

## 한국인의 악력 평가를 위한 예측 모형 개발: 2014-2015년 국민건강영양조사를 바탕으로

백기욱 · 양선희 · 정인성<sup>1</sup> · 이미영<sup>1</sup>

계명대학교 의과대학 직업환경의학과, 예방의학교실<sup>1</sup>

### Development of Predictive Model for Assessment of Grip Strength among Koreans: Data from 2014-2015 Korea National Health and Nutrition Examination Survey

Ki Ook Baek, M.D., Seon Hee Yang, M.D., In Sung Chung<sup>1</sup>, M.D., Mi Young Lee<sup>1</sup>, M.D.

*Department of Occupational and Environmental Medicine, Preventive Medicine<sup>1</sup>,  
Keimyung University School of Medicine, Daegu, Korea*

Received: April 11, 2017

Revised: May 12, 2017

Accepted: May 31, 2017

Corresponding Author: Mi Young Lee, M.D.,

Department of Preventive Medicine,

Keimyung University School of Medicine,

1095 Dalgubeol-daero, Dalseo-gu, Daegu 42601,

Korea

Tel: +82-53-579-3890

E-mail: mylee@dsmc.or.kr

• The authors report no conflict of interest in this work.

Grip strength is used in the various field to assess the disorder of upper limb. Normative data on the grip strength of population is needed to assess decreased grip strength. In this study, we tried to make a estimating model considering age and anthropometry investigation data, by analyzing 2014-2015 Korean National Health and Nutrition Examination Survey data. The subjects of this study were 10,430 participants who measured grip strength of both hands, have no missing data on anthropometry data and survey. Analysis showed that the grip strength had a curve-shaped correlation which could best be explained by the cubic expression of age, and linear correlation between height, weight and waist circumference. After the stratification of the gender, a prediction formula with age, height, and body weight as independent variables for dominant hand and non-dominant hand grip strength was presented. In addition, the distribution of estimated value to measured value ratio among subjects was suggested, which can be used to assess the abnormal value of grip strength. The distribution of non-dominant hand grip strength to dominant hand grip strength was also suggested, which can be used to determine decreased unilateral grip strength. Several studies have suggested normative value for grip strength by gender and age of Koreans, but there are no consideration for adjusting height

and weight. In this study, the model was developed to calculate the predicted grip force considering age, height, and weight. With the distribution data of measured value to predicted value ratio and non-dominant hand grip strength to dominant hand grip strength ratio, the model can be helpful to assess a reduction in grip strength.

**Keywords:** Grip, Hand strength, Statistical regression

## 서론

악력은 수부 내부 근육의 기능을 반영하는 검사로, 척골신경 및 정중신경의 기능 부전을 반영하는 신뢰도 높은 검사이다[1]. 직업환경의학 분야에서는 기존 연구들에서 국소 진동 노출 및 수지 진동 증후군 유병과 악력의 감소의 연관성을 보고한 바에 따라[2-4] 국소 진동 노출 근로자의 수지 진동 증후군 선별 및 진단의 목적으로 사용되고 있으며[5], 정형외과 분야에서는 수근관증후군[6], 외상과염[7] 등의 수부 및 상지 질환의 경과 평가를 위해서도 사용되고 있다. 또한 수부의 기능적 평가 뿐만 아니라 전향적인 연구들에서 장애의 발생을 예측하는 인자로도 주목받고 있으며[8,9], 건강 관련 삶의 질과도 연관성이 있다는 보고가 있어[10] 악력 평가의 중요성이 점차 강조되고 있다.

악력은 인종에 따라 큰 차이를 보일 수 있어 국가 및 인종 별로 참고치가 보고되어 있다[11-16]. 국내에서도 여러 문헌에서 성인의 악력 수치 분포를 보고하고 있다[17-19]. 국내에서 악력에 미치는 요인으로 보고된 인자로는 체중 변화[20], 비만도, 파지폭 및 손 크기[21], 나이, 몸무게, 키, 체표면적[22,23] 등이 있다.

질병의 경과, 예후의 확인 및 선별 등의 목적으로 악력을 이용하기 위해서는 악력에 대한 참고치가 필요하다. 선행 연구들에서 주로 보고하고 있는 자료들은 해당 인구 집단에서의 악력의 분포를 확인하는 자료로서, 개개인의 악력의 이상 유무 확인에 사용한 참고치로 사용하기에는 적합하지 못한 자료가

대부분이다. 본 연구에서는 신체 계측으로 간단히 확보할 수 있는 요인들을 토대로 신체 계측치 및 연령을 이용한 악력의 예측 모형을 형성하여 개개인 악력 평가에 적용할 수 있는 참고치를 제시하여 악력 감소 여부를 확인할 수 있는 방안을 고안하기 위해 수행되었다.

## 재료 및 방법

질병관리본부에서는 국민의 건강 및 영양 상태에 관한 현황을 파악하기 위해 매년 국민건강영양조사를 실시하고 있으며, 2014년과 2015년에 근력 분포 파악을 위해 만 10세 이상을 대상으로 악력검사를 실시하였다. 본 연구에서는 국민건강영양조사에서 측정된 만 10세 이상의 악력의 자료를 토대로 연령대별 한국인의 악력 분포를 파악하고, 간단히 확보할 수 있는 신체계측 자료를 토대로 악력의 예측 모델 형성을 위한 분석을 실시하였다.

국민건강영양조사는 국민의 건강수준, 건강행태 등에 대한 국가 및 시도 단위의 대표성과 신뢰성을 갖춘 통계 산출을 목적으로 하는 자료로 한국에 거주하는 만 1세 이상 국민을 목표모집단으로 하고 있다. 2단계 층화집락표본추출방법을 통해 표본 추출된 자료로 사용하고 있으며 그 조사목적에 부합하는 자료로 인정받고 있다[24].

2014년과 2015년에 총 14,930명에 대해 악력 검사가 이루어졌으며 이 중 양손의 악력을 모두 측정된 11,100명 중 주로 사용하는 손에 대한 설문에서 본인이 주로 사용하는 손을 양손이라고 응답한 대상자(652명) 및 신장, 체중, 허리 둘레에 결측치가 있는 대상자(18명)를 제외하고 10,430명에 대해 분석을 실시하였다.

악력 측정은 디지털 악력계인 Digital Grip Strength Dynamometer (Takei, Japan)을 사용하였다. 만 10세 미만, 팔/손/엄지손가락의 결손, 엄지손가락 외 다른 손가락의 결손 및 골절, 손의 마비, 손/손목의 깁스 또는 붕대 등, 3개월 이내 손/손목 수술 최근 7일 이내 손의 통증/쑤심/뻣뻣함 경험 또는 악화가 있는 경우는 악력을 측정하지 않았다. 악력을 측정하기 전 측정 절차를 대상자가 이해할 수 있도록 설명한 후 가벼운 준비운동을

하고 장신구를 제거한 후 악력을 측정하였다. 악력은 두 번째 손가락 마디와 손잡이가 90도가 되도록 쥐고 일어난 상태로 양팔을 아래로 내려 측정하였으며, 악력계를 최대로 쥐는 시간은 3초 이내로 하였다. 주로 사용하는 손부터 시작하여 양손을 번갈아 3회 측정하였다. 본 연구에서는 3회 측정치 중 최대치를 사용하여 분석하였다.

통계적 분석을 위해 연구 대상자들의 성별에 따른 일반적인 특성을 기술하였다. 성별에 따른 연령, 신장, 체중, 허리둘레, 우수 및 열수의 악력의 분포를 기술하였다. 주로 사용하는 손의 비율은 카이제곱 검정으로 비교하였다. 또한 성별에 따른 연령별 악력의 분포를 제시하였으며 남, 녀의 인구학적 특성 및 연령대별 악력을 독립 t 검정으로 비교하였다. 악력에 영향을 미치는 요인을 확인하기 위해 단변량 분석을 실시하였고, 연령, 신장, 체중, 허리둘레에 대해 통계적인 분석을 하기 전 산점도를 그려 악력과 각 요인의 관계를 확인하였다. 산점도에서 악력과의 관계가 곡선의 형태로 나타난 연령은 곡선추정 회귀분석으로 악력과의 관계를 확인하였으며, 직선의 형태로 나타난 신장, 체중, 허리둘레에 대해서는 피어슨 상관분석으로 악력과의 관계를 확인하였다. 단변량 분석에서 통계적으로 유의한 관계를 보인 요인들을 독립 변수로 두고 다중 선형 회귀분석을 통해 악력의 예측치를 구하는 모형을 생성하였다. 다중 선형 회귀분석에서 변수의 선택은 단계 선택법을 이용하였으며, VIF 및 Durbin-Watson 통계량을 산출하여 다중 공선성을 확인하여 설명력이 높으면서 다중 공선성이 없는 모형을 산출하고자 하였다. 형성된 모형을 통해 대상자들의 악력 예측치를 산출하여 측정치 대 예측치의 비를 산출하였다. 측정치 대 예측치 비는 평균, 표준 편차, 95% 신뢰구간의 하한값 및 95 percentile을 제시하였다. 신뢰 구간의 하한은 평균 - 1.65\* 표준 편차로 산출하였다. 추가적으로 우수 대 열수 비의 분포를 확인하기 위해 평균, 표준 편차, 95% 신뢰 구간, 5 percentile 및 95 percentile을 산출하였다. 우수 대 열수 비는 감소와 증가 모두 임상적인 의미를 가지므로 95% 신뢰 구간은 평균  $\pm$  1.96\* 표준 편차로 산출하였다. 통계적 분석은 SPSS 23.00 (IBM, USA, Chicago)을 사용하였다.

## 결 과

참가자들의 연령의 평균치는 남성 45.5  $\pm$  20.3세, 여성 46.8  $\pm$  19.4세였으며 신장은 남성 169.0  $\pm$  8.28 cm, 여성 156.9  $\pm$  6.79 cm이었다. 체중은 남성 68.5  $\pm$  13.15 kg, 여성 56.9  $\pm$  9.54 kg이었다. 남성은 오른손잡이가 4,492명(94.6%), 왼손잡이가 275명(5.4%)였으며 여성은 오른손잡이가 4,390명(95.5%), 왼손잡이가 273명(4.5%)였다. 대상자들의 성별에 따른 우수 악력( $P < 0.001$ ) 및 열수 악력( $P < 0.001$ )이 통계적으로 유의한 차이를 보였다(Table 1). 악력은 남녀 모두 우수 및 열수에서 30대까지 증가하다가 40대부터 감소하는 경향을 보였으며 악력은 모든 연령대에서 남성에서 여성보다 유의하게 높게 측정되었다( $P < 0.001$ ) (Table 2). 악력의 분포를 산점도로 나타낸 결과 연령과 악력은 30-40대를 최고점으로 하는 곡선의 형태를 보여 연령과 악력의 관계를 확인하기 위해 곡선추정 회귀 분석을 사용하였다. 곡선추정 회귀 분석에서 남성과 여성 모두 삼차식이 설명력이 가장 높았다(Fig. 1. A,B). 체중, 신장 및 허리둘레는 모두 상관분석에서 악력과 통계적으로 유의한 선형의 상관관계를 가지는 것으로 나타났다. 허리둘레는 여성에서는 우수, 열수 모두 매우 약한 상관관계를 보였다( $r = 0.126$ ,  $r = 0.109$ ) (Table 3). 단변량 분석의 결과에 따라 연령의 삼차항, 이차항, 일차항과 신장, 체중, 허리 둘레를 동시에 고려한 다중 회귀 모형을 형성하고자 하였다. 단계 선택법을 이용한 회귀 모형의 변수 선택에서는 남성의 경우 우수와 열수 모두에서 연령의 일차, 이차, 삼차항과 허리 둘레, 체중, 신장이 모두 포함된 모형이, 여성에서는 우수와 열수 모두에서 연령의 일차, 이차항과 허리 둘레, 체중, 신장이 포함된 모형이 선정되었다. 그러나 허리 둘레와 체중이 동시에 독립 변수로 들어간 모형에서 VIF값이 5 이상으로 다중 공선성의 가능성이 있어 두 변수 중 측정이 용이한 체중을 포함시키고 허리 둘레를 제외하였다. 허리 둘레를 독립 변수에서 제외한 후에 시행한 회귀 모형 변수 선택에서는 남성은 우수와 열수 모두에서 연령의 일차, 이차, 삼차항, 신장, 체중이 독립 변수로 포함된 모형이 채택되었고 여성은 우수와 열수 모두에서 연령의 일차, 이차항, 신장, 체중이 독립 변수로 포함된 모형이

**Table 1.** General characteristics of participants

	Male (n=4,767)	Female (n=5,663)	P value*
Age (yr)	45.5 ± 20.35 <sup>†</sup>	46.8 ± 19.44	<0.001
Age distribution (gr)			
10 - 19	752 (15.8%)	641 (11.3%)	
20 - 29	463 (9.7%)	578 (10.2%)	
30 - 39	642 (13.5%)	837 (14.8%)	
40 - 49	702 (14.7%)	954 (16.8%)	
50 - 59	805 (16.9%)	978 (17.3%)	
60 - 69	765 (16%)	831 (14.7%)	
70 - 79	510 (10.7%)	655 (11.6%)	
80 - 89	128 (2.7%)	189 (3.3%)	
Height (cm)	169.0 ± 8.28	156.9 ± 6.79	<0.001
Weight (kg)	68.5 ± 13.15	56.9 ± 9.54	<0.001
Waist circumference (cm)	83.8 ± 10.34	77.9 ± 10.13	<0.001
Dominant hand			<0.05
Right	4,492 (94.6%)	5,390 (95.5%)	
Left	275 (5.4%)	273 (4.5%)	
Grip strength (kg)	39.5 ± 9.47	24.9 ± 5.23	<0.001
Dominant hand			
Non-dominant hand	37.5 ± 9.07	23.2 ± 5.07	<0.001

N: numbers, \*P value was calculated by chi-square for categorical variable and independent t-test for continuous variables. <sup>†</sup>Continuous value was presented as mean ± standard deviation.

채택되었다. 다중 회귀 모형의 설명력(R<sup>2</sup>)은 남성의 경우 우수 0.568, 열수 0.552로 나타났으며 여성의 경우 우수 0.382, 열수 0.367로 나타났다. 모든 모형에서 독립 변수 중 신장과 체중은 VIF값이 5 미만이었다(Table 4).

예측식을 통한 비정상군의 확인을 위한 참고치를 산출하기 위해 측정치 대 예측치의 비의 평균은 남성에서는 우수 99.9 ± 15.99%, 열수 99.9 ± 16.40%였으며 여성에서는 우수 100.0 ± 17.20%, 100.0 ± 17.71%였다. 95% 신뢰구간의 하한은 남성 우수는 73.49%, 열수는 72.82%, 여성 우수는 71.62%, 여성 열수는 70.78%으로 나타났다. 95 percentile은 남성 우수 73.1%, 열수 72.5%, 여성 우수 71.3%, 여성 열수 70.5%로 나타났다(Table 5).

우수와 열수의 악력 차이의 예측을 위해 열수 대 우수의 비를 산출하였으며, 남성은 열수 대 우수의 비의 평균이 95.4 ± 9.85%, 여성의 경우 94.0 ±

10.60%이었다. 95% 신뢰구간은 남성에서 76.06 - 114.68%, 여성에서 73.26 - 114.80%이며 5 percentile과 95 percentile은 남성에서 81.6%와 110.8%, 여성에서 78.3%와 111.1%였다(Table 6).

## 고찰

본 연구는 정상 한국인의 성별, 연령대별 악력 분포 및 신장, 체중을 고려한 악력 예측치를 추정할 수 있는 모형을 제시하였다. 여러 연구에서 한국인의 성별, 연령별 악력 분포를 제시하였으나 신장, 체중을 고려하여 개개인의 이상 유무를 확인할 수 있는 참고치로서의 예측치는 제시된 바가 없었으며, 본 연구의 결과는 임상에서의 악력 감소 여부의 판별에 유용하게 쓰일 수 있을 것이다. 또한 한국인의 우수와 열수의 상관관계의

**Table 2.** Description of grip strength by age and gender

	Age (years)	Numbers	Male		Female		<i>P</i> value*	
			Means (minimum, maximum)	Standard deviation	Numbers	Means (minimum, maximum)		Standard deviation
Dominant hand	10 - 19	752	31.3 ( 7.0, 65.0)	10.87	641	23.0 ( 7.0, 41.0)	5.69	<0.001
	20 - 29	463	43.2 (12.0, 68.0)	7.42	578	25.6 (13.0, 40.0)	4.56	<0.001
	30 - 39	642	46.8 (19.0, 72.0)	7.50	837	27.5 (14.0, 39.0)	4.57	<0.001
	40 - 49	702	45.0 (22.0, 65.0)	6.70	954	27.2 (10.0, 44.0)	4.55	<0.001
	50 - 59	805	41.6 (19.0, 70.0)	6.60	978	26.0 (11.0, 41.0)	4.37	<0.001
	60 - 69	765	38.3 (11.0, 59.0)	6.50	831	24.0 ( 9.0, 37.0)	4.46	<0.001
	70 - 79	510	33.2 ( 8.0, 50.0)	6.08	655	20.7 ( 9.0, 36.0)	4.52	<0.001
	80 - 89	128	27.9 (13.0, 47.0)	5.79	189	17.0 ( 7.0, 28.0)	4.30	<0.001
Non-dominant hand	10 - 19	752	29.4 ( 7.0, 55.0)	10.26	641	21.5 ( 8.0, 39.0)	5.39	<0.001
	20 - 29	463	40.7 (13.0, 64.0)	7.23	578	23.9 (10.0, 42.0)	4.46	<0.001
	30 - 39	642	44.0 (10.0, 67.0)	7.26	837	25.7 (13.0, 42.0)	4.42	<0.001
	40 - 49	702	42.8 (23.0, 80.0)	6.49	954	25.5 (11.0, 40.0)	4.43	<0.001
	50 - 59	805	39.9 (18.0, 65.0)	6.45	978	24.4 (11.0, 38.0)	4.17	<0.001
	60 - 69	765	36.6 ( 7.0, 55.0)	6.39	831	22.4 ( 9.0, 39.0)	4.20	<0.001
	70 - 79	510	31.6 ( 6.0, 49.0)	5.87	655	19.5 ( 6.0, 31.0)	4.34	<0.001
	80 - 89	128	26.7 (12.0, 44.0)	5.34	189	15.9 ( 7.0, 26.0)	3.96	<0.001

\**P* value was calculated by independent t-test.

평균 및 신뢰구간을 제시하였으며 이는 편측성 악력 감소 여부를 감별하기 위해 보조적으로 사용될 수 있을 것이다.

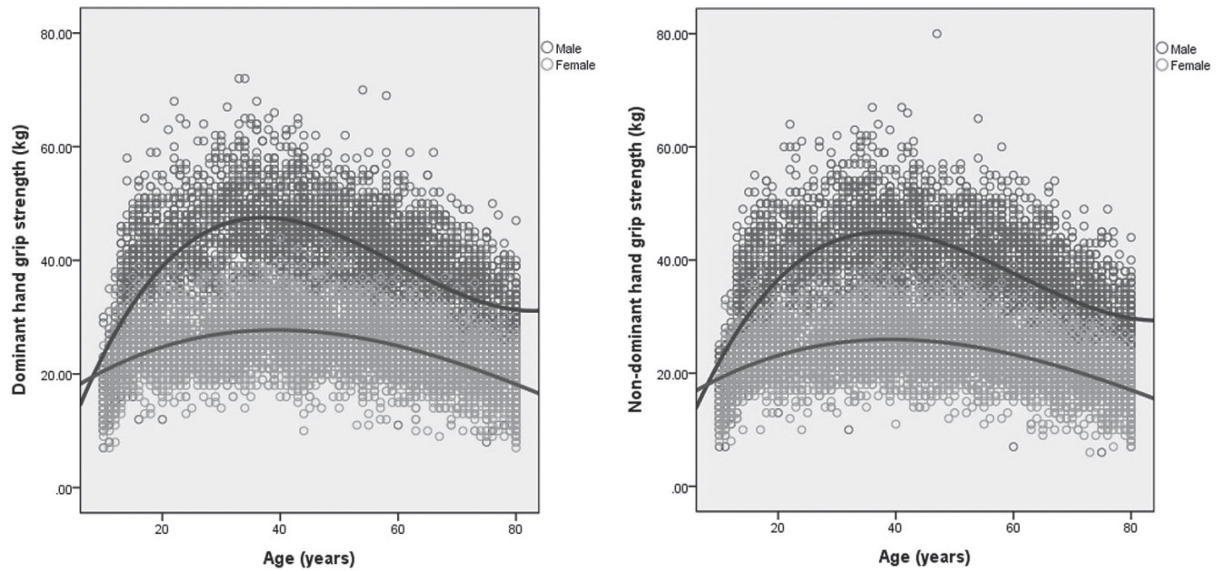
측정된 악력의 절대치는 본 연구와 같은 연령대 별로 분류하여 평균을 제시한 호주 인구 집단에서의 악력 수치 분포[25]와 비교할 경우 대체로 낮은 수치를 확인할 수 있었다. 아시아 인종인 말레이시아인에서 수행된 한 연구에서는 악력이 서양인에서 말레이시아인에 비해 1.5배까지 높을 수 있다는 것을 보인 바 있으며[13], 이는 악력의 인종별, 국가별 참고치를 제시할 필요성이 있다는 것을 보여주는 결과이다.

본 연구에서는 악력의 연령과의 관계를 확인하였으며, 남녀 모두에서 30대에서 가장 높은 악력을 보였다. 이는 기존의 여러 연구 결과와 일치하는 결과이다[17,19,26]. 신장[16] 및 체중[27]은 과거 연구에서 악력과 관계가 있다고 보고되어 있어 개인의 악력의 감소 여부 확인을 위해서 연령과 함께 고려해야 하는 요인이다. 그러나 국내의 선행 연구들은 신장 및 체중을 고려한 참고치를

충분히 제시하지 못하고 있다. Spruit 등[16]은 영국 인구 집단에서의 악력 분포가 신장과 상관관계를 갖는다는 것을 확인하고 연령 및 신장에 대해 층화하여 악력의 분포를 보고한 바 있으나 또 다른 중요한 인자인 체중을 고려하지 않았고 집단의 평균만을 제시하여 개인의 평가에 적용하기 적합하지 않았다. 본 연구에서는 개인의 악력 평가를 위한 참고치를 제시할 목적으로 악력에 영향을 미치는 요인인 연령, 신장, 체중을 통해 개인 악력의 예측치를 제시하고 악력의 예측치와 측정치의 비의 분포를 확인하여 개인의 악력 감소 여부를 확인하는데 도움이 되는 참고치를 제시하였다.

과거 연구에서는 우수가 열수에 비해 5-10% 정도 강하다는 결과를 보이고 있다[28]. 본 연구에서는 우수 악력 대 열수 악력 비의 분포를 제시하였고, 남성의 경우  $95.5 \pm 9.9\%$ , 여성의 경우  $94.0 \pm 10.6\%$ 로 확인되었다. 본 연구에서는 우수와 열수의 단순 비교 뿐만 아니라, 우수 대 열수 비의 95% 신뢰구간의 하한값





**Fig. 1.** (A) Scatter diagram and regression curve line for age and dominant hand grip strength among male and female. (B) Scatter diagram and regression curve line for age and non-dominant hand grip strength among male and female. Analysis showed that the grip strength had a curve-shaped correlation which could best be explained by the cubic expression of age.

**Table 3.** Correlation of height, weight, waist circumference and grip strength

Gender	Hand	Statistics*	Height	Weight	Waist circumference
Male	Dominant hand	Pearson's r	0.810	0.700	0.441
		P value	<0.001	<0.001	<0.001
	Non-dominant hand	Pearson's r	0.702	0.444	0.761
		P value	<0.001	<0.001	<0.001
Female	Dominant hand	Pearson's r	0.306	0.165	0.126
		P value	<0.001	<0.001	<0.001
	Non-dominant hand	Pearson's r	0.296	0.145	0.109
		P value	<0.001	<0.01	<0.05

\*Pearson's r and P value were calculated by Pearson's correlation analysis.

및 95 percentile 값을 제시함으로써 실제 임상에서 편측 악력의 감소를 감별할 수 있는 참고치를 제시하였다. 이는 각각의 손에 대한 측정치 대 예측치의 비와 더불어 편측성 악력 감소 여부를 확인하는 보조적 수단으로 사용될 수 있을 것이다.

본 연구의 한계점으로는 후향적 연구로서 악력에 영향을 미치는 것으로 알려진 수근관 증후군[29] 등의

수부 신경 및 근육 질환에 이환된 군을 확인하고 배제하지 못하여 악력의 추정치 산출이 정상 인구 집단에 비해 과소평가되었을 가능성이 있다. 그리고 우수와 열수의 차이가 적을 것으로 추정되는 군인 주로 사용하는 손이 양손이라고 응답한 대상자들을 배제하여 우수 대 열수 비가 과소평가되었을 가능성이 있다. 또한 본 연구의 목적은 악력의 정확한 예측 모형 형성보다는

Table 4. Estimation multivariate model for hand grip strength, stratified by gender

Independent variables	Male				Female			
	Coefficient (95% CI)*	P value	VIF	Independent variables	Coefficient (95% CI)	P value	VIF	
Intercept	-45.64 (-49.9, -41.39)	<0.001		Intercept	-19.46 (-22.53, -16.38)	<0.001		
Age (years)	1.66 (1.49, 1.82)	<0.001	364.851	Age (years)	0.40 (0.37, 0.42)	<0.001	25.462	
Age <sup>2</sup> (years <sup>2</sup> )	-0.030 (-0.033, -0.026)	<0.001	1691.570	Age <sup>2</sup> (years <sup>2</sup> )	-0.005 (-0.005, -0.004)	<0.001	26.752	
Age <sup>3</sup> (years <sup>3</sup> )	0.00014 (0.00012, 0.00017)	<0.001	532.145	Weight (kg)	0.11 (0.09, 0.12)	<0.001	1.298	
Weight (kg)	0.13 (0.12, 0.15)	<0.001	1.831	Height (cm)	0.20 (0.18, 0.22)	<0.001	1.692	
Height (cm)	0.31 (0.28, 0.34)	<0.001	2.122					
	R <sup>2</sup> (adjusted)=0.568				R <sup>2</sup> (adjusted)=0.382			
	Durbin-Watson statistic=1.904				Durbin-Watson statistic=1.944			
	P<0.001				P<0.001			
Intercept	-40.92 (-45.07, -36.77)	<0.001		Intercept	-17.94 (-20.91, -14.97)	<0.001		
Age (years)	1.50 (1.34, 1.66)	<0.001	364.851	Age (years)	0.37 (0.35, 0.4)	<0.001	25.462	
Age <sup>2</sup> (years <sup>2</sup> )	-0.026 (-0.030, -0.022)	<0.001	1691.570	Age <sup>2</sup> (years <sup>2</sup> )	-0.004 (-0.005, -0.004)	<0.001	26.752	
Age <sup>3</sup> (years <sup>3</sup> )	0.00012 (0.00009, 0.00015)	<0.001	532.145	Weight (kg)	0.10 (0.09, 0.11)	<0.001	1.298	
Weight (kg)	0.14 (0.12, 0.15)	<0.001	1.831	Height (cm)	0.19 (0.17, 0.21)	<0.001	1.692	
Height (cm)	0.28 (0.25, 0.31)	<0.001	2.122					
	R <sup>2</sup> (adjusted)=0.552				R <sup>2</sup> (adjusted)=0.367			
	Durbin-Watson statistic=1.908				Durbin-Watson statistic=1.934			
	P<0.001				P<0.001			

CI: confidence interval, VIF: variation inflation factor, \*The multivariate model was estimated by least square method.

**Table 5.** The distribution of estimated value to measured value ratio (%) among subjects

		Measured value to estimation value ratio (%)	
		Dominant hand	Non-dominant hand
Male	Means ± standard deviation	99.9 ± 15.99	99.9 ± 16.40
	95 percentile	73.5	72.8
	95% CI (lowest limit)*	73.1	72.5
Female	Means + standard deviation	100.0 ± 17.20	100.0 ± 17.71
	95 percentile	73.5	72.8
	95% CI (lowest limit)*	73.1	72.5

CI: confidence interval, \*Calculated by mean-1.65×standard deviation.

**Table 6.** The distribution of non-dominant hand grip strength to dominant hand grip strength ratio (%) among subjects

	Non-dominant hand grip strength /dominant grip strength (%)	
	Male	Female
Means ± SE	95.4 ± 9.85	94.0 ± 10.60
5 %	110.8	111.1
95 %	81.6	78.3
95% CI*	76.06 - 114.68	73.26 - 114.80

CI: confidence interval, \*Calculated by means ± 1.96× standard deviation.

임상 일선에서 편리하게 사용할 수 있는 참고치 산출이 주 목적이었기 때문에 측정 및 파악이 용이한 연령과 신체 계측치만을 예측 요인으로 포함하였으며, 악력 예측에 사용될 수 있는 다른 요인을 다양하게 확인하지 못하고 모형을 형성하였으며 최종적으로 형성된 모형의 설명력(R<sup>2</sup>)이 여성에서는 0.5 이하로 충분한 설명력을 가지지 못하였다. 임상에서 본 연구에서 제시된 예측 모형을 사용할 때는 낮은 설명력을 고려할 필요가 있다.

여러 연구에서 한국인의 악력의 참고치를 제시하고 있으며 성별 및 연령대 별로 많은 자료가 공개되어 있다. 그러나 근력 및 운동 능력의 평가, 신경 및 근육의 장애의 선별검사로서 악력을 평가하기 위해서는 성별 및 연령별 악력의 평균, 표준편차 및 백분위수만으로는 개개인의 악력에 대한 정확한 평가가 어렵다. 본 연구에서 제시한 개개인의 신체 조건에 따른 예측치 및 예측치 대 측정치의

비의 평가를 통해 악력 감소 여부를 확인하는데 도움이 될 것으로 보인다. 추후 연구에서는 본 예측식 및 예측치 대 측정치 비를 이용한 수부 질환 선별의 민감도 및 특이도를 확인하는 과정이 필요할 것이다.

### 요약

본 연구에서는 연령과 신장, 체중을 고려한 악력 예측 모형을 만들고자 하였다. 분석 결과 악력은 연령의 삼차식으로 가장 잘 설명될 수 있는 곡선 형태의 상관관계를 가지고 있었으며, 신장, 체중 및 허리 둘레와는 선형의 상관관계를 보였다. 모형의 설명력과 다중 공선성을 고려하여 다중회귀모형을 산출하였고, 남성에 대해서는 우수, 열수 모두 연령의 일차, 이차, 삼차항, 체중 및 신장을 독립변수로 포함한 다변량 회귀분석을 통해 예측식을 산출하였고 여성에 대해서는 우수, 열수 모두 연령의 일차, 이차항, 체중 및 신장을 독립 변수로 포함한 다변량 회귀분석을 통해 예측식을 산출하였다. 그 후 대상자들의 측정치 대 예측치 비를 구하여 그 분포를 제시하였으며 측정치 대 예측치 비의 평균은 남성에서는 우수 99.9 ± 15.99%, 열수 99.9 ± 16.40%였으며 여성에서는 우수 100.0 ± 17.20%, 열수 100.0 ± 17.71%였다. 또한 편측 악력의 감소 여부를 확인할 수 있는 보조적인 수단으로 열수 대 우수 비의 분포를 확인하였으며, 남성은 열수 대 우수 비의 평균이 95.5 ± 9.85%, 여성의 경우 94.0 ± 10.60%이었다. 본



연구에서 제시하는 예측모형 및 측정치 대 예측치의 분포, 열수 대 우수비의 분포를 통해 임상에서 악력 감소 여부의 평가에 유용하게 이용할 수 있을 것이다.

## 감사의 글

본 연구에 필요한 자료를 제공해 준 질병관리본부에 감사의 말씀을 전합니다.

## 참고 문헌

- Schreuders T, Roebroek M, van der Kar TJ, Soeters J, Hovius S, Stam H. Strength of the intrinsic muscles of the hand measured with a hand-held dynamometer: reliability in patients with ulnar and median nerve paralysis. *J Hand Surg Am* 2000;**25**:560-5.
- Pyykkö I. Clinical aspects of the hand-arm vibration syndrome: a review. *Scand J Work Environ Health* 1986;**12**:439-47.
- Färkkilä M. Grip force in vibration disease. *Scand J Work Environ Health* 1978;**4**:159-66.
- Färkkilä M, Aatola S, Starck J, Korhonen O, Pyykkö I. Hand-grip force in lumberjacks: two-year follow-up. *Int Arch Occup Environ Health* 1986;**58**:203-8.
- Korean Society of Occupational and Environmental Medicine. *Occupational and Environmental Medicine*. Seoul: Gyeochuk Munwhasa; 2014.
- Gellman H, Kan D, Gee V, Kuschner SH, Botte MJ. Analysis of pinch and grip strength after carpal tunnel release. *J Hand Surg Am* 1989;**14**:863-4.
- Alizadehkhayat O, Fisher AC, Kemp GJ, Vishwanathan K, Frostick SP. Upper limb muscle imbalance in tennis elbow: a functional and electromyographic assessment. *J Orthop Res* 2007;**25**:1651-7.
- Giampaoli S, Ferrucci L, Cecchi F, Noce CL, Poce A, Dima F, et al. Hand-grip strength predicts incident disability in non-disabled older men. *Age Ageing* 1999;**28**:283-8.
- Rantanen T, Guralnik JM, Foley D, Masaki K, Leveille S, Curb JD, et al. Midlife hand grip strength as a predictor of old age disability. *JAMA* 1999;**281**:558-60.
- Sayer AA, Syddall HE, Martin HJ, Dennison EM, Roberts HC, Cooper C. Is grip strength associated with health-related quality of life? Findings from the Hertfordshire Cohort Study. *Age Ageing* 2006;**35**:409-15.
- Dodds RM, Syddall HE, Cooper R, Benzeval M, Deary IJ, Dennison EM, et al. Grip strength across the life course: normative data from twelve British studies. *PLoS One* 2014;**9**:e113637.
- Günther CM, Bürger A, Rickert M, Crispin A, Schulz CU. Grip strength in healthy caucasian adults: reference values. *J Hand Surg Am* 2008;**33**:558-65.
- Kamarul T, Ahmad TS, Loh W. Hand grip strength in the adult Malaysian population. *J Orthop Surg* 2006;**14**:172-7.
- Crosby CA, Wehbe MA, Mawr B. Hand strength: normative values. *J Hand Surg Am* 1994;**19**:665-70.
- Hanten WP, Chen WY, Austin AA, Brooks RE, Carter HC, Law CA, et al. Maximum grip strength in normal subjects from 20 to 64 years of age. *J Hand Ther* 1999;**12**:193-200.
- Spruit MA, Sillen MJ, Groenen MT, Wouters EF, Franssen FM. New normative values for handgrip strength: results from the UK Biobank. *J Am Med Dir Assoc* 2013;**14**:775 e5-11.
- Lee CW, Chung IS, Lee MY. Reference Ranges of Strength of Hand Gripping in Some Manual Workers. *Keimyung Med J*. 2000;**19**:91-8.
- Lee KS, Woo KJ, Shim JH, Lee GH. The Clinical Study of Grip and Pinch Strength in Normal Korean Adult. *J Korean Orthop Assoc* 1995;**30**:1589-97.
- Han SH, Nam KS, Ahn TK, Dan JM. Analysis of Grip and Pinch Strength in Korean People. *J Korean Orthop Assoc* 2009;**44**:219-25.
- Yang JS. Effects of rapid weight loss on resting heart rate, prediction of body composition, grip strength and power. *J Coach Devel* 2005;**7**:151-7.

21. Jung MC, Kim DM, Kong YG. Evaluation of Individual Finger Force to Grip Strength in Various Grip Spans and Hand Sizes. *J Ergon Soc Korea* 2007;**26**:59-65.
22. Park KH, Kim YC. An Analysis of Grip Strength of Heavy Industry Workers. *J Korean Soc Saf* 2016;**31**:81-6.
23. Lee DC, Chang KP. An Analysis of Grip Strength for Korean Adults. *J Korean Soc Saf* 1997;**16**:73-83.
24. Moon HK, Hong KH, Lim AH. *National Health and Nutrition Survey 2015 Periodical Statistics Quality Diagnosis Report*. Daejeon: Statistics Korea; 2015 11-1240000-000797-01.
25. Massy-Westropp NM, Gill TK, Taylor AW, Bohannon RW, Hill CL. Hand Grip Strength: age and gender stratified normative data in a population-based study. *BMC Res Notes* 2011;**4**:127.
26. Ministry of Culture, Sports and Tourism. *National Physical Fitness Survey, 2015*. Seoul: Korea Institute of Sports Science: KISS; 2015.
27. Pierson WR, O'connell ER. Age, height, weight, and grip strength. *Research Quarterly. Am Assoc Health, Phys Educ Recreat* 1962;**33**:439-43.
28. Bechtol CO. Grip test; the use of a dynamometer with adjustable handle spacings. *J Bone Joint Surg Am* 1954;**36-A**:820-4; passim.
29. Lowe BD, Freivalds A. Effect of carpal tunnel syndrome on grip force coordination on hand tools. *Ergonomics* 1999;**42**:550-64.