



# 한국인 체력 백분위 제시: 국민체력 100 사업 데이터를 중심으로 (2017–2019)

박세정<sup>1</sup> PhD, 이승희<sup>2</sup> MS, 이용희<sup>3</sup> PhD, 이미현<sup>4</sup> PhD

<sup>1</sup>한국스포츠정책과학원 스포츠과학실, <sup>2</sup>고려대학교 체육학과, <sup>3</sup>서울시립대학교 통계학과, <sup>4</sup>전주대학교 의과학융합연구소

## Normative Reference Values of Physical Fitness Levels in Koreans: Results from the National Fitness Award Project (2017-2019)

Saejong Park<sup>1</sup> PhD, Seunghye Lee<sup>2</sup> MS, Yonghee Lee<sup>3</sup> PhD, Mihyun Lee<sup>4</sup> PhD

<sup>1</sup>Department of Sports Science, Korea Institute of Sports Science, Seoul; <sup>2</sup>Department of Physical Education, Korea University, Seoul; <sup>3</sup>Department of Statistics The University of Seoul, Seoul; <sup>4</sup>Department of Medical Sciences Convergence Research Center for Medical Sciences, Jeonju University, Jeonju, Korea

**PURPOSE:** This study aimed to develop age- and sex-specific smoothed percentile curves for fitness items using LMS methods in Koreans aged 13–85 years or older.

**METHODS:** A total of 559,430 individuals aged 13-85 years or older (adolescents: 13-18 years, adults: 19-64 years; older adults: >65 years) participated in the National Fitness Award (NFA) project in 2017, 2018, and 2019 in Korea. In this study, the results of body composition (body fat percent), muscle strength (absolute handgrip strength and relative handgrip strength), and flexibility (sit and reach) tests performed by adolescents, adults, and older adults, were analyzed. Cardiorespiratory fitness (20-m PACER, VO<sub>2</sub>max) was performed only by adolescents and adults. Percentile curves of fitness items smoothed by age- and sex-specific variables were calculated for fit using the LMS method.

**RESULTS:** Percentile curves for each age- and sex-specific group were presented for each physical fitness component. Percent body fat in men and women increased from the age of 25 and 30 years, respectively. Flexibility showed a tendency to decrease sharply after the age of 65 and 70 years in men and women, respectively. Muscle strength decreased gradually after 40 years, and sharply after 60 years. Cardiorespiratory fitness tended to decrease from the age of 25 years in men and from 19 years in women.

**CONCLUSIONS:** The NFA project dataset provided the opportunity to establish normative values for fitness items in Korean men and women aged 13-85 years or older. The use of the LMS method enabled factoring age in the analysis. Normative reference values of fitness items can be used to interpret individuals' fitness levels during the everyday practice of fitness and/or in clinical settings.

**Key words:** Koreans, Physical fitness, Percentiles, Healthy population

## 서론

체력은 심혈관계 질환, 제2형 당뇨병, 대사증후군 등의 유병률과 사망률의 강력한 예측인자로 알려져 있다[1-3]. 체력과 신체활동이 심혈

관계 질환의 상대적 위험도에 미치는 영향을 비교한 연구결과에 의하면, 신체활동이 증가하는 경우에 심혈관계 질환의 상대적 위험도가 약 25% 감소하는 반면 체력수준이 증가하는 경우 약 60%가 감소되는 것으로 나타났다[4]. 이는 체력 증진이 신체활동 증가보다 심혈관계 건강

**Corresponding author:** Mihyun Lee **Tel** +82-2-970-9562 **Fax** +82-2-3488-9631 **E-mail** ksme\_1998@naver.com

\*본 논문은 2020년 국민체육진흥공단 국민체육진흥기금을 지원받아 수행된 연구임.

**Keywords** 한국인, 체력수준, 백분위, 상대평가

**Received** 1 Aug 2022 **Revised** 8 Sep 2022 **Accepted** 13 Oct 2022

© This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

에 미치는 긍정적 영향이 크다는 것을 의미한다.

체력은 건강증진은 물론 의료비 감소와도 밀접한 관련이 있는 것으로 보고되고 있다[15-17]. 최근 국내에서도 체력과 의료비 관련 연구들이 보고되었다[15,16]. 체력 측정을 통한 체력 평가 및 운동처방을 제공하는 국민체력100 사업에 참여한 집단과 인구학적 특성과 소득수준이 유사한 비 참여 집단 간의 연간 의료비의 차이를 연구한 결과에서 비 참여 집단이 참여 집단보다 입원기간이 유의하게 길었으며, 연간 의료비도 24만 원 높았다[15]. 심폐체력과 의료비 연관성 연구에서도 높은 심폐체력이 낮은 의료비용과 밀접한 관련성이 있으며, 심폐체력이 고령화 사회에 의료비용을 줄이는데 도움이 될 수 있음을 시사하였다[16,17].

심폐지구력, 근력 및 근지구력, 신체구성, 유연성은 건강관련 체력 요인으로 건강의 강력한 예측인자이다[5-8]. 건강관련 체력 요인 중 일부는 사망률의 독립적 예측인자로도 밝혀진 바 있으며, 대사증후군, 근감소증, 노쇠 등의 진단 인자로 사용되기도 하는 등 다양한 건강 지표에 영향을 미치는 것으로 보고되고 있다[7-11]. 건강 유지 및 증진을 위하여 체력 평가의 중요성이 강조되고 있다[13,14].

객관적 결과에 기반한 맞춤형 운동처방은 건강과 체력을 증진하는데 유용한 도구가 될 수 있다[18]. 개인 맞춤형 운동처방을 위해서는 체력수준에 대한 성별, 연령, 인종 등 국가마다 다른 생물학적 요인과 환경적 요인이 있음을 고려하여 국가 수준의 대규모 표본에서 얻은 최신 규범적 기준 값(normative reference value)이 필요하다. 한 국가의 대규모 표본을 대상으로 연령과 성별을 고려한 체력 백분위수 제시는 체력 우수자 선발 활용에는 물론 체력관리가 절실히 필요한 저 체력자의 운동 실천 동기부여 기준으로도 활용이 가능하다. 또한 본인 스스로 건강관리를 위해 신체활동이나 체력을 측정하고 개인 스마트폰에 기록하여 건강을 관리하는 사람들이 늘어나면서 체력백분위는 개인의 체력 수준을 직관적으로 확인하는데 사용 가능하며, 결과에 따라 목표 관리를 위한 지표로도 활용 가능하다.

그 동안 건강 준거를 이용한 한국인 건강체력기준 개발 연구[19,20], 한국 청소년들의 체력항목 백분위 연구[21], 유럽인을 대상으로 한 상하지 근력 백분위 연구[22], 미국인을 대상으로 한 악력 백분위 연구[23] 등은 이뤄진 바 있었지만 한국인을 대상으로 청소년기부터 노인기까지 생애주기에 따른 성별 연령별 체력 백분위수를 제시한 연구는 없었다. 따라서 본 연구의 목적은 한국 정부에서 국민들의 체력 및 건강증진을 도모하기 위해 추진중인 국민체력100 체력인증 사업에 참여한 대규모 샘플을 이용하여 한국인의 성별, 연령별 체력 백분위를 제시하는데 있다.

## 연구 방법

### 1. 연구대상

본 연구는 최근 3년간(2017-2019년) 국민체력100 인증센터에서 측정

**Table 1.** Number of study participants by age-and sex-specific

Categories	Men	Women	Total
Adolescents	134,799 (47.6%)	108,489 (39.3%)	243,288 (43.5%)
Adults	117,010 (41.3%)	114,905 (41.6%)	231,915 (41.5%)
Older Adults	31,585 (11.1%)	52,642 (19.1%)	84,227 (15.0%)
Total	283,394 (50.7%)	276,036 (49.3%)	559,430 (100%)

된 청소년기부터 노인기(13-93세)의 체력측정 자료(총 559,430명)를 요청하여 분석에 이용하였다. 자료 요청 항목은 측정일, 회원번호, 생년월일, 성별(남/여), 그리고 국민체력100 체력인증 사업의 이용대상 분류에 따라 청소년기(13-18세, 1세대위), 성인기(19-64세, 5세 단위), 노인기(65-85세 이상, 5세 단위)의 신체구성, 근력, 유연성, 심폐체력 항목의 측정값이다. 체력항목은 국민체력100 사업에서 생애주기에 따라 체력 측정방법이 일치하는 체지방률, 근력, 유연성, 심폐체력 항목만을 분석에 이용하였다. 단, 심폐체력은 측정방법이 다른 노인기를 제외한 청소년기와 성인기 자료만을 분석에 이용하였다. 개인의 반복 측정자료가 존재하는 경우 최초로 측정된 자료만 분석에 반영하였다. 본 연구에 사용된 성별, 생애주기별 연구참여자 수는 Table 1과 같다.

본 연구는 한국스포츠정책과학원 기관생명윤리위원회에서 승인을 받았다.

## 2. 측정방법

### 1) 체지방률

체지방률은 Inbody 720 (Biospace, Seoul, Korea)을 이용하였으며, 최대한 가벼운 복장을 하고 신발과 양말은 벗은 상태로 측정하였다. 발 뒷꿈치는 발 전극 끝에 맞춰 선 후 손잡이를 잡고 팔을 겨드랑이가 몸에 닿지 않도록 양 옆으로 어깨너비보다 조금 더 벌린 후 팔은 구부러지지 않게 쭉 폈다. 엄지손가락은 손 전극 상단 타원 부분에 접촉시키고 나머지 손가락 4개 모두가 손 전극 표면 하단에 닿도록 감싸 쥐게 한 후 측정이 진행되었다. 측정 종료 후 체지방률은 0.1% 단위까지 기록하였다.

### 2) 유연성

앞아랫몸앞으로굽히기는 바닥에 무릎을 펴고 앉아 발바닥을 측정 기구에 밀착시킨 다음 양손을 앞으로 나란히 뻗게 하였다. 이후 '시작' 구호와 함께 상체를 숙여 손끝으로 측정판을 최대한 밀어내도록 하였으며, 2회 측정하여 최댓값을 0.1 cm 단위로 기록하였다.

### 3) 근력

악력은 바로 선 자세에서 발을 어깨 너비로 벌린 채 팔을 곧게 펴고 몸통과 팔을 15도로 유지하였다. 악력계(GRIP-D 5101: TAKEI, co., Japan)의 손잡이는 손가락 둘째 마디로 잡은 후, 악력계를 힘껏 잡아당

기며 5초간 자세를 유지하였다. 좌, 우 교대로 2회씩 실시하며 최댓값을 절대악력으로 0.1 kg 단위로 기록하였다. 상대악력은 [절대악력(kg)/체중(kg)×100]공식을 이용하여 산출하였다.

#### 4) 심폐체력

왕복오래달리기는 20 m 코스에 표시 세움 대로 각 레인을 나누고, 연구참여자는 출발지점에서 출발 신호를 기다렸다가 심호흡에 따라 출발하였다. 20 m 거리를 가로질러 달리며, 신호가 울리기 전에 반대편 라인에 도달하여 다음 신호가 울릴 때까지 기다린다. 신호가 울리면 반대쪽 라인을 향해 다시 달린다. 심호흡이 울리기 전에 라인에 도달하지 못했을 경우 최초 1회는 신호가 울릴 때 방향을 바꾸어 달릴 수 있다. 그러나 두 번째로 심호흡이 울리기 전에 라인에 도달하지 못한 경우에는 탈락한다. 왕복오래달리기는 대규모 체력 측정 시 유용할 뿐만 아니라 개인이 음원을 이용하여 쉽게 측정이 가능하다는 장점이 있다.

본 연구에서는 현장 활용성을 고려하여 왕복오래달리기 기록(횟수)과 왕복오래달리기 기록을 추정식에 대입하여 산출된 최대산소섭취량(mL/kg/min)을 모두 결과로 제시하였다. 왕복오래달리기 횟수를 이용한 최대산소섭취량 산출은 한국인을 대상으로 개발된 청소년기 추정식[24]과 성인 추정식[25]에 대입하여 체중당 산소섭취량의 예측치로 최대산소섭취량을 산출하였다.

13-18세 청소년  $VO_2max = 40.368 + 4.943(\text{성별}) + 0.069(\text{연령}) - 0.525(\text{신체질량지수}) + 0.196(\text{왕복오래달리기 횟수})$ , 남자 1, 여자 0 [24]

19-64세 성인 남자  $VO_2max = 48.550 - 0.080(\text{연령}) - 0.021(\text{신장}) - 0.146(\text{체중}) + 0.234(\text{왕복오래달리기 횟수})$  [25]

19-64세 성인 여자  $VO_2max = 34.305 - 0.039(\text{연령}) + 0.018(\text{신장}) - 0.161(\text{체중}) + 0.305(\text{왕복오래달리기 횟수})$  [25]

### 3. 자료의 전처리

자료의 전처리 방법은 측정 항목에 대하여 연령별로 평균에서 아래, 위로 표준편차의 3배가 벗어나는 이상치를 제거하였다. Fig. 1은 상대악력의 원자료를 연령별로 상자 그림을 이용하여 표시한 그림이다. 그림과 같이 각 연령별로 상자 안에는 중앙값(median)을 중심으로 자료 75%가 포함된다. 그림에서 멀리 떨어진 이상치가 점으로 나타나 있는데 각 연령별로 적지 않은 수가 있다는 사실을 알 수 있다. 따라서 각 연령별로 평균에서 아래, 위로 표준편차의 3배가 벗어나는 이상치를 제거하였다. 이상치를 제거하면 Fig. 2와 같이 극단적인 백분위수(10% 또는 90%)를 안정적으로 추정할 수 있다.

### 4. 자료분석

본 연구는 한국인을 대상으로 생애주기에 따른 성별, 연령별 체력 백분위를 제시하기 위해 분석은 통계프로그램 R (Version 3.0.0)의 통

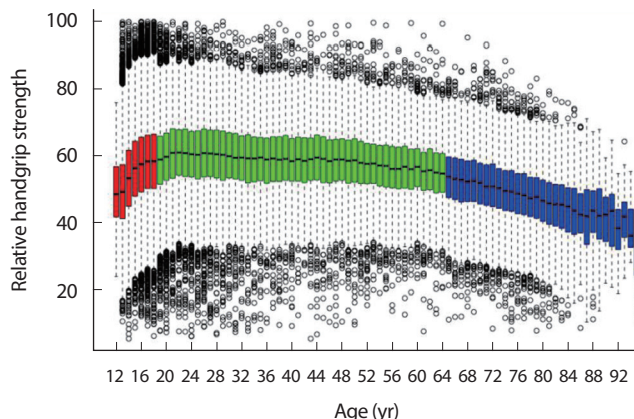


Fig. 1. Relative handgrip strength before outlier removal.

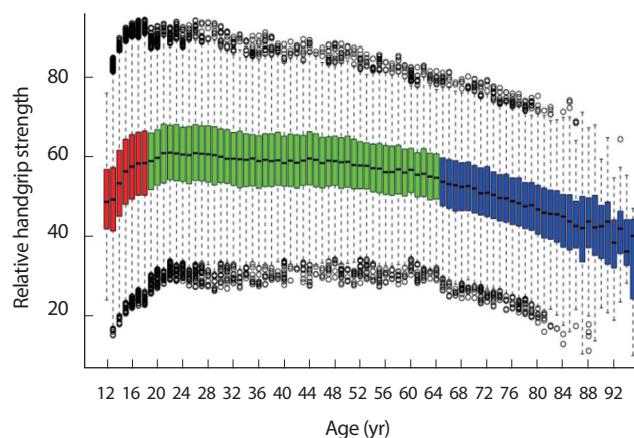


Fig. 2. Relative handgrip strength after outlier removal.

계패키지(GAMLSS package)를 이용하여 LMS 방법으로 추정하였다. LMS 통계방법은 최대우도법(maximum penalized likelihood)으로 평활화된 백분위수 곡선을 추정하는 방법이다. 체력 백분위수 산출은 성별을 구분한 후 연령별 L곡선(왜도를 제거하기 위한 Box-Cox power), M곡선(median), 그리고 S곡선(coefficient of variation)의 3차 함수인 큐빅 스플라인 곡선(cubic spline curve)을 적용시켜 추정된 Z점수를 활용하였다. Box-Cox power exponential 분포는 세계보건기구가 성장곡선 연구 시 가장 먼저 고려해야 할 모형으로 권장하는 분포이다.

최대산소섭취량은 Box-Cox power exponential 분포 적합에 실패하여, 모수적 분포를 이용하지 않고 성별, 연령별 표본 백분위수(sample quantiles)를 계산한 후에 단순평활 방법으로 백분위 함수를 추정하는 방법을 대안으로 제시하였다.

## 결 과

### 1. 체지방률

청소년기부터 노인기까지 성별, 연령별 체지방률(body fat)의 백분위



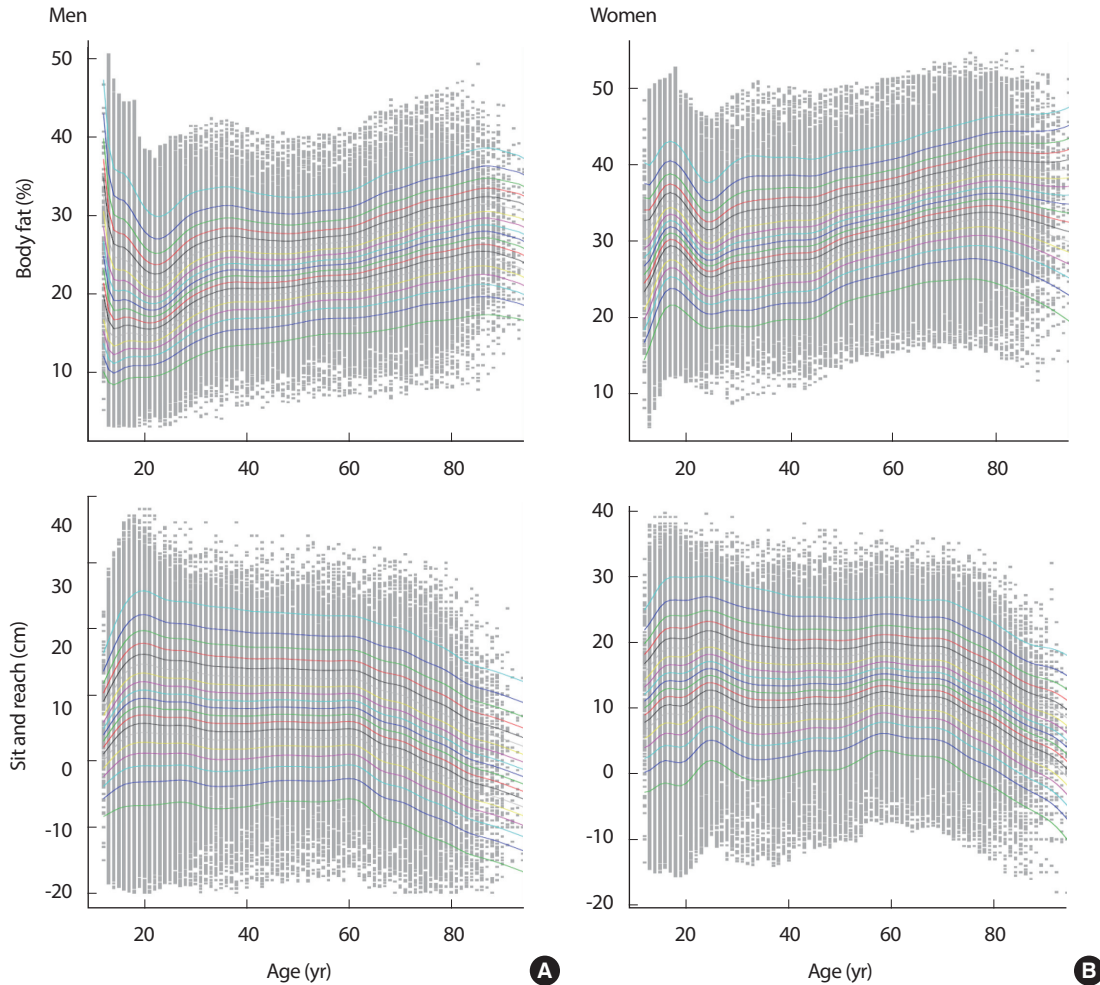


Fig. 3. LMS curves of the body fat and the sit and reach for men (A) and women (B) 13–85+ years of age.

수를 19개의 구간으로 구분하면 Fig. 3, Table 2와 같다. 남자의 체지방률은 19-24세에 감소 후 25세부터는 나이가 들수록 증가하는 경향을 나타냈으며, 여자는 19-24세, 25-29세에 감소하는 경향을 보인 후 30세 이상부터 다시 증가하는 경향을 보였다.

## 2. 유연성

청소년기부터 노인기까지 성별, 연령별 앉아윗몸앞으로굽히기(sit and reach)의 백분위수를 19개의 구간으로 구분하면 Fig. 3, Table 3과 같다. 앉아윗몸앞으로굽히기 기록은 남녀 모두 19세 이후부터 64세까지 완만하게 감소하다가 남자는 65세 이상에서 급격히 감소하는 반면 여자는 70세 이후 급격히 감소하는 경향을 보였다. 감소폭도 여자보다 남자가 큰 경향을 보였다.

## 3. 근력

청소년기부터 노인기까지 성별, 연령별 절대 악력(absolute handgrip

strength)의 백분위수를 19개의 구간으로 구분하면(Table 4), 상대 악력(relative handgrip strength)의 백분위수를 19개의 구간으로 구분하면 Table 5와 같다. 절대악력(Fig. 4)과 상대악력(Fig. 4)은 남녀 모두에게서 13세부터 39세까지 꾸준히 증가 및 유지하다가 40세 이상부터는 완만하게 감소하기 시작하여 60세 이후부터는 급격히 감소하는 경향을 보였다.

## 4. 심폐체력

청소년기와 성인기의 성별 연령별 왕복오래달리기(20-m PACER) 횟수의 백분위수를 19개의 구간으로 구분하면 Table 6과 같으며, 추정된 최대산소섭취량( $VO_{2max}$ )의 백분위수를 19개의 구간으로 구분하면 Table 7과 같다. 연령별 왕복오래달리기 기록과 추정된 최대산소섭취량은 남자는 13세부터 24까지 꾸준히 증가하다가 25세부터 감소하는 경향을 보였다. 여자는 13세부터 18세까지는 비슷한 심폐체력 수준을 유지하다가 19세부터는 감소하는 경향을 보였다(Fig. 4).

**Table 2.** Normative values for body fat (%) in Korea

Sex	Age (yr)	n	M (SD)	Centiles																		
				95	90	85	80	75	70	65	60	55	50	45	40	35	30	25	20	15	10	5
Men	13	24,324	21.8(9.6)	39.0	35.4	32.8	30.6	28.7	26.9	25.2	23.6	22.1	20.6	19.2	17.9	16.6	15.3	14.1	12.9	11.7	10.3	8.7
	14	18,793	20.5(9.0)	36.0	32.5	30.1	28.1	26.4	24.8	23.3	21.8	20.5	19.2	17.9	16.7	15.6	14.4	13.3	12.2	11.1	9.9	8.4
	15	19,231	19.9(8.5)	35.5	32.1	29.7	27.8	26.1	24.5	23.1	21.7	20.4	19.1	17.9	16.8	15.7	14.6	13.6	12.5	11.4	10.2	8.7
	16	30,056	20.0(8.2)	35.3	31.9	29.5	27.6	25.9	24.4	23.0	21.7	20.5	19.3	18.1	17.0	16.0	14.9	13.9	12.9	11.8	10.6	9.1
	17	22,547	20.2(8.1)	34.5	31.1	28.8	26.9	25.4	24.0	22.6	21.4	20.3	19.1	18.1	17.0	16.0	15.0	14.0	13.0	12.0	10.8	9.3
	18	19,400	20.6(8.0)	33.3	30.0	27.8	26.1	24.6	23.3	22.1	20.8	19.8	18.8	17.8	16.8	15.9	14.9	14.0	13.1	12.0	10.9	9.3
	19-24	40,291	18.8(6.7)	30.5	27.6	25.7	24.2	22.9	21.8	20.8	19.9	19.0	18.2	17.3	16.5	15.7	14.9	14.1	13.2	12.2	11.1	9.5
	25-29	17,529	20.6(6.6)	31.7	29.0	27.2	25.8	24.7	23.6	22.7	21.8	20.9	20.1	19.3	18.5	17.7	16.9	16.0	15.1	14.0	12.7	10.9
	30-34	9,819	22.6(6.5)	33.3	30.8	29.1	27.8	26.7	25.7	24.7	23.9	23.0	22.2	21.4	20.6	19.7	18.9	18.0	17.0	15.8	14.5	12.5
	35-39	8,746	23.2(6.2)	33.5	31.2	29.6	28.4	27.3	26.3	25.5	24.6	23.8	23.0	22.2	21.4	20.6	19.8	18.9	17.9	16.8	15.4	13.3
	40-44	7,726	23.1(6.0)	32.8	30.6	29.1	28.0	27.0	26.1	25.2	24.4	23.7	22.9	22.2	21.4	20.7	19.9	19.0	18.1	17.0	15.6	13.6
	45-49	8,405	23.1(5.8)	32.4	30.3	28.8	27.7	26.8	25.9	25.1	24.4	23.7	23.0	22.3	21.6	20.8	20.1	19.2	18.3	17.3	15.9	14.0
	50-54	7,669	23.5(5.6)	32.5	30.4	29.0	27.9	27.0	26.2	25.4	24.7	24.0	23.4	22.7	22.0	21.3	20.6	19.8	18.9	17.9	16.5	14.6
	55-59	7,991	23.8(5.6)	32.8	30.7	29.4	28.3	27.4	26.5	25.8	25.1	24.4	23.7	23.0	22.4	21.7	20.9	20.1	19.2	18.2	16.9	14.9
	60-64	8,610	24.2(5.8)	33.7	31.5	30.1	29.0	28.0	27.1	26.3	25.6	24.9	24.1	23.4	22.7	22.0	21.2	20.4	19.4	18.4	17.0	15.0
	65-69	8,415	25.2(6.2)	35.2	32.9	31.4	30.2	29.2	28.2	27.4	26.6	25.8	25.1	24.3	23.5	22.8	21.9	21.0	20.1	18.9	17.5	15.4
	70-74	9,651	26.1(6.3)	36.2	34.0	32.4	31.2	30.2	29.2	28.4	27.6	26.8	26.0	25.2	24.4	23.6	22.8	21.9	20.9	19.7	18.2	16.1
75-79	8,668	26.9(6.4)	37.1	34.9	33.4	32.2	31.1	30.2	29.3	28.5	27.7	26.9	26.1	25.3	24.4	23.5	22.6	21.6	20.3	18.8	16.6	
80-84	3,668	27.5(6.5)	37.9	35.7	34.1	32.9	31.8	30.9	30.0	29.2	28.4	27.6	26.7	25.9	25.1	24.2	23.2	22.1	20.9	19.3	17.0	
85+	1,132	27.9(6.7)	38.5	36.2	34.6	33.4	32.3	31.3	30.4	29.5	28.7	27.8	27.0	26.2	25.3	24.4	23.4	22.3	21.1	19.5	17.3	
Women	13	19,555	27.8(7.4)	39.9	37.4	35.6	34.1	32.9	31.7	30.6	29.6	28.5	27.5	26.5	25.5	24.5	23.5	22.4	21.2	19.9	18.4	16.2
	14	14,667	29.3(7.1)	40.8	38.2	36.5	35.1	33.9	32.8	31.8	30.8	29.9	28.9	28.0	27.1	26.2	25.2	24.2	23.1	21.8	20.3	18.1
	15	14,492	30.3(6.9)	42.0	39.4	37.7	36.4	35.2	34.1	33.2	32.2	31.4	30.5	29.6	28.7	27.9	26.9	25.9	24.9	23.6	22.1	19.9
	16	26,318	31.6(6.5)	42.8	40.3	38.6	37.2	36.1	35.0	34.1	33.2	32.4	31.5	30.7	29.8	29.0	28.1	27.1	26.1	24.8	23.3	21.1
	17	17,999	32.1(6.6)	43.1	40.5	38.8	37.5	36.4	35.4	34.4	33.5	32.7	31.9	31.1	30.3	29.4	28.5	27.6	26.5	25.3	23.8	21.7
	18	15,150	32.4(6.8)	42.8	40.3	38.6	37.3	36.1	35.1	34.2	33.4	32.5	31.7	30.9	30.1	29.3	28.4	27.5	26.5	25.3	23.8	21.6
	19-24	26,996	29.5(6.3)	39.8	37.3	35.7	34.4	33.4	32.4	31.5	30.7	30.0	29.2	28.5	27.7	26.9	26.1	25.2	24.3	23.2	21.8	19.8
	25-29	10,952	28.4(6.3)	38.9	36.4	34.7	33.5	32.4	31.4	30.5	29.7	28.9	28.1	27.4	26.6	25.8	25.0	24.1	23.2	22.1	20.7	18.8
	30-34	6,487	29.6(6.9)	41.0	38.3	36.5	35.1	33.9	32.9	31.9	31.0	30.1	29.2	28.4	27.5	26.6	25.7	24.8	23.7	22.5	21.0	18.9
	35-39	9,100	30.0(6.6)	41.0	38.5	36.9	35.6	34.4	33.4	32.5	31.5	30.7	29.8	29.0	28.1	27.2	26.3	25.4	24.3	23.1	21.6	19.5
	40-44	9,361	30.3(6.6)	40.9	38.6	37.0	35.7	34.6	33.7	32.7	31.9	31.0	30.2	29.3	28.5	27.6	26.7	25.7	24.7	23.4	21.9	19.8
	45-49	10,965	31.0(6.4)	41.1	38.9	37.4	36.2	35.2	34.3	33.4	32.6	31.7	30.9	30.1	29.3	28.5	27.6	26.6	25.6	24.4	22.9	20.7
	50-54	11,803	32.1(6.1)	41.8	39.7	38.3	37.2	36.2	35.3	34.5	33.7	33.0	32.2	31.5	30.7	29.9	29.1	28.2	27.2	26.0	24.5	22.3
	55-59	14,462	32.9(6.0)	42.4	40.3	38.9	37.8	36.9	36.0	35.2	34.5	33.8	33.0	32.3	31.6	30.8	30.0	29.1	28.1	26.9	25.4	23.1
	60-64	14,627	33.7(6.0)	43.2	41.1	39.7	38.6	37.7	36.8	36.0	35.3	34.6	33.9	33.2	32.4	31.7	30.9	30.0	29.0	27.8	26.3	23.9
	65-69	17,286	34.6(6.1)	44.2	42.1	40.7	39.6	38.6	37.8	37.0	36.3	35.5	34.8	34.1	33.4	32.6	31.8	30.9	29.9	28.7	27.1	24.7
	70-74	15,521	35.2(6.3)	45.1	43.0	41.5	40.4	39.4	38.6	37.8	37.0	36.3	35.5	34.8	34.1	33.3	32.4	31.5	30.4	29.2	27.5	25.0
75-79	11,996	35.7(6.6)	46.0	43.9	42.4	41.2	40.2	39.3	38.5	37.7	36.9	36.2	35.4	34.6	33.7	32.8	31.9	30.7	29.4	27.6	24.9	
80-84	5,613	35.7(7.1)	46.5	44.3	42.8	41.6	40.6	39.6	38.7	37.8	37.0	36.2	35.3	34.4	33.5	32.5	31.5	30.2	28.8	26.9	24.0	
85+	2,142	35.0(7.7)	46.6	44.4	42.8	41.5	40.4	39.3	38.4	37.4	36.5	35.5	34.6	33.6	32.6	31.5	30.3	29.0	27.4	25.4	22.3	

**Table 3.** Normative value for absolute handgrip strength (kg) in Korea

Sex	Age (yr)	n	M (SD)	Centiles																		
				95	90	85	80	75	70	65	60	55	50	45	40	35	30	25	20	15	10	5
Men	13	24,297	24.8 (6.7)	36.2	33.5	31.7	30.4	29.2	28.1	27.1	26.2	25.3	24.5	23.6	22.8	22.0	21.1	20.2	19.2	18.1	16.7	14.8
	14	18,772	29.4 (7.1)	41.0	38.2	36.4	35.0	33.8	32.7	31.7	30.8	29.9	29.0	28.1	27.2	26.4	25.4	24.4	23.4	22.2	20.7	18.5
	15	19,192	33.0 (7.1)	44.4	41.7	39.9	38.5	37.2	36.2	35.2	34.3	33.4	32.5	31.6	30.8	29.9	28.9	27.9	26.8	25.6	24.0	21.7
	16	29,996	35.3 (7.0)	46.8	44.1	42.3	40.9	39.7	38.6	37.6	36.7	35.8	35.0	34.1	33.3	32.4	31.4	30.4	29.3	28.0	26.4	24.1
	17	22,507	36.7 (7.2)	48.4	45.6	43.8	42.4	41.2	40.2	39.2	38.3	37.4	36.6	35.7	34.9	34.0	33.0	32.0	30.9	29.6	28.0	25.6
	18	19,374	37.5 (7.3)	49.4	46.6	44.8	43.4	42.2	41.2	40.2	39.3	38.4	37.6	36.7	35.9	35.0	34.0	33.0	31.9	30.6	29.0	26.6
	19-24	40,294	39.8 (7.4)	51.7	48.9	47.1	45.7	44.5	43.4	42.4	41.5	40.6	39.8	38.9	38.1	37.2	36.2	35.2	34.0	32.7	31.0	28.5
	25-29	17,520	41.7 (7.8)	54.1	51.3	49.5	48.0	46.8	45.7	44.7	43.7	42.8	41.9	41.0	40.1	39.1	38.1	37.0	35.8	34.3	32.5	29.7
	30-34	9,815	42.0 (7.8)	54.2	51.5	49.7	48.3	47.1	46.0	45.0	44.1	43.2	42.3	41.4	40.5	39.5	38.5	37.4	36.2	34.8	32.9	30.2
	35-39	8,746	41.8 (7.6)	53.7	51.0	49.2	47.8	46.6	45.6	44.6	43.7	42.8	41.9	41.0	40.1	39.2	38.2	37.2	35.9	34.5	32.7	30.0
	40-44	7,726	41.2 (7.2)	52.5	50.0	48.3	47.0	45.9	44.9	43.9	43.1	42.2	41.4	40.6	39.8	38.9	38.0	37.0	35.8	34.5	32.7	30.1
	45-49	8,390	40.4 (7.0)	51.4	49.0	47.3	46.0	45.0	44.0	43.1	42.3	41.5	40.7	39.9	39.1	38.2	37.3	36.3	35.2	33.8	32.1	29.4
	50-54	7,663	39.0 (7.0)	49.6	47.3	45.7	44.5	43.5	42.5	41.7	40.9	40.1	39.3	38.6	37.8	37.0	36.1	35.1	34.0	32.7	31.0	28.3
	55-59	7,991	37.4 (6.7)	47.8	45.5	44.0	42.7	41.7	40.8	39.9	39.1	38.4	37.6	36.9	36.1	35.2	34.4	33.4	32.3	31.1	29.4	26.9
	60-64	8,609	36.0 (6.2)	45.7	43.6	42.1	41.0	40.0	39.1	38.3	37.5	36.8	36.1	35.4	34.6	33.8	33.0	32.1	31.1	29.9	28.3	26.0
	65-69	8,404	33.2 (6.4)	43.2	41.0	39.6	38.4	37.4	36.6	35.7	35.0	34.2	33.5	32.7	31.9	31.1	30.3	29.4	28.3	27.1	25.5	23.0
	70-74	9,643	31.5 (6.2)	41.2	39.1	37.7	36.6	35.6	34.8	34.0	33.2	32.5	31.7	31.0	30.3	29.5	28.6	27.7	26.7	25.5	23.9	21.5
75-79	8,647	29.3 (6.1)	38.6	36.6	35.2	34.1	33.2	32.4	31.6	30.8	30.1	29.4	28.7	28.0	27.2	26.4	25.5	24.5	23.2	21.7	19.2	
80-84	3,666	26.7 (6.3)	36.1	34.0	32.6	31.5	30.6	29.7	28.9	28.2	27.5	26.8	26.0	25.3	24.5	23.7	22.7	21.7	20.4	18.8	16.2	
85+	1,130	23.8 (6.4)	33.8	31.7	30.2	29.1	28.1	27.2	26.3	25.5	24.7	24.0	23.2	22.4	21.5	20.6	19.6	18.5	17.2	15.5	12.8	
Women	13	19,528	20.3 (4.5)	27.6	25.9	24.7	23.9	23.1	22.4	21.8	21.2	20.7	20.1	19.6	19.0	18.5	17.9	17.3	16.6	15.8	14.7	13.3
	14	14,631	21.4 (4.7)	28.8	27.1	25.9	25.0	24.2	23.6	22.9	22.3	21.8	21.2	20.7	20.1	19.5	18.9	18.3	17.6	16.7	15.7	14.2
	15	14,464	22.2 (4.8)	29.9	28.1	26.9	26.0	25.2	24.5	23.9	23.2	22.7	22.1	21.5	21.0	20.4	19.8	19.1	18.4	17.5	16.5	14.9
	16	26,292	23.0 (4.8)	30.6	28.8	27.6	26.6	25.8	25.1	24.5	23.9	23.3	22.7	22.1	21.5	20.9	20.3	19.6	18.9	18.0	16.9	15.4
	17	17,974	23.1 (4.9)	31.0	29.2	27.9	27.0	26.2	25.4	24.8	24.1	23.5	22.9	22.4	21.8	21.2	20.5	19.8	19.1	18.2	17.1	15.5
	18	15,123	23.3 (5.0)	31.2	29.3	28.1	27.1	26.3	25.6	24.9	24.2	23.6	23.0	22.4	21.8	21.2	20.6	19.9	19.1	18.2	17.1	15.4
	19-24	26,985	23.4 (5.0)	31.3	29.5	28.3	27.3	26.5	25.8	25.1	24.5	23.9	23.3	22.8	22.2	21.6	21.0	20.3	19.5	18.7	17.6	16.0
	25-29	10,951	24.1 (4.9)	31.9	30.0	28.8	27.8	27.0	26.2	25.5	24.9	24.3	23.8	23.2	22.6	22.0	21.4	20.8	20.1	19.2	18.1	16.5
	30-34	6,487	23.9 (5.1)	31.8	29.9	28.7	27.7	26.9	26.2	25.5	24.9	24.3	23.8	23.2	22.6	22.0	21.4	20.7	19.9	19.0	17.9	16.3
	35-39	9,105	24.2 (4.8)	31.7	30.0	28.8	27.9	27.1	26.4	25.8	25.2	24.6	24.1	23.5	22.9	22.4	21.7	21.1	20.3	19.5	18.4	16.8
	40-44	9,360	24.3 (4.8)	31.7	30.0	28.9	28.0	27.2	26.5	25.9	25.3	24.7	24.2	23.6	23.1	22.5	21.9	21.2	20.4	19.6	18.5	16.8
	45-49	10,952	23.7 (4.7)	31.1	29.4	28.3	27.4	26.7	26.0	25.4	24.8	24.3	23.7	23.2	22.6	22.0	21.4	20.8	20.0	19.1	18.0	16.3
	50-54	11,791	22.9 (4.7)	29.9	28.4	27.3	26.5	25.7	25.1	24.5	24.0	23.4	22.9	22.4	21.8	21.2	20.6	20.0	19.2	18.4	17.3	15.6
	55-59	14,437	22.4 (4.4)	29.2	27.7	26.7	25.9	25.2	24.6	24.0	23.5	23.0	22.5	22.0	21.4	20.9	20.3	19.7	19.0	18.2	17.1	15.5
	60-64	14,596	21.7 (4.3)	28.4	26.9	25.9	25.1	24.4	23.8	23.3	22.7	22.2	21.7	21.2	20.7	20.2	19.6	19.0	18.4	17.5	16.5	15.0
	65-69	17,254	20.9 (4.4)	27.7	26.2	25.2	24.4	23.7	23.1	22.5	22.0	21.5	21.0	20.5	19.9	19.4	18.8	18.2	17.5	16.7	15.6	14.0
	70-74	15,477	19.8 (4.5)	26.7	25.1	24.1	23.3	22.6	22.0	21.4	20.9	20.3	19.8	19.3	18.7	18.2	17.6	16.9	16.2	15.3	14.1	12.4
75-79	11,962	18.1 (4.7)	25.2	23.6	22.6	21.7	21.0	20.4	19.7	19.2	18.6	18.0	17.5	16.9	16.3	15.6	14.9	14.2	13.2	12.1	10.3	
80-84	5,589	16.0 (4.7)	23.4	21.8	20.7	19.8	19.0	18.3	17.6	17.0	16.4	15.7	15.1	14.5	13.9	13.2	12.5	11.8	10.9	9.9	8.3	
85+	2,107	14.1 (4.7)	21.7	20.0	18.9	17.9	17.1	16.3	15.6	14.9	14.2	13.5	12.9	12.3	11.6	11.0	10.3	9.7	8.9	8.1	7.0	

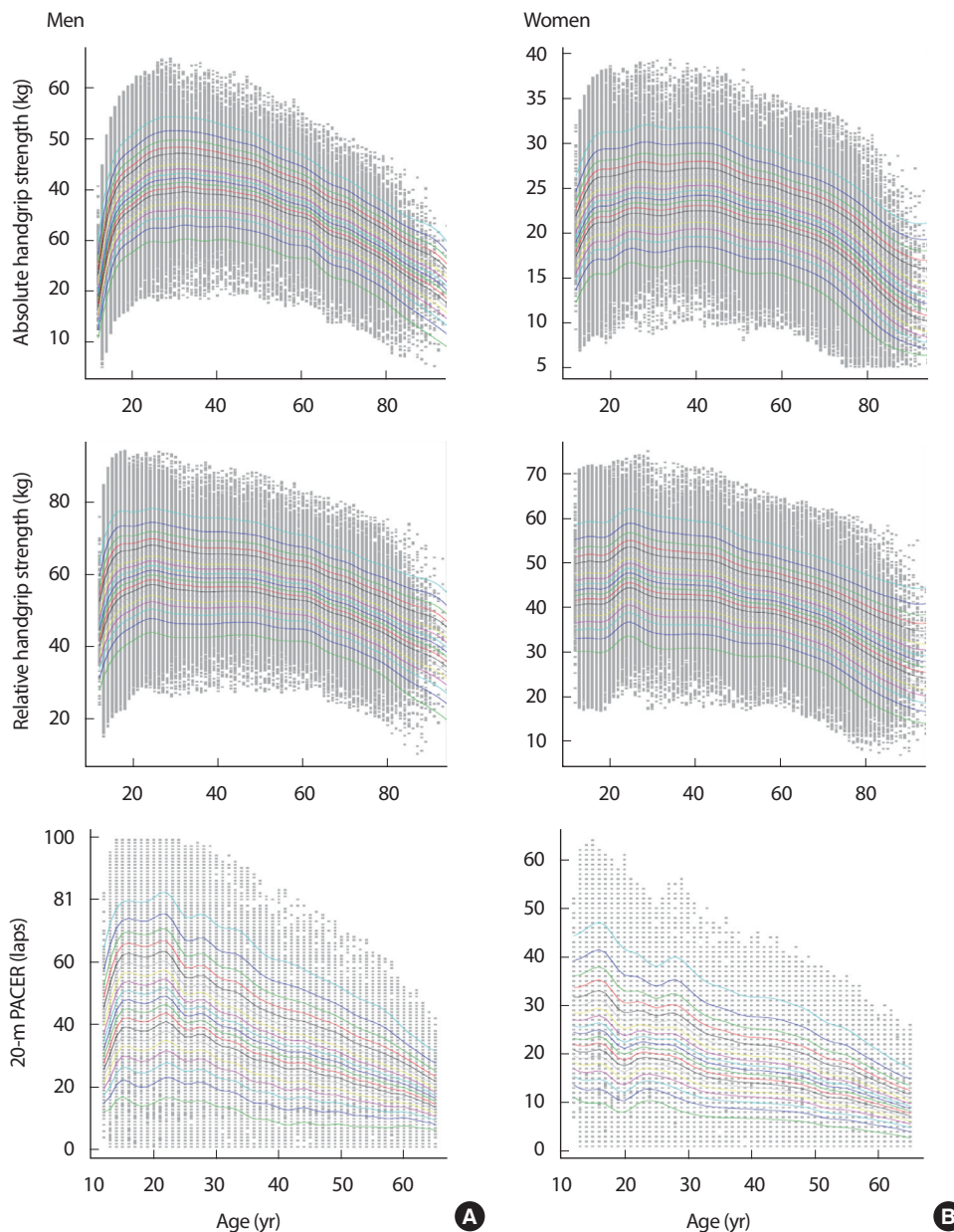
**Table 4.** Normative value for relative handgrip strength (%) in Korea

Sex	Age (yr)	n	M (SD)	Centiles																		
				95	90	85	80	75	70	65	60	55	50	45	40	35	30	25	20	15	10	5
Men	13	24,336	49.7 (11.7)	69.1	64.9	62.0	59.7	57.7	55.9	54.2	52.6	51.0	49.5	48.0	46.5	44.9	43.3	41.6	39.8	37.7	35.2	31.7
	14	18,807	53.5 (12.0)	73.1	68.8	65.9	63.5	61.5	59.6	57.9	56.3	54.7	53.1	51.5	50.0	48.4	46.7	45.0	43.0	40.9	38.2	34.4
	15	19,216	56.3 (11.9)	75.7	71.4	68.4	66.1	64.0	62.2	60.5	58.8	57.2	55.6	54.1	52.5	50.9	49.2	47.4	45.5	43.3	40.5	36.6
	16	30,011	57.5 (11.0)	77.0	72.8	69.9	67.6	65.5	63.7	62.0	60.4	58.9	57.3	55.8	54.2	52.6	51.0	49.2	47.2	45.0	42.2	38.2
	17	22,510	58.2 (11.9)	77.5	73.4	70.5	68.3	66.3	64.5	62.9	61.3	59.8	58.3	56.8	55.3	53.7	52.1	50.4	48.4	46.2	43.4	39.4
	18	19,368	58.4 (11.0)	77.5	73.5	70.7	68.5	66.6	64.9	63.3	61.8	60.3	58.8	57.4	55.9	54.4	52.8	51.1	49.2	47.0	44.3	40.3
	19-24	40,305	60.1 (10.9)	77.6	73.7	71.2	69.1	67.3	65.7	64.3	62.9	61.5	60.2	58.9	57.5	56.1	54.6	53.0	51.3	49.2	46.6	42.7
	25-29	17,536	60.4 (11.1)	77.7	73.9	71.3	69.3	67.6	66.0	64.6	63.2	61.9	60.6	59.3	58.0	56.6	55.2	53.6	51.9	49.8	47.2	43.3
	30-34	9,823	59.3 (10.8)	76.5	72.7	70.2	68.2	66.5	64.9	63.5	62.2	60.9	59.6	58.3	57.0	55.7	54.3	52.7	51.0	49.0	46.4	42.6
	35-39	8,748	59.0 (10.6)	75.6	71.9	69.4	67.4	65.7	64.2	62.8	61.5	60.3	59.0	57.8	56.5	55.2	53.9	52.4	50.7	48.8	46.3	42.6
	40-44	7,733	59.0 (10.3)	75.4	71.7	69.2	67.3	65.6	64.1	62.8	61.5	60.2	59.0	57.8	56.6	55.3	54.0	52.5	50.9	49.0	46.6	43.1
	45-49	8,404	58.7 (10.0)	74.7	71.1	68.7	66.8	65.2	63.8	62.5	61.2	60.0	58.9	57.7	56.5	55.3	54.0	52.5	51.0	49.1	46.7	43.2
	50-54	7,673	57.7 (9.8)	73.3	69.8	67.4	65.6	64.0	62.6	61.3	60.1	59.0	57.8	56.6	55.5	54.3	53.0	51.6	50.0	48.2	45.8	42.3
	55-59	8,002	56.5 (9.5)	71.5	68.1	65.8	64.1	62.6	61.2	60.0	58.8	57.7	56.6	55.5	54.3	53.2	51.9	50.6	49.1	47.3	45.0	41.6
	60-64	8,620	55.6 (9.1)	70.1	66.8	64.6	62.9	61.4	60.1	58.9	57.7	56.6	55.5	54.4	53.3	52.1	50.9	49.6	48.1	46.4	44.2	40.9
	65-69	8,421	52.8 (9.4)	67.8	64.4	62.2	60.5	59.0	57.6	56.4	55.2	54.1	52.9	51.8	50.7	49.5	48.3	46.9	45.4	43.7	41.4	38.1
	70-74	9,656	50.9 (9.4)	65.7	62.4	60.2	58.4	56.9	55.6	54.3	53.1	52.0	50.9	49.8	48.6	47.5	46.2	44.9	43.4	41.6	39.4	36.0
75-79	8,670	48.4 (9.3)	63.2	59.9	57.7	55.9	54.4	53.0	51.8	50.6	49.5	48.4	47.2	46.1	44.9	43.7	42.3	40.8	39.0	36.7	33.3	
80-84	3,670	45.5 (10.0)	61.1	57.6	55.3	53.4	51.9	50.4	49.1	47.9	46.7	45.5	44.3	43.1	41.8	40.5	39.1	37.4	35.5	33.1	29.4	
85+	1,132	42.5 (10.4)	59.1	55.5	53.0	51.1	49.4	47.9	46.5	45.2	43.9	42.6	41.3	40.0	38.7	37.2	35.6	33.9	31.7	29.0	24.9	
Women	13	19,555	44.3 (8.9)	58.9	55.6	53.3	51.6	50.1	48.7	47.5	46.3	45.1	44.0	42.9	41.8	40.6	39.4	38.2	36.8	35.1	33.1	30.2
	14	14,648	44.3 (9.1)	59.1	55.8	53.6	51.8	50.3	48.9	47.7	46.5	45.3	44.2	43.1	42.0	40.8	39.6	38.3	36.9	35.2	33.2	30.3
	15	14,482	44.6 (9.1)	59.3	56.0	53.7	52.0	50.4	49.1	47.8	46.6	45.5	44.3	43.2	42.1	40.9	39.7	38.4	36.9	35.3	33.2	30.2
	16	26,319	44.8 (9.1)	59.3	56.0	53.7	52.0	50.4	49.1	47.8	46.6	45.5	44.3	43.2	42.1	40.9	39.7	38.4	36.9	35.2	33.2	30.1
	17	17,988	44.3 (9.1)	59.2	55.9	53.6	51.9	50.3	49.0	47.7	46.5	45.4	44.2	43.1	42.0	40.8	39.6	38.3	36.8	35.1	33.0	30.0
	18	15,142	44.3 (9.2)	59.1	55.8	53.5	51.8	50.3	48.9	47.6	46.5	45.3	44.2	43.1	41.9	40.8	39.5	38.2	36.8	35.1	33.0	30.0
	19-24	27,007	45.9 (9.1)	60.5	57.3	55.1	53.4	51.9	50.6	49.4	48.2	47.1	46.0	44.9	43.8	42.7	41.5	40.2	38.7	37.1	35.0	31.9
	25-29	10,963	47.1 (9.1)	61.7	58.4	56.2	54.5	53.0	51.7	50.5	49.3	48.2	47.1	46.0	44.9	43.7	42.5	41.2	39.7	38.0	35.9	32.7
	30-34	6,490	45.6 (9.2)	60.5	57.1	54.9	53.1	51.6	50.3	49.0	47.8	46.7	45.6	44.5	43.4	42.2	40.9	39.6	38.1	36.4	34.2	30.9
	35-39	9,109	45.3 (9.0)	59.8	56.5	54.3	52.6	51.1	49.8	48.6	47.4	46.3	45.2	44.1	43.0	41.9	40.7	39.4	37.9	36.2	34.1	30.9
	40-44	9,365	45.0 (8.8)	59.3	56.0	53.9	52.2	50.7	49.4	48.2	47.1	46.0	44.9	43.9	42.8	41.7	40.5	39.2	37.8	36.1	34.0	30.9
	45-49	10,966	43.9 (8.7)	57.9	54.7	52.6	51.0	49.5	48.3	47.1	46.0	44.9	43.9	42.8	41.8	40.7	39.5	38.3	36.9	35.2	33.2	30.1
	50-54	11,800	42.4 (8.4)	55.7	52.7	50.7	49.1	47.8	46.5	45.4	44.4	43.4	42.4	41.4	40.4	39.3	38.2	37.0	35.7	34.1	32.1	29.2
	55-59	14,468	41.8 (8.0)	54.5	51.7	49.7	48.2	46.9	45.8	44.7	43.7	42.7	41.7	40.8	39.8	38.8	37.7	36.6	35.3	33.8	31.9	29.2
	60-64	14,619	40.7 (7.8)	53.2	50.4	48.5	47.0	45.7	44.6	43.5	42.5	41.5	40.6	39.7	38.7	37.7	36.7	35.5	34.3	32.8	31.0	28.2
	65-69	17,284	39.2 (8.0)	51.9	49.0	47.1	45.6	44.3	43.1	42.1	41.1	40.1	39.1	38.2	37.2	36.2	35.1	34.0	32.7	31.2	29.3	26.5
	70-74	15,514	37.5 (8.2)	50.3	47.4	45.5	43.9	42.6	41.4	40.4	39.3	38.3	37.3	36.4	35.4	34.3	33.2	32.1	30.7	29.2	27.2	24.3
75-79	12,004	35.0 (8.6)	48.5	45.5	43.5	41.9	40.5	39.2	38.1	37.0	35.9	34.9	33.8	32.7	31.6	30.5	29.2	27.8	26.2	24.2	21.1	
80-84	5,614	32.6 (8.9)	46.7	43.5	41.4	39.7	38.2	36.9	35.6	34.5	33.4	32.2	31.1	30.0	28.9	27.6	26.3	24.9	23.2	21.2	18.1	
85+	2,137	30.4 (9.2)	45.2	41.8	39.5	37.7	36.1	34.7	33.4	32.2	31.0	29.8	28.7	27.5	26.3	25.0	23.7	22.3	20.6	18.6	15.7	

**Table 5.** Normative value for sit and reach (cm) test in Korea

Sex	Age (yr)	n	M (SD)	Centiles																								
				95	90	85	80	75	70	65	60	55	50	45	40	35	30	25	20	15	10	5						
Men	13	24,105	5.2 (8.0)	18.2	15.4	13.4	11.8	10.5	9.3	8.2	7.2	6.1	5.1	4.1	3.1	2.1	1.0	-0.2	-1.6	-3.1	-5.1	-8.0						
	14	18,563	6.1 (8.5)	20.2	17.1	15.1	13.4	12.0	10.7	9.6	8.5	7.4	6.3	5.3	4.2	3.1	1.9	0.6	-0.8	-2.4	-4.5	-7.5						
	15	19,012	7.4 (8.9)	21.9	18.7	16.6	14.8	13.3	12.0	10.8	9.6	8.5	7.4	6.3	5.1	4.0	2.7	1.4	-0.1	-1.8	-4.0	-7.2						
	16	29,715	8.3 (9.2)	23.4	20.0	17.8	16.0	14.4	13.1	11.8	10.6	9.4	8.2	7.1	5.9	4.7	3.4	2.0	0.5	-1.3	-3.6	-6.9						
	17	22,283	8.9 (9.6)	24.5	21.0	18.7	16.8	15.2	13.8	12.5	11.2	10.0	8.8	7.6	6.4	5.2	3.8	2.4	0.8	-1.0	-3.4	-6.8						
	18	19,126	9.1 (9.7)	25.2	21.7	19.3	17.4	15.8	14.3	13.0	11.7	10.4	9.2	8.0	6.8	5.5	4.1	2.7	1.0	-0.9	-3.2	-6.8						
	19-24	40,008	9.3 (9.7)	25.2	21.6	19.3	17.4	15.8	14.3	13.0	11.7	10.5	9.3	8.0	6.8	5.5	4.2	2.7	1.1	-0.8	-3.1	-6.7						
	25-29	17,434	8.9 (9.3)	24.0	20.7	18.4	16.6	15.1	13.7	12.4	11.2	10.0	8.9	7.7	6.5	5.3	4.0	2.6	1.1	-0.7	-3.0	-6.3						
	30-34	9,734	8.2 (9.3)	23.5	20.1	17.8	16.0	14.5	13.1	11.8	10.6	9.4	8.2	7.1	5.9	4.7	3.4	2.0	0.4	-1.4	-3.6	-7.0						
	35-39	8,670	7.9 (9.2)	23.0	19.7	17.4	15.7	14.1	12.7	11.5	10.3	9.1	7.9	6.8	5.6	4.4	3.1	1.8	0.2	-1.6	-3.8	-7.1						
	40-44	7,668	7.9 (8.9)	22.5	19.3	17.1	15.4	13.9	12.6	11.4	10.2	9.1	7.9	6.8	5.7	4.5	3.3	2.0	0.5	-1.2	-3.4	-6.7						
	45-49	8,335	8.1 (8.8)	22.4	19.2	17.1	15.4	13.9	12.6	11.4	10.3	9.2	8.1	7.0	5.9	4.8	3.6	2.3	0.8	-0.9	-3.0	-6.1						
	50-54	7,611	8.0 (8.7)	22.1	19.0	16.9	15.2	13.8	12.5	11.3	10.1	9.1	8.0	6.9	5.8	4.7	3.5	2.2	0.8	-0.9	-3.0	-6.1						
	55-59	7,940	7.8 (8.6)	21.9	18.8	16.7	15.1	13.7	12.4	11.2	10.1	9.0	8.0	6.9	5.8	4.7	3.5	2.2	0.8	-0.8	-2.9	-6.0						
	60-64	8,573	7.8 (8.5)	21.6	18.5	16.5	14.8	13.4	12.1	10.9	9.8	8.7	7.7	6.6	5.5	4.4	3.2	2.0	0.6	-1.1	-3.2	-6.2						
	65-69	8,306	5.9 (8.9)	20.5	17.3	15.1	13.4	11.9	10.6	9.3	8.1	6.9	5.8	4.7	3.7	2.5	1.3	-0.1	-1.5	-3.3	-5.4	-8.7						
	70-74	9,450	4.7 (8.9)	19.4	16.1	13.9	12.2	10.7	9.3	8.1	6.9	5.8	4.7	3.5	2.4	1.2	0.0	-1.4	-2.9	-4.6	-6.8	-10.1						
75-79	8,412	3.0 (9.0)	17.6	14.3	12.1	10.4	8.9	7.6	6.3	5.2	4.0	2.9	1.8	0.6	-0.5	-1.8	-3.1	-4.6	-6.4	-8.5	-11.8							
80-84	3,493	1.0 (8.8)	15.4	12.2	10.1	8.3	6.9	5.6	4.3	3.2	2.1	0.9	-0.2	-1.3	-2.4	-3.7	-5.0	-6.5	-8.2	-10.3	-13.5							
85+	1,038	-0.3 (8.9)	13.7	10.6	8.4	6.7	5.3	4.0	2.7	1.6	0.5	-0.6	-1.7	-2.8	-4.0	-5.2	-6.5	-8.0	-9.7	-11.8	-15.0							
Women	13	19,443	11.7 (8.7)	26.0	22.8	20.7	19.0	17.5	16.2	15.0	13.9	12.8	11.7	10.6	9.5	8.3	7.1	5.8	4.3	2.6	0.5	-2.7						
	14	14,546	12.4 (9.2)	27.4	24.1	21.9	20.1	18.6	17.3	16.1	14.9	13.7	12.6	11.5	10.3	9.1	7.9	6.5	5.0	3.3	1.1	-2.1						
	15	14,378	13.2 (9.5)	28.6	25.3	23.0	21.2	19.7	18.3	17.0	15.8	14.7	13.5	12.3	11.2	9.9	8.7	7.3	5.8	4.0	1.7	-1.6						
	16	26,160	14.1 (9.5)	29.5	26.0	23.7	21.9	20.3	18.9	17.6	16.4	15.2	14.0	12.8	11.6	10.4	9.1	7.7	6.1	4.3	2.0	-1.4						
	17	17,876	14.1 (9.7)	29.8	26.4	24.0	22.2	20.6	19.1	17.8	16.6	15.3	14.1	12.9	11.7	10.4	9.1	7.7	6.1	4.2	1.9	-1.6						
	18	15,038	13.8 (9.9)	29.9	26.4	24.0	22.2	20.6	19.1	17.8	16.5	15.3	14.1	12.8	11.6	10.3	9.0	7.5	5.9	4.1	1.7	-1.8						
	19-24	26,950	14.5 (9.6)	29.9	26.6	24.3	22.6	21.0	19.7	18.4	17.2	16.0	14.9	13.7	12.6	11.4	10.1	8.7	7.2	5.4	3.2	-0.1						
	25-29	10,942	15.3 (8.9)	29.4	26.3	24.2	22.6	21.1	19.9	18.7	17.5	16.4	15.4	14.3	13.2	12.1	10.9	9.6	8.2	6.5	4.4	1.3						
	30-34	6,476	13.6 (9.1)	28.4	25.2	23.0	21.3	19.8	18.5	17.2	16.1	14.9	13.8	12.7	11.6	10.4	9.2	7.8	6.4	4.6	2.5	-0.8						
	35-39	9,090	13.2 (8.9)	27.6	24.4	22.3	20.6	19.2	17.9	16.7	15.6	14.4	13.4	12.3	11.2	10.0	8.8	7.5	6.1	4.4	2.3	-0.9						
	40-44	9,344	13.3 (8.4)	26.9	23.9	21.9	20.3	19.0	17.7	16.6	15.5	14.5	13.5	12.4	11.4	10.3	9.2	8.0	6.6	5.0	3.0	0.0						
	45-49	10,956	13.5 (8.2)	26.7	23.8	21.9	20.3	19.0	17.8	16.7	15.7	14.6	13.6	12.6	11.6	10.6	9.5	8.3	6.9	5.4	3.4	0.5						
	50-54	11,796	13.7 (8.0)	26.5	23.7	21.8	20.3	19.1	17.9	16.9	15.9	14.9	13.9	13.0	12.0	11.0	9.9	8.8	7.5	6.0	4.1	1.4						
	55-59	14,450	14.8 (7.5)	26.7	24.1	22.4	21.0	19.8	18.7	17.7	16.8	15.9	15.0	14.1	13.2	12.2	11.2	10.2	9.0	7.6	5.8	3.2						
	60-64	14,616	14.7 (7.5)	26.7	24.1	22.3	20.9	19.7	18.6	17.6	16.7	15.8	14.8	13.9	13.0	12.1	11.1	10.0	8.8	7.4	5.6	3.0						
	65-69	17,225	14.3 (7.5)	26.4	23.8	22.0	20.6	19.4	18.3	17.3	16.3	15.4	14.5	13.6	12.7	11.7	10.7	9.6	8.5	7.3	5.8	4.0						
	70-74	15,449	13.4 (7.8)	25.8	23.1	21.3	19.8	18.6	17.5	16.4	15.4	14.5	13.6	12.6	11.7	10.7	9.6	8.5	7.3	5.8	4.0	1.3						
75-79	11,918	11.4 (7.9)	24.0	21.3	19.4	17.9	16.6	15.5	14.4	13.4	12.5	11.5	10.5	9.6	8.6	7.5	6.4	5.1	3.6	1.7	-1.1							
80-84	5,546	9.4 (7.8)	21.8	19.0	17.2	15.7	14.4	13.3	12.2	11.2	10.3	9.3	8.4	7.4	6.4	5.3	4.2	2.9	1.4	-0.4	-3.2							
85+	2,094	7.0 (7.8)	19.6	16.8	14.9	13.4	12.1	11.0	9.9	8.9	7.9	6.9	6.0	5.0	4.0	2.9	1.7	0.5	-1.0	-2.9	-5.7							





**Fig. 4.** LMS curves of absolute handgrip strength and relative handgrip strength for men (A) and women (B) 13–85+ years of age and 20-m PACER for men (A) and women (B) 13–64 years of age.

## 논 의

체력은 신체활동과 운동 능력을 종합적으로 측정하는 척도이며 건강에 대한 종합적 지표이다. 심폐체력과 근력의 경우 사망률[26,27] 및 대사증후군[9,28]과 밀접한 연관성이 있다고 밝혀진 바 있다. 이는 건강 관리 중재에 대한 반응으로 본인의 체력수준을 인지하고 모니터링 하는 것이 중요할 수 있음을 의미한다. 본 연구는 2017-2019년 국민체력 100 인증 사업에 참여한 청소년기와 노인기(13-93세) 참여자 559,430명 (남 283,394명, 여 276,036명)의 데이터를 활용하여 한국인의 성별, 연령

별 체력 백분위수 곡선을 제시한 첫 번째 연구이다.

연구의 목적이 체력항목별 백분위 제시에 있어 다른 연구와 직접적인 비교를 통한 시사점 도출에는 어려움이 있었다. 하지만 본 연구에서 제시된 체력 항목별 성별, 연령별 체력 변화의 경향과 해외 체력 백분위 연구결과 값과의 비교, 그리고 해당 체력항목과 건강지표 관련 선행연구를 바탕으로 결과를 논의하면 다음과 같다.

신체구성에서 남자의 체지방률은 19-24세에 감소 후 25세부터는 나이가 들수록 증가하는 경향을 나타냈으며, 여자는 19-24세, 25-29세에 감소하는 경향을 보인 후 30세 이상부터 다시 증가하는 경향을 보였

**Table 6.** Normative value for 20-m PACER (laps) in Korea

Sex	Age (yr)	n	M (SD)	Centiles																		
				95	90	85	80	75	70	65	60	55	50	45	40	35	30	25	20	15	10	5
Men	13	23,389	42.7 (5.1)	72	65	61	57	53	50	47	44	41	38	36	33	31	28	26	23	20	17	13
	14	18,089	43.5 (5.2)	77	71	66	63	59	56	53	50	47	45	42	39	36	33	31	28	25	21	16
	15	18,498	44.1 (5.4)	79	73	69	66	62	59	56	53	51	48	45	42	39	36	33	30	27	23	17
	16	29,247	43.8 (5.2)	80	74	70	66	63	60	57	54	51	48	45	42	39	36	33	30	26	22	16
	17	21,841	43.6 (5.3)	79	73	69	66	62	59	56	53	50	47	44	41	38	35	32	29	25	21	15
	18	18,892	43.2 (5.4)	79	73	69	65	62	59	56	53	50	47	44	41	38	35	32	28	25	20	14
	19-24	33,885	44.0 (5.5)	80	73	69	65	62	59	56	53	50	48	45	42	39	37	34	30	27	22	16
	25-29	12,776	42.2 (5.0)	75	67	62	58	55	52	50	47	45	43	41	39	36	34	31	29	25	21	15
	30-34	5,770	40.7 (4.9)	71	63	58	54	51	48	46	43	41	39	37	35	33	30	28	25	22	19	13
	35-39	4,844	39.1 (4.7)	64	57	52	49	46	43	39	37	35	33	32	30	28	26	24	22	20	17	13
	40-44	4,306	38.2 (4.4)	59	52	48	45	42	39	37	35	33	31	29	28	26	24	22	20	18	16	12
	45-49	4,800	37.5 (4.0)	55	49	45	42	39	37	35	33	31	29	27	26	24	23	21	20	18	16	14
	50-54	4,401	36.6 (3.7)	49	44	40	37	35	33	31	29	27	26	24	23	21	20	19	17	16	14	12
	55-59	4,680	35.7 (3.4)	44	39	35	33	31	29	27	26	24	23	21	20	19	17	16	14	12	10	7
60-64	5,432	34.7 (2.8)	36	32	29	27	26	24	23	22	21	19	18	17	16	15	14	13	11	10	7	
Women	13	18,852	35.5 (3.5)	45	40	36	34	32	30	28	27	26	24	23	22	20	19	18	16	15	13	10
	14	14,112	35.3 (3.5)	46	40	37	34	32	30	29	27	26	24	23	22	20	19	18	16	15	13	10
	15	13,855	35.1 (3.5)	47	41	38	35	33	31	29	28	26	25	23	22	21	19	18	16	15	13	10
	16	25,020	35.1 (3.4)	47	42	38	35	33	31	29	28	26	25	24	22	21	20	18	17	15	13	10
	17	17,026	34.7 (3.5)	47	41	37	35	33	31	29	27	26	25	23	22	21	19	18	16	14	12	10
	18	14,522	34.5 (3.5)	45	39	36	33	31	29	27	26	24	23	22	21	19	18	17	15	13	11	9
	19-24	21,591	28.7 (3.8)	41	36	33	31	29	27	26	24	23	22	21	20	19	17	16	15	13	12	9
	25-29	7,433	28.3 (3.6)	39	35	32	30	28	27	25	24	23	22	21	20	19	17	16	15	13	12	9
	30-34	3,838	27.1 (3.8)	36	32	29	27	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	11	10
	35-39	5,193	26.2 (3.5)	33	29	26	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	10	9	7
	40-44	5,431	25.7 (3.4)	32	28	25	23	22	21	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	6
	45-49	6,582	25.2 (3.1)	30	26	24	22	21	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	5
	50-54	6,864	24.4 (2.9)	27	23	21	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	5
	55-59	8,086	23.8 (2.7)	23	20	18	17	16	15	14	14	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	5
60-64	7,738	23.0 (2.5)	19	17	15	14	13	12	12	12	11	10	10	9	8	7	6	5	4	4	4	

**Table 7.** Normative value for estimated VO<sub>2</sub>max (mL/kg/min) in Korea

Sex	Age (yr)	n	M (SD)	Centiles																		
				95	90	85	80	75	70	65	60	55	50	45	40	35	30	25	20	15	10	5
Men	13	23,389	42.7 (5.1)	50.9	49.3	48.2	47.2	46.4	45.6	44.9	44.2	43.5	42.8	42.1	41.4	40.7	39.9	39.1	38.3	37.3	36.1	34.5
	14	18,089	43.5 (5.2)	51.7	50.1	49.0	48.1	47.3	46.5	45.8	45.1	44.4	43.7	43.0	42.3	41.6	40.8	40.0	39.1	38.0	36.8	34.9
	15	18,498	44.1 (5.4)	52.4	50.9	49.7	48.8	48.0	47.2	46.5	45.8	45.1	44.4	43.6	42.9	42.2	41.4	40.5	39.6	38.5	37.1	35.1
	16	29,247	43.8 (5.3)	51.8	50.4	49.3	48.4	47.6	46.9	46.2	45.5	44.8	44.1	43.4	42.7	41.9	41.2	40.3	39.4	38.3	37.0	35.0
	17	21,841	43.6 (5.4)	51.8	50.3	49.2	48.3	47.5	46.8	46.0	45.3	44.6	43.9	43.1	42.4	41.6	40.8	40.0	39.0	37.9	36.6	34.6
	18	18,892	43.2 (5.4)	51.6	50.0	48.9	47.9	47.1	46.3	45.6	44.8	44.1	43.4	42.6	41.9	41.1	40.3	39.4	38.5	37.4	36.0	34.1
	19-24	33,885	44.0 (5.5)	53.2	50.8	49.4	48.3	47.4	46.6	45.9	45.2	44.6	43.9	43.3	42.6	42.0	41.3	40.5	39.5	38.4	37.0	34.6
	25-29	12,776	42.1 (5.0)	50.3	48.2	46.9	45.9	45.1	44.4	43.7	43.1	42.6	42.0	41.4	40.9	40.3	39.6	38.9	38.2	37.2	35.9	33.9
	30-34	5,770	40.7 (4.9)	48.7	46.6	45.3	44.3	43.5	42.8	42.2	41.6	41.0	40.4	40.4	39.9	39.3	38.7	38.1	37.4	36.7	35.7	34.5
	35-39	4,844	39.1 (5.0)	46.9	44.9	43.6	42.7	41.9	41.2	40.6	40.0	39.5	39.0	38.5	38.4	37.9	37.3	36.8	36.1	35.4	34.5	33.3
	40-44	4,306	38.2 (4.7)	45.4	43.5	42.3	41.4	40.5	39.8	39.2	38.7	38.2	37.7	37.3	36.8	36.4	35.9	35.4	34.9	34.2	33.5	32.5
	45-49	4,800	37.5 (4.0)	44.1	42.4	41.3	40.5	39.8	39.2	38.7	38.2	37.7	37.3	36.8	36.4	35.9	35.5	35.1	34.6	34.1	33.6	32.9
	50-54	4,401	36.6 (3.8)	42.6	41.0	40.0	39.2	38.6	38.1	37.6	37.1	36.7	36.3	35.9	35.5	35.1	34.8	34.4	34.0	33.6	33.1	32.5
	55-59	4,680	35.7 (3.4)	41.0	39.6	38.7	38.0	37.5	37.0	36.6	36.2	35.8	35.5	35.1	34.8	34.4	34.0	33.6	33.2	32.9	32.5	31.7
60-64	5,432	34.7 (2.8)	39.2	38.0	37.2	36.6	36.2	35.8	35.4	35.1	34.8	34.5	34.2	33.9	33.6	33.2	32.9	32.4	32.0	31.3	30.3	
Women	13	18,852	35.5 (3.5)	40.9	39.6	38.8	38.1	37.6	37.1	36.6	36.2	35.8	35.5	35.1	34.7	34.2	33.8	33.3	32.8	32.1	31.3	30.1
	14	14,112	35.3 (3.5)	40.7	39.4	38.5	37.9	37.3	36.8	36.4	36.0	35.6	35.2	34.9	34.5	34.1	33.7	33.2	32.6	32.0	31.1	29.8
	15	13,855	35.1 (3.5)	40.5	39.3	38.4	37.8	37.2	36.8	36.3	35.9	35.5	35.1	34.8	34.4	34.0	33.5	33.0	32.5	31.8	31.0	29.7
	16	25,020	35.1 (3.4)	40.5	39.3	38.5	37.9	37.4	36.9	36.5	36.0	35.6	35.2	34.9	34.4	34.0	33.6	33.1	32.5	31.8	30.9	29.6
	17	17,026	34.7 (3.5)	40.2	38.9	38.1	37.5	36.9	36.4	36.0	35.6	35.2	34.8	34.5	34.0	33.6	33.2	32.7	32.1	31.5	30.6	29.3
	18	14,522	34.5 (3.5)	40.0	38.7	37.9	37.2	36.7	36.2	35.8	35.4	35.0	34.6	34.2	33.8	33.4	32.9	32.5	31.9	31.2	30.3	28.9
	19-24	21,591	28.7 (3.9)	39.7	38.4	37.5	36.8	36.3	35.8	35.3	34.9	34.4	34.0	33.6	33.2	32.7	32.3	31.7	31.1	30.4	29.4	27.9
	25-29	7,433	28.3 (3.6)	39.2	37.9	37.0	36.2	35.6	35.1	34.6	34.1	33.6	33.2	32.7	32.2	31.7	31.2	30.6	29.9	29.0	27.9	26.2
	30-34	3,838	27.1 (3.8)	38.8	37.4	36.5	35.7	35.1	34.5	33.9	33.4	32.9	32.4	31.9	31.3	30.8	30.1	29.4	28.7	27.7	26.4	24.4
	35-39	5,193	26.2 (3.5)	38.3	36.9	36.0	35.2	34.5	33.9	33.3	32.7	32.2	31.6	31.0	30.4	29.8	29.1	28.3	27.4	26.3	24.8	22.4
	40-44	5,431	25.7 (3.4)	37.8	36.5	35.5	34.7	34.0	33.3	32.7	32.1	31.5	30.9	30.2	29.6	28.8	28.1	27.2	26.2	24.9	23.2	20.3
	45-49	6,582	25.2 (3.1)	37.4	36.0	35.0	34.2	33.5	32.8	32.1	31.5	30.8	30.2	29.5	28.8	28.0	27.1	26.2	25.1	23.6	21.7	18.5
	50-54	6,864	24.4 (2.9)	36.9	35.6	34.6	33.8	33.0	32.3	31.7	31.0	30.3	29.6	28.9	28.2	27.3	26.4	25.4	24.2	22.7	20.6	17.4
	55-59	8,086	23.8 (2.7)	36.4	35.1	34.2	33.4	32.6	32.0	31.3	30.6	29.9	29.2	28.5	27.7	26.8	25.9	24.8	23.6	22.1	20.0	16.8
60-64	7,738	22.9 (4.0)	35.9	34.7	33.8	33.0	32.3	31.6	30.9	30.3	29.6	28.9	28.2	27.4	26.5	25.6	24.5	23.3	21.7	19.7	16.6	

다. 이러한 경향은 남녀 모두 한국 청소년들이 임신 등의 이유로 신체 활동량이 낮아 체지방률이 높아지다가 20세에 대학 입학이나 사회생활을 시작하면서 신체활동도 많아지고 외모에 관심이 생기는 등의 이유로 관리가 시작된다. 이 시기에 체지방률이 감소한 후 남자는 군대 제대 후 25세 이후부터 체지방률이 다시 높아지고, 여자의 경우 결혼이나 출산 후 체지방률이 높아지는 경향을 보인 것으로 예상된다. 중국인(18세에서 82세 사이 성인과 노인)을 대상으로 신체구성에 대한 백분위를 연구한 연구 결과[29]와 비교해 보았을 때, 50대 이전까지는 한국인과 비슷한 수준을 유지하다가 50대부터는 중국 여성이(20대 29.6%, 30대 34.4%, 40대 33.1%, 50대 34.4%, 60대 이상 36.1%) 한국 여성에 비해 높은 체지방률 평균을 나타냈다. 노인기의 경우 중국노인에 비해 한국노인의 체지방률이 낮았다. 높은 체지방률은 심혈관계 유병률 [30] 및 사망률[7]과도 밀접한 관련이 있다고 보고된 바 있어 전 생애주기에 있어 체지방률의 관리는 필요하다.

유연성 항목으로 앉아윗몸앞으로굽히기 기록은 남녀 모두 19세 이후부터 64세까지 완만하게 감소하다가 남자는 65세 이상부터, 여자는 70세 이후 급격히 감소하는 경향을 보였으며, 감소폭도 여자보다 남자가 크게 나타났다. 캐나다 성인 1,543명을 대상으로 당뇨병 발병과 비만지표, 체력(근지구력, 악력, 유연성, 최대산소섭취량)간의 관계를 연구한 결과에서는 유연성 항목을 제외한 모든 체력항목에서 당뇨병 발생률과 관련성이 있는 것으로 나타났다[6]. 이는 청소년기와 성인기에서 앉아윗몸앞으로굽히기 항목이 성별과 연령에 따라 뚜렷한 경향성을 보이지 않은 본 연구의 결과와 유사한 결과로 보여진다. 하지만 남자는 65세 이후, 여자는 70세 이후 급격한 감소가 나타나는 경향으로

보았을 때 나이가 들면서 유연성이 감소할 수는 있지만 급격한 유연성 감소는 옷 입기와 물건 닿기 등과 같은 정상적인 일상 생활에 영향을 미칠 수 있으므로 노인기의 경우 유연성 항목의 관리가 필요하다[11]. 성별과 연령에 따른 체력의 변화를 비교한 선행연구결과[31]에 따르면 남자가 여자보다 유연성 감소 비율이 더 높은 것으로 나타나 본 연구의 결과와 일치하였다. 하지만 선행연구에서도 단면 신체기능 연구로써 인과관계를 분석하는데 한계가 있었다. 노인에게 유연성이 재활 맥락에서 광범위하게 사용되고 있음에도 불구하고 노인의 유연성과 건강상의 이점 관련 객관적 연구 근거가 미비하여 더 많은 연구가 필요하다.

사람의 몸에서 근력을 대변하는 악력은 노화와 관련된 건강결과의 강력한 예측인자로 사용되고 있다[8,10]. 악력은 체중과 밀접한 관련성이 있어 비만 관련 지표(체중, 신장, 체질량지수)를 보정하지 않은 경우 건강지표와의 통계적 유의성을 감소시킬 수 있다는 보고 이후[32] 비만 관련 지표로 절대악력을 조정한 상대악력을 사용하는 사례가 많아지고 있다. 이에 본 연구에서는 사용자 활용성을 고려하여 절대악력과 체중에 대한 조정이 이루어진 상대악력을 모두 제시하였다. 근력 항목으로 절대악력과 상대악력은 남녀 모두에게서 13세부터 39세까지 꾸준히 증가 및 유지하다가 40세 이상부터는 완만하게 감소하기 시작하여 60세 이후부터는 급격히 감소하는 경향을 보였다. 이탈리아인을 대상으로 절대 악력 백분위를 제시한 연구결과[18]와 비교해 보았을 때, 이탈리아 남성의 절대악력이 한국 남성의 절대악력보다 높은 수준인 것으로 나타났다. 여성의 경우에는 50분위를 기점으로 보았을 때 한국 여성이 이탈리아 여성에 비해 낮은 경향이었으나, 이탈리아 여성의 경

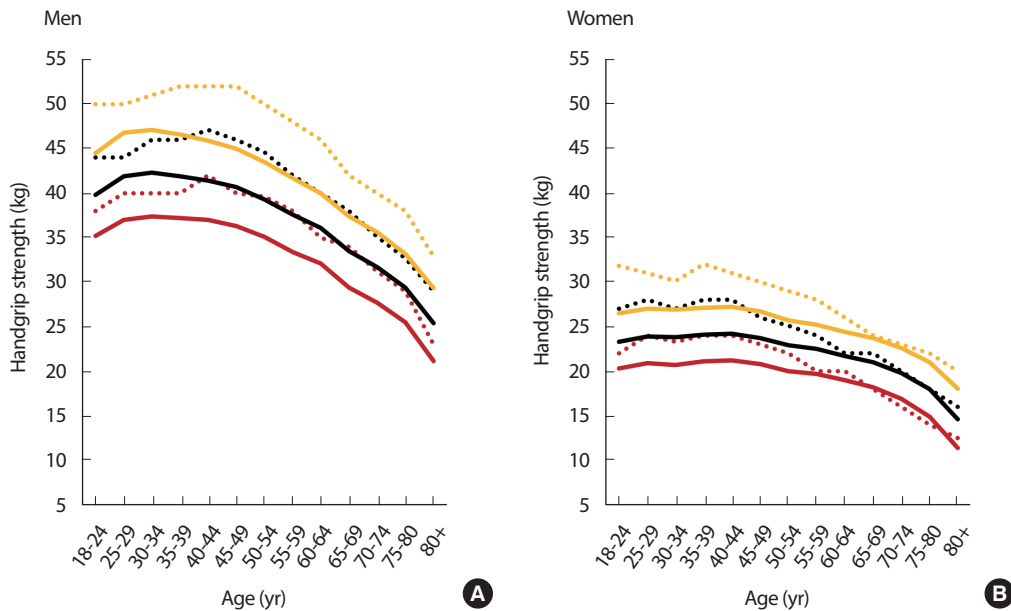


Fig. 5. Distribution of handgrip strength for men (A) and women (B). Dotted lines, Italy; solid lines, Republic of Korea. Yellow lines, 75th; black lines, 50th; red lines, 25th.

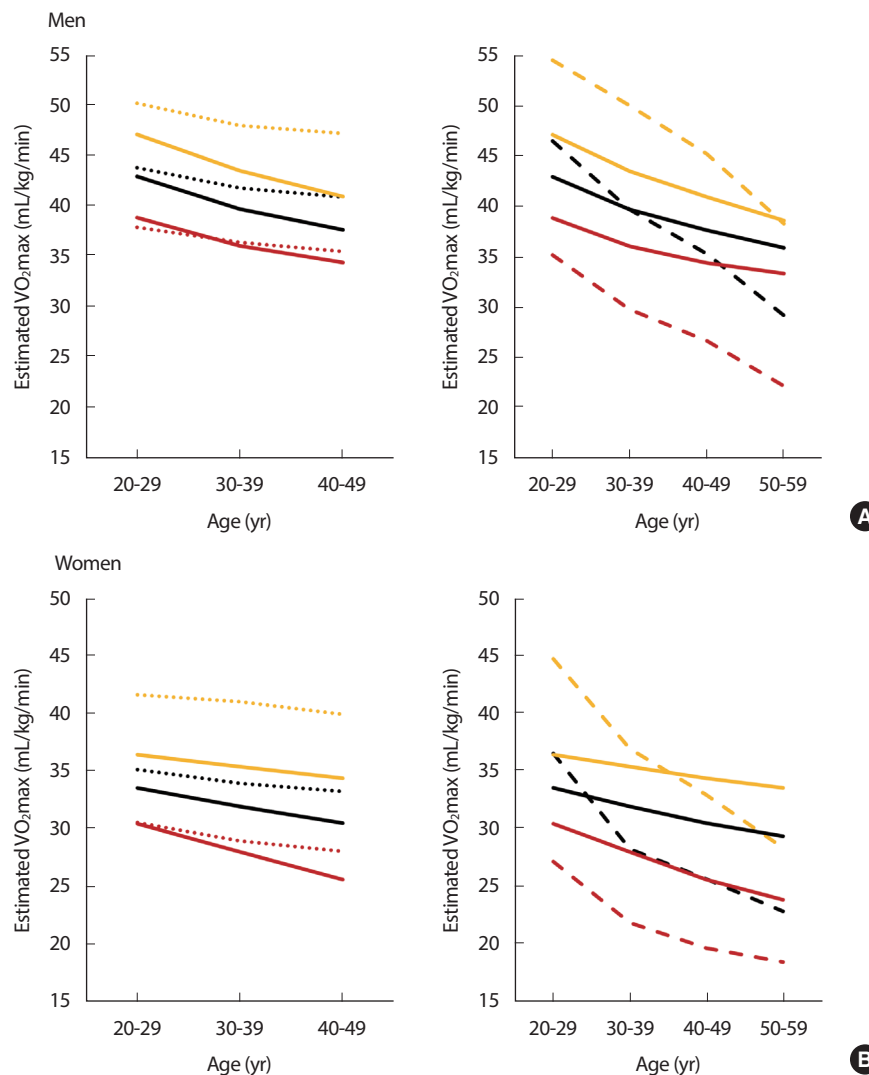


우 50대부터 절대 약력의 50분위, 25분위 집단에서 약력수준이 급격히 낮아지는 경향을 확인할 수 있었다(Fig. 5). 근력의 중요성은 예전부터 강조되어 있지만 고령화 사회에 접어들면서 근감소증[10]과 허약[8] 그리고 대사증후군[28], 심혈관 질환[33], 당뇨병[6], 사망률[34]과 높은 관련성이 증명되면서 근력 관리의 중요성이 더욱 강조되고 있다. 특히 약력의 경우 근감소증 진단[10]과 허약 진단[8] 지표로 사용되기도 하여 1차 진료에서도 널리 사용되고 있는 체력측정항목으로 본 연구에서 제시된 생애주기별 백분위 지수는 개인뿐만 아니라 1차 진료에서도 환자의 위치를 인지하는데 유용하게 활용될 수 있을 것이다.

심폐체력은 현장활용성을 고려하여 왕복오래달리기 횟수와 최대산소섭취량에 대한 백분위를 모두 제시하였으며, 측정항목의 불일치로 인해 노인기를 제외하고 청소년기부터 성인기까지의 데이터만으로 백분위가 제시되었다. 그 결과 왕복오래달리기 기록과 최대산소섭취량

은 남자는 25세부터, 여자는 19세부터 64세까지 감소하는 경향을 보였다. 심폐체력은 미국건강영양조사 데이터를 이용하여 미국 성인의 최고산소섭취량 백분위를 제시한 연구[35,36]결과와 비교하였다. 미국의 경우 심폐체력이 건강결과에 강력한 예측인자임이 밝혀지면서 규준지향적 심폐체력 백분위 지표 연구가 지속적으로 이루어지고 있다. 미국 건강영양조사에서 20-49세 미국성인 7,437명의 최고산소섭취량 백분위 연구결과[35]와 본 연구결과를 비교하였을 때 남자 성인의 경우 80분위수는 미국인이 한국인보다 심폐체력 수준이 높았으나, 50분위수는 비슷한 수준이었다. 반면 20분위수의 경우 한국 성인이 오히려 미국 성인보다 심폐체력 수준이 높았다. 여자 성인은 80분위수에서 미국인이 한국인보다 심폐체력 수준이 높았으며, 50분위수와 20분위수는 비슷하거나 미국인이 조금 높은 수준이었다(Fig. 6).

반면 업데이트(2022년도)된 미국인 심폐체력 백분위 연구결과[36]



**Fig. 6.** Distribution of estimated VO<sub>2</sub>max for men (A) and women (B). Solid lines, Republic of Korea 2017-2019; dotted lines, US 1999-2004 (left; 20-50 years of age); dashed lines, US 1968-2021 (right; 20-60 years of age). Yellow lines, 80th; black lines, 50th; red lines, 20th.

와 비교하면 남자 성인의 80분위수의 경우 20대부터 40대의 경우 미국 남성이 한국 남성 보다 높다가 50대부터는 유사한 수준으로 나타났다. 50분위수는 20대와 30대의 미국남성이 높았으나 40대부터는 한국남성이 더 높은 수준으로 나타났으며, 20분위수는 모든 연령대에서 한국 남성의 심폐체력 수준이 더 높았다. 여자 성인의 80분위수는 20대, 30대, 40대의 경우 미국 여성이 한국 여성보다 높다가 50대부터는 한국 여성의 심폐체력이 더 높았다. 50분위수는 20대를 제외한 모든 연령대에서 한국 여성이 미국 여성보다 심폐체력이 높았으며, 20분위수는 모든 연령대에서 한국 여성이 미국 여성보다 심폐체력이 높았다 (Fig. 6). 2022년 업그레이드된 심폐체력 백분위수[36]가 과거 공표된 심폐체력수준보다 낮게 정의된 이유를 심폐체력이 낮아졌다고 해석하는 것 보다는 심폐체력을 예측이 아닌 숙련된 측정자가 정확하게 측정된 데이터로 제시되었기 때문이라고 제안하였다. 또한 업데이트된 심폐체력 기준 연구에서는 1968년부터 2022년까지 60년간의 심폐체력 데이터가 분석에 사용되었는데 60년 동안 10년당 평균 13.5%의 심폐체력 감소가 나타났다고 보고하였다. 이미 심폐체력은 대사증후군[9]과 사망률[26]의 강력한 예측인자임이 밝혀진 바 있으므로 이러한 연구 결과를 바탕으로 심폐체력을 유지 및 증진하려는 노력이 필요하다. 본 연구에서 심폐체력은 측정항목 불일치로 노년기가 제외된 청소년기부터 성인기의 백분위가 제시되었다는 제한점이 있었다. 후속연구에서는 이러한 제한점을 보완하여 청소년기부터 노인기까지 연속선상에서 심폐체력의 백분위를 제시하고 건강지표와의 관련성을 규명하는 연구가 필요하다.

체력은 질환의 유병률과 사망률의 강력한 예측변수로 공중 보건 모니터링에 유용한 지표이다. 인간의 체력 수준은 이분법적(건강 또는 건강하지 않은)이 아닌 연속적인 특성을 가지는데 백분위수 내에서 개인의 체력 정보를 확인하는 것은 직관적이다. 본 연구에서 제시한 성별과 연령이 반영된 체력항목별 백분위수는 공중보건 단면 평가 및 중재의 전향적 평가에 매우 유용하게 활용 가능할 것이다. 또한 누구나 쉽고 간단하게 장비만 있으면 본인의 체력수준을 확인하고 건강관리를 위해 체력을 모니터링하는데 활용이 가능 할 것이다.

## 결론

본 연구에서는 청소년기부터 노인기까지 생애주기에 따른 성별, 연령별 체력 백분위수 곡선을 제시하였다. 본 연구는 백분위 곡선 제시에 목적이 있어 성별, 연령별에 따른 건강지표와 직접적 관련성을 규명하지는 못하였지만 간단한 체력 검사를 통해 개인의 체력 수준을 확인하고 동기부여를 통해 체력 변화를 모니터링하는데 활용도가 높은 연구결과가 될 수 있을 것이다. 하지만 체력 기준의 특성을 강화하기 위해서는 전향적 코호트 연구가 필요하며, 측정 데이터의 지속적인 연

구와 관리도 중요하다.

## CONFLICT OF INTEREST

이 논문 작성에 있어서 어떠한 조직으로부터 재정을 포함한 일체의 지원을 받지 않았으며, 논문에 영향을 미칠 수 있는 어떠한 관계도 없음을 밝힌다.

## AUTHOR CONTRIBUTIONS

Conceptualization: S Park; Data curation: M Lee; Formal analysis: S Lee, M Lee; Funding acquisition: S Lee, S Park; Methodology: Y Lee, M Lee; Project administration: S Lee; Visualization: M Lee; Writing - original draft: M Lee; Writing - review & editing: M Lee, S Park.

## ORCID

Saejong Park	<a href="https://orcid.org/0000-0001-7229-5790">https://orcid.org/0000-0001-7229-5790</a>
Seunghye Lee	<a href="https://orcid.org/0000-0003-1721-9132">https://orcid.org/0000-0003-1721-9132</a>
Yonghee Lee	<a href="https://orcid.org/0000-0001-9328-9699">https://orcid.org/0000-0001-9328-9699</a>
Mihyun Lee	<a href="https://orcid.org/0000-0002-3827-3405">https://orcid.org/0000-0002-3827-3405</a>

## REFERENCES

1. Blair SN, Cheng Y, Holder JS. Is physical activity or physical fitness more important in defining health benefits?. *Med Sci Sports Exerc.* 2001;33(6; SUPP):S379-99.
2. Kodama S, Saito K, Tanaka S, Maki M, Yachi Y, et al. Cardiorespiratory fitness as a quantitative predictor of all-cause mortality and cardiovascular events in healthy men and women: a meta-analysis. *JAMA.* 2009; 301(19):2024-35.
3. Myers J, Kaykha A, George S, Abella J, Zaheer N, et al. Fitness versus physical activity patterns in predicting mortality in men. *Am J Med.* 2004;117(12):912-8.
4. Williams PT. Physical fitness and activity as separate heart disease risk factors: a meta-analysis. *Med Sci Sports Exerc.* 2001;33(5):754-61.
5. Bachmann JM, DeFina LF, Franzini L, Gao A, Leonard DS, et al. Cardiorespiratory fitness in middle age and health care costs in later life. *J Am Coll Cardiol.* 2015;66(17):1876-85.
6. Katzmarzyk PT, Craig CL, Gauvin L. Adiposity, physical fitness and incident diabetes: the physical activity longitudinal study. *Diabetologia.*

- 2007;50(3):538-44.
7. Bigaard J, Frederiksen K, Tjønneland A, Thomsen BL, Overvad K, et al. Body fat and fat-free mass and all-cause mortality. *Obes Res.* 2004; 12(7):1042-9.
  8. Lee L, Patel T, Costa A, Bryce E, Hillier LM, et al. Screening for frailty in primary care: accuracy of gait speed and hand-grip strength. *Can Fam Physician.* 2017;63(1):e51-7.
  9. Jae SY, Heffernan KS, Kim D, Park WH, Cho YH, et al. Cardiorespiratory fitness and incident metabolic syndrome in middle-aged Korean men. *Ann Hum Biol.* 2014;41(5):477-80.
  10. Bahat G, Tufan A, Tufan F, Kilic C, Akpınar TS, et al. Cut-off points to identify sarcopenia according to european working group on sarcopenia in older people (EWGSOP) definition. *Clin Nutr.* 2016;35(6):1557-63.
  11. Speer KP. Injury prevention and rehabilitation for active older adults. *Human Kinetics.* 2005.
  12. World Health Organization. Global health risks: mortality and burden of disease attributable to selected major risks. WHO. 2009.
  13. Wilder RP, Greene JA, Winters KL, Long III WB, Gubler KD, et al. Physical fitness assessment: an update. *J Long Term Eff Med Implants.* 2006;16(2):193-204.
  14. Blair SN, Haskell WL. Objectively measured physical activity and mortality in older adults. *JAMA.* 2006;296(2):216-8.
  15. Lee M, Oh IH, Lee H, Lee S, Park S. Effect of participating in physical fitness assessment on healthcare costs in Korean adults. *IJASS.* 2021; 33(1):98-107.
  16. Lee S, Lee H, Oh IH, Cheong HK, Lee M, et al. Association between cardiorespiratory fitness and healthcare costs in adults using the criterion referenced fitness thresholds: the korea institute of sport science fitness standards study. *Exerc Sci.* 2021;30(4):501-9.
  17. Bachmann JM, DeFina LF, Franzini L, Gao A, Leonard DS, et al. Cardiorespiratory fitness in middle age and health care costs in later life. *J Am Coll Cardiol.* 2015;66(17):1876-85.
  18. Purath J, Buchholz SW, Kark DL. Physical fitness assessment of older adults in the primary care setting. *J Am Acad Nurse Pract.* 2009;21(2): 101-7.
  19. Park S, Ko BG, Song H, Song JH, Lee M, et al. Development of criterion referenced health fitness standards for chronic disease prevention in Korean adults: the korea institute of sport science fitness standards study (KISS FitS). *Korean J Phys Educ.* 2018;57(6):235-47.
  20. Park S, Ko BG, Song JH, Song HS, Park SH, et al. Development of criterion-referenced functional fitness standards for the independent life in Korean older adults: the korea institute of sport science fitness standards study (KISS FitS). *Korean J Phys Educ.* 2018;57(5):385-96.
  21. Lee S, Ko BG, Park S. Physical fitness levels in Korean adolescents: the national fitness award project. *J Obes Metab Syndr.* 2017;26(1):61.
  22. Landi F, Calvani R, Martone AM, Salini S, Zazzara MB, et al. Normative values of muscle strength across ages in a 'real world' population: results from the longevity check-up 7+ project. *J Cachexia Sarcopenia Muscle.* 2020;11(6):1562-9.
  23. McGrath R, Hackney KJ, Ratamess NA, Vincent BM, Clark BC, et al. Absolute and body mass index normalized handgrip strength percentiles by gender, ethnicity, and hand dominance in Americans. *Adv Geriatr Med Res.* 2020;2(1):e200005.
  24. Jung J, Koh B, Song H, Park S, Yoon J. Development of alternative items for the national fitness award project. Research report, Ministry of Culture, Sports and Tourism. 2015.
  25. Jung J, Yoo J, Koh B, Song H, Im S. Model development of fitness certification center. Research report, Ministry of Culture, Sports and Tourism. 2014.
  26. Imboden MT, Harber MP, Whaley MH, Finch WH, Bishop DL, et al. Cardiorespiratory fitness and mortality in healthy men and women. *J Am Coll Cardiol.* 2018;72(19):2283-92.
  27. Lu Y, Li G, Ferrari P, Freisling H, Qiao Y, et al. Associations of hand-grip strength with morbidity and all-cause mortality of cardiometabolic multimorbidity. *BMC Med.* 2022;20(1):1-11.
  28. Sayer AA, Syddall HE, Dennison EM, Martin HJ, Phillips DIW, et al. Grip strength and the metabolic syndrome: findings from the Hertfordshire cohort study. *QJM.* 2007;100(11):707-13.
  29. He X, Li Z, Tang X, Zhang L, Wang L, et al. Age-and sex-related differences in body composition in healthy subjects aged 18 to 82 years. *Med.* 2018;97(25):e11152.
  30. Zeng Q, Dong SY, Sun XN, Xie J, Cui Y. Percent body fat is a better predictor of cardiovascular risk factors than body mass index. *Braz J Med Biol Res.* 2012;45(7):591-600.
  31. Okabe T, Suzuki M, Goto H, Iso N, Cho K, et al. Sex differences in age-related physical changes among community-dwelling adults. *J Clin. Med.* 2021;10(20):4800.
  32. Lawman HG, Troiano RP, Perna FM, Wang CY, Fryar CD, et al. Associations of relative handgrip strength and cardiovascular disease biomarkers in US adults, 2011–2012. *Am J Prev Med.* 2016;50(6):677-83.
  33. 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.
34. Ruiz JR, Sui X, Lobelo F, Morrow JR, Jackson AW, et al. Association between muscular strength and mortality in men: prospective cohort study. *BMJ.* 2008;337:a439.
35. Wang CY, Haskell WL, Farrell SW, LaMonte MJ, Blair SN, et al. Cardiorespiratory fitness levels among US adults 20–49 years of age: findings from the 1999–2004 national health and nutrition examination survey. *Am J Epidemiol.* 2010;171(4):426-35.
36. Kaminsky LA, Arena R, Myers J, Peterman JE, Bonikowske AR, et al. Updated reference standards for cardiorespiratory fitness measured with cardiopulmonary exercise testing: data from the fitness registry and the importance of exercise national database (FRIEND). *Mayo Clin Proc.* 2022;97(2):285-93.
37. Okunrintemi V, Benson EMA, Tibuakuu M, Zhao D, Ogunmoroti O, et al. Trends and costs associated with suboptimal physical activity among US women with cardiovascular disease. *JAMA network open.* 2019;2(4):e191977.
38. Carlson SA, Fulton JE, Pratt M, Yang Z, Adams EK. Inadequate physical activity and health care expenditures in the united states. *Prog cardiovasc dis.* 2015;57(4):315-23.