

남성 골다공증의 위험 요인에 대한 최신 지견과 공중보건학적 중재 전략

정민수^{*,**}

^{*}동덕여자대학교 보건관리학과 부교수, ^{**}대나-파버 암 연구소 지역사회기반연구센터 연구위원

An updated finding on the risk factors for osteoporosis in men and public health intervention strategies

Minsoo Jung^{*,**}

^{*} Associate Professor, Department of Health Science, Dongduk Women's University
^{**} Research Fellow, Center for Community-Based Research, Dana-Farber Cancer Institute

Objectives: Osteoporosis is a chronic skeletal disease in which the risk of fracture increases due to a decrease in bone strength through a reduction in bone mass and fine structural deterioration of bone tissue. Osteoporosis increases with age and is more common in postmenopausal women, but it is also a major health problem in men. This study presented the latest findings on the risk factors for osteoporosis in men through a literature review and, based on this, suggested public health intervention strategies necessary to prevent and treat osteoporosis in men. **Method:** We selected and reviewed the 10 most cited papers among 1,453 articles on the risk factors for osteoporosis in men published in PubMed in the last 10 years (2011-2020). **Results:** The risk factors contributing to the development of osteoporosis in men have been identified as genetic predisposition, lifestyle and diet, alcohol intake and smoking, vitamin D deficiency, lack of physical activity, smoking, sedentary lifestyle, and underweight or obesity. **Conclusion:** Public health preventive strategies regarding the risk factors for osteoporosis in men require calcium supplementation, increased bone density screening rates, and transparent health communication related to osteoporosis treatment.

Key words: osteoporosis, men, risk factors, public health, health communication

I. 서론

골다공증은 골량의 감소와 뼈 조직의 미세한 구조적 약화를 통해 골의 강도가 감소하여 골절 위험도가 증가하는 만성 골격 질환이다(Bartl & Frisch, 2004). 골다공증은 연령이 증가할수록 발병률이 높아지는데, 폐경 후 여성에게 더 흔하지만 남성에게도 중요한 건강 문제이다. 미국에서는 1,000만 명 이상의 성인이 골다공증을 앓고 있으며

4,300만 명이 골감소증을 갖고 있을 것으로 추정된다(Wright et al., 2014). 골다공증의 성별 발생비율은 여성의 경우 50세 이상 여성 2명 중 1명꼴로 추정되며 남성의 경우 4명 중 1명에게 발생하는 것으로 파악된다(Cosman et al., 2014). 미국과 마찬가지로 한국도 골다공증 유병률은 남녀 모두에서 나이가 들수록 증가하는데 대중적 인식과 달리 남성도 상당한 유병률을 보이고 있다. 실제로 국민건강보험공단이 건강보험 진료데이터를 활용하여 2017년부터 2021년까지 골다공증 진료현황을 발표한 바에 따르면

Corresponding author: Minsoo Jung

Department of Health Science, College of Natural Science, Dongduk Women's University, 60, Hwarang-ro 13-gil, Seongbuk-gu, Seoul, 02748, Republic of Korea

주소: (02748) 서울특별시 성북구 화랑로13길 60 예지관 403호 동덕여자대학교 보건관리학과

Tel: +82-2-940-4483, Fax: +82-2-940-4480, E-mail: mins.jung@gmail.com; mj748@dongduk.ac.kr

• Received: May 19, 2023

• Revised: June 20, 2023

• Accepted: June 25, 2023

남성은 2021년 65,635명으로 2017년 55,909명 대비 17.4%(9,726명), 여성은 2021년 1,073,205명으로 2017년 857,943명 대비 25.1%(215,262명) 증가하였다(National Health Insurance Service, 2021).

골다공증은 이중 에너지 X선 흡수계측법(Dual Energy X-ray Absorptiometry; DEXA)을 통해 얻은 골밀도(Bone Mineral Density; BMD)를 측정해서 진단한다. 개인의 BMD를 건강한 젊은 성인의 BMD와 비교하는 T-점수는 골다공증의 존재를 결정하는 데 사용된다. 가이드라인에 따르면 -2.5 이하의 T-점수는 골다공증을 나타내고 -1에서 -2.5 사이의 T-점수는 골다공증의 전조인 골감소증을 의미한다(Kanis et al., 2013). 골다공증의 원인에는 유전적 소인, 호르몬 감소, 생활습관, 영양학적 요인 등이 꼽힌다. 그런데 뼈 흡수와 형성 사이의 균형이 나이가 들면서 흡수가 증가하는 방향으로 전환하기 때문에 노화와 관련된 골량의 감소는 누구나 겪는다. 또한 폐경 후 여성의 에스트로겐 결핍과 노인 남성의 테스토스테론 결핍은 골다공증 발병에 기여하는 호르몬 인자이다(Martin, 2011). 그러나 여성 골다공증의 위험 요인에 비하여 남성 골다공증의 위험 요인에 대해서는 상대적으로 알려진 바가 적다.

골다공증은 전 세계 수백만 명의 개인에게 영향을 미치는 중요한 공중 보건 문제이며 평생을 치료해야하기 때문에 질병 부담도 크다. 그러나 미국의 경우 골다공증의 진단률은 32%에 머무르며(Salari et al., 2021) 우리나라도 이와 비슷한 것으로 추정된다. 게다가 남성의 경우 잘못된 건강정보로 인해 골다공증에 대한 인식이 낮아 실제 파악률은 여성보다 낮을 가능성이 크다. 골다공증의 진단, 병인 및 위험 요인을 이해하는 것은 효과적인 예방 및 치료 전략을 개발하는 데 필수적이다. 금연, 알코올 조절, 신체활동 증가, 적절한 칼슘과 비타민 D 섭취를 포함한 교정 가능한 위험 요소를 목표로 하는 공중보건 증재 전략은 골다공증의 부담을 줄이는 데 중요하다. 또한 골밀도의 선별 및 모니터링을 통해 골다공증 위험이 있는 개인을 조기에 식별하면 적시에 적절한 치료 및 관리를 시작하는 데 도움이 될 수 있다. 지난 10년 동안 골다공증 치료법에는 비약적인 발전이 이루어졌다. 그러나 약물요법의 발전에 비하여 비약물적인 증재전략, 특히 남성 골다공증에 대한 위험 인식과 공중보건학적인 예방전략에는 논의가 부족한 실정이다. 이 논문은 문헌고찰을 통하여

남성 골다공증의 위험 요인에 대한 최신 지견을 제시한다. 아울러 중장년 남성이 골다공증을 예방하고 치료하기 위한 방안을 정리하여 환자의 근거기반 의사결정을 위한 기초자료를 제공하고자 한다.

II. 연구방법

연구진은 펍메드(<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov>)와 구글스칼라(<https://scholar.google.co.kr>)에서 최근 10년(2011~2020) 동안 출판된 남성 골다공증의 위험요인에 대한 논문 1,453건 중에서 가장 많이 피인용된 논문 10건을 선별하여 고찰하였다(Appendix 1). 그리고 여기서 제시된 남성 골다공증에 대한 최신 지견을 유형별로 정리하여 진단기준, 일차원인과 이차원인, 위험요인을 중심으로 도식화하였다. 아울러 이 논문들을 선행연구들과 비교하여 남성 골다공증의 위험요인에 대한 최신 지견을 정리하고 타당성을 평가하였다. 끝으로 남성 골다공증을 예방하고 치료하기 위해 필요한 공중보건 개입 전략을 제시하였다.

III. 연구결과

골다공증은 갱년기나 노화와 연관된 만성 대사성 골질환으로 모든 연령대와 성별, 인종에게서 흔히 나타나며 백인종, 노인, 여성에게서 더 흔하다. 골다공증은 골절이 생기기 전까지는 임상 증상이 없지만 남성의 경우는 이를 통해 사망을 유발할 수 있다(Sözen et al., 2017)(Appendix 1). 골다공증성 골절, 특히 고관절 골절은 남성에게 상당한 이환률과 사망률을 초래하고 사회적 비용을 야기하고 있다(Willson et al., 2015)(Appendix 1). 그래서 골다공증은 남성의 중요한 공중보건 문제이지만 대부분의 나라에서 남성 골다공증은 과소진단 및 과소치료 되고 있다(Kaufman et al., 2013)(Appendix 1). 게다가 골다공증은 삶의 질의 저하, 장애보정 수명의 악화, 고령화로 인한 유병률 증가를 통해 국가건강보험시스템에 재정적 부담을 초래한다. 따라서 대중의 인식을 제고하여 골절이 발생하기 전에 골밀도 평가를 통해 이 질환을 조기에 진단하고 치료하는 것이 요구된다(Oyen et al., 2011)(Appendix 1). 특히 남성은 여

성보다 약 10년 정도 늦게 골다공증 골절을 겪지만 기대수명은 여성보다 남성에게서 더 빠르게 증가하고 있다. 따라서 남성은 골절될 때까지는 오래 살지만 한번 고관절 골절이 일어나면 1년 후 사망률은 여성보다 두 배 더 높다(Adler, 2014)(Appendix 1). Watts 등 (2012)은 GRADE(Grading of Recommendations, Assessment, Development, and Evaluation)라는 평가척도를 이용하여 골다공증의 고위험 남성[70세 이상 및 위험 요인(예: 저체중, 성인이 되기 전의 골절, 흡연력 등)이 있는 50-69세 남성을 특정하였다(Ap-pendix 1). 그리고 50세 이상으로 척추나 고관절 골절 병력이 있는 남성, T-score가 -2.5 이하인 남성, 낮은 골밀도 또는 임상적 위험인자로 인해 골절 위험이 높은 남성은 약물치료가 권고된다고 지적하였다. Adler (2014)에 따르면 이미 골절을 경험한 남성, 경구용 글루코코르티코이드를 복용 중인 남성, 안드로겐 차단 요법으로 전립선암 치료를 받고 있는 남성은 고위험군이다(Ap-pendix 1). 그래서 남성의 경우 DEXA를 이용하여 척추와 고관절의 골밀도 검사를 포함하여 골다공증의 이차적 원인에 대한 정밀한 평가가 필요하다. 실제로 Ryan 등 (2011)에 따르면 골다공증으로 진단을 받은 미국 남성의 경우 75%에서 성선기능저하증, 비타민 D 결핍, 고칼슘뇨증, 무증상 갑상선기능항진증 및 부갑상샘기능항진증을 포함한 이차성 골다공증이 발견되었다(Ap-pendix 1). 이는 본태성 골다공증이라고 생각된 남성 환자들의 절반이 특정 원인이 있는 이차성 골다공증이었다는 의미였다. 그러나 다른 한편으로 여전히 남성 환자의 절반은 병인의 확인이 어려운 특발성 골다공증이거

나 노령에 기인한 골다공증이다(Gielen et al., 2011)(Appendix 1). 골다공증의 증가하는 질병 부담으로 인해 주요 선진국들은 이에 대한 가이드라인을 제시해왔다. 영국의 경우 NOGG(National Osteoporosis Guideline Group)를 통해 노인의 골다공증 진단 및 관리지침을 제정한 이후에 위험 평가 및 치료에 상당한 발전을 거뒀다(Compston et al., 2013)(Appendix 1). 이들은 글루코코르티코이드 유발 골다공증의 관리, 칼슘 및 비타민 D 요법의 역할, 비스포스포네이트 요법의 장기적 이점과 위험에 대한 근거들을 업데이트해왔다. 미국의 예방서비스태스크포스(U.S. Preventive Services Task Force)는 세계보건기구의 FRAX 골절 위험 평가 도구(FRAX Fracture Risk Assessment Tool)에 따라 65세 이상의 모든 여성과 골절 위험이 높은 일부 젊은 여성에게 DEXA를 사용할 것을 권장하지만 남성의 경우에는 근거가 불충분하다(Jeremiah et al., 2015)(Appendix 1). 그러나 이차적 요인에 의한 골다공증 발생 여부를 확인하기 위해 특정 검사예를 들어, serum 25-hydroxyvitamin D, calcium, creatinine, and thyroid-stimulating hormone tests가 남성에게 요구된다. 그리고 골절을 예방하기 위한 일차 치료로 낙상 예방, 금연, 절주, 비스포스포네이트 요법(bisphosphonate therapy) 등을 적용한다.

지금까지 살펴본 남성 골다공증에 대한 최신 지견을 도식화하면 다음과 같다. (Table 1)은 남성 골다공증의 진단 기준이다. 골다공증의 조기발견을 위해서는 병력 및 신체검사, 골밀도측정, 갑상선기능검사, 혈구수, 혈청칼슘, 알부민, 크레아티닌 등의 항목을 확인하는 것이 필요하다.

〈Table 1〉 Diagnostic criteria for osteoporosis in men (based on BMD)

Classification	Bone mineral density (DEXA measurement)	T-score
Normal	Spinal or hip BMD within 1.0 S.D. of the mean level for a young adult reference population	T-score at -1.0 and above
Low bone mass (osteopenia)	Spinal or hip BMD between 1.0 and 2.5 S.D. below that of the mean level for a young adult reference population	T-score between -1.0 and -2.5
Osteoporosis	Spinal or hip BMD 2.5 S.D. or more below that of the mean level for a young adult reference population	T-score at or -2.5
Severe/established osteoporosis	Spinal or hip BMD 2.5 S.D. or more below that of the mean level for a young adult reference population with fractures	T-score at or -2.5 with one or more fractures

Notes. BMD=bone mineral density; DEXA=dual energy X-ray absorptiometry; S.D.=standard deviations

〈Table 2〉는 남성 골다공증의 1차 및 2차 요인이다. 중장년 남성의 경우 같은 연령대의 여성에 비하여 골다공증 발생 기전이 상대적으로 덜 알려져 있기 때문에 기저질환, 임상치료나 약물, 영양상태 등을 따져 이차성 골다공증은 아닌지 확인할 필요가 있다. 〈Table 3〉은 골다공증 및 골절 가능성에 대한 위험 요소를 정리한 것이다. 최신 지견

에 따르면 골절 감소를 위한 비약물적 중재로 다음과 같은 요법이 권장된다: 일광/자외선 노출(1일 30분, 주 5일), 비타민 D 보충(1일 800 IU), 근력 및 균형 훈련을 동반한 복합 운동, 금연, 알코올 섭취 제한(남성의 경우 하루에 4잔 미만), 카페인 섭취 조절(커피 2.5잔 미만), 다단계 낙상 위험의 평가.

〈Table 2〉 Primary and secondary causes of male osteoporosis

Primary osteoporosis			Secondary osteoporosis	
Type I	Type II	Classification	Type	Treatment
Age < 70	Age > 70	Disorders	Hypercalciuria	Androgen deprivation therapy
Vertebral fractures	Vertebral and hip fractures		Hypogonadism	Oral glucocorticoids
Specific genetic syndromes	Relation with muscle, sarcopenia		Hyperparathyroidism	Proton pump inhibitors
Cryptic secondary osteoporosis	Known risk factors		Hyperthyroidism	Selective serotonin reuptake inhibitors
			Rheumatoid arthritis	Chronic opiate analgesics
		Chronic obstructive pulmonary disease	Cancer chemotherapy (cyclophosphamide)	
		Syndromes, inflammatory bowel disease, celiac	Thiazolidinediones or enzyme-inducing anti-epileptics	
		Cushing's syndrome	Dopamine antagonists	
Medications		Anticonvulsants		
		Chemotherapeutics		
		Glucocorticoids		
		Thyroid hormone		
Poor nutrition		Low serum levels of vitamin D		
		Low calcium intake		
Other		Alcohol abuse		
		Post-transplant osteoporosis		
		Sedentary lifestyle		
		Tobacco abuse		

〈Table 3〉 Risk factors for osteoporosis and fracture probability

Risk factors for osteoporosis	Risk factors used for the assessment of fracture probability
Increasing age	Increasing age
Low level of physical activity	Previous fragility fracture, particularly of the hip, wrist and spine including morphometric vertebral fracture
Low body weight (< 58kg)	Low body mass index (< 19kg/m ²)
Low calcium or vitamin D intake	Secondary causes of osteoporosis
Immobilization and inadequate activity	Current glucocorticoid treatment
Excessive alcohol intake (> 4 drinks per day for men)	Alcohol intake
Smoking	Smoking
Family history of osteoporotic fracture	Parental history of hip fracture
Personal history of fracture	
Gonadal hormone deficiency	
Caffeine intake (> 2.5 units [e.g., cups of coffee] per day)	
White or Asian race	

IV. 논의

남성 골다공증은 고령화 국가에서 중요한 보건문제임에도 불구하고 진단율이 낮고 발병 위험에 대한 인식도 열악한 편이다. 이에 따라 본 논문은 최근 10년 동안 발표된 주요 국제학술 논문을 분석하여 남성 골다공증의 위험요인을 고찰하고 공중보건학적인 중재 전략을 검토하였다. 최신 문헌들이 지적하고 있는 내용들을 여타 선행연구들과 비교하여 평가하면 다음과 같다.

본고에서 살펴본 주요 피인용 논문에서 남성 골다공증의 위험 요인은 여타 최신 문헌들에서도 확인되고 있다. 즉, 고령, 낮은 BMI, 골다공증 가족력, 흡연, 과도한 음주, 신체활동 부족 등이 남성 골다공증의 위험요인으로 꼽힌다(Cosman et al., 2014). 또한 칼슘 및 비타민 D의 섭취 부족과 특정 약물의 사용이나 기저질환은 골다공증의 위험을 증가시킬 수 있다고 보고되었다(Harvey et al., 2017). 특히 라이프스타일은 남성의 골다공증 발생에 중요한 역할을 했다. Gonnelliet 등 (2014)은 비만을 골다공증과 골절의 위험 요소로 확인했으며 체중 관리가 뼈 손실을 예방하는 데

도움이 될 수 있음을 보고했다. 또한 Thaler 등 (2016)은 자연적으로 발생하는 이소티오시아네이트(isothiocyanate)인 후생유전학적 조절제인 설포라판(sulforaphane)이 뼈에 단백질화 및 항흡수 효과(anabolic and anti-resorptive effects)를 나타낼 수 있음을 보여주었으며 이는 설포라판 함유 식품이 풍부한 식단의 잠재적 이점이다. 한편 노화와 관련된 근육량과 근력의 감소인 근감소증도 골다공증과 관련이 있었다. Tarantino 등 (2013)은 골다공증과 근감소증 사이의 연관성을 강조하여 근감소증을 표적으로 하는 개입이 남성의 뼈 건강에 긍정적인 영향을 미칠 수 있음을 보고했다. 한편 골다공증의 발생에는 성 호르몬도 영향을 미쳤다. 여성은 폐경 후 발생하는 골밀도가 낮고 골 손실이 가속화되기 때문에 골다공증 발병 위험이 더 큰데 폐경기 동안 에스트로젠 수치의 감소는 여성의 뼈 손실에 기여하는 중요한 요인이기 때문이었다(Cosman et al., 2014). 반면, 남성의 경우 테스토스테론 결핍은 골다공증 위험 증가와 관련이 있었다(Martin, 2011). 여러 연구에서 남성의 골다공증 발병 및 진행에 있어 내인성 성 호르몬과 테스토스테론 대체요법의 역할을 검토했다. 예컨대, Martin (2011)은

남성의 뼈 건강에 대한 성 호르몬 및 테스토스테론 대체 요법의 영향에 대한 포괄적인 분석을 시도했다. 그들은 낮은 테스토스테론 수치가 골다공증 및 골절의 위험 증가와 관련이 있다는 것을 발견했고 뼈 건강을 위해서는 적절한 테스토스테론 수치를 유지하는 것이 중요하다고 보았다. 또한, Fink 등 (2016)은 테스토스테론과 에스트라디올 결합이 노인 남성의 골다공증 및 빠른 뼈 손실과 관련이 있음을 보고했다.

이러한 남성 골다공증의 위험 요인에 대한 공중보건학적인 예방과 조기 발견, 조기 개입 전략은 다음과 같다(Kanis et al., 2013). 아래에서 살펴볼 전략은 골절 위험을 낮추고 질병 관리를 위한 비용효율적인 방안이기 때문에 적극 활용될 필요가 있다(McCloskey et al., 2021; Hiligsmann et al., 2013). 첫째, 근골격계 건강을 위해 칼슘 보충이 필요하다(Harvey et al., 2017). 특히 Cosman 등 (2014)은 골다공증의 예방 및 치료에 대한 임상 가이드라인을 제시하면서 골다공증을 관리하기 위한 라이프스타일 교정과 칼슘 보충에 대한 약리학적 및 비약리학적 이중 개입을 권고했다. 둘째, 중장년 남성의 BMD 수검율(BMD screening rates)을 높이는 전략이 필요하다. 이를 위하여 중장년 남성과 의료 제공자에게 BMD 검사의 중요성을 알리기 위한 공중보건 캠페인을 개발하여 인식을 제고한다. 그리고 상술한 위험 요인이 있거나 골다공증 가족력이 있는 남성을 대상으로 맞춤형 선별 프로그램을 제공하여 고위험 남성을 조기 발견하는 것이 필요하다. 또한 국민건강보험공단에서 생애전환기 남성에게 제공하는 건강검진 서비스에 BMD 검사를 필수항목으로 넣어서 재정적으로 서비스 접근 가능성을 높이는 것이 요청된다. 셋째, 골다공증 치료와 관련된 허위 정보(disinformation)나 오보(misinformation)를 관리하여 환자가 검증된 표준치료법을 택하고 순응도를 높이며 치료의 연속성을 유지할 수 있도록 할 필요가 있다. 예컨대, 비스포스포네이트의 장기간 사용이 골괴사증(osteonecrosis of the jaw; ONJ)의 위험도를 높이는 것은 사실이다(Ruggiero et al., 2014). 그러나 디지털 미디어나 유튜브 등을 통해 그 위험성이 과대평가된 부분이 있다. 최신 연구에 따르면 비스포스포네이트를 사용하는 환자에서 ONJ 발생 확률은 전체 ONJ 발생률의 약 0.1%~0.2%로 극히 낮았다(Kizub et al., 2021). 치주질환으로 발치를 할 수 있는 골다공증 환자들에게 잘못된 정보로 과도한 공포심을 심어

주는 것은 치료의 연속성을 떨어뜨리기 때문에 이를 억제하는 공중보건 캠페인 전략이 요구된다.

골다공증은 여러 만성질환 중에서 지난 10년 동안 치료제가 비약적으로 발전하였기 때문에 환자에게 적절한 선택지를 알려주고 장단점을 비교할 수 있는 정보를 제공하는 것이 필요하다. 골다공증에 대한 약리학적인 치료 선택지에는 비스포스포네이트(bisphosphonates; BP), 프롤리아(Prolia, 성분명: denosumab), 이베니티(Eventity, 성분명: romosozumab) 등 최신 약제가 있다. 우선 비스포스포네이트는 골다공증 치료를 위해 일반적으로 처방되는 약물이다(Russell, Watts, Ebetino, & Rogers, 2008). 이는 골 흡수를 억제하여 골밀도를 높이고 골절 위험을 줄인다. 비스포스포네이트의 장점으로는 잘 확립된 효능, 장기적인 안전성 데이터 및 경제성이 꼽히며, 단점으로는 위장관 부작용, 비정형 대퇴골 골절의 잠재적 위험, 드물게 턱의 골괴사가 있다(Black & Rosen, 2016). 다음으로 프롤리아는 골 재흡수에 관여하는 단백질인 RANKL을 표적으로 하는 단일 클론 항체이다(Cummings et al., 2009). 이는 RANKL을 억제함으로써 골흡수를 줄이고 골밀도를 높이며 골절 위험을 감소시킨다. 프롤리아의 장점으로는 입증된 효능, 6개월마다 주사제로 맞는다는 편리함, 낮은 부작용이 꼽히며, 단점에는 저칼슘혈증의 가능성, 감염, 지속적인 치료의 필요성이 있다(Papapoulos et al., 2012). 마지막으로 이베니티는 뼈 형성 억제에 관여하는 단백질인 스플레로스틴(spleroestin)을 표적으로 하는 단일 클론 항체이다(Cosman et al., 2016). 이베니티의 장점에는 골밀도의 급속한 증가와 중증 골다공증 환자에게 적용이 가능하다는 것이며, 단점에는 심혈관 사고 위험의 증가, 장기간 처방의 안전성에 대한 자료의 제한성, 12개월 사용 후 다른 골다공증 치료제로의 전환 필요가 꼽힌다(Saag et al., 2017).

보건 커뮤니케이션에서 골다공증이 여성만의 질병이라는 것은 널리 퍼진 오해이다. 골절될 가능성이 현저히 증가한 뼈를 특징으로 하는 골다공증은 종종 남성에서 과소 인식되고 과소 치료되었다(Cawthon, 2011). 예를 들어, 50세 이상의 남성 4명 중 1명은 평생 동안 골다공증성 골절을 경험한다(National Institutes of Health, 2023). 이 연구를 통해 우리는 다음과 같은 공중보건학적인 예방 전략을 제시할 수 있다. 1차 예방은 질병의 징후가 나타나기 전에 골다공증의 위험을 줄이는 데 중점을 두는 것으로 주로 라이

프스타일 수정 및 보건교육을 포함한다. 신체활동, 특히 체중 부하 및 저항 운동은 골밀도를 증가시키고 골절 위험을 감소시킨다(Mohebbi et al., 2023). 아울러 보건영양학적으로 식단이 보충제를 통한 칼슘과 비타민 D의 적절한 섭취는 뼈 건강에 필수적이다. 따라서 골다공증에 대한 보건교육 캠페인은 중장년 남성을 대상으로 건강한 라이프스타일 선택의 중요성에 초점을 맞출 필요가 있다(Jones, Herath, Ebeling, Teede, & Vincent, 2021). 2차 예방 예방은 질병의 진행을 늦추기 위한 조기 발견 및 치료이다. 골다공증의 경우 이는 가족력, 저체중 및 특정 약물과 같은 위험 요인에 대한 선별 및 평가를 의미한다(Adler, 2014). 따라서 현재 남성의 골다공증 진단을 위한 표준인 DEXA를 추가 위험 요인이 있는 70세 이하 모든 남성이 검사받도록 한다(Kanis et al., 2013). 3차 예방은 질병의 사후 영향을 줄이고 추가 악화를 방지하는 것을 목표로 하는데 남성 골다공증의 맥락에서는 골절을 예방하기 위해 골다공증을 치료하고 골절이 발생한 후 적절한 관리 및 재활을 제공하는 것이다. 약물요법은 골다공증 치료의 초석으로 비스포스포네이트는 골다공증이 있는 남성의 골절 위험을 최대 50%까지 줄인다(Russell et al., 2008). 그런데 비스포스포네이트 등 기존 골흡수억제제들은 경제적 부담과 약제 부작용, 복용의 불편함으로 인해 장기 치료의 순응도가 낮다. 골다공증의 경우 골절시 암 못지 않은 치사율을 보이지만 장기 치료를 통한 골절 예방의 목적을 제대로 달성하지 못했던 것이다. 그러나 프롤리아가 상술한 부작용들을 상당히 개선하여 국내에서도 이제 1차 약제로 장기간 사용되고 있다. 현재 우리나라 골다공증 치료제의 보험 급여는 골밀도 수치(T-score) -2.5를 기준으로 하는데 여기에 해당하는 환자에게 프롤리아를 처방할 경우 장기 순응도가 높고 골밀도 상승도 기대할 수 있어 치료의 패러다임이 변했다. 그러므로 세 가지 예방전략을 바탕으로 보건 커뮤니케이션을 활성화한다면 중장년 남성 골다공증 환자를 골절 전에 발견하여 예후를 개선하고 관련된 질병부담도 낮출 수 있다.

본 연구는 한 가지 제한점을 갖는다. 남성 골다공증에 대한 방대한 문헌들을 검토한 바에 따르면 서양과 우리나라 남성의 골다공증 위험 요인은 대체로 공통된다. 즉, 칼슘 섭취량과 비타민 D 수치, 호르몬 요인, 좌식 생활방식, 흡연과 음주, 저체중은 한국 남성에게서도 골다공증의 위험 요인이다. 그러나 유전적 소인에 대한 국내 연구는 부족하

기 때문에 서양과의 차이를 규명하기 위해서는 더 많은 후속 연구가 필요하다.

골다공증은 골량의 감소와 뼈 조직의 미세한 구조적 악화를 통해 골의 강도가 감소하여 골절 위험도가 증가하는 만성 골격 질환이다. 이 논문은 최근 10년 동안 발표된 주요 국제학술논문을 검토하여 남성 골다공증의 발생에 영향을 미치는 위험요인으로 유전적 소인, 라이프스타일과 식습관, 알코올 섭취와 흡연, 비타민 D 결핍, 신체활동 부족, 흡연, 좌식 생활, 저체중 또는 비만을 확인하였다. 국제골다공증재단(International Osteoporosis Foundations; IOF)과 미국골다공증재단(National Osteoporosis Foundation; NOF)에 따르면 남성 골다공증의 예방 및 관리 지침과 권장 사항은 다음과 같다(IOF, 2017; NOF, 2021). 첫째, 식이요법이나 보충제를 통해 적절한 칼슘 섭취가 필요하다. 19-70세 남성의 일일 칼슘 권장량은 1000mg이며, 71세 이상 남성은 하루 1200mg을 섭취해야 한다. 둘째, 햇빛 노출, 식이요법 또는 보충제를 통해 충분한 비타민 D 수치를 유지해야 한다. 남성의 하루 비타민 D 필요량은 600-800 IU이다. 셋째, 규칙적인 체중 부하 및 근육 강화 운동을 실천하여 뼈 건강을 증진한다. 넷째, 금연과 절주를 통해 골다공증 발생 위험을 낮춘다. 다섯째, 저체중과 비만은 모두 뼈 건강에 부정적인 영향을 미칠 수 있으므로 적절한 체중을 유지한다. 여섯째, 정기 검진을 통해 골다공증을 조기에 발견한다. 그러므로 남성 골다공증의 위험 요인에 대한 공중보건학적인 예방과 조기 발견, 조기 개입 전략으로 칼슘 보충, 골밀도 검사의 수검률 증진, 골다공증 치료와 관련된 투명한 보건 커뮤니케이션이 필요하다.

References

- Adler, R. A. (2014). Osteoporosis in men: A review. *Bone Research*, 2, 14001. doi: 10.1038/boneres.2014.1.
- Bartl, R., & Frisch, B. (2004). *Osteoporosis: Diagnosis, prevention, therapy* (p. 253). Heidelberg: Springer-Verlag Berlin.
- Black, D. M., & Rosen, C. J. (2016). Postmenopausal osteoporosis. *New England Journal of Medicine*, 374(3), 254-262. doi: 10.1056/NEJMc1513724.
- Cawthon, P. M. (2011). Gender differences in osteoporosis and fractures. *Clinical Orthopaedics and Related Research*,

- 469(7), 1900-1905. doi: 10.1007/s11999-011-1780-7.
- Cosman, F., Crittenden, D. B., Adachi, J. D., Binkley, N., Czerwinski, E., Ferrari, S., . . . Lewiecki, E. M. (2016). Romosozumab treatment in postmenopausal women with osteoporosis. *New England Journal of Medicine*, 375(16), 1532-1543. doi: 10.1056/NEJMoa1607948.
- Cosman, F., de Beur, S. J., LeBoff, M. S., Lewiecki, E. M., Tanner, B., Randall, S., & Lindsay, R. (2014). Clinician's guide to prevention and treatment of osteoporosis. *Osteoporosis International*, 25(10), 2359-2381. doi: 10.1007/s00198-014-2794-2.
- Cummings, S. R., San Martin, J., McClung, M. R., Siris, E. S., Eastell, R., Reid, I. R., . . . Christiansen, C. (2009). Denosumab for prevention of fractures in postmenopausal women with osteoporosis. *New England Journal of Medicine*, 361(8), 756-765. doi: 10.1056/NEJMoa0809493.
- Fink, H. A., Ewing, S. K., Ensrud, K. E., Barrett-Connor, E., Taylor, B. C., Cauley, J. A., . . . Orwoll, E. S. (2016). Association of testosterone and estradiol deficiency with osteoporosis and rapid bone loss in older men. *Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*, 97(10), 3908-3915. doi: 10.1210/jc.2006-0173.
- Gonnelli, S., Caffarelli, C., & Nuti, R. (2014). Obesity and fracture risk. *Clinical Cases in Mineral and Bone Metabolism*, 11(1), 9-14. doi: 10.11138/ccmbm/2014.11.1.009.
- Harvey, N. C., Biver, E., Kaufman, J. M., Bauer, J., Branco, J., Brandi, M. L., . . . Cooper, C. (2017). The role of calcium supplementation in healthy musculoskeletal ageing. *Osteoporosis International*, 28(2), 447-462. doi: 10.1007/s00198-016-3773-6.
- Hilgsmann, M., Kanis, J. A., Compston, J., Cooper, C., Flamion, B., Bergmann, P., . . . Reginster, J. Y. (2013). Health technology assessment in osteoporosis. *Calcified Tissue International*, 93(1), 1-14. doi: 10.1007/s00223-013-9724-8.
- International Osteoporosis Foundation [IOF]. (2017). Osteoporosis in men. Retrieved from <https://www.iofbonehealth.org/osteoporosis-men>
- Jones, A. R., Herath, M., Ebeling, P. R., Teede, H., & Vincent, A. J. (2021). Models of care for osteoporosis: A systematic scoping review of efficacy and implementation characteristics. *E Clinical Medicine*, 38, 101022. doi: 10.1016/j.eclinm.2021.101022.
- Kanis, J. A., McCloskey, E. V., Johansson, H., Cooper, C., Rizzoli, R., & Reginster, J. Y. (2013). European guidance for the diagnosis and management of osteoporosis in postmenopausal women. *Osteoporosis International*, 24(1), 23-57. doi: 10.1007/s00198-012-2074-y.
- Kizub, D. A., Miao, J., Schubert, M. M., Paterson, A. H. G., Clemons, M., Dees, E. C., . . . Gralow, J. R. (2021). Risk factors for bisphosphonate-associated osteonecrosis of the jaw in the prospective randomized trial of adjuvant bisphosphonates for early-stage breast cancer (SWOG 0307). *Supportive Care in Cancer*, 29(5), 2509-2517. doi: 10.1007/s00520-020-05748-8.
- Martin A. C. (2011). Osteoporosis in men: A review of endogenous sex hormones and testosterone replacement therapy. *Journal of Pharmacy Practice*, 24(3), 307-315. doi: 10.1177/0897190010397716.
- McCloskey, E., Rathi, J., Heijmans, S., Blagden, M., Cortet, B., Czerwinski, E., . . . Papapoulos, S. (2021). The osteoporosis treatment gap in patients at risk of fracture in European primary care: A multi-country cross-sectional observational study. *Osteoporosis International*, 32(2), 251-259. doi: 10.1007/s00198-020-05557-z.
- Mohebbi, R., Shojaa, M., Kohl, M., von Stengel, S., Jakob, F., Kersch-Schindl, K., . . . Kemmler, W. (2023). Exercise training and bone mineral density in postmenopausal women: An updated systematic review and meta-analysis of intervention studies with emphasis on potential moderators. *Osteoporosis International*, 34(7), 1145-1178. doi: 10.1007/s00198-023-06682-1.
- National Health Insurance Service. (2021). *Osteoporosis, which occurs frequently in women, accounts for 94% of all patients in 2021*. Retrieved from <https://www.nhis.or.kr/nhis/together/wbhaea01600m01.do?mode=view&articleNo=10832014&article.offset=0&articleLimit=10>
- National Institutes of Health [NIH]. (2023). *Bone health and osteoporosis*. Retrieved from <https://www.niams.nih.gov/health-topics/bone-health-and-osteoporosis>
- National Osteoporosis Foundation [NOF]. (2021). *What men need to know*. Retrieved from <https://www.nof.org/patients/men/>
- Papapoulos, S., Chapurlat, R., Libanati, C., Brandi, M. L., Brown, J. P., Czerwiński, E., . . . Bone, H. G. (2012). Five years of denosumab exposure in women with postmenopausal osteoporosis: Results from the first two years of the FREEDOM extension. *Journal of Bone and Mineral Research*, 27(3), 694-701. doi: 10.1002/jbmr.1479.
- Ruggiero, S. L., Dodson, T. B., Fantasia, J., Goodday, R., Aghaloo, T., Mehrotra, B., & O'Ryan, F. (2014). American association of oral and maxillofacial surgeons position paper on medication-related osteonecrosis of the jaw—2014 update. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 72(10), 1938-1956. doi: 10.1016/j.joms.2014.04.031.
- Russell, R. G., Watts, N. B., Ebetino, F. H., & Rogers, M. J. (2008). Mechanisms of action of bisphosphonates: similarities and differences and their potential influence on clinical efficacy. *Osteoporosis International*, 19(6),

- 733-759. doi: 10.1007/s00198-007-0540-8.
- Saag, K. G., Petersen, J., Brandi, M. L., Karaplis, A. C., Lorentzon, M., Thomas, T., . . . Grauer, A. (2017). Romosozumab or alendronate for fracture prevention in women with osteoporosis. *New England Journal of Medicine*, *377*(15), 1417-1427. doi: 10.1056/NEJMoa1708322.
- Salari, N., Ghasemi, H., Mohammadi, L., Rabieenia, E., Shohaimi, S., & Mohammadi, M. (2021). The global prevalence of osteoporosis in the world: A comprehensive systematic review and meta-analysis. *Journal of Orthopaedic Surgery and Research*, *16*, 609. doi: 10.1186/s13018-021-02772-0.
- Tarantino, U., Baldi, J., Celi, M., Rao, C., Liuni, F. M., Iundusi, R., & Gasbarra, E. (2013). Osteoporosis and sarcopenia: the connections. *Aging Clinical and Experimental Research*, *25*(Suppl 1), 93-95. doi: 10.1007/s40520-013-0097-7.
- Thaler, R., Maurizi, A., Roschger, P., Sturmlechner, I., Khani, F., Spitzer, S., . . . van Wijnen, A. J. (2016). Anabolic and antiresorptive modulation of bone homeostasis by the epigenetic modulator sulforaphane, a naturally occurring isothiocyanate. *Journal of Biological Chemistry*, *291*(13), 6754-6771. doi: 10.1074/jbc.M115.678235.
- Wright, N. C., Looker, A. C., Saag, K. G., Curtis, J. R., Delzell, E. S., Randall, S., & Dawson-Hughes, B. (2014). The recent prevalence of osteoporosis and low bone mass in the United States based on bone mineral density at the femoral neck or lumbar spine. *Journal of Bone and Mineral Research*, *29*(11), 2520-2526. doi: 10.1002/jbmr.2269.

<p>■ Minsoo Jung https://orcid.org/0000-0003-3317-6507</p>

Appendix

〈Appendix 1〉 A bibliography of the 10 most cited articles on risk factors for osteoporosis in men from 2011–2020 in PubMed

No.	Bibliographic information	Number of citations
1	Sözen, T., Özışık, L., & Başaran, N. Ç. (2017). An overview and management of osteoporosis. <i>European journal of rheumatology</i> , 4(1), 46-56.	1,437
2	Watts, N. B., Adler, R. A., Bilezikian, J. P., Drake, M. T., Eastell, R., Orwoll, E. S., ... Endocrine Society (2012). Osteoporosis in men: An Endocrine Society clinical practice guideline. <i>The Journal of clinical endocrinology and metabolism</i> , 97(6), 1802-1822.	636
3	Compston, J., Bowering, C., Cooper, A., Cooper, C., Davies, C., Francis, R., ... National Osteoporosis Guideline Group (2013). Diagnosis and management of osteoporosis in postmenopausal women and older men in the UK: National Osteoporosis Guideline Group (NOGG) update 2013. <i>Maturitas</i> , 75(4), 392-396.	326
4	Willson, T., Nelson, S. D., Newbold, J., Nelson, R. E., & LaFleur, J. (2015). The clinical epidemiology of male osteoporosis: A review of the recent literature. <i>Clinical epidemiology</i> , 7, 65-76.	249
5	Jeremiah, M. P., Unwin, B. K., Greenawald, M. H., & Casiano, V. E. (2015). Diagnosis and management of osteoporosis. <i>American family physician</i> , 92(4), 261-268.	170
6	Oyen, J., Brudvik, C., Gjesdal, C. G., Tell, G. S., Lie, S. A., & Hove, L. M. (2011). Osteoporosis as a risk factor for distal radial fractures: A case-control study. <i>The Journal of Bone and Joint Surgery</i> , 93(4), 348-356.	122
7	Adler R. A. (2014). Osteoporosis in men: A review. <i>Bone research</i> , 2, 14001.	117
8	Ryan, C. S., Petkov, V. I., & Adler, R. A. (2011). Osteoporosis in men: The value of laboratory testing. <i>Osteoporosis International</i> , 22(6), 1845-1853.	105
9	Kaufman, J. M., Reginster, J. Y., Boonen, S., Brandi, M. L., Cooper, C., Dere, W., ... Rizzoli, R. (2013). Treatment of osteoporosis in men. <i>Bone</i> , 53(1), 134-144.	102
10	Gielen, E., Vanderschueren, D., Callewaert, F., & Boonen, S. (2011). Osteoporosis in men. Best practice & research. <i>Clinical Endocrinology & Metabolism</i> , 25(2), 321-335.	101