

여성 노인의 대사증후군과 골밀도의 관련성 조사연구

이해영¹ · 최스미²

¹서울대학교병원 수간호사·서울대학교 간호대학 박사과정생, ²서울대학교 간호대학 교수·서울대학교 간호과학연구소

Metabolic Syndrome and Bone Mineral Density among Elderly Korean Women

Haeyoung Lee¹, Smi Choi-Kwon²

¹Head Nurse, Seoul National University Hospital, PhD Candidate, Seoul National University, Seoul; ²Professor, College of Nursing, Research Institute of Nursing Science, Seoul National University, Seoul, Korea

Purpose: Although the risk factors of metabolic syndrome have been extensively studied, the association between osteoporosis and metabolic syndrome has remained unclear in Korean elderly women. Yet to be determined are the effect of risk factors of metabolic syndrome on osteoporosis in these subjects. The purpose of this study was to investigate how the risk factors of metabolic syndrome affect the bone mineral density in Korean elderly women. **Methods:** One hundred twenty one elderly women from a community center in Seoul elderly welfare center participated in this study. A structured questionnaire was used to assess their demographics and lifestyles. Participants' anthropometric information was also obtained by measuring heights, weights, and waist circumferences. The blood samples were also obtained to measure blood glucoses and blood lipids. Bone mineral density was measured with the use of ultra sono. **Results:** The prevalence of metabolic syndrome in our subjects was 58%. In multivariate regression analysis, fasting plasma glucose level ($p = .036$) and triglycerides ($p = .006$) were significant factors predicting bone mineral density after adjusting age and other factors of metabolic syndrome. In age-adjusted analysis, women with metabolic syndrome had significantly higher bone mineral density as compared to those without metabolic syndrome ($p = .026$). **Conclusion:** Bone mineral density among elderly Korean women is associated with the level of blood glucose and triglycerides.

Key Words: Metabolic Syndrome, Bone Mineral Density, Elderly Women

국문주요어: 대사증후군, 골밀도, 여성 노인

서론

1. 연구의 필요성

우리나라의 65세 이상 노인 인구는 2010년 11.0%이며, 2030년에는 24.3%, 2050년 38.2%로 급격히 증가하여 고령화 사회로의 진입이 가속화되고 있다(Korean National Statistical Office, 2011). 노인인구의 증가는 만성 질환자 비율의 증가를 의미하며, 65세 이상 노인의 만성 질환 보유율은 1998년 86.7%에서 2005년 90.9%로 계속 증가하였

다(Korea Institute for Health and Social Affairs, 2005).

그 중 노인에서 흔히 발생하는 골다공증은 골절위험을 증가시켜 사망률과 이환율을 증가시키며 특히 폐경 후 여성에서 중요한 건강 문제 중 하나이다. 여성에 있어서 골량의 감소는 폐경 후 에스트로겐의 감소와 밀접한 관련이 있다는 것은 잘 알려진 사실이며, 최근에는 당뇨 또는 심혈관계 질환과 골밀도의 관련성이 보고되면서(Kinjo, Setoguchi, & Solomon, 2007; Leidig-Bruckner & Ziegler, 2001) 대사증후군과 골밀도의 관계에 대한 관심도 증가되고 있다.

대사증후군은 복부비만, 인슐린저항성, 내당능장애, 이상지질혈증, 고혈압 등 다양한 요인들이 복합적으로 동반되는 대사이상이다(Vega, 2001). 폐경 이후 여성은 난소 부전상태로 인해 복부비만이 증가하고, 혈중 지질의 증가로 동맥경화 발생률이 증가하며, 혈당과 인슐린이 증가하게 되는데(Kim, Park, Ryu, & Kim, 2007), 이런 변화는 모두 대사증후군의 위험인자이며, 골밀도의 감소와 깊은 관련이

Corresponding author:

Smi Choi-Kwon, Professor, College of Nursing, Seoul National University, 28 Yeongeong-dong, Jongno-gu, Seoul 110-799, Korea
Tel: 82-2-740-8830 Fax: 82-2-766-1852 E-mail: smi@snu.ac.kr

*본 논문은 2011년도 한국연구재단의 지원을 일부 받아 수행됨(2011-0010256).

*This work was partly supported by the National Research Foundation of Korea (NRF) (2011-0010256).

투고일: 2011년 7월 18일 심사위원회: 2011년 7월 20일 게재확정일: 2011년 8월 19일

있다.

대사증후군이 골밀도에 미치는 영향은 아직 논란의 여지가 많으나, 복부비만을 반영하는 복부둘레(Hernandez et al., 2010), 그리고 중성지방(Adami, Braga, & Gatti, 2001; Cui et al., 2005)은 골밀도와 양의 상관관계가 있는 것으로 보고되었다. 체중 혹은 체질량지수가 높은 경우 물리적인 체중부하가 증가되어 골혈성을 자극하고 골밀도를 유지할 수 있는 것으로 알려졌으나(Reid, 2002), 체중부하와 상관없이 중심비만 즉, 지방의 분포형태와 체형이 골밀도의 중요한 인자라는 증거들이 제시되고 있다(Hwang & Choi, 2010). 지질 대사가 병태생리의 중요한 영향을 미치는 대사증후군 환자에서 이상지질혈증이 있는 경우 골대사 역시 지질 대사의 영향을 받아 골교체율이 증가하고 골다공증으로 진행될 수 있는 가능성이 있다(Shin, Hwang, Kim, Kim, & Song, 2007). 일부 연구에서는 전신적 염증동반상태에서 증가하는 염증성 사이토카인들이 골흡수를 활성화하여 염증성 활동지표인 C-reactive protein (CRP)과 골밀도 사이에 양의 상관관계가 있음을 보고하였으며(Koh et al., 2005; Rhee et al., 2006), 제2형 당뇨의 경우 골밀도가 높은 상태에서도 골소실이 빠르게 진행되고(Schwartz et al., 2005) 골절의 위험이 높은 것으로(Lipscombe, Jamal, Booth, & Hawker, 2007) 나타났다.

이와 같이 대사증후군과 골밀도의 관계에 관한 연구들이 많이 시도되었으나 아직까지 국내에서 대사증후군의 위험인자들이 골밀도에 미치는 복합적 영향을 조사하고 관련 기전을 보고한 연구는 많지 않다. 이에 본 연구에서는 서울시내 일개 노인종합복지관을 이용하는 여성 노인을 대상으로 대사증후군과 골밀도의 관련성을 알아보기 위하여 대사증후군의 진단기준에 포함되는 임상적 지표, 염증지표, 그리고 대상자의 일반적인 특성과 골밀도의 관계를 분석하고자 하였다.

2. 연구 목적

본 연구의 목적은 65세 이상 여성 노인을 대상으로 대사증후군과 골밀도에 영향을 미치는 요인을 파악하고 그들간의 관계를 분석하기 위함이며, 구체적인 목적은 다음과 같다.

- 1) 대사증후군 그룹과 비 대사증후군 그룹간의 일반적인 특성, 혈액검사 결과, 신체계측 결과, 음주와 흡연 여부, 운동 여부, 골다공증 가족력 유무, 골절이력 유무 등 여러 가지 변수의 차이를 비교 조사한다.
- 2) 대사증후군의 진단기준에 포함되는 임상적 지표 및 염증지표와 골밀도의 관계를 분석한다.
- 3) 대사증후군 유무와 골밀도의 관련성을 분석한다.

3. 용어 정의

1) 대사증후군

대사증후군은 내당능장애, 이상지질혈증, 인슐린저항성, 고혈압, 복부비만과 같은 심혈관계 질환의 위험인자가 군집되어 나타나는 증후군을 말한다(Vega, 2001), 본 연구에서는 2001년 미국에서 발표된 National Cholesterol Education Program Adult Treatment Panel III (NCEP-ATP III)에서 정의한 진단 기준을 이용하여 다음의 요건 중 세 가지 이상을 만족할 경우 대사증후군으로 진단하였다. 단, NCEP-ATP III에서 제시한 허리둘레 기준(남자>102 cm, 여자>88 cm)을 아시아인에게 적용하는 것보다 2000년 아시아/태평양지역에서 제시한 허리둘레를 적용하는 것이 타당하여 이를 기준으로 하였다(World Health Organization [WHO], 2000).

- ① 허리둘레 : 남자>90 cm, 여자>80 cm
- ② 중성지방 : Triglycerides (TG)≥150 mg/dL
- ③ HDL-cholesterol : 남자<45 mg/dL, 여자<50 mg/dL
- ④ 혈압: Systolic Blood Pressure (SBP)≥130 mmHg and/or Diastolic Blood Pressure (DBP)≥85 mmHg
- ⑤ 공복혈당 : Fasting Plasma Glucose (FBS)≥110 mg/dL

또한 고혈압약제를 복용중인 대상자는 혈압 위험요인 있는 것으로, 당뇨약제를 복용중인 대상자는 혈당 위험요인이 있는 것으로 하여 분석하였다(Kim et al., 2011).

2) 골밀도

골밀도는 골단위 용적 내의 골조직량이 차지하는 정도를 나타내는 것이며, 본 연구에서는 정량적 초음파 측정기(Achilles Express Ultrasonometer, GE Lunar healthcare corporation, Madison, WI, USA)를 이용하여 오른쪽 혹은 왼쪽 종골에서 측정된 stiffness index 값을 말한다(Shin et al., 2005).

3) 체질량지수(Body Mass Index, BMI)

체중(kg)을 신장의 제곱(m²)으로 나눈 값으로서, 기준은 World Health Organization expert consultation (2004)에서 제시한대로 18.5 kg/m² 미만은 저체중, 18.5-22.9 kg/m²는 정상, 23-25 kg/m²는 과체중, 25 kg/m² 그 이상은 비만으로 분류하였다.

연구 방법

1. 연구 설계

여성 노인에서 대사증후군과 골밀도에 영향을 미치는 위험 요인을 파악하고 대사증후군과 골밀도의 관련성을 알아보기 위한 단면

적 조사연구(Cross-sectional study)이다.

2. 연구 대상

본 연구는 2011년 2월 서울에 있는 일개 노인복지회관에 등록된 65세 이상 여성 노인 121명을 대상으로 하였다. 연구를 소개하는 현수막과 포스터를 게시하여 자발적으로 참여하기 원하는 대상자를 모집한 후 연구에 참여하도록 하였다. 연구대상자에게 연구목적을 설명하고 설문과 혈액채취에 대해 서면동의를 받았으며, 연구가 진행되는 동안에도 본인이 원하면 연구참여를 중단할 수 있도록 하였다. 구체적인 대상자 선정기준은 다음과 같다.

- 1) 만 65세 이상 여성 노인
- 2) 질문지의 내용을 이해하고 응답할 수 있도록 의사소통에 장애가 없는 노인
- 3) 한국판 정신상태 평가 설문지(Mini-Mental State Examination-K)를 이용한 평가결과 인지기능 저하가 없는 노인
- 4) 연구목적 이해하고 연구 참여에 동의한 노인

연구에 동의하고 참여한 사람은 총 124명이었으나 설문조사결과 또는 혈액검사결과 일부가 누락된 3명은 제외되었으며, 연령과 학력을 고려하여 시행한 MMSE-KC 평가결과 인지기능이 저하되어 제외된 노인은 없었다.

Cohen (1988)의 검정력 분석(power analysis)에 의하면 유의수준 $\alpha = .05$, 검정력(power) 0.9, 효과크기(effect size) 0.3에서 적절한 대상자의 수는 113명이므로 본 연구는 Cohen의 표본수를 만족한다.

3. 연구 도구

1) 대상자의 인구학적 특성 및 건강정보

대상자의 연령, 교육수준, 폐경연령, 골다공증 가족력 유무, 50세 이후의 골절 경험 유무, 흡연 여부, 음주 여부, 커피섭취 여부, 규칙적인 운동 여부, 신체활동량(Mets/week), 출산력, 복용약물 등은 구조화된 설문지를 이용하여 조사하였다. 노인의 인지능력을 고려하여 설문지의 내용은 사전 교육을 받은 간호학과 대학원생과 학부생 연구보조원 10명과 연구자가 대상 노인과 1:1 면담을 통해 수집하고 기록하였다. 연구보조원은 면담을 수행하기 전에 프로토콜에 따라 약 1시간 정도의 교육을 받았고, 자료 수집 현장에서 이견이 있는 경우 연구자와 상의하여 의사결정 하였다.

신체활동 정도는 국제신체활동량질문지(International Physical Activity Questionnaire, IPAQ)를 이용하여 평가하였다(Craig et al., 2003). 규칙적 운동여부는 설문에 응답한 주중 운동횟수와 1회 평균 운동시간을 바탕으로 주 3회 이상, 1회 운동시 30분 이상 운동한다고 응답한 경우 규칙적 운동, 그 이하인 경우 불규칙적 운동을 하

는 것으로 하고, 꾸준히 하는 운동이 없다고 응답한 경우 운동을 하지 않는 것으로 구분하였다. 흡연 및 음주는 현재 담배를 피우거나 음주를 하는 경우 흡연자 및 음주자로 간주하였다. 약물은 복용 여부를 확인한 후 면담을 통해 약물의 종류를 확인하였다.

2) 신체계측

신장과 체중은 신을 벗고 가벼운 옷을 입은 상태에서 복지관의 자동신체계측기(DS-101, Dong Sahn JENIX corporation, Korea)를 이용하여 측정하였고 체질량지수(BMI)는 $\frac{\text{체중(kg)}}{\text{신장(m}^2\text{)}}$ 으로 계산하였다. 허리둘레는 양발을 25-30 cm 정도 벌리고 똑바로 서게 한 후 가볍게 숨을 내쉬 상태에서 줄자를 이용하여 늑골 최하단부와 장골능 최상단부의 중간 지점에서 측정하였다(Kim et al., 2011).

3) 골밀도

골밀도는 초음파 측정법을 이용한 골밀도 측정기(Achilles Express Ultrasonometer, GE Lunar healthcare corporation, USA)를 이용하여 오른쪽 혹은 왼쪽 종골에서 stiffness index값을 측정하였다.

4) 혈압

혈압은 복지관에 도착하여 10분 이상 안정상태를 유지한 후 자동혈압측정계(FT-700R, Jawon Medical corporation, Korea)를 이용하여 측정하였다.

5) 혈액검사

혈액검사는 8시간 이상 금식을 유지한 상태에서 채혈하여 이원 의료재단 검사실에 의뢰하였다. 공복혈당(Fasting Plasma Glucose, FBS), 중성지방(Triglyceride, TG), 고밀도 지질 단백질(High Density Lipoprotein-cholesterol, HDL), 저밀도 지질 단백질(Low Density Lipoprotein-cholesterol, LDL), 총콜레스테롤(Cholesterol), C-반응 단백질(C-reactive Protein, CRP)를 측정하였다.

4. 자료 수집 방법

본 연구는 S대학교 간호대학 Institutional Review Board (IRB)의 승인을 받았으며, 서울시 종로구 일개 복지회관에 등록된 노인을 대상으로 연구의 목적을 설명하고 연구 참여에 동의한 124명의 노인에게 동의서를 받은 후 자료를 수집하였다. 대상자의 일반적인 특성 및 건강정보 등을 묻는 설문지는 노인과의 1:1 면담을 통해 작성하였고, 신체계측, 골밀도, 혈압, 혈액검사 등도 측정법에 대해 사전에 교육받은 연구보조원들이 각각 전담하여 측정하였다. 총 124명의 자료를 수집하였으나 이 중 3명의 검사결과가 일부 누락되어 제외하

고 최종 121명의 자료를 분석하였다.

5. 자료 분석 방법

수집된 자료는 SAS version 9.2 통계 프로그램을 이용하여 분석하였다. 대상자의 일반적인 특성은 기술 통계 방법을 이용하였으며, 대사증후군 그룹과 비 대사증후군 그룹으로 나누어 특성의 차이를 비교하였다. 연속변수는 unpaired t-test를 이용하였고, 불연속변수는 χ^2 -test를 이용하여 비교하였다. 연령, 체질량지수, 대사증후군 진단 지표들 및 염증지표와 골밀도의 상관관계는 Pearson correlation을 이용하였고, 골밀도(Stiffness index)와 대사증후군의 여러 지표들 간의 관계는 Linear Regression Analysis를 이용하여 분석하였다. 또한, 대사증후군 유무와 골밀도(stiffness index)의 관계는 Generalized linear model을 이용하여 분석하였다. 통계적 유의수준은 $\alpha = .05$ 로 하였다.

연구 결과

1. 대상자의 일반적 특성과 골밀도

연구대상자는 총 121명이었으며, 평균 연령은 73.2 ± 4.6 세였고, 평균 체질량지수(BMI)는 $25.3 \pm 3.2 \text{ kg/m}^2$, 평균 복부둘레는 $84.6 \pm 8.7 \text{ cm}$, 그리고 평균 골밀도(Stiffness index)는 72.4 ± 14.2 였다. 폐경이 된 연령은 평균 48.9 ± 6.7 세였고, 평균 출산 자녀수는 3.2 ± 1.9 명이었으며, 전체 대상자 중에서 흡연자는 1명(1.7%), 음주자는 10명(8.3%)이었고, 커피를 마시는 사람은 74명(61.2%)이었으며, 규칙적인 운동을 하는 사람은 71명(58.7%)이었다. 전체 121명 중 102명(84.3%)이 혈압이 높거나 혈압약을 복용중인 것으로 나타났는데, 이중 혈압이 높은 사람은 85명(83.3%)이었고 혈압은 정상으로 측정되었으나 혈압약을 복용중인 노인이 17명(16.7%)이었다. 혈당이 높거나 당뇨약을 복용중인 대상자는 29명(24.0%)이었고, 50세 이후 골절경험이 있는 대상자는 45명(37.2%)이었으며, 골다공증의 가족력이 있는 대상자는 7명(5.8%)이었다.

2. 대사증후군 그룹과 비 대사증후군 그룹 간 일반적 특성의 차이

대사증후군이 있는 대상자는 전체의 58% (70명)로 나타났고, 대사증후군 그룹은 비 대사증후군 그룹에 비해 골밀도가 높았으며 이는 통계적으로 거의 유의한 수준이었다($p = .065$). 대사증후군인 그룹은 비 대사증후군 그룹에 비해 체중($p < .001$), 체질량지수($p < .001$)가 높고, 폐경연령이 빠르며($p = .006$), 교육수준이 유의하게 높았다($p = .040$). 그러나, 대사증후군 그룹과 비 대사증후군 그룹의 연령, 혈압, 규칙적 운동여부, 커피섭취 여부, 50세 이후 골절경험 유무, 골

다공증 가족력 등은 두 군 간 유의한 차이가 없었다(Table 1).

Table 1. General Characteristics of Study Subjects (N = 121)

	Metabolic Syndrome (N = 70)	No Metabolic Syndrome (N = 51)	p*
Age (yr)	73.5 (4.4)	72.7 (4.9)	.344
Stiffness index	74.4 (15.4)	69.6 (12.0)	.065
BMI (kg/m ²)	26.2 (3.2)	24.2 (3.0)	<.001
BMI (kg/m ²)			.010†
< 23.0	10 (14.3)	19 (37.25)	
23.0-24.9	19 (27.1)	13 (25.5)	
≥ 25.0	41 (58.6)	19 (37.25)	
Height (m)	1.52 (0.05)	1.51 (0.06)	.545
Weight (kg)	60.3 (7.5)	55.4 (7.8)	<.001
Waist circumference (cm)	87.5 (7.2)	80.6 (9.1)	<.0001
SBP (mmHg)	139.3 (16.7)	138.8 (20.6)	.892
DBP (mmHg)	78.9 (9.9)	78.0 (12.9)	.650
FPG (mg/dL)	105.3 (14.0)	98.2 (11.8)	<.001
TG (mg/dL)	181.7 (82.3)	102.5 (28.7)	<.0001
HDL (mg/dL)	46.4 (11.9)	60.5 (11.9)	<.0001
LDL (mg/dL)	117.1 (47.2)	121.2 (30.2)	.546
Cholesterol (mg/dL)	200.6 (47.2)	205.0 (29.2)	.537
CRP (mg/dL)	0.16 (0.31)	0.18 (0.49)	.769
Age of menopause (yr)	47.5 (7.2)	50.8 (5.3)	.006
Number of offspring	3.3 (2.1)	3.0 (1.5)	.369
Family history of osteoporosis	5 (7.9)	2 (4.3)	.434
History of fracture	27 (39.1)	18 (35.3)	.668
Smoking	0 (0.0)	1 (2.0)	.239
Drinking	6 (8.7)	4 (8.2)	.919
Coffee (caffeine consumption)	40 (59.7)	34 (66.7)	.438
Exercise			.264
None	22 (33.8)	12 (21.4)	
Irregular	9 (13.9)	7 (12.5)	
Regular	34 (52.3)	37 (66.1)	
Physical activity (Mets/week)	758.8 (1218.1)	811.9 (1086.9)	.802
Education (yr)			.040
None	26 (37.1)	12 (23.5)	
Elementary school or less	26 (37.1)	27 (52.9)	
Middle school	13 (18.6)	6 (11.8)	
High school	2 (2.9)	6 (11.8)	
College graduate or more	3 (4.3)	0 (0.0)	
History of HRT	14 (20.0)	7 (13.7)	.368
Calcium supplement	8 (11.4)	6 (11.8)	.955
Antihypertensive drugs	45 (64.3)	24 (47.1)	.059
Hypoglycemic agents	15 (21.4)	4 (7.8)	.047
Antihyperlipidemic drugs	17 (24.3)	12 (23.5)	.923
Gastritis medication	6 (8.6)	3 (5.9)	.578
Arthritis medication	12 (17.1)	11 (21.6)	.540
Osteoporosis medication	10 (14.3)	8 (15.7)	.831

Values are mean (standard deviation) or number (%).

BMI = body mass index, WC = waist circumference, FPG = Fasting Plasma Glucose, HDL = high-density lipoprotein, LDL = low-density lipoprotein, CRP = C-reactive Protein, TG = triglyceride; SBP = systolic blood pressure, DBP = diastolic blood pressure, HRT = hormone replacement therapy.

*Calculated by t-test or χ^2 -test. $p < .05$.

3. 골밀도와 대사증후군 위험인자들의 상관관계

나이, 체질량지수와 함께 대사증후군의 진단 기준에 포함되는 임상적 지표인 허리둘레, 공복혈당, HDL콜레스테롤, 중성지방, 혈압과 골밀도의 상관관계를 분석한 결과 나이($r = -0.290, p = .002$)는 골밀도와 음의 상관관계가 있고, 공복혈당($r = 0.237, p = .010$)과 중성지방($r = 0.254, p = .006$)은 골밀도와 양의 상관관계가 있는 것으로 나타났다. 대사증후군의 염증반응과 관련이 있는 CRP는 골밀도와 통계적으로 유의한 상관관계가 없는 것으로 나타났으며, CRP에 log를 취하여 추가분석한 결과 역시 골밀도와 유의한 관련은 없었다(Table 2).

4. 대사증후군 위험인자들과 골밀도의 관계

나이, 공복혈당, 중성지방 등 단변량 분석에서 유의한 변수를 포함하여 다변량 분석을 시행한 결과, 대사증후군의 위험인자 중 공복혈당($p = .036$)과 중성지방($p = .006$)은 골밀도를 독립적으로 예측하는 인자이며, 두 위험인자를 포함하는 회귀모형의 R^2 값은 0.24였다(Table 3).

Table 2. Correlation between Clinical Markers and Stiffness Index (N = 121)

	Stiffness Index	
	r	p*
Age (yr)	-0.290	.002
BMI (kg/m ²)	0.163	.074
WC (cm)	0.101	.271
FPG (mg/dL)	0.237	.010
HDL (mg/dL)	0.005	.961
TG (mg/dL)	0.254	.006
SBP (mmHg)	-0.007	.937
DBP (mmHg)	0.065	.476
CRP (mg/dL)	0.033	.724
logCRP	0.053	.571

BMI = body mass index, WC = waist circumference, FPG = Fasting Plasma Glucose, HDL = high-density lipoprotein, TG = triglyceride, SBP = systolic blood pressure, DBP = diastolic blood pressure, CRP = C-reactive Protein.

*Calculated by Pearson correlation analysis. $p < .05$.

5. 대사증후군 유무에 따른 골밀도

나이 또는 나이와 체질량지수를 보정한 결과 대사증후군이 있는 노인 여성에서 골밀도가 증가된($p = .026, p = .044$) 양상을 보였다. 그러나, 나이, 체질량지수를 포함하여 골밀도에 영향을 줄 수 있는 여러 인자들을 모두 보정하였을 때 대사증후군 유무에 따라 골밀도의 차이는 없는 것으로($p = .191$) 나타났다(Table 4).

논 의

본 연구 결과 대사증후군이 있는 여성 노인의 골밀도가 대사증후군이 없는 노인에 비해 높게 나타났다. 대사증후군 위험인자를 세부 분석한 결과 대상자의 골밀도는 공복혈당, 중성지방과 유의한 양적 상관관계가 있는 것으로 분석되어 이에 관해 구체적으로 논의하고자 한다.

본 연구 결과 연구 대상자의 58%에서 대사증후군이 있는 것으로 나타났다. 이는 2008년 만성질환 유병률 조사결과(The fourth Korean National Health and Nutrition Examinationa Survey, 2009) 및 비슷한 연령의 노인을 대상으로 한 선행연구(Choi & Choi-Kwon, 2010)의 결과와 유사하다. 대사증후군의 유병률은 나이가 들에 따라 증가하는

Table 3. Relationship between Stiffness Index and Each Specific Component for the Metabolic Syndrome (N = 121)

	β^*	SE	t	p [†]
WC (cm)	0.026	0.166	0.16	.875
FPG (mg/dL)	0.199	0.094	2.13	.036
HDL (mg/dL)	0.137	0.101	1.36	.177
TG (mg/dL)	0.049	0.017	2.79	.006
SBP (mmHg)	-0.086	0.103	-0.83	.409
DBP (mmHg)	0.181	0.169	1.07	.287

BMI = body mass index, WC = waist circumference, FPG = Fasting Plasma Glucose, HDL = high-density lipoprotein, TG = triglyceride, SBP = systolic blood pressure, DBP = diastolic blood pressure, SE = Standard Error.

*Beta coefficients; R^2 for the model = 0.24; Goodness of fit for the model: $F = 3.56, p < .001$. [†]Calculated by linear regression analysis. Adjusted by age, body mass index, age of menopause. $p < .05$.

Table 4. Total Stiffness Index for Persons with and without the Metabolic Syndrome (N = 121)

Model	Goodness of fit		Metabolic syndrome (N = 70)	No metabolic syndrome (N = 51)	p*
	F	p*	Mean (SE)	Mean (SE)	
Age adjusted	8.18	< .001	74.7 (1.6)	69.1 (1.9)	.026
Age, BMI adjusted	5.55	< .002	74.6 (1.6)	69.4 (1.9)	.044
Fully adjusted [†]	1.22	.269	76.8 (3.3)	72.5 (3.8)	.191

BMI = body mass index.

*Calculated by Generalized Linear Model. $p < .05$. [†]Adjusted by Age, BMI, menopause, exercise, physical activity, education, drinking, HRT, antihyperlipidemic drugs, arthritis medication, osteoporosis medication.

양상이며(Kim, 2009), 노인의 주요 사망 원인인 뇌혈관질환, 심혈관 질환, 당뇨병과 밀접한 관련이 있고(Dekker et al., 2005; Leidig-Bruckner & Ziegler, 2001) 최근에는 골밀도와의 관련성에 대한 보고가 늘면서 유병률을 낮추기 위한 노력이 더욱 시급한 실정이다.

대사증후군 그룹은 비 대사증후군그룹에 비해 골밀도가 높았으며 이는 통계적으로 거의 유의한 수준이었다($p=.065$). 나이와 체질량지수를 보정했을 때 대사증후군이 있는 여성 노인에서 골밀도가 높은 양상을 보였으며($p=.044$), 이는 대사증후군과 골밀도 사이에 관련이 있음을 보여준 선행연구(Hernandez et al., 2010; Jeon et al., 2010; Park et al., 2010) 결과를 지지한다.

이러한 결과는 대사증후군이 있는 군의 체질량지수와 관련이 있을 수 있다. 이는 선행연구결과(Reid, 2002) 체질량지수가 높은 경우 물리적인 체중부하가 증가되어 골형성을 자극하고 골밀도를 유지할 수 있는 것으로 보고된 것에 기인한다. 그러나 본 연구 결과 체질량지수를 보정한 후에도 대사증후군이 있는 대상자에서 골밀도가 높은 것으로 나타났다. 이는 골밀도 증가에 대사증후군의 다른 위험인자가 영향을 미쳤을 수 있음을 시사한다.

최근에는 체질량지수 또는 체중과는 독립적으로 중심비만 즉, 지방의 분포형태와 체형이 골밀도의 중요한 인자라는 증거들이 제시되고 있다(Hwang & Choi, 2010). 선행연구에서 복부비만은 골밀도와 양의 상관관계가 있었고(Kinjo et al., 2007), 복부둘레가 큰 여성에서 골밀도가 높게 나타났다(Hernandez et al., 2010). 그러나, 본 연구 결과 복부둘레와 골밀도의 유의한 관련은 없었으며, 이는 선행연구(Macovey et al., 2009)와 일치한다. 그러나, 최근 다른 연구(Jeon et al., 2010; Park et al., 2010)에서 복부둘레와 골밀도의 유의한 관련을 보고한 것과는 상이한 결과이다.

이는 아마도 피하지방보다 내장지방의 증가가 골밀도에 더 영향을 미치기 때문일 수도 있다(Kim et al., 2010). 본 연구에서는 대상자의 내장지방 정도를 직접 측정하지 못해 정확히 알 수 없으나, 골밀도 증가는 공복혈당 상승과 관련이 있을 수 있다. 본 연구에서 공복혈당은 골밀도와 양의 상관관계가 있고($r=.237, p=.010$), 선행회귀분석에서도 유의한 관련이 있는 것으로($p=.036$) 나타났는데, 이런 결과는 선행연구(Kinjo et al., 2007)와 일치한다.

공복혈당이 상승한 대상자에서 골밀도가 높게 나타나는 것은 인슐린 저항성이 높은 경우 염증반응이 증가되고(Rhee et al., 2006), 이것이 결과적으로 골밀도를 감소시킬 수 있기 때문이다(Kinjo et al., 2007). C-reactive Protein은 급성 감염이나 염증 시 증가하는 급성 반응 물질로 알려져 있으며, 대사증후군의 염증반응과 관련하여 CRP 상승이 골밀도의 감소와 관련이 있는 것으로 보고되었다(Koh et al., 2005). 그러나, 본 연구 결과 대상자들의 혈중 CRP 수치는 대부분 정

상범위에 있었고 CRP와 골밀도는 유의한 관련이 없었다. CRP 수치가 정규 분포를 하지 않는 점을 감안하여 CRP 수치에 log를 적용하여 추가분석한 결과 이 역시 골밀도와 유의한 관련은 없는 것으로 나타났다. 이는 아마도 본 연구에서 사용한 측정방법의 민감성이 낮은 것かと 관련이 있을 수 있다. 본 연구에서 CRP는 응집법(Particle Immunoassay, PIA)으로 검사되었는데 다른 선행연구들(Koh et al., 2005; Rhee et al., 2006)에서는 더 낮은 농도의 변화를 감지할 수 있는 hsCRP (high sensitive CRP)를 측정하였다.

지질 대사가 병태생리의 중요한 영향을 미치는 대사증후군 환자에서 이상지질혈증이 있는 경우 골대사 역시 지질 대사의 영향을 받아 골교체율이 증가하고 골다공증으로 진행될 수 있는 가능성이 있다(Shin, Hwang, Kim, Kim, & Song, 2007). 본 연구에서 중성지방은 골밀도와 유의한 상관관계가 있었고($r=.254, p=.006$), 선행회귀분석에서도 유의한 관련이 있는 것으로 나타나($p=.006$) 선행연구 결과를 지지한다(Adami et al., 2001; Cui et al., 2005).

운동은 HDL콜레스테롤을 상승시킬 뿐 아니라(Sung, 2011), 뼈에 부하를 증가시켜 골밀도를 증가시킬 수 있다(Kang et al., 2007). 따라서 HDL콜레스테롤은 골밀도와 양의 상관관계가 있을 수 있다. 그러나 본 연구 결과 HDL콜레스테롤은 골밀도와 유의한 관련이 없었다. 반면 본 연구대상자 중 규칙적인 운동을 하는 대상자의 HDL콜레스테롤은 더 높은 것으로 나타났다($p=.030$). 이는 아마도 규칙적인 운동이 HDL콜레스테롤에 직접적인 영향을 미치는 것과 달리 골밀도는 운동의 정도 및 강도에 따라 영향을 받을 수 있고 현재 운동 정도 이외에도 골밀도에 영향을 미치는 요인이 다양할 수 있음을 시사한다.

골밀도는 나이와 음의 상관관계가 있는 것으로 나타나($r=-.290, p=.002$) 나이가 증가할수록 골밀도는 감소하는 경향을 보였다. 나이가 들에 따라 진행되는 노화의 과정이기도 하지만 여성에게 있어 골밀도는 폐경에 따른 에스트로겐 감소와 관련이 깊다. 폐경 이후 여성은 난소 부전상태로 인해 복부비만이 증가하고, 혈중 지질의 증가로 동맥경화 발생률이 증가하며, 혈당과 인슐린이 증가하는 것으로 보고되었다(Kim, Park, Ryu, & Kim, 2007). 폐경 나이가 빠르면 폐경 이후 에스트로겐이 감소된 기간이 증가하면서 그만큼 골소실이 많이 진행될 수 있는데, 본 연구에서도 대사증후군이 있는 군에서 폐경 나이가 빠르고 그만큼 폐경 후 기간이 긴 것으로 나타났다($p=.006$).

HDL콜레스테롤과 골밀도의 관계에 대한 선행연구들이 대부분 폐경 후 여성을 대상으로 했기 때문에 에스트로겐 농도가 중요한 변수인데, 각 연구마다 연구설계의 차이가 있어서 폐경 후 기간을 고려하거나 그렇지 않은 연구도 있고, 호르몬 치료에 대한 접근도

다양하며, 약 복용 이력을 고려하여 해당 대상자를 분석에서 제외 한 연구도 있지만 최종 분석에서 통계적으로 통제된 연구들도 있다. 이런 연구방법의 차이가 결과에 영향을 주었을 수 있다.

골밀도에 영향을 주는 약물은 호르몬 치료제를 비롯하여 고지혈증 치료제, 골다공증 치료제, 관절염 치료제(스테로이드 제제), 글루코코르티코이드, 갑상선 호르몬제, 항응고제, 항암제, 항경련제, 인산 결합 제산제 등 매우 다양하고(The Korean Society of Bone Metabolism, 2007), 연구에 따라 대상자의 exclusion criteria에 포함되는 약물의 종류도 다양함을 알 수 있다(Jeon et al., 2010; Kinjo et al., 2007; Macovey et al., 2009; Park et al., 2010). 특히 본 연구의 참여자는 대부분 70대 노인으로 여러 가지 약물을 복용하는 대상자들이 많아 그들을 모두 제외하지 못했다. 골밀도에 영향을 줄 수 있는 약물을 복용하는 대상자들을 모두 분석에 포함했지만, 대사증후군 그룹과 비 대사증후군 그룹에서 약 복용 여부에 차이가 있는지 비교하였으며, 약 복용 여부에 따른 골밀도의 차이를 분석해 보았다. 분석 결과 대사증후군 그룹과 비 대사증후군 그룹 간에 약 복용 여부는 차이가 없었고, 각각의 약 복용 여부에 따른 골밀도의 차이도 없는 것으로 나타났다. 그러나, 이들 약물은 골밀도에 영향을 줄 수 있는 요인이므로 여러 관련 인자와 골밀도와의 관계를 분석할 때 통계적으로 통제하여 약 복용에 따라 결과가 교란되는 효과를 최소화하였다.

본 연구의 제한점은 서울시 일개 노인복지회관에 등록되어 있는 노인들을 대상으로 했기 때문에 일반 인구집단을 대표하기 어렵고 자료가 단면적이기 때문에 대사증후군과 골밀도 사이의 시간적 관계를 설명할 수 없으며 1:1 상담을 통해 정보를 수집했지만 노인의 기억에 의존하여 답을 기입했으므로 정보의 정확성에 문제가 있을 수 있다. 또한 골밀도를 말단골인 종골에서 측정하여 척추나 대퇴골 등의 골밀도를 측정한 다른 연구와 비교하는 데에 제한적일 수 있다. 그러나 말단골의 초음파 측정법이 골다공증의 진단 도구로 사용될 수 있고(Shin et al., 2005), Stiffness index는 골질을 예측하는 데에 더욱 효과적인 지표이므로(Mikhail, Flaster, & Aloia, 1999) 그런 제한점은 보완되었다고 할 수 있겠다. 그러나, 골밀도는 현 상태에서의 골교체율에 대한 정보를 주지 못한다는 제한점이 있기 때문에 생화학적 골표지자를 사용함으로써 골교체의 동적 과정을 평가할 수 있는 추가적인 연구가 필요하리라 생각된다.

결론 및 제언

본 연구에서는 65세 이상 여성 노인에서 대사증후군과 골밀도의 관련성에 대해 분석하였다. 연구결과 대사증후군이 있는 노인 여성에서 골밀도가 증가되는 양상을 볼 수 있었고, 대사증후군이 있는

여성 노인의 골밀도는 혈당과 중성지방의 변화와 관련이 있음을 알 수 있었다. 본 연구는 대사증후군의 위험인자들이 골밀도에 미치는 영향을 종합적으로 분석하고 더불어 골밀도와 관련된 여러 가지 변수를 고려한 연구로서 의의가 있다. 그러나, 대상자 선택 편중(selection bias)의 우려가 있는 만큼 향후 보다 큰 규모의 인구집단을 대상으로 한 전향적인 연구가 대사증후군과 골밀도의 관계를 규명하는데 필요하리라 생각된다. 또한, 대사증후군 뿐만 아니라 골밀도와 관련이 있는 복부비만, 고혈당, 이상지질대사 등을 효과적으로 관리하기 위해서는 식이조절, 칼슘과 비타민D의 보충, 운동 등이 필요하므로 이를 고려하여 체계적인 중재 프로그램을 개발하고 그 효과를 평가하는 연구를 제안한다.

참고문헌

- Adami, S., Braga, V., & Gatti, D. (2001). Association between bone mineral density and serum lipid in men. *The Journal of the American Medical Association*, 286, 791-792.
- Choi, S. H., & Choi-Kwon, S. (2010). The metabolic syndrome and associated lifestyle factors among older adults. *Journal of Korean Biological Nursing Science*, 13(1), 53-60.
- Craig, C. L., Marshall, A. L., Sjöström, M., Bauman, A. E., Booth, M. L., Ainsworth, B. E., et al. (2003). International physical activity questionnaire: 12-country reliability and validity. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 35, 1381-1395.
- Cui, L. H., Shin, M. H., Chung, E. K., Lee, Y. H., Kweon, S. S., Park, K. S., et al. (2005). Association between bone mineral densities and serum lipid profiles of pre- and post-menopausal rural women in South Korea. *Osteoporosis International*, 16, 1975-1981.
- Dekker, J. M., Girman, C., Rhodes, T., Nijpels, G., Stehouwer, C. D., Bouter, L. M., et al. (2005). Metabolic syndrome and 10-year cardiovascular disease risk in the Hoorn Study. *Circulation*, 112, 666-673.
- Hernández, J. L., Olmos, J. M., Pariente, E., Martínez, J., Valero, C., García-Velasco, P., et al. (2010). Metabolic syndrome and bone metabolism: the Camargo Cohort study. *Menopause*, 17, 955-961.
- Hwang, D. K., & Choi, H. J. (2010). The relationship between low bone mass and metabolic syndrome in Korean women. *Osteoporosis International*, 21, 425-431.
- Jeon, S. K., Hong, H. R., Yi, K. W., Park, H. T., Shin, J. H., Lee, N. W., et al. (2010). Relationship between metabolic syndrome and bone mineral density in middle-aged women. *Journal of the Korean Society of Menopause*, 16, 142-147.
- Kang, H. S., Kim, J. I., Bak, W. S., Song, R. Y., Ahn, Y. H., Lee, I. O., et al. (2007). Relationship of obesity and bone mineral density in women dwelling in the community. *Journal of Muscle and Joint Health*, 14, 181-187.
- Kim, H. M., Park, J., Ryu, S. Y., & Kim, J. (2007). The effect of menopause on the metabolic syndrome among Korean women: The Korean National Health and Nutrition Examination Survey. *Diabetes Care*, 30, 701-706.
- Kim, H. Y., Choe, J. W., Kim, H. K., Bae, S. J., Kim, B. J., Lee, S. H., et al. (2010). Negative association between metabolic syndrome and bone mineral density in Koreans, especially in men. *Calcified Tissue International*, 86, 350-358.
- Kim, M., Kim, J., Bae, W., Kim, S., Lee, Y., Na, W., et al. (2011). Relationship between

- nutrients intakes, dietary quality, and serum concentrations of inflammatory markers in metabolic syndrome patients. *Korean Journal of Community Nutrition*, 16(1), 51-61.
- Kim, S. H. (2009). The effects of exercise program of obesity, physical fitness and metabolic syndrome in elderly women. *Journal of the Korean Gerontological Society*, 29, 823-935.
- Kinjo, M., Setoguchi, S., & Solomon, D. H. (2007). Bone mineral density in adults with the metabolic syndrome: analysis in a population-based U. S. sample. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 92, 4161-4164.
- Koh, J. M., Khang, Y. H., Jung, C. H., Bae, S., Kim, D. J., Chung, Y. E., et al. (2005). Higher circulating hsCRP levels are associated with lower bone mineral density in health pre- and postmenopausal women: evidence for a link between systemic inflammation and osteoporosis. *Osteoporosis International*, 16, 1263-1271.
- Leidig-Bruckner, G., & Ziegler, R. (2001). Diabetes mellitus a risk for osteoporosis? *Experimental and Clinical Endocrinology and Diabetes*, 109(Suppl 2), S493-S514.
- Lipscombe, L. L., Jamal, S. A., Booth, G. L., & Hawker, G. A. (2007). The risk of hip fractures in older individuals with diabetes. *Diabetes Care*, 30, 835-841.
- Macovey, J., Chen, J. S., Hayward, C., Williams, F. M., Sambrook, P. N. (2009). Association between serum cholesterol and bone mineral density. *Bone*, 44, 208-213.
- Mikhail, M. B., Flaster, E., & Aloia, F. (1999). Stiffness in discrimination of patients with vertebral fractures. *Osteoporosis International*, 9(24), 24-28.
- Park, J. C., Kweon, H. J., Oh, Y. K., Do, H. J., Oh, S. W., Lym, Y. L., et al. (2010). Association of the metabolic syndrome and bone mineral density in postmenopausal women. *Korean Journal of Family Medicine*, 31(1), 9-15.
- Reid, I. R. (2002). Relationships among body mass, its components, and bone. *Bone*, 31, 547-555.
- Rhee, E. J., Kim, Y. C., Lee, W. Y., Jung, C. H., Sung, K. C., Ryu, S. H., et al. (2006). Com-
position of insulin resistance and serum high-sensitivity C-reactive protein levels according to the fasting blood glucose subgroups divided by the newly recommended criteria for the fasting hyperglycemia in 10059 healthy Koreans. *Metabolism*, 55(2), 183-187.
- Schwartz, A. V., Sellmeyer, D. E., Strotmeyer, E. S., Tylavsky, F. A., Feingold, K. R., Resnick, H. E., et al. (2005). Diabetes and bone loss at the hip in older black and white adults. *Journal of Bone and Mineral Research*, 20, 596-604.
- Shin, J. H., Hwang, Y. N., Kim, W. W., Kim, H. Y., Song, S. W. (2007). The relationship between the level of serum lipids and bone metabolism among pre and postmenopausal women. *Journal of Korean Society for the Study of Obesity*, 16(4), 162-169.
- Shin, M. H., Kweon, S. S., Park, S. K. S., Heo, H., Kim, S. J., Nam, H. S., et al. (2005). Quantitative ultrasound of the calcaneus in a Korean population: reference data and relationship to bone mineral density determined by peripheral dual X-ray absorptiometry. *Journal of Korean Medical Science*, 20, 1011-1016.
- Sung, K. W. (2011). Relationship of Daily Activity and Biochemical Variables in the Elderly with Diabetes Mellitus. *Journal of Korean Academy of Nursing*, 41, 182-190.
- The fourth Korea National Health and Nutrition Examination Survey (KNHANES IV) (2009). Korean Ministry of Health and Welfare. 1-327.
- Vega, G. L. (2001). Results of experts meetings: obesity and cardiovascular disease. Obesity, the metabolic syndrome, and cardiovascular disease. *American Heart Journal*, 142, 1108-1116.
- World health Organization Expert Consultation. (2004). Appropriate body-mass index for asian populations and its implications for policy and intervention strategies. *Lancet*, 363, 157-163.
- WHO Western Pacific Region, International Association for the Study of Obesity, International Obesity Task Force. The Asia-Pacific perspective: redefining obesity and its treatment. Sydney: Health Communications Australia; 2000.