



## 제7기 국민건강영양조사 자료를 활용한 한국 성인의 악력 분포 및 영향요인 분석

정정원\* · 박소영\* · 김현아

숙명여자대학교 약학대학

(2021년 9월 1일 접수 · 2021년 9월 19일 수정 · 2021년 9월 19일 승인)

### An Analysis on Distribution of Handgrip Strength and Associated Factors in Korean Adults

Jung Won Jung\*, So Young Park\*, and Hyunah Kim

College of Pharmacy, Sookmyung Women's University, Seoul 04312, Republic of Korea

(Received September 1, 2021 · Revised September 19, 2021 · Accepted September 19, 2021)

#### ABSTRACT

**Background:** Sarcopenia is a skeletal muscle disorder that involves the loss of muscle mass and function. Handgrip strength (HGS) is the most commonly used tool to assess muscle strength to diagnose sarcopenia. HGS is also associated with various diseases and health outcomes. Thus, we aimed this study to examine the HGS status in Korean adults and relevant factors of HGS. **Methods:** Data was obtained from the 7th Korea National Health and Nutrition Examination Survey (KNHANES), a population-based nationwide survey. The estimated mean value of HGS was calculated in each age group. The mean HGS in men and women aged over 40 was compared according to the household income level, lifestyle factors, and comorbidities. **Results:** A total of 16,708 participants were included in this study. The mean HGS showed a maximum value in the 30s for both men and women, and then tended to decrease with increasing age. When analyzed for people aged 40 or older, the mean HGS was significantly higher in the current or past smoker, drinker, and aerobic exercise groups in both men and women. The mean HGS was lower in the group with comorbidities such as hypertension, dyslipidemia, type 2 diabetes, and bone diseases. **Conclusion:** Our study found that the mean HGS was significantly different between those with and without underlying chronic diseases. In groups with relevant comorbidities, close monitoring for the development of sarcopenia and taking preventive measures such as exercise and nutritional support may be recommended.

**KEYWORDS:** Sarcopenia, hand strength, muscle strength

근감소증(sarcopenia)은 근력 또는 골격근량의 감소와 운동 기능의 저하가 나타나는 근골격계 질병을 일컫는다.<sup>1)</sup> 2009년부터 2016년까지 보고된 연구들에 의하면 근감소증의 전세계 유병률은 약 10%로 추정된다.<sup>2)</sup> 근감소증은 일반적으로 골격근의 기능을 반영하는 (1) 근력(muscle strength) (2) 골격근량(muscle mass) (3) 운동기능(physical performance)의 세 가지 기준에 따라 진단된다. European Working Group on Sarcopenia in Older People 권고안에서는 근력이 근감소증의 가장 중요한 특징이며, 골격근량이나 운동기능에 앞서 우선적으로 평가

할 것을 제안하고 있다.<sup>3)</sup>

근력을 평가하는 다양한 방법 중 악력(handgrip strength, HGS)을 측정하는 방법이 가장 흔하게 사용된다.<sup>4)</sup> 악력은 동력계를 이용하여 손으로 쥐어짤 수 있는 최대 정적 힘으로 신체 전반적인 근력 상태를 반영하는 지표이다. 측정 방법이 비교적 간단하고 경제적이어서 손 수술 이후 치료 성과 평가에 사용될 뿐 아니라 근감소증의 진단에도 활용된다.<sup>5)</sup> Asian Working Group for Sarcopenia에서는 근감소증을 진단하기 위한 악력의 결정점(cutoff value)으로 남자 28 kg 미만, 여자

\*Jung Won Jung, So Young Park are co-first authors, with each contributing equally to this manuscript.

\*Correspondence to: Hyunah Kim, College of Pharmacy, Sookmyung Women's University, Cheongpa-ro 47-gil 100, Yongsan-gu, Seoul 04310, Republic of Korea

Tel: +82-2-2077-7961, Fax: +82-2-2077-7629, E-mail: hyunah@sookmyung.ac.kr

18 kg 미만을 제시하고 있다.<sup>6)</sup>

악력은 근감소증 외에도 다양한 질병과 신체지표의 설명인 자로서 알려진 바 있다. 미국의 국민건강영양조사 자료를 분석한 연구에 따르면 악력은 나이, 인종, 체질량지수, 골다공증 여부를 포함한 다양한 인자와 독립적으로 골밀도와 양의 상관 관계를 나타낸다.<sup>7)</sup> 국내에서 진행된 단면연구에 따르면 악력의 감소는 남자 또는 65세 이상에서 빈혈의 발생과 유의한 관련이 있었다.<sup>8)</sup> 또한 근감소증은 노인에서 보행 및 일상생활 기능의 저하로 낙상, 골절과 사망의 위험을 높일 수 있다.<sup>9)</sup>

본 연구는 우리나라 인구를 대표하는 역학 자료인 국민건강영양조사 자료를 활용하여 국내 성인의 악력 수준을 성별과 나이에 따라 평가하고, 악력에 유의한 차이가 있는 생활습관 및 기저질환 등을 규명하고자 하였다. 이를 통해 근감소증 발생에 대한 모니터링이 필요한 집단에서의 예방적 조치에 대한 근거를 확립하고자 하였다.

## 연구 방법

### 연구 대상

본 연구에서는 제7기(2016-2018년) 국민건강영양조사 원시 자료를 이용하였다. 조사를 완료한 24,269명 중에서 악력조사가 시행되지 않은 4,657명과 건강설문조사와 검진조사에서 결측이 있는 2,904명을 제외하여 총 16,708명을 연구 대상으로 지정하였다. 기본 특성에 따른 악력의 비교는 기저질환의 유병률을 고려하여 40세 이상만을 포함하였고 총 11,954명의 자료를 분석하였다.

국민건강영양조사는 질병관리본부의 연구윤리심의위원회(IRB)의 승인을 받아 수행된다. 제7기 자료의 경우 1차, 2차 년도에는 IRB의 의견에 따라 심의를 받지 않았으며 3차 년도에 심의가 재개되어 승인을 받았다(IRB 승인번호: 2018-01-03-P-A).

본 연구는 숙명여자대학교 생명윤리위원회(IRB)의 심의 면제 승인을 획득하여 수행하였다(SMWU-2107-HR-063).

### 근력 측정

국민건강영양조사에서는 근력 분포 파악을 위해 2014년부터 만10세 이상을 대상으로 디지털 악력계(Digital grip strength dynamometer, T.K.K 5401, Japan)를 이용하여 악력 검사를 시행하였다. 본 연구에서는 주로 사용하는 손의 3회 측정값 중 최대값을 최종 악력으로 사용하였고, 양손잡이의 경우는 6회 측정값 중 최대값을 최종 악력으로 사용하였다.<sup>4)</sup>

### 변수 정의

가구 소득은 소득 4분위수 분류에 따라 하, 중하, 중상, 상으로 분류되며, 흡연 상태는 현재흡연, 과거흡연, 비흡연으로 구

분하였다. 음주 여부는 최근 1년간 월 1회 미만에서 주 4회 이상 음주한 사람을 '음주'로, 최근 1년 또는 평생 음주 경험이 없는 경우를 '비음주'로 정의하였다.<sup>10)</sup> 유산소 신체활동은 건강 설문조사 내용 중 '유산소 신체활동 실천율' 변수를 활용하여 '일주일에 중강도 신체활동을 2시간 30분 이상 또는 고강도 신체활동을 1시간 15분 이상 또는 중강도와 고강도 신체활동을 섞어서(고강도 1분은 중강도 2분) 각 활동에 상당하는 시간을 실천하는 것'으로 정의하였다.<sup>11)</sup> 동반질환 중 고혈압, 이상지질혈증, 당뇨병은 해당 질환에 대한 의사 진단이 있는 경우로 정의하였으며, 골질환은 골관절염, 류마티스성 관절염, 또는 골다공증 중 1개 이상 의사 진단을 받은 경우로 하였다.

### 통계 분석

복합표본설계의 효과를 고려하여 표본의 결과가 대표성을 갖도록 층화변수로서 분산추정치를, 집락변수는 조사구 변수를 사용하였다. 가중치는 국민건강영양조사 원시자료 이용 지침서에 따라 검진 및 설문 연관성분석 가중치에 1/3의 통합비율을 부여한 값을 사용하였다.

성별에 따른 연구 집단의 기본 특성을 비교하기 위해 연속형 변수에 대해서 t-검정을 수행하여 평균과 표준오차를 제시하였다. 가구소득, 흡연, 음주, 기저질환 여부 등 범주형 변수에 대해서는 카이제곱 검정을 수행하여 빈도와 가중된 백분율을 제시하였다. 연령대 별 전체 또는 남자, 여자 집단 내 악력 평균 비교와 기본 특성 별 악력의 차이 검정에는 복합표본분석의 일반선형모형을 사용하였다.

통계적 유의성을 판정하기 위한 유의수준은  $p$ -value <0.05 인 경우로 설정하였으며 SPSS version 25.0 (IBM Corp., Armonk, NY, USA)을 사용하여 분석하였다.

## 연구 결과

### 성별에 따른 연구 대상자의 일반적 특성

성별에 따른 연구 대상자의 일반적 특성은 Table 1과 같다. 악력은 남자에서 유의하게 더 높았다(남자 40.23 kg±0.13, 여자 23.35 kg±0.09,  $p<0.001$ ). 또한, 여자가 남자에 비해 유의하게 연령이 높았으며 비흡연자, 음주를 하지 않는 사람과 규칙적인 유산소 운동을 하지 않는 사람이 더 많았다. 기저질환의 경우 고혈압은 남자에서, 이상지질혈증과 골질환(골관절염, 골다공증 또는 류마티스 관절염)은 여자에서 유의하게 더 많았다.

### 연령 그룹에 따른 악력 비교

연령 그룹에 따른 악력의 평균과 표준오차는 Table 2와 같다. 악력은 남녀 모두에서 30대에 최대값을 나타내었고, 그 이후로 연령이 증가함에 따라 감소하는 경향을 보였다(Fig. 1). 모든 연령 그룹에서 평균 악력은 남자가 여자보다 높았으며, 여

**Table 1.** Baseline characteristics of study population

	Male (n=7,398)	Female (n=9,310)	p-value
Handgrip strength (kg)	40.23±0.13	23.35±0.09	<0.001
Age (years)	45.80±0.27	47.74±0.29	<0.001
Smoking status			<0.001
Current smoker	2,560 (37.1%)	474 (5.9%)	
Past smoker	3,085 (37.2%)	553 (6.4%)	
Non-smoker	1,753 (25.7%)	8,283 (87.7%)	
Alcohol consumption			<0.001
Yes	6,131 (85.8%)	6,085 (69.1%)	
No	1,267 (14.2%)	3,225 (30.9%)	
Aerobic exercise			<0.001
Yes	3,447 (50.0%)	3,802 (43.4%)	
No	3,951 (50.0%)	5,508 (56.6%)	
Comorbidities			
Hypertension	1,927 (20.3%)	2,110 (18.1%)	<0.001
Dyslipidemia	1,175 (13.6%)	1,854 (16.7%)	<0.001
Type 2 diabetes	785 (7.8%)	793 (7.0%)	0.057
Bone diseases *	481 (4.6%)	2,339 (20.3%)	<0.001
Household income			<0.001
1 <sup>st</sup> quartile	1,236 (13.4%)	1,851 (17.1%)	
2 <sup>nd</sup> quartile	1,769 (22.9%)	2,284 (24.2%)	
3 <sup>rd</sup> quartile	2,100 (30.7%)	2,528 (28.7%)	
4 <sup>th</sup> quartile	2,293 (33.0%)	2,647 (30.1%)	

Note: Data are presented as mean±standard error for continuous variables or number (weighted percentage %) for categorical variables.

\*Bone diseases include osteoarthritis, rheumatoid arthritis, and osteoporosis.

**Table 2.** Mean handgrip strength stratified by sex and age

Age groups	Total (n=16,708)		Male (n=7,398)		Female (n=9,310)	
	Mean	SE	Mean	SE	Mean	SE
≤19 years	31.84	0.88	38.72	0.92	23.73	0.63
20-29 years	33.21	0.29	41.09	0.29	24.08	0.19
30-39 years	34.60	0.22	43.44	0.24	25.00	0.14
40-49 years	33.98	0.21	42.59	0.23	24.98	0.15
50-59 years	32.18	0.19	40.47	0.20	23.79	0.12
60-69 years	29.39	0.18	36.77	0.21	22.22	0.14
≥70 years	23.12	0.21	30.51	0.26	17.89	0.16

Abbreviation: SE, standard error.

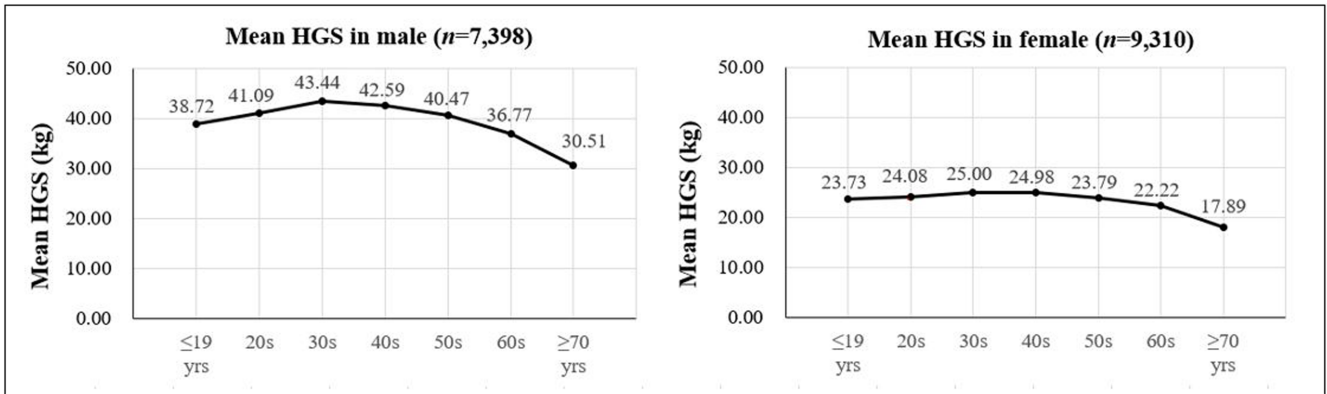


Fig. 1. Distribution of mean handgrip strength according to age groups and sex

자에서 평균 악력 중 최대값(25.00 kg, 30대)이 남자의 최소값(30.51 kg, 70세 이상)보다 낮았다.

#### 40세 이상 성인에서 기저 특성에 따른 악력 차이 분석

전체 연구집단에서 비흡연자와 과거흡연자에 비해 현재흡연자에서 악력이 높은 경향을 보였으며, 음주군, 유산소 운동을 하는 군, 가구 소득이 높은 군이 그렇지 않은 군에 비해 악력이 유의하게 높았다. 해당 결과는 남자와 여자 안에서도 일관된 경향을 보였다. 또한 전체 대상자에서 고혈압, 이상지질혈증, 당뇨병, 또는 골질환이 있는 군이 없는 군에 비해 악력이 유의하게 낮았지만 이상지질혈증 여부에 따른 악력 차이는 남자에서 유의하지 않았다(Table 3).

### 고찰

본 연구는 2016-2018년 국민건강영양조사 자료를 이용하여 우리나라 성인 악력을 다양한 기저 특성에 따라 비교 분석하였다. 남녀 모두에서 평균 악력은 30대에 최대값을 나타내었고, 그 이후로 연령이 증가함에 따라 감소하는 경향을 보였다. 전세계의 악력 분포를 연구한 자료에서도 20대 초반에서 30대에 악력의 최대값을 보이며 40대 이후 중장년 시기부터 지속적으로 감소하는 공통적인 양상을 나타내었다.<sup>12)</sup> 성별에 따른 차이 역시 각 연령층의 남자가 여자보다 높으며 특히 남자에서 20대 초반에 여자에 비해 큰 폭의 악력 증가가 나타나는 것이 특징이다. 본 연구 집단에서도 19세 이상에서 20대가 될 때 악력의 증가폭이 남자에서 여자에 비해 크게 나타난 것을 확인하였다.

전체 연구집단에서 가구 소득이 높은 군, 유산소 운동 실천을 하는 군에서 악력이 유의하게 높았다. 가구 소득과 같은 사회경제학적 지위는 근감소증의 위험요인으로 보고된 바 있으며 운동은 근감소증의 가장 잘 알려진 조절가능한 요인이다.<sup>13,14)</sup> 근감소증의 예방 뿐 아니라 치료에서도 운동의 효과는 입증된

바 있다.<sup>15)</sup> 이에 따라 2018년 International clinical practice guidelines for sarcopenia에서는 근감소증의 일차 치료로 신체 활동을 권고하고 있다.<sup>16)</sup> 특히 근육을 강화하는 무산소 운동인 저항운동(resistance exercise)은 근육량과 근력 모두 향상시켜서 근감소증의 예방과 치료에 매우 효과적이라고 알려져 있다.<sup>14)</sup>

두 성별군 모두 흡연자와 음주군에서 평균 악력이 유의하게 높았다. 선행연구에서 흡연과 음주는 근감소증에 거의 영향을 미치지 않는다는 결론을 내린 바 있다.<sup>17,18)</sup> 반면, 중국의 65세 이상 노인 4,000명을 대상으로 수행된 단면연구는 흡연을 근감소증에 대한 위험인자로 보고하였다.<sup>19)</sup> 또한, Cui, Y. 등은 중단연구를 통해 알콜 섭취를 많이 할수록 악력의 감소 정도가 커짐을 관찰했다.<sup>20)</sup> 이와 같이 흡연 또는 음주와 같은 건강 형태와 악력 및 근감소증에 대한 연구 결과는 혼재되어 있는 실정므로, 그 연관성과 인과관계를 규명할 수 있는 후속 연구가 필요하다.

기저질환에 따른 악력의 차이를 비교한 연구에서는 고혈압, 이상지질혈증, 당뇨병과 같은 만성 질환과 골질환이 있는 군에서 평균 악력이 유의하게 낮았다. 이는 기저질환 여부에 따른 근감소증 유병률을 비교한 연구들의 결과와 일치한다. 선행연구에 따르면 심혈관질환, 치매, 당뇨병과 호흡기 질환이 있는 군은 질환이 없는 군과 비교하여 근감소증의 유병률이 유의하게 높았다.<sup>9)</sup> 이는 근감소증이 다양한 만성질환과 신체 활동 부족, 영양부족, 비만과 같은 위험 요인을 공유하기 때문으로 보인다. 기저질환 중 특히 골질환은 악력 저하와의 연관성이 다수 연구를 통해 보고된 바 있다. 류마티스 관절염은 질환 자체 뿐 아니라 치료를 위해 사용하는 스테로이드제가 근감소증의 위험 증가와 관련이 있다고 알려져 있다.<sup>21,22)</sup> 따라서 해당 기저질환이 있는 환자에서는 더욱 면밀한 악력 및 근감소증의 평가가 필요할 것이다.

본 연구를 통하여 성별과 연령에 따른 악력의 분포와 악력에 유의한 차이가 있는 하위집단과 그 특성을 평가할 수 있었

**Table 3.** Mean handgrip strength according to various factors

	Total (n=11,954)			Male (n=5,241)			Female (n=6,713)		
	Mean	SE	p-value	Mean	SE	p-value	Mean	SE	p-value
Smoking status			<0.001			<0.001			0.025
Current smoker	37.84	0.25		39.79	0.22		23.48	0.39	
Past smoker	37.41	0.21		38.69	0.20		23.44	0.39	
Non-smoker	25.16	0.14		38.48	0.30		22.66	0.10	
Alcohol consumption			<0.001			<0.001			<0.001
Yes	32.69	0.14		39.73	0.15		23.62	0.11	
No	25.73	0.21		35.80	0.33		21.33	0.15	
Aerobic exercise			<0.001			<0.001			<0.001
Yes	32.23	0.19		40.02	0.21		23.78	0.13	
No	29.63	0.17		38.27	0.19		22.07	0.12	
Comorbidities									
Hypertension			<0.001			<0.001			<0.001
Yes	29.38	0.23		37.34	0.24		20.69	0.17	
No	31.24	0.14		39.80	0.17		23.49	0.10	
Dyslipidemia			<0.001			0.289			<0.001
Yes	29.19	0.26		38.79	0.28		21.65	0.15	
No	31.14	0.14		39.10	0.16		23.08	0.11	
Type 2 diabetes			<0.001			<0.001			<0.001
Yes	28.71	0.33		36.09	0.34		20.33	0.24	
No	30.95	0.14		39.45	0.15		23.01	0.10	
Bone diseases*			<0.001			<0.001			<0.001
Yes	23.18	0.20		34.66	0.45		20.68	0.15	
No	32.46	0.13		39.36	0.15		23.62	0.11	
Household income			<0.001			<0.001			<0.001
1 <sup>st</sup> quartile	25.47	0.24		33.75	0.34		19.89	0.19	
2 <sup>nd</sup> quartile	30.12	0.21		38.24	0.26		22.63	0.16	
3 <sup>rd</sup> quartile	32.34	0.21		40.46	0.25		23.88	0.15	
4 <sup>th</sup> quartile	32.89	0.20		40.82	0.22		23.95	0.14	

Abbreviation: SE, standard error.

\*Bone diseases include osteoarthritis, rheumatoid arthritis, and osteoporosis.

다. 전 연령층에 거친 악력의 변화와 그와 관련된 근감소증의 발생은 단기간의 중재연구로 보기 어렵다는 특징이 있다. 따라서 본 연구는 우리나라 인구를 대표하는 실사용데이터(real-world data)인 국민건강영양조사 자료를 활용하여 대표성을 확보하였다.

본 연구는 몇 가지 한계점이 있다. 첫째, 단면연구의 설계상의 한계로 악력과 기저 특성과의 인과관계를 설명하기 어렵다. 따라서 대규모 무작위대조시험(randomized controlled trial)

으로 추가적인 근거를 마련할 필요가 있다. 둘째, 근감소증 평가에 골격근량이나 기타 운동기능 평가 자료는 포함하지 못했으며 악력에 영향을 미치는 체질량지수 및 신장과 같은 요인을 추가적으로 고려할 필요가 있다.

근감소증에 대한 이해와 인식이 증대되면서 치료와 예방에 관한 활발한 논의가 이루어지고 있다. 한편 실제 임상 환경에서는 정확한 진단이나 모니터링이 적용되는 데 간극이 존재하는 실정이다.<sup>23)</sup> 따라서 본 연구는 악력 검사를 적극적으로 시

행할 필요성이 있는 대상군의 성별, 연령 및 기저질환 특성을 규명함으로써 실제 임상에서 활발히 적용할 수 있는 근거를 마련하게 된다는 데 의의가 있을 것이다.

## 결론

2016-2018년 국민건강영양조사 자료를 활용하여 우리나라 인구의 악력수준을 분석한 결과, 남녀 모두 30대에서 평균 악력이 최대로 나타났으며 그 이후로 점차 감소하는 경향을 보였다. 40세 이상을 대상으로 분석했을 때, 남자와 여자 모두 현재 또는 과거 흡연군, 음주를 하는 군, 유산소 운동을 실천하는 군과 기저질환이 없는 군에서 평균 악력이 유의하게 높았다.

## 감사의 말씀

본 연구는 한국연구재단의 지원 하에 수행되었으며(과제번호 NRF-2021R1F1A1052976) 이에 감사드립니다.

## 이해상충

저자들은 본 논문의 내용과 관련하여 그 어떠한 이해상충도 없다.

## 참고문헌

1. Cruz-Jentoft AJ, Sayer AA. Sarcopenia. *Lancet* 2019;393(10191):2636-46.
2. Shafiee G, Keshtkar A, Soltani A, Ahadi Z, Larijani B, Heshmat R. Prevalence of sarcopenia in the world: a systematic review and meta-analysis of general population studies. *J Diabetes Metab Disord* 2017;16:21.
3. Cruz-Jentoft AJ, Bahat G, Bauer J, et al. Sarcopenia: revised European consensus on definition and diagnosis. *Age Ageing* 2019;48(1):16-31.
4. Roberts HC, Denison HJ, Martin HJ, et al. A review of the measurement of grip strength in clinical and epidemiological studies: towards a standardised approach. *Age Ageing* 2011;40(4):423-9.
5. Kim CR, Jeon YJ, Kim MC, Jeong T, Koo WR. Reference values for hand grip strength in the South Korean population. *PLoS One* 2018;13(4):e0195485.
6. Chen LK, Woo J, Assantachai P, et al. Asian Working Group for Sarcopenia: 2019 Consensus Update on Sarcopenia Diagnosis and Treatment. *J Am Med Dir Assoc* 2020;21(3):300-7.e2.
7. 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.

8. Gi YM, Jung B, Kim KW, Cho JH, Ha IH. Low handgrip strength is closely associated with anemia among adults: A cross-sectional study using Korea National Health and Nutrition Examination Survey (KNHANES). *PLoS One* 2020;15(3):e0218058.
9. Pacifico J, Geerlings MaJ, Reijnierse EM, Phassouliotis C, Lim WK, Maier AB. Prevalence of sarcopenia as a comorbid disease: A systematic review and meta-analysis. *Exp Gerontol* 2020;131:110801.
10. Lee MR, Jung SM, Bang H, Kim HS, Kim YB. Association between muscle strength and type 2 diabetes mellitus in adults in Korea: Data from the Korea national health and nutrition examination survey (KNHANES) VI. *Medicine (Baltimore)* 2018;97(23):e10984.
11. Kweon S, Kim Y, Jang MJ, et al. Data resource profile: the Korea National Health and Nutrition Examination Survey (KNHANES). *Int J Epidemiol* 2014;43(1):69-77.
12. Dodds RM, Syddall HE, Cooper R, Kuh D, Cooper C, Sayer AA. Global variation in grip strength: a systematic review and meta-analysis of normative data. *Age Ageing* 2016;45(2):209-16.
13. Han KM, Chang J, Yoon HK, et al. Relationships between hand-grip strength, socioeconomic status, and depressive symptoms in community-dwelling older adults. *J Affect Disord* 2019;252:263-70.
14. Beckwée D, Delaere A, Aelbrecht S, et al. Exercise Interventions for the Prevention and Treatment of Sarcopenia. A Systematic Umbrella Review. *J Nutr Health Aging* 2019;23(6):494-502.
15. Naseeb MA, Volpe SL. Protein and exercise in the prevention of sarcopenia and aging. *Nutr Res* 2017;40:1-20.
16. Dent E, Morley JE, Cruz-Jentoft AJ, et al. International clinical practice guidelines for sarcopenia (ICFSR): Screening, diagnosis and management. *J Nutr Health Aging* 2018;22(10):1148-61.
17. Steffl M, Bohannon RW, Petr M, Kohlikova E, Holmerova I. Relation between cigarette smoking and sarcopenia: meta-analysis. *Physiol Res* 2015;64(3):419-26.
18. Steffl M, Bohannon RW, Petr M, Kohlikova E, Holmerova I. Alcohol consumption as a risk factor for sarcopenia - a meta-analysis. *BMC Geriatr* 2016;16:99.
19. Lee JS, Auyeung TW, Kwok T, Lau EM, Leung PC, Woo J. Associated factors and health impact of sarcopenia in older chinese men and women: a cross-sectional study. *Gerontology* 2007;53(6):404-10.
20. Cui Y, Huang C, Momma H, Sugiyama S, Niu K, Nagatomi R. The longitudinal association between alcohol consumption and muscle strength: A population-based prospective study. *J Musculoskelet Neuronal Interact* 2019;19(3):294-9.
21. Li TH, Chang YS, Liu CW, et al. The prevalence and risk factors of sarcopenia in rheumatoid arthritis patients: A systematic review and meta-regression analysis. *Semin Arthritis Rheum* 2021;51(1):236-45.
22. Dao T, Kirk B, Phu S, Vogrin S, Duque G. Prevalence of sarcopenia and its association with antirheumatic drugs in middle-aged and older adults with rheumatoid arthritis: A systematic review and meta-analysis. *Calcif Tissue Int* 2021. doi: 10.1007/s00223-021-00873-w.
23. Beaudart C, McCloskey E, Bruyère O, et al. Sarcopenia in daily practice: assessment and management. *BMC Geriatr* 2016;16(1):170.

## Author information

Jung Won Jung and So Young Park: Graduate students  
Hyunah Kim: Professor