

한국 청소년의 악력과 비만의 관련성: 2018년도 국민건강영양조사 자료를 이용하여

표 은 영

경인여자대학교 간호학과 조교수

Association between Relative Handgrip Strength and Obesity in Korean Adolescents: Based on Korean National Health and Nutrition Examination Survey (2018)

Eunyoung Pyo

Assistant Professor, Department of Nursing, Kyung-in Women's University

ABSTRACT

Purpose: The purpose of this study was to investigate the relationship between relative handgrip strength (HGS/BMI) and obesity (BMI above 95th percentile) in adolescents. **Methods:** The subjects of the study were 637 out of 701 adolescents aged 10~18 who participated in the 2018 National Health and Nutrition Survey (KNHANES), excluding those with missing values in body mass index (BMI) and handgrip strength (HGS). The relative handgrip strength (HGS/BMI) value was divided by quartile and composite sample logistic regression analysis was performed to see its relationship with obesity (BMI above 95th percentile). The collected data were analyzed using SPSS 18.0. **Results:** As a result of analyzing HGS according to gender-specific quartiles, age, height, and weight of male adolescents increased significantly as HGS/BMI increased (p trend < .001). In addition, as HGS/BMI increased, total cholesterol, triglycerides, and HDL cholesterol decreased significantly (p trend < .001). In the case of female adolescents, age and height increased significantly as HGS/BMI increased (p trend < .001). HGS/BMI was lower in the obese group ($p=.023$), while total cholesterol was higher in the obese group (BMI above 95th percentile) than in the non-obese group. As a result of the composite sample logistic regression analysis, the odds ratio (OR) decreased significantly as the quartile increased in both male and female adolescents. **Conclusion:** According to these results, a follow-up study is needed to confirm the factors affecting muscle strength of adolescents. In addition, this study intends to be used as basic data to conduct further research and to develop programs that can improve muscle strength and reduce obesity in adolescents.

Key Words: Adolescents; Handgrip strength; Body mass index; Obesity; KNHANES

서 론

1. 연구의 필요성

청소년기는 아동기에서 성인기로 전환되는 과도기에 있어

신체 발달과 더불어 많은 변화를 경험한다. 특히 청소년들은 좋지 않은 식습관, 과도한 학업과 신체활동 시간 및 활동량 감소 등으로 인하여 비만 유병률이 증가하고 있으며[1], 우리나라 6~18세 소아·청소년의 비만 유병률은 2018년 기준 전체 11.5% (남자 12.3%, 여자 10.8%)로 보고되고 있다[2]. 청소년기는 비

Corresponding author: Eunyoung Pyo

Department of Nursing, Kyung-in Women's University, 63 Gyeongsan-ro, Gyeong-gu, Incheon 21041, Korea.
Tel: +82-32-540-0452, Fax: +82-32-555-2614, E-mail: pyo3624@kiwu.ac.kr

Received: Dec 11, 2020 / Revised: Dec 16, 2020 / Accepted: Dec 16, 2020

This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>), which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

만 발생의 결정적인 시기로 성인기에 비하여 취약한 환경에 노출되어 있으며, 아동의 비만은 성인 비만으로 이행되거나 만성질환 발생 가능성을 높이는 원인이다[3]. 세계보건기구(WHO)에서는 신체활동 부족이 사망과 만성질환, 비만의 위험을 2배로 증가시킨다고 보고하였다[4]. 또한 비만의 가장 확실한 원인 중 하나로 좌식 생활방식을 제시하였고, 비만 예방책으로 규칙적인 신체활동을 제시하였다[5]. 교육부에서 발표한 ‘2018년도 학생 건강 검사 표본 통계 분석결과’에 의하면, 중·고등학생의 체중과 신장이 증가하여 체격은 향상되었으나, 신체활동 실천율은 매우 저조한 것으로 파악되었다[6]. 또한 2013년부터 학교스포츠클럽 17시간 이상 등록한 학생 수와 비율이 꾸준히 감소하고 있으며, 체육 활성화 지원 사업의 축소와 미세먼지 등으로 인한 체육활동 위축 등 운동 참여 비율이 현저하게 떨어지는 것으로 나타났다[7]. 우리나라 청소년들의 체격 대비 체력은 지난 10년간 꾸준히 저하되고 있으며, 청소년들의 신체활동 감소는 곧 체력발달 저하로 이어지고 있다[8-10]. 신체활동 감소로 인한 청소년 비만은 성인기 건강에 부정적인 영향을 미치는데[11], 특히 소아·청소년의 비만은 대사증후군 발생위험을 증가시키고, 대사증후군의 발병은 근육량이나 근감소증과 관련이 높은 것으로 보고되고 있어[12] 비만 예방 및 체력 증진을 통한 대사증후군 발생위험을 낮추기 위한 노력이 필요하다.

체력은 근력, 근지구력, 심폐지구력, 유연성, 순발력 등을 포함하는데 이중 손쉽게 체력을 평가하는 방법으로 ‘건강 관련 물리적인 힘을 나타내는 능력’인 근력(strength) 측정이 사용된다. 체력을 평가하는 지표인 근력은 주로 악력(handgrip strength)을 측정하는데 악력은 측정 방법이 편리하고, 비침습적이며, 경제적 이점이 있어[13] 신체 기능을 예측하는 대표 지표로 사용되고 있다[14]. 악력은 ‘손바닥으로 물건을 쥐는 힘’으로 특정 근육 또는 근육군이 발휘할 수 있는 최대 힘의 미하는데, 특히 어린이의 근육 감소성 비만의 위험을 판단하는 확실한 근력 지표이다[15]. 기존 연구는 주로 성인에서 악력이 노화, 심혈관질환, 폐경기 여성의 골밀도, 암으로 인한 조기 사망과 유의한 역의 상관관계가 있는 것으로 알려져 있으며[16-19], 체표면적, 연령, 몸무게, 키와 상관이 있다고 보고되고 있다[20]. 악력은 20대까지 증가하고 이후에는 연령 증가에 따라 일반적으로 감소하며[16-19], 악력이 증가할수록 삶의 질은 증가하는 것으로 보고되고 있어[20] 악력이 청소년기 이후 삶의 질에도 영향을 미칠 수 있어 악력과 관련 요인을 파악하는 것이 중요하다. 악력 관련 기존의 연구는 주로 성인을 대상으로 한 연구가 대부분이며, 병원이나 지역 등에 국한되어 있었

다. 청소년을 대상으로 한 연구로는 낮은 상대악력과 비만의 위험 증가에 대한 연구[15], 남자 청소년의 상대악력과 대사증후군과의 관련성 연구[21,28], 악력 강도 및 근력과 비만의 상관관계 연구[22,27], 비만과 근력운동 또는 신체활동에 관한 연구[23,24] 등이 있다. 기존 연구에서 남자 청소년의 경우 연구결과가 대부분 비슷한 결과를 보여주고 있으나, 여자 청소년의 경우 운동과 비만과의 유의한 관계가 없다는 보고[24]와 여고생의 경우 지방 비율에 대한 근력감소지수(Strength Decrement Index, SDI)의 의존성이 나타났다는 결과[22] 등 남자 청소년을 대상으로 한 연구결과에 비해 다른 결과들이 보고되어 있다. 따라서 악력이 점점 증가하고 최고에 이르는 시기인 만 10~18세 남자 청소년과 여자 청소년의 악력과 비만과의 관련성과 위험도를 비교하여 확인하는 연구가 필요하다. 이에 본 연구에서는 한국인을 대표하는 조사인 국민건강영양조사(KNHANES) 증가장 최근 자료인 2018년도(제7기 3차년도)에 참여한 만 10~18세의 청소년의 상대악력과 비만과의 관련성을 파악해 보고자 한다.

본 연구의 구체적인 목적을 다음과 같다.

- 연구대상자의 성별에 따른 일반적인 특성을 파악한다.
- 청소년의 성별 상대악력 사분위에 따른 비만과의 관련성을 파악한다.
- 청소년의 성별 비만에 따른 상대악력 사분위의 위험도를 파악한다.

연구방법

1. 연구설계

본 연구는 제7기 국민건강영양조사(KNHANES) 자료 중 3차년도(2018년)에 수집된 자료를 바탕으로 2차 분석한 단면 조사연구이다. 연구대상 독립변수는 체질량지수(Body Mass Index, BMI), 종속변수는 악력으로, 악력과 비만의 관련성을 파악하기 위하여 일반적 특성, 혈액학적 특성을 고려하여 분석하였다. 연구대상자의 일반적 특성인 성별, 연령을 포함하였으며, 신체계측치가 비만과 관련이 있다는 연구결과[21] 등을 반영하여 신장, 체중, 체질량지수, 허리둘레를 변수로 포함하였다. 혈액학적 특성은 악력이 공복혈당, 혈중 콜레스테롤과 중성지방, LDL-콜레스테롤, HDL-콜레스테롤 등과 유의한 상관관계가 있다는 연구결과[21] 등을 반영하여 총 콜레스테롤, HDL-콜레스테롤, 중성지방, AST (Aspartate Aminotransferase), ALT (Alanine Aminotransferase)를 변수로 사용하

였다. 연구대상자의 악력을 비교하기 위해 3회 측정된 양손 또는 한 손의 악력 값 중 최댓값을 사용하였으며, 근력과 인체 계측치와의 상관관계를 고려하여 상대악력 값을 계산하여 분석에 이용하였다.

2. 연구대상

본 연구는 2018년도 국민건강영양조사 제7기 3차년도(KNHANES VII-3)에 참여한 만 10~18세 청소년을 대상으로 하였다. 국민건강영양조사는 국민건강증진법 제16조에 근거하여 실시하는 국민의 건강행태, 만성질환 유병현황, 식품 및 영양섭취실태에 관한 법정조사이며, 통계법 제17조에 의한 지정통계(통계승인번호 제117002호)이다. 1998년에 도입된 이후 2007년부터 매년 약 1만 명을 대상으로 건강 수준 및 건강 위험요인들을 조사하고 있다. 국민건강영양조사의 표본 추출틀은 표본설계 시점에서 가용한 가장 최근 시점의 인구주택 총조사 자료를 기본 추출틀로 사용하였고, 현재 모집단 특성을 반영할 수 있는 최신 정보사용을 위해 공통 주택공시가격 자료를 추가하여 기본 추출틀을 보완하고 모집단 포함률을 향상시켰다. 이를 통해 목표 모집단인 대한민국에 거주하는 만 1세 이상 국민에 대하여 대표성 있는 표본을 추출할 수 있도록 하였다. 모든 참가자들은 고지에 입각한 동의를 받았으며, 생명윤리법 제2조 제1호 및 동법 시행규칙 제2조 제2항 제1호에 따라 국가가 직접 공공복리를 위해 수행하는 연구에 해당하여 연구윤리심의위원회 심의를 받지 않고 수행되었다. 건강설문조사와 검진조사는 이동검진센터에서 실시하였으며, 검진조사는 직접 계측, 검체분석 등의 방법으로 수행되었다. 제7기 3차년도(2018년도)의 조사대상자는 10,453명이었으며, 건강설문조사, 검진조사, 영양조사 중 1개 이상 참여자는 7,992명, 참여율은 76.5%였다. 참여자 중 본 연구의 대상인 만 10-18세 청소년은 총 701명이었으며, 이 중 BMI와 악력에 결측치가 있는 경우인 64명을 제외한 최종 637명을 연구대상에 포함하였다.

3. 변수의 선정 및 정의

본 연구에 포함된 독립변수는 연령(age), 신장(height), 체중(body weight), 체질량지수(BMI), 복부둘레(Waist circumference), 공복시혈당(Fasting Plasma Glucose, FPG), 당화혈색소(Glycated Hemoglobin, HbA1C), 총 콜레스테롤(Total cholesterol), 중성지방(triglycerides), 고밀도 지단백 콜레스테롤(HDL cholesterol, high density lipoprotein-cholesterol),

AST (Aspartate Aminotransferase), ALT (Alanine Aminotransferase)이다. 비만을 대표하는 체질량지수(BMI)는 체중(kg)/신장(m²)로 계산한 값을 100분위수로 구분(5백분위수 미만, 5~85백분위수 미만, 85~95백분위수 미만, 95백분위수 이상)한 「2007년 소아·청소년 성장도표」의 성별 월령별 체질량지수 백분위수 자료를 사용하여 비만을 'BMI 95백분위수 이상'으로 하였다.

종속변수는 악력(Handgrip Strength, HGS)과 최대악력을 체질량지수(Body Mass Index, BMI)로 나눈 상대악력 값(Hand-Grip Strength/Body Mass Index ratio, HGS/BMI ratio)을 4분위수로 나누어 비교하였다.

국민건강영양조사에서는 근력이 약한 인구집단의 분포와 비율을 추정하고 근력과 건강수준 및 위험요인 간의 연관성을 파악하기 위해 제6기 2차년도(2014)부터 악력 측정 항목을 도입하여 진행 중이다. 악력은 기계식 디지털 악력계를 이용하여 측정하였으며, 악력은 네 개의 손가락과 엄지손가락의 협응성으로 손으로 물건을 쥐는 힘을 측정하는 방법이다. 악력은 채혈이나 폐기능 검사와 같이 검사 결과나 수행과정에 영향을 줄 수 있는 항목보다 먼저 시행하도록 하였고, 전문조사원은 검사 실시방법과 주의 사항을 대상자에게 충분히 숙지시키고, 편안하고 안정감 있게 측정하도록 하였다. 악력 측정하기 어려운 기능상의 제약이 있거나 최근 3개월 이내 손목 수술 병력이나 통증 등의 불편감으로 조사에 어려움이 있는 경우는 제외하였다. 손가락이나 손목에 있는 장신구를 제거하고, 양손을 3회 정도 흔들고, 열손가락 모두를 가볍게 쥐었다 폈다를 3회 반복하고, 이후 일어선 상태에서 정면을 응시하고 허리를 꼿꼿하게 세운 똑바로 선 자세에서 손가락마디가 손잡이와 90°가 되도록 악력계를 쥐는 상태에서 최대로 쥐는 시간을 3초 이내로 하여 측정하였다. 주로 사용하는 손부터 시작하여 양손을 교차하여 3회씩 총 6회를 측정하였으며, 양손 측정 후 60초간의 휴식 시간을 부여하였다. 본 연구에서는 3회 측정된 양손 또는 한손의 악력 값 중 최댓값을 사용하였으며, 근력과 인체 계측치와의 상관관계를 고려하여 악력을 BMI로 나눈 값[악력/체질량지수(HGS/BMI ratio)] 즉, 상대악력 값을 분석에 이용하였다.

4. 자료분석

국민건강영양조사는 단순임의표본설계(simple random sampling)가 아닌 층화집락표본설계(two-stage stratified cluster sampling)를 통해 추출되었기 때문에 자료분석시 복합표본설계(complex sampling) 내용을 반영하도록 권고하고 있다

[2]. 이에 따라 층화변수는 분산 추정층(kstrata), 집락 변수는 조사구(psu), 가중치는 건강 설문 및 검진조사 가중치(wt_itvex)를 지정하여 통계분석을 실시하였다.

연구대상자를 남녀 청소년으로 나누어 분석하였으며, 인구학적, 혈액학적 특성은 복합표본 기술통계를 이용하여 연속변수는 평균(mean)과 표준오차(standard error)로 이산변수는 빈도(n)와 백분율(%)로 제시하였다. 상대악력 사분위와 신체 측정치, 혈액검사 결과와의 관계를 파악하기 위해 복합표본 기술통계를 수행하였다. 상대악력 사분위에 따른 비만(BMI 95 백분위수 이상)의 독립적인 관련성이 있는지를 파악하기 위하여 복합표본 로지스틱 회귀분석(logistic regression) 및 다중 로지스틱 회귀분석(multi-variable logistic regression)을 수행하였다. 다중 로지스틱 회귀분석 Model 1에서는 혼란 변수를 보정하지 않은 그대로의 상대악력 사분위에 따른 비만(BMI 95백분위수 이상)과의 위험성을 분석하였으며, Model 2에서는 연령이라는 수정 가능하지 않은 변수를 보정하였을 때 수정가능한 변수들의 영향력과 위험요인을 파악하기 위해 연령을 보정하여 분석하였다. Model 3에서는 비만과 관련이 있는 허리둘레를 보정하여 분석을 시행하였다. 복합표본 로지스틱 회귀분석 및 혼란변수(confounding variable)를 보정한

다중 로지스틱 회귀분석을 실시하여 상대악력 4분위에 따른 오즈비(Odds Ratio, OR)와 95% 신뢰구간(Confidence Interval, CI)으로 제시하였으며, 상대악력의 4분위를 연속변수로 처리하고 다변량 로지스틱 회귀분석을 사용하여 경향 분석(p-trend test)을 시행하였다. 자료분석은 SPSS/WIN 18.0 프로그램을 이용하였으며, 통계적 유의성을 판단하기 위한 유의수준(p-value)은 .05 미만일 때 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 판단하였다.

연구결과

1. 대상자의 일반적 특성

한국 만 10~18세 청소년의 일반적 특성을 Table 1에 제시하였다. 분석 대상자는 총 637명으로 이 중 남자 청소년은 340명(53.4%), 여자 청소년은 297명(46.6%)이었다. 남자 청소년의 평균 연령은 만 14.2세이며, 여자 청소년의 평균 연령은 만 14.3세로 성별에 따른 유의한 차이는 없었다($p=.576$). 신장과 체중, 허리둘레, 체질량지수는 남자 청소년이 여자 청소년에 비해 유의적으로 높게 측정되었다(각 $p < .001$). 혈액학적 특성에서 남자 청소년의 FPG는 92.4 ± 0.43 mg/dL, 여자 청소년은 $90.3 \pm$

Table 1. Characteristics of Study Participants

Variables	Total (n=637)	Men (n=340, 53.4%)	Women (n=297, 46.6%)	p
	M±SE	M±SE	M±SE	
Age (year)	14.2±0.13	14.2±0.17	14.3±0.20	.576
Height (cm)	161.7±0.55	165.2±0.83	158.0±0.55	<.001
Body weight (kg)	55.9±0.75	60.0±1.13	51.1±0.59	<.001
Waist circumference (cm)	70.2±0.52	73.5±0.75	66.6±0.45	<.001
BMI (m ²)	21.1±0.19	21.7±0.27	20.3±0.20	<.001
FPG (mg/dL)	99.4±0.32	92.4±0.43	90.3±0.43	<.001
HbA1C (%)	5.6±0.13	5.4±0.02	5.3±0.02	.178
Total cholesterol (mg/dL)	164.9±1.31	162.5±1.85	166.9±1.75	.052
HDL cholesterol (mg/dL)	51.0±0.49	49.4±0.61	52.6±0.61	<.001
Triglycerides (mg/dL)	89.6±2.43	88.4±2.99	90.8±3.43	.549
AST (IU/L)	20.7±0.50	22.2±0.56	19.3±0.66	.017
ALT (IU/L)	18.0±1.19	21.7±1.89	14.4±0.83	.032
HGS*	24.8±0.47	28.8±0.74	20.6±0.46	<.001
HGS/BMI ratio [†]	1.19±0.02	1.34±0.03	1.02±0.02	<.001

*HGS, the best score of the right HGS maximum and the left HGS maximum; [†]HGS/BMI ratio, HGS divided by BMI; M=Mean; SE=Standard error, BMI=Body mass index; FPG=Fasting plasma glucose; HbA1c=Glycated hemoglobin; HDL=High density lipoprotein; AST=Aspartate Aminotransferase; ALT=Alanine Aminotransferase; HGS=Hand grip strength.

0.43 mg/dL로 남자 청소년이 더 높았다($p < .001$). HbA1C는 남자 청소년의 평균은 $5.4 \pm 0.02\%$, 여자 청소년의 평균은 $5.3 \pm 0.02\%$ 로 남녀 간의 차이는 없었다($p = .178$). 총콜레스테롤 평균은 남자 청소년 $162.5 \pm 1.85 \text{ mg/dL}$, 여자 청소년 $166.9 \pm 1.75 \text{ mg/dL}$ 로 유의한 차이는 없었고($p = .052$), 중성지방 역시 남자 청소년은 $162.5 \pm 1.85 \text{ mg/dL}$, 여자 청소년은 $166.9 \pm 1.75 \text{ mg/dL}$ 로 유의한 차이는 없었다($p = .052$). HDL 콜레스테롤은 남자 청소년 $88.44 \pm 2.99 \text{ mg/dL}$, 여자 청소년 $90.8 \pm 3.43 \text{ mg/dL}$ 로 유의한 차이는 없었다($p < .001$). AST는 남자 청소년은 $22.2 \pm 0.56 \text{ IU/L}$, 여자 청소년은 $19.3 \pm 0.66 \text{ IU/L}$ 로 유의한 차이가 있었고($p = .017$), ALT 역시 남자 청소년의 평균은 $21.7 \pm 1.89 \text{ IU/L}$, 여자 청소년의 평균은 $14.4 \pm 0.83 \text{ IU/L}$ 로 유의한 차이가 있었다($p = .032$). 최대악력(HGS)은 남자 청소년의 평균은 28.8 ± 0.74 , 여자 청소년의 평균은 20.6 ± 0.46 으로 남자 청소년이 여자 청소년보다 유의하게 높았다($p < .001$). 최대악력을 체질량지수로 나눈 상대악력(HGS/BMI ratio)의 경우에도 남자 청소년의 평균은 1.34 ± 0.03 , 여자 청소년의 평균은 1.02 ± 0.02 로 남자 청소년이 여자 청소년 보다 유의하게 높았다($p < .001$).

2. 악력과 신체 계측, 혈액학적 특성 간의 상관성

상대악력을 성별 특이 사분위에 따라 분석한 대상자의 특성은 Table 2, 3에 제시하였다. 남자 청소년은 상대악력이 증가할수록 연령, 키, 몸무게가 유의하게 증가하였으며($p \text{ trend} < .001$), 총콜레스테롤, 중성지방, HDL 콜레스테롤은 유의하게 감소하였다($p \text{ trend} < .001$). 여자 청소년은 상대악력이 증가할수록 나이, 키가 유의하게 증가하였으며($p \text{ trend} < .001$), BMI는 1사분위와 2사분위가 3, 4분위보다 높아 비만한 경우가 상대악력이 낮았다($p = .023$). 총콜레스테롤은 반대로 3, 4사분위가 1, 2사분위보다 높은 결과를 나타내었다.

3. 대상자의 특성에 따른 악력과 비만(BMI 95백분위 이상)

다변량 로지스틱 회귀분석을 통해 보정없이 분석한 Model 1 결과에서 상대악력 사분위가 증가할수록 비만(BMI 95백분위 수 이상)의 오즈비(OR)를 분석한 결과 남자 청소년에서는 1사분위를 기준으로 사분위가 증가할수록 오즈비가 유의하게 감

Table 2. Characteristics according to the Quartiles of Relative HGS/BMI Ratio in Adolescents (Men) (N=340)

Variables	HGS/BMI ratio quartile group				p for trend
	Quartile 1 < 0.91	Quartile 2 $0.91 \leq Q2 < 1.24$	Quartile 3 $1.24 \leq Q3 < 1.60$	Quartile 4 $Q4 \geq 1.60$	
Unweighted sample size (n)	83	85	84	88	
Age (year)	11.1 ± 0.21	13.4 ± 0.31	15.0 ± 0.22	16.1 ± 0.18	< .001
Height (cm)	147.8 ± 1.39	162.8 ± 1.45	171.0 ± 0.89	173.7 ± 0.56	< .001
Body weight (kg)	47.8 ± 1.96	61.4 ± 2.55	65.0 ± 2.17	63.1 ± 1.17	< .001
Waist circumference (cm)	71.6 ± 1.52	75.4 ± 1.75	75.3 ± 1.58	71.9 ± 0.80	.846
BMI (kg/m^2)	21.5 ± 0.52	22.5 ± 0.59	22.0 ± 0.57	20.8 ± 0.33	.106
FPG (mg/dL)	91.2 ± 1.19	90.5 ± 0.96	90.4 ± 0.85	89.4 ± 0.67	.001
HbA1C (%)	5.3 ± 0.03	5.3 ± 0.03	5.4 ± 0.03	5.3 ± 0.03	.003
Total cholesterol (mg/dL)	176.7 ± 4.32	166.1 ± 3.41	161.3 ± 3.60	154.4 ± 2.85	< .001
HDL cholesterol (mg/dL)	50.3 ± 1.44	51.3 ± 1.25	48.7 ± 1.09	48.1 ± 0.80	.024
Triglycerides (mg/dL)	107.9 ± 8.46	90.9 ± 7.18	88.8 ± 5.76	77.2 ± 4.38	< .001
ALT	25.2 ± 1.16	23.5 ± 1.70	21.9 ± 0.93	20.1 ± 0.60	.001
ALP	23.7 ± 2.85	26.2 ± 5.17	21.9 ± 2.50	17.8 ± 1.00	.002
HGS*	15.5 ± 0.52	24.1 ± 0.70	30.8 ± 0.81	39.5 ± 1.02	< .001
HGS/BMI ratio [†]	0.73 ± 0.02	1.07 ± 0.01	1.40 ± 0.01	1.90 ± 0.04	< .001

*HGS, the best score of the right HGS maximum and the left HGS maximum; [†]HGS/BMI ratio, HGS divided by BMI; BMI=Body Mass Index; FPG=Fasting plasma glucose; HbA1c=Glycated hemoglobin; HDL=High density lipoprotein; AST=Aspartate Aminotransferase; ALT=Alanine Aminotransferase; HGS=Hand grip strength.

Table 3. Characteristics according to the Quartiles of Relative HGS/BMI Ratio in Adolescents (Women) (N=297)

Variables	HGS/BMI ratio quartile group				p for trend
	Quartile 1 < 0.81	Quartile 2 0.81 ≤ Q2 < 0.98	Quartile 3 0.98 ≤ Q3 < 1.15	Quartile 4 Q4 ≥ 1.15	
Unweighted sample size (n)	72	72	74	79	
Age (year)	12.4±0.42	14.3±0.34	14.1±0.26	15.5±0.29	< .001
Height (cm)	150.6±1.28	156.2±0.88	159.1±0.72	163.0±0.59	< .001
Body weight (kg)	48.3±1.92	52.3±1.42	49.7±0.80	52.9±1.09	.126
Waist circumference (cm)	67.9±1.32	67.9±0.97	64.9±0.63	66.0±0.93	.129
BMI (kg/m ²)	21.0±0.61	21.2±0.46	19.6±0.24	19.8±0.37	.023
FPG (mg/dL)	91.2±1.19	90.5±0.96	90.5±0.92	89.4±0.63	.147
HbA1C (%)	5.3±0.03	5.3±0.03	5.4±0.03	5.3±0.03	.713
Total cholesterol (mg/dL)	169.4±3.46	163.8±3.78	163.4±3.08	170.5±3.09	.548
HDL cholesterol (mg/dL)	51.8±1.79	49.3±0.98	53.8±1.13	54.5±1.04	.013
Triglycerides (mg/dL)	106.3±8.85	93.4±6.47	76.6±4.19	91.0±5.64	.174
ALT	21.6±1.22	20.4±1.55	17.5±0.99	18.7±1.16	.117
ALP	16.3±2.04	15.1±2.42	10.9±0.82	15.2±0.94	.458
HGS*	13.8±0.50	19.1±0.45	20.5±0.27	26.0±0.50	< .001
HGS/BMI ratio [†]	0.66±0.02	0.90±0.01	1.05±0.01	1.32±0.02	< .001

*HGS, the best score of the right HGS maximum and the left HGS maximum; [†]HGS/BMI ratio, HGS divided by BMI; BMI=Body Mass Index; FPG=Fasting plasma glucose; HbA1c=Glycated hemoglobin; HDL=High density lipoprotein; AST=Aspartate Aminotransferase; ALT=Alanine Aminotransferase; HGS=Hand grip strength.

소하여 4사분위에서 비만의 오즈비가 0.16 (95% CI, 0.05~0.52; 0.003)이었고, 상대악력이 증가함에 따라 비만(BMI 95백분위수 이상)이 유의하게 감소하였다(*p* trend=.004). 여자 청소년 역시 1사분위를 기준으로 사분위가 증가할수록 오즈비가 유의하게 감소하여 4사분위에서 비만의 오즈비가 0.13 (95% CI, 0.03~0.65; 0.014)이었고, 상대악력이 증가함에 따라 비만(BMI 95백분위수 이상)이 유의하게 감소하였다(*p* trend=.002). 연령을 보정한 Model 2 결과에서도 남자 청소년에서는 1사분위를 기준으로 사분위가 증가할수록 오즈비가 유의하게 감소하여 4사분위에서 비만의 오즈비가 0.03 (95% CI, 0.01~0.23; 0.001)이었고, 상대악력이 증가함에 따라 비만(BMI 95백분위수 이상)이 유의하게 감소하였다(*p* trend=.008). 여자 청소년 역시 1사분위를 기준으로 사분위가 증가할수록 오즈비가 유의하게 감소하여 4사분위에서 비만의 오즈비가 0.14 (95% CI, 0.03~0.71; 0.018)이었고, 상대악력이 증가함에 따라 비만(BMI 95백분위수 이상)이 유의하게 감소하였다(*p* trend=.001). 허리둘레를 보정한 Model 3의 결과 역시 남자 청소년과 여자 청소년 모두 1사분위를 기준으로 사분위가 증가할수록 오즈비

가 유의하게 감소하여 4사분위에서 비만의 오즈비가 각각 0.06 (95% CI, 0.01~0.43; 0.006), 0.34 (95% CI, 0.05~2.17; 0.249) 감소하였다(*p* trend<.001).

논 의

Yang 등[12]은 과체중 소아·청소년의 신체활동량과 체력수준, 대사성질환의 위험요인 분석 연구에서 남학생의 비만도가 여학생에 비해 높고, 남학생의 간효소 수치가 여학생에 비해 높은 것으로 보고하였는데, 본 연구에서도 남자 청소년의 신장과 체중, 허리둘레, 체질량지수, AST, ALT가 여자 청소년에 비해 유의적으로 높게 측정되어 일치하는 결과를 나타내었다. 이는 비알코올성 지방간이 소아·청소년의 대사증후군의 위험도를 증가시킨다는 결과가 보고되어 있어[12] 비만과 관련한 요인들을 파악하여 비만을 예방하는 노력이 필요할 것이다.

악력은 남자 청소년이 여자 청소년 보다 유의하게 높았는데 이는 악력과 대사증후군 관련 연구에서 남성이 여성보다 손에 쥐는 비율이 더 높은 경향이 있다는 결과[26]와 일치하였다.

Table 4. Crude ORs and Adjusted ORs for Obesity (BMI ≥ 95 Percentile) of Subjects According to Quartiles of Relative HGS/BMI Ratio in Gender

Variables	Categories	BMI ≥ 95 Percentile						
		Model 1*		Model 2†		Model 3‡		
		β (CI)	p	β (CI)	p	β (CI)	p	
Men (N=340)	HGS/BMI ratio [§]	Quartile 1	reference		reference		reference	
		Quartile 2	1.04 (0.45~2.41)	.936	0.47 (0.19~1.15)	.095	0.20 (0.05~0.92)	.038
		Quartile 3	0.62 (0.25~1.56)	.306	0.19 (0.05~0.07)	.012	0.04 (0.01~0.25)	.001
		Quartile 4	0.16 (0.05~0.52)	.003	0.03 (0.01~0.23)	.001	0.06 (0.01~0.43)	.006
		<i>p</i> for trend	.004		.008		< .001	
Women (N=297)	HGS/BMI ratio	Quartile 1	reference		reference		reference	
		Quartile 2	0.53 (0.19~1.48)	.222	0.53 (0.19~1.48)	.218	1.52 (0.32~7.28)	.600
		Quartile 3	0.01 (0.00~0.10)	< .001	0.01 (0.00~0.09)	< .001	0.04 (0.00~0.57)	.019
		Quartile 4	0.13 (0.03~0.65)	.014	0.14 (0.03~0.71)	.018	0.34 (0.05~2.17)	.249
		<i>p</i> for trend	.002		.001		< .001	

*Model 1: Crude OR; †Model 2: Age adjusted OR; ‡Model 3: Waist circumference adjusted OR; §HGS/BMI ratio, HGS divided by BMI.

Chatterjee 등[16]은 악력과 지구력 관련 연구에서 악력이 체표면적, 연령, 몸무게, 키와 상관이 있다고 보고하였는데, 본 연구결과에서도 상대악력을 성별 특이 사분위에 따라 분석한 결과에서 남자 청소년은 상대악력이 증가할수록 연령, 키, 몸무게가 유의하게 증가하여 일치한 결과를 보였다. 이와는 달리 Park 등[21]은 남자 청소년을 대상으로 상대악력과 대사증후군과의 관련성을 연구한 결과에서 상대악력이 가장 높은 군은 상대악력이 가장 낮은 군에 비해 체중과 허리둘레, 체질량 지수가 유의미하게 낮았다고 보고하였는데 이는 본 연구결과와는 차이가 있었다. 또한 남자 청소년은 상대악력이 증가할수록 총콜레스테롤, 중성지방, HDL 콜레스테롤 모두 유의하게 감소한 결과를 나타내었는데, 이는 상대악력이 가장 높은 군은 상대악력이 가장 낮은 군에 비해 혈중 콜레스테롤과 중성지방이 유의미하게 낮았고, HDL 콜레스테롤은 유의하게 감소하였다는 연구결과[21]와 비교하였을 때 총콜레스테롤과 중성지방은 일치하는 결과를 나타내었고, HDL 콜레스테롤은 반대의 결과를 나타내었다.

여자 청소년은 상대악력이 증가할수록 나이, 키가 유의하게 증가하였는데, 이는 남자 청소년과 같은 결과이며, 기존의 연구

에서 여자 청소년을 대상으로 한 연구가 많지 않아 비교가 어려우나 이는 악력이 체표면적, 연령, 몸무게, 키와 상관이 있다는 연구결과[16]와 비교하여 연령과 키, 몸무게가 상관이 있다는 결과와 일치한다. BMI의 경우 1사분위와 2사분위가 3, 4분위보다 높아 비만한 경우가 상대악력이 낮은 것으로 나타나, 전반적인 경향은 여자 청소년에서도 남자 청소년과 마찬가지로 상대악력이 증가할수록 증가하는 경향을 나타내었다. Jeong 등의 연구[22]에서 여고생의 경우 지방비율에 대한 근력감소지수(SDI)의 의존성이 나타난 것으로 보고하였는데, 이는 본 연구에서는 역학조사의 특성상 활용할 수 있는 변수가 제한되어 있어 향후 남자 청소년 및 여자 청소년 대상 지방 비율과 SDI 등을 포함하여 상대악력과 관계를 파악하는 것이 필요하다. 여자 청소년에서 HDL 콜레스테롤은 3, 4사분위가 1, 2사분위보다 높은 결과를 나타내었는데, 이는 남자 청소년에서 상대악력이 증가할수록 HDL 콜레스테롤이 유의하게 감소한 결과와는 반대되는 결과를 나타내었다. Park 등의 연구[21]에서 상대악력이 가장 높은 군은 상대악력이 가장 낮은 군에 비해 HDL 콜레스테롤은 유의하게 감소하였다는 연구결과와 비교하였을 때 일치하는 결과를 나타내었으나, 남자 청소년을 대

상으로 한 연구이므로 해석에 유의할 필요가 있다. 중성지방과 HDL 콜레스테롤은 비만뿐만 아니라 대사증후군의 위험 요소이며, 대사증후군의 특징이 있는 경우에는 성별에 관계없이 손에 쥐는 무게비가 감소하고[26], 가장 높은 사분위수 그룹 남성과 여성 모두에서 대사증후군의 유병률이 유의하게 낮았다는 결과[28] 등을 고려하였을 때 남자 청소년은 상대악력이 높은 군에서 HDL 콜레스테롤이 감소되지 않도록 해야 할 것이다. 여학생은 남학생보다 운동 참여 비율이 현저하게 떨어진다라는 보고가 있어[7] 여자 청소년에서 중성지방을 낮출 수 있도록 신체활동 증진과 체력 증진을 위한 프로그램 개발 및 적용이 필요하다[24].

보정하지 않은 다변량 로지스틱 회귀분석과 연령, 허리둘레를 보정한 결과 모두에서 상대악력 사분위 증가에 따른 비만(BMI 95백분위수 이상)의 오즈비(OR)가 남자, 여자 청소년 모두에서 1사분위를 기준으로 사분위가 증가할수록 유의하게 감소하는 경향을 보여 체력 및 근력 증진은 비만의 위험을 감소시키는 요인임을 알 수 있었다. 따라서 소아·청소년의 비만 예방과 체력증진을 위해 학교와 가정에서 다양한 체육활동과 신체활동, 저항운동을 증가시켜야 할 것이다[21]. 또한, 소아·청소년들이 이러한 체육활동에 적극적으로 참여할 수 있도록 신체활동 프로그램을 적용하고, 신체활동의 중요성을 알리기 위한 교육 프로그램을 개발 및 적용이 필요하다.

지금까지 악력과 비만과의 관련성에 대한 연구는 대부분 성인에서 이루어졌으며, 청소년을 대상으로 한 연구에서도 남자 청소년에 대한 연구가 주로 이루어졌다. 본 연구는 한국의 만 10~18세 남녀 청소년의 비만(체질량지수 95백분위수 이상)과의 관련성을 성별에 따라 비교 연구하였으며, 남녀 청소년 모두 비만할수록 상대악력이 감소함을 증명하였다.

본 연구의 제한점은 다음과 같다. 첫째, 본 연구는 청소년의 상대악력과 비만과의 관련성을 파악한 단면적 연구로 상대악력과 비만과의 인과관계를 충분히 설명하지 못하는 연구의 한계가 있다. 둘째, 성인에서 비만은 BMI를 기준으로 구분하나, 소아·청소년에서는 95백분위수 이상을 기준으로 하여 다른 연구와 비교할 경우 유의할 필요가 있다. 셋째, 악력은 근력을 손쉽게, 경제적으로 측정하는 가장 좋은 방법이나 자세, 운동, 심혈관질환, 당뇨 등과도 관련이 있어 주의할 필요가 있다. 넷째, 악력과 비만과 관련된 신체활동, 식이에 대한 조사가 연령에 따라 다르게 이루어져 본 연구에 포함하지 못하였다. 그러나 이러한 제한점에도 불구하고 본 연구는 전국 단위의 한국 청소년을 대표할 수 있는 국민건강영양조사의 가장 최근 자료를 활용하여 만 10~18세 한국 남녀 청소년을 대상으로 상대악

력과 비만과의 관련성을 연구하였으며, 상대악력과 비만에 영향을 줄 수 있는 변수를 보정하여 분석함으로써 체력 증진과 비만 관련 관리방안 마련을 위한 근거자료를 제공하였다는 점에서 의의를 갖는다.

결 론

본 연구는 청소년의 상대악력(HGS/BMI ratio)과 비만(BMI 95백분위수 이상)과의 관련성에 대해 알아보고자 하였다. 본 연구의 대상은 2018년 국민건강영양조사(KNHANES)에 참여한 만 10~18세의 청소년 총 701명 중 BMI와 악력에 걸쳐 측치가 있는 경우를 제외한 최종 637명을 연구대상으로 하였다. 상대악력(HGS/BMI ratio) 값을 4분위수로 나누어 비만(BMI 95백분위수 이상)과의 관련성에 대해 복합표본 로지스틱 회귀분석을 실시하였다. 수집된 자료는 SPSS/WIN 18.0 프로그램을 이용하여 분석하였다. 상대악력을 성별 특이 사분위에 따라 분석한 결과에서 남자 청소년은 상대악력이 증가할수록 연령, 키, 몸무게가 유의하게 증가하였다. 또한 상대악력이 증가할수록 총콜레스테롤, 중성지방, HDL 콜레스테롤은 유의하게 감소하였다. 여자 청소년은 상대악력이 증가할수록 나이, 키가 유의하게 증가하였고, 비만한 경우가 상대악력이 낮았다. 총콜레스테롤은 비만한 경우가 그렇지 않은 경우보다 높은 결과를 나타내었다. 다변량 로지스틱 회귀분석결과 남자, 여자 청소년 모두에서 사분위가 증가할수록 오즈비가 유의하게 감소하는 경향을 보였다. 청소년의 비만에 영향을 미치는 요인으로 성별, 학년, 부모 학력, 수면, 영양, 운동과 근력 운동, 주관적 건강, 스트레스 등이 있는데[23], 운동은 교정이 가능한 비만의 위험요인으로 비만과 관련한 운동중재는 만성 질환 예방에도 효과적으로 조기에 중재를 실행하는 것이 중요하다[24]. 향후 본 연구를 바탕으로 청소년의 근력에 영향을 미치는 요인들을 확인하는 연구와 청소년들의 근력을 증진시키고 비만을 감소시킬 수 있는 다양한 체력 증진 프로그램 개발을 위한 기초자료로 사용하고자 한다.

CONFLICTS OF INTEREST

The author declared no conflict of interest.

REFERENCES

1. Yu JH, Han CK. The effects of childhood obesity on school adjustment: mediating effects of withdrawal. Journal of Korean

- Society of Child Welfare. 2017;59:59-86.
<https://doi.org/10.24300/jkscw.2017.09.59.59>
2. Ministry of Health and Welfare, Centers for Disease Control and Prevention. Korea health statistics 2018: Korean national health and nutrition examination survey (KNHANES VII-3). examination survey. Cheongju: Centers for Disease Control and Prevention; 2019 December. Report No.: 11-1351159-000027-10.
 3. Korean Endocrine Society, Korean Society for the Study of Obesity. Management of obesity, 2010 recommendation. *Endocrinology and Metabolism*. 2010;25(4):301-304.
<https://doi.org/10.3803/EnM.2010.25.4.301>
 4. WHO. Obesity and overweight [Internet]. Geneva: WHO; 2020 [cited 2020 December 11]. Available from:
<https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>
 5. WHO. Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases-technical report series 916. Geneva: WHO; 2003. p. 54-132.
 6. Ministry of Education. Sampling design of student health examinations in 2018 [Internet]. Sejong: Author; 2019 [cited 2020 December 10]. Available from:
<https://www.moe.go.kr/boardCnts/view.do?boardID=294&boardSeq=77144&lev=0&m=02>
 7. National Youth Policy Institute. NYPI panel survey X: junior high school. Data analysis report. Sejong: National Youth Policy Institute; 2019. Report No.: 19-R14-1.
 8. Son JE, Lee MC, Lee DT, Ku HJ, Lee JH. Changes of physique, physical fitness, and obesity indices in Korean adolescents: from 1956 to 2004. *Korean Journal of Health Promotion*. 2006; 6(4):213-221.
 9. Min SK, Oh TW, Kim SH, Cho J, Chung HY, Park DH, et al. Position statement: exercise guidelines to increase peak bone mass in adolescents. *Journal of Bone Metabolism*. 2019;26(4): 225-239. <https://doi.org/10.11005/jbm.2019.26.4.225>
 10. Chae JS, Shin JY. Trend analysis of physique and physical fitness according to the time of children and youth in Korea. *The Korean Journal of Measurement and Evaluation in Physical Education and Sport Science*. 2015;17(3):23-37.
 11. Al-Ansari A, Nazir M. Relationship between obesity and dental caries in Saudi male adolescents. *International Journal of Dentistry*. 2020;8811974:1-7.
<https://doi.org/10.1155/2020/8811974>
 12. Yang M, Park CH, Jekal YS. The level of physical activity, physical fitness and health status among overweight children or adolescents. *Korea Society for Wellness*. 2018;13(3):659-670.
<https://doi.org/10.21097/ksw.2018.08.13.3.659>
 13. Lawman HG, Troiano RP, Perna FM, Wang CY, Fryar CD, Ogden CL. Association of relative handgrip strength and cardiovascular disease biomarkers in U.S. adults, 2011-2012. *American Journal of Preventive Medicine*. 2016;50(6):677-683.
<https://doi.org/10.1016/j.amepre.2015.10.022>
 14. Landi F, Abbatecola AM, Provinciali M, Corsonello A, Bustacchini S, Manigrasso L, et al. Moving against frailty: does physical activity matter? *Biogerontology*. 2010;11(5):537-545.
<https://doi.org/10.1007/s10522-010-9296-1>
 15. Ana PA, Ximena DT, Daiana QSD. Relative handgrip strength, nutritional status and abdominal obesity in Chilean adolescents. *Plos one*. 2020;15(6):e0234316.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0234316>
 16. Chatterjee S, ChoWdhuri BJ. Comparison of grip strength and isometric endurance between the right and left hands of men and their relationship with age and other physical parameters. *Journal of human Ergology*. 1991;20(1):41-50.
<https://doi.org/10.11183/jhe1972.20.41>
 17. Mathiowetz V, Kashman N, Volland G, Weber K, Dowe M, Rogers S. Grip and pinch strength: normative data for adults. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 1985;66:69-72.
 18. Kellor M, Frost J, Silberberg N, Iversen I, Cummings R. Hand strength and dexterity: norms for clinical use. *American Journal of Occupational Therapy*. 1971;25:77-83.
 19. Schmidt RT, Toews JV. Grip strength as measured by the Jamar dynamometer. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 1970;51:321-327.
 20. Oh YH, Moon JH, Kong MH, Oh BJ, Kim HJ. The association between hand grip strength and health-related quality of life in Korean adults. *The Korean Society of Sports Medicine*. 2017; 35(2):103-111. <https://doi.org/10.5763/kjism.2017.35.2.103>
 21. Park SH, Lee SH, Kim JH. Association of relative handgrip strength and metabolic syndrome in Korean male adolescents: Korean national health and nutrition examination survey (2014-2016). *Asian Journal of Physical Education of Sport*. 2019;7(3): 83-94. <https://doi.org/10.7570/jomes.2019.28.1.53>
 22. Jeong JH, Kim YW, Oh SH. Relationship between upper body strength decrement index, peak grip strength, and obesity in adolescents. *Korea Society of Sport and Leisure Studies*. 2012; 50:991-1001.
 23. Jung MH, Yi JS, Jung HS. Analysis of factors influencing the obesity of adolescents in South Korea. *Journal of the Korean Society of School Health*. 2016;29(1):11-21.
<https://doi.org/10.15434/kssh.2016.29.1.11>
 24. Park H. Physical activity and obesity in male and female middle and high school students. *Journal of the Korean Society of School Health*. 2010;23(1):53-62.
 25. Lad UP, Satyanarayana P, Shisode-Lad S, Siri ChC, Kumari NR. A study on the correlation between the body mass index (BMI), the body fat percentage, the handgrip strength and the handgrip endurance in underweight, normal weight and overweight adolescents. *Journal of Clinical and Diagnostic Research*. 2013; 7(1):51-54. <https://doi.org/10.7860/JCDR/2012/5026.2668>
 26. Kang Y, Park S, Kim S, Koh H. Handgrip strength among Korean adolescents with metabolic syndrome in 2014-2015.

- Journal of Clinical Densitometry. 2020;23(2):271-277.
<https://doi.org/10.1016/j.jocd.2018.09.002>
27. Li K, Hewson D, Duchène J, Hogrel JY. Predicting maximal grip strength using hand circumference. 2010;15(6):579-585.
<https://doi.org/10.1016/j.math.2010.06.010>
28. Hong S. Association of relative handgrip strength and metabolic syndrome in Korean older adults: Korea national health and nutrition examination survey VII-1. Journal of Obesity & Metabolic Syndrome. 2019;28(1):53-60.
<https://doi.org/10.7570/jomes.2019.28.1.53>