



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

보건학 석사학위 논문

한국의 건강한 성인에게서 악력과
대사증후군 간의 관련성

아주대학교 보건대학원

보건학과/역학과 건강증진 전공

이 솔

한국의 건강한 성인에게서 악력과 대사증후군 간의 관련성

Association between hand grip strength and metabolic
syndrome in healthy Korean adults:

The Korea National Health and Nutrition Examination Survey
(KNHANES VII, 2016-2018)


지도교수 이 순 영

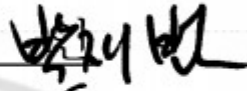
이 논문을 보건학 석사학위 논문으로 제출함.


2020년 8월

아주대학교 보건대학원
보건학과/역학과 건강증진 전공
이 솔

이솔의 보건학 석사학위 논문을 인준함.

심사위원장 이 순 영 

심사위원 박 재 범 

심사위원 신 재 용 

아주대학교 보건대학원

2020년 6월 22일

한국의 건강한 성인에게서 악력과 대사증후군 간의 관련성 : 제 7기(2016-2018) 국민건강영양조사 자료를 중심으로

배경 및 목적 : 근력은 근육이나 근조직이 수축할 때 발생하는 힘으로 일상 생활에서 매우 중요한 체력요소이며, 질병의 이환 및 사망률과도 밀접한 관계가 있는 것으로 연구되고 있다. 근력을 평가하는 대리 지표인 악력 또한 이러한 질환과 연관이 있는 것으로 보고되고 있으나, 제 2형 당뇨병 및 심혈관계질환의 원인이 되며, 대사의 만성적인 이상이 복합적으로 발생하는 대사증후군과의 관련성 연구는 미비한 실정이다. 이에 본 연구에서는 악력과 대사증후군과의 연관성을 면밀히 파악하고자 하며, 이를 통해 대사증후군의 위험이 있는 대상자를 선별하고 중재하기 위한 도구로써 악력 측정의 필요성과 근력 향상의 중요성을 강조하고자 한다.

연구방법 : 본 연구는 우리나라를 대표하는 표본데이터인 국민건강영양조사 제 7기 자료(2016-2018)를 활용한 이차자료분석 연구이다. 연구대상자는 만 19세 이상 60세 미만의 성인 중 심혈관계질환자 및 미응답을 제외한 총 9,683명(남성 4,106명, 여성 5,532명)을 대상으로 분석하였으며, 체질량지수를 나눈 상대 악력을 사분위수에 따라 4개의 그룹(Q1, Q1, Q3, Q4)으로 범주화하였다. 남성과 여성에게서 상대악력 수준에 따른 대사증후군과의 관련성을 파악하기 위하여 다중로지스틱 회귀분석(Multiple logistic regression analysis)을 실시하여 교차비(Odds Ratio, OR)와 95% 신뢰구간(Confidence Interval, CI)을 각각 산출하였으며, 모든 통계적 유의수준은 P-value 값 0.05를 기준으로 하였다.

연구결과 : 연구대상자의 연령과 인구사회학적 요인, 건강행태 요인을 보정

하여 최종 분석한 결과 남성에게서 상대악력이 가장 높은 그룹인 Q4군을 기준으로 Q3군에서 1.91배(OR 1.913, 95%CI 1.443-2.538) 대사증후군의 상대 위험도가 더 높게 나타났으며, Q2군에서는 3.39배(OR 3.393, 95% CI 2.551-4.514), 상대적으로 악력이 가장 낮은 Q1군에서 6.28배(OR 6.284, 95% CI 4.746-8.321)로 상대 악력이 낮을수록 대사증후군의 위험비가 유의하게 높았다($p < 0.001$). 여성의 경우 상대 악력이 가장 높은 Q4군을 기준으로 대사증후군의 위험도가 Q3군에서 1.73배(OR 1.729, 95%CI 1.172-2.550) 높게 나타났다($p = 0.006$). Q2에서는 3.04배(OR 3.035, 95% CI 2.136-4.314), 상대적으로 악력이 가장 낮은 Q1군에서 6.15배(OR 6.152, 95% CI 4.407-8.588)로 상대 악력이 낮을수록 대사증후군의 위험도가 유의하게 높은 것으로 나타났다($p < 0.001$).

결론 : 우리나라 남성과 여성 모두에게서 악력이 낮을수록 대사증후군의 위험도가 통계적으로 유의하게 높았으며, 남성보다 악력이 상대적으로 낮은 여성에게서 대사증후군의 위험도가 더 높게 나타났다. 본 연구를 통해 건강한 성인에게서도 발생의 가능성이 있는 대사증후군을 예방하고 관리하기 위해서 근력 향상의 중요성을 강조하고, 근력이 낮은 사람에게서 대사증후군의 위험을 측정하는 근력의 대리지표로써 악력을 활용할 수 있도록 제안하고자 한다.

핵심어: 악력, 대사증후군, 건강한 성인, 국민건강영양조사

차 례

국문요약

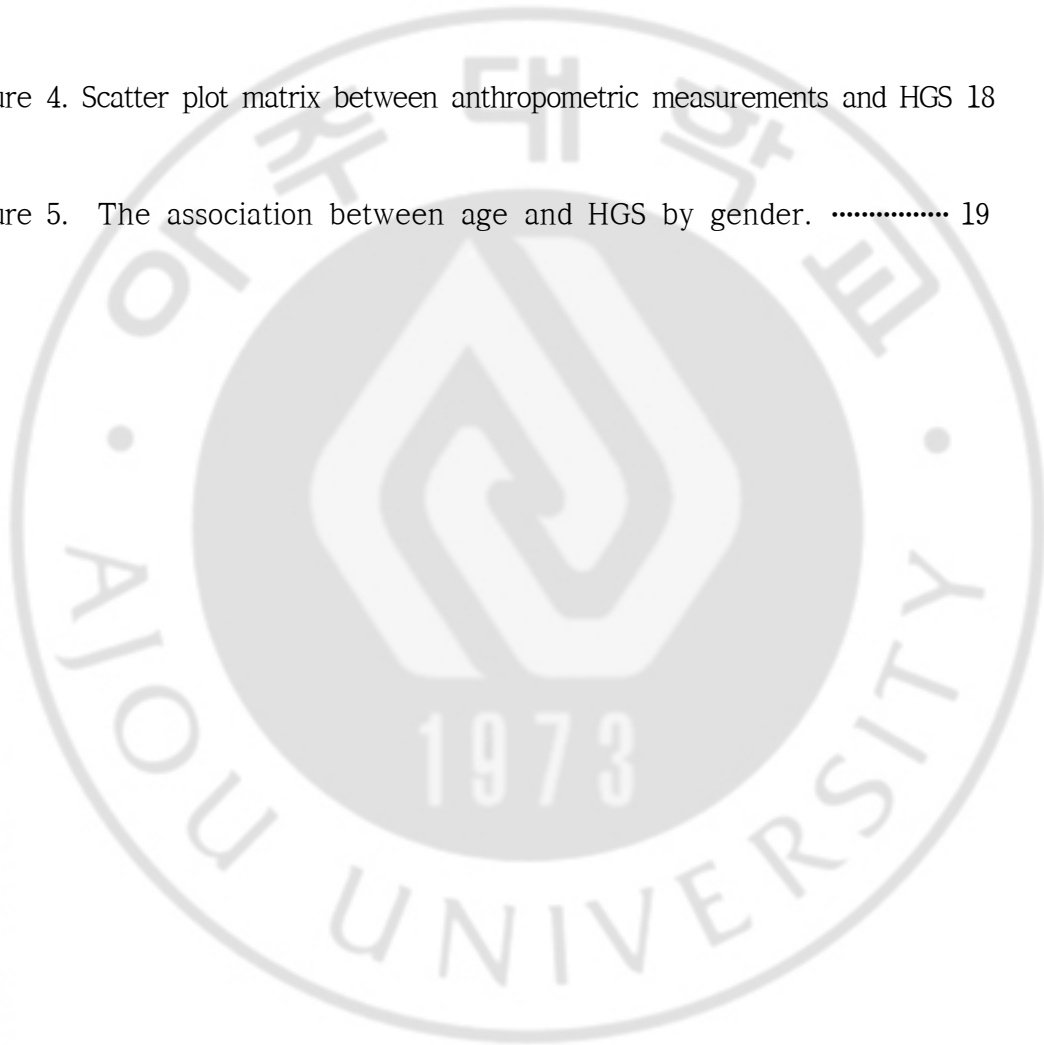
I. 서론	1
1. 연구의 배경 및 필요성	1
2. 연구의 목적	4
3. 연구의 가설	5
4. 용어의 정의	5
II. 연구방법	8
1. 연구 모형	8
2. 연구의 대상	9
3. 변수의 정의	10
4. 분석방법	14
III. 연구결과	15
1. 연구대상자의 일반적 특성	15
2. 신체학적 요인과 악력과의 관련성	17
3. 악력에 따른 연구대상자의 일반적 특성	19
4. 악력에 따른 대사증후군의 차이	26
5. 악력과 대사증후군과의 관련성	27
IV. 고찰	34
V. 결론	38
참고문헌	39
Abstract	47

표 차례

Table 1. Diagnostics criteria of metabolic syndrome in Asian population. ...	6
Table 2. General characteristics of the study subject by sex	16
Table 3. Association to hand grip strength with Person' s corelation analysis.	18
Table 4. General characteristics of man participants according to relative hand grip strength quartile group.	21
Table 5. General characteristics of woman participants according to relative hand grip strength quartile group.	24
Table 6. The number of cases with Metabolic syndrome by quartile of man' s relative hand grip strength.	26
Table 7. The number of cases with Metabolic syndrome by quartile of woman' s relative hand grip strength.	26
Table 8. Adjusted associations between relative hand grip strength, Age group and metabolic syndrome.	29
Table 9. Adjusted association between relative hand grip strength and metabolic syndrome by multiple logistic regression analysis	33

그림 차례

Figure 1. Research model of the study	8
Figure 2. Flow of study participants	10
Figure 3. Digital grip strength dynamometer	12
Figure 4. Scatter plot matrix between anthropometric measurements and HGS	18
Figure 5. The association between age and HGS by gender.	19



I. 서 론

1. 연구의 배경 및 필요성

대사증후군(Metabolic syndrome)은 대사 작용의 만성적인 이상을 확인할 수 있는 척도로 고혈압, 당뇨, 낮은 고밀도 지단백(High density lipoprotein, HDL) 콜레스테롤혈증, 높은 중성지방혈증(Triglyceride, TG) 등으로 구성되어 있으며, 심혈관계질환 및 당뇨병과 밀접한 관계가 있고, 그 원인은 인슐린 저항성과 연관이 있는 것으로 나타났다(Reaven, 1988; Alberti et al., 2005; Eckel et al., 2005). 전 세계적인 인구의 고령화에 따라 만성질환 유병률이 크게 증가하고 있는데 특히 우리나라의 경우 심혈관계질환으로 인한 사망률은 인구 10만명당 53.2명, 당뇨병으로 인한 사망률 또한 OECD국가 평균에 비해 2-3배이상 높은 것으로 보고되었다(OECD, 2012; Lee et al., 2015).

세계보건기구(World Health Organization, WHO)에 따르면 대사증후군의 유병률은 지속적으로 증가될 것으로 예측하였으며, 우리나라의 경우 30세 이상 성인의 27.0%, 65세 이상 37.7%로 성인 인구에서 5명중 1명은 대사증후군을 앓고 있고, 여성의 경우 폐경기인 50대를 기점으로 대사증후군의 발생이 급격히 증가하는 것으로 발표되었다(WHO, 2011; 대한심장학회, 2017; 국민건강보험공단, 2018). 이러한 대사증후군의 위험 인자는 연령이 높을수록 그 비율이 높게 나타나며, 복부 비만, 높은 혈당, 고혈압, 낮은 HDL-콜레스테롤혈증, 높은 중성지방혈증 중 5개의 위험 인자에서 3개 이상을 보유한 사람에게서 2개 이하를 보유한 사람보다 심혈관계질환의 위험이 2배 이상, 당뇨병은 4-6배 그리고 각종 암 발생의 위험을 높이 것으로 나타났다(보건복지부, 2012).

대사증후군과 관련한 진료 인원은 2010년에서 2014년까지 약 150만명이 증가한 585만 4000명으로 전체 진료인원의 49.1%를 차지하였으며, 건강보험 진료비는 3조 7,000억원에서 4조 7,000억원으로 증가되었고, 국내 고령 인구의 증

가을을 고려하면 대사증후군으로 인한 사회적 부담은 더욱 높아질 것으로 예상된다(건강보험심사평가원, 2015).

근력은 근육이나 근조직이 수축할 때 발생하는 힘으로 일상생활에서 매우 중요한 체력요소이며, 높은 근력은 요통과 골절 그리고 근골격계 손상의 위험성을 낮춰주는 것으로 보고되었다(Winegard et al., 1996; Visser et al., 2003). 이러한 근력을 가장 안전하고 간단하게 측정 가능한 대표적인 지표는 악력으로 일반적으로 악력계를 사용하여 측정된 결과 값을 절대 악력값이라 한다. 악력은 측정자의 체중, 키, 체질량지수와 상관성이 매우 높은 것으로 알려져 있기에 최근에는 체질량지수를 보정한 상대 악력을 측정 지표로 사용하는 것을 권고한다(Choquette, 2010; Studenski et al., 2014). 신체의 연령이 증가할수록 만성질환 및 심혈관계 질환의 위험도가 높아지며, 노화가 진행될수록 근육과 근력은 감소한다. 노년층에서 발생하는 급격한 근육량 및 근력의 감소는 노인성 근감소증(Sarcopenia)이라고 하며, 미국에서는 2016년 근감소증을 질병으로 분류하였고, 일본에서도 2018년 근감소증에 질병코드를 부여한 것으로 나타났다(Rosenberg, 1989; Baumgartner, 1999; EWGSOP definition, 2010, 대한근감소증학회, 2018).

최근 발표된 연구결과에 따르면 낮은 근력과 악력은 심혈관계질환, 제 2형 당뇨병 및 사망 위험도와 유의한 상관관계가 있는 것으로 조사되었고, 그 이전의 코호트 연구에서도 악력이 낮은 경우 대사증후군 위험 요인인 중성지방, HDL-콜레스테롤 저하 및 인슐린 저항과도 유의한 관계가 있는 것으로 보고되었다(Win et al., 2010; Morales et al., 2017; Yi et al., 2018; Bae et al., 2019). 또 다른 연구에서는 당뇨병, 고혈압 등 만성질환을 보유한 대상자에게서 악력의 차이를 파악한 결과 인종, 연령 및 성별, 흡연 등의 혼란변수를 보정하여도 당뇨병 진단 전 그룹과 당뇨병 그룹에서 정상 그룹보다 악력이 더 유의하게 낮은 것으로 나타났다(Arch et al., 2015).

한 연구에서는 악력에 따른 차이가 대사증후군 유병률과의 연관성이 없는 것으로 조사되었는데 이는 악력에 대하여 키와 체중을 보정 하지 않은 절대 악력 값을 사용한 것과 남성만을 대상으로 하였기 때문에 연구대상자 선정과 비

표준화된 측정 지표를 사용하여 연구의 한계성이 있는 것으로 추측된다 (Bisschop CN et al., 2013;).

최근 고령화연구패널조사(Korean Longitudinal Study of Aging, KLoSA)를 활용한 따르면 악력과 대사질환 및 사망률 간의 발생률을 8년의 코호트로 분석한 결과 노인 인구에서 낮은 악력은 사망률과 유의한 음의 상관관계가 있는 것으로 나타났다(Bae et al., 2019). 코호트 자료와 관련한 또 다른 연구에서는 64세 미만의 한국 성인 남녀 17,271명 대상으로 5년간 상대 악력과 대사증후군 간의 연관성을 분석한 결과 남성 435명(10.7%), 여성 1,260명(8.9%)의 새로운 대사증후군 환자가 발생하였으며 상대 악력을 3분위(High-Mid-Low)로 나누어 대사증후군 발생률을 산출한 결과 남녀 모두 상대 악력이 높을수록 대사증후군의 발생 위험도가 유의하게 감소하였다(조진경 등, 2019). 악력과 심혈관계질환, 제2형 당뇨병 혹은 사망 위험도와의 연관성을 조사한 것과 달리 대사증후군과 악력 간의 관련성 연구는 65세 이상의 노인 혹은 45세 이상의 중년층을 대상으로 하거나, 대상자의 키와 체중 등 신체적인 차이가 있음에도 불구하고 악력의 지표를 표준화하지 않고 사용한 경우가 대부분으로 조사되었다.

대사증후군으로 인하여 발생 가능한 질환을 보고한 21개의 전향적 코호트 연구를 활용한 메타분석 결과에서는 대사증후군이 발생한 사람에게서 심혈관계 질환으로 인한 사망률이 1.53배(RR 1.53; 95% CI, 12.9) 증가하였고, 이러한 대사증후군은 관상 동맥 심장질환 및 뇌졸중 증가에 연관이 있다고 보고하였다 (Andrea et al, 2006). 그러나 대부분의 악력과 대사증후군 간의 관련성 연구는 대사증후군으로 인하여 발생하였을 가능성이 있는 심혈관계질환을 보유한 대상자를 연구에 포함한 것으로 나타났다(Andrea et al, 2006; 박은옥 등, 2013; 박성화 등, 2019).

본 연구와 동일한 국민건강영양조사 자료를 활용한 남성 청소년 대상 상대 악력 수준이 가장 높은 군의 대사증후군 위험률이 가장 낮은 군보다 10.8% 감소한 것으로 조사되었으나 횡단조사에서 발생률을 산출한 것과 성별에 따른 차이를 고려하지 않은 것으로 보여진다(박성화 등, 2019). 추가로 대사증후군과

관련된 당뇨병의 예방을 위한 선행연구에서는 악력과 고혈압, 인슐린저항성을 대상으로 조사된 연구가 소수 존재하였으나 대사증후군과의 독립적인 연관성을 확인한 연구는 확인할 수 없었다(이정아, 2017; 주세화, 2018).

본 연구는 이러한 악력과 대사증후군 간의 관련성을 면밀히 파악하고자 우리나라를 대표하는 표본데이터인 국민건강영양조사 제 7기 (2016-2018) 자료를 바탕으로 기존 연구들과 대상자 선정에 차별성을 두고자 심혈관계 질환자를 제외하고 근력의 급격한 저하와 만성질환 유병의 가능성이 높은 60-65세 이상의 고령 인구를 제외하여 건강한 중장년층 성인 남성과 여성에게서 상대 악력 수준에 따른 대사증후군간의 독립적 연관성이 있는지 확인하고자 한다. 나아가 분석된 연구의 결과를 기반으로 대사증후군으로 인하여 발생할 수 있는 심혈관계 질환과 제 2 당뇨병 및 사망의 위험을 사전에 예방하고 국민 건강증진을 도모하기 위하여 근력을 측정하는 대리 지표인 악력을 평가의 도구로써 활용할 수 있도록 제시하고자 한다.

2. 연구의 목적

본 연구에서는 한국의 건강한 성인 남녀에서 대사 작용의 이상으로 심혈관계 질환 및 당뇨병 등 질환의 발병 위험을 높이는 위험인자인 대사증후군과 악력과의 연관성을 파악하고자 하였으며, 우리나라를 대표하는 표본조사인 국민건강영양조사 제 7기 자료(2016-2018)를 활용하였다

본 연구의 구체적인 목적은 아래와 같다.

첫째, 남성과 여성의 일반적 특성에 따른 악력과 대사증후군의 분포를 파악한다.

둘째, 남성과 여성의 상대 악력과 대사증후군 간의 연관성을 파악한다.

셋째, 혼란 변수를 보정한 남성과 여성의 상대 악력과 대사증후군 간의 연관성을 분석한다.

3. 연구의 가설

본 연구의 목적에 따라서 다음과 같이 연구 가설을 설정하였다.

상대 악력 수준에 따라 남성과 여성에게서 대사증후군의 위험도는 유의한 차이가 있을 것이다.

4. 용어의 정의

1) 대사증후군

대사증후군은 신진대사와 관련된 질환이 복합적으로 동반되는 것을 뜻하며, 만성적인 대사 장애로 내당증 장애, 고혈압 및 복부비만이나 인슐린저항성 또는 고지혈증, 심혈관계 죽상동맥 경화증 등의 개인에게서 동시 다발적으로 나타나는 상태로 정의할 수 있다(Reaven, 1988; Balkau & Charles, 1999; WHO, 1999). 이러한 대사성 질환에 대하여 1988년 WHO에서는 이를 인슐린 저항성 증후군(Insulin Resistance Syndrome)이라고 명명하였으며, 이에 대한 진단 기준을 최초로 제시하였다(Wilson et al., 1999). 이후 미국의 국립 콜레스테롤 교육 프로그램 (National Cholesterol Education Program, NCEP)의 Adult Treatment Panel III (ATPIII)에서 새롭게 발표한 기준에서는 허리둘레 (남성102cm, 여성 88cm 이상) 중성지방 150mg/dL 이상, 낮은 HDL 콜레스테롤혈증(남성 40mg/dL,

여성 50mg/dL 미만), 고혈압 130/85mmHg 이상 공복혈당 110mg/dL이상의 지표에서 5개를 기준으로 3개 이상의 위험 인자를 보유한 상태를 대사증후군으로 정의하였으나, 비만의 기준으로 측정되는 허리둘레의 경우 서양인을 대상으로 하였기 때문에 동양의 인구에게 적용하는 것에는 적합하지 않았다. 이러한 인종적인 특성을 고려한 결과 국제당뇨병연맹(International Diabetes Federation, IDF) 및 미국심장학회(American Heart Association, AHA)등 이 공동으로 발표한 Harmonized Definition을 2009년에 새롭게 제시함에 따라서 아시아 인구 특성에 맞게 수정 및 권고 된 기준으로 허리둘레(남성90cm, 여성 85cm 이상) 공복혈당 기준 100mg/dL 미만으로 수정되어 제시되었고, 이를 포함하여 수축기혈압 130mmHg이상 또는 이완기 혈압 85mmHg 이상, 중성지방 150mg/dL 이상, HDL 콜레스테롤 남성 40mg/dL, 여성 50mg/dL 미만 추가로 공복혈당 기준에서 이전에 당뇨를 앓았거나 당뇨병 환자인 경우에 해당하는 것을 포함하는 사항을 기준으로 총 5개의 지표 중 3개 이상이 해당하면 대사증후군으로 정의한다(국제당뇨병연맹, 2005; Albert et al., 2009).

Table 1. Diagnostics criteria of metabolic syndrome in Asian population.

Component	Clinical Cutoff Values
Obesity	≥ 90cm in Man
Waist Circumference	≥ 85cm in Woman
Triglycerides	≥ 150mg/dL
HDL Cholesterol	<40mg.dL in men <50mg/dL in woman
Blood Pressure	≥ 130mmHg systolic Blood pressure ≥ 85mmHg Diastolic Blood pressure
Fasting Glucose	≥ 100mg/dL or T2DM or previously diagnosed T2DM

HDL-C, high-density lipoprotein cholesterol, T2DM; Type 2 Diabetes mellitus.

BMI (Body mass index) of 30 kg/m² has been adopted as the cut-off level for obesity criteria worldwide.

2) 악력

악력은 손의 특정한 근육을 사용하여 물체를 잡거나 당길 때 가해지는 힘으로 근골격계 기능의 결정과 장애를 진단하는 기본 척도로 사용되어왔다(Bohannon, 1997). 근력을 평가하는 도구 중 가장 경제적이며 비침습적인 특성을 가졌고, 신체에 가해지는 위험성이 낮아서 전 연령에서 사용이 가능하여 해외에서는 체격과 건강 상태를 분류하는 기준으로 사용되어지고 있다(Mainous et al., 2015:). 최근 WHO에서 질병으로 정의한 노년층에서 발생하는 신체 변화에서 급격한 근육량 및 근력의 감소를 뜻하는 질환인 노인성근감소증(Sarcopenia)을 진단하는 지표로 악력이 많이 활용되고 있어 근력을 측정하는 평가 도구로써 적합할 수 있다고 고려된다(Baumgartner et al., 1998; 대한노인병학회, 2015:). 악력의 단위는 킬로그램과 파운드로 표기되며, 주로 양손을 번갈아 3회 이상 측정하며, 최대 힘과 최소 힘의 차이가 10%~30%가량 차이가 있어서 신뢰도를 높이기 위하여 반복 측정을 권고한다. 이러한 악력의 강도는 사람의 신체적 특성에 따라서 상대적인 차이가 있는 체중 및 신장에 영향을 받을 수 있기에 근력의 평가에서 절대 악력은 체질량지수(Body mass Index, BMI)로 나눈 상대 악력 값을 사용하도록 권장하고 있다(Choquette et al., 2010; Studenski et al, 2014; Lawman et al.,2016).

II. 연구 방법

1. 연구 모형

본 연구는 질병관리본부의 국민건강영양조사 제 7기 (2016-2018) 자료를 이용한 이차자료 분석연구이며, 독립변수는 악력이고 종속변수는 대사증후군이다. 본 연구에서는 건강한 성인 남녀에서 악력과 대사증후군과의 관련성을 파악하고자 인구 사회학적 요인, 신체 혈액학적 특성 및 생활습관 특성을 고려하여 아래와 같이 분석하였다.

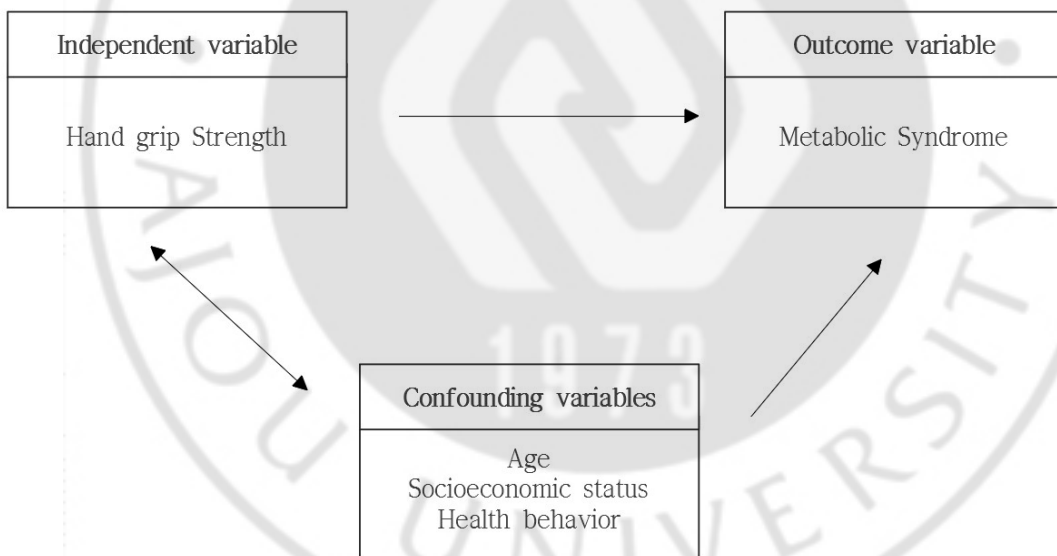


Figure 1. Research model of the study

2. 연구의 대상

본 연구의 자료는 1995년 제정된 국민건강증진법 제 16조에 근거하여 시행되는 전국 단위의 표본집단을 대상으로 한 건강 및 영양 조사자료로, 1988년 시작되어 2007년부터 매년 1년 단위로 시행되고 있다. 이러한 국민건강영양조사는 국가 보건정책의 근거 자료로 활용되며, 국민의 건강 수준, 질병의 이환 및 영양섭취 실태에 대한 국가 단위의 대표성과 신뢰성을 갖춘 자료이다.

국민건강영양조사는 표본 설계 시 최근 시점의 인구주택총조사 자료를 사용하여 모집단인 우리나라에 거주하는 모든 국민에 대하여 대표할 수 있도록 표본이 구성되어있다. 제 7기 (2016-2018)의 자료는 시·도, 동·읍면, 주택의 유형을 기준으로 층화하고, 주거면적 비율과 조사 대상의 학력 비율을 내재적 층화 기준으로 사용하였다. 총 조사구는 192개로 조사구 내의 교도소, 양로원, 군대 등의 시설 및 외국인 가구를 제외한 가구에서 계통추출법을 이용하여 23개의 표본가구를 선정하였고, 해당 조사 대상자는 총 31,689명으로 집계되었다. 이중 건강설문조사, 영양조사, 혈액검사 중 1개 이상 참여한 사람은 총 24,269명으로 집계되었다(질병관리본부, 2020). 본 연구의 대상자는 만 19세 이상 60세 이하의 성인으로 정의되었으며, 19세 미만과 60세 초과 9,836명을 제외하고 건강한 성인을 대상으로 악력과 대사증후군간의 관련성을 파악하기 위하여 건강설문을 기준으로 심혈관계질환이 있는 경우를 제외하기 위하여 건강설문조사에서 순환기계 질환 이환 조사표에서 ‘고혈압’ ‘이상지질혈증’ ‘뇌졸중(중풍)’ ‘심근경색증’ ‘협심증’ 모든 항목에서 의사진단 여부가 하나 이상인 경우와 연령, 신장, 체중, 허리둘레, 혈압 및 맥박 측정, 혈액검사 결과와 주로 사용하는 손(왼손, 오른손)의 3차 악력 측정에 결측이 있는 4,795명을 연구대상자에서 제외하였다. 최종적으로 총 9,638명인 남성 4,106명 여성 5,532명을 분석하였다.

본 연구는 아주대학교병원 연구심의위원회로부터 면제심의승인(AJIRB-SBR-EXP-20-204)을 받았다.

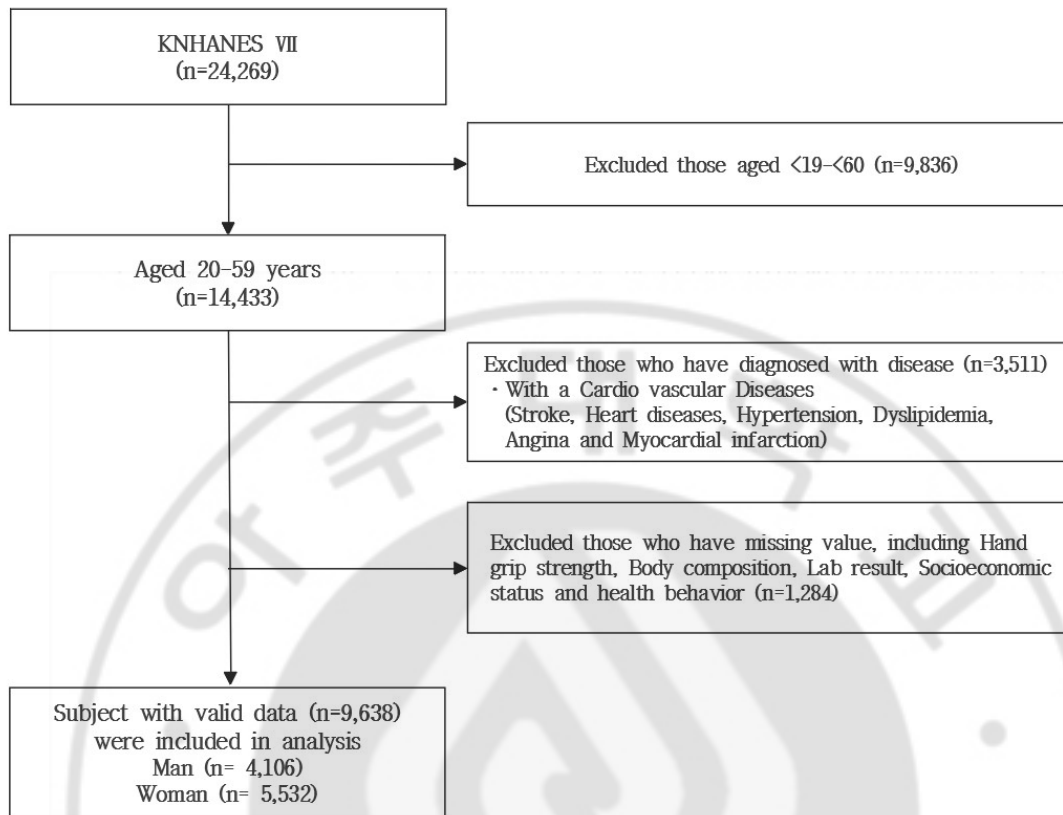


Figure 2. Flow of study participants

3. 변수의 정의

본 연구에서 사용된 변수는 연령(Age), 신장(Height), 체중(Body weight), 허리둘레(Waist circumference), 악력(Hand grip strength), 상대 악력(Hand grip strength/BMI ratio), 수축기혈압(Systolic blood pressure), 이완기혈압(Diastolic

blood pressure), 공복혈당(Fasting blood sugar), 총 콜레스테롤(Total cholesterol), 중성지방(Triglyceride), HDL-콜레스테롤(High-density lipoprotein cholesterol), 소득수준(Household income), 교육수준(Education), 결혼 상태(Marital status), 규칙적인 운동 (Regular exercise.), 음주 상태(Alcohol consumption), 흡연 상태 (Smoking status)이다.

인구학적 요인 변수에서 사회경제적 요인은 소득수준은 국민건강영양조사의 표본가구 및 표본인구의 소득 4분위 기준에 따라 구분하였고, 교육 수준은 ‘초등학교 졸업 이하’, ‘중학교 졸업이하’, ‘고등학교 졸업이하’, ‘대학 이상’으로 범주화 하였으며, 결혼 상태는 ‘미혼’, ‘기혼’으로 구분하였다.

건강행태요인 변수에서는 규칙적인 운동 여부는 국민건강영양조사에서 제시된 일주일에 중강도 신체활동을 2시간 30분 이상 또는 고강도 신체활동을 1시간 15분 실천하는 사람으로 유산소 신체활동 실천율에 따라 이분화하여 구분하였다. 알코올 섭취 상태는 평생 음주경험 경험에서 술을 마셔본 적 없는 경우 ‘비음주’, 음주 경험이 있으나 술의 빈도를 묻는 질문에 최근 1년 동안 술을 전혀 마시지 않은 경우 ‘과거 음주’, 그 외 응답을 ‘현재 음주’로 구분하여 범주화하였으며 흡연은 현재 흡연 여부에서 ‘비흡연’, ‘현재 흡연’, ‘과거 흡연’으로 범주화 하였다.

1) 독립변수

본 연구의 독립변수는 악력지수를 사용하였다. 악력은 국민건강영양조사 제 6기 2차년도(2014)부터 근력에 대한 평가의 수단으로 디지털 악력계(Digital grip strength dynamometer, T.K.K 5401, Japan)를 활용하여 검사를 시행하고 있다. 악력 측정은 일어선 상태에서 허리를 세운 자세로 어깨를 반듯하게 펴고 팔꿈치와 손목을 구부리지 않고 몸통에 닿지 않도록 유지하여 측정하며, 측정 시 주로 사용하는 손(오른손, 왼손, 양손)을 시작으로 교차하여 각 3회씩 측정하고

약 60초간 휴식 시간을 갖는다. 정확한 측정의 질을 유지하기 위하여 검사 결과에 영향을 줄 수 있는 채혈이나 폐기능 검사 이전에 악력 검사를 시행하고, 측정된 양손의 절대 악력 값에서 주로 사용하는 손의 최댓값을 체질량지수로 나눈 상대 악력으로 정의하여 분석하였다. 상대 악력은 성별에 따라 4분위로 1st Quartile, 2nd Quartile 3rd Quartile, 4th Quartile 범주화하여 최종 분석하였다.



Figure 3. Digital grip strength dynamometer

2) 종속변수

본 연구의 종속변수인 대사증후군은 복부비만, 높은 중성지방혈증, 낮은 HDL-콜레스테롤혈증, 높은 혈압 및 혈당장애로 정의되며 국민건강영양조사의 검진조사 항목인 혈압측정 및 신체계측, 혈액검사에서 선별 가능하다. 복부비만은 신체계측 검사에서 허리둘레 결과 남성 90cm 이상, 여성 85cm 이상으로 정의하여 분류하였고, 높은 중성지방혈증은 혈액검사의 이상지질혈증 항목의 중성지방 150mg/dL 이상으로, 낮은 HDL-콜레스테롤혈증은 남성 40mg/dL, 여성

50mg/dL 이하로 분류하였다. 높은 혈압은 수축기혈압 130mmHg 이상, 이완기혈압 85mmHg 이상으로, 혈당 장애 유무는 공복혈당이 100mg/dL 이상 또는 당뇨병 과거력과 당뇨병 약물을 복용하는 경우이다. 당뇨병 대상자는 대학당뇨병학회 진료지침에 따라서 8시간 이상 공복 시 혈당 수치가 126mg/dL 이상인 경우에 해당하는데, 국민건강영양조사 기준에 따라서 당뇨병 약을 복용하거나 인슐린 주사를 투여하고 있고, 의사진단을 받은 경우로 혈당장애를 정의하였다. 본 연구에서는 복부비만, 높은 중성지방혈증, 낮은 HDL-콜레스테롤혈증, 높은 혈압 및 혈당장애의 5가지 요인에서 3가지 이상이 있는 경우를 대사증후군으로 분류하여 최종 분석하였다.

3) 통제 변수

본 연구에서 최종 분석 시 통제가 필요한 혼란 변수는 인구사회학적 특성에 따라서 연령, 소득수준, 교육수준, 결혼상태, 규칙적인 운동, 음주 상태, 흡연 상태를 사용하였다.

4. 분석방법

본 연구는 국민건강영양조사 제 7기(2016-2018) 자료의 모든 통계분석은 SPSS ver 23.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 이용하였으며, 국민건강영양조사에 참여한 표본이 모집단을 대표할 수 있도록 원시자료이용지침에 따라서 집락변수(cluster), 층화변수(strata), 가중치(weight)를 적용한 복합표본분석을 이용하였다. 연구대상자의 일반적인 특성을 보기 위해 평균과 표준편차 및 빈도와 비율은 기술통계를 이용하여 분석하였고, 성별에 따른 집단 간의 차이를 보기 위해 범주형 변수는 카이제곱검정(Chi-square test)을 사용하였다. 연속형 변수의 경우 두 집단간 차이는 t-검정(T-test), 세 집단 이상의 차이는 분산분석(ANOVA test)을 사용하였으며, 악력과 신장, 체중, 허리둘레 및 혈액검사 결과와의 관련성은 Pearson의 상관분석을 실시하였다. 연구대상자의 나이와 악력과의 연관성을 파악하기 위해 선형회귀분석(Linear regression analysis)을 시행하였으며, 회귀 모형의 적합도는 공차한계가 0.89~0.99로 0.1 이상, 분산팽창지수(VIF)는 1.00~1.14로 다중공선성의 문제는 없는 것으로 확인하였다. 마지막으로 체질량지수를 나눈 상대 악력을 사분위수에 따라 4개의 그룹(Q1, Q1, Q3, Q4)으로 범주화한 후 남성과 여성에게서 상대악력 수준에 따른 대사증후군과의 관련성을 파악하기 위하여 다중 로지스틱 회귀분석(Multiple logistic regression analysis)을 실시하여 교차비(Odds Ratio, OR)와 95% 신뢰구간(Confidence Interval, CI)을 각각 산출하였다. 로지스틱 회귀분석 시 혼란변수인 연령, 소득수준, 교육수준, 결혼상태, 규칙적인 운동, 음주 상태, 흡연 상태를 보정하여 최종 분석하였으며, 모든 통계적 유의수준은 P-value 값 0.05를 기준으로 하였다.

Ⅲ. 연구결과

1. 연구대상자의 일반적 특성

연구대상자의 일반적 특성은 Table 2에 제시된 바와 같다. 전체 연구 참여자는 총 9,683명 중 남성 4,106명, 여성 5,532명이다. 연령은 평균적으로 여성이 1.087세 더 유의하게 높았다($p<0.001$). 신장의 경우 남성이 여성에 비해 평균이 13.162cm 더 컸으며($p<0.001$), 체중 ($p<0.001$), 허리둘레($p<0.001$)가 통계학적으로 유의하게 더 높은 것으로 나타났다.

본 연구의 독립변수인 악력은 남성 평균 $40.52\pm 0.14\text{kg}$, 여성 평균 $24.88\pm 0.09\text{kg}$, 상대 악력은 남성 평균 $1.75\pm 0.00\text{kg}$, 여성 평균 $1.11\pm 0.00\text{kg}$ 으로 여성에 비해 남성의 악력 및 상대 악력이 유의하게 높았다($p<0.001$). 종속변수인 대사증후군의 경우 남성이 20.3%, 여성이 11.2%로 남성에게서 대사증후군에 해당하는 사람이 유의하게 높았다($p<0.001$).

혈압 측정 결과에서는 수축기 및 이완기 혈압 모두 여성보다 남성에게서 유의하게 높았다($p<0.001$). 혈액지표에서 공복혈당은 남성 평균 $98.32\pm 0.40\text{mg/dL}$, 여성 평균 $93.41\pm 0.28\text{mg/dL}$ 로 여성이 유의하게 높았으며, 총 콜레스테롤 수치는 남성평균 $196.37\pm 0.62\text{mg/dL}$ 여성평균 $193.99\pm 0.57\text{mg/dL}$, 중성지방은 남성평균 $164.15\pm 2.90\text{mg/dL}$, 여성평균 $102.80\pm 1.23\text{mg/dL}$ 으로 남성이 여성보다 유의하게 높았다($p<0.001$). HDL-콜레스테롤은 남성평균 $47.92\pm 0.20\text{mg/dL}$, 여성평균 $56.91\pm 0.21\text{mg/dL}$ 로 여성이 남성보다 유의하게 높았다($p<0.001$).

사회경제학적 요인 변수에서 소득수준은 남성과 여성에게서 유의한 차이는 없었으며, 교육 수준은 초등학교 졸업 이하' 남성 1.9% 여성 3.3%, '중학교 졸업이하' 남성 4.4% 여성 5.8%로 유의한 차이가 있었으며, '고등학교 졸업이하' 남성 40.1% 여성 39.8%, '대학 이상' 남성 53.6%, 여성 51.1%로 통계적으

로 유의한 차이가 있었다($p < 0.001$).

건강행태요인 변수에서는 규칙적인 운동은 남성이 54.6%, 여성이 48.2%로 남성이 더 높은 것으로 나타났다($p < 0.001$). 음주 상태는 ‘현재 음주’가 남성 89.5%, 여성 79.0%, 흡연자는 남성 41.5%, 여성 7.1%로 상대적으로 여성보다 남성에게서 유의하게 높게 나타났다($p < 0.001$).

Table 2. General characteristics of the study subject by gender.

	Total (n=9,683)	Man (n=4,106)	woman (n=5,532)	<i>P</i>
Age (years)	38.78±0.15	38.24±0.21	39.33±0.18	< 0.001
Height (cm)	166.76±0.10	173.29±0.14	160.12±0.09	< 0.001
Body weight (kg)	66.06±0.16	73.77±0.21	58.23±0.16	< 0.001
Waist circumference (cm)	80.59±0.14	85.35±0.17	75.76±0.17	< 0.001
Hand grip strength	33.78±0.13	40.52±0.14	24.88±0.09	< 0.001
Relative HGS (kg/BMI)	1.43±0.00	1.75±0.00	1.11±0.00	< 0.001
Metabolic syndrome				< 0.001
Non	7,992(82.8)	3,081(76.1)	4,911(89.5)	
MetS	1,646(17.2)	1,025(23.9)	621(10.5)	
SBP (mmHg)	113.17±0.19	117.12±0.24	109.15±0.22	< 0.001
DBP (mmHg)	75.81±0.14	78.87±0.19	72.69±0.15	< 0.001
FBS (mg/dL)	95.88±0.24	98.32±0.40	93.41±0.28	< 0.001
Total cholesterol (mg/dL)	195.19±0.45	196.37±0.62	193.99±0.57	< 0.001
Triglyceride (mg/dL)	133.72±1.61	164.15±2.90	102.80±1.23	< 0.001
HDL-C (mg/dL)	52.38±0.17	47.92±0.20	56.91±0.21	< 0.001
Household income				0.831
Low	2,306(24.9)	982(24.9)	1,324(24.9)	
Middle Low	2,252(25.6)	1,046(25.9)	1,406(25.2)	
Middle high	2,414(24.9)	1,038(24.8)	1,376(25.1)	
High	2,466(24.6)	1,040(24.4)	1,426(24.8)	
Education				< 0.001
≤Elementary	292(2.6)	92(1.9)	200(3.3)	
Middle school	523(5.1)	191(4.4)	332(5.8)	
High School	3,708(39.9)	1,566(40.1)	2,142(39.8)	

≥ College	5,115(52.4)	2,257(53.6)	2,858(51.1)	
Marital status				< 0.001
Married	6,987(66.8)	2,701(60.9)	4,286(72.9)	
Single	2,651(33.2)	1,405(39.1)	1,246(27.1)	
Regular exercise, n (%)	4,779(51.4)	2,717(54.6)	2,608(48.2)	< 0.001
Alcohol consumption				< 0.001
Nothing	482(4.5)	114(2.8)	368(6.2)	
Current	7,696(84.3)	3,671(89.5)	4,298(79.0)	
Past	1,187(11.2)	321(7.7)	866(14.8)	
Smoking status				< 0.001
Non-smoker	5,897(56.8)	1,121(28.5)	4,776(85.6)	
Current-smoker	2,063(24.4)	1,702(41.5)	361(7.1)	
ex-smoker	1,678(18.8)	1,283(30.1)	395(7.3)	

Data presented as Mean±SD values or n(%). p-value were calculated by t-test or chi-squared test

BMI, body mass index; SBP, systolic blood pressure; DBP, diastolic blood pressure; FBS, fasting blood sugar; HDL-C, high-density lipoprotein cholesterol.

2. 신체학적 요인과 악력간의 관련성

신장, 체중, 허리둘레 측정결과를 대상으로 악력에 대한 Pearson의 상관분석을 시행한 결과 연구대상자의 악력과 신장은 강한 양의 상관관계($r=0.728$, $p<0.001$)가 나타났고 체중 또한 양의 상관관계가 나타났다($r=0.624$, $p<0.001$). 악력과 허리둘레에서는 유의하지만 중간정도의 양의 상관관계가 나타났다($p<0.001$). 위와 같이 선행 연구에서도 악력은 신장과 체중에 유의한 상관관계를 보이므로 악력을 체질량지수로 나눈 상대 값을 악력으로 정의하였으므로 본 연구에서도 최종 분석 시 상대악력을 활용하여 분석하였다(Choquette et al., 2010; Studenski et al, 2014; Lawman et al.,2016, 이윤경; 2018)(Table 3, Figure 4).

Table 3. Association to hand grip strength with Person' s corelation analysis.

	Total (n=9,683)		Man (n=4,106)		woman (n=5,532)	
	r	p	r	p	r	p
Height (cm)	0.728	<0.001	0.307	<0.001	0.296	<0.001
Body weight (kg)	0.624	<0.001	0.331	<0.001	0.310	<0.001
Waist circumference (cm)	0.461	<0.001	0.181	<0.001	0.183	<0.075

r, Pearson' s correlation coefficient.

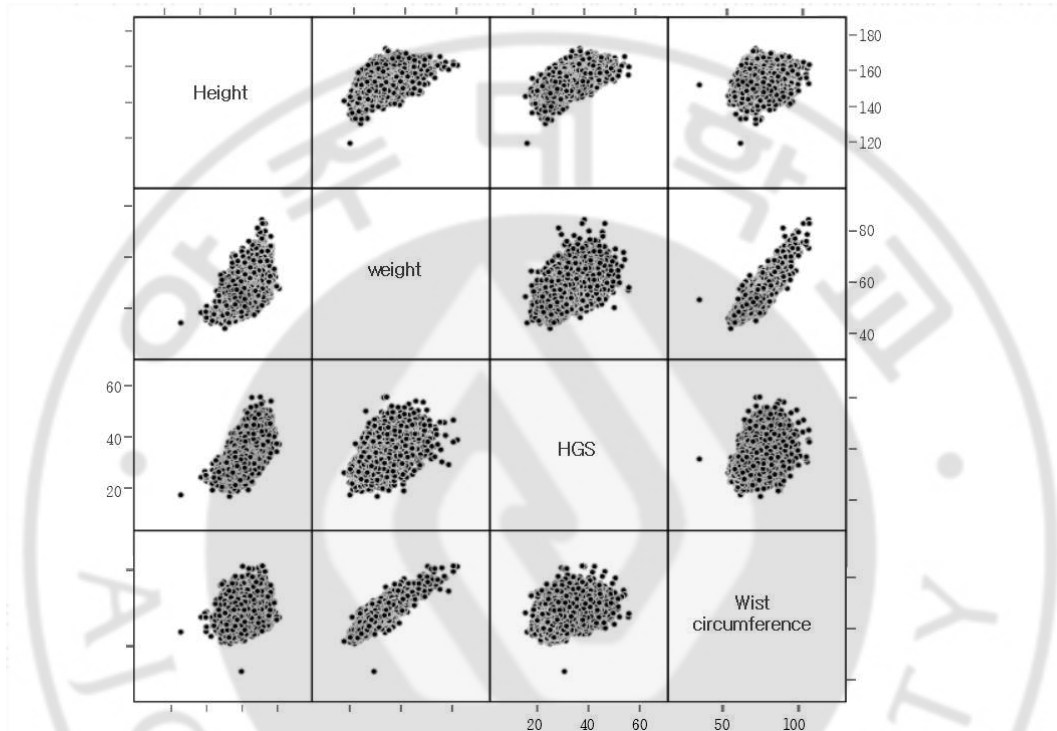


Figure 4. Scatter plot matrix between anthropometric measurements and HGS.

연구대상자의 상관분석 결과에 따라 악력과 연령 그리고 신장, 체중, 허리 둘레를 모두 포함하여 다중회귀모형을 고려하였으나 허리둘레와 연령, 체중이 동시에 선택된 모형의 경우 VIF값이 6이상으로 다중공선성의 가능성으로 허리 둘레를 제외한 후 다중회귀모형을 실시하였다. 그 결과 Figure 5.와 같이 연구 대상자의 나이가 증가할수록 악력이 감소하였으며 남성과 여성모두 유의수준

<0.001로 유의하고, Dubin-Watson 통계량이 0.7-1.748, 포함된 변수들의 VIF 가 1.1-1.4로 서로 독립적이며, 다중공선성은 없는 것으로 나타났다.

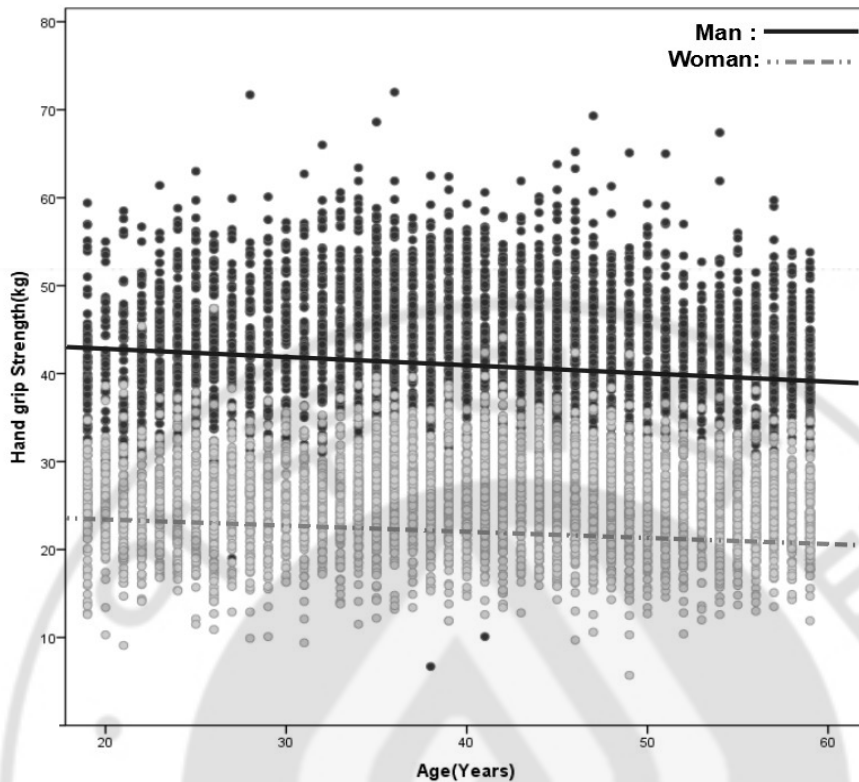


Figure 5. The association between age and HGS by gender.
 Total= $-102.974+0.714 \times \text{Height}+0.197 \times \text{weight}+0.110 \times \text{Age}$, $r^2 =0.583$
 Man= $-14.89+0.259 \times \text{Height}+0.141 \times \text{weight}+0.056 \times \text{Age}$, $r^2 =0.145$
 Woman= $-13.00+0.191 \times \text{Height}+0.110 \times \text{weight}+0.023 \times \text{Age}$, $r^2 =0.140$

3. 악력에 따른 연구대상자의 일반적 특성

(1) 남성의 상대악력과 일반적 특성

남성에게서 상대 악력을 사분위수에 따라서 4개의 그룹으로 범주화 하였으며 상대 악력 일사분위(Q1)는 1.536kg/BMI 미만, 이사분위(Q2)는 1.537kg/BMI

이상 1.751kg/BMI 이하, 삼사분위(Q3)는 1.752kg/BMI 이상 1.925kg/BMI 이하, 사사분위(Q4)는 1.926kg/BMI 이상이다. 남성 대상자의 악력에 따른 차이를 파악하기 위해 범주형 변수는 카이제곱 검정을 사용하였고, 연속형 변수의 경우 ANOVA 분석을 시행하였다. 모든 분석의 통계적 유의수준은 P-value 값 0.05를 기준으로 하였고, 국민건강영양조사 자료의 특성에 따라서 복합표본분석으로 하였다.

연령의 평균은 Q1군이 37.71 ± 0.43 , Q2군이 39.51 ± 0.42 , Q3군이 38.78 ± 0.42 , Q4군이 37.03 ± 0.37 로 유의한 차이가 있었다($p < 0.001$). 혈압 측정 결과에서는 수축기 및 이완기 혈압에서 악력이 높은 군보다 낮은 군에서 유의하게 높았다($P < 0.001$). 혈액지표에서 공복혈당은 악력이 낮은 Q1군이 $101.08 \pm 0.82 \text{mg/dL}$, 악력이 높은 사사분위(Q4)군이 $94.15 \pm 0.40 \text{mg/dL}$ 로 Q1군이 유의하게 높았으며, 총 콜레스테롤 수치역시 악력이 낮은 Q1군이 $200.70 \pm 1.24 \text{mg/dL}$, Q4군이 $190.68 \pm 1.21 \text{mg/dL}$, 중성지방은 Q1군이 $171.00 \pm 4.56 \text{mg/dL}$, Q4군이 $145.03 \pm 6.71 \text{mg/dL}$ 으로 상대 악력이 낮은 군이 높은 Q4군보다 유의하게 높았다($p < 0.001$). HDL-콜레스테롤은 Q1군이 평균 $45.47 \pm 0.36 \text{mg/dL}$, Q4군이 $50.92 \pm 0.38 \text{mg/dL}$ 로 Q1군이 Q4군보다 유의하게 높았다($p < 0.001$).

사회경제학적 요인 변수에서 소득수준은 악력이 낮은 군과 높은 군과의 유의한 차이는 없었으며, 교육 수준은 초등학교 졸업 이하' Q1군 2.3% 이사분위(Q2) 3.2%, 삼사분위(Q3) 1.4%, Q4군이 0.8%로 유의한 차이가 있었으며 '중학교 졸업이하' Q1군 4.7% Q4군이 3.5%, '고등학교 졸업이하' Q1군이 40.0% Q4 군이 43.4% '대학 이상' Q1군이 53.0%, Q4군이 52.3%로 통계적으로 유의한 차이가 있었다($p = 0.002$). 음주 상태는 '현재 음주'가 Q1군이 87.4%, Q4군이 91.8%를 차지하였으나 통계적으로 유의한 차이는 없었으며, 흡연상태는 Q1군이 37.2%, Q4군이 45.3%로 현재 흡연중이며 유의한 차이가 있었다($p = 0.010$).

Table 4. General characteristics of man participants according to relative hand grip strength quartile group.

	Relative HGS (n=4,106)				<i>p</i>
	Q1 (n=1,026)	Q2 (n=1,027)	Q3 (n=1,027)	Q4 (n=1,026)	
Age (years)	37.71±0.43	39.51±0.42	38.78±0.42	37.03±0.37	<0.001
SBP (mmHg)	118.91±0.45	117.99±0.44	116.69±0.47	114.95±0.42	<0.001
DBP (mmHg)	80.70±0.38	79.63±0.35	78.30±0.36	76.90±0.33	<0.001
FBS (mg/dL)	101.08±0.82	100.80±0.93	97.40±0.79	94.15±0.40	<0.001
Total cholesterol (mg/dL)	200.70±1.24	199.63±1.38	194.69±1.31	190.68±1.21	<0.001
Triglyceride (mg/dL)	171.00±4.56	182.74±5.52	158.86±5.76	145.03±6.71	<0.001
HDL-C (mg/dL)	45.47±0.36	46.55±0.37	48.62±0.40	50.92±0.38	<0.001
Household income					0.593
Low	273(27.1)	217(22.8)	250(24.4)	250(24.4)	
Middle Low	246(24.9)	281(27.2)	251(26.1)	251(26.1)	
Middle high	246(24.0)	254(24.1)	285(26.7)	285(26.7)	
High	261(24.0)	275(25.9)	240(22.8)	240(22.8)	
Education					0.002
≤Elementary	28(2.3)	36(3.2)	18(1.4)	10(0.8)	
Middle school	54(4.7)	46(4.3)	53(5.1)	38(3.5)	
High School	387(40.0)	351(35.8)	393(40.8)	435(43.4)	
≥College	557(53.0)	594(56.6)	563(52.7)	543(52.3)	
Marital status					0.006
Married	623(56.2)	715(64.4)	699(63.1)	664(59.9)	
Single	403(43.8)	312(35.6)	328(36.9)	362(40.1)	

Regular exercise, n (%)	530(54.0)	543(54.1)	573(58.5)	525(51.9)	0.047
Alcohol consumption					0.076
Nothing	41(3.7)	31(3.2)	21(2.1)	21(2.3)	
Current	891(87.4)	908(88.5)	930(90.2)	942(91.8)	
Past	94(8.9)	88(8.2)	76(7.7)	63(0.8)	
Smoking status					0.010
Non-smoker	326(33.0)	273(27.6)	275(27.9)	247(25.3)	
Current-smoker	387(37.2)	420(41.4)	421(41.8)	474(45.3)	
ex-smoker	313(29.8)	334(30.9)	331(30.3)	305(29.4)	

Data presented as Mean \pm SD values or n(%). p-value were calculated by chi-squared test and ANOVA
 Q1:<1.536, Q2 :1.537-1.751, Q3:1.752-1.925, Q4: 1.926 \leq

BMI, body mass index; SBP, systolic blood pressure; DBP, diastolic blood pressure; FBS, fasting blood sugar; HDL-C, high-density lipoprotein cholesterol.

(2) 여성의 상대악력과 일반적 특성

여성에게서 상대 악력을 사분위수에 따라서 4개의 그룹으로 범주화 하였으며 상대 악력 일사분위(Q1)는 0.955kg/BMI 미만, 이사분위(Q2)는 0.956kg/BMI 이상 1.112kg/BMI 이하, 삼사분위(Q3)는 1.113kg/BMI 이상 1.268kg/BMI 이하, 사사분위(Q4)는 1.269kg/BMI 초과이다. 여성 대상자의 악력에 따른 차이를 파악하기 위해 남성과 동일한 방법인 카이제곱 검정과 ANOVA 분석을 택하였으며, 모든 분석의 통계적 유의수준은 P-value 값 0.05를 기준으로 하였다.

연령의 평균은 악력이 낮은 일사분위(Q1)군에서 41.16 ± 0.38 , 상대적으로 악력이 높은 Q4군이 37.44 ± 0.31 로 유의한 차이가 있었다($p < 0.001$). 혈압 측정 결과에서는 수축기 및 이완기 혈압에서 악력이 높은 군보다 낮은 군에서 유의하게 높았다($P < 0.001$). 혈액지표에서 공복혈당은 악력이 낮은 Q1군이 96.47 ± 0.67 mg/dL, 악력이 높은 Q4군이 90.78 ± 0.36 mg/dL로 Q1군이 유의하게 높았으며, 총 콜레스테롤 수치 역시 악력이 낮은 Q1군이 200.65 ± 1.26 mg/dL Q4군이 186.95 ± 0.92 mg/dL, 중성지방은 Q1군이 122.42 ± 2.59 mg/dL, Q4군이 87.42 ± 1.68 mg/dL으로 상대 악력이 낮은 군이 높은 Q4군보다 유의하게 높았다($p < 0.001$). HDL-콜레스테롤은 Q1군이 평균 54.02 ± 0.38 mg/dL, Q4군이 59.73 ± 0.38 mg/dL로 Q1군이 Q4군보다 유의하게 높았다($p < 0.001$).

사회경제학적 요인 변수에서 소득수준은 하위에서 Q1군이 30.1% Q4군이 22.6%, 상위에서 Q1군이 22.9% Q4군이 27.5%로 유의한 차이가 있었다($p = 0.002$) 교육 수준은 초등학교 졸업 이하' Q1군 5.7% Q4군이 2.9%, '중학교 졸업이하' Q1군 11.0% Q4군이 4.4%, '고등학교 졸업이하' Q1군이 29.9% Q4 군이 39.9% '대학 이상' Q1군이 28.3%, Q4군이 52.8%로 모든 군에서 대학교 졸업 이상이 가장 높았으며, 통계적으로 유의한 차이가 있었다($p < 0.001$).

규칙적인인 운동은 악력이 낮은 Q1군이 45.0%, 상대적으로 악력이 높은 Q4군이 51.6%로 유의하게 낮았으며, 음주 상태는 Q1군이 75.5%, Q4군이 81.7%로 '현재 음주'가 가장 높았다($p = 0.001$).

Table 5. General characteristics of woman participants according to relative hand grip strength quartile group.

	Relative HGS (n=5,532)				<i>p</i>
	Q1 (n=1,383)	Q2 (n=1,383)	Q3 (n=1,383)	Q4 (n=1,383)	
Age (years)	41.16±0.38	39.80±0.35	38.94±0.33	37.44±0.31	<0.001
SBP (mmHg)	111.64±0.44	109.21±0.38	107.78±0.36	108.00±0.40	<0.001
DBP (mmHg)	74.18±0.19	72.73±0.28	71.82±0.29	72.07±0.27	<0.001
FBS (mg/dL)	96.47±0.67	94.67±0.64	91.79±0.35	90.78±0.36	<0.001
Total cholesterol (mg/dL)	200.65±1.26	195.97±1.19	192.54±0.98	186.95±0.92	<0.001
Triglyceride (mg/dL)	122.42±2.59	104.25±2.26	97.45±2.42	87.42±1.68	<0.001
HDL-C (mg/dL)	54.02±0.38	56.36±0.39	57.73±0.40	59.73±0.38	<0.001
Household income					0.002
Low	414(30.1)	321(23.8)	299(23.2)	290(22.6)	
Middle Low	347(24.6)	366(25.9)	349(26.0)	344(24.0)	
Middle high	296(22.4)	360(26.7)	369(25.5)	351(25.9)	
High	326(22.9)	336(23.6)	366(25.3)	398(27.5)	
Education					<0.001
≤Elementary	91(5.7)	52(3.5)	35(2.5)	21(1.7)	
Middle school	129(9.7)	91(6.2)	70(4.6)	42(2.7)	
High School	556(40.8)	559(41.1)	521(39.2)	506(37.9)	
≥College	606(43.7)	681(49.2)	757(53.7)	814(57.7)	
Marital status					0.196
Married	1,067(73.1)	1,091(74.4)	1,084(73.7)	1,044(70.4)	
Single	316(26.9)	292(25.6)	299(26.3)	339(29.6)	

Regular exercise, n (%)	606(45.0)	640(47.7)	670(48.6)	3692(51.6)	0.020
Alcohol consumption					0.001
Nothing	120(8.3)	96(6.3)	74(4.8)	78(5.3)	
Current	1,023(75.5)	1,059(77.7)	1,105(81.0)	1,111(81.7)	
Past	240(16.2)	228(16.0)	204(14.2)	194(12.9)	
Smoking status					0.218
Non-smoker	1,200(85.8)	1,188(85.5)	1,250(86.5)	1,183(84.5)	
Current-smoker	95(8.0)	101(7.6)	71(5.8)	94(7.2)	
ex-smoker	88(6.2)	94(6.9)	107(7.7)	106(8.2)	

Data presented as Mean \pm SD values or n(%). p-value were calculated by chi-squared test and ANOVA
 Q1:<0.955, Q2 :0.956-1.112, Q3:1.113-1.268, Q4: 1,269 \leq

BMI, body mass index; SBP, systolic blood pressure; DBP, diastolic blood pressure; FBS, fasting blood sugar; HDL-C, high-density lipoprotein cholesterol.

4. 악력에 따른 대사증후군 차이

본 연구의 종속변수인 대사증후군의 분류 기준에 따라서 정의된 대상자를 기준으로 성별에 따라서 상대 악력간의 차이를 보고자 카이제곱 검정 (Chi-square test)을 실시한 결과는 Table 6, Table 7과 같다.

남성에서 상대 악력이 가장 낮은 일사분위인 Q1군에서 대사증후군에 해당되는 대상자는 39.0%, Q2군은 28.2%, Q3군은 18.2%, Q4군은 10.4%로 나타났으며, 여성에서는 대사증후군에 해당하는 대상자는 Q1군 21.1%, Q2군에서 11.1%, Q3군은 6.3%, Q4군은 3.4%로 남성대상자와 마찬가지로 상대악력이 낮은 Q1군에 해당할수록 악력이 높은 Q4군 보다 대사증후군율이 유의하게 높았다 ($p < 0.001$).

Table 6. The number of cases with Metabolic syndrome by quartile of man's relative hand grip strength.

	Relative HGS (n=4,106)				<i>p</i>
	Q1 (n=1,026)	Q2 (n=1,027)	Q3 (n=1,027)	Q4 (n=1,026)	
Metabolic syndrome					<0.001
Non-MetS	613(61.0)	734(71.8)	821(81.8)	913(89.6)	
MetS	413(39.0)	293(28.2)	206(18.2)	113(10.4)	

Data presented as n(%). p-value were calculated by chi-squared test
 Q1:<1.536, Q2 :1.537-1.751, Q3:1.752-1.925, Q4: 1,926 ≤
 Relative HGS, HGS/BMI ratio

Table 7 The number of cases with Metabolic syndrome by quartile of woman's relative hand grip strength.

	Relative HGS (n=5,532)				<i>p</i>
	Q1 (n=1,383)	Q2 (n=1,383)	Q3 (n=1,383)	Q4 (n=1,383)	
Metabolic syndrome					<0.001
Non-MetS	1,077(78.9)	1,210(88.9)	1,293(93.7)	1,331(96.6)	
MetS	306(21.1)	173(11.1)	90(6.3)	52(3.4)	

Data presented as n(%). p-value were calculated by chi-squared test.
 Q1:<0.955, Q2 :0.956-1.112, Q3:1.113-1.268, Q4: 1,269 ≤
 Relative HGS, HGS/BMI ratio.

5. 악력과 대사증후군과의 관련성

(1) 악력 및 연령대에 따른 대사증후군과의 관련성

연구대상자의 상대 악력 수준에 따라 분류된 사분위수에서 대사증후군과 연관성을 파악하기 위해 다중 로지스틱 회귀분석(Multiple logistic regression analysis)을 실시하였고, 오즈비(Odds Ratio, OR)와 95% 신뢰구간(Confidence Interval, CI)을 산출하였으며, 모든 통계적 유의수준은 P-value 값 0.05를 기준으로 하였다. 악력과 대사증후군에서 혼란변수를 통제한 독립적인 연관성을 살펴보기 전 남성과 여성을 기준으로 연령대에 따라 상대적인 위험도를 면밀히 살펴보고자 연령 변수를 범주화하여 로지스틱 회귀분석을 실시하였다. 연령대는 남성과 여성 모두 '19-29세', '30-39세', '40-49세', '50-59세'로 범주화한 후 상대적 위험도를 산출하였으며 그 결과는 Table 8.과 같다.

Model 1은 범주화된 연령대 변수를 보정하기 전이며, 남성의 경우 악력이 상대적으로 높은 사사분위(Q4)를 기준으로 대사증후군의 위험도가 삼사분위(Q3)에서 1.93배(OR 1.933, 95%CI 1.465-2.551), 이사분위(Q2)에서 3.39배(OR 3.399, 95% CI 2.586-4.469), 일사분위(Q1)에서 5.55배(OR 5.546, 95% CI 4.237-7.259)로 상대 악력이 낮아질수록 대사증후군의 위험이 증가하였다($p < 0.001$). 여성의 경우 악력이 상대적으로 높은 Q4군을 기준으로 대사증후군의 위험도가 Q3군에서 1.91배(OR 1.905, 95%CI 1.294-2.806), Q2에서 3.53배(OR 3.532, 95% CI 2.601-4.988), 상대적으로 악력이 가장 낮은 Q1군에서 7.53배(OR 7.531, 95% CI 5.450-10.406)로 상대 악력이 낮아질수록 대사증후군의 위험이 증가하였다($p < 0.001$).

Model 2는 연령대를 보정하여 로지스틱 회귀분석을 한 결과이다. 남성은 '19-29세'를 기준으로 '50-59세'에서 상대적으로 대사증후군의 위험이 3.83배(OR 3.826, 95%CI 2.888-5.067) 더 높았으며, 연령대를 보정한 상대 악력의 경

우 Q1군에서 대사증후군의 위험이 6.04배(OR 6.044, 95%CI 4.593-7.953)더 높게 나타났다($p < 0.001$). 여성의 경우 ‘19-29세’를 기준으로 ‘50-59세’에서 상대적으로 대사증후군의 위험이 5.35배(OR 5.347, 95%CI 3.619-7.902) 더 높았으며, 연령대를 보정한 상대 악력의 경우 Q3군에서 대사증후군의 위험이 1.78배(OR 1.782, 95%CI 1.466-3.716)더 높게 나타났다($p = 0.003$). Q2군에서 대사증후군의 위험비는 3.20배(OR 3.205, 95%CI 2.267-4.531), 상대적으로 악력이 가장 낮은 Q4군에서는 6.7배(OR 6.700, 95%CI 4.828-9.298)더 유의하게 높게 나타났다($p < 0.001$).



Table 8. Adjusted associations between relative hand grip strength, Age group and metabolic syndrome.

		Man					
		Model 1			Model 2		
		OR	95%CI	<i>p</i>	OR	95%CI	<i>p</i>
Relative HGS				<0.001			<0.001
	Q1	5.546	4.237-7.259		6.044	4.593-7.953	
	Q2	3.399	2.586-4.469		3.367	2.539-4.466	
	Q3	1.933	1.465-2.551		1.893	1.433-2.501	
	Q4	ref			ref		
Age (years)							<0.001
	50-59				3.826	2.888-5.067	
	40-49				4.061	3.100-5.321	
	30-39				2.955	2.264-3.857	
	19-29				ref		
		Woman					
		Model 1			Model 2		
		OR	95%CI	<i>p</i>	OR	95%CI	<i>p</i>
Relative HGS				<0.001			
	Q1	7.531	5.450-10.406		6.700	4.828-9.298	<0.001
	Q2	3.532	2.501-4.988		3.205	2.267-4.531	<0.001
	Q3	1.905	1.294-2.806		1.782	1.466-3.716	0.003
	Q4	ref			ref		

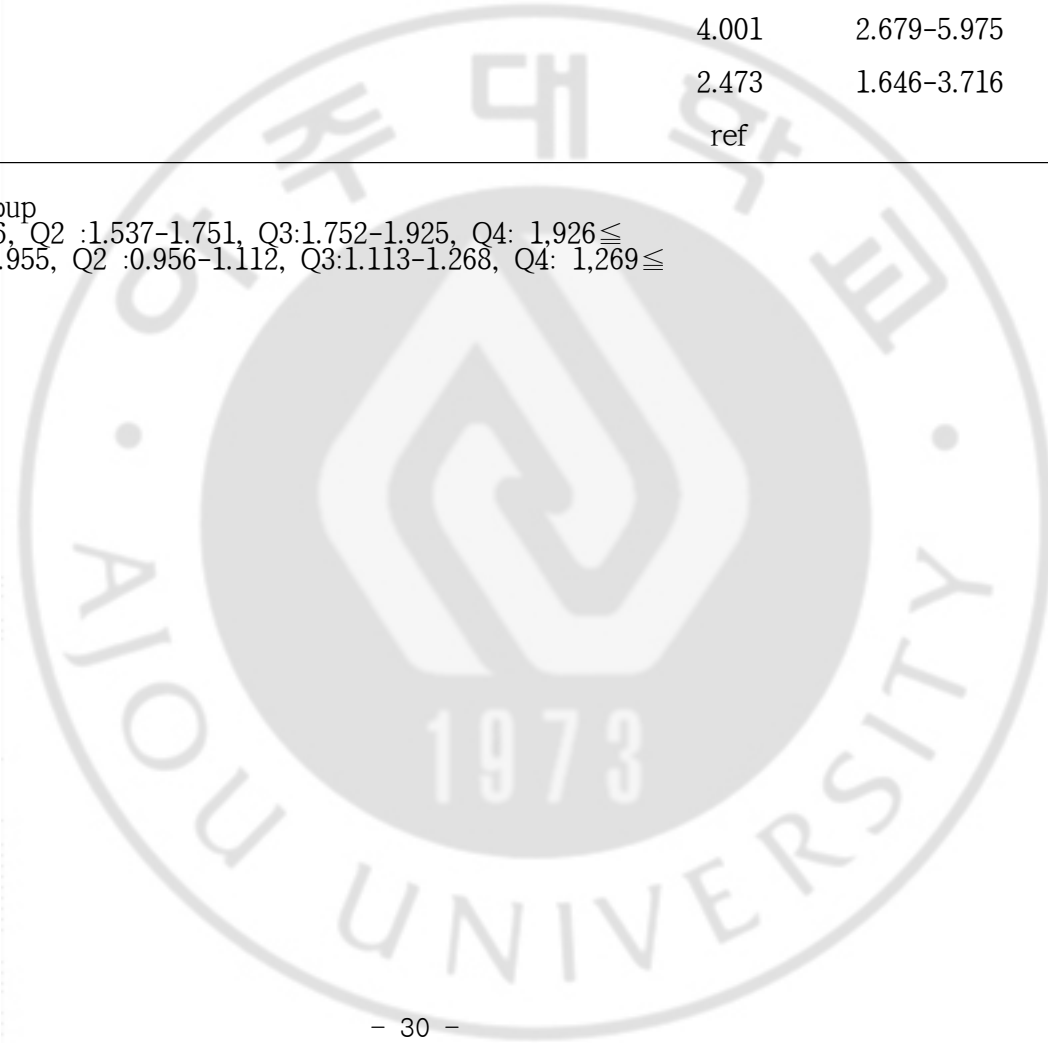
Age (years)			<0.001
50-59	5.347	3.619-7.902	
40-49	4.001	2.679-5.975	
30-39	2.473	1.646-3.716	
19-29	ref		

Model 1: unadjusted.

Model 2: adjusted for age group

man Relative HGS : Q1:<1.536, Q2 :1.537-1.751, Q3:1.752-1.925, Q4: 1.926≤

Woman Relative HGS : Q1:<0.955, Q2 :0.956-1.112, Q3:1.113-1.268, Q4: 1.269≤



(2) 악력에 따른 대사증후군과의 독립적 연관성

연구대상자의 상대 악력 수준과 대사증후군과의 독립적인 연관성을 파악하기 위해 혼란변수를 보정한 다중 로지스틱 회귀분석(Multiple logistic regression analysis)을 실시하였고, 오즈비(Odds Ratio, OR)와 95% 신뢰구간(Confidence Interval, CI)를 각각 산출하였다. 모든 통계적 유의수준은 P-value 값 0.05를 기준으로 하였으며 결과 분석은 Table 9와 같다.

남성대상자에서는 Model 1과 같이 혼란변수를 통제하지 않은 경우 상대악력 사사분위(Q4)를 기준으로 대사증후군과의 상대 위험도는 삼사분위(Q3)군에서 1.93배(OR 1.933, 95%CI 1.465-2.551) 유의하게 높았다($p=0.003$). 상대적으로 악력이 낮은 이사분위(Q2)군에서는 3.40배(OR 3.399, 95%CI 2.568-4.469) 높게 나타났으며, 상대 악력이 가장 낮은 일사분위(Q1)군에서는 5.55배(OR 5.546, 95%CI 4.237-7.259)배 높게 나타났다($p<0.001$). 여성의 경우 악력이 상대적으로 높은 Q4군을 기준으로 대사증후군의 위험도가 Q3군에서 1.90배(OR 1.905, 95%CI 1.294-2.806), Q2에서 3.53배(OR 3.532, 95% CI 2.501-4.988), 상대적으로 악력이 가장 낮은 Q1군에서 7.53배(OR 7.531, 95% CI 5.450-10.406)로 상대 악력이 낮아질수록 대사증후군의 위험이 증가하였다($p<0.001$).

Model 2에서는 연령 변수를 통제하여 로지스틱 회귀분석을 한 결과이다. 연령을 보정한 결과 남성에서는 Q4군을 기준으로 대사증후군의 위험도가 Q3군에서 1.81배(OR 1.816, 95%CI 1.375-2.398), Q2군에서는 3.152배(OR 3.1152, 95% CI 2.384-4.167), 상대적으로 악력이 가장 낮은 Q1군에서 5.68배(OR 5.675, 95% CI 4.329-7.439)로 상대 악력이 낮을수록 대사증후군의 위험비가 유의하게 높았다($p<0.001$). 여성의 경우에는 Q4군을 기준으로 대사증후군의 위험도가 Q3군에서 1.76배(OR 1.760, 95%CI 1.194-2.595) 높게 나타났다($p=0.004$). Q2에서는 3.14배(OR 3.141, 95% CI 2.219-4.445), 상대적으로 악력이 가장 낮은 Q1군에서 6.40배(OR 6.398, 95% CI 4.615-8.871)로 상대 악력이 낮을수록 대사증후군의 위험도가 유의하게 높았다($p<0.001$).

최종적으로 Model 3에서는 연령을 통제한 Model 2를 포함하여 인구사회학적 요인인 소득수준, 교육수준, 결혼상태와 건강행태 요인인 규칙적인 운동 유무, 음주 및 흡연 상태를 보정한 결과이다. 상대악력이 가장 높은 Q4군을 기준으로 대사증후군의 상대 위험도가 남성에서는 Q3군에서 1.91배(OR 1.913, 95%CI 1.443-2.538) 높게 나타났으며, Q2군에서는 3.39배(OR 3.393, 95% CI 2.551-4.514), 상대적으로 악력이 가장 낮은 Q1군에서 6.28배(OR 6.284, 95% CI 4.746-8.321)로 상대 악력이 낮을수록 대사증후군의 위험비가 유의하게 높았다 ($p < 0.001$). 여성의 경우 상대 악력이 가장 높은 Q4군을 기준으로 대사증후군의 위험도가 Q3군에서 1.73배(OR 1.729, 95%CI 1.172-2.550) 높게 나타났다 ($p = 0.006$). Q2에서는 3.04배(OR 3.035, 95% CI 2.136-4.314), 상대적으로 악력이 가장 낮은 Q1군에서 6.15배(OR 6.152, 95% CI 4.407-8.588)로 상대 악력이 낮을수록 대사증후군의 위험도가 유의하게 높았다($p < 0.001$).

Table 9. Adjusted association between relative hand grip strength and metabolic syndrome by multiple logistic regression analysis

		Man					
		Model 1		Model 2		Model 3	
		OR(95%CI)	<i>p</i>	OR(95%CI)	<i>p</i>	OR(95%CI)	<i>p</i>
Relative HGS			<0.001		<0.001		<0.001
	Q1	5.546(4.237-7.259)		5.675(4.329-7.439)		6.284(4.746-8.321)	
	Q2	3.399(2.586-4.469)		3.152(2.384-4.167)		3.393(2.551-4.514)	
	Q3	1.933(1.465-2.551)		1.816(1.375-2.398)		1.913(1.443-2.538)	
	Q4	ref		ref		ref	
		Woman					
		Model 1		Model 2		Model 3	
		OR(95%CI)	<i>p</i>	OR(95%CI)	<i>p</i>	OR(95%CI)	<i>p</i>
Relative HGS			<0.001				
	Q1	7.531(5.450-10.406)		6.398(4.615-8.871)	<0.001	6.152(4.407-8.588)	<0.001
	Q2	3.532(2.501-4.988)		3.141(2.219-4.445)	<0.001	3.035(2.136-4.314)	<0.001
	Q3	1.905(1.294-2.806)		1.760(1.194-2.595)	0.004	1.729(1.172-2.550)	0.006
	Q4	ref		ref		ref	

Model 1: unadjusted.

Model 2: adjusted for age

Model 3: adjusted for income, education, marriage, alcohol consumption, Smoking status and exercise.

OR, Odds ratio; CI, confidence interval.

IV. 고찰

본 연구는 국민건강영양조사 제 7기(2016-2018) 원시자료에서 연구대상자를 선별하여, 악력 수준에 따라서 건강한 성인의 대사증후군의 차이와 발병 위험도를 분석한 연구이다. 악력은 개인별 신체적 차이에 따라서 영향을 받는 인자임으로 신장과 체중을 고려하여 체질량지수로 나눈 상대 악력을 사분위수에 따라서 나누어 대사증후군과의 관련성을 면밀히 분석하였다. 그 결과 남성과 여성 모두 상대 악력이 낮은 군에서 상대 악력이 높은 군보다 대사증후군의 위험이 유의하게 높은 것을 확인할 수 있었다. 또한 연령대에 따라서, 인구사회학적 인자와 건강행태학적 인자를 보정한 후에도 상대 악력이 남성과 여성 모두에게서 유의하게 낮은 것으로 나타났다. 즉 낮은 상대 악력은 대사증후군 발생 위험도에 독립적인 위험인자로 작용한다는 결과를 도출할 수 있었다.

대사증후군은 성별과 나이에 영향을 받는 것으로 보고된 바 있으며, 선행 연구에 따르면 36개의 코호트 연구를 통하여 19세 이상의 성인을 대상으로 12.2년 동안 추적한 결과 여성에서는 40대 이전에 대사증후군의 발생률이 7.6%, 남성은 10.5%로 남성이 더 높은 것에 반해 60대 이후 여성은 37.6%, 남성은 21.8%로 나이가 들수록 남성은 2배 여성은 5배 이상 위험이 증가하는 것으로 나타났다(Vishram et al., 2014). 국내에서는 한국유전체역학조사사업(Korean Genome and Epidemiology Study, KoGES) 코호트 자료를 이용하여 5년의 추적 기간 동안 상대악력 수준과 대사증후군 발생률을 조사한 결과 악력이 높을수록 남성에서는 0.425배(High HGS, 95% CI: 0.326-0.556) 여성에서는 0.564배(High HGS, 95% CI: 0.564-0.756) 통계적으로 유의하게 발생 위험률이 감소한 것으로 보고되었다(조진경 등, 2019). 본 연구에서도 연령대를 범주화하여 남성과 여성의 대사증후군의 위험비를 살펴보았을 때, 남성보다 여성에게서 40대 이후 발생 위험이 두드러지게 높게 나타났는데 이는 여성에서 폐경기를 기점으로 에스트로젠 분비의 감소를 보완하기 위하여 근육이 감소하고 체지방이 증가한 결과

인슐린 저항성과 함께 비만, 동맥경화, 고혈압 등을 동반한 대사증후군 발생에 원인이 있다는 보고와 일치한다(Huang et al., 1999; Carr, 2003; Monzillo et al., 2003).

근력 및 악력과 심혈관계질환, 고지혈증, 제 2형 당뇨병 간의 관련성 연구는 최근에 미국과 일본에서 질병으로 분류하는 노인성 근감소증(Sarcopenia)이 알려지며 더욱 활발해졌는데, 나이가 증가하면서 호르몬 변화와 근육 내 염증성 사이토카인이 증가하면서 이는 근육의 단백질대사의 문제와 인슐린 저항성을 높게 되는 원인으로 작용하여 노인 인구에서 근감소가 결국에는 질환의 위험성을 높이고, 사망 위험도에도 영향을 줄 수 있다는 결과를 보고하였다(Zamboni et al., 2008; Lang et al., 2002, Wang et al., 2012,).

한편 Framingham Heart Study Offspring 연구에서는 대사증후군이 있는 대상자에서 당뇨병 위험도가 7배 증가하는 것으로 보고되었으며, 대사증후군의 위험 요인이 많을수록 당뇨병의 위험은 증가하는 것으로 보고하였다. 즉 대사증후군의 진단은 당뇨병의 위험도를 증가시키는데 이러한 당뇨병과의 상관관계를 보고한 연구결과에 따르면 미국의 65세이상 노인 1,903명을 대상으로 19년 동안 추적한 연구결과 악력이 낮을 때 당뇨병의 위험률이 남성에서는 1.15배(HR 1.15, 95% CI 1.12-1.19), 여성에서는 1.33배(HR 1.33, 95% CI 1.30-1.35) 높은 것으로 나타났다(McGrath et al., 2018). 국내에서는 당뇨병과 악력의 관련성을 본 연구에서도 인구사회학적요인, 경제학적 및 건강행태요인을 보정하여 분석한 결과 악력이 높을 때 당뇨병(Right HGS OR 0.19; CI 0.07-0.50, Left HGS OR 0.08; CI 0.03-0.22)의 위험비가 낮은 것으로 나타났다(Mee-ri et al., 2018). 또한 절대 악력과 제2형 당뇨병과의 관계를 분석하기 위한 10년간의 추적 연구결과 체질량지수가 높은 집단에서는 악력과 제2형 당뇨병 발생에 상관관계가 없는 것으로 나타났다(Wander et al., 2011). 또 다른 전향적 연구결과에서는 악력이 감소함에 따라서 사망률이 높아진다는 결과가 보고되었으나 인슐린 저항 및 당뇨병과는 유의한 관계가 없다고 보고하였다(Leong et al., 2015). 이러한 상반된 연구 결과는 근력의 측정지표인 악력에서 절대 악력과 신장과 체중이 반영된 상대

악력의 사용에 따른 차이라고 유추할 수 있으며, 절대 악력에 비해 상대 악력을 활용하여 근력 측정의 대리지표로 활용가능 하다는 점을 제안할 수 있다.

최근 악력과 대사증후군의 연관성에 대한 연구가 보고되고 있는데, 우리나라 성인을 대상으로 절대 악력을 체질량지수와 나눈 상대 악력을 대사증후군과 비교 분석한 결과 상대 악력이 높을수록 대사증후군과 음의 상관관계가 있는 것으로 나타났다(Yi et al., 2018). 본 연구의 자료와 동일한 국민건강영양조사 제 7기 1차년도 자료를 이용하여 1,244명의 65세 이상의 노인인구를 대상으로 비교한 결과 남성과 여성 모두 악력이 높을수록 남성에게서는 0.52배 여성에게서는 0.28배 상대 악력이 높은 경우 대사증후군의 위험이 유의하게 낮은 것으로 나타났다(Hong, 2019). 그러나 기존 연구에서는 65세 이상의 인구를 대상으로 하거나, 기저질환이 있는 대상자를 제외하지 않았고, 대사증후군과 관련된 고혈압, 인슐린저항성 및 당뇨병을 대상으로 조사된 연구는 존재하였으나 대사증후군과의 독립적인 연관성을 보고한 연구는 미비한 실정이다. 대사증후군과 악력의 관련성에 관한 기전은 아직 불분명하지만, 체지방량의 증가는 인슐린 저항성과 당 대사, 혈압 등과 관련이 있다는 것과 근력을 강화하는 신체활동을 통하여 근육 혈관의 확장과 체지방량의 개선이 가능하다는 점이 예상되므로 이러한 근력을 측정하는 대리지표인 악력과 대사증후군과의 연관성을 위한 후속 연구가 필요하다고 사료된다.

본 연구에서는 대사증후군으로 인하여 발생 가능성이 있는 심혈관계질환자를 선별하기 위해 국민건강영양조사의 건강설문조사 이환 문항에서 순환기계 질환 이환 조사표에 해당하는 ‘고혈압’ ‘이상지질혈증’ ‘뇌졸중(중풍)’ ‘심근경색증’ ‘협심증’ 의 의사진단 여부가 하나 이상인 대상자를 제외하였으며, 만성질환의 가능성이 있는 고령자를 제외하고자 60세 미만의 건강한 성인 남성과 여성에게서 악력과 대사증후군 간의 독립적인 예측 인자로 작용한 결과를 확인하였다는 것에서 의의가 있다.

그러나 대사증후군의 정확한 병리 기전이 명확하지 않은 점, 연구대상자 선정과정에서 대사증후군으로 발생하였을 가능성이 있는 추가 질환 군에 대하

여 관련 연구 조사 자료를 충분히 반영하였어야 하며, 이를 보완한 추가 연구가 요구된다. 또한 본 연구는 대사증후군의 단면조사 자료를 사용하였기 때문에 악력과 대사증후군 간의 선후 인과관계를 제시할 수 없다는 것과, 우리나라 성인을 대상으로 하였기 때문에 일반화하여 확대 적용하는 것에 유의하여야 한다. 본 자료에서 신체 검진을 제외한 건강행태요인 변수에서 객관성이 반영되지 않은 자가 설문을 활용하였기 때문에 회상바이어스가 발생한 것 또한 제한점이 있다.

그러나 국민건강영양조사는 우리나라의 보건 정책 수립을 위한 기초적이며 대표성을 갖춘 자료로써, 이를 활용하여 악력과 대사증후군 간의 연관성을 살펴보기 위해 연령 및 인구사회학적 요인, 건강행태 요인을 보정하여 성별에 따라서 분석하였다는 점에 의미가 있다고 사료된다. 이를 통해 건강한 성인에게서도 발생의 가능성이 있는 대사증후군을 예방하고 관리하기 위해서 근력 향상의 중요성을 강조하고, 근력이 낮은 사람에게서 대사증후군의 위험을 측정하는 근력의 대리지표로 악력을 활용할 수 있도록 제안하고자 한다.

V. 결 론

본 연구는 대사 작용의 만성적인 이상으로 심혈관계질환 및 제 2형 당뇨병 등에 원인으로 작용하는 대사증후군의 위험이 있는 대상자를 선별하고 중재하기 위한 도구로써 악력 측정의 중요성을 제시하고자 함에 있다.

국민건강영양조사 제 7기(2016-2018) 자료를 활용하여 만 19세 이상 60세 미만의 건강한 우리나라의 성인 9,683명 남성 4,106명 여성 5,532명을 대상으로 인구사회학적 요인과 건강행태요인을 보정하여 로지스틱 회귀분석을 시행한 결과 상대 악력 수준이 낮을수록 대사증후군의 위험이 유의하게 증가하는 것을 확인 할 수 있었다. 기존 선행연구에서는 상대적으로 근력이 낮은 고령자를 대상으로 하거나, 기저 질환이 있는 대상자를 연구에 포함하였으나, 본 연구에서는 이점을 보완하여 성별과 연령대에 따라 세분화하여 분석한 것에 차별성이 있다. 그 결과 건강한 성인에게서 대사증후군을 예방하고 관리하기 위해서 근력 운동과 신체 활동의 필요성을 강조하고, 근력이 낮은 사람에게서 대사증후군의 위험을 강조하고자 비교적 간편한 수단으로 근력 측정이 가능한 악력을 기초 도구로 활용하여 대사증후군 관리에 용이하도록 사회적 관심과 정책적 지원의 필요성이 요구된다.

본 연구의 분석 자료인 국민건강영양조사는 단면연구 설계의 특성상 질환과 그 원인이 되는 변수 간의 인과관계를 추측하는 것에는 제한점이 있다. 그러나 우리나라 성인의 인구사회학적 특성과 신체활동 및 건강행태와 관련하여 충분히 대표성을 가진 자료이며, 건강한 성인을 대상으로 악력이 대사증후군 위험에 독립적인 예측 인자로 작용한 결과를 제시한 것에 의의가 있다.

따라서 악력 측정을 통해 대사증후군의 위험을 인지하고, 예방할 수 있도록 관련한 추가적 후속 연구가 더욱 필요할 것으로 사료된다.

참고문헌

국민건강보험. 2016 건강검진통계연보. 서울: 국민건강보험공단; 2016.

대한노인병학회. 제 3차 아시아 노쇠 근감소증 학술대회 자료. 서울: 대한노인병학회; 2017.07.28

대한당뇨병학회. 2015 당뇨병 진료지침, 서울: 대한당뇨병학회; 2015.

대한비만학회. 대사증후군의 관리 진료실 가이드. 서울: 대한비만학회; 2013.

대한심장학회. cardiometabolic syndrome summit 발표 자료. 2017.09.23.

대한근감소증학회. 2018 추계 학술대회 발표 자료. 2018.09.24

박성화, 이상호, 김정현, 남자 청소년의 상대 악력과 대사증후군과의 관련성 연구: 제6-7기 국민건강영양조사(2014-2016년도)자료를 이용하여. Asian Journal of Physical Education and Sport Science, 2019;7(3):83-94

박은옥, 최수정, 이효영. 제5기 국민건강영양조사로 추정된 한국 성인의 대사증후군 유병률과 관련 요인. 농촌의학지역보건학회지 2013;38(1):1-13

보건복지부. 보건복지부 건강정책과 보도자료. 2012.03.23.

이윤경. 성인 남녀에서 상대 악력과 당뇨병 및 공복혈당장애의 관련성 : 국민건강영양조사 제 7기 1차년도(2016) 자료를 이용하여. 석사학위논문, 연세대학교,

서울. 2018

이정아. 한국 성인의 악력과 고혈압 유병률과의 관계: 제 6 기 국민건강영양조사(2015년). 운동학학술지 2017;19(3):53-60

조진경, 윤은선, 박수현. 한국 성인에서 악력과 대사증후군 발생률과 연관성: 코호트연구. 한국운동생리학회지 2019;28(3):303-310

질병관리본부, 국민건강영양조사 원시자료 이용지침서 제 7기(2016-2018) 검진 조사지침서.2019

질병관리본부. 2016 국민건강통계 I 청주: 질병관리본부; 2017.

통계청. 2017년 사망원인통계결과 대전: 통계청; 2015.

한국건강보험심사평가원, 진료비 및 진료인원 참고자료.

Available from <http://www.healthmedia.co.kr/news/articleView.html?idxno=50999>

Andrea GM, Kristi R Jiang H. Metabolic Syndrome and Risk of Cardiovascular Disease: A Meta-Analysis. The American Journal of Medicine. 2006;119(10):812-819

Alan S, Dariush M, Veronique L et al. Heart disease and stroke statistics--2013 update: a report from the American Heart Association. 2013;127(1):6-245.

Alberti KG, Eckel RH, Grundy SM, Zimmet PZ, Cleeman JI, Donato KA, et al. Harmonizing the metabolic syndrome: a joint interim statement of the

International Diabetes Federation Task Force on Epidemiology and Prevention; National Heart, Lung, and Blood Institute; American Heart Association; World Heart Federation; International Atherosclerosis Society; and International Association for the Study of Obesity. *Circulation* 2009;120:1640-5.

Alberti KG, Zimmet P, Shaw J. Epidemiology Task Force Consensus Group. The metabolic syndrome--a new worldwide definition. *Lancet*. 2005;366(9491):1059-62.

Arch G, Rebecca J, Stephen D, Ara Jo. Grip Strength as a Marker of Hypertension and Diabetes in Healthy Weight Adults. *Am J Prev Med* 2015;49(6):850-858.

Association American Diabetes. Economic costs of diabetes in the U.S. in 2012. *Diabetes Care* 2013;36:1033-1046.

Bae EJ, Park NJ, Sohn HS, Kim YH. Handgrip strength and all-cause mortality in middle-aged and older Koreans. *Int J Environ Res Public Health*. 2019;16(5). pii:E740.

Baumgartner RN, Waters DL, Gallagher D, Morley JE, Garry PJ. Predictors of skeletal muscle mass in elderly men and women. *Mech Ageing Dev*. 1999;107(2):123-136.

Balkau B, Charles MA. Comment on the provisional report from the WHO consultation. European Group for the Study of Insulin Resistance (EGIR). *Diabet Med* 1999;16:442-443.

Bassey EJ, Harries UJ. Normal values for handgrip strength in 920 men and women aged over 65 years, and longitudinal changes over 4 years in 620 survivors. *Clin Sci* 1993;84: 331-7.

Bisschop CN, Peeters PH, Monninkhof EM, van der Schouw YT, May AM. Associations of visceral fat, physical activity and muscle strength with the metabolic syndrome. *Maturitas*. 2013;76(2):139-45.

Bohannon RW. Reference values for extremity muscle strength obtained by hand-held dynamometry from adults aged 20 to 79 years. *Arch Phys Med Rehabil*. 1997. January 1;78(1):26-32.

Carr MC. The emergence of the metabolic syndrome with menopause. *J Clin Endocrinol Metab*. 2003. 88: 2404-2411.

Celis-Morales CA, Petermann F, Hui L, Lyall DM, Iliodromiti S. Associations between diabetes and both cardiovascular disease and allcause mortality are modified by grip strength: evidence from UK Biobank, a prospective population-based cohort study. *Diabetes Care*. 2017;40(12):1710-8.

Choquette S, Bouchard DR, Doyon CY, Sénéchal M, Brochu M, et al. Relative strength as a determinant of mobility in elders 67-84 years of age. a nuage study: nutrition as a determinant of successful aging. *J Nutr Health Aging*. 2010;14(3):190-5.

Cruz-Jentoft AJ, Baeyens JP, Bauer JM, Boirie Y, Cederholm T, Landi F, et al.

Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis: Report of the European Working Group on Sarcopenia in Older People. *Age Ageing* 2010;39:412-423

Eckel RH, Grundy SM, Zimmet PZ. The metabolic syndrome. *Lancet*. 2005;365(9468):1415-1428.

American Academy of Sleep Medicine, International classification of sleep disorders, 2nd ed.: diagnostic and coding manual. Westchester, Illinois: American Academy of Sleep Medicine. 2005.

Hong S. Association of relative handgrip strength and metabolic syndrome in Korean older adults: Korea National Health and Nutrition Examination Survey VII-1. *J Obes Metab Syndr*. 2019;28(1):53-60.

Huang Z, Willett WC, Colditz GA, Hunter DJ, Manson JE, Rosner B, Speizer FE, Hankinson SE. Waist circumference, Waist:hip ratio, and risk of breast cancer in the Nurses' Health Study. *Am J Epidemiol*. 1999;150:1316-1324.

Kim, Y. et al. "Large-scale genome-wide association studies in east Asians identify new genetic loci influencing metabolic traits", *Nature Genetics*, 2011;43(10): 990-995.

Lang CH, Frost RA, Nairn AC, MacLean DA, Vary TC. TNF-alpha impairs heart and skeletal muscle protein synthesis by altering translation initiation. *Am J Physiol Endocrinol Metab* 2002;282:336-347.

Lee, G., Choi, H. Y. and Yang, S. J. Effects of dietary and physical activity interventions on metabolic syndrome: A meta-analysis. *Journal of Korean Academy of Nursing*, 2015;45:483-494.

Leong DP, Teo KK, Rangarajan S, et al. Prognostic value of grip strength: findings from the Prospective Urban Rural Epidemiology (PURE) study. *Lancet* 2015;386(9990):266-273.

Mee-Ri L, Sung Min J, Hyuk B, Hwa Sung K, Yong Bae K. Association between muscle strength and type 2 diabetes mellitus in adults in Korea. *Medicine* 2018;97(23):e10984.

McGrath R, Vincent BM, Al Snih S, Markides KS, Peterson MD. The Association between muscle weakness and incident diabetes in older Mexican Americans. *J Am Med Dir Assoc* 2017;18(5):452.

Monzillo LU, Hamdy O, Horton ES, Ledbury S, Mullooly C, Jarema C, Porter S, Ovalle K, Moussa A, Mantzoros CS. Effect of lifestyle modification on adipokine levels in obese subjects with insulin resistance. *Obes Res*. 2003;11:1048-1054.

Reaven GM. Banting lecture 1988. Role of insulin resistance in human disease. *Diabetes*. 1988;37(12):1595-1607

Studenski SA, Peters KW, Alley DE, et al. The FNIH sarcopenia project: rationale, study description, conference recommendations, and final estimates. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2014;69(5):547-558

Vishram JK, Borglykke A, Andreasen AH, Jeppesen J, Ibsen H, et al Impact of age and gender on the prevalence and prognostic importance of the metabolic syndrome and its components in Europeans. The MORGAM Prospective Cohort Project. PLoS One. 2014;9(9):e107294

Wang C, Bai L. Sarcopenia in the elderly: basic and clinical issues. Geriatr Gerontol Int 2012;12:388-396.

Wander PL, Boyko EJ, Leonetti DL, McNeely MJ, Kahn SE, et al. Greater hand-grip strength predicts a lower risk of developing type 2 diabetes over 10 years in leaner Japanese Americans. Diabetes Res Clin Pract. 2011;92(2):261-4.

WHO. Global status report on noncommunicable disease 2010 , Geneva, Switzerland.

Available from http://www.who.int/nmh/publications/ncd_report_full_en.pdf

Wind AE, Takken T, Helders PJ, Engelbert RH. Is grip strength a predictor for total muscle strength in healthy children, adolescents, and young adults. Eur J Pediatr. 2010;169(3):281-7.

Winegard KJ, Hicks AL, Sale DG, Vandervoort AA. A 12-year follow-up study of ankle muscle function in older adults. J Gerontol A Biol Sci Med Sci 1996;51:202-207.

Zamboni M, Mazzali G, Fantin F, Rossi A, Di Francesco V. Sarcopenic obesity: a new category of obesity in the elderly. Nutr Metab Cardiovasc Dis

2008;18:388-395.

Yi, D. Khang A. R., Lee H. W., Son S. M., & Kang, Y. H. Relative handgrip strength as a marker of metabolic syndrome: the Korea National Health and Nutrition Examination Survey (KNHANES) VI (2014-2015). *Diabetes, Metabolic Syndrome and Obesity: Targets and Therapy*, 2018;11,227-240.



ABSTRACT

Association between hand grip strength and metabolic syndrome in healthy Korean adults : The Korea National Health and Nutrition Examination Survey (KNHANES VII, 2016-2018)

Sol Lee

Graduate School of Public Health

Ajou University

(Supervised by Professor Soon Young Lee, M.D., Ph.D)

Background and Purpose: Muscle strength is the force that occurs when muscles or muscle tissues contract. It is a very important fitness factor to live an everyday life. It is reported to have a significant correlation with disease morbidity and mortality. Hand grip strength, a surrogate for evaluating muscle strength, is also known to be related to disease. However, few studies researched the relationship of physical strength with metabolic syndrome, which is caused by chronic abnormalities of metabolism and may cause type 2 diabetes and cardiovascular disease. Therefore, this study intends to closely look at the relationship between hand grip strength and metabolic syndrome. Through this, this study aims at presenting the need for hand grip strength measurement as a tool for screening and mediating subjects at risk of metabolic syndrome and highlighting the importance of improving muscle strength.

Research Method: This study is a secondary data analysis using the data from

the 7th National Nutrition Survey (2016–2018), which is standard data representing Korea. The subjects of this study were 9,683 adults over 19 under 60 years (2,165 males, 2,394 females), excluding those who have cardiovascular disease, or did not complete the survey. They were divided into 4 groups (Q1, Q2, Q3, Q4) according to the quartile of hand grip strength of the subjects. Multiple logistic regression analysis was performed to determine the relationship between metabolic syndrome and relative hand grip strength levels in men and women. Odds Ratio (OR) and 95% Confidence Interval (CI) were calculated. All statistical significance levels were based on the P-value of 0.05.

Results: As a result of final analysis after correcting age, demographic factors, and health behavior factors of the subjects, the Q3 group, the relative risk of metabolic syndrome was 1.75 times higher than the Q4 group, which showed the highest relative hand grip strength in men (OR 1.913, 95% CI 1.443–2.538) ($p < 0.001$). The Q2 group showed 3.39 times higher risk of metabolic syndrome (OR 3.393, 95% CI 2.551–4.514), and the Q1 group, which had the lowest hand grip strength showed 6.28 times higher risk of metabolic syndrome (OR 6.284, 95% CI 4.746–8.321). The lower the relative hand grip strength, the higher the risk of metabolic syndrome ($p < 0.001$). In women, the risk of metabolic syndrome was 1.73 times higher in the Q3 group (OR 1.729, 95% CI 1.172–2.550) comparing to the Q4 group, which showed the highest relative hand grip strength ($p = 0.006$). In the Q2 group, it was 3.04 times higher (OR 3.035, 95% CI 2.136–4.314), and in the Q1 group, which showed the lowest hand grip strength, the risk was 6.15 times higher (OR 6.152, 95% CI 4.407–8.588). It confirmed the result in men that the lower the relative hand grip strength, the higher the risk of metabolic syndrome ($p < 0.001$).

Conclusion: In both males and females in Korea, the same thing was found that the lower the relative hand grip strength, the higher the statistical risk of metabolic syndrome. Women with relatively lower hand grip strength than men had a higher risk of metabolic syndrome than men. Therefore, I would like to emphasize the importance of improving muscle strength to prevent and manage metabolic syndrome, which may occur even in healthy adults. Furthermore, I would like to suggest to use hand grip strength as a proxy of muscle strength to measure the risk of metabolic syndrome in people with low muscle strength.

Key words : Relative Hand grip strength, Metabolic syndrome, Adult, Korea, Nutrition surveys