatrics Society*, 51(12), 1740-1747.
- Fogelholm, M., Sievänen, H., Heinonen, A., Virtanen, M., Uusi-Rasi, K., Pasanen, M., & Vuori, I. (1997). Association between weight cycling history and bone mineral density in premenopausal women. *Osteoporosis International*, 7(4), 354-358.
- Grundy, S. M. (2007). Metabolic syndrome: a multiplex cardiovascular risk factor. *Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 92(2), 399-404.
- Hsu, Y. H., Venners, S. A., Terwedow, H. A., Feng, Y., Niu, T., Li, Z., Laird, N., Brain, J. D., Cummings, S. R., Bouxsein, M. L., Rosen, C. J., & Xu, X. (2006). Relation of body composition, fat mass, and serum lipids to osteoporotic fractures and bone mineral density in Chinese men and women. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 83(1), 146-154.
- Jankowska, E. A., Rogucka, E., & Medras'M. (2001). Are general obesity and visceral adiposity in men linked to reduce bone mineral content resulting from normal ageing? A population-based study. *Andrologia*, 33(6), 384-389.
- Jo, H. S., Jung, S. M., & Lee, H. J. (2012) The Evaluation of a Health Coaching Program on Metabolic Syndrome Patients. *Korean Journal of Health Education and Promotion*, 29(1), 97-108.
- Johnell, O., O'Neil, T., Felsenberg, D., Kanis, J., Cooper, C., Silman, A. J., & the European Vertebral Osteoporosis Study (EVOS) Group. (1997). Anthropometric Measurements and Vertebral Deformities. *American Journal of Epidemiology*, 146(4), 287-293.
- Kim, E., & Oh, S. W. (2012). Gender difference in the association of occupation with metabolic syndrome in Korean adults. *Korean Journal of Obesity*, 21(2), 108-114.
- Kim, H. R. (2013). Multi-sectional Coordination Strategy for Polices

- and Programs on Nutrition Service and Obesity Prevention. *Korean Journal of Health Education and Promotion*, 30(3), 57-67.
- Kim, H. S., Yoon, S. J., Lee, K. S., Kim, H. S., Oh, S. W., Ryu, H. S., Choo, J. A., Lee, K. H., Ryu, B. W., Lee, D. O., & Park, D. R. (2011). Effects of a Self-management Program for Metabolic Syndrome — A Metabolic Syndrome Management Program in Seoul. *Korean Journal of Health Education and Promotion*, 28(2), 51-62.
- Kim, T. H., Park, S. S., Pak, Y. S., Lee, S. Y., & Lee, E. H. (2013). Association between metabolic syndrome and bone mineral density in Korea: the Fourth Korea National Health and Nutrition Examination Survey(KNHANES IV), 2008. *Journal of Bone and Mineral Metabolism*, 31(6), 652-662.
- Korea Centers for Disease Control and Prevention. (2010). The Fifth Korea National Health and Nutrition Examination Survey (KNHANES V-1).
- Korea Health Insurance Review and Assessment Service. (2013). A dramatic increase of elderly osteoporotic patients. [update 2013 Jan 31; cited 2013 Feb 22]. Available from: http://www.hira.or.kr/dummy.do?pgmid=HIRAA02004100000&cmsurl=/cms/notice/02/1316013_13390.html&subject.
- Kwon, H. S., Kim, D. M., Kim, B. W., Kim, Y. G., Kim, I. J., Kim, T. H., Park, J. Y., Sohn, S. M., Yoo, H. J., Lee, M. K., Lee, I. G., & Cha, B. Y. (2007). Update on the metabolic Syndrome. *BioWave* (<http://bric.postech.ac.kr/webzine>), 9(2), 1-13.
- Lee, J. S., Lee, S. W., Jang S. O., & Ryu, O. H. (2013). Age-Related Changes in the Prevalence of Osteoporosis according to Gender and Skeletal Site: The Korea National Health and Nutrition Examination Survey 2008-2010. *Endocrinology and Metabolism*, 28, 180-191.
- Marcus, R., Greendale, G., Blunt, B. A., Bush, T. L., Sherman, S., Sherwin, R., Wahner, H., and Wells, B. (1994). Correlates of bone mineral density in the postmenopausal estrogen/progestin interventions trial. *Journal of Bone and Mineral Research*, 9(9), 1467-1476.
- Mazess R. P., Barden, H. S., Ettinger, M., Johnston, C., Dawaon-Hughes, B., Powell, M., and Notelovitz, M. (1987). Spine and femur using dual- photon absorptionmetry in US white women. *Bone and Mineral Research*, 2(3), 211-219.
- Meigs, J. B. (2000). Invited Commentary: Insulin Resistance Syndrome? Syndrome X? Multiple Metabolic Syndrome? A Syndrome At All? Factor Analysis Reveals Patterns in the Fabric of Correlated Metabolic Risk Factors? *American Journal of Epidemiology*, 152(10), 908-911.
- Muhlen, D., Safii, S., Jassal, K., Svarteborg, J., & Barrett-Connor, E. (2007). Associations between the metabolic syndrome and bone health in order men and women: the Rancho Bernardo Study. *Osteoporosis International*, 18(10), 1337-1344.
- Ravn, P., Cizza, G., Bjarnason, N. H., Thompson, D., Daley, M., Wasnich, R. D., McClung, M., Hosking, D., Yates, A. J., & Christiansen, C. (1999). Low Body Mass Index Is an Important Risk Factor for Low Bone Mass and Increased Bone Loss in Early Postmenopausal Women. *Journal of Bone and Mineral Research*, 14(9), 1622-1627.
- Reeder, B. A., Senthilselvan, A., Després, J. P., Angel, A., Liu, L., Wang, H., & Rabkin, S. W. (1997). The association of cardiovascular disease risk factors with abdominal obesity in Canada. *CMAJ*, 157, 39-45.
- Reid, I. R. (2002). Relationship among Body Mass, Its Components, and Bone. *Bone*, 31(5), 547-555.
- Reid, I. R. (2008). Relationship between fat and bone. *Osteoporosis International*, 19(5), 595-606.
- Reid, I. R., Ames, R., Evans, M. C., Sharpe, S., Gamble, G., France, J. T., Lim, T. M., and Gundy, T. F. (1992). Determinants of total body and regional bone density in normal postmenopausal women—A key role of fat mass. *Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*, 75, 61-63.
- Rubin, C. T., & Lanyon, L. E. (1984). Regulation of bone formation by applied dynamic loads. *The Journal of Bone & Joint Surgery*, 66(3), 397-402.
- Rubin, C. T., & Lanyon, L. E. (1985). Regulation of bone mass by mechanical strain magnitude. *Calcified Tissue International*, 37(4), 411-417.
- Saarela, J., Kiviniemi, V., Kröger, H., Tuppurainen, M., Niskanen, L., Jurvelin, J., & Honkanen, R. (2012). Body mass index and bone loss among postmenopausal women: the 10-year follow-up of the OSTPRE cohort. *Journal of Bone and Mineral Metabolism*, 30(2), 208-216.
- World Health Organization. (2000). The Asia-Pacific Perspective: Redefining obesity and its treatment. World Health Organization Western Pacific Regional Office: Geneva.
- Yoo, S. H., & Kim, H. K. (2010). Program Theory Evaluation of a Lifestyle Intervention Program for the Prevention and Treatment of Metabolic Syndrome. *Korean Journal of Health Education and Promotion*, 27(4), 165-175.
- Yoo, S. H., Kim, H. K., & Cho, H. I. (2012). Improvements in the Metabolic Syndrome and Stages of Change for Lifestyle Behaviors in Korean Older Adults. *Osong Public Health and Research Perspectives*, 3(2), 85-93.
- Yuk, J. S., Cho, G. J., Jin, C. H., Yi, K. W., Kim, T., Hur, J. Y., Kim, S. H., & Shin, J. H. (2011). The Association between Components of the Metabolic Syndrome and Bone Mineral Density. *Korean Journal of Bone Metabolism*, 18(1), 55-64.
- Zhao, L. J., Liu, Y. J., Liu, P. Y., Hamilton, J., Recker, R. R., & Deng, H. W. (2007). Relationship of Obesity with Osteoporosis. *The Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*, 92(5), 1640-1646.