



한국 성인 남성의 신체표현형에 따른 골감소증 및 골다공증 발생 위험 평가: 지역사회기반 코호트 10년 자료분석

임예슬¹⁾ · 문찬미¹⁾ · 박승연¹⁾ · 김은영²⁾

¹⁾전북대학교 간호대학 박사과정 수료생, ²⁾전북대학교 간호대학 박사과정생

Risk Assessment of the Incidence of Osteopenia and Osteoporosis according to Body Size Phenotype in Korean Adults Men: Analysis of 10-Years Community-Based Cohort Data

Im, Ye seul¹⁾ · Moon, Chan Mi¹⁾ · Park, Seung Yeon¹⁾ · Kim, Eun Young²⁾

¹⁾PhD Candidate, College of Nursing, Jeonbuk National University, Jeonju, Korea

²⁾PhD Student, College of Nursing, Jeonbuk National University, Jeonju, Korea

Purpose: We evaluated the impact of body size phenotypes in Korean adult men on incidence of osteopenia and osteoporosis using data from the Korean Genome and Epidemiology Study (KoGES). **Methods:** Bone mineral densities at the femoral neck and lumbar spine were assessed using dual-energy X-ray absorptiometry. We analyzed the baseline occurrence of osteopenia and osteoporosis from 2001 to 2002, and during the follow-up period from 2011 to 2012. Odds ratios (ORs) of osteopenia and osteoporosis for each body size phenotype were analyzed using a logistic regression model. **Results:** In total, 2,769 participants without osteopenia and osteoporosis at baseline were included in this national cohort study using KoGES community-based(Ansan/Ansung) data. The respective ORs (95% CIs) for osteopenia and osteoporosis were 1.29 (95% CI 1.09-1.53, $p < .001$) metabolically abnormal obesity (MAO) compared to metabolically healthy normal weight (MHNW). The ORs (95% CIs) for osteopenia and osteoporosis were 1.42 (95% CI 1.21~1.66, $p < .001$) in the obesity group, 1.16 (95% CI 1.02~1.32, $p = .025$) in the hypertriglyceridemia group, and 1.32 (95% CI 1.16~1.50, $p < .001$) in the hypertension group. **Conclusion:** Metabolically abnormal obesity (MAO) in males increase the risk of osteopenia and osteoporosis compared with Metabolically healthy normal weight (MHNW). Management of obesity and metabolic syndrome should be considered in patient plans to prevent osteopenia and osteoporosis.

Key Words: Osteoporosis; Bone diseases metabolic; Phenotype; Obesity; Cohort studies

서론

1. 연구의 필요성

골다공증(osteoporosis)은 뼈 강도의 감소로 이어지는 골밀도와 골미세구조의 이상과 이로 인한 골절 위험성의 증가를 특징으로 하는 전신성 골격계 질환이다(National Health Insu-

rance Service [NHIS], 2023). 골다공증은 만성질환으로 분류되는데, 일반적으로 만성질환은 호전과 악화를 반복하면서 결국 점점 나빠지는 방향으로 진행되고, 연령이 많아지면 그 유병률이 증가하며 기능장애를 동반한다(Kim et al., 1996). 한편, 골감소증(osteopenia)은 골다공증의 전 단계로, 골량이 서서히 감소되는 상태이다(Jung, Lee, & Kim, 2023). 이 상태에서는 작은 충격에 의한 골절 위험이 정상인보다 높으며, 골다공증

주요어: 골다공증, 대사성 골질환, 신체표현형, 비만, 코호트 연구

Corresponding author: Moon, Chan Mi <https://orcid.org/0000-0001-6284-0193>
College of Nursing, Jeonbuk National University, 567 Baekje-daero, Deokjin-gu, Jeonju 54896, Korea.
Tel: +82-63-270-4482, Fax: +82-504-382-9964, E-mail: silverytone@hanmail.net

Received: Jun 9, 2025 | Revised: Jul 23, 2025 | Accepted: Aug 4, 2025

으로의 진행 가능성이 높아 조기 발견 및 관리가 중요하다 (Jung et al., 2023). 골감소증 및 골다공증 발생에 영향을 미치는 요인으로 연령(65세 이상), 남성보다는 여성에서, 가족력, 저체중, 폐경, 골절 경험, 부적절한 칼슘 및 영양소 섭취, 비타민 D 결핍, 흡연, 음주 등이 보고되고 있다(Nuti et al., 2019). 특히 여성의 경우 폐경기 이후 에스트로겐 수치 감소로 높은 발병률을 보이며, 남성 역시 급속한 인구 고령화로 인해 골감소증 및 골다공증의 주요 대상군으로 주목받고 있다. 우리나라 65세 이상 인구는 2020년 15.7%에서 2025년 20.3%, 2060년에는 43.9%가 될 것으로 예상하고 있으며(Statistics Korea, 2021), 인구 고령화가 빠르게 진행됨에 따라 골다공증 환자와 진료비는 지속적으로 증가하고 있다. 국내 골다공증 진료인원은 2017년 91만명에서 2021년 114만명으로 24.6% 증가하였고, 골다공증 진료비는 2017년 2,152억원에서 2021년 3,268억원으로 51.9% 증가하였다(NHIS, 2023). 또한 골다공증으로 인해 발생하는 골절은 일상생활의 제한뿐만 아니라, 사망률 증가, 삶의 질 저하로도 이어질 수 있다(Nuti et al., 2019).

세계보건기구(World Health Organization [WHO], 2025)는 비만을 건강의 위험요인이 되는 비정상적인 또는 과도한 지방 축적으로 정의하고 있으며, 당뇨병 및 심뇌혈관질환 등 만성 질환의 위험요인으로 지목하고 있다(WHO, 2025). 또한 비만은 만성질환뿐만 아니라 골감소증 및 골다공증 발병의 주된 위험요소 중 하나로 알려져 있다. 2019년 글로벌 질병부담 연구(Global Burden of Diseases Study 2019)에 따르면 과체중과 비만이 증가하는 가운데 이는 의료비 증가, 생산성 손실 등 국가 경제에도 부담을 가중시키기 때문에 비만 관리에도 관심이 증대되고 있다(Chong et al., 2023). 국민건강영양조사 제8기 3차년도(2021) 결과에 따르면 국내의 비만 유병률은 지속적으로 증가하여 성인 전체의 37.1%에 달하는 것으로 보고되었으며, 특히 최근 10년간 국내 19세 이상 여성의 비만 유병률은 27% 내·외로 매년 유사한 수준이나, 남성은 12년 36.3%에서 21년 46.3%로 증가하였다(Ministry of Health and Welfare, 2022). 이에 비만으로 인한 사회경제적 손실규모가 증가함에 따라 국가적 차원에서 비만관리종합대책을 발표하여 적극적인 비만 관리를 시행하고 있다(Ministry of Health and Welfare, 2018).

체중의 증가뿐만 아니라 대사기능 또한 골감소증 및 골다공증 발생에 영향을 미치는 것으로 보고되고 있다. 비만의 진단 기준이 되는 체질량지수(Body Mass Index, BMI)가 동일한 범주에 있을지라도 인슐린 저항성, 혈중 내 지질의 농도, 혈압, 복부 비만과 같은 대사 기능은 개인별로 차이를 보인다는 다수

의 연구를 토대로 비만과 대사 건강에 따라 분류한 신체표현형에 관심이 증가하고 있다(Chang et al., 2016). 신체표현형은 BMI와 대사증후군 구성요소 5가지 위험 요인 중 3가지 이상에 해당하는지 여부에 따라 대사적으로 건강한 정상체중(Metabolically healthy normal weight, MHNW), 대사적으로 건강한 비만(Metabolically healthy obesity, MHO), 대사적으로 건강하지 않은 정상체중(Metabolically Abnormal but Normal Weight, MANW), 대사적으로 건강하지 않은 비만(Metabolically Abnormal Obesity, MAO) 총 4가지로 분류한다(Karelis et al., 2004). 특히, 중요한 신체표현형으로 비만이지만 대사적으로는 이상이 없어 건강에 관한 문제의식이 낮은 MHO군과 체중은 정상이지만 대사적으로 건강하지 않은 MANW군의 경우 추후 건강에 악영향을 미칠 수 있기 때문에 개별화된 접근을 통한 지속적인 관리가 필요하다(Pae, Lim, Kim, Kang, & Lee, 2017). 비만 및 대사증후군이 골다공증에 미치는 영향에 관한 연구는 지속적으로 진행되고 있으나, 종종 서로 상반된 결과를 보인다. 골밀도는 대사증후군 및 고혈압, 당뇨, 이상지질혈증, 복부 비만과 같은 대사증후군 위험요인과 유의한 상관관계를 보이며 진단받은 위험요인의 수와도 연관성이 있는 것으로 보고되었다(Hwang & Choi, 2010). 그러나 Lee, Han과 Park 등(2019)의 연구에 따르면 중성지방을 제외한 다른 대사증후군 위험요인들은 골다공증과 유의한 관련성이 없을 뿐만 아니라 위험요인들의 수와도 연관이 없는 것으로 나타났다. 또한, 정상체중의 성인보다 비만 성인의 경우 골다공증 위험도가 낮은 것으로 보고한 반면(Salamat, Salamat, & Janghorbani, 2016), Gonnelli, Caffarelli와 Nuti (2014)의 연구에서는 비만을 골다공증의 위험요소로 언급하고 있다.

이와같이 비만 혹은 대사증후군이 골감소증 및 골다공증 발생에 미치는 영향에 관하여 국내·외에서 연구가 지속되고 있지만 결과가 일관적이지 않으며, 비만 혹은 대사증후군을 따르본 연구가 대부분으로 신체표현형이 골감소증 및 골다공증 발생 위험에 미치는 영향을 본 연구는 부족한 실정이다. 또한 골다공증 발병에는 성별이 주된 요인이나, 선행연구들의 경우 성별을 구분하지 않거나(Gonnelli et al., 2014), 여성을 대상으로 연구가 진행되어(Hwang & Choi, 2010) 남성에 대한 연구가 부족하다. 골다공증을 치료하지 않고 방치하면 골절의 위험성이 증가하게 되고 골절이 한번 발생한 경우 1년 이내 재골절 확률이 남성은 4배, 여성은 2배 증가하게 되며, 특히 고관절 골절의 경우 골절 발생 이후 1년 이내 사망률이 20%에 육박한다(NHIS, 2023). 여성의 경우 폐경기와 관련된 호르몬 변화가 골감소증 및 골다공증에 영향을 미치는 것으로 잘 알려져 있으나,

남성 골감소증 및 골다공증은 발생 기전이 상대적으로 명확히 규명되지 않았고, 인구 고령화로 남성의 골감소증 및 골다공증 유병률이 점차 증가하고 있음에도 불구하고 관련 연구는 여전히 부족한 실정이다. 따라서 남성을 대상으로 한 추가적인 연구가 필요하다. 뿐만 아니라, 단면연구가 주로 시행되어 비만 및 대사증후군과 골다공증의 시간적 선후관계가 명확하지 않다(Lee et al., 2019). 본 연구에서는 대상자를 장기간 추적하여 수집한 전향적 코호트 자료를 활용함으로써, 신체표현형에 따른 골감소증 및 골다공증의 시간적 변화를 예측하고, 여러 요인들이 이들 질환에 미치는 영향을 분석하여 신체표현형과 골감소증 및 골다공증 간의 연관성과 다양한 변인 간의 관계를 명확하게 파악할 수 있을 것으로 기대한다. 따라서 본 연구에서는 한국 남성을 대상으로 10년간 추적 조사한 전향적 코호트 자료를 이용하여 신체표현형이 골감소증 및 골다공증 발생에 미치는 영향을 알아보려고 한다.

2. 연구목적

본 연구는 국내 성인 남성의 골감소증 및 골다공증 발생률을 파악하고 신체표현형에 따른 골감소증 및 골다공증 누적 발생률을 확인하여 발생 비례위험을 평가하기 위함이다.

연구 방법

1. 연구설계

본 연구는 한국인 유전체 역학조사 사업(Korean Genome and Epidemiology Study, KoGES) 중 2001년부터 2012년까지 10년에 걸쳐 2년마다 동일한 대상자를 추적조사한 지역사회 기반(안성/안산) 자료를 이용한 전향적 코호트 연구이다.

2. 연구자료 및 대상

본 연구에서는 기반(2001~2002년)부터 5차 추적(6기, 2011~2012년) 자료를 활용하였다. 2001년 기반조사 10,030명(안성 5,018명, 안산 5,012명)을 기준으로, 기반조사에서 인구 사회학적 특성, 생활습관, 건강 관련특성 등의 주요 정보에 무응답하였거나 이후 한 번도 추적조사에 참여하지 않은 대상자는 불완전한 자료로 분류하여 제외하였다. 또한 여성, 체질량지수(Body Mass Index, BMI)가 18.5 kg/m^2 미만인 자, 골밀도 측정자료 또는 본 연구에서 조사하고자 하는 항목에 결측치가

있는 자, 기반조사 당시 이미 골감소증 또는 골다공증 기준(T score: -1.0 미만)에 해당하는 자를 제외한 후, 최종적으로 2,769명을 분석 대상으로 선정하였다(Figure 1).

3. 연구의 변수

본 연구의 목적은 성인 남성의 신체표현형에 따른 골감소증 및 골다공증 발생을 확인하기 위함이며, 구체적으로 관찰하고자 하는 항목은 다음과 같다.

1) 독립변수

독립변수는 신체표현형(body size phenotype)으로, 본 연구에서는 비만과 대사증후군의 정의를 기준으로 분류하였다. 비만은 세계보건기구 아시아-태평양 지역(World Health Organization West Pacific Region office [WHO WPRO], 2000) 및 대한 비만학회 기준에 따라 BMI [체중(kg)/신장²(m²)]가 25 kg/m^2 이상인 경우로 정의하였다(Korean Society for the Study of Obesity [KOSSO], 2020). 대사증후군은 미국 NCEP (National Cholesterol Education Program) ATP (Adult Treatment Panel) III (2001)의 기준을 사용하여(Cleeman, 2001) 다음 5가지 항목 중 3가지 이상을 만족할 때 해당하는 것으로 판정하였다: ① 허리둘레 $>90 \text{ cm}$ (남성), ② 중성지방 $\geq 150 \text{ mg/dL}$ 또는 이상지질혈증 약물 복용 중인 경우, ③ 고밀도지단백 콜레스테롤(High-density lipoprotein cholesterol [HDL-C]) $<40 \text{ mg/dL}$ (남성), ④ 공복혈당 $\geq 100 \text{ mg/dL}$ 또는 당뇨병 약물을 복용하거나 인슐린 주사 중인 경우, ⑤ 수축기혈압 $\geq 130 \text{ mmHg}$ 또는 이완기혈압 $\geq 85 \text{ mmHg}$, 또는 혈압조절 약물을 복용 중인 경우였다. 대사증후군의 구성요소 측정을 위해, 허리둘레는 가장 아래쪽 늑골과 장골능 상단 사이의 중간 지점을 기준으로 줄자를 수평으로 유지한 상태에서 0.1cm 단위로 세 차례 측정된 후 평균값을 사용하였다. 혈압은 미국심장협회(American Heart Association [AHA], 2019) 프로토콜에 따라, 피험자가 앉은 자세에서 편안한 상태로 팔을 심장 높이에 둔 후, 수동혈압계와 청진법을 이용해 양쪽 팔에서 두 차례 측정된 수축기혈압과 이완기혈압의 평균값을 사용하였다. 혈액 지표는 8시간 이상 공복 상태에서 정맥혈을 채취한 후, 자동분석기(ADVIA[®] 1800)를 이용하여 공복 혈당, 중성지방, 고밀도지단백 콜레스테롤(HDL-C) 수치를 측정하였다. 이러한 비만 및 대사증후군의 기준을 바탕으로 신체표현형을 네 가지로 분류하였다. 먼저, 체질량지수가 18.5 kg/m^2 이상 25 kg/m^2 미만이면서 대사증후군 위험요인이 3가지 미만일

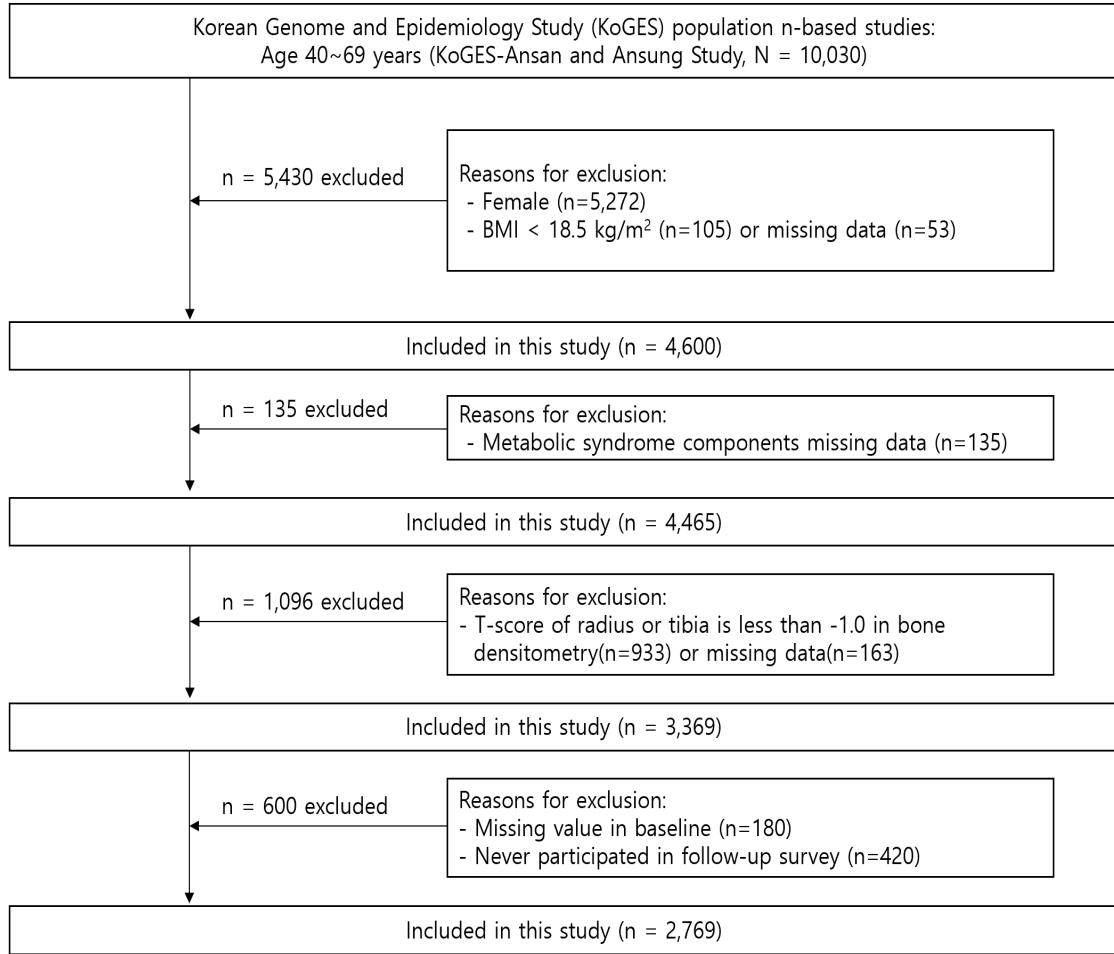


Figure 1. Selection process of participants in this study.

경우를 ‘대사적으로 건강한 정상체중(MHWN)’으로 정의하였다. 반면, 동일한 BMI 범위 내에서 대사증후군 위험요인이 3가지 이상인 경우는 ‘대사적으로 건강하지 않은 정상체중(MANW)’으로 분류하였다. 체질량지수가 25 kg/m² 이상인 경우에는 대사증후군 위험요인이 3가지 미만이면 ‘대사적으로 건강한 비만(MHO)’, 3가지 이상이면 ‘대사적으로 건강하지 않은 비만(MAO)’으로 분류하였다. 체질량지수(BMI)와 대사증후군 구성요소를 결합하여 분류하였다.

2) 종속변수

종속변수는 골감소증 및 골다공증으로 설정하였다. 대퇴골 전체, 대퇴골 경부, 요추 중 어느 한 부위에서라도 T-score가 -2.5 이하일 경우를 골다공증으로, -2.5 초과 -1.0 미만일 경우를 골감소증으로 분류하였으며, T-score가 -1.0 이상인 경우는 정상으로 정의하였다. T-score는 아시아(일본) 인구의 최대 골밀도 기준을 바탕으로 산출하였으며(The Korean Society for

Bone and Mineral Research [KSBMR], 2015), 분석은 기반 조사에서 정상으로 분류된 2,769명을 대상으로 하였다.

3) 공변량 변수

(1) 인구 사회학적 특성

골감소증 및 골다공증 발생 위험에 영향을 미칠 수 있는 혼란변수는 선행연구에서 골건강에 영향을 미치는 것으로 확인된 연령, 결혼상태, 교육 수준, 직업 유무, 월 소득 수준, 종교 유무 6가지 항목을 포함하였다(Lee et al., 2019; Jung et al., 2023). 본 연구는 KoGES의 데이터를 활용한 2차 분석으로, 해당 코호트는 40~69세의 성인을 대상으로 구축된 자료이다. 이에 본 연구대상자의 연령은 코호트 설계에 따라 40~69세로 분포되었으며, 이를 세부적으로 40대(40~49세), 50대(50~59세), 60대(60~69세)구분하였다. 결혼상태는 배우자 유(기혼), 배우자 무(미혼, 이혼, 사별, 기타)로 구분하였다. 직업은 ‘귀하는 어떤 직종에 종사하고 계십니까?’의 문항에서는 따라 주부의 경

우에는 '직업 없음', 그 밖의 직종의 경우에는 '직업 있음'으로 구분하였으며, 월 소득수준은 200만원 미만, 200만원 이상~400만원 미만, 400만원 이상으로 분류하였다. 교육수준은 고등학교 졸업 이하와 대학교 진학 이상으로, 종교는 '있음'과 '없음'으로 각각 분류하였다.

(2) 건강 관련 특성

건강 관련 특성은 골감소증 및 골다공증 발생 위험에 영향을 줄 수 있는 혼란변수로 간주되며, 주관적 건강 상태, 하루 평균 수면시간, 만성질환 및 암의 진단 여부, 흡연, 음주, 신체활동, 피로 정도 총 7개 항목을 포함하였다. 주관적 건강상태는 '현재 귀하의 건강상태가 어떻다고 생각하십니까?'의 질문에 대한 응답을 바탕으로 '불만족(매우 건강하지 못함~건강하지 못함)', '보통(보통이다)', '만족(건강함~매우 건강함)'으로 분류하였다. 수면시간은 '당신은 평소 수면시간은 몇 시간입니까?'의 문항을 기준으로 6시간 이하, 7~8시간, 9시간 이상으로 구분하였다. 만성질환 또는 암은 진단받은 경험의 유무에 따라 '있다'와 '없다'로 분류하였다. 흡연은 '현재 담배를 피우고 계십니까?'의 문항에 따라 '비흡연', '과거흡연', '현재흡연'으로, 음주는 '귀하는 원래 술을 못 마시거나 또는 처음부터(종교적인 이유 등으로) 술을 안 마십니까?'의 문항에 따라 '비음주', '과거음주', '현재음주'로 구분하였다. 신체활동 여부는 하루 일과 중 걷기, 청소, 빨래, 목욕, 운동 등의 정도 신체활동을 30분 이상 수행하는지 여부에 따라 '한다', '안한다'로 구분하였다. 마지막으로 피로 정도는 최근 일상에서 피로감을 자주 느끼는지를 묻는 문항을 통해 '있다'와 '없다'로 나누어 측정하였다.

4. 자료분석

본 연구의 자료분석은 SPSS/WIN 27.0 통계 프로그램을 이용하였다.

- 대상자의 일반적 특성과 건강 관련 특성은 빈도와 백분율을 이용하여 산출하였다.
- 신체 표현형을 기준으로 골감소증 및 골다공증의 누적 발생률은 1,000인년(Person-Year)당 위험 사례 수로 계산하였다. 시간 경과에 따른 골감소증 및 골다공증 누적 발생률을 집단 간 비교하기 위해 로그 순위 검정(Log-rank test)을 사용하였고, 카플란-마이어 생존곡선(Kaplan-Meier curve)으로 시각화하였다.
- 신체표현형에 따른 골감소증 및 골다공증 발생 위험을 비

교하기 위해 콕스 비례위험 회귀모형(Cox proportional hazards model)을 적용하였다. Model 1에서는 혼란변수를 통제하지 않은 단변량 분석으로, Model 2는 단변량 분석에서 유의하게 나타난 인구사회학적 및 건강 관련 변수를 보정하여 다변량 분석을 수행하였다. 모든 분석에서 통계적 유의성은 유의수준 $p < .05$ 로 설정하였다.

5. 윤리적 고려

KoGES는 연구참여 대상자에게 조사 시작 전에 연구참여에 소요되는 시간과 연구에 참여함으로써 얻는 이득과 불편감 등에 관한 설명서를 제공하고 정보화된 동의를 얻어 자료구축과 관련된 윤리적 문제를 최소화하였다. 본 연구에서는 윤리적 고려를 위하여 J대학교 생명윤리심의위원회의 심의 면제 승인(2024-00-000-000)을 받은 후 질병관리청 보건의료연구자원 정보센터에 KoGES 수집 자료 분양 신청을 하였으며, 최종 승인(번호: 4851-302)을 받은 후 진행하였다. 최종 연구 종료 시점에 자료폐기 확인서를 제출하여 연구윤리규정을 준수하였다.

연구결과

1. 연구대상자의 일반적 특성

기반조사에 참여한 연구대상자의 일반적 특성은 다음과 같다(Table 1). 총 2,769명의 남성으로 평균 연령은 50.9세였다. 이 중 기혼자는 96.3%였으며, 고등학교 졸업 이하가 77.4%로 가장 많았다. 월 소득은 200만원 미만이 57.0%로 가장 높은 비율을 차지하였고, 하루 평균 수면시간은 6.86시간이었다. 현재 흡연 중인 대상자는 49.3%, 음주를 지속하고 있는 대상자는 73.4%였으며, 54.5%는 최근 피로를 느낀다고 응답하였다. 신체표현형을 결정짓는 요인 중 하나인 비만 여부에 따른 분석에서는, 정상체중군과 비교했을 때 골감소증 및 골다공증 발생률의 통계적 유의성은 나타나지 않았다($p = .595$) 대사증후군 구성요소 중 허리둘레 90 cm 이하인 대상자는 전체의 82.6%였으며, 허리둘레가 90 cm를 초과하는 대상자(63.69)는 90 cm 이하인 대상자(45.48)에 비하여 골감소증 및 골다공증 발생률이 통계적으로 유의하게 높았다($p < .001$). 또한, 중성지방 수치가 150 mg/dL 미만인 대상자는 전체의 52.5%였으며, 150 mg/dL 이상인 대상자(52.08)는 150 mg/dL 미만인 대상자(45.22)보다 골감소증 및 골다공증 발생이 통계적으로 유의하게 높았다($p = .025$). 정상혈압 대상자는 전체의 55.2%였으며, 정상혈압

Table 1. Descriptive and Hazard Ratios of Osteopenia and Osteoporosis according to Participant's Characteristics and Components of Metabolic Syndrome (N=2,769)

Characteristics	Categories	n (%)	Osteopenia and osteoporosis			HR	95% CI	p
			Incidence case n (%)	Person -year Incidence	Incidence rate per 1,000 person-years			
Age (year)	40~49	1,502 (54.2)	380 (25.3)	11,098.1	34.24	1		
	50~59	702 (25.4)	292 (41.6)	4,880.6	59.83	1.76	1.51~2.05	< .001
	60~69	565 (20.4)	267 (47.3)	3,422.0	78.20	2.37	2.02~2.77	< .001
		50.9±8.5						
Spouse	Yes	2,666 (96.3)	894 (33.5)	18,711.0	47.78	1		
	No	103 (3.7)	45 (43.7)	689.7	65.25	1.37	1.01~1.85	.040
Education	≤ High school	2,142 (77.4)	776 (36.2)	14,858.1	52.23	1		
	≥ College	627 (22.6)	163 (26.0)	4,542.6	35.88	0.68	0.57~0.80	< .001
Occupation	Employed	2,764 (99.8)	936 (33.9)	19,371.7	48.32	1		
	Unemployed	5 (0.2)	3 (60.0)	29.0	103.45	2.18	0.70~6.79	.177
Monthly income (10,000 won)	< 200	1,579 (57.0)	663 (42.0)	10,634.6	62.34	1		
	200~ < 400	908 (32.8)	215 (23.7)	6,699.4	32.09	0.51	0.44~0.60	< .001
	≥ 400	282 (10.2)	61 (21.6)	2,066.7	29.52	0.46	0.36~0.60	< .001
Religions	Yes	1,636 (59.1)	573 (35.0)	11,458.8	50.01	1		
	No	1,133 (40.9)	366 (32.3)	7,941.9	46.08	0.93	0.81~1.06	.250
Self-reported health status	Healthy	1,045 (37.7)	332 (31.8)	7,383.1	44.97	1		
	Average	1,094 (39.5)	385 (35.2)	7,814.3	49.27	1.09	0.94~1.26	.247
	Unhealthy	630 (22.8)	257 (40.8)	4,203.3	61.14	1.18	1.00~1.40	.055
Sleep duration (per night)	≤ 6 hours	1,045 (37.7)	317 (30.3)	7,358.3	43.08	1		
	7~8 hours	1,517 (54.8)	542 (35.7)	10,650.7	50.89	1.19	1.04~1.37	.014
	≥ 9 hours	207 (7.5)	80 (38.6)	1,391.7	57.48	1.36	1.06~1.73	.015
		6.86±1.29						
Chronic diseases/ Cancer	No	2,332 (84.2)	785 (33.7)	16,418.8	47.87	1		
	Yes	437 (15.8)	154 (35.2)	2,981.9	51.64	1.09	0.91~1.30	.350
Cigarette smoking	Non-smoking	512 (18.5)	168 (32.8)	3,605.2	46.6	1		
	Former smoking	892 (32.2)	295 (33.1)	6,416.1	45.98	0.99	0.82~1.19	.880
	Current smoking	1,365 (49.3)	476 (34.9)	9,379.4	50.75	1.10	0.92~1.31	.309
Alcohol consumption	Non- drinker	468 (16.9)	162 (34.6)	3,282.8	49.35	1		
	Former drinker	269 (9.7)	110 (40.9)	1,783.3	61.68	1.25	0.98~1.59	.070
	Current drinker	2,032 (73.4)	667 (32.8)	14,334.6	46.53	0.94	0.79~1.11	.446
Physical activity	Yes	1,113 (40.2)	380 (34.1)	7,719.1	49.23	1		
	No	1,656 (59.8)	559 (33.8)	11,681.6	47.85	0.97	0.85~1.11	.683
Fatigue	Yes	1,509 (54.5)	493 (32.7)	10,680.0	46.16	1		
	No	1,260 (45.5)	446 (35.4)	8,720.7	51.14	1.11	0.98~1.27	.101
Components of MS								
Obesity	BMI < 25 kg/m ²	1,709 (61.7)	573 (33.5)	11,995.9	47.77	1		
	BMI ≥ 25 kg/m ²	1,060 (38.3)	366 (34.5)	7,404.8	49.43	1.04	0.91~1.18	.595
Abdominal obesity	WC ≤ 90 cm	2,287 (82.6)	741 (32.4)	16,292.0	45.48	1		
	WC > 90 cm	482 (17.4)	198 (41.1)	3,108.7	63.69	1.42	1.21~1.66	< .001
Hypertriglyceridemia	Triglyceride < 150 mg/dL	1,454 (52.5)	470 (32.3)	10,394.7	45.22	1		
	Triglyceride ≥ 150 mg/dL	1,315 (47.5)	469 (35.7)	9,006.0	52.08	1.16	1.02~1.32	.025
Low HDL-cholesterol	No	1,769 (63.9)	583 (33.0)	12,517.6	46.57	1		
	Yes	1,000 (36.1)	356 (35.6)	6,883.1	51.72	1.11	0.98~1.27	.109
Hyperglycemia	No	2,390 (86.3)	822 (34.4)	16,842.8	48.80	1		
	Yes	379 (13.7)	117 (30.9)	2,557.9	45.74	0.94	0.78~1.14	.542
Hypertension	No	1,528 (55.2)	468 (30.6)	10,978.2	42.63	1		
	Yes	1,241 (44.8)	471 (38.0)	8,422.5	55.92	1.32	1.16~1.50	< .001

CI=Confidence interval; DM=diabetes mellitus; HR=Hazard ratio; HTN=hypertension; MS=metabolic syndrome; WC=waist circumference.

군(42.63)보다 고혈압군(55.92)에서 골감소증 및 골다공증 발생률이 통계적으로 유의하게 높게 나타났다($p < .001$).

2. 연구대상자의 신체표현형에 따른 골감소증 및 골다공증의 발생 비례위험

연구대상자 2,769명을 10년 동안 추적한 총 관찰인년(person-year)은 19,400.7년이며, 1,000인년당 골감소증 및 골다공증 발생률은 48.40건으로 나타났다. 신체표현형 분류에 따라 분석한 결과, MAO군은 전체 대상자의 17.4%를 차지하였으며, MAO군 대상자(59.27)의 골감소증 및 골다공증 발생률은 MHNW군 대상자(46.41)보다 통계적으로 유의하게 높았다($p < .001$)(Table 2).

3. 연구대상자의 신체표현형에 따른 골감소증 및 골다공증의 누적발생률

카플란 마이어 생존분석을 활용하여 성인 남성의 비만도, 대사증후군, 신체표현형에 따른 골감소증 및 골다공증 발생 시점을 기준으로 구간 발생률을 산출하고, 누적 발생률을 추정하여 도식화 하였다. 또한, 각 변수별 집단 간 생존곡선은 로그순위검정(Log-rank test)을 통해 확인하였다. 그 결과, 비만도에 따른 생존곡선은 그룹별 유의한 없이는 없었으며($p = .595$), 대사증후군 여부에 따라서는 통계적으로 유의한 차이가 나타났다

($p < .001$). 신체표현형에 따른 생존곡선의 동일성을 분석한 결과에서도 MHNW, MHO, MANW, MAO군 간에 통계적으로 유의한 차이가 있었다($p = .001$). 이를 종합해보면 대사증후군과 신체표현형에 따라 골감소증 및 골다공증 누적 발생률이 유의하게 다르다는 점을 시사한다(Figure 2).

4. 콕스비례 위험 회귀분석 결과

신체표현형에 따른 골감소증 및 골다공증 발생 위험의 차이를 확인하기 위해 콕스 비례위험 회귀분석(Cox proportional hazards regression analysis)을 수행하였다. 먼저, 각 독립변수에 대한 단변량 분석 결과 연령, 결혼 유무, 교육 수준, 소득 수준, 수면 시간에 따른 골감소증 및 골다공증 발생의 비례위험에 유의한 차이가 있었다(Table 1). 연령별로는 40대 대비 50대에서 1.76배(95% confidence interval [CI]=1.51~2.05, $p < .001$), 60대에서 2.37배(95% CI=2.02~2.77, $p < .001$)로 위험이 증가하였으며, 배우자가 없는 대상자에서 1.37배 높았다(95% CI=1.01~1.85, $p = .040$). 교육 수준에 따라서는 대학교 진학 이상인 대상자에서 0.68배(95% CI=0.57~0.80, $p < .001$)로 위험이 유의하게 낮았고, 소득 수준에 따라서는 200만원 미만인 군과 비교하여 200만원 이상 400만원 미만인 군이 0.51배(95% CI=0.44~0.60, $p < .001$), 400만원 이상인 군은 0.46배(95% CI=0.36~0.60, $p < .001$)로 유의하게 낮은 위험을 보였다. 수면 시간의 경우, 6시간 이하인 군에 비해 7~8시간인 군은 1.19배

Table 2. The Cumulative Incidence of Osteopenia and Osteoporosis according to the Body Size Phenotype and Number of Metabolic Syndrome Components (N=2,769)

Classification	Categories	n(%)	Osteopenia and osteoporosis			HR	95% CI	p
			Incidence case n (%)	Person-year Incidence	Incidence rate per 1000 person-years			
Total		2,769 (100.0)	939 (33.9)	19,400.7	48.40			
Body size phenotype	MHNW	1,522 (55.0)	498 (32.7)	10,730.4	46.41	1		
	MHO	578 (20.9)	179 (31.0)	4,249.7	42.12	0.90	0.76~1.07	.228
	MANW	187 (6.7)	75 (40.1)	1,265.5	59.27	1.27	1.00~1.62	.054
	MAO	482 (17.4)	187 (38.8)	3,155.1	59.27	1.29	1.09~1.53	< .001
Number of MS components	0	576 (20.8)	169 (29.3)	4,243.9	39.82	1		
	1	819 (29.6)	269 (32.8)	5,896.8	45.62	1.14	0.94~1.39	.175
	2	743 (26.8)	255 (34.3)	5,092.6	50.07	1.27	1.04~1.54	.017
	3	432 (15.6)	165 (38.2)	2,882.5	57.24	1.46	1.17~1.80	.001
	4	172 (6.2)	66 (38.4)	1,117.3	59.07	1.49	1.12~1.99	.006
	5	27 (1.0)	15 (55.6)	167.6	89.50	2.35	1.38~3.98	.002
MS (≥3)	No	2,100 (75.8)	677 (32.2)	14,980.1	45.19	1		
	Yes	669 (24.2)	262 (39.2)	4,420.6	59.27	1.32	1.15~1.53	< .001

MANW=Metabolically abnormal but normal weight; MAO=Metabolically abnormal obesity; MHNW=Metabolically healthy normal weight; MHO=Metabolically healthy obesity; MS=Metabolic syndrome.

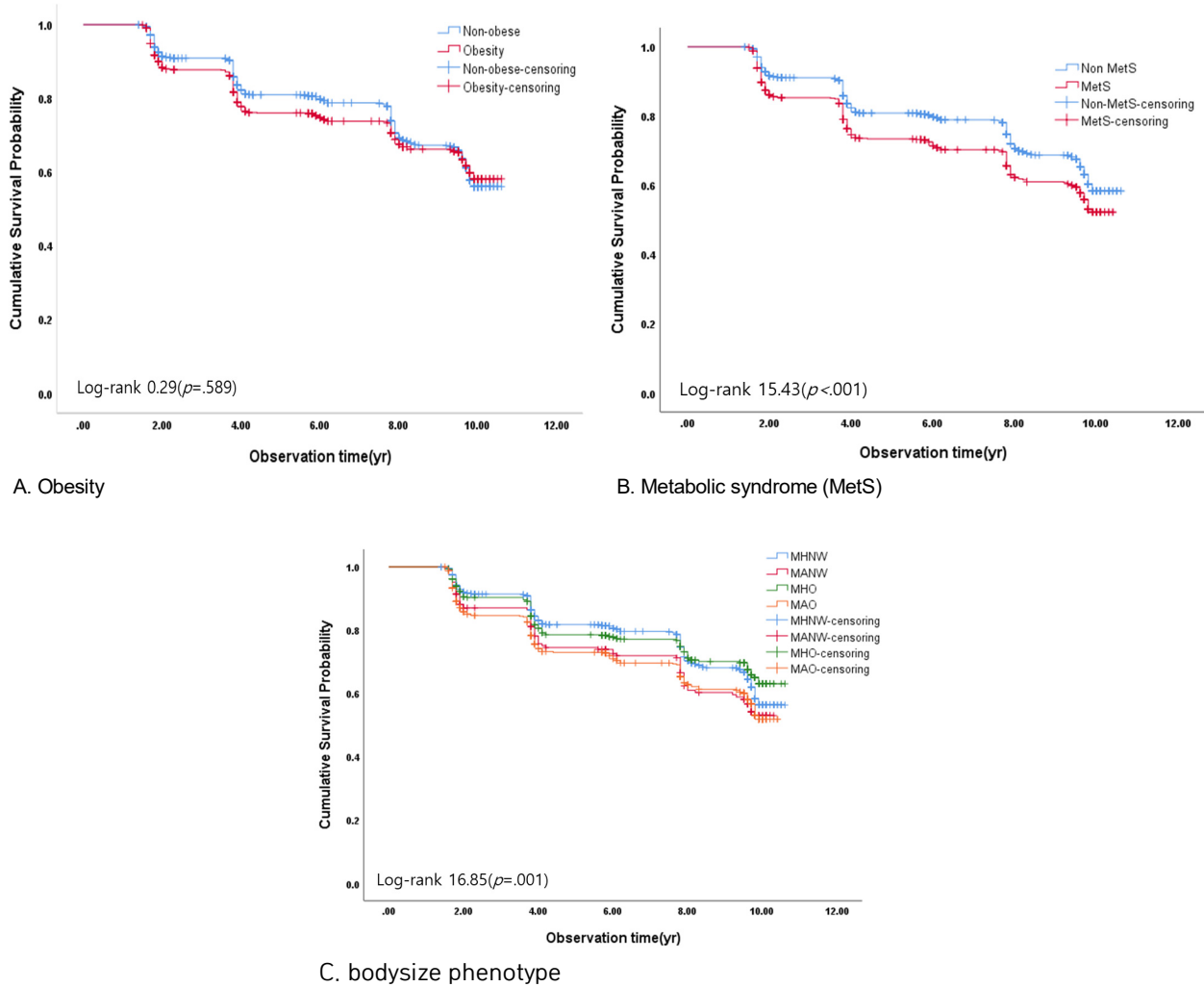


Figure 2. Cumulative survival curve of osteoporosis and osteopenia according to obesity, metabolic syndrome, bodysize phenotype in adults.

(95% CI=1.04~1.37, $p=.014$), 9시간 이상인 군은 1.36배(95% CI=1.06~1.73, $p=.015$)로 위험이 증가하는 경향을 보였다. 대사증후군의 구성요소 중에서는 복부비만이 있는 경우 1.42배(95% CI=1.21~1.66, $p<.001$), 고중성지방혈증이 있는 경우 1.16배(95% CI=1.02~1.32, $p=.025$), 고혈압이 있는 경우 1.32배(95% CI=1.16~1.50, $p<.001$)로 각각 위험이 유의하게 증가하였다(Table 1). 신체표현형에 따라서는 MAO 그룹이 MHNW 그룹보다 1.29배(95% CI=1.09~1.53, $p<.001$) 높은 위험을 보였다(Table 2).

단변량 분석에서 유의했던 변수인 연령, 결혼 유무, 교육 수준, 소득 수준, 수면 시간을 통제변수로 보정하여 콕스 비례위험 회귀분석을 수행하였다. 분석 결과, 신체표현형, 비만, 대사증후군에 따라 골감소증 및 골다공증 발생의 비례위험에

유의한 차이가 있었다. 신체표현형에 따라서는 MAO 그룹이 MHNW 그룹에 비해 1.42배(95% CI=1.19~1.68, $p<.001$), 비만군은 1.19배(95% CI=1.04~1.36, $p=.011$), 대사증후군 그룹은 1.32배(95% CI=1.14~1.52, $p<.001$)로 각각 위험이 유의하게 증가하였다(Table 3).

논 의

본 연구는 성인 남성의 신체표현형에 따른 골감소증 및 골다공증 발생의 차이를 확인하기 위하여 전향적 코호트 연구 데이터를 활용한 이차 분석연구이다. 총 2,769명의 성인 남성 중 12년 추적조사 동안 골감소증 및 골다공증이 발생한 대상자는 총 939명(33.9%)이었고, 골감소증 및 골다공증 발생률은 1,000인

Table 3. The Hazard Ratios of Osteopenia and Osteoporosis according to the Body Size Phenotype (N=2,769)

Variables		HR	95% CI	p	HR	95% CI	p	HR	95% CI	p
Age (year)	40~49 (ref.)									
	50~59	1.54	1.32~1.80	<.001	1.56	1.33~1.82	<.001	1.53	1.31~1.79	<.001
	60~69	1.94	1.64~2.30	<.001	1.95	1.64~2.30	<.001	1.91	1.62~2.26	<.001
Spouse	Yes (ref.)									
	No	1.21	0.90~1.64	.210	1.24	0.92~1.68	.157	1.21	0.90~1.64	.207
Education level	College (ref.)									
	≤ High school	1.05	0.88~1.26	.589	1.07	0.89~1.28	.468	1.05	0.88~1.26	.578
Monthly income (10,000 won)	≥ 400 (ref.)									
	< 200	1.69	1.28~2.22	<.001	1.67	1.27~2.19	<.001	1.68	1.27~2.21	<.001
	200~ < 400	1.06	0.80~1.42	.669	1.05	0.79~1.40	.745	1.07	0.80~1.12	.662
Sleep duration (per night)	≤ 6 hours (ref.)									
	7~8 hours	1.15	1.00~1.33	0.044	1.16	1.01~1.33	.041	1.15	1.00~1.32	.049
	≥ 9 hours	1.17	0.91~1.50	0.214	1.17	0.92~1.50	.208	1.15	0.90~1.47	.268
Body size phenotype	MHNW (ref.)									
	MHO	1.17	0.88~1.25	.215						
	MANW	1.05	0.91~1.49	.577						
	MAO	1.42	1.19~1.68	<.001						
Obesity	BMI < 25 kg/m ² (ref.)									
	BMI ≥ 25 kg/m ²				1.19	1.04~1.36	.011			
Metabolic syndrome	No (ref.)									
	Yes							1.32	1.14~1.52	<.001

Adjusted for age, education level, monthly income, sleep duration, spouse; MANW=Metabolically abnormal but normal weight; MAO=Metabolically abnormal obesity; MHNW=Metabolically healthy normal weight; MHO=Metabolically healthy obesity.

년당 48.4건이었다. 본 연구에서는 성인 남성의 연령, 결혼 상태, 교육 및 소득 수준, 수면 시간, 신체 표현형 및 대사증후군 여부가 골감소증 및 골다공증 발생과 유의한 관련이 있는 것으로 나타났다. 특히 연령 증가, 배우자 부재, 낮은 교육 및 소득수준, 과다 수면, 신체표현형 중 MAO 등이 주요 위험요인으로 확인되었다.

본 연구에서는 연령 증가에 따라 골감소증 및 골다공증의 발생 위험이 유의하게 높아지는 것으로 나타났다. 이는 남성은 연령이 증가함에 따라 골밀도가 점차 감소하여 골소실 위험이 증가한다는 기존 연구결과와도 일치한다(Zhang et al., 2023). Zhang 등(2023)은 중국 40세 이상 남성의 골감소증 및 골다공증 유병률이 48.65%에 이르며, 60대 이상 연령층은 40~50대에 비해 골감소증 위험이 1.62배 높다고 보고하였다. 국내 Jung 등(2023)의 연구에서도 중년남성의 요추 및 대퇴골에서 골감소증 및 골다공증 유병률이 약 41%로 나타났다. 골밀도는 일반적으로 남성의 경우 20대에 최대치에 도달하며, 이후 점진적으로 감소하기 시작하여 50세 이후를 기점으로 매년 약 1%씩 골량이 손실되는 것으로 추정된다(KSBMR, 2015). 이러한 연령 관련 골소실은 남성 호르몬인 테스토스테론의 감소와테스토

스테론은 뼈의 재형성에 관여하는 골모세포의 증식과 분화를 직접 촉진하며, 감소 시 골형성이 둔화되고 골흡수가 상대적으로 증가하게 되어 골밀도가 낮아진다(Amory et al., 2004). 또한, 고령일수록 신체활동이 감소하고 햇빛 노출 부족으로 인한 비타민 D 합성 저하, 영양 불균형 등이 복합적으로 작용하여 골건강에 악영향을 미칠 수 있다(Nuti et al., 2019). 골감소증 및 골다공증은 대부분 자각 증상 없이 서서히 진행되므로(Chelf et al., 2022), 연령 증가에 따라 정기적인 골밀도 검사 및 조기 진단 체계가 필요하다.

본 연구에서 배우자가 없는 남성이 배우자가 있는 남성에 비해 골감소증 및 골다공증의 발생 위험이 더 높은 것으로 나타났다. 이와 같은 결과는 결혼 상태가 남성의 골건강에 긍정적인 영향을 미칠 수 있음을 시사한다. 이는 기존 선행연구들과도 유사한 경향을 보인다. Zhang 등(2023)의 연구에서는 결혼한 남성이 미혼, 이혼, 또는 사별한 남성보다 골감소증 및 골다공증 유병률이 낮았으며, Benetou 등(2015)은 혼자 사는 고령 남성이 배우자와 함께 사는 남성보다 고관절 골절 위험이 높다고 보고하였다. 국내에서도 Kang & Jun (2024)의 연구에서 골다공증을 진단받은 여성노인의 경우, 배우자와 동거하는 집단이 그

렇지 않은 집단보다 골다공증 유병률이 낮고 삶의 질 또한 높은 것으로 나타났다. 이러한 차이는 단순한 동거 여부가 아닌, 배우자의 존재가 제공하는 정서적, 심리적, 사회적 지지의 효과로 해석할 수 있다(Benetou et al., 2015). 배우자는 스트레스 상황에서 정서적 안정을 제공하며, 건강한 생활습관을 유지하도록 유도하고, 규칙적인 식사나 운동, 음주나 흡연의 절제 등 건강행태에도 긍정적인 영향을 미친다. 또한, 배우자의 존재는 외로움이나 사회적 고립을 줄이고, 우울과 같은 심리적 위험 요인을 완충함으로써 전반적인 건강 유지에 기여한다. 하지만 모든 연구가 동일한 결과를 보이지는 않는다. Jung 등(2023)의 연구에서는 결혼 여부가 골감소증 및 골다공증 발생에 유의한 영향을 미치지 않는 것으로 나타났으며, 이는 단순한 결혼 여부보다 결혼의 질, 배우자와의 관계, 공동생활의 형태 등 결혼을 둘러싼 다양한 맥락적 요소가 건강에 영향을 미칠 가능성을 제시한다. 따라서 향후 연구에서는 결혼 여부라는 이분법적 변수보다는 정서적 지지 또는 도구적 지지와 같은 사회적 지지의 구체적 형태, 관계의 질, 동거 여부, 생활환경 등을 포괄하는 보다 정교한 접근이 필요하다.

본 연구에서는 교육 수준과 소득 수준이 낮을수록 골감소증 및 골다공증의 발생 위험이 유의하게 높아지는 것으로 나타났다. 특히 고등학교 졸업 이하인 경우, 그리고 월 소득이 200만 원 미만인 집단에서 골감소증 및 골다공증의 발생률이 높았다. 이러한 결과는 선행연구와 일치한다. Wang 등(2023)은 교육 수준이 낮은 남성일수록 골밀도가 낮고 골다공증 발생 위험이 높다고 하였으며, Jung 등(2023)의 연구에서도 이는 교육과 경제적 여건이 골건강에 직·간접적인 영향을 미칠 수 있음을 시사한다. 이는 교육 수준과 소득 수준이 높을수록, 최대 골량이 형성되는 영유아기 및 청소년기에 건강과 영양에 관한 정보를 더 많이 접할 수 있고, 뼈 건강에 도움이 되는 음식을 섭취하며, 운동의 기회가 많고, 건강에 대한 관심 또한 높기 때문에 골다공증이 적게 발생하는 것으로 보인다(Myong, Kim, Choi, & Koo., 2012). 또한, 교육 수준과 소득 수준은 스트레스, 우울, 건강 행동, 태도 등 다양한 심리사회적 요인과 밀접하게 연관되어 있기 때문에, 이러한 요인들이 골다공증 발생에 어떤 방식으로 영향을 미치는지, 나아가 교육 및 소득 수준이 이를 매개하여 간접적인 영향을 미치는지를 규명하는 후속 연구가 필요하다.

본 연구에서는 수면 시간이 9시간 이상인 경우, 6시간 미만의 수면을 취하는 대상자보다 골감소증 및 골다공증 발생률이 더 높은 것으로 나타났다. 일반적으로 미국 질병통제예방센터(Centers for Disease Control and Prevention [CDC], 2024)는 성인이 하루 최소 7시간 이상의 수면을 취할 것을 권장하고

있으며(CDC, 2024), 6시간 미만의 수면은 건강에 부정적인 영향을 미칠 수 있다고 본다. 그러나 수면시간과 골건강 간의 관계는 단순하지 않은 것이다. Swanson 등(2020)이 미국의 남성노인을 대상으로 수행한 코호트 연구에서는 6시간 미만 수면군과 7~8시간 수면군 간의 골밀도 차이가 통계적으로 유의하지 않은 것으로 나타났다. 또한, 대만 성인을 대상으로 한 Chung & Chan (2022)의 연구에서는 수면의 양 뿐만 아니라 수면의 질이 골건강에 중요한 영향을 미치며, 수면 시간이 적절하고 동시에 수면의 질이 높은 경우 골감소증 및 골다공증 발생률이 유의하게 낮아지는 것으로 보고되었다. 이러한 결과는 수면 시간이 지나치게 짧거나 긴 경우 모두 골건강에 부정적인 영향을 미칠 수 있으며, 단순히 수면 시간만으로 골감소증 및 골다공증의 위험을 설명하기 어렵다는 점을 시사한다. 따라서 향후에는 수면 시간뿐 아니라 수면의 질, 수면 주기, 만성 수면장애 여부 등을 함께 고려한 다차원적 접근이 필요하다. 추가로, 골다공증 예방 및 관리 전략의 하나로 양질의 수면을 유도하고 수면 위생을 개선할 수 있는 생활습관 교육과 중재가 병행되어야 할 것이다.

본 연구에서는 신체표현형에 따라 골감소증 및 골다공증의 발생 위험이 유의하게 달라지는 것으로 나타났다. 특히 대사증후군과 비만이 동시에 존재하는 MAO군과 정상체중이지만 대사증후군을 가진 MANW군은, 대사증후군이 없는 MHNW군에 비해 추적 기간 동안 누적 발생률이 지속적으로 증가하는 양상을 보였다. 이는 단순한 비만보다는 대사증후군이 골건강에 미치는 영향이 더 크다는 점을 시사한다. 실제로 대사증후군 진단을 받은 남성의 경우, 골감소증 및 골다공증 발생률이 그렇지 않은 대상자에 비해 1.32배 더 높았으며, 이는 통계적으로 유의한 차이를 보였다. 또한 대사증후군의 구성 요소별 분석에서는, 고중성지방혈증이 있는 경우 1.16배, 고밀도 콜레스테롤 수치가 낮은 경우 1.11배 골감소증 및 골다공증 발생 위험이 증가하는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 중성지방과 이상지질혈증이 골다공증의 주요 위험 요인임을 보고한 기존 연구들의 결과와도 일치한다(Bredella et al., 2013). 대상자의 신체표현형에 따른 골감소증 및 골다공증 발생 위험은 MHNW군과 비교하여 MAO와 MANW군이 관찰 시작 시점부터 종료시점까지 골감소증 및 골다공증 누적 발생률이 지속해서 증가하는 양상을 보인다. 이는 대사증후군이 비만보다 골감소증 및 골다공증 발생에 더 많은 영향을 주는 것으로 볼 수 있으며, 대사증후군을 진단받은 경우 골감소증 및 골다공증 발생률이 1.32배 높게 나타났다. 대사증후군 구성요소별로 살펴보면 고중성지방혈증의 경우 골감소증 및 골다공증 발생률을 1.16배 높이며, 고밀도 콜레스테롤 수치가 낮은 경우에는 1.11배 높아지는 것으

로 나타났다. 이는 중성지방이 골다공증 발생의 위험인자이며, 이상지질혈증이 있는 군이 정상군에 비해 골밀도가 낮아 골다공증 발생률이 높다는 선행연구와 일치하였다. 특히 남성의 경우, 고중성지방혈증은 골수 내 지방량을 증가시키고, 이로 인해 파골세포의 활성이 촉진되어 골흡수가 증가하게 된다. 중성지방이 뼈 대사에 미치는 영향을 분석한 연구(Bredella et al., 2013)에서, 이러한 기전이 남성에게서 더욱 뚜렷하게 나타날 수 있음을 제시한 바 있다. 따라서 남성의 골건강을 유지하고 골다공증을 예방하기 위해서는 단순한 체중 조절보다는 혈중 중성지방 수치 조절 및 대사 건강관리가 선행되어야 하며, 이를 위해 고지방식·고탄수화물식 섭취를 줄이고, 규칙적인 신체 활동과 함께 금연, 금주와 같은 생활습관 개선이 병행되어야 할 것이다.

그러나 본 연구에서는 몇 가지 제한점이 있다. 첫째, 본 연구는 지역사회 기반 코호트의 데이터를 활용하였으나, 2012년 이후 골밀도 측정이 이루어지지 않아, 2001년부터 2012년까지 수집된 자료만을 분석 대상으로 포함하였다. 이에 따라 최근 수년간 중년남성의 생활습관 변화나 건강행태 개선, 의료 접근성 향상 등이 골감소증 및 골다공증 발생률과 관련 요인에 미친 영향을 충분히 반영하지 못했을 가능성이 있으며, 이러한 점을 고려하여 연구결과를 해석할 필요가 있다. 둘째, 신체표현형 분류는 비만과 대사증후군 유무를 기준으로 정의되었으며, 이는 상대적으로 간단한 분류 기준이지만, 체지방 분포나 근육량, 내장지방 지표 등을 포함하지 않아 개별 대상자의 실제 체형과 대사 건강 상태를 충분히 반영하지 못할 수 있다. 셋째, 본 연구는 남성 대상자에 한정되어 있어 연구결과를 여성이나 다른 연령대 등에 일반화하기 어렵다는 제한점이 있다. 특히 여성의 경우 폐경 이후 호르몬 변화로 인해 골다공증 발생 기전이 남성과 상당히 다르기 때문에 연구결과를 여성이나 고령층, 타 인구집단에 일반화하는 데에는 주의가 필요하다.

위와 같은 제한점에도 불구하고 본 연구는 국내 성인 남성을 대상으로 한 장기 추적 자료를 활용하여, 골감소증 및 골다공증 발생에 영향을 미치는 다양한 요인을 종합적으로 분석하였다는 점에서 의의가 있다. 특히 신체표현형을 고려한 분석은 기존 연구에서 다루지 못한 공백을 보완하며, 향후 남성 골건강 관리에 기초자료로 활용될 수 있을 것으로 기대한다.

결론

본 연구는 국내 성인 남성 2,769명을 대상으로 약 10년간 추적한 전향적 코호트 자료를 활용하여, 골감소증 및 골다공증

발생의 위험 요인을 확인하고 신체표현형에 따른 골감소증 및 골다공증 발생률 차이를 분석하고자 하였다. 분석 결과, 일반적 특성 중에는 연령이 증가할수록, 배우자가 없는 경우, 교육 수준이 고등학교 졸업 이하인 경우, 소득 수준이 낮을수록 골감소증 및 골다공증 발생 위험이 유의하게 높았다. 또한 건강 관련 특성 중에서는 수면시간이 9시간 이상일 경우, 골감소증 및 골다공증 발생률이 증가하는 것으로 나타났다. 신체표현형에 따라서는 비만과 대사증후군이 동반된 MAO군이 정상 체중 이면서 대사증후군이 없는 MHNW군에 비해 골감소증 및 골다공증 발생률이 유의하게 높았으며, 이는 대사 건강이 골건강에 중요한 영향을 미친다는 점을 시사한다. 본 연구결과를 통해 인과관계를 단정할 수 없으나, 연령, 결혼 상태, 교육 및 소득 수준, 수면 습관, 신체표현형과 같은 요인들이 골감소증 및 골다공증 발생 위험과 유의한 연관성을 지닌 변수임을 확인하였다. 이 중 일부 특성은 개인이 통제하기 어려운 요인이지만, 취약 집단을 대상으로 한 맞춤형 예방 프로그램을 통해 골건강을 유지하고 질환 발생을 예방하는 데 기여할 수 있을 것으로 기대된다. 특히 비만과 대사증후군을 동반한 성인의 경우 발생 위험이 더 높기 때문에, 생애주기별 국가 건강검진과정에서 위험군을 조기에 선별하고, 정기적인 골밀도 검사 및 생활습관 교정을 포함한 중재 프로그램 개발 및 적용이 필요하다.

CONFLICTS OF INTEREST

The authors declared no conflicts of interest.

ORCID

Im, Ye seul <https://orcid.org/0000-0001-6102-3300>
 Moon, Chan Mi <https://orcid.org/0000-0001-6284-0193>
 Park, Seung Yeon <https://orcid.org/0000-0001-8110-0190>
 Kim, Eun Young <https://orcid.org/0000-0002-7065-9746>

REFERENCES

Amory, J. K., Watts, N. B., Easley, K. A., Sutton, P. R., Anawalt, B. D., Matsumoto, A. M., et al. (2004). Exogenous testosterone or testosterone with finasteride increases bone mineral density in older men with low serum testosterone. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 89(2), 503-510. <https://doi.org/10.1210/jc.2003-031110>

Benetou, V., Orfanos, P., Feskanich, D., Michaelsson, K., Pettersson-Kymmer, U., Ahmed, L. A., et al. (2015). Education, marital status, and risk of hip fractures in older men and women: The CHANCES project. *Osteoporosis International*, 26, 1733-1746. <https://doi.org/10.1007/s00198-015-3054-9>

- Bredella, M. A., Gill, C. M., Gerweck, A. V., Landa, M. G., Kumar, V., Daley, S. M., et al. (2013). Ectopic and serum lipid levels are positively associated with bone marrow fat in obesity. *Radiology*, 269(2), 534-541. <https://doi.org/10.1148/radiol.13130375>
- Centers for Disease Control and Prevention. (2024, May 15). *Getting enough sleep*. Retrieved June 5, 2025, from: <https://www.cdc.gov/sleep/about/index.html>
- Chang, Y., Ryu, S., Choi, Y., Zhang, Y., Cho, J., Kwon, M. J., et al. (2016). Metabolically healthy obesity and development of chronic kidney disease: A cohort study. *Annals of Internal Medicine*, 164(5), 305-312. <https://doi.org/10.7326/M15-1323>
- Chong, B., Jayabaskaran, J., Kong, G., Chan, Y. H., Chin, Y. H., Goh, R., et al. (2023). Trends and predictions of malnutrition and obesity in 204 countries and territories: An analysis of the Global Burden of Disease Study 2019. *EClinicalMedicine*, 57, 1-16. <https://doi.org/10.1016/j.eclinm.2023.101850>
- Chung, P.-C., & Chan, T.-C. (2022). Environmental and personal factors for osteoporosis or osteopenia from a large health check-up database: A retrospective cohort study in Taiwan. *BMC Public Health*, 22, 1531. <https://doi.org/10.1186/s12889-022-13938-8>
- Cleeman, J. I. (2001). Executive summary of the third report of the national cholesterol education program (NCEP) expert panel on detection, evaluation, and treatment of high blood cholesterol in adults (Adult Treatment Panel III). *Journal of the American Medical Association*, 285(19), 2486-2497. <https://doi.org/10.1001/jama.285.19.2486>
- Gonnelli, S., Caffarelli, C., & Nuti, R. (2014). Obesity and fracture risk. *Clinical Cases in Mineral and Bone Metabolism*, 11(1), 9. <https://doi.org/10.11138/ccmbm/2014.11.1.009>
- Hwang, D. K., & Choi, H. J. (2010). The relationship between low bone mass and metabolic syndrome in Korean women. *Osteoporosis International*, 21, 425-431. <https://doi.org/10.1007/s00198-009-0990-2>
- Jung, J. S., Lee, S. J., & Kim, J. H. (2023). Analysis of factors related to osteopenia and osteoporosis in middle-aged Korean men. *Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society*, 24(4), 592-599. <https://doi.org/10.5762/KAIS.2023.24.4.592>
- Kang, S. W., & Jun, E. M. (2024). Factors influencing the quality of life in elderly women with osteoporosis. *Journal of the Korean Data Analysis Society*, 26(2), 651-663. <https://doi.org/10.37727/jkdas.2024.26.2.651>
- Karelis, A. D., St-Pierre, D. H., Conus, F., Rabasa-Lhoret, R., & Poehlman, E. T. (2004). Metabolic and body composition factors in subgroups of obesity: What do we know?. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 89(6), 2569-2575. <https://doi.org/10.1210/jc.2004-0165>
- Kim, J. S., An, S. Y., Yang, S. J., Lee, S. E., Lee, W. H., & Lee, I. S. (1996). *Epidemiology and Community Health Management*, Seoul: Seoul National University Press.
- Korean Society for the Study of Obesity. (2020). *Obesity treatment guideline*. Seoul: Korean Society for the Study of Obesity.
- Lee, H. H., Han, M. A., & Park, J. (2019). Association between metabolic syndrome and osteoporosis in Korean adults aged over 50 years old using the Korea national health and nutrition examination survey, 2016-2017. *Journal of Health Informatics and Statistics*, 44(3), 245-252. <https://doi.org/10.21032/jhis.2019.44.3.245>
- Ministry of Health and Welfare. (2018). *Comprehensive plan for obesity prevention and control (2018-2022)*. Sejong: Ministry of Health and Welfare. [https://extranet.who.int/ncdccs/Data/KOR_B12_\[12\]Comprehensive%20plan%20for%20Obesity%20Prevention%20and%20Control\(pp.16\).pdf](https://extranet.who.int/ncdccs/Data/KOR_B12_[12]Comprehensive%20plan%20for%20Obesity%20Prevention%20and%20Control(pp.16).pdf)
- Ministry of Health and Welfare. (2022, November 05). *Korea Health Statistics 2021: Korea National Health and Nutrition Examination Survey (KNHANESVI-3)*. Retrieved May 31, 2025, from <https://www.korea.kr/briefing/pressReleaseView.do?newsId=156604114>
- Muntner, P., Shimbo, D., Carey, R. M., Charleston, J. B., Gaillard, T., Misra, S., et al. (2019). Measurement of blood pressure in humans: A scientific statement from the American Heart Association. *Hypertension*, 73(5), e35-e66. <https://doi.org/10.1161/HYP.0000000000000087>
- Myong, J. P., Kim, H. R., Choi, S. E., & Koo, J. W. (2012). The effect of socioeconomic position on bone health among Koreans by gender and menopausal status. *Calcified Tissue International*, 90, 488-495. <https://doi.org/10.1007/s00223-012-9597-2>
- National Health Insurance Service. (2023, February 09). *Osteoporosis, which occurs frequently in women, accounted for 94% of all patients in 2021*. Retrieved May 31, 2025, from <https://www.nhis.or.kr/nhis/together/wbhaea01600m01.do?mode=view&articleNo=10832014&article.offset=0&articleLimit=10>
- Nuti, R., Brandi, M. L., Checchia, G., Di Munno, O., Dominguez, L., Falaschi, P., et al. (2019). Guidelines for the management of osteoporosis and fragility fractures. *Internal and Emergency Medicine*, 14, 85-102. <https://doi.org/10.1007/s11739-018-1874-2>
- Pae, S. J., Lim, H. J., Kim, J. Y., Kang, H. T., & Lee, J. W. (2017). Health behavior and nutrient intake in metabolically abnormal overweight and metabolically abnormal obesity. *Korean Journal of Health Promotion*, 17(3), 137-144. <https://doi.org/10.15384/kjhp.2017.17.3.137>
- Salamat, M. R., Salamat, A. H., & Janghorbani, M. (2016). Association between obesity and bone mineral density by gender and menopausal status. *Endocrinology and Metabolism*, 31(4), 547. <https://doi.org/10.3803/EnM.2016.31.4.547>

- Statistics Korea. (2021, September 28). *Senior Statistics 2020*. Retrieved May 31, 2025, from https://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?sso=ok&returnurl=https%3A%2F%2Fkosis.kr%3A443%2FstatHtml%2FstatHtml.do%3Flist_id%3DA11_2015_1_10_001%26obj_var_id%3D%26seqNo%3D%26tblId%3DDT_1IN2010%26vw_cd%3DMT_ZTITLE%26orgId%3D101%26path%3D%252FstatisticsList%252FstatisticsListIndex.do%26conn_path%3DMT_ZTITLE%26itm_id%3D%26lang_mode%3Dko%26scrId%3D%26
- Swanson, C. M., Blatchford, P. J., Stone, K. L., Cauley, J. A., Lane, N. E., Rogers-Soeder, T. S., et al. (2020). Sleep duration and bone health measures in older men. *Osteoporosis International*, 32(3), 515-527. <https://doi.org/10.1007/s00198-020-05619-2>
- The Korean Society for Bone and Mineral Research. (2015). *Physician's guide for diagnosis & treatment of osteoporosis*. Seoul: The Korean Society for Bone and Mineral Research.
- Wang, J., Shu, B., Tang, D., Li, C., Xie, X., Jiang, L., et al. (2023). The prevalence of osteoporosis in China, a community based cohort study of osteoporosis. *Frontiers in Public Health*, 11, 1084005. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2023.1084005>
- World Health Organization West Pacific Region. (2000, February). *The Asia-Pacific perspective: Redefining obesity and its treatment*. <https://iris.who.int/handle/10665/206936>
- World Health Organization. (2025, May 7). *Obesity and overweight*. Retrieved May 31, 2025, from <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>
- Zhang, L., Luo, X., Liu, H., Zhu, W., Zhang, Z., Zhu, S., et al. (2023). Prevalence and risk factors of osteoporosis and osteopenia among residents in hubei province, china. *Archives of Osteoporosis*, 18(49), 1-11. <https://doi.org/10.1007/s11657-023-01245-7>