creative commons

COMMONS DEED

저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:

저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.

비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.

변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 이용허락규약(Legal Code)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

Disclaimer

dCollection

보건학석사 학위논문

여성의 골다공증 진단경험과 악력 및 유산소 운동의 관계

- 국민건강영양조사 2015-2019 자료 활용 -

2023년 2월

서울대학교 보건대학원

보건학과 보건학 전공

이 연 화

여성의 골다공증 진단경험과 악력 및 유산소 운동의 관계

- 국민건강영양조사 2015-2019 자료 활용 -

지도교수 김 호

이 논문을 보건학 석사 학위논문으로 제출함
2022년 11월

서울대학교 보건대학원
보건학과 보건학전공
이 연 화

이연화의 석사 학위논문을 인준함
2022년 12월

위 원 장	조 성 일	(인)
부위원장	성 주 헌	(인)
위 원	김 호	(인)

초 록

본 연구는 여성의 골다공증 유병 여부에 따른 도메인별 신체활동 현황 파악하고 신체활동 수준 및 악력 수준과 골다공증간 연관성 탐색을 목적으로 한 단면연구이다.

연구 대상자는 2015-2019년 기간에 국민건강영양조사에 참여한 39,759명 중 결측치를 가진 대상자를 제외한 걷기 가능한 25세 이상 성인 여성 13,923명이다. 골다공증 유병 여부에 따라 대상자들을 두 그룹으로 나누어 도메인별 신체활동에 대해 복합표본분석을 수행하여 두 그룹간 신체활동의 차이를 확인하였다. 여가적 신체활동량과 상대 악력을 동시에 고려하여 신체활동 및 악력 수준 변수를 생성하였고, 그 수준에 따라 네가지 군으로 세분화하였다. 골다공증 유병에 영향을 미칠 수 있는 다른 변수들을 보정한 후 로지스틱 회귀분석을 시행하여 오즈비를 산출하였다. 높은 신체활동 및 높은 악력 군과 낮은 신체활동 및 낮은 악력군에 대해 성향점수매칭 및 조건부 로지스틱 회귀분석을 수행하였다. 매칭 시 최근접 매칭방법을 사용하여 치료군 대 대조군을 1:3 비율로 매칭 하였고, Caliper는 0.2로 설정하였다. 매칭된 결과의 균형여부는 SMD <0.1을 기준으로 판단하였다.

분석결과 중강도 직업적 신체활동, 고강도 및 중강도 여가적 신체활동, 장소이동 관련 신체활동에서 신체활동량이 유의하게 낮았으며 일간 좌식생활시간은 정상군에 비해 골다공증 유병자군에서 유의하게 긴 것으로 나타났다. 또한 유산소 운동 실천 비율과 근력운동 실천비율 또한 골다공증군에서 유의하게 낮은 것이 확인되었다. 로지스틱 회귀분석 결과 낮은 신체활동 및 낮은 악력군을 기준으로 하였을 때, 높은 신체활동 및 높은 악력군의 골다공증에 대한 오즈비는 0.473 (95% CI: 0.229-0.980)로, 두 군간 통계학적으로 유의 차이를 보인 반면(p=.0439), 나머지 군에서는 유의한 차이를 보이지 않았다. 성향점수 매칭 후 조건부 로지스틱 회귀분석을 한 결과 낮은 신체활동 및 낮은 악력군을 기준으로 하였을 때, 높은 신체활동 및 높은 악력군의 골다공증에 대한 오즈비는 0.428 (95% CI:

0.207-0.885)로, 두 군간 통계학적으로 유의 차이(p=.0220)를 보였다.

이상의 결과를 종합해보면 골다공증 유병자들에게 신체활동량 증가의 필요성을 교육하고 신체활동의 증가를 적극적으로 이끌어 낼 수 있도록 개별 신체 상태와 건강 수준을 고려하는 다양한 신체활동 프로그램의 개발이 필요함을 제안할 수 있을 것이다. 또한 신체활동시 악력수준을 고려할 필요성이 있음을 시사한다.

주요어 : 골다공증, 악력, 신체활동, 여성
학 번 : 2020-24527

목 차

제 1 장 서 론 1
1. 연구의 배경 1
2. 연구의 목적 2
제 2 장 연구 방법 3
1. 연구자료 및 연구대상 3
2. 자료수집 및 분석 3
제 3 장 결 과 9
1. 대상자의 일반적 특성 9
2. 골다공증 여부에 따른 신체활동 비교 11
3. 신체활동 및 악력 수준에 따른 대상자의 특성 13
4. 신체활동 및 악력 수준과 골다공증과의 연관성 15
5. PSM 전후 변수 분포 17
6. PSM 후 신체활동 및 악력 수준과 골다공증과의 연관성 22
제 4 장 논 의 23
제 5 장 결 론 28
참고 문헌 29
Abstract 33

표 목차

Table 1. Criterion-referenced health-related fitness standard of handgrip strength 8
Table 2. General characteristics according to osteoporosis..... 10
Table 3. Comparison of physical activity and health-related fitness according to osteoporosis 12
Table 4. General characteristics according to level of physical activity plus handgrip strength 14
Table 5. Logistic regression analysis for association between level of physical activity plus handgrip strength and osteoporosis 16
Table 6 Variables distribution before PSM 20
Table 7. Variables distribution after PSM 21
Table 8. Association between high physical activity plus high handgrip strength and osteoporosis..... 22

그림 목차

Figure 1. Fit plot for relative handgrip strength..... 5
Figure 2. Plot showing changes in standardized mean difference before and after matching 18
Figure 3. Histogram showing the propensity score distribution and overlapping in raw (A) and matched (B) samples in the control and in the treated..... 19

제 1 장 서 론

1. 연구의 배경

골다공증은 뼈 강도의 감소로 이어지는 골밀도와 골미세구조의 이상과 이로 인한 골절 위험성의 증가를 특징으로 하는 전신성 골격계 질환으로(1) 여성과 노인에게서 높은 유병률을 보인다. 2017년 우리나라 골다공증 유병률은 여성 3.57% 남성 0.26%로 여성이 남성에 비해 약 13배 높은 것으로 확인되었으며(2) 이는 폐경 이후 뼈의 성장과 재생에 중요한 역할을 하는 에스트로겐이 감소하면서 골밀도 감소가 급격히 일어나기 때문이다(3). 골다공증은 초기에는 특별한 증상이 없어 진단과 적절한 치료시기를 놓친 채 시간이 경과되어 골절이 발생한 이후 에서야 골다공증을 확인하게 되는 경우가 많다(4). 골다공증으로 인한 골절은 부위에 따라 15-20%는 1년 이내 사망할 수 있으며 골절 이후 정상 활동에 제한이 있어(5) 개인의 삶의 질 저하와 사회적 질병부담으로 이어진다. 골다공증 관련 진료비는 2012년 794억 원에서 2016년 1,032억 원으로 연간 약 8.5%의 증가를 보이며 이와 함께 골밀도 검사비도 지속적으로 증가하여 2012년 563억에서 2016년 759억으로 연평균 7.8%씩 증가된 바(6), 인구 고령화와 더불어 우리나라에서 골다공증 환자 관련 의료비가 빠르게 증가할 것이란 전망이다(7).

뼈는 물리적 자극을 받아 재 형성(8) 되기 때문에 신체활동은 칼슘 및 비타민 D 섭취와 함께 골다공증 관리에 중요한 역할을 한다(9). 질병관리청에서는 '골다공증 예방과 관리를 위한 7대 생활수칙' 홍보지를 발간하여 첫번째 수칙으로 규칙적 운동을 제안하고 있으며 학회 등 골다공증 관련 단체 및 전문가들은 골다공증 예방 및 관리를 위해 규칙적인 운동을 권고하고 있다(10). 하지만 이에 비해 국내 골다공증 유병자들의 실제 신체활동 현황과 이에 따른 과제를 독립적으로 고찰한 연구는 부족한 상황이다.

한편, 악력은 근육 기능 검사 중 가장 간단하며 비 침습적으로 근력을 측정할 수 있는 지표로 알려져 있다(11). 관련 선행연구에 의하면 악력은 모든 원인의 사망 및 심혈관 질환(12), 뇌졸증(13), 호흡곤란(14) 등 여러 질병의 예측인자로 사용될 수 있으며, 상대악력이 낮을수록 대사증후군의 위험이 증가하는 것이 확인되었다(15). 뿐만 아니라 근력의 지표인 악력은 뼈의 건강 상태와도 밀접한 관계가 있다. 근육과 뼈는 물리적인 힘이

가해지는 상황에서 서로 상호작용하며(16), 근감소증과 골다공증은 공통의 위험요인과 기전을 공유하고 있는 것으로 알려져 있다(17). 선행연구를 종합해 보면, 골다공증은 신체활동 및 악력과 연관성이 있는 것으로 보고되었지만 신체활동 수준과 악력 수준을 모두 고려하였을 때 골다공증 유병에 미치는 영향에 대한 국내 선행연구는 미흡한 실정이다.

2. 연구의 목적

본 연구는 골다공증이 있는 대상자들의 신체활동 현황을 파악하고, 근력의 지표로 알려져 있는 악력과 신체활동이라는 두 가지 변인을 하나의 독립된 인자로 고려하였을 때, 수준에 따른 골다공증과의 연관성을 분석하고자 한다. 연구의 구체적 목적은 다음과 같다.

첫째, 골다공증 유병자와 비 유병자 간 신체활동의 차이를 도메인별로 비교한다.

둘째, 신체활동 및 악력 수준과 골다공증간 연관성을 탐색한다.

제 2 장 연구 방법

1. 연구자료 및 연구대상

본 연구는 질병관리청의 국민건강영양조사(Korea National Health and Nutrition Examination Survey; KNHANES) 제6기 3차년도(2015), 제7기 1차-3차년도(2016-2018) 및 제8기 1차년도(2019) 원시자료를 이용하여 수행되었다. 국민건강영양조사는 매년 192개 조사구(표본지역)당 20-25가구를 표본가구로 선정하여 건강설문조사, 검진조사, 영양조사를 통해 전국 규모의 국가단위 통계를 산출하는 조사로, 2015-2019년 기간에 조사에 참여한 대상자는 총 39,759 명이다.

연구 대상은 25세 이상의 걷기가 가능한 여성으로 선정하였다. 골다공증과 관련된 많은 연구가 골다공증의 주요 위험요인 중 하나인 폐경 이후의 여성을 대상으로 실시하였으나, 본 연구에서는 보다 포괄적인 인구집단 내에서 신체활동과 골다공증과의 연관성에 대해 분석하고자 25세 이상 여성을 연구대상자로 선정하였다. 이에 따라 본 연구에 포함된 연구대상자는 총 2015-2019년 기간에 국민건강영양조사에 참여한 39,759명 중 결측 치를 가진 대상자를 제외한 걷기 가능한 25세 이상 성인 여성 13,923명이다.

이 연구는 서울대학교 생명윤리위원회(IRB)의 심의를 거쳐「생명윤리 및 안전에 관한 법률 시행규칙」 제13조 제1항 제3호에 근거하여 심의면제(접수번호: SNU 22-09-135, 승인번호: IRB No. E2211/002-011)를 받았다.

2. 자료수집 및 분석

1) 골다공증 유병 여부

골다공증 유병 여부는 국민건강영양조사의 건강설문조사 중 이환 조사항목에서 골다공증을 의사에게 진단받은 경우로 정의하였다.

2) 신체활동

국민건강영양조사 제6기 2차년도부터 신체활동은 세계보건기구의 국제신체활동설문지 한글판을 조사 도구로 사용하였다(18). 대상자의

신체활동을 직업적 고강도, 중강도 신체활동과 여가적 고강도, 중강도 신체활동 그리고 장소 이동 관련 신체활동으로 도메인 별로 구분하여 일주일간 참여한 빈도 및 시간을 수집하였고 이를 바탕으로 각 활동별 신체활동량 및 총 신체활동량을 metabolic equivalent-minute/wk (MET-min/wk)로 계산하였다. 또한 하루에 자는 시간을 제외하고 눕거나 앉아있는 총 시간을 수집하였다.

유산소 신체활동은 중강도 신체활동을 일주일에 2시간 30분 이상 수행하였거나 고강도 신체활동을 일주일에 1시간 15분 이상 수행하였거나 또는 고강도 1분은 중강도 2분으로 계산하여 중강도와 고강도 신체활동을 섞어서 동일한 수준의 활동을 수행하였는지 여부에 따라 구분하였다. 또한, 지난 일주일동안 근력운동 시행 일수를 수집하였다.

3) 악력

악력은 디지털 악력계(Digital grip strength dynamometer, T.K.K 5401, Japan)를 이용하여 양손을 교대로 각각 3회씩 측정하였다. 절대 악력은 체중이 증가함에 따라 크게 증가하기 때문에(19), 악력에 대한 체중의 영향을 제거하고자 본 연구에서는 측정한 악력 중 최댓값을 (악력(kg)/체중(kg))×100 공식을 사용하여 계산한 상대적 악력을 최종 값으로 사용하였다.

4) 신체활동 및 악력 수준

본 연구는 신체활동과 악력 모두 고려하여 골다공증과의 연관성을 확인하는 것이 목적이기 때문에 기 수집된 신체활동량과 악력을 활용하여 새로운 변수를 생성하였다.

직업적 신체활동은 골밀도의 증가와 연관성을 찾을 수 없는 것으로 보고되었고(20), 2020 WHO 의 신체활동 가이드라인(21)에 따르면 적어도 주당 600 MET-min 이상의 신체활동을 권고 하고 있다. 이에 여가적 신체활동량을 계산하여 신체활동량이 주당 600 MET-min 이상인지에 따라 높은 신체활동군과 낮은 신체활동군으로 구분하였다.

상대 악력은 19-64세의 경우, 한국 성인의 대사증후군예방을 위한 건강체력기준(15)에 제시된 연령군에 따른 상대 악력 기준의 하한 값을 충족하는지에 따라 구분하였다. 건강체력기준은 19-64세 성인을 대상으로

개발되었기 때문에 65세 이상 대상자에 대해서는 악력기준을 별도 계산하였다. 상대악력과 연령대 사이에 선형 관계가 있는 것으로 가정하고(Figure 1) 선형회귀를 사용하여 65세 이상 대상자를 위한 건강체력기준을 계산하였다. 최종 악력기준은 Table 1과 같으며, 기준 이상인지에 따라 높은 악력군과 낮은 악력군으로 구분하였다.

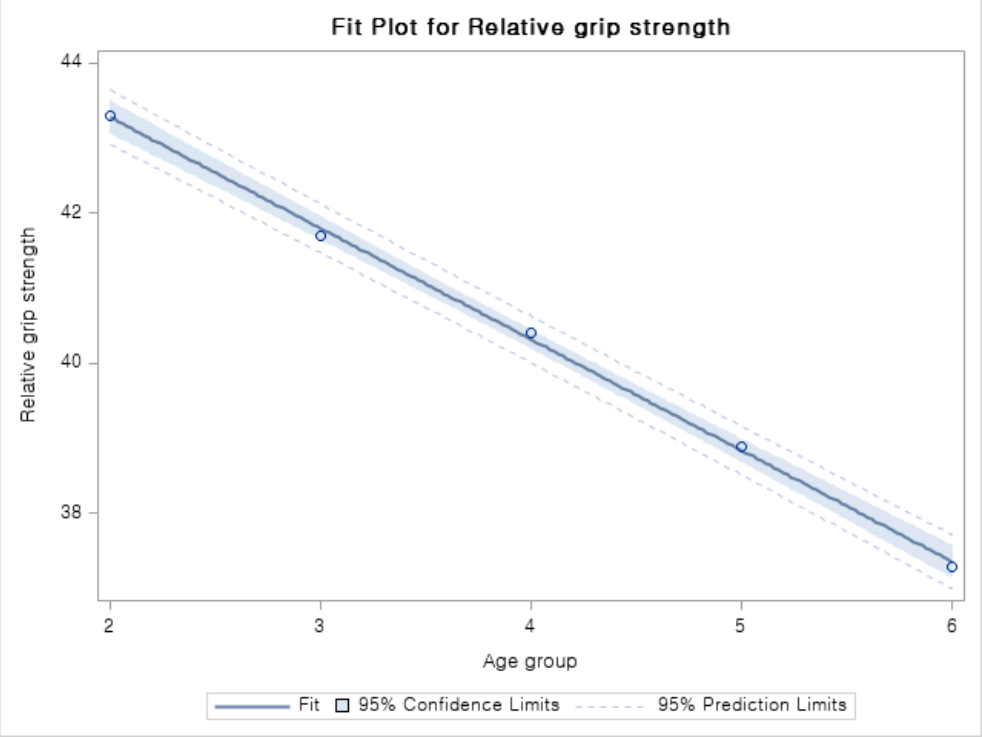

Figure 1. Fit plot for relative handgrip strength

여가적 신체활동량과 상대 악력을 동시에 고려하여 신체활동 및 악력 수준 변수를 생성하였고, 그 수준에 따라 네가지 군(높은 신체활동 및 높은 악력 군, 낮은 신체활동 및 높은 악력 군, 높은 신체활동 및 낮은 악력 군, 낮은 신체활동 및 높은 악력 군)으로 세분화하였다.

5) 인구사회학적 특성 및 건강관련 변수

골다공증 유병자의 인구사회학적 특성 및 건강관련 변수는 국민건강영양조사 자료에서 선행연구를 토대로 선정하였으며 다음의 인구사회학적 특성이 수집되었다. 건강설문조사를 통해 성별, 연령, 경제수준, 학력, 음주, 흡연, 스트레스, 초경연령, 폐경, 고혈압, 이상지질혈증, 류마티스성 관절염, 당뇨 이환 여부를 수집하였고, 체질량지수(BMI) 수집을

위해 검진조사 결과를 사용하였다. 소득수준은 하, 중하, 중상, 상으로 구분된 개인 소득사분위변수를 중하 및 중상을 하나로 묶어 하, 중, 상으로 구분하였고, 교육수준은 초등학교 졸업 이하, 중학교 졸업, 고등학교 졸업, 대학교 이상으로 구분하였다. 음주의 경우 최근 1년간 금주 하였거나 월 1회 미만인 경우와 월 1회 이상인 경우로 분류하였다. 흡연은 현재 흡연 중이면서 평생 담배 5갑(100개비) 이상 피운 경우와 그렇지 않은 경우로 분류하였다. 스트레스는 평소 일상생활 중에 스트레스를 '많이' 또는 '대단히 많이' 느끼는 편이라고 응답한 경우와 그 보다 적게 느끼는 경우로 분류하였다.

6) 통계 분석

본 연구에서 수집된 자료를 분석하기 위하여 SAS 버전 9.4 (SASInstitute Inc., Cary, NC, USA)를 이용하였고, 통계적 유의수준은 0.05로 설정하였다.

질병관리본부의 국민건강영양조사 원시자료분석지침서(SAS)에 따르면, 국민건강영양조사 자료를 이용할 경우 복합표본설계의 3요소인 가중치, 층화, 집락 변수를 고려하여 분석할 것을 권고하고 있다. 기수간 통합자료를 활용할 경우 통합기간 내 연도별 가중치와 통합비율을 곱하여 통합가중치를 사용해야 하며, 이에 본 연구에 활용된 2015-2019년의 5개년 자료에 대해 자료활용 권고지침에 따라 연도별 가중치에 1/5을 곱하여 산출된 통합가중치를 활용하여 분석하였다. 연속형 변수는 평균과 표준편차(mean ± SD)로 표기하였고, 범주형 변수의 경우 빈도와 퍼센트로 표기하였다. 연속형 변수에 대한 차이 검증은 t-검정, 분산분석(ANOVA)을 하였고 유의한 차이를 보이는 변수에 대한 사후검증으로 Tukey-Kramer 방법을 사용하였다. 또한 범주형 변수에 대한 차이 검증은 Rao-Scott 카이제곱 독립성 검정을 이용하였다. 또한 신체활동 및 악력 수준과 골다공증 유병간 연관성을 확인하기 위해 로지스틱 회귀분석을 사용하여 골다공증 유병에 영향을 미칠 수 있는 다른 변수(연령, 경제수준, 학력, 음주, 흡연, 스트레스, 체질량지수(BMI), 초경연령, 폐경, 고혈압, 이상지질혈증, 류마티스성 관절염, 당뇨 이환 여부)들을 보정한 후 오즈비를 산출하였다.

로지스틱 회귀분석에서 유의한 차이를 보이는 두개 군에 대해, 신체활동 및 악력 수준 외에 골다공증에 영향을 미칠 수 있는 변수들을 효과적으로 통제하기 위하여 성향점수매칭을 수행하였다. 매칭 시 최근접 매칭(Nearest neighbor matching or greedy matching) 방법을 사용하여 치료군 대 대조군을 1:3 비율로 매칭 하였고, Caliper는 0.2로 설정하였다. 매칭된

결과의 균형여부는 Standardized mean difference <0.1을 기준으로 판단하였다. 성향점수매칭 후 조건부 로지스틱 회귀분석(conditional logistic regression)을 실시하였다.

Table 1. Criterion-referenced health-related fitness standard of handgrip strength

Variables	Cut-off point							
	19-29 yr	30-39 yr	40-49 yr	50-59 yr	60-69 yr	70-79 yr	80-89 yr	90-99 yr
RGS (%)	43.3	41.7	40.4	38.9	37.3	35.8	34.4	32.9

RGS: relative handgrip strength, %

제 3 장 결 과

1. 대상자의 일반적 특성

Table 2는 대상자를 골다공증 진단 여부에 따라 나누어 기본적인 특성을 비교한 결과이다. 정상군은 평균 연령이 47.79±0.19 이고, 골다공증군은 67.36±0.27로 통계적으로 유의한 차이를 보였다(p<.0001). 소득수준에 따라서도 통계적으로 유의한 차이가 확인되었다(p<.0001). 정상군의 경우 소득수준 하위의 비율이 13.6%인 반면, 골다공증 군은 40.69%로 정상군에 비해 골다공증 군에서 소득수준 하위의 비율이 높았다. 학력의 경우에도 유의한 차이를 보였고(p<.0001), 정상군은 초등학교 이하의 학력을 지닌 비율이 12.81%고, 골다공증군은 53.89%로, 골다공증 집단에서 초등학교 이하 학력 비율이 높았다.

사회경제적수준 이외 월 1회 이상 음주, 평생 흡연여부 역시 정상군과 골다공증 군 사이에서 유의한 차이를 보였다. 월 1회 이상 음주하는 비율은 골다공증군이 21.5%, 정상군이 46.18%로 정상군에서 유의한 차이로 더 높았고(p<.0001), 평생 흡연의 경우에도 골다공증 군에서 2.41%, 정상군이 5.83%으로 정상군에서 유의하게 높았다(p<.0001). 스트레스를 인지하는 비율 또한 24.73% 및 29.18%로 골다공증군에서 보다 정상군에서 더 높은 것으로 확인되었다(p=.0005). 체질량지수(BMI)는 정상군 및 골다공증군에서 각각 23.43±0.04 kg/m^2 및 23.78±0.08 kg/m^2 로 통계적으로 유의하게 차이나 나타났다(p=.0001). 악력은 정상군이 41.70±0.12%, 골다공증군이 37.37±0.25%로 정상군이 골다공증군에 비해 높게 나타났다(p<0.001).

여성건강특성인 초경연령 및 폐경 여부에서도 통계적으로 유의한 차이가 있었다. 정상군의 초경연령은 13.69±0.02 이고 골다공증군의 초경연령은 15.29±0.05로, 골다공증군의 초경연령이 더 높았다(p<.0001). 폐경 여부의 경우, 정상군에서는 39.29%가 폐경인 것인 반면 골다공증군에서는 94.92%로, 골다공증군의 폐경비율이 상대적으로 매우 높은 것으로 확인되었다(p<.0001).

대상자들의 동반 질환과 골다공증 유병과의 관계를 살펴본 결과, 골다공증 군에 있어서 고혈압 45.2%, 이상지질혈증 43.81%, 류마티스성 관절염 6.89%, 당뇨 15.12%로 나타났고, 모두 정상군과 비교하여 유의한 차이를 보였다(p<.0001).

Table 2. General characteristics according to osteoporosis

Variables	Categories	No (n=11,971)		Yes (n=1,952)		*P-value*
		n(%) or Mean±SD		n(%) or Mean±SD		
Age (year)		47.79	±0.19	67.36	±0.27	<.0001
Household income	Low	1831	(13.16)	838	(40.69)	<.0001
	Middle	6372	(54.02)	842	(43.75)	
	High	3768	(32.82)	272	(15.57)	
Education level	≤Elementary school	1963	(12.81)	1098	(53.89)	<.0001
	Middle school	1222	(9.05)	370	(17.81)	
	High school	3635	(31.35)	311	(17.95)	
	≥University	5151	(46.80)	173	(10.35)	
Alcohol intake	<1/month	6747	(53.82)	1557	(78.50)	<.0001
	≥1/month	5224	(46.18)	395	(21.50)	
Lifelong smoker	No	11348	(94.17)	1906	(97.59)	<.0001
	Yes	623	(5.83)	46	(2.41)	
Stress	No	8639	(70.82)	1463	(75.27)	0.0005
	Yes	3332	(29.18)	489	(24.73)	
BMI (kg/m2)		23.43	±0.04	23.78	±0.08	0.0001
Relative handgrip strength (%)		41.70	±0.12	37.37	±0.25	<.0001
Menarche age (year)		13.69	±0.02	15.29	±0.05	<.0001
Menopause	No	6478	(60.71)	85	(5.58)	<.0001
	Yes	5493	(39.29)	1867	(94.42)	
Hypertension	No	9616	(83.93)	1037	(54.80)	<.0001
	Yes	2355	(16.07)	915	(45.20)	
Dyslipidemia	No	9870	(84.85)	1083	(56.19)	<.0001
	Yes	2101	(15.15)	869	(43.81)	
Rheumatoid arthritis	No	11748	(98.29)	1814	(93.11)	<.0001
	Yes	223	(1.71)	138	(6.89)	
Diabetes mellitus	No	11104	(93.82)	1645	(84.88)	<.0001
	Yes	867	(6.18)	307	(15.12)	

BMI: body mass index; SD: standard deviation

2. 골다공증 여부에 따른 신체활동 비교

정상군과 골다공증군의 신체활동량을 비교한 결과는 Table 3과 같다. 총 중-고강도 신체 활동량은 각각 825.21±16.38 MET-min/wk 및 567.17±24.67 MET-min/wk (p<0.001), 직업적 총 신체 활동량은 각각 136.47±10.71 MET-min/wk 및 47.57±9.11 MET-min/wk (p<0.001), 직업적 중강도 신체활동량은 각각 120.45±9.75 MET-min/wk 및 39.48±7.25 MET-min/wk (p<0.001), 여가적 총 신체 활동량은 각각 227.73±7.34 MET-min/wk 및 108.01±12.78 MET-min/wk (p<0.001), 여가적 고강도 신체 활동량은 각각 91.39±4.74 MET-min/wk 및 23.95±5.94 MET-min/wk (p<0.001), 여가적 중강도 신체 활동량은 각각 136.34±4.28 MET-min/wk 및 84.06±8.96 MET-min/wk (p<0.001)로 통계적으로 유의하게 차이가 나타났으며, 직업적 고강도 신체활동의 경우 정상군에서와 골다공증군 간 차이가 없었다. 장소 이동 관련 신체활동 영역에서는 정상군이 461.00±8.66 MET-min/wk, 골다공증군이 411.58±17.82 MET-min/wk 로 통계적으로 유의한 차이를 보였으며(p=.0114), 좌식생활시간의 경우에도 정상군 및 골다공증군 각각 475.76±2.55 min/day 및 501.87±5.82 min/day 로 골다공증군의 일간 좌식생활시간이 정상군에 비해 유의하게 긴 것으로 확인되었다(p<0.001).

주당 걷기 활동량은 정상군과 골다공증군간 유의한 차이가 없는 것으로 확인되었다. 정상군의 유산소운동 실천 비율은 43.62%인 반면, 골다공증군의 경우 33.10%로 정상군이 비정상군에 비해 유산소운동 실천 비율이 유의하게 높았으며(p<0.001), 주 2회이상 근력운동 실천 비율 또한 정상군 및 골다공증군에서 각각 14.91% 및 10.57%로 유의한 차이가 있었다(p<0.001).

Table 3. Comparison of physical activity and health-related fitness according to osteoporosis

Variables	Categories	No (n=11,971)		Yes (n=1,952)		*P-value*
		n(%) or Mean±SD		n(%) or Mean±SD		
Physical activity						
Physical activity total (MET-min/wk)		825.21	±16.38	567.17	±24.67	<.0001
Occupational total		136.47	±10.71	47.57	±9.11	<.0001
Vigorous occupational activity (MET-min/wk)		16.03	±3.26	8.09	±4.33	0.1460
Moderate occupational activity (MET-min/wk)		120.45	±9.75	39.48	±7.25	<.0001
Recreational total		227.73	±7.34	108.01	±12.78	<.0001
Vigorous recreational activity (MET-min/wk)		91.39	±4.74	23.95	±5.94	<.0001
Moderate recreational activity (MET-min/wk)		136.34	±4.28	84.06	±8.96	<.0001
Transport activity (MET-min/wk)		461.00	±8.66	411.58	±17.82	0.0114
Sedentary behavior (min/day)		475.76	±2.55	501.87	±5.82	<.0001
Walking (MET-min/wk)		767.63	±10.92	727.82	±27.42	0.1587
Aerobic exercise	No	6961	(56.38)	1325	(66.90)	<.0001
	Yes	5010	(43.62)	627	(33.10)	
Muscular exercise	<2/wk	10225	(85.09)	1759	(89.43)	<.0001
	≥2/wk	1746	(14.91)	193	(10.57)	

GPAQ: global physical activity questionnaire; MET: metabolic equivalents; SD: standard deviation

3. 신체활동 및 악력 수준에 따른 대상자의 특성

Table 4는 신체활동 및 악력 수준에 따라 군별 인구사회학적 특성 및 건강관련 변수를 비교한 결과이다. 연령 (p<.0001), 경제수준 (p<.0001), 학력 (p<.0001), 음주 (p<.0001), 흡연 (p=.0010), 스트레스 (p=.0495), 체질량지수 (p<.0001), 초경연령 (p<.0001), 폐경 (p<.0001), 고혈압 (p<.0001), 이상지질혈증 (p<.0001), 당뇨 (p<.0001) 이환에서 집단 간 통계학적으로 유의한 차이가 있는것으로 나타났으며, 류마티스성 관절염 이환은 유의한 차이를 보이지 않았다. 집단 간 차이가 있는 연속변수에 대해 사후분석을 실시한 결과, 연령은 높은 신체활동 및 높은 악력군이 낮은 신체활동 및 낮은 악력군(p<0.001)에 비해 유의하게 낮은 것으로 나타났고, 다른 두 군 과는 유의한 차이가 있지 않은 것으로 나타났다. 체질량 지수는 높은 신체활동 및 높은 악력군이 낮은 신체활동 및 낮은 악력군(p<0.001)과 높은 신체활동 및 낮은 악력군(p<0.001)에 비해 유의하게 낮은 것으로 나타났고, 낮은 신체활동 및 높은 악력군과는 통계학적으로 유의한 차이가 없는 것이 확인되었다. 초경연령의 경우에도 연령과 유사하게 높은 신체활동 및 높은 악력군이 낮은 신체활동 및 낮은 악력군(p=0.0233)에 비해 통계적으로 유의하게 낮은 것으로 나타났고, 다른 두 군 과는 유의한 차이가 나지 않는 것이 확인되었다.

Table 4. General characteristics according to level of physical activity plus handgrip strength

Variables	Group 1(n=196)		Group 2(n=866)		Group 3(n=1504)		Group 4(n=11357)		*P-value*
	n(%) or Mean±SD		n(%) or Mean±SD		n(%) or Mean±SD		n(%) or Mean±SD		
Age (year)	43.32	±0.96	44.48	±0.49	45.74	±0.37	51.15	±0.22	<.0001
Household income									
Low	13	(4.90)	103	(11.11)	119	(7.04)	2434	(18.18)	<.0001
Middle	87	(44.89)	457	(51.78)	737	(49.15)	5933	(53.69)	
High	96	(50.21)	306	(37.10)	648	(43.82)	2990	(28.13)	
Education level									
≤Elementary school	9	(4.07)	86	(6.98)	101	(5.62)	2865	(20.19)	<.0001
Middle school	14	(6.40)	68	(6.40)	120	(6.09)	1390	(10.97)	
High school	60	(28.11)	290	(34.15)	460	(31.67)	3136	(29.28)	
≥University	113	(61.42)	422	(52.47)	823	(56.62)	3966	(39.57)	
Alcohol intake									
<1/month	88	(42.77)	454	(50.40)	732	(45.11)	7030	(59.00)	<.0001
≥1/month	108	(57.23)	412	(49.60)	772	(54.89)	4327	(41.00)	
Lifelong smoker	14	(7.97)	60	(8.36)	52	(3.94)	543	(5.38)	0.0010
Stress	38	(23.08)	222	(27.34)	380	(25.98)	3181	(29.31)	0.0495
BMI (kg/m^2)	20.36	±0.19	20.20	±0.08	23.40	±0.11	23.81	±0.05	<.0001
Menarche (year)	13.50	±0.16	13.78	±0.06	13.32	±0.05	13.95	±0.03	<.0001
Menopause	66	(26.22)	325	(31.41)	617	(35.56)	6352	(48.38)	<.0001
Hypertension	17	(6.52)	95	(8.28)	190	(10.04)	2968	(21.81)	<.0001
Dyslipidemia	26	(10.68)	92	(9.07)	255	(14.43)	2597	(19.82)	<.0001
Rheumatoid arthritis	4	(2.32)	9	(1.22)	26	(1.53)	322	(2.48)	0.0790
Diabetes mellitus	1	(0.27)	38	(3.67)	78	(4.68)	1057	(7.97)	<.0001

Group 1: high physical activity plus high relative handgrip strength; Group 2: low physical activity plus high relative handgrip strength; Group 3: high physical activity plus low relative handgrip strength; Group 4: low physical activity plus low relative handgrip strength; SD: standard deviation

4. 신체활동 및 악력 수준과 골다공증과의 연관성

교차분석 결과를 바탕으로 연령, 경제수준, 학력, 음주, 흡연, 스트레스, 체질량지수, 초경연령, 폐경, 고혈압, 이상지질혈증, 당뇨를 보정하여 신체활동 및 악력의 수준과 골다공증에 관한 로지스틱 회귀분석을 시행한 결과는 Table 5와 같다. 낮은 신체활동 및 낮은 악력군을 기준으로 하였을 때, 높은 신체활동 및 높은 악력군의 골다공증에 대한 오즈비는 0.473 (95% CI: 0.229-0.980)로, 두 군간 통계학적으로 유의 차이를 보였다 (p=.0439). 반면 낮은 신체활동 및 높은 악력군과 높은 신체활동 및 낮은 악력군의 경우 오즈비 0.781 (95% CI: 0.568-1.074) 및 0.942 (95% CI: 0.716-1.240)로 유의한 차이를 보이지 않았다.

Table 5. Logistic regression analysis for association between level of physical activity plus handgrip strength and osteoporosis

Variables	Categories	OR	(95% CI)		*P−value*
Grip strength plus aerobic activity	Group 4	Ref			
	Group 3	0.942	0.716	1.240	0.6711
	Group 2	0.781	0.568	1.074	0.1281
	Group 1	0.473	0.229	0.980	0.0439
Age (year)		1.072	1.062	1.082	<.0001
Household income	Low	Ref			
	Middle	0.900	0.772	1.049	0.1775
	High	0.873	0.702	1.087	0.2252
Education level	≤Elementary school	Ref			
	Middle school	0.884	0.736	1.061	0.1840
	High school	0.568	0.471	0.685	<.0001
	≥University	0.517	0.397	0.672	<.0001
Alcohol intake	<1/month	Ref			
	≥1/month	0.758	0.648	0.885	0.0005
Lifelong smoker	No	Ref			
	Yes	0.687	0.478	0.988	0.0426
Stress	No	Ref			
	Yes	1.109	0.953	1.290	0.1792
BMI (kg/m2)		0.918	0.899	0.937	<.0001
Menarche age (year)		1.029	0.990	1.069	0.1476
Menopause	No	Ref			
	Yes	3.306	2.402	4.551	<.0001
Hypertension	No	Ref			
	Yes	0.932	0.806	1.078	0.3435
Dyslipidemia	No	Ref			
	Yes	1.841	1.603	2.114	<.0001
Diabetes mellitus	No	Ref			
	Yes	0.682	0.566	0.822	<.0001

BMI: body mass index; CI: confidence interval; Group 1: high physical activity plus high relative grip strength; Group 2: low physical activity plus high relative grip strength; Group 3: high physical activity plus low relative grip strength; Group 4: low physical activity plus low relative grip strength; OR: odds ratio

5. PSM 전후 변수 분포

복합표본 로지스틱 회귀분석 결과, 높은 신체활동 및 높은 악력군과 낮은 신체활동 및 낮은 악력군 간 골다공증에 대해 유의한 차이가 있는 것으로 확인 되었다. 이를 바탕으로 낮은 신체활동 및 낮은 악력군을 대조군으로, 높은 신체활동 및 높은 악력군을 치료군으로 설정하여 성향점수매칭을 수행하였다. Figure 2, 3은 두 군간 성향점수매칭이 잘 이루어졌는지 균형을 시각적으로 확인한 결과이다. 매칭 전에는 대조군 과 치료군간 분포에 차이가 크지만 매칭 후 두 군의 분포가 비슷한 것으로 확인되었다.

Table 6, 7 은 성향점수매칭 전후 대조군과 치료군 간 변수들의 분포를 나타낸 결과이다. Benedetto et al.(22)에 의하면, 성향점수매칭이 잘 이루어졌는지를 확인하기 위해서는 가설검정과 p-value를 사용하지 않고 standardized mean difference를 사용하는 것이 권장되며, standardized mean difference 가 0.10 (10%) 보다 큰 변수의 경우 불균형을 의미한다. 매칭 전에는 치료군과 대조군간 standardized mean difference가 대부분의 변수에서 0.10 이상이었지만 매칭 이후에는 모든 변수에서 0.10 미만인 것이 확인되었기 때문에 두 군간 매칭이 균형 있게 이루어졌다고 할 수 있다.

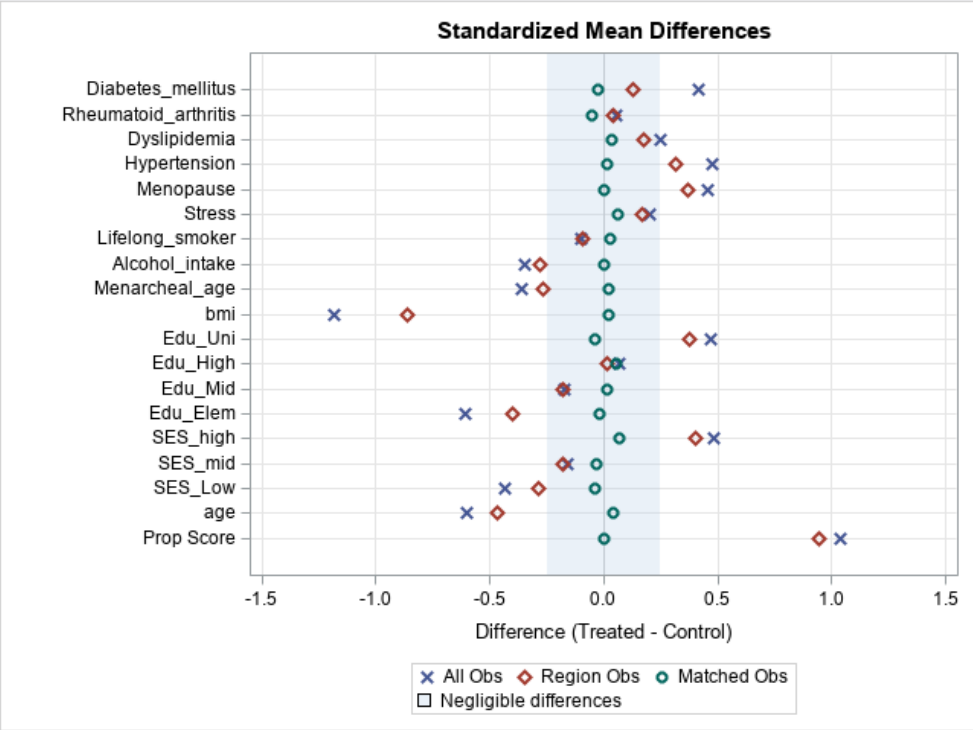

Figure 2. Plot showing changes in standardized mean difference before and after matching

A B

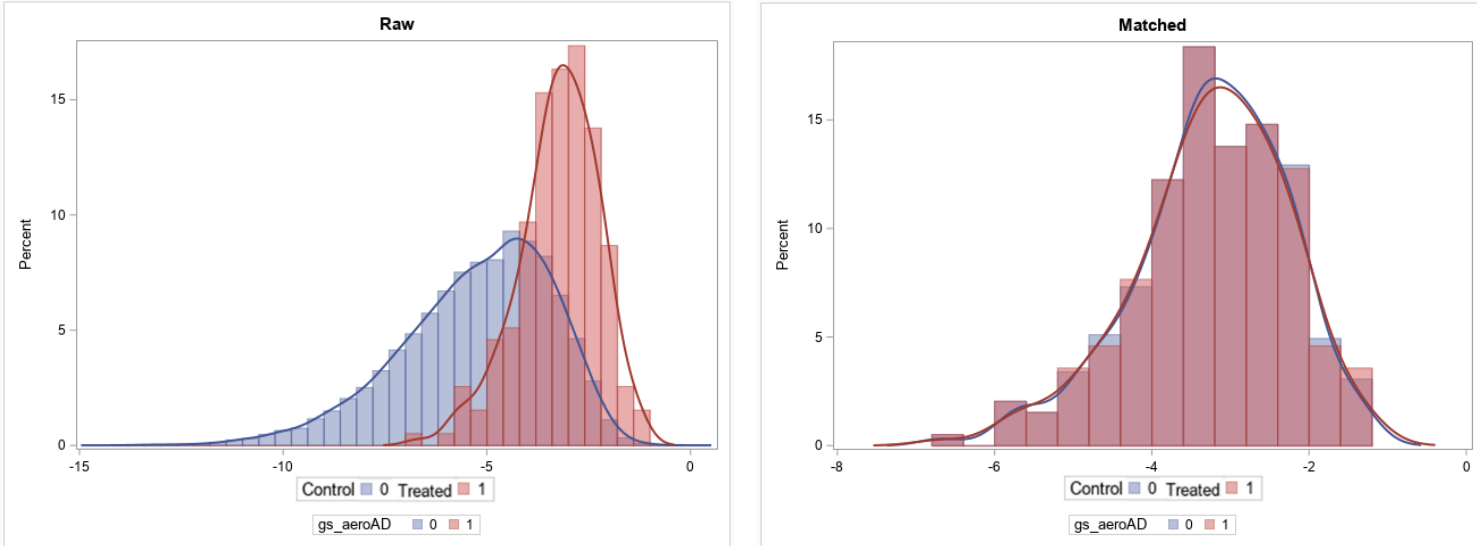

Figure 3. Histogram showing the propensity score distribution and overlapping in raw (A) and matched (B) samples in the control and in the treated

Table 6 Variables distribution before PSM

Variables	Categories	Control (n=11357)		Treated (n=196)		*SMD before matching*
		n(%) or Mean±SD		n(%) or Mean±SD		
Age (year)		53.96	±15.13	45.90	±11.58	−0.59839
Household income	Low	2434	(21.43)	13	(6.63)	−0.43579
	Middle	5933	(52.24)	87	(44.39)	−0.15744
	High	2990	(26.33)	96	(48.98)	0.48014
Education level	≤Elementary school	2865	(25.23)	9	(4.59)	−0.60498
	Middle school	1390	(12.24)	14	(7.14)	−0.17274
	High school	3136	(27.61)	60	(30.61)	0.06597
	≥University	3966	(34.92)	113	(57.65)	0.46759
Alcohol intake	<1/month	7030	(61.90)	88	(44.90)	−0.34589
Lifelong smoker	No	10814	(95.22)	182	(92.86)	−0.09986
Stress	No	8176	(71.99)	158	(80.61)	0.20380
BMI (kg/m^2)		23.96	±3.61	20.50	±2.02	−1.18361
Menarche age (year)		14.16	±2.04	13.47	±1.72	−0.36128
Menopause	No	5005	(44.07)	130	(66.33)	0.45921
Hypertension	No	8389	(73.87)	179	(91.33)	0.47324
Dyslipidemia	No	8760	(77.13)	170	(86.74)	0.25153
Rheumatoid arthritis	No	11035	(97.17)	192	(97.96)	0.05153
Diabetes mellitus	No	10300	(90.69)	195	(99.49)	0.41588

BMI: body mass index; SD: standard deviation; SMD: standardized mean difference (Treated − Control)

Table 7. Variables distribution after PSM

Variables	Categories	Control (n=588)		Treated (n=196)		*SMD after matching*
		n(%) or Mean±SD		n(%) or Mean±SD		
Age (year)		45.38	±12.91	45.90	±11.58	0.03851
Household income	Low	47	(7.99)	13	(6.63)	−0.04006
	Middle	271	(46.09)	87	(44.39)	−0.03409
	High	270	(45.92)	96	(48.98)	0.06489
Education level	≤Elementary school	31	(5.27)	9	(4.59)	−0.01994
	Middle school	40	(6.80)	14	(7.14)	0.01153
	High school	166	(28.23)	60	(30.61)	0.05237
	≥University	351	(59.69)	113	(57.65)	−0.04198
Alcohol intake	<1/month	263	(44.73)	88	(44.90)	0.00346
Lifelong smoker	No	542	(92.18)	182	(92.86)	0.02877
Stress	No	459	(78.06)	158	(80.61)	0.06030
BMI (kg/m^2)		20.44	±2.15	20.50	±2.02	0.02289
Menarche age (year)		13.44	±1.81	13.48	±1.72	0.02164
Menopause	No	390	(66.33)	130	(66.33)	0.00000
Hypertension	No	534	(90.82)	179	(91.33)	0.01383
Dyslipidemia	No	503	(85.54)	170	(86.73)	0.03119
Rheumatoid arthritis	No	581	(98.81)	192	(97.96)	−0.05515
Diabetes mellitus	No	588	(100.00)	195	(99.49)	−0.02412

BMI: body mass index; SD: standard deviation; SMD: standardized mean difference (Treated − Control)

6. PSM 후 신체활동 및 악력 수준과 골다공증과의 연관성

매칭된 결과로 조건부 로지스틱 회귀분석을 실시한 결과는 Table 8과 같다. 조건부 로지스틱 회귀분석을 한 결과 낮은 신체활동 및 낮은 악력군을 기준으로 하였을 때, 높은 신체활동 및 높은 악력군의 골다공증에 대한 오즈비는 0.428 (95% CI: 0.207-0.885)로, 두 군간 통계학적으로 유의 차이(p=.0220)를 보였고, 이는 앞서 수행한 복합표본 로지스틱 회귀분석과 유사한 결과이다.

Table 8. Association between high physical activity plus high handgrip strength and osteoporosis

	Conditional logistic		*P-value*
	OR	(95% CI)	
Control	Ref		
Treated	0.428	(0.207-0.885)	0.0220

CI: confidence interval; Control: low physical activity plus low relative handgrip strength; Treated: high physical activity plus high relative handgrip strength

제 4 장 논 의

본 연구는 질병관리청의 국민건강영양조사 중 2015-2019년 건강설문조사 및 검진조사에 참여한 25세 이상의 걷기가 가능한 여성을 대상으로 복합표본분석을 통해 도메인별 신체활동 현황을 파악하고 신체활동 수준 및 악력 수준을 네 군으로 나누고 골다공증과의 연관성을 규명하고자 로지스틱 회귀분석을 수행하였다. 그리고 유의한 차이를 보인 두 그룹에 대해 성향점수매칭을 이용하여 신체활동 및 악력 수준 외의 변수들을 통제한 뒤 조건부 로지스틱 회귀분석으로 골다공증과의 상관관계를 확인하였다.

골다공증 여부에 따른 정상군과 골다공증군의 신체활동량을 비교한 결과 직업적 중강도 신체활동, 여가적 중강도 신체활동, 여가적 고강도 신체활동, 장소 이동 관련 신체활동에 있어서 골다공증군의 활동량이 정상군에 비해 적은 것으로 나타났으며, 고강도의 직업적 신체활동의 경우 차이가 없는 것으로 확인되었다. 신체활동은 뼈의 재형성과정에 필요한 물리적 자극이 되어 골다공증에 대한 최상의 비약물적 치료이다(23). 신체활동 중 직업적 신체활동의 경우, 시행여부와 강도가 골건강에 미치는 영향에 대해서는 다양한 결과의 여러 선행연구들이 있어왔다. Sritara et al.(24)은 주당 600 MET-min 이상의 직업적 신체활동 및 장소 이동 관련 신체활동을 하는 근로자들은 대퇴 경부 및 전체 고관절에서 높은 골밀도를 갖는 것을 보고하였다. Damilakis et al.(25)은 폐경 후 여성을 대상으로 한 연구에서 농부들은 사무직이나 주부에 비해 높은 골밀도를 나타냄을 밝혔다. 반면 직업적 신체활동은 신체역학적으로 어려운 자세를 지속적이고 반복적으로 요하는 경우가 많으며(26), 고강도로 이러한 동작을 반복하는 경우, 파골세포 활성과 뼈 흡수를 촉진하는 염증성 사이토카인을 증가시켜 뼈 손실에 기여할 수 있다(27). 또한 이미경 등(28)은 여가시간의 신체활동과 골다공증에 관한 선행연구에서 직업적 신체활동량은 그 수준에 따라 골다공증유병에 차이가 없었으나, 높은 수준의 여가적 신체활동량은 차이를 나타내는 것을 보고하였다. 이는 골건강증진을 위한 신체활동량 증가 시 질적인 측면을 반드시 고려할 필요가 있음을 시사한다.

본 연구에서 좌식생활 시간은 정상군에 비해 골다공증군이 더 긴 것으로 나타났다. 이는 골다공증군의 평균 연령이 높고 우리나라 노동관계법령에 규정된 최소정년이 60세임을 감안할 때, 골다공증군의 대다수는 경제적 활동이 없는 경우가 많아 집에 있는 시간이 길어 좌식 생활시간이 긴 것으로

추측된다. Koedijk et al.(29)은 어린이, 청소년 및 젊은 성인의 뼈건강에 대한 좌식생활시간의 영향을 조사한 문헌고찰 연구에서 좌식생활시간이 대퇴 경부와 같은 하지 골밀도에 부정적인 연관이 있음을 보고하였다. 이는 적극적인 신체 활동만이 아니라, 평소 앉아있는 생활습관을 개선하는 것만으로도 골 건강에 유익이 있다는 것을 시사한다.

유산소 신체활동 실천율의 경우, 정상군은 43.6%가, 골다공증군은 33.1%만이 주당 600 MET-min 이상의 신체활동을 수행하고 있는 것으로 나타났는데, 박은영 등(30)의 국민건강영양조사 2015-2016년에 참여한 65세 이상 여성을 대상으로 진행된 선행 연구에서는 각각 29.7%와 27.3%로 보고된 바 크기에 차이가 있긴 하지만 본 연구에 참여한 대상자의 연령범위가 25세이상이며 낮은 연령일수록 신체 활동량이 많은 것을 고려할 때, 선행연구의 결과를 크게 벗어나지 않았다고 할 수 있다. 골다공증 유병자들은 골건강 유지를 위해 적어도 주당 2회 이상의 근력운동을 하는 것이 권고되는데(10), 본 연구의 골다공증 군의 근력운동 실천률은 10.57%로 나타났으며, 폐경 여성을 대상으로 한 선행연구에서도 정상군 15% 및 골다공증군 9.61%로 비슷한 수준을 보이는 것으로 보고되었다(31). 한국 여성의 여가적 신체활동 참여 제한요인은 '시간부족', '게으름', '나이 및 신체 허약' 순으로 제시되는데(32), 집에서도 할 수 있고 흥미를 유발할 수 있는, 개개인의 신체수준에 맞는 체계적인 신체활동 개발과 운동처방이 필요할 것이다.

Frost 에(33) 따르면 뼈의 골세포는 기계적 하중에 반응하여 뼈 형성을 유도하여 뼈를 강화 시킨다. 골세포는 기계적 부하를 감지하고 정보를 모아 골아세포와 파골세포로 전달하여 골격의 항상성을 유지한다(34). Sclerostin 은 골세포에서 생성되는 단백질로, 뼈의 전구세포 집단을 증가시키고 조골세포의 사멸을 감소시키는 Wnt-signaling 전달 경로를 차단한다. 기계적 부하는 뼈에서 이 Sclerostin의 발현을 감소시켜 골아세포 형성을 증가시키고 파골세포 활동을 억제하여 뼈 흡수를 감소시킨다(35). 뼈에 힘을 가하는 방법은 크게 웨이트 트레이닝과 같이 근육 부하를 제공하는 방법 (resistance exercise, 저항운동)과 줄넘기 혹은 뛰기와 같이 중력보다 높은 기계적 부하를 지면에 대항하여 제공하는 방법 (weightbearing exercise, 체중부하운동)으로 나누어 볼 수 있으며, 두 운동 방법 모두 골밀도에 영향이 있는 것이 밝혀졌다. Howe et al.(36)은 하지 고중량 저항운동이 대퇴골 경부의 골밀도에 효과적이며 적은 중량의 반복의 경우에는 효과적이지 않은 것으로 보고하였으며, 점프 줄넘기 에어로빅 댄스와 같은 높은 동적 체중부하운동은 둔부와 대퇴돌기의

골밀도에 도움이 되나, 척추 및 대퇴골 경부에는 그렇지 않은 것으로 보고하였다. Bolam et al.(37)은 중년 및 노년남성에게 있어 저항운동 단독수행 또는 저항운동과 체중부하 운동을 병행하는 경우 골형성에 효과적임을 제안하였다. Marques et al.(38)은 노인의 골밀도에 대한 연구에서 저항운동과 높은 강도의 체중부하운동을 함께 진행 할 때 요추와 대퇴 경부 모두에서 골밀도 증가에 가장 큰 효과가 있는 것으로 보고하였다. Martyn-St James & Carroll(39)은 폐경기 여성을 대상으로 골밀도에 대한 단일요법으로서 걷기는 요추에는 효과가 없으며 대퇴경부의 골밀도를 유의하게 증가시키기는 하나 임상적인 의의가 있을 정도는 아니기 때문에 다른 형태의 운동과 병행하기를 제안하였다. 김양례(40)는 2018년 국민생활체육참여실태조사에 참여한 50세이상 여성을 대상으로 시행한 연구에서 노년기 여성이 가장 많이 하는 운동은 전반적으로 걷기(51.1%)이며, 체육활동 비참여자의 희망종목은 수영(26.5%)인 것으로 보고하였다. 걷기 단독수행이나 수영(41)은 골밀도 증가에 큰 효과가 있지 않은 운동으로 확인된 바, 골다공증 예방 및 골건강 개선을 위해 국민을 대상으로 하는 신체활동에 대한 구체적인 교육이 필요한 것으로 보인다. Brooke-Wavell et al.(10)는 골다공증을 위한 신체활동 및 운동에 대한 영국의 합의선언문에서 골다공증 유병자는 주당 2-3일 근육 운동이 필요하며 유익을 최대화 하기위해 고강도의 저항운동을 포함할 것을 제안하였으며 가능한 좌식생활을 피하고 조깅이나 제자리 뛰기와 같이 뼈에 중간 수준의 자극을 주는 운동을 거의 매일 해야 하고 운동 중간에 적절히 충격을 감소시키는 구간을 포함 시킬 것을 제안하였다. 이는 골절을 동반하고 있지 않은 골다공증 유병자를 위한 조언으로 개개인의 신체 상태와 건강 수준에 맞춰서 적절히 조절되어야 할 것이다.

악력은 근 기능의 지표이며, 근력운동을 통해 뼈에 기계적 자극을 주는 저항운동은 골형성에 효과적인 것으로 알려져 있다(42). 악력과 뼈의 골밀도간 상당한 상관관계가 있음이 여러 선행연구를 통해 밝혀졌다. Luo et al.(43)은 미국 국민건강영양조사에 참여한 40-80세의 1850 명을 대상으로 악력이 인접하지 않은 뼈의 골밀도와 연관 될 수 있고, 주 사용손의 악력이 골밀도의 지표가 될 수 있음을 시사하였다. Nasri et al.(44)은 청소년 격투기 선수 50명과 좌식생활을 하는 30명을 비교하여 골밀도 측정의 가장 좋은 예측 변수가 비사용 손의 악력이라는 것을 발견했다. Li et al.(45)은 120명의 여성을 대상으로 악력과 골밀도의 상관관계를 조사하여 낮은 악력이 65세 이상의 폐경 후 여성의 골다공증 위험요인이라는 것을 보고했다. 복합표본분석 시 낮은 신체활동 및 낮은 악력 군과 비교하였을 때,

높은 신체활동 및 높은 악력 수준 군에서 골다공증 진단경험이 0.468배 작은 것으로 나타났으며, 이후 두 군에 대해 성향점수 매칭으로 변수들을 보정한 후 조건부 로지스틱 회귀분석을 한 결과 또한 높은 신체활동 및 높은 악력군에서 골다공증 진단경험이 0.428배 작았다. 하지만 신체활동만 높은 군의 경우와 악력만 높은 군의 경우 둘 다 낮은 군에 비해 골다공증 진단경험이 0.889 과 0.833 로 낮았으나, 통계적으로 유의하지는 않았다. 이는 근력량의 지표인 악력이 높은 경우 신체활동 시 골밀도 개선에 상승효과가 있으며 신체활동 시 악력수준을 고려할 필요성이 있음을 시사한다. 골다공증 유병증가와 함께 검사비 또한 증가할 것으로 예상되는 바, 골다공증을 위한 건강악력기준을 개발하여 골밀도 검사의 대체 또는 보조검사로 활용한다면 질병부담을 줄이는데 도움이 될 수 있을 것이다. Chow et al.(46)은 50-62세의 폐경 후 여성 48명을 대상으로 유산소운동군이 비운동군에 비해 더 높은 골량을 보이는 것을 발견하였고, 골다공증과 운동에 관한 전문가들은 골다공증 유병자에게 하루 30분 주 5일의 유산소 운동을 권장하였다(47). 하지만 본 연구에서는 낮은 악력수준내에서 신체활동량이 높은 군과 낮은 군을 비교하였을 때 골다공증 진단경험에 유의한 차이가 없는 것으로 확인되어, 선행 연구와는 다른 결과가 나왔다. 추정가능 한 이유로는 뼈는 물리적 자극을 받아 오래된 뼈가 새로운 뼈로 대체되는 과정을 통해 재 형성 되는데(8) 운동은 그 종류에 따라 뼈의 강도를 증가시키기 위한 충분한 부하가 되지 않을 수 있다. Gómez-Bruton et al.(48)은 수영선수들의 골질량에 대한 문헌고찰 연구에서 수영은 체중부하를 많이 받는 다른 운동에 비해 낮은 골밀도를 보이며 좌식생활을 하는 대조군과는 골밀도에 차이가 없는 것을 발견하였다. Abrahin et al.(41)은 사이클링과 수영이 골밀도에 긍정적인 영향을 미치지 않는 것을 보고하였고, Davee et al.(49)은 여대생을 대상으로 좌식생활군과 유산소 운동군 사이에는 요추 골밀도에 차이가 없지만 근육 운동군에게서는 골밀도가 유의하게 더 높음을 밝혔다. 이는 같은 유산소 운동량을 갖고 있는 대상자 간에도 신체활동의 체중부하 여부에 따라 골밀도에 대한 영향이 서로 다를 수 있음을 시사한다. 본 연구에서 신체활동량 수집을 위해 사용된 GPAQ 설문의 문항은 신체활동에 대해 일/여가 및 고강도/중강도/장소이동으로 구분하여 신체활동 시행시간을 수집하였으나 자세한 신체활동의 종류를 확인하기는 어렵다는 제한이 있고, 이로 인해 신체활동량과 골다공증간 유의한 연관성이 없는 것으로 나왔을 가능성이 고려될 수 있다.

본 연구의 제한점은 다음과 같다. 첫째, 국민건강영양조사자료를 사용한

단면조사연구이기 때문에 신체활동과 골다공증 발병 간 선후관계가 불분명하다. 둘째, 신체활동의 상세 종류가 수집되지 않아 신체활동의 질을 파악하는데 한계가 있어 결과의 해석이 제한될 수 있다. 셋째, 의사의 진단 여부로 골다공증 유병여부를 판단하였기 때문에 골밀도가 낮으나 골다공증을 인지하지 못한 대상자들의 경우 골다공증군에서 배제되었을 가능성이 있다. 넷째, 성인의 대사증후군 예방을 목적으로 개발된 상대악력 기준을 사용하였고 또한 65세 이상 대상자에 대해서는 제시된 악력기준이 없어 선형모델을 가정하여 악력기준을 별도 계산하였기 때문에 이에 대한 추가적인 검증이 필요하다.

제 5 장 결 론

본 연구는 국민건강영양조사 제6기 3차년도(2015), 제7기 1차-3차년도(2016-2018) 및 제8기 1차년도(2019) 원시자료를 이용하여 만 25세 이상 여성의 골다공증 유병 여부에 따른 도메인별 신체활동을 차이를 분석하였다. 골건강을 증진시키기 위해서는 충분한 신체활동을 실천해야 하지만 분석결과 골다공증 유병자 군은 비 유병자군에 비해 전체 신체활동량이 유의하게 낮았고 세부 도메인별로 비교 시 중강도 직업적 신체활동, 고강도 및 중강도 여가적 신체활동, 장소이동 관련 신체활동에서 신체활동량이 유의하게 낮았으며 일간 좌식생활시간은 정상군에 비해 골다공증 유병자군에서 유의하게 긴 것으로 나타났다. 또한 유산소 운동 실천 비율과 근력운동 실천비율 또한 골다공증군에서 유의하게 낮은 것이 확인되었다. 신체활동 및 악력수준과 골다공증 유병에 대해 집락/층화 변수와 가중치를 적용하고 연령, 경제수준, 학력, 음주, 흡연, 스트레스, 초경연령, 폐경, 기타 질병 이환여부를 고려하여 로지스틱 회귀분석을 수행한 결과 높은 신체활동 및 높은 악력 수준군의 경우 낮은 신체활동 및 낮은 악력 수준군에 비해 골다공증 진단경험이 낮은 것으로 나타났으며, 신체활동만 높은 군의 경우와 악력만 높은 군의 경우 유의한 차이를 보이지 않았다. 1:3 성향점수매칭 후 시행된 조건부 회귀분석 결과에서도 높은 신체활동 및 높은 악력 수준군이 낮은 신체활동 및 낮은 악력 수준군에 비해 골다공증 진단경험이 낮은 것이 확인되었다. 이상의 결과를 종합해보면 골다공증 유병자들에게 신체활동량 증가의 필요성을 교육하고 신체활동의 증가를 적극적으로 이끌어 낼 수 있도록 개별 신체 상태와 건강 수준을 고려하는 다양한 신체활동 프로그램의 개발이 필요함을 제안할 수 있을 것이다. 또한 신체활동 시 악력수준을 고려할 필요성이 있음을 시사한다.

본 연구는 골다공증 진단여부와 악력이 수집된 모든 기간의 국민건강영양조사 자료를 사용하여 국내 여성 골다공증 유병자들의 운동 현황을 파악하였으며, 복합표본분석과 성향점수매칭의 다양한 분석 방법을 통해 악력 및 신체활동과 골다공증 유병간 관계를 알아보고자 하였다는데 그 의의를 찾을 수 있다.

참고 문헌

1. Nih Consensus Development Panel on Osteoporosis Prevention D, Therapy. Osteoporosis prevention, diagnosis, and therapy. JAMA. 2001;285(6):785-95.
2. 이은환, 김욱, 남진영. 우리나라 골다공증으로 인한 사회경제적 질병비용 측정. 경기연구원; 2019.
3. Väänänen HK, Härkönen PL. Estrogen and bone metabolism. Maturitas. 1996;23 Suppl:S65-9.
4. Chang J-S. Osteoporotic Fracture-Medical Treatment. jkfs. 2010;23(3):326-40.
5. 장준섭. 골다공증성 골절 (Osteoporotic fracture) 의 예방과 치료. 대한골대사학회지. 1994;1(2):147-55.
6. 건강보험심사평가원. 생활 속 질병통계 100선: 건강보험심사평가원; 2018. 78-79 p.
7. 김윤미, 김정환, 조동숙. 골다공증 유병률, 인지율, 치료율 및 영향요인의 성별 비교: 국민건강영양조사 자료 (2008~ 2011 년) 활용. Journal of Korean Academy of Nursing. 2015;45(2):293-305.
8. Parra-Torres AY, Valdés-Flores M, Orozco L, Velázquez-Cruz R. Molecular aspects of bone remodeling. Topics in Osteoporosis. 2013:1-27.
9. Srivastava M, Deal C. Osteoporosis in elderly: prevention and treatment. Clin Geriatr Med. 2002;18(3):529-55.
10. Brooke-Wavell K, Skelton DA, Barker KL, Clark EM, De Biase S, Arnold S, et al. Strong, steady and straight: UK consensus statement on physical activity and exercise for osteoporosis. British Journal of Sports Medicine. 2022;56(15):837-46.
11. Lee SH, Gong HS. Measurement and Interpretation of Handgrip Strength for Research on Sarcopenia and Osteoporosis. J Bone Metab. 2020;27(2):85-96.
12. Wu Y, Wang W, Liu T, Zhang D. Association of Grip Strength With Risk of All-Cause Mortality, Cardiovascular Diseases, and Cancer in Community-Dwelling Populations: A Meta-analysis of Prospective Cohort Studies. J Am Med Dir Assoc. 2017;18(6):551.e17-.e35.
13. Leong DP, Teo KK, Rangarajan S, Lopez-Jaramillo P, Avezum A, Jr., Orlandini A, et al. Prognostic value of grip strength: findings from the Prospective Urban Rural Epidemiology (PURE) study. Lancet. 2015;386(9990):266-73.
14. Kaymaz D, Candemir İ, Ergün P, Demir N, Taşdemir F, Demir P. Relation between upper-limb muscle strength with exercise capacity, quality of life and dyspnea in patients with severe chronic obstructive pulmonary disease. Clin Respir J. 2018;12(3):1257-63.
15. 박세정, 고병구, 송홍선, 송주호, 이미현, 제세영, et al. 한국 성인의 질병예방을 위한 건강체력 기준개발: The Korea Institute of Sport Science Fitness Standards Study (KISS FitS). 한국체육학회지. 2018;57(6):235-47.
16. Herrmann M, Engelke K, Ebert R, Müller-Deubert S, Rudert M, Ziouti

F, et al. Interactions between Muscle and Bone-Where Physics Meets Biology. Biomolecules. 2020;10(3).
17. Greco EA, Pietschmann P, Migliaccio S. Osteoporosis and Sarcopenia Increase Frailty Syndrome in the Elderly. Front Endocrinol (Lausanne). 2019;10:255.
18. WHO. Global Physical Activity Questionnaire (GPAQ) Analysis Guide: World health organization; [Available from: https://cdn.who.int/media/docs/default-source/ncds/ncd-surveillance/gpaq-analysis-guide.pdf?sfvrsn=1e83d571_2.
19. Lawman HG, Troiano RP, Perna FM, Wang C-Y, Fryar CD, Ogden CL. Associations of Relative Handgrip Strength and Cardiovascular Disease Biomarkers in U.S. Adults, 2011-2012. American Journal of Preventive Medicine. 2016;50(6):677-83.
20. Walker-Bone K, D'Angelo S, Syddall HE, Palmer KT, Cooper C, Coggon D, et al. Exposure to heavy physical occupational activities during working life and bone mineral density at the hip at retirement age. Occup Environ Med. 2014;71(5):329-31.
21. Bull FC, Al-Ansari SS, Biddle S, Borodulin K, Buman MP, Cardon G, et al. World Health Organization 2020 guidelines on physical activity and sedentary behaviour. British journal of sports medicine. 2020;54(24):1451-62.
22. Benedetto U, Head SJ, Angelini GD, Blackstone EH. Statistical primer: propensity score matching and its alternatives. Eur J Cardiothorac Surg. 2018;53(6):1112-7.
23. Faienza MF, Lassandro G, Chiarito M, Valente F, Ciaccia L, Giordano P. How Physical Activity across the Lifespan Can Reduce the Impact of Bone Ageing: A Literature Review. Int J Environ Res Public Health. 2020;17(6).
24. Sritara C, Thakkinstian A, Ongphiphadhanakul B, Pornsuriyasak P, Warodomwichit D, Akrawichien T, et al. Work- and travel-related physical activity and alcohol consumption: relationship with bone mineral density and calcaneal quantitative ultrasonometry. J Clin Densitom. 2015;18(1):37-43.
25. Damilakis J, Perisinakis K, Kontakis G, Vagios E, Gourtsoyiannis N. Effect of lifetime occupational physical activity on indices of bone mineral status in healthy postmenopausal women. Calcif Tissue Int. 1999;64(2):112-6.
26. Holtermann A, Krause N, van der Beek AJ, Straker L. The physical activity paradox: six reasons why occupational physical activity (OPA) does not confer the cardiovascular health benefits that leisure time physical activity does. Br J Sports Med. 2018;52(3):149-50.
27. Gowen M, Wood DD, Ihrie EJ, McGuire MK, Russell RG. An interleukin 1 like factor stimulates bone resorption in vitro. Nature. 1983;306(5941):378-80.
28. 이미경, 정리나, 정윤용, 호자현, 김형민, 김정아, et al. 일과 여가시간의 신체활동과 골다공증의 연관성: 2015? 2016 국민건강영양조사. 가정의학. 2019;9(5):403-7.
29. Koedijk JB, Van Rijswijk J, Oranje WA, Van Den Bergh JP, Bours SP,

Savelberg HH, et al. Sedentary behaviour and bone health in children, adolescents and young adults: a systematic review. Osteoporosis International. 2017;28(9):2507-19.
30. 박은영, 박형란. 골다공증 여성노인의 건강관련 삶의 질 영향 요인: 국민건강영양조사 자료 활용 (2015~ 2016). 재활간호학회지. 2018;21(2):140-50.
31. 채현주. 폐경 후 여성의 골다공증 유병 관련 요인. 근관절건강학회지. 2021;28(2):91-101.
32. Hwang M-K, Baek S-S. The Phase of Women's Sport-for-All Participation in Korea. Korean Journal of Exercise Rehabilitation. 2008;4(2):1-11.
33. Frost HM. Bone's mechanostat: a 2003 update. Anat Rec A Discov Mol Cell Evol Biol. 2003;275(2):1081-101.
34. Klein-Nulend J, Bakker AD, Bacabac RG, Vatsa A, Weinbaum S. Mechanosensation and transduction in osteocytes. Bone. 2013;54(2):182-90.
35. Galea GL, Lanyon LE, Price JS. Sclerostin's role in bone's adaptive response to mechanical loading. Bone. 2017;96:38-44.
36. Howe TE, Shea B, Dawson LJ, Downie F, Murray A, Ross C, et al. Exercise for preventing and treating osteoporosis in postmenopausal women. Cochrane Database Syst Rev. 2011(7):Cd000333.
37. Bolam KA, Van Uffelen JGZ, Taaffe DR. The effect of physical exercise on bone density in middle-aged and older men: A systematic review. Osteoporosis International. 2013;24(11):2749-62.
38. Marques EA, Mota J, Carvalho J. Exercise effects on bone mineral density in older adults: a meta-analysis of randomized controlled trials. Age (Dordr). 2012;34(6):1493-515.
39. Martyn-St James M, Carroll S. Meta-analysis of walking for preservation of bone mineral density in postmenopausal women. Bone. 2008;43(3):521-31.
40. 김양례. 노년기 여성의 연령집단별 생활체육 현황 및 참여 확대 방안. 한국여성체육학회지. 2020;34:1-15.
41. Abrahin O, Rodrigues RP, Marçal AC, Alves EA, Figueiredo RC, Sousa EC. Swimming and cycling do not cause positive effects on bone mineral density: a systematic review. Rev Bras Reumatol. 2016.
42. Hong AR, Kim SW. Effects of Resistance Exercise on Bone Health. Endocrinol Metab (Seoul). 2018;33(4):435-44.
43. Luo Y, Jiang K, He M. Association between grip strength and bone mineral density in general US population of NHANES 2013-2014. Arch Osteoporos. 2020;15(1):47.
44. Nasri R, Hassen Zrour S, Rebai H, Fadhel Najjar M, Neffeti F, Bergaoui N, et al. Grip strength is a predictor of bone mineral density among adolescent combat sport athletes. J Clin Densitom. 2013;16(1):92-7.
45. Li YZ, Zhuang HF, Cai SQ, Lin CK, Wang PW, Yan LS, et al. Low Grip Strength is a Strong Risk Factor of Osteoporosis in Postmenopausal Women. Orthop Surg. 2018;10(1):17-22.
46. Chow R, Harrison JE, Notarius C. Effect of two randomised exercise programmes on bone mass of healthy postmenopausal women. Br Med J (Clin Res Ed). 1987;295(6611):1441-4.

47. Giangregorio LM, McGill S, Wark JD, Laprade J, Heinonen A, Ashe MC, et al. Too Fit To Fracture: outcomes of a Delphi consensus process on physical activity and exercise recommendations for adults with osteoporosis with or without vertebral fractures. Osteoporosis International. 2015;26(3):891-910.
48. Gómez-Bruton A, Gónzalez-Agüero A, Gómez-Cabello A, Casajús JA, Vicente-Rodríguez G. Is bone tissue really affected by swimming? A systematic review. PLoS One. 2013;8(8):e70119.
49. Davee AM, Rosen CJ, Adler RA. Exercise patterns and trabecular bone density in college women. J Bone Miner Res. 1990;5(3):245-50.

Abstract

Association between Physical Activity Handgrip Strength, and Osteoporotic Status in Women

YeonWha Lee

Dept. of Public Health, Public Health

The Graduate School

Seoul National University

This study is a cross-sectional study with the purpose of identifying the status of physical activity in female by domain and exploring the association between physical activity, handgrip strength, and osteoporosis.

The subjects of this study were 13,923 female aged 25 years or older who could walk, excluding subjects with missing values, among 39,759 people who participated in the Korea National Health and Nutrition Examination Survey during the period 2015-2019. Subjects were divided into two groups according to Osteoporotic status, and a complex sample analysis was performed by domain to investigate the difference in physical activity between the two groups. Physical activity (PA) plus handgrip strength (HGS) level variables were created by considering the amount of leisure physical activity and relative handgrip strength at the same time, and they were subdivided into four groups according to the level. After adjusting for other variables that may affect the prevalence of osteoporosis, logistic regression analysis was performed to calculate the odds ratio.

Propensity score matching and conditional logistic regression analysis were performed for the high-PA plus high-HGS group and the low-PA and low-HGS group. Nearest matching method was used to match the treatment group to the control group in a 1:3 ratio, and the caliper was set to 0.2. Standardized mean difference higher than 0.10 was considered index of residual imbalance.

The amount of PA was significantly lower in moderate occupational PA, vigorous and moderate recreational PA, and transport activity. In addition, it was confirmed that the rate of aerobic exercise and muscular exercise were also significantly lower in the osteoporosis group. As a result of logistic regression analysis, based on the low-PA plus low-HGS group, the odds ratio for osteoporosis in the high-PA plus high-HGS group was 0.468 (95% CI: 0.219-0.999). There was no significant difference in the remaining groups. The result of conditional logistic regression analysis after propensity score matching showed also difference between high-PA plus high-HGS group and low-PA plus low-HGS group on osteoporosis (OR: 0.428, 95% CI: 0.207-0.885).

This study suggests that it is necessary to actively induce an increase in physical activity through the development of various physical activities in consideration of the individual's condition and physical level, and to educate osteoporosis patients on increasing physical activity. In addition, the level of handgrip strength during physical activity should be considered.

Keywords : Osteoporosis, Handgrip strength, Physical activity, Female

Student Number : 2020-24527