

노인의 신체건강 관련 요인 조사 : 근감소증과 운동기능저하증후군을 중심으로

김해인¹ · 김명철^{2*}

¹을지대학교 물리치료학과 강사, ^{2*}을지대학교 물리치료학과 교수

Investigation of Factors Related to Physical Health in the Old People : Focusing on sarcopenia and locomotive syndrome

Hae-In Kim, PT, Ph.D¹ · Myung-Chul Kim, PT, Ph.D^{2*}

¹*Dept. of Physical Therapy, Eulji University, Instructor*

^{2*}*Dept. of Physical Therapy, Eulji University, Professor*

Abstract

Purpose : This study was conducted to investigate and analyze the physical health of older Koreans with sarcopenia and locomotive syndrome and identify the related factors.

Methods : In this study, the sarcopenia and locomotive syndrome evaluations were applied to 210 elderly people, and the sarcopenia group was 36, the locomotive syndrome group was 164, and the normal group was 10. After group selection, a physical health status survey was conducted. The physical health status was assessed via body composition analysis, physical characteristics survey including measurement of waist and calf circumference, investigation of diseases currently being diagnosed by a doctor, and frailty measurements. The collected data were statistically analyzed using one-way ANOVA, the Kruskal-Wallis test, and the Chi-square test.

Results : There were significant differences between groups in all elements of physical characteristics including body mass index, waist circumference, and calf circumference. Among them, a consistent result was found that the normal group had the largest amount of muscle mass and the sarcopenia group had the least amount of muscle mass in the factors related to muscle mass. However, the factors relating to fat mass and obesity also showed significant differences between the groups, but the results were not consistent. Considering the group differences in current diseases, a significant difference was only detected for osteoporosis among 12 diseases. Moreover, those in the sarcopenia group had the highest rate of osteoporosis. And there was no significant difference between the groups in the total score of the frailty measurement, but there was a significant difference between the groups in the frailty measurement levels.

Conclusion : This study on physical health status confirmed that muscle mass-related factors, osteoporosis, and frailty levels were significantly related to sarcopenia and locomotive syndrome.

Key Words : frailty, locomotive syndrome, old people, osteoporosis, physical health, sarcopenia

*교신저자 : 김명철, ptkmc@eulji.ac.kr

※ This research was supported by the Korea Research Institute of Bioscience and Biotechnology(KRIBB) Research Initiative Program(KGM5392322).

제출일 : 2023년 4월 14일 | 수정일 : 2023년 5월 6일 | 게재승인일 : 2023년 5월 19일

I. 서론

대한민국은 빠른 속도로 고령화가 진행되고 있다. 2022년 고령자 통계에 따르면 대한민국의 65세 이상 고령인구는 전체인구의 18 %를 차지하고 있고, 2025년에는 65세 이상 고령인구의 비율이 20 % 이상인 초고령사회로 진입할 것으로 전망하여, 고령사회에서 초고령사회 도달 연수는 오스트리아 미국 15년, 일본 10년에 비해 한국은 7년에 불과하다고 보고하였다(Korea statistical office, 2022a). 또한 2022년 12월 발표된 2021년 생명표에 따르면 남자의 기대수명은 81.6년, 여자 86.6년으로 경제협력개발기구(organization for economic cooperation and development; OECD) 평균 대비 남자는 2.9년, 여자는 3.5년 높은 수준이라고 보고하였다(Korea statistical office, 2022b). 이러한 급속한 고령화는 생산 연령 인구 비율을 감소시키고 노인의 의료비용 및 건강보험요양 급여비용을 증가시켜 국가재정에 부담을 준다. 그러므로 고령화를 대비한 적극적인 대안과 예방책이 필요하다.

1951년 미국 국제노년학노인의학회(international association of gerontology and geriatrics; IAGG)에서는 노화의 특성을 고려하여 노인을 “인간의 노화 과정에서 나타나는 생리적·심리적·환경적 행동의 변화가 상호 작용하는 복합 형태의 과정”이라고 하였다. 또한 Breen(1960)은 노인을 (1) 생리적, 육체적으로 변화기에 있는 사람, (2) 심리적인 면에서 개성의 기능이 감퇴되고 있는 사람, (3) 사회적인 변화에 따라 사회적인 관계가 과거에 속해 있는 사람으로 정의하였다. 이처럼 노인은 나이가 증가하면서 급격한 신체적, 심리적, 사회적 측면에서의 다양한 변화를 경험하며, 이러한 과정을 노화(aging)라 할 수 있다(Yoo, 2009).

노화로 인한 다양한 신체 변화 중 근육뼈대계통의 변화는 노인의 일상생활에 직접 영향을 준다. 뼈와 근육은 인체를 구성하는 가장 큰 기관으로 정상 걸음걸이와 일상생활수행능력에 직접 관여한다(Bhattacharya, 2014). 나이가 증가함에 따라 근육뼈대계의 세포는 노화되어 성장하지 못하고 근육의 소실을 동반하며 기능이 저하되고(Kim, 2014), 연골은 퇴행성 변화로 소실되어 통증 및 운동기능을 제한하며, 힘줄과 인대는 탄력성을 잃어 손

상에 취약해진다(Taaffe & Marcus, 2000). 이러한 변화로 인해 운동기능은 떨어지고 넘어짐과 골절의 위험이 증가하며(Ko, 2021), 신체활동은 감소하며 여러 질병에 취약해져 사망에 이르는 위험이 증가한다(Scott 등, 2014). 이렇듯 노화가 진행되며 기능의 제한이 커지고 이는 노인의 삶에 큰 영향을 미치므로 노인의 상태를 정확히 파악하고 기능 저하를 예방하는 것은 매우 중요한데, 이와 관련하여 근감소증(sarcopenia)과 운동기능저하증후군(locomotive syndrome; LS)이 중요한 개념으로 대두되고 있다.

Rosenberg(1989)가 제시한 근감소증은 근육량의 감소, 근력의 저하, 신체기능의 저하를 동반한 상태를 의미한다. 근감소증은 활동의 제한을 야기하여 낙상, 골절, 쇠약, 사망 등의 위험성을 증가시켜(Heo 등, 2017; Liu 등, 2014) 적극적인 치료와 예방이 요구된다. 이에 2016년 10월 미국질병통제예방센터(centers for disease control and prevention; CDC)는 근감소증에 대해 질병코드(M62.84)를 부여하였고, 2018년 4월 일본에서도 근감소증을 질병 목록에 추가하였으며, 우리나라에서도 2021년 1월 한국표준질병사인분류 8차 개정안에 근감소증을 포함하여 근감소증의 국내 환자 규모와 정확한 실태를 파악하기 위해 노력하고 있으나 명확한 발생 기전 규명 및 치료제 개발을 위해 관련 인자에 대한 다양한 조사가 필요하다.

일본정형외과학회(Japanese orthopaedic association; JOA)에서 2011년 처음 제시한 운동기능저하증후군은 ‘운동기능 능력 저하 및 간호가 필요한 고위험군의 상태’ 또는 ‘운동기능 저하 장애로 인한 이동성 저하’를 의미한다(Nakamura, 2011; Nakamura & Ogata, 2016). 운동기능저하증후군은 근육뼈대계 요소 중 뼈, 근육, 관절, 연골, 추간판 중 하나 이상의 기능장애로 인해 발생하며 이러한 근육뼈대계 기관의 손상으로 인해 통증, 관절가동범위의 제한, 근육의 약화, 균형의 저하 등 다양한 증상으로 발현되어 결과적으로 일상생활수행능력의 제한, 삶의 질 감소 등 다양한 노인 건강 문제를 초래한다(Ikemoto & Arai, 2018; Iwaya 등, 2017; Kim 등, 2020). 그러나 국내에서는 질병으로 분류하지 않아 아직까지 관련된 연구는 미비하다.

근감소증 운동기능저하증후군 모두 노인에게 발생하

는 질환으로 전반적인 신체 기능의 저하를 동반하여 노인의 삶의 질에 악영향을 미친다는 공통점을 가지고 있으며, 공통적으로 ‘신체적 수행력’에 초점을 맞춘 지표를 통해 진단내린다는 점에서 두 질환이 노인에게 영향을 미치는지 연구하여 두 질환 사이의 관계를 확인할 필요가 있으나 기초자료가 매우 부족한 실정이다.

따라서 노화의 관점에서 두 질환은 노화가 진행됨에 따라 유병률이 높아지고 근육뼈대계통의 기능 저하를 유발하여 삶의 질을 저하하는 요소로 작용하므로 노인의 전반적인 신체건강 상태를 조사하고 관련된 여러 요인을 확인할 필요가 있다. 따라서 본 연구는 근감소증과 운동기능저하증후군을 가진 국내 노인을 대상으로 신체건강 상태를 조사하고 분석하여 관련된 요인을 확인하는 것을 목적으로 하였다.

II. 연구방법

1. 연구 대상자

본 연구 대상자는 만 65세 이상 국내 노인으로서 본 연구의 목적을 이해하고 참여할 것을 자의적으로 동의한 자, 의사소통이 가능하며 스스로 설문지를 읽고 답할 수 있는 자, 독립적으로 보행하여 기능평가를 수행할 수 있는 자, 시각 및 청각의 장애가 없는 자를 모집하였다. 최종 대상자는 선정 기준에 부합하는 210명으로 대상자 모

집 후 아시아 근감소증 평가위원회 2019(Asian working group for sarcopenia 2019; AWGS 2019)에서 제시한 근감소증 진단 기준(Chen 등, 2020)과 일본정형외과학회에서 제시한 2020 운동기능저하증후군 평가 기준(Taniguchi 등, 2021)에 따라 근감소증과 운동기능저하증후군을 진단평가하여 근감소증 집단과 운동기능저하증후군 집단으로 선별하였고, 근감소증과 운동기능저하증후군에 해당하지 않는 대상자를 정상 집단으로 구분하였다. 진단 평가를 시행한 결과 근감소증 집단은 36명, 운동기능저하증후군 집단 164명, 정상 집단은 10명으로 판별되었다 (Table 1).

2. 연구 설계

본 연구는 을지대학교 임상연구심의위원회의 승인을 받아 연구를 실시하였다(EU21-037). 모집한 210명의 만 65세 이상 국내 노인을 대상으로 근감소증과 운동기능저하증후군 평가를 통해 집단을 선별하였고, 노인의 신체건강 관련 요인으로는 체성분과 허리, 종아리 둘레, 유병 질환, 허약을 조사하였다. 실험자들의 신체 상태의 통일을 위해 평가 이전 공복 상태를 유지하였으며 진행 절차에 대해 충분히 설명한 후 측정 및 조사를 실시하였다. 모든 평가는 사전 교육을 받은 숙련된 평가자가 실시하였으며, 질환, 허약 등 설문 응답 항목은 일대일 대면 면담 방식으로 조사하였다.

Table 1. General characteristics of subjects

Characteristics	Categories	SG (n=36)	LGS (n=164)	NG (n=10)	χ^2 or F (p)
Sex	Male	19 (24.36 %) ^a	52 (66.67 %)	7 (8.97 %)	10.47 (.005)
	Female	17 (12.88 %)	112 (84.85 %)	3 (2.27 %)	
Age	60s	4 (7.02 %)	49 (85.96 %)	4 (7.02 %)	6.83 (.145)
	70s	28 (20.59 %)	102 (75.00 %)	6 (4.41 %)	
	80s and over	4 (23.53 %)	13 (76.47 %)	0 (.00 %)	
Height (cm)		158.73±8.97 ^b	159.03±7.74	162.90±5.09	3.52 (.172)
Weight (kg)		57.08±6.79	69.92±8.87	61.62±9.20	6.88 (.001)

SG; sarcopenia group, LGS; locomotive syndrome group, NG; non-sarcopenai group, ^acount (%), ^bMean±standard deviation

3. 평가 도구

1) 집단 선별 검사

(1) 근감소증 평가

아시아 근감소증 평가위원회 2019의 프로토콜에 따라 근육량, 근력을 측정하고 신체적 수행력을 평가하였다(Chen 등, 2020). 근육량은 고사양 체성분분석기(Inbody 570, Biospace, Korea)를 사용하여 오른팔, 왼팔, 오른다리, 왼다리의 뼈대근육량을 측정하여 합산한 값인 팔다리 뼈대근육량(appendicular skeletal muscle mass; ASM)을 키의 제곱으로 나눈 값인 근육지수(skeletal muscle index; SMI)를 산출하였다. 근력은 스프링식 악력계인 디지털 악력계(my-5401, TAKEI, Japan)를 사용하여 악력을 측정하였고, 제시된 측정 지침을 준수하여 바로 선 자세에서 최대 악력을 양손 모두 각 2회씩 측정하여 가장 큰 값을 사용하였다. 신체적 수행력은 간단신체기능검사(short physical performance battery; SPPB)으로 평가하였고 직립 균형, 걸음걸이속도, 의자에서 일어나기의 3가지 항목을 수행하게 하여 수행 능력에 따라 항목별 점수를 부여하여 합산 점수를 산출하였다.

근감소증 평가를 위한 세 도구의 선별 기준은 다음과 같다. 근육량 지표의 경우 근육지수가 남자 7.0 kg/m² 미만인 경우, 여자 5.7 kg/m² 미만인 경우, 근력 지표의 경우 악력이 남자 28 kg 미만인 경우, 여자 18 kg 미만인 경우, 신체적수행력 지표의 경우 남녀 모두 SPPB 총점이 9점 이하인 경우 근감소증에 해당하며 제시된 절단값을 기준으로 근육량 저하, 근력 또는/그리고 신체적 수행력이 저하된 경우 근감소증에 해당하는 대상으로 선별하였다.

(2) 운동기능저하증후군 평가

일본정형외과학회에서 2020년 제시한 프로토콜에 따라 stand-up test, two-step test, 25-question geriatric locomotive function(GLFS-25)을 평가하였다(Taniguchi 등, 2021). Stand-up test는 40 cm, 30 cm, 20 cm, 10 cm의 높이의 의자에서 양쪽 또는 한쪽 다리로 일어설 수 있는지 평가하며, 일어나는 동작을 수행할 수 없거나 수행할 시에 균형이 심각하게 무너져 낙상의 위험이 높은 경우는 할 수 없음으로 평가하였다. Two-step test는 출발선을 기

준으로 대상자의 최대 두 보폭의 총 길이를 측정하여 키로 나눈 값을 산출하였다. GLFS-25는 25개의 문항으로 구성된 설문으로써 통증, 무감각, 운동기능장애, 이동성을 평가하며 5점 척도의 점수로 총 0점에서 100점 사이의 점수를 산출하였다.

운동기능저하증후군 평가를 위한 세 도구의 선별 기준은 다음과 같다. stand-up test 수행결과 40 cm의 높이의 의자에서 한쪽 다리로 일어설 수 없는 경우, two-step test 수행결과 두 보폭을 측정하여 키로 나누어 나온 최종값(cm/cm)이 1.1 이상 1.3 미만인 경우, GLFS-25의 총 점수가 7점 이상인 경우 운동기능저하증후군에 해당하며 제시된 절단값을 기준으로 세 도구 중 하나라도 단계별 판정 기준에 해당하는 경우 운동기능저하증후군에 해당하는 대상으로 선별하였다.

2) 신체건강 관련 요인 조사

(1) 신체적 특성

신체적 특성 조사는 체성분분석기를 이용한 체성분 분석과 줄자를 이용한 허리 및 종아리 둘레 측정으로 구성하였다. 뼈대근육량, 체지방량, 체질량지수, 체지방률, 복부지방률, 몸통근육량은 체성분분석기(Inbody 570, Biospace, Korea)를 이용하여 측정하였고, 허리둘레와 종아리둘레는 대상자가 어깨너비로 발을 벌리고 몸무게를 양쪽 다리 사이에 고르게 분포시킨 바르게 선 자세에서 탄성이 없는 줄자를 이용하여 측정하였다. 허리둘레는 WHO에서 권장한 방법을 준수하여 숨을 편안히 내신 상태에서 갈비뼈 가장 아래 위치와 엉덩뼈능선 가장 위쪽 위치의 중간부위를 측정하였다. 종아리 둘레는 양쪽 종아리의 가장 두꺼운 부위를 측정하였고 가장 큰 값을 사용하였다.

(2) 질환

대상자가 조사 시점을 기준으로 의사에게 진단을 받은 질환에 대하여 조사하였다. 통계청에서 정의한 노인성 만성질환과 2020 고령자 통계에서 노인의 사망원인 중 높은 사망률을 보이는 질환 중 근육뼈대계 질환 및 일상생활과 밀접한 관련이 있는 질환인 고혈압, 당뇨, 뇌혈관질환, 심장질환, 류마티스관절염, 우울증, 고지혈증, 관절염, 허리관절질환, 암, 전립선 비대증, 뼈영성증으로

구분하여 조사하였다.

(3) 허약

허약 평가도구로는 한국형-FRAIL scale을 사용하였다. 이 도구는 대상자가 이해하고 응답하기 쉬우며 측정 시간이 최소화된 평가도구로 국내 노인을 대상으로 타당도 조사를 진행하여 민감도 .90, 특이도 .33의 검증된 도구이다. 피로(fatigue)-지난 한 달 동안 피곤하다고 느낀 적이 있습니까?, 저항(resistance)-도움이 없이 혼자서 쉬지 않고 10개의 계단을 오르는 데 힘이 됩니까?, 이동(ambulation)-도움이 없이 300 m를 혼자서 이동하는 데 힘이 됩니까?, 지병(illness)-의사에게 다음 질병이 있다고 들은 적이 있습니까?, 몸무게 감소(loss of weight)-현재와 1년 전의 몸무게는 몇 kg 이었습니까? 의 5가지 요소로 구성되어 각 문항의 답변마다 배점하여 총점 0점은 정상, 1점 이상 2점 이하는 허약 전 단계, 3점 이상은 허약으로 판정한다(Jung 등, 2016; Won, 2017).

4. 통계분석

본 연구에서 조사한 항목이 근감소증 집단, 운동기능저하증후군 집단, 정상 집단 세 집단에 따라 차이가 있는지 확인하기 위해 일원배치분산분석과 크루스칼-왈리스 검정, 그리고 카이제곱검정을 실시하였다. 이와 같은

통계분석을 위해 IBM SPSS 24.0(IBM SPSS Statics for Windows, IBM Corp, USA)을 활용하였으며, 통계적 유의성은 유의수준 .05를 기준으로 판단하였다.

Ⅲ. 결 과

1. 집단 간 신체적 특성 비교

집단 간 신체적 특성에 차이가 있는지 파악하기 위해 정규성 검정, 일원배치분산분석과 크루스칼-왈리스 검정을 실시하였다. 정규성 검정 결과, 체지방량, 체질량지수, 체지방률, 허리둘레는 정규분포를 보이는 것으로 나타났다으나, 뼈대근육량, 복부지방률, 몸통근육량, 종아리둘레는 정규분포를 보이지 않는 것으로 나타났다.

일원배치분산분석을 통해 정규분포를 보이는 신체적 측에 대한 집단 간 차이를 분석한 결과 체지방량, 체질량지수, 체지방률, 허리둘레의 평균치는 세 집단 간에 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다($p < .05$). 세 집단 간의 체지방량, 체질량지수, 체지방률, 허리둘레의 평균치 차이를 보다 구체적으로 확인하기 위해 사후검증을 Scheffe test를 통해 확인하였다. 분석 결과 첫째, 운동기능저하증후군 집단의 체지방량 평균치가 정상 집단보다 높음을 확인할 수 있다. 둘째, 근감소증 집단의

Table 2. Comparison of physical characteristics between groups

Categories	SG ^a (n=36)	LSG ^b (n=164)	NG ^c (n=10)	χ^2 or F	p (Scheffe)
SMM (kg)	20.44±3.37	22.96±4.16	25.32±3.74	14.20	.001
BFM (kg)	18.57±5.86	20.23±5.45	15.34±4.40	4.69	.010 (c<b)
BMI (kg/m ²)	22.73±2.79	24.79±2.89	23.17±2.70	8.40	.000 (a<b)
BFP (%)	32.26±8.57	31.88±6.90	24.64±4.74	5.04	.007 (c<a,b)
AFP (%)	.89±.07	.88±.05	.84±.03	8.88	.012
TMM (kg)	17.21±2.67	19.05±3.25	20.21±2.56	12.75	.002
WC (cm)	83.30±9.19	88.01±8.35	82.10±9.12	6.18	.002 (a<b)
CC (cm)	32.69±2.07	34.93±2.55	35.60±2.55	22.93	.000

SG; sarcopenia group, LSG; locomotive syndrome group, NG; non-sarcopenia group, SMM; skeletal muscle mass, BFM; body fat mass, BMI; body mass index, BFP; body fat percentage, AFP; abdominal fat percentage, TMM; trunk muscle mass, WC; waist circumference, CC; calf circumference, ^aMean±standard deviation

체질량지수 평균치가 운동기능저하증후군 집단보다 낮음을 확인할 수 있다. 셋째, 근감소증 집단과 운동기능저하증후군 집단의 체지방률 평균치가 정상 집단보다 높음을 확인할 수 있다. 넷째, 근감소증 집단의 허리둘레 평균치가 운동기능저하증후군 집단보다 낮음을 확인할 수 있다. 크루스칼-왈리스 검정을 통해 정규분포를 보이지 않는 신체적 특성에 대한 집단 간 차이를 분석한 결과 뼈대근육량, 복부지방률, 몸통근육량, 종아리 둘레의 평균치는 세 집단 간에 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다($p<.05$)(Table 2).

2. 집단 간 질환 비교

집단 간 현재 의사의 진단을 받은 질환의 유무에 대한

차이가 있는지를 파악하기 위해 카이제곱검정을 실시하였다. 분석 결과 고혈압, 당뇨, 뇌혈관질환, 심장질환, 류마티스관절염, 우울증, 고지혈증, 관절염, 허리관절질환, 암, 전립선비대증의 유무 비율은 세 집단 간에 통계적으로 유의한 차이가 없는 것으로 나타났으나($p>.05$), 뼈영양성증 유무의 비율은 세 집단 간에 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다($p<.05$)(Table 3).

3. 집단 간 허약 비교

집단 간 허약 평가 점수에 대한 차이가 있는지를 파악하기 위해 정규성 검정과 크루스칼-왈리스 검정을 실시하였다. 분석 결과 허약 평가 점수는 정규분포를 보이지 않는 것으로 나타났으며, 크루스칼-왈리스 검정을 통해

Table 3. Comparison of current disease between groups

Characteristics	Categories	SG (n=36)	LGS (n=164)	NG (n=10)	$\chi^2 (p)$
Hypertension	Yes	13 (36.11 %) ^a	82 (50.00 %)	5 (50.00 %)	2.31 (.316)
	No	23 (63.89 %)	82 (50.00 %)	5 (50.00 %)	
Diabetes	Yes	6 (16.67 %)	42 (25.61 %)	2 (20.00 %)	1.39 (.500)
	No	30 (83.33 %)	122 (74.39 %)	8 (80.00 %)	
Cerebrovascular accident	Yes	1 (2.78 %)	8 (4.88 %)	0 (.00 %)	.79 (.674)
	No	35 (97.22 %)	156 (95.12 %)	10 (100.00 %)	
Heart disease	Yes	1 (2.78 %)	5 (3.05 %)	1 (10.00 %)	1.46 (.483)
	No	35 (97.22 %)	159 (96.95 %)	9 (90.00 %)	
Rheumatoid arthritis	Yes	1 (2.78 %)	5 (3.05 %)	0 (.00 %)	.32 (.854)
	No	35 (97.22 %)	159 (96.95 %)	10 (100.00 %)	
Depression	Yes	0 (.00 %)	3 (1.83 %)	0 (.00 %)	.85 (.653)
	No	36 (100.00 %)	161 (98.17 %)	10 (100.00 %)	
Hyperlipidemia	Yes	8 (22.22 %)	38 (23.17 %)	2 (20.00 %)	.06 (.969)
	No	28 (77.78 %)	126 (76.83 %)	8 (80.00 %)	
Arthritis	Yes	3 (8.33 %)	13 (7.93 %)	0 (.00 %)	.87 (.646)
	No	33 (91.67 %)	151 (92.07 %)	10 (100.00 %)	
Back disease	Yes	3 (8.33 %)	11 (6.71 %)	0 (.00 %)	.88 (.646)
	No	33 (91.67 %)	153 (93.29 %)	10 (100.00 %)	
Cancer	Yes	2 (5.56 %)	5 (3.05 %)	0 (.00 %)	.94 (.626)
	No	34 (94.44 %)	159 (96.95 %)	10 (100.00 %)	
BPH	Yes	2 (5.56 %)	7 (4.27 %)	1 (10.00 %)	.74 (.690)
	No	34 (94.44 %)	157 (95.73 %)	9 (90.00 %)	
Osteoporosis	Yes	4 (11.11 %)	3 (1.83 %)	0 (.00 %)	8.26 (.016)
	No	32 (88.89 %)	161 (98.17 %)	10 (100.00 %)	

SG; sarcopenia group, LSG; locomotive syndrome group, NG; non-sarcopenai group, BPH; benign prostatic hyperplasia, ^acount (%)

세 집단 간의 평균 점수 차이를 검정한 결과 세 집단 간에 통계적으로 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다($p>.05$)(Table 4).

집단 간 허약 수준에 대한 차이가 있는지를 파악하기

위해 카이제곱검정을 실시하였으며, 분석 결과 허약 수준의 비율은 세 집단 간에 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다($p<.05$)(Table 5).

Table 4. Comparison of frailty measurement scores between groups

Categories	SG (n=36)	LSG (n=164)	NG (n=10)	χ^2	p
Frailty score	.47±.77 ^a	.45±.76	.10±.32	2.23	.328

SG; sarcopenia group, LSG; locomotive syndrome group, NG; non-sarcopenai group, ^aMean±standard deviation

Table 5. Comparison of frailty measurement levels between groups

Characteristics	Categories	SG (n=36)	LGS (n=164)	NG (n=10)	χ^2 (p)
Frailty level	Frailty	2 (5.56 %)	4 (2.44 %)	0 (.00 %)	10.47 (.005)
	Pre-Frailty	10 (27.78 %)	46 (28.05 %)	1 (10.00 %)	
	Normal	24 (66.67 %)	114 (69.51 %)	9 (90.00 %)	

SG; sarcopenia group, LSG; locomotive syndrome group, NG; non-sarcopenai group, ^acount (%)

IV. 고 찰

본 연구는 근감소증과 운동기능저하증후군을 가진 국내 노인을 대상으로 신체건강과 관련된 요인들을 조사하고 분석하였다. 만 65세 이상의 국내 노인 210명을 대상으로 2019 아시아 근감소증 평가위원회의 진단 기준과 2020 운동기능저하증후군 평가 기준에 따라 근감소증 집단과 운동기능저하증후군 집단을 선별하고, 해당하지 않는 대상자를 정상 집단으로 구분하여 연구를 진행하였다. 그리고 전반적인 건강상태를 확인하기 위해 신체적 특성, 유병 질환, 허약을 조사하였다.

신체적 특성은 체성분과 허리둘레, 종아리 둘레를 측정하였다. 나이가 들면서, 남녀 모두 체성분의 변화가 발생하며 체성분의 변화는 여러 신체적, 생리적 변화를 초래하며, 신체기능에도 영향을 미친다(Jang, 2011). 지방, 근육, 뼈의 균형 비율을 유지하는 것은 대사의 항상성과 건강상태를 유지하는데 중요하며 성공적인 노화에 긍정적인 영향을 미치는 요소로 작용하고(Ponti 등, 2020), 허리둘레와 종아리 둘레는 노인의 독립적 위험 인자로서

(Yang 등, 2020) 노인의 건강상태를 가늠할 수 있는 측정치이므로 이러한 신체적 특성을 조사하고 분석함을 통해 노인의 전반적인 건강상태를 확인할 수 있다.

신체적 특성의 비교분석 결과, 집단에 따른 전체 인자에서 평균의 차이가 통계적으로 유의한 것으로 나타났다. 측정 인자 중 뼈대근육량, 몸통근육량, 종아리 둘레는 근육량과 관련이 있는 요인, 체지방량, 체질량지수, 체지방률, 복부지방률, 허리둘레는 지방량 및 비만과 관련이 있는 요인으로 분류할 수 있다.

노인의 근육량 저하는 낙상의 위험 요소로 작용하며(Schöne 등, 2017), 일본 노인을 대상으로 조사한 연구에서 여성 노인의 몸통근육량이 동적 균형 능력 평가인 timed up and go test 측정 시간과 유의한 음의 상관관계를 나타낸 결과(Iwase 등, 2022) 등을 통해 근육량은 노인의 신체기능과도 밀접한 관련이 있음을 알 수 있다. 본 연구에서 조사한 신체적 특성 요인 중 근육량과 관련이 있는 뼈대근육량, 몸통근육량, 종아리 둘레 평균의 차이가 모두 정상 집단이 뼈대근육량 25.32 kg, 몸통근육량 20.21 kg, 종아리 둘레 35.60 cm로 가장 많은 양의 근육량

을 가지고 있다고 측정되었으며, 운동기능저하증후군 집단은 뼈대근육량 22.96 kg, 몸통근육량 19.05 kg, 종아리 둘레 34.93 cm, 근감소증 집단은 뼈대근육량 20.44 kg, 몸통근육량 17.21 kg, 종아리둘레 32.69 cm로 측정되어 근감소증 집단의 근육량이 가장 적으며 세 그룹 간 근육량의 차이는 통계적으로 유의함을 확인할 수 있었다.

뼈대근육량은 근감소증 평가 지표 중 하나로서 노화로 인해 감소되며 80세에 도달할 때에도 뼈대근육량과 기능은 30~50 % 꾸준히 감소하며(McCormick & Vasilaki, 2018), 이러한 변화는 운동기능의 저하를 유발한다. 본 연구에서 정상집단의 평균 뼈대근육량이 가장 많고, 근감소증 집단이 가장 적다고 나타났고, 이러한 결과는 112명의 일본 노인을 일반 집단, 운동기능저하증후군 집단, 운동기능저하증후군과 근감소증 공존 집단으로 나누어 분석한 선행 연구의 결과와 일치한다(Nishimura 등, 2020). 본 연구를 통해 근감소증 집단, 운동기능저하증후군 집단이 정상 집단에 비해 몸통근육량이 적음을 확인하였으나, 몸통근육량은 근감소증 평가 시 근육량 저하에 포함되지 않는 수치이며, 운동기능저하증후군은 평가 기준에 근육량을 포함하지 않아 선행연구 결과와의 비교는 어렵다. 그러나 몸통근육은 다양한 척추 병리에 기여하는 척추의 중요한 지지요소이며(Lorbergs 등, 2019), 몸통근육의 약화는 허리 통증과 보행 장애를 유발하여 노인의 일상 생활에 심각한 지장을 주어(Glassman 등, 2005) 근감소증과 운동기능저하증후군의 악영향을 미칠 수 있으므로 근육량 저하를 예방하고 관리하는 것이 필요할 것으로 사료된다.

본 연구에서 근감소증 집단과 운동기능저하증후군 집단의 종아리 둘레 수치가 정상 집단의 평균값보다 적은 것으로 확인되었다. 이러한 결과는 종아리 둘레가 적은 경우 고령자의 근감소증과 운동기능저하증후군의 위험도가 높아진다고 보고한 선행의 연구 결과와 같은 맥락에 있다(Momoki 등, 2017; Tanaka 등, 2018). 종아리 둘레는 아시아 근감소증 평가위원회 2019에서 근감소증 사례 찾기(case finding)를 위해 권장한 측정치이며(Chen 등, 2020), 노인이 스스로 엄지와 검지손가락으로 비우세 다리의 종아리의 가장 두꺼운 부분을 측정하고 손가락 고리보다 작을 경우에 근감소증의 위험도가 높음을 확인할 수 있는 도구이다(Tanaka 등, 2018). 이처럼 종아리

둘레 측정은 노인이 근감소증과 같은 뼈대근육량 손실을 자가 측정하기에 적합한 도구이므로 적극 활용할 것을 권장한다.

다양한 선행연구에서 근감소성 비만(sarcopenic obesity)이라는 개념으로 비만과 근감소증이 공존할 경우 사망률 증가, 심혈관 질환 위험도 증가 등 다양한 위험에 노출될 가능성이 커진다고 보고하였다(Zamboni 등, 2019). 또한 운동기능저하증후군도 비만과 밀접한 관련이 있으며, 다양한 체성분 요인 중 체지방률과 체질량지수와 유의한 상관관계가 있다고 보고하였다(Nakamura 등, 2016). 본 연구에서 조사한 신체적 특성 요인 중 지방량 및 비만과 관련이 있는 체지방률, 체질량지수, 체지방률, 복부지방률, 허리둘레는 세 집단 간 유의한 차이를 보였으나 요인 간 결과의 일관성을 보이지 않았다. 이러한 이유는 노인의 체지방률과 체질량지수의 변화가 단지 노화로 인한 근육량 감소 외에도 대사작용 변화 등보다 많은 요인들이 작용하는 것으로 사료되고, 무엇보다 집단 간 성별 구성비의 차이 역시 중요한 요인 중 하나라고 파악된다. Park과 Gu(2017)가 65세 이상 남녀 노인을 대상으로 조사한 근감소성 비만의 유병률은 남자 4.8 %, 여자 7.8 %으로 전체 노인 6.6 %와 비교하였을 때 평균치보다 남성은 1.8 % 낮은 수치, 여자는 평균치보다 1.2 %로 조사되었다. 추후 연구에서 성별, 연령 등 일반적 특성 인자의 구성비를 맞추어 집단을 선별하고 분석한다면 일관성 있는 결과를 도출할 수 있을 것이라 생각한다.

비만과 관련된 요소 중 허리둘레는 근감소증과 운동기능저하증후군 위험을 평가하는 유용한 매개변수가 될 수 있다고 보고되었는데(Muramoto 등, 2014; Pang 등, 2020), 본 연구에서는 정상 집단이 허리둘레가 가장 낮았고, 근감소증 집단, 운동기능저하증후군 집단 순으로 허리둘레 평균치가 높은 것으로 조사되었다. 복부 및 내장 지방의 증가는 만성 및 근육 염증을 지속시키는 전염증성 사이토카인의 생성을 자극하여 근육 손실에 기여하고(Ryu 등, 2013), 비만인 사람은 정상 몸무게의 사람에 비해 신체 활동량이 적어 근육량과 근력이 점진적으로 감소하는 경우가 많으므로(Cheng 등, 2014) 허리둘레, BMI 등 비만도와 근감소증, 운동기능저하증후군과의 연관성에 관하여 지속적인 연구가 필요하리라 생각

된다.

집단 간 의사의 진단을 받은 질환을 조사하였고 다양한 질환 중 뼈영성증에서 집단 간 차이를 발견할 수 있었는데, 근감소증 집단에서 뼈영성증이 있는 대상자는 11.11 %, 운동기능저하증후군 집단 1.83 %, 정상 집단 0 %로 조사되었고, 이러한 차이는 통계적으로 유의한 것으로 나타났다. 나이가 증가함에 따라 근육량과 골밀도가 감소하고, 골밀도가 감소하면서 뼈영성증이 발생하는데(Hong & Choi, 2012), 뼈영성증은 골밀도의 감소와 미세구조의 이상으로 뼈 강도의 약화로 골절의 위험성이 증가하는 질환이다(Jang, 2019; Kim 등, 2015). 다양한 연구를 통해 뼈영성증이 근감소증 및 운동기능저하증후군과 깊은 관련이 있는 것으로 보고되었는데 60세 이상의 국내 남녀를 대상으로 조사한 연구는 근감소와 뼈영성증이 유의한 연관성이 있다고 보고하였고(Ro 등, 2017), 뼈영성증과 근감소증은 공존 가능성이 큰 질환으로써 최근 골감소증(osteosarcopenia)라는 개념이 제시되며 낙상, 골절, 입원 및 사망의 위험을 높이는 질환으로 지속적으로 연구되어야 함이 강조되었다(Clynes 등, 2021). 운동기능저하증후군과 뼈영성증도 다양한 연구에서 연관성을 보고하였고, 특히 뼈영성증의 유병률은 운동기능저하증후군이 중증일수록 증가한다고 보고되어(Matsumoto 등, 2016a; Matsumoto 등, 2016b), 공통 유발인자에 대한 검증과 추적 관찰 연구가 필요할 것으로 생각한다.

허약은 노년기에 다양한 요인에 의해 나타나고, 특히 스트레스에 대한 취약성이 높고, 낙상과 이로 인한 장애, 그리고 사망으로 이어질 수 있는 병리적인 현상으로(Fried 등, 2001; Kim & Kim, 2014), 여러 요인들이 복합적으로 작용하여 허약을 유발하는데, 특히 최근에는 근감소증과의 연관성이 주목을 받고 있다. 본 연구는 근감소증과 운동기능저하증후군, 그리고 허약의 연관성을 알아보기 위해 허약 평가도구인 K-FRAIL 설문을 활용하였고 집단 간 허약 수준의 비율이 통계적으로 유의한 차이가 있음을 확인하였다. 근감소증 집단은 허약 5.56 %, 허약 전 단계 27.78 %이었고, 운동기능저하증후군은 허약 2.44 %, 허약 전 단계 28.05 %, 정상 집단은 허약 0 %, 허약 전 단계 10.00 %로 조사되었다. 2019년 일본 고령자 963명을 대상으로 근감소증, 운동기능저하증후군,

허약의 유병률을 조사한 연구에 따르면 대상자의 2.1 %는 근감소증, 운동기능저하증후군 1단계, 허약을 모두 가지고 있으며, 특히 허약 상태로 평가된 대상자 모두가 운동기능저하증후군을 동반하고 있다고 보고하였다(Yoshimura 등, 2019). 또한 2021년 일본 고령자 337명을 대상으로 조사한 연구에 따르면 대상자의 3.9 %가 세 질환을 모두 동반하고 있다고 보고하였고, 허약 대상자 중 약 90 %, 근감소증 대상자의 약 80 %가 운동기능저하증후군을 동반하고 있다고 보고하였다(Ide 등, 2021). 본 연구의 결과를 포함하여 허약이 근감소증, 운동기능저하증후군과 밀접한 관련이 있음을 확인할 수 있었으며, 이는 신체 구성과 신체기능 그리고 신체활동, 심리적 상태, 사회적 기능들의 문제가 노화로 인해 나타나는 문제들과 밀접한 관련이 있기 때문에 궁극적으로 노인들의 근감소증과 운동기능저하증후군의 건강상태와 비슷한 요인들을 포함하는 결과를 얻을 수 있었다. 하지만 허약은 근육량의 저하를 반영하지 않고, 통증 관련 요소가 평가항목에 없으므로 추후 이들 세 질환을 동시에 평가할 수 있는 새로운 진단평가 도구의 개발이 필요할 것이다.

V. 결론

본 연구는 근감소증과 운동기능저하증후군 평가를 통해 집단을 선별하여 노인의 신체건강 관련 요인을 조사하고 분석하였다. 집단 간 일반적 특성 비교분석에서 뼈대근육량, 체지방량, 체질량지수, 체지방률, 복부지방률, 몸통근육량, 허리둘레, 종아리 둘레, 뼈영성증 유무 비율, 허약 수준의 비율은 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다. 신체적 특성 요인 중 근육량 관련 요인인 뼈대근육량, 몸통근육량, 종아리 둘레 평균은 근감소증 집단이 가장 적었고, 정상 집단이 가장 높았다. 그러나 지방량 및 비만 관련 요인인 체지방량, 체질량지수, 체지방률, 복부지방률은 세 집단 간 유의한 차이를 보였으나 요인 간 결과의 일관성은 보이지 않았다. 그리고 집단 간 진단 질환 비교분석에서 근감소증 집단의 11.11 %, 운동기능저하증후군 집단의 1.83 %가 뼈영성증을 가지고 있었고 이러한 차이는 통계적으로 유의하였다. 마

지막으로 집단 간 허약 수준에 대한 비교분석에서 허약 단계는 근감소증 집단 5.56 %, 운동기능저하증후군 집단 2.44 %, 정상 집단 0 %, 전 허약 단계는 근감소증 집단 27.78 %, 운동기능저하증후군 28.05 %, 정상 10.00 %로 나타났으며, 이러한 차이는 통계적으로 유의하였다. 본 연구를 통해 근육량과 뼈형성증, 그리고 허약의 단계가 근감소증과 운동기능저하증후군 노인의 신체건강과 매우 밀접한 요인들인 것을 확인하였다.

참고문헌

Bhattacharya A(2014). Costs of occupational musculoskeletal disorders (MSDs) in the United States. *Int J Industr Ergonomics*, 44(3), 448-454. <https://doi.org/10.1016/j.ergon.2014.01.008>.

Breen LB(1960). The aging individual, handbook of social gerontology. In C. Tibbitts (Ed.), Chicago, University of Chicago Press, pp.145-162.

Chen LK, Woo J, Assantachai P, et al(2020). Asian working group for sarcopenia: 2019 consensus update on sarcopenia diagnosis and treatment. *J Am Med Dir Assoc*, 21(3), 300-307. <https://doi.org/10.1016/j.jamda.2019.12.012>.

Cheng Q, Zhu X, Zhang X, et al(2014). A cross-sectional study of loss of muscle mass corresponding to sarcopenia in healthy Chinese men and women: reference values, prevalence, and association with bone mass. *J Bone Miner Metab*, 32(1), 78-88. <https://doi.org/10.1007/s00774-013-0468-3>.

Clynes MA, Gregson CL, Bruyere O, et al(2021). Osteosarcopenia: where osteoporosis and sarcopenia collide. *Rheumatology*, 60(2), 529-537. <https://doi.org/10.1093/rheumatology/keaa755>.

Fried LP, Tangen CM, Walston J, et al(2001). Frailty in older adults: evidence for a phenotype. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 56(3), M146-156. <https://doi.org/10.1093/gerona/56.3.m146>.

Glassman SD, Bridwell K, Dimar JR, et al(2005). The impact of positive sagittal balance in adult spinal deformity. *Spine*, 30(18), 2024-2029. <https://doi.org/10.1097/01.brs.0000179086.30449.96>.

Heo JW, No MH, Min DH, et al(2017). Aging-induced sarcopenia and exercise. *The Official J Korean Academy Kinesiol*, 19(2), 43-59. <https://doi.org/10.15758/jkak.2017.19.2.43>.

Hong SM, Choi WH(2012). Clinical and physiopathological mechanism of sarcopenia. *Korean J Med*, 83(4), 444-454. <https://doi.org/10.3904/kjm.2012.83.4.444>.

Ide K, Banno T, Yamato Y, et al(2021). Relationship between locomotive syndrome, frailty and sarcopenia: locomotive syndrome overlapped in the majority of frailty and sarcopenia patients. *Geriatr Gerontol Int*, 21(6), 458-464. <https://doi.org/10.1111/ggi.14162>.

Ikemoto T, Arai YC(2018). Locomotive syndrome: clinical perspectives. *Clin Interv Aging*, 13, 819-827. <https://doi.org/10.2147/CIA.S148683>.

Iwase H, Murata S, Nakano H, et al(2022). Relationship between age-related changes in skeletal muscle mass and physical function: a cross-sectional study of an elderly Japanese population. *Cureus*, 14(4), e24260. Printed Online. <https://doi.org/10.7759/cureus.24260>.

Iwaya T, Doi T, Seichi A, et al(2017). Characteristics of disability in activity of daily living in elderly people associated with locomotive disorders. *BMC Geriatr*, 17(1), 165. <https://doi.org/10.1186/s12877-017-0543-z>.

Jang HC(2011). Recent progression in sarcopenia and sarcopenic obesity. *J Korean Geriatrics Soc*, 15(1), 1-7. <https://doi.org/10.4235/jkgs.2011.15.1.1>.

Jang SY(2019). Association of sarcopenia with osteoporosis in Korean adults using the 2009-2011 Korea national health and nutrition examination survey. Graduate school of Health Science, Chosun University, Republic of Korea, Master's thesis.

Jung HW, Yoo HJ, Park SY, et al(2016). The Korean version of the FRAIL scale: clinical feasibility and validity of assessing the frailty status of Korean elderly.

- Korean J Intern Med, 31(3), 594-600. <https://doi.org/10.3904/kjim>.
- Kim MC, Kim HI, Baek IC(2020). A study on the correlation between locomotive syndrome and stress and lifestyle patterns in the elderly in Korea. *J Korean Soc Integr Med*, 8(4), 241-251. <https://doi.org/10.15268/ksim.2020.8.4.241>.
- Kim MJ, Kim MK(2014). Physical activity and sedentary behavior patterns according to body composition phenotypes of sarcopenia and obesity in frail older women. *J Obes Metab Syndr*, 23(3), 194-202.
- Kim SJ(2014). Development of self-management burden scale in the elderly with musculoskeletal diseases. Graduate school of Seoul National University, Republic of Korea, Doctoral dissertation.
- Kim YM, Kim JH, Cho DS(2015). Gender difference in osteoporosis prevalence, awareness and treatment: based on the Korea national health and nutrition examination survey 2008~2011. *J Korean Acad Nurs*, 45(2), 293-305.
- Ko DH(2021). Analysis of the relationship between risk factors for lifestyle diseases, physical strength, and physical activity to present guidelines for preventing sarcopenia. Graduate school of Dongguk University, Republic of Korea, Doctoral dissertation.
- Liu CK, Leng X, Hsu FC, et al(2014). The impact of sarcopenia on a physical activity intervention: the lifestyle interventions and independence for elders pilot study (LIFE-P). *J Nutr Health Aging*, 18(1), 59-64. <https://doi.org/10.1007/s12603-013-0369-0>.
- Lorbergs AL, Allaire BT, Yang L, et al(2019). A longitudinal study of trunk muscle properties and severity of thoracic kyphosis in women and men: the Framingham study. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 74(3), 420-427. <https://doi.org/10.1093/gerona/gly056>.
- Matsumoto H, Hagino H, Wada T, et al(2016a). Locomotive syndrome presents a risk for falls and fractures in the elderly Japanese population. *Osteoporos Sarcopenia*, 2(3), 156-163. <https://doi.org/10.1016/j.afos.2016.06.001>.
- Matsumoto H, Nakaso N, Matsuura A, et al(2016b). Relationship between severity of locomotive syndrome and the incidence of falling, prevalence of low bone mass, and sarcopenia. *Rigaku Ryohogaku*, 43(1), 38-46. <https://doi.org/10.1016/j.afos.2016.06.001>.
- McCormick R, Vasilaki A(2018). Age-related changes in skeletal muscle: changes to life-style as a therapy. *Biogerontology*, 19(6), 519-536. <https://doi.org/10.1007/s10522-018-9775-3>.
- Momoki C, Habu D, Ogura J, et al(2017). Relationships between sarcopenia and household status and locomotive syndrome in a community-dwelling elderly women in Japan. *Geriatr Gerontol Int*, 17(1), 54-60. <https://doi.org/10.1111/ggi.12674>.
- Muramoto A, Imagama S, Ito Z, et al(2014). Waist circumference is associated with locomotive syndrome in elderly females. *J Orthop Sci*, 19(4), 612-619. <https://doi.org/10.1007/s00776-014-0559-6>.
- Nakamura K(2011). The concept and treatment of locomotive syndrome: its acceptance and spread in Japan. *J Orthop Sci*, 16(5), 489-491. <https://doi.org/10.1007/s00776-011-0108-5>.
- Nakamura K, Ogata T(2016). Locomotive syndrome: definition and management. *Clin Rev Bone Miner Metab*, 14(2), 56-67. <https://doi.org/10.1007/s12018-016-9208-2>.
- Nakamura M, Kobashi Y, Hashizume H, et al(2016). Locomotive syndrome is associated with body composition and cardiometabolic disorders in elderly Japanese women. *BMC Geriatr*, 16(1), 166. <https://doi.org/10.1186/s12877-016-0339-6>.
- Nishimura T, Imai A, Fujimoto M, et al(2020). Adverse effects of the coexistence of locomotive syndrome and sarcopenia on the walking ability and performance of activities of daily living in Japanese elderly females: a cross-sectional study. *J Phys Ther Sci*, 32(3), 227-232. <https://doi.org/10.1589/jpts.32.227>.
- Pang BWJ, Wee SL, Lau LK, et al(2020). Prevalence and

- associated factors of sarcopenia in Singaporean adults-the Yishun study. *J Am Med Dir Assoc*, 22(4), 885.e1-885.e10. <https://doi.org/10.1016/j.jamda.2020.05.029>.
- Park SY, Gu MO(2017). The influencing factors on sarcopenic obesity among male and female aged in Korea: based on the Korean national health and nutrition examination survey 2010-2011. *J Korean Data Analysis Soc*, 19(2), 1039-1054. <https://doi.org/10.37727/jkdas.2017.19.2.1039>.
- Ponti F, Santoro A, Mercatelli D, et al(2020). Aging and imaging assessment of body composition: from fat to facts. *Front Endocrinol (Lausanne)*, 10, 861. <https://doi.org/10.3389/fendo.2019.00861>.
- Ro JH, Park YS, Kim JE, et al(2017). The association between sarcopenia and the osteoporosis in Korean men and women aged older than 60 years. *Korean J Fam Pract*, 7(4), 477-482. <https://doi.org/10.21215/kjfp.2017.7.4.477>.
- Rosenberg IH(1989). Summary comments. *Am J Clin Nutr*, 50(5), 1231-1233. <https://doi.org/10.1093/ajcn/50.5.1231>.
- Ryu M, Jo J, Lee Y, et al(2013). Association of physical activity with sarcopenia and sarcopenic obesity in community-dwelling older adults: the fourth Korea national health and nutrition examination survey. *Age Ageing*, 42(6), 734-740. <https://doi.org/10.1093/ageing/afu063>.
- Schöne D, Freiberger E, Sieber CC(2017). Einfluss der skelettmuskulatur auf das sturzrisiko im alter [Influence of skeletal muscles on the risk of falling in old age]. *Internist (Berl)*, 58(4), 359-370. <https://doi.org/10.1007/s00108-017-0212-5>.
- Scott D, Hayes A, Sanders KM, et al(2014). Operational definitions of sarcopenia and their associations with 5-year changes in falls risk in community-dwelling middle-aged and older adults. *Osteoporos Int*, 25(1), 187-193. <https://doi.org/10.1007/s00198-013-2431-5>.
- Taaffe DR, Marcus R(2000). Musculoskeletal health and the older adult. *J Rehabil Res Dev*, 37(2), 245-254.
- Tanaka T, Takahashi K, Akishita M, et al(2018). "Yubi-wakka" (finger-ring) test: a practical self-screening method for sarcopenia, and a predictor of disability and mortality among Japanese community-dwelling older adults. *Geriatr Gerontol Int*, 18(2), 224-232. <https://doi.org/10.1111/ggi.13163>.
- Taniguchi M, Ikezoe T, Tsuboyama T, et al(2021). Prevalence and physical characteristics of locomotive syndrome stages as classified by the new criteria 2020 in older Japanese people: results from the Nagahama study. *BMC Geriatr*, 21(1), 489. <https://doi.org/10.1186/s12877-021-02440-2>.
- Won CW(2017). Continuing education column. *J Korean Med Assoc*, 60(4), 314-320. <https://doi.org/10.5124/jkma.2017.60.4.314>.
- Yang S, Liu M, Wang S, et al(2020). Waist-calf circumference ratio is an independent risk factor of HRQoL in centenarians. *Diabetes Metab Syndr Obes*, 13, 277-287. <https://doi.org/10.2147/DMSO.S231435>.
- Yoo SH(2009). A study on self-esteem, loneliness and satisfaction with life of old people who participate in programs of promoting health for old people. Graduate school of Education, Jeju National University, Republic of Korea, Master's thesis.
- Yoshimura N, Muraki S, Iidaka T, et al(2019). Prevalence and co-existence of locomotive syndrome, sarcopenia, and frailty: the third survey of research on osteoarthritis/osteoporosis against disability (ROAD) study. *J Bone Miner Metab*, 37(6), 1058-1066. <https://doi.org/10.1007/s00774-019-01012-0>.
- Zamboni M, Rubele S, Rossi AP(2019). Sarcopenia and obesity. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*, 22(1), 13-19. <https://doi.org/10.1097/MCO.0000000000000519>.
- Korea Statistical Office(2022a). 2022 Statistics for the elderly. Available at https://kostat.go.kr/board.es?mid=a10301010000&bid=10820&tag=&act=view&list_no=420896&ref_bid= Accessed September 29, 2022.
- Korea Statistical Office(2022b). 2022 Life tables. Available at https://kostat.go.kr/board.es?mid=a10301060900&bid=208&act=view&list_no=422107 Accessed September 6, 2022.