

## 국민건강영양조사 자료를 이용한 신체 활동 수준에 따른 악력과 당화혈색소 수치 간의 상관관계의 차이

윤종현, 최현호, 마상혁\*  
아주대학교병원 재활의학과

### Difference of correlation between hand grip strength and HbA1c according to physical activity level: analysis using Korea National Health & Nutrition Examination Survey

Jong-Hyeon Yoon, Hyun-Ho Choi, Sang-Hyeok Ma\*  
Department of Physical Medicine and Rehabilitation, Ajou University Hospital

**요약** 본 연구는 신체 활동 수준에 따른 악력 세기와 당화혈색소 수치의 상관관계의 차이를 알아보고자 시행되었다. 본 연구는 국민건강영양조사 제 7기(2016~2018년) 조사에 참여한 성인 14,241명의 데이터를 이용한 단면 연구로 진행하였으며, 최종적으로 10,678명을 대상으로 선정하였다. 국민건강영양조사에서 실시한 국제 신체 활동 설문지 결과에 따라 대상자의 신체 활동 수준을 구하였고, 계산된 주 당 행위 당 대사 당량(Metabolic Equivalent of Task per week) 값을 기준으로 600 미만이면 비활동 군, 600 이상 3,000 미만이면 최소 활동 군, 3,000 이상이면 건강 증진 신체 활동 군으로 대상자를 분류하였다. 남녀를 나누어 각 군에서 상대적 악력 세기와 당화혈색소 수치에 대해 선형 회귀분석을 시행하였다. 분석 결과, 여성 각 군 및 남성 비활동, 최소 활동 군에서는 통계적으로 유의미한 상관관계가 없었으나, 남성 건강 증진 신체 활동 군에서는 상대적 악력 세기가 낮을수록 당화혈색소 수치가 증가하는 상관관계를 보였다( $p=0.002$ ). 본 연구는 악력 세기와 당화혈색소 수치의 상관관계를 확인하였으며, 남성 건강 증진 신체 활동 군에서 상관성이 높음을 보임으로써, 당뇨 환자의 검진 및 추적 관찰 시 참고가 될 내용을 제시했다는 데 의의가 있다. 신체 활동 수준에 따른 악력 세기와 당화혈색소 수치의 상관관계의 변화에 대한 향후 전향적 연구가 필요하다.

**Abstract** This study sought to investigate the variation in the correlation between hand grip strength and hemoglobin A1c (HbA1c) levels according to the extent of physical activity. The data of 10,678 adults who participated in the 7th Korea National Health and Nutrition Examination Survey (2016-2018) were analyzed in this cross-sectional study. The physical activity levels of the participants were determined based on the results of the International Physical Activity Questionnaire (IPAQ). Using the calculated values of metabolic equivalent of task (MET) per week, participants were classified into inactive (MET < 600), minimally active (600 ≤ MET < 3,000), and health-enhancing physical activity (MET ≥ 3,000) groups. Linear regression analyses were conducted separately for the males and females in each group. There was no statistically significant correlation between hand grip strength and HbA1c level for the females in each group and males in the inactive and minimally active groups. However, in the health-enhancing physical activity group for males, a significant inverse correlation was observed, indicating that lower hand grip strength was associated with a higher HbA1c level ( $p=0.002$ ). This study demonstrated the correlation between hand grip strength and HbA1c level, particularly in a specific subgroup within the overall population, presenting a reference point for diabetes screening and monitoring.

**Keywords** : Diabetes Mellitus, Activity, Grip-Strength, Glycated Hemoglobin, Hyperglycemia

\*Corresponding Author : Sang-Hyeok Ma(Ajou University Hospital)  
email: mash1001@aumc.ac.kr

Received February 5, 2024

Revised March 15, 2024

Accepted April 5, 2024

Published April 30, 2024

## 1. 서론

당뇨(Diabetes Mellitus)는 가장 흔한 대사성 질환으로서, 최근 수십 년 동안 전 세계적으로 주요 의료비 지출의 원인이 되고 있다[1]. 국제적으로, 성인 당뇨 환자의 45.8%(약 7,480만 명)은 당뇨를 진단받지 못한 것으로 추정되고 있으며[2], 당뇨를 진단받지 못해 치료를 받지 못한 환자는 치료를 받는 환자들보다 합병증의 가능성이 더 높다[3]. 따라서 당뇨와 관련된 의료 부담을 줄이기 위해서는 당뇨의 조기 진단 및 예방이 필수적이다.

당뇨의 진단 기준에는 공복 혈당 수치, 경구 당 부하 검사의 혈당 수치 및 당화혈색소(Hemoglobin A1c) 수치가 포함된다. 당화혈색소는 지난 몇 개월의 평균적인 혈당을 반영하며, 혈장의 혈당 수치에 정비례하는 것으로 알려져 있다[4]. 당화혈색소 수치는 당뇨 합병증 발생 위험도와 상관관계가 잘 알려져 있어, 현재 당뇨의 추적 관찰에 널리 쓰이고 있는 혈액 검사 지표이다[5].

당뇨는 많은 합병증을 유발하며, 신체 근력 저하도 그 중 하나로 알려져 있다[6]. 신체 근력 평가에는 여러 방법이 있는데, 그 중 악력 세기(Hand Grip Strength)는 신체 근력을 반영하는 측정이 쉽고 신뢰도 높은 지표로 잘 알려져 있으며, 실제로 신체 근력 감소 및 근육량 감소를 의미하는 근감소증(Sarcopenia)의 진단 기준에 포함된다[7,8]. 당뇨의 유병율과 악력 세기에 대해 대규모 코호트 연구 및 메타 분석 연구가 진행되었고, 대체로 낮은 악력 세기는 당뇨 또는 당뇨 전 단계의 높은 유병율과 관련이 있다는 결과를 보였다[9-11]. 그러나 상대적으로 젊은 환자 군을 대상으로 진행된 한 다기관 코호트 연구에서는 악력 세기와 당뇨 유병율의 상관성이 부족한 것으로 나타났다[12]. 또한 한 종적 코호트 연구에서는 성별에 따라 악력 세기와 혈당 수치의 상관성이 다르게 나타났다[13].

국내에서도 낮은 악력 세기가 고혈당과 관련이 있다는 연구들이 있었으나[14-16], 성별에 따라 상관성의 차이를 보이는 연구도 보고되었다[17]. 따라서 여전히 악력 세기와 당뇨 유병율의 상관성에 영향을 끼치는 요인에 대한 추가적인 연구가 필요한 실정이다.

신체 활동은 높은 혈당 수치를 낮추며 당뇨 환자의 심혈관 질환 이환율 및 사망률을 감소시킨다[18-20]. 활발한 신체 활동은 혈당 수치 감소 외에도 악력 세기 증가를 비롯한 근력 향상 등의 신체 변화를 유발한다. 신체 활동의 정도는 악력 세기와 혈당 수치에 모두 영향을 줄 수 있어, 악력 세기와 혈당 수치의 상관성을 밝히는데 중요한 변수이나, 두 지표의 상관성이 신체활동 수준에 따라

어떻게 달라지는지에 대한 선행 연구는 없다. 또한 공복 혈당 수치를 활용한 기존 연구들과 달리, 평균적인 혈당을 반영하는 당화혈색소 수치를 활용하여 분석한다면 더욱 신뢰도 높은 상관관계를 규명할 수 있다.

따라서 이번 연구에서는 대규모 표본을 대상으로 한 국민건강영양조사(Korea National Health & Nutrition Examination Survey) 자료를 이용하여, 신체활동 수준에 따른 악력 세기와 당화혈색소 수치의 상관관계의 차이를 분석함으로써 당뇨 환자의 검진 및 추적 관찰에 참고가 될 내용을 제시하고자 한다.

## 2. 연구대상 및 방법

### 2.1 연구대상

본 연구는 국민건강영양조사 제 7기 (2016~2018년) 원시자료 표본 중 20세에서 64세 사이의 성인 표본 14,241명의 데이터를 이용하여 분석하였다. 초기 대상자 중, 신체 활동량 설문 데이터가 없는 경우는 제외하였으며, 설문을 진행한 일자 기준 한 달 이내에 1주 이상 침상 생활을 한 경우도 분석의 객관성을 위해 배제하였다. 추가로 악력 또는 당화혈색소 측정값이 없는 경우도 제외되어, 최종적으로 10,678명의 데이터를 분석하였다. 본 연구는 아주대학교 생명윤리위원회(IRB: International Review Board)의 심의 면제 승인(AJOURIB-EX-2024-029)을 획득하여 수행하였다.

### 2.2 연구방법

#### 2.2.1 신체활동량의 측정 및 대상자 분류

국민건강영양조사에서 실시한 국제 신체 활동 설문지(International Physical Activity Questionnaire, 이하 IPAQ) 결과에 따라 대상자의 신체활동량 수준을 구하였다[21]. IPAQ 설문에서, 대상자들에게 지난 한 주 동안 시행한 신체 활동을 걷기, 중강도, 고강도 운동의 세 가지 형태로 나누어 각각의 빈도(일주일 당 며칠) 및 지속 시간(하루에 몇 분)을 조사하였다. 행위 당 대사 당량(Metabolic Equivalent of Task, 이하 MET)은 기준 대사 활동(1 MET, 대략 앉아서 쉴 때의 에너지 대사 수준)과 특정 신체 활동 대사 수준의 비율로 정의되며, 걷기, 중강도, 고강도 활동은 각각 MET 값은 3.3, 4.0, 8.0으로 알려져 있다[21,22]. 걷기, 중강도, 고강도 활동 유형 별로 빈도, 지속 시간 및 MET 값을 곱한 후, 세 가

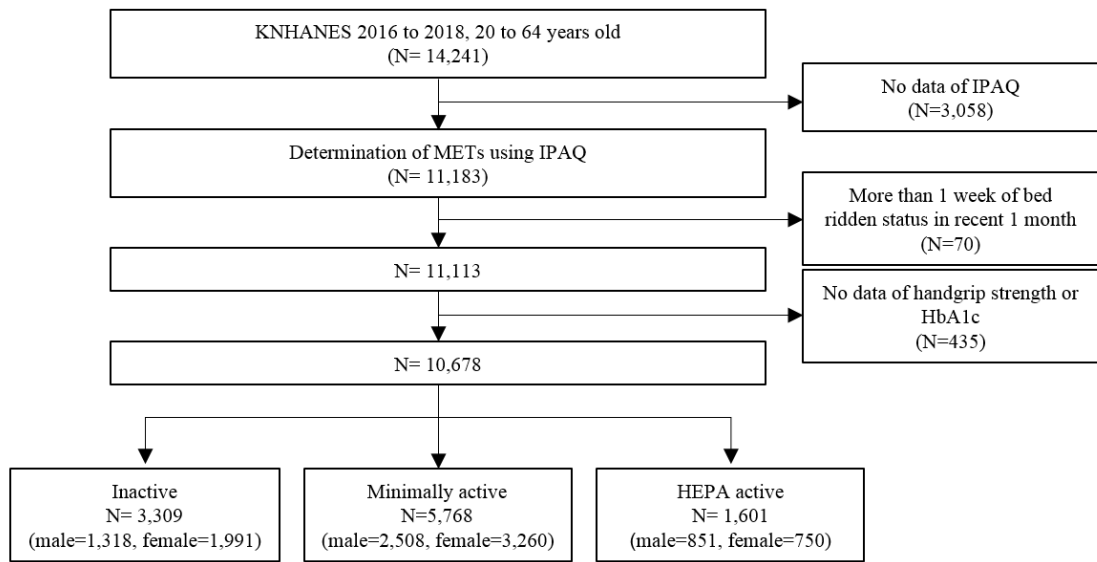


Fig. 1. Flow chart of the study

지 활동 유형의 값을 합산하여 1주 간 총 신체 활동 수치 (MET per week)를 구하였다.

이전 문헌을 참고하여, 계산된 1주 간 총 신체 활동 수치의 값이 600 미만이면 비활동(Inactive) 군, 600 이상 3,000 미만이면 최소 활동(Minimally Active) 군, 3,000 이상이면 건강 증진 신체 활동(Health Enhancing Physical Activity active, 이하 HEPA active) 군으로 대상자를 Fig. 1에서 보는 바와 같이 나누었다[21,22].

### 2.2.2 악력의 측정

대상자의 악력 세기는 국민건강영양조사에서 실시한 악력 측정값을 이용하였다. 악력은 전자식 악력계 (TKK 5401; Takei Scientific Instruments Co., Ltd., Tokyo, Japan)를 이용하여 측정하였다. 대상자들은 일어서 있고 팔은 몸통에 붙이며 팔꿈치는 90도 구부린 자세에서 최대 악력을 측정하였다. 오른손과 왼손 각각 3번 씩, 총 6번의 측정값 중 가장 높은 값을 절대적 악력 세기(Absolute Hand Grip Strength)로 정하였고, 이번 연구에서는 절대적 악력 세기를 대상자의 체질량 지수(Body Mass index, BMI)로 나눈 상대적 악력 세기(Relative Hand Grip Strength)를 구하여 분석하였다[23].

### 2.2.3 혈당 및 당화혈색소의 측정

모든 혈액 샘플은 8시간 금식 후에 얻었으며, 실험실 테스트는 샘플링 후 24시간 이내에 중앙 실험실에서 수행되었다. 공복 혈당 수치는 Hitachi 7600 Automatic

Analyzer(Hitachi, Tokyo, Japan)를 이용하여 측정했으며, 당화혈색소는 G8 automated high-performance liquid chromatography(Tosoh, Tokyo, Japan)로 측정했다.

### 2.2.4 보정 변수

보정 변수로는 연령, 체질량 지수, 과거 음주 여부, 과거 흡연 여부, 고혈압, 당뇨, 고지혈증, 뇌졸중, 허혈성 심질환, 천식, 우울증의 과거력을 설정하였다. 추가로 국민건강영양조사에서 함께 조사된 한국어판 EuroQol-5 dimensions questionnaire 결과값과 자기 주관적 신체활동제한 여부를 보정 변수에 포함했다.

### 2.2.5 통계 분석

악력은 남녀 간 평균값의 차이가 분명하기 때문에 성별에 따라 대상자를 나누어 분석하였다. 연구 대상의 신체활동량 정도에 따른 일반적 특성의 차이를 파악하기 위해 분산 분석을 실시하였다. 신체활동량 정도에 따른 악력 세기와 당화혈색소 수치의 상관관계를 분석하기 위해, 남녀 별로 각 신체활동 군에서 선형회귀분석을 실시하였다. 보정 없이 분석 후, 모델1에서는 나이와 체질량 지수를 보정 후 분석하였으며, 모델2에서는 설정한 모든 보정변수를 포함하여 보정 후 회귀분석을 실시하였다. 모든 데이터는 SPSS version 25.0(IBM corp., Armonk, NY, USA)을 이용하여 분석하였으며, 모든 분석에서  $p < 0.05$ 를 기준으로 통계적 유의성을 판단하였다.

### 3. 결과

#### 3.1 인구학적 특성

총 10,678명의 대상자 중 비활동 군이 3,309명, 최소 활동 군이 5,768명, HEPA active 군이 1,601명으로 분류되었다. 각 군은 성별에 따라 나누어 분석하였으며, 성별에 따른 각 군에서의 인구학적 특성은 Table 1, Table 2에 나타나 있다.

남성에서 활동량이 많은 군일 수록 나이가 어렸고, 체질량지수가 높고, 허혈성 심질환자 비율이 낮았으나 우울증 이환자 비율은 높았으며, 당화혈색소 수치와 절대적 악력 세기가 유의미하게 높았다. 남성 비활동 군, 최소 활동 군, HEPA active 군의 MET per week 값은 각각  $361.18 \pm 153.46$ ,  $1490.05 \pm 625.65$ ,  $5590.37 \pm 3367.05$ 로 측정되었다. 여성에서는 활동량이 많은 군일수록 EQ-5D 삶의 질 척도가 높았으며, 절대적, 상대적 악력 세기가 유의미하게 높았다. 여성에서 비활동 군, 최소 활

동 군, HEPA active 군의 측정된 MET per week 값은 각각  $370.22 \pm 152.40$ ,  $1392.41 \pm 594.13$ ,  $4822.73 \pm 2299.89$ 이었다. 다른 변수에서는 통계적으로 유의미한 차이가 없었다.

#### 3.2 신체활동 수준에 따른 상대적 악력 세기와 당화혈색소 수치의 상관관계

신체활동 수준에 따른 상대적 악력 세기와 당화혈색소 수치의 상관관계는 성별에 따라 Table 3, Table 4에 나타나 있다. 선형 회귀 분석 결과, 남성 비활동 군에서 보정 전에는 상대적 악력 세기와 당화혈색소 수치 간 유의미한 음의 상관관계를 보였으나, 보정 후에는 관계성이 통계적으로 유의미하지 않았다(Model 2:  $B = -0.050$ ,  $p$  value=0.491). 마찬가지로 남성 최소 활동 군에서도 보정 후에는 통계적 유의미성이 없었다.(Model 2:  $B = 0.033$ ,  $p$  value=0.458). 그러나 남성 HEPA active 군에서는 보정 후에도 상대적 악력 세기와 당화혈색소 수치 간 유

Table 1. Demographic characteristics of the participants (male)

Variables		Male (n=4,677)			p value
		Inactive (n=1,318)	Minimally active (n=2,508)	HEPA active (n=851)	
Age		53.38±16.46	49.61±16.01	48.80±16.28	<0.001
BMI (kg/m <sup>2</sup> )		24.60±3.48	24.80±3.34	25.01±3.58	0.026
Alcohol	Yes	38 (2.9)	77 (3.1)	26 (3.1)	0.947
	No	1280 (97.1)	2431 (96.9)	825 (96.9)	
Smoking	Yes	1016 (77.1)	1835 (73.2)	640 (75.2)	0.310
	No	301 (22.8)	669 (26.7)	211 (24.8)	
Hypertension	Yes	216 (16.4)	415 (16.5)	133 (15.6)	0.820
	No	1,102 (83.6)	2,093 (83.5)	718 (84.4)	
Diabetes	Yes	80 (6.1)	166 (6.6)	50 (5.9)	0.670
	No	1,238 (93.9)	2,342 (93.4)	801 (94.1)	
Dyslipidemia	Yes	163 (12.4)	344 (13.7)	91 (10.7)	0.064
	No	1,155 (87.6)	2,164 (86.3)	760 (89.3)	
Stroke	Yes	13 (1.0)	41 (1.6)	10 (1.2)	0.226
	No	1,303 (99.0)	2,467 (98.4)	841 (98.8)	
Ischemic heart disease	Yes	36 (2.7)	38 (1.5)	9 (1.1)	0.006
	No	1,282 (96.3)	2,470 (98.5)	842 (98.9)	
Asthma	Yes	34 (2.6)	63 (2.5)	17 (2.0)	0.650
	No	1,284 (96.4)	2,445 (97.5)	834 (98.0)	
Depression	Yes	21 (1.6)	45 (1.8)	27 (3.2)	0.022
	No	1,297 (98.4)	2,163 (98.2)	824 (96.8)	
Self-reported functional limitation	Yes	49 (3.7)	98 (3.9)	46 (5.4)	0.112
	No	1,269 (96.3)	2,410 (96.1)	805 (94.6)	
EQ-5D		0.974±0.072	0.978±0.065	0.974±0.065	0.168
Fasting glucose (mg/dl)		102.92±25.19	101.24±22.39	102.11±26.06	0.112
HbA1c (%)		5.68±0.88	5.62±0.77	5.63±0.85	0.055
Absolute HGS (kg)		41.61±6.88	42.12±6.94	43.00±7.38	<0.001
Relative HGS		1.72±0.33	1.72±0.32	1.74±0.33	0.145
MET-min/week		361.18±153.46	1490.05±625.65	5590.37±3367.05	<0.001

Data are expressed as ±mean standard deviation for continuous variables and N(%) for categorical variables.

HEPA: health enhancing physical activity, BMI: body mass index, EQ-5D: EuroQol-5 dimensions questionnaire, HbA1c: hemoglobin A1c, HGS: hand grip strength, MET: Metabolic equivalent of task

Table 2. Demographic characteristics of the participants (female)

Variables		Female (n=6,001)			p value
		Inactive (n=1,991)	Minimally active (n=3,260)	HEPA active (n=750)	
Age		44.13±12.08	44.06±12.44	43.56±12.77	0.539
BMI (kg/m <sup>2</sup> )		23.16±3.80	23.13±3.53	23.14±3.63	0.949
Alcohol	Yes	191 (9.6)	247 (7.6)	60 (8.0)	0.035*
	No	1,800 (90.4)	3,013 (92.4)	690 (92.0)	
Smoking	Yes	262 (13.2)	380 (11.7)	100 (13.3)	0.193
	No	1,727 (86.7)	2,876 (88.2)	650 (86.7)	
Hypertension	Yes	227 (11.4)	328 (10.1)	87 (11.6)	0.217
	No	1,764 (88.6)	2,932 (89.9)	663 (88.4)	
Diabetes	Yes	83 (4.2)	127 (3.9)	37 (4.9)	0.431
	No	1,908 (95.8)	3,133 (96.1)	713 (95.1)	
Dyslipidemia	Yes	237 (11.9)	423 (13.0)	107 (14.3)	0.227
	No	1,754 (88.1)	2,837 (87.0)	643 (85.7)	
Stroke	Yes	10 (0.5)	23 (0.7)	5 (0.7)	0.661
	No	1,981 (99.5)	3,237 (99.3)	745 (99.3)	
Ischemic heart disease	Yes	6 (0.3)	20 (0.6)	3 (0.4)	0.269
	No	1,985 (99.7)	3,240 (99.4)	743 (99.6)	
Asthma	Yes	43 (2.2)	85 (2.6)	16 (2.1)	0.518
	No	1,948 (97.8)	3,175 (97.4)	734 (97.9)	
Depression	Yes	98 (4.9)	135 (4.1)	34 (4.5)	0.409
	No	1,893 (95.1)	3,125 (95.9)	716 (95.5)	
Self-reported functional limitation	Yes	95 (4.8)	117 (3.6)	30 (4.0)	0.107
	No	1,896 (95.2)	3,143 (96.4)	720 (96.0)	
EQ-5D		0.962±0.076	0.967±0.068	0.972±0.065	0.003
Fasting glucose (mg/dl)		96.02±20.83	95.62±18.52	95.27±17.14	0.615
HbA1c (%)		5.54±0.64	5.53±0.65	5.55±0.67	0.750
Absolute HGS (kg)		24.41±4.52	24.75±4.56	25.73±4.57	<0.001
Relative HGS		1.08±0.24	1.09±0.23	1.13±0.24	<0.001
MET-min/week		370.22±152.40	1392.41±594.13	4822.73±2299.89	<0.001

Data are expressed as ±mean standard deviation for continuous variables and N(%) for categorical variables.

HEPA: health enhancing physical activity, BMI: body mass index, EQ-5D: EuroQol-5 dimensions questionnaire, HbA1c: hemoglobin A1c, HGS: hand grip strength, MET: Metabolic equivalent of task

\*inactive vs minimally active  $p=0.031$ , inactive vs HEPA active  $p=0.533$

의미한 음의 상관관계를 보였다.(Model 2:  $B=-0.286$ ,  $p$  value=0.002)

여성의 경우, 선형 회귀분석 결과 비활동 군, 최소 활동 군 그리고 HEPA active 군 모두에서 보정 전에는 상대적 약력 세기와 당화혈색소 수치 간 유의미한 음의 상관관계를 보였으나, 보정변수를 보정한 후에는 세 군 모두에서 통계적 유의미성을 보이지 않았다. (비활동 군 model 2:  $B=-0.004$ ,  $p$  value=0.941, 최소 활동 군 model 2:  $B=0.010$ ,  $p$  value=0.821, HEPA active 군 model 2:  $B=-0.061$ ,  $p$  value=0.529)

#### 4. 고찰

이번 연구에서 남성 HEPA active 군에서 상대적 약력 세기가 높을수록 당화혈색소 수치가 감소하는 상관관계가 통계적으로 유의미한 수준으로 나타났다. 반면, 남

성 비활동 군 및 최소 활동 군, 그리고 여성의 각 군에서는 상대적 약력 세기와 당화혈색소 수치 간의 유의미한 상관관계가 나타나지 않았다.

낮은 약력 세기와 높은 혈당의 상관관계의 가능한 원인은 근력 감소로 인한 당불내성, 염증 및 인슐린 저항성으로 생각된다. 또한 높은 혈당으로 인한 인슐린 신호 전달의 감소는 단백질 합성을 감소시키고 단백질 분해를 활성화하여 근력 감소를 유발한다[24]. 즉, 낮은 약력 세기와 높은 혈당은 서로의 원인과 결과가 될 수 있다.

이전 연구에서도 이번 연구 결과와 같이 성별에 따라 약력 세기와 고혈당 또는 당뇨 유병률 간의 상관관계의 차이가 나타났다[13,17]. 성별에 따라 상관관계가 달라지는 원인으로는 신체 구성 비율의 차이 및 호르몬 분비의 차이로 추측된다. 특히 여성 호르몬 중 에스트라디올 (Estradiol)은 근섬유 생성 줄기세포로 알려진 위성세포 (Stellite Cell) 증식을 촉진하여 골격근 형성에 중요한 역할을 하는 것으로 알려져 있다[25]. 폐경 여성에서는

여성 호르몬 수치가 상당히 낮아지며 근감소증 유병율이 높아지고, 폐경 전에 비해 에너지 대사 저하, 비만, 혈당 증가의 변화가 나타난다[26]. 따라서 여성의 경우 폐경 여부가 근력 세기와 혈당 수치에 주요한 교란 변수로 작용하며, 이번 연구 결과와 같이 성별에 따른 상관관계의 차이의 원인이 될 수 있다.

활동량이 많은 남성은 활동량이 적은 남성이나 여성에 비해 절대적 및 상대적 악력 세기가 높았다. 활동량이 많은 남성 군은 일반 인구에 비해 더 근력이 강한 집단이라고 생각할 수 있는데, 이 집단에서 낮은 악력이 측정된다는 것은 실제로 유의미하게 전신의 근육의 양과 세기가 약화되었다는 것을 의미한다. 앞서 언급한 기전처럼, 낮은 근력은 고혈당을 동반할 수 있기 때문에, 활동량이 많은 남성에서 낮은 악력 세기와 높은 혈당 수치가 함께 측정된 경우, 당뇨 가능성에 대한 더 면밀한 검사가 필요하다. 악력의 평균값이 높은 신체활동량이 많은 남성 군에서 특히 유의미한 선형적인 상관관계를 보였다는 것은, 당뇨 진행에 그만큼 근육의 양과 질이 어떠한 역할을 한다는 것을 뒷받침한다.

이번 연구에서는 당화혈색소 수치를 혈당 상태 지표로

삼았다. 당화 혈색소 수치는 혈당 수치에 비례적으로 증가하며, 또 공복혈당 수치와 다르게 값의 편차가 적고, 대상의 지난 수개월의 혈당을 반영한다. 또한 이번 연구에서는 절대적 악력 세기를 체질량지수로 나눈 상대적 악력 세기를 구하여 분석하였다. 과체중은 근력 및 악력 세기 그리고 고혈당 및 당뇨 유병율과 관련이 크기 때문에[27], 상대적 악력 세기를 이용함으로써 악력이 전신 근력을 더 객관적으로 반영하도록 하였다.

이와 같은 연구의 의의에도 불구하고, 본 연구에는 몇 가지 한계가 있다. 첫째, 본 연구는 후향적 단면연구이기 때문에 낮은 악력 세기와 당화혈색소 수치의 증가 간의 인과성을 설명하기 어렵다. 둘째, 주관적인 IPAQ 설문지를 이용하여 대상자의 활동정도를 평가하였기 때문에, 대상자의 기억 편향의 가능성이 있다. 가속도계가 결합된 활동기록기 등을 이용하여 객관적이고 연속적인 데이터 측정이 가능한 향후 연구가 필요하다. 셋째, 활동량에 따라 악력과 당화혈색소의 상관관계가 변하는 메커니즘을 설명하지 못한다. 마지막으로, 성별 외에도 연령대 별로 악력 평균값의 차이가 발생하기 때문에, 65세 이상 고령 인구를 포함한 연령대 별 추가 연구가 필요하다.

Table 3. Multivariate linear regression analysis on the relationship between relative hand grip strength and HbA1c (male)

			B	SE	p value	adjusted R <sup>2</sup>
Inactive (n=1,318)	Unadjusted	(constant)	6.538	0.125		
		RHGS	-0.498 (-0.639 to -0.358)	0.072	<0.001	0.035
	Model 1	(constant)	3.990	0.326		
		RHGS	-0.140 (-0.304 to 0.023)	0.083	0.093	0.114
	Model 2	(constant)	3.760	0.418		
		RHGS	-0.050 (-0.193 to 0.093)	0.073	0.491	0.342
Minimal active (n=2,508)	Unadjusted	(constant)	6.195	0.083		
		RHGS	-0.336 (-0.430 to -0.243)	0.048	<0.001	0.019
	Model 1	(constant)	3.903	0.197		
		RHGS	-0.043 (-0.145 to 0.060)	0.052	0.415	0.136
	Model 2	(constant)	3.978	0.269		
		RHGS	0.033 (-0.054 to 0.119)	0.044	0.458	0.406
HEPA active (n=851)	Unadjusted	(constant)	6.417	0.154		
		RHGS	-0.453 (-0.624 to -0.283)	0.087	<0.001	0.030
	Model 1	(constant)	5.244	0.382		
		RHGS	-0.324 (-0.518 to -0.130)	0.099	0.001	0.081
	Model 2	(constant)	5.985	0.573		
		RHGS	-0.286 (-0.465 to -0.106)	0.092	0.002	0.237

B: beta coefficients (95% confidence interval), SE: standard error, RHGS: relative hand grip strength, HEPA: health enhancing physical activity Model 1: adjustment for age and body mass index; Model 2: model 1 + adjustment for drinking history, smoking history, hypertension, diabetes, dyslipidemia, stroke, ischemic heart disease, asthma, depression, self-reported functional limitation and EQ-5D index

Table 4. Multivariate linear regression analysis on the relationship between relative hand grip strength and HbA1c (female)

			B	SE	p value	adjusted R <sup>2</sup>
Inactive (n=1,991)	Unadjusted	(constant)	6.254	0.065		
		RHGS	-0.667 (-0.781 to -0.552)	0.059	<0.001	0.061
	Model 1	(constant)	3.803	0.154		
		RHGS	-0.029 (-0.158 to 0.100)	0.066	0.659	0.202
	Model 2	(constant)	4.231	0.205		
		RHGS	-0.004 (-0.112 to 0.104)	0.055	0.941	0.451
Minimal active (n=3,260)	Unadjusted	(constant)	6.082	0.055		
		RHGS	-0.508 (-0.604 to -0.412)	0.049	<0.001	0.032
	Model 1	(constant)	4.113	0.127		
		RHGS	-0.065 (-0.171 to 0.041)	0.054	0.229	0.151
	Model 2	(constant)	4.315	0.173		
		RHGS	0.010 (-0.078 to 0.098)	0.045	0.821	0.428
HEPA active (n=750)	Unadjusted	(constant)	6.246	0.117		
		RHGS	-0.617 (-0.815 to -0.419)	0.101	<0.001	0.046
	Model 1	(constant)	4.335	0.268		
		RHGS	-0.205 (-0.423 to 0.013)	0.111	0.065	0.180
	Model 2	(constant)	4.178	0.408		
		RHGS	-0.061 (-0.249 to 0.128)	0.096	0.529	0.406

B: beta coefficients (95% confidence interval), SE: standard error, RHGS: relative hand grip strength, HEPA: health enhancing physical activity

Model 1: adjustment for age and body mass index; Model 2: model 1 + adjustment for drinking history, smoking history, hypertension, diabetes, dyslipidemia, stroke, ischemic heart disease, asthma, depression, self-reported functional limitation and EQ-5D index

### 5. 결론

본 연구에서는 신체활동이 활발한 남성에서 악력의 세기와 당화혈색소 수치의 상관관계가 있음을 보였다. 전체 인구 중, 악력과 혈당 간의 상관성이 더 높은 특정 군을 보임으로써, 당뇨 환자의 검진 및 추적 관찰 시 참고가 될 내용을 제시했는데 본 연구의 의의가 있다. 신체활동량에 따른 악력의 세기와 당화혈색소의 상관관계 변화에 대한 향후 전향적 연구가 필요하다.

### References

[1] R. Josh, S. Bain, and V. Kanamarlapudi, "A review of current trends with type 2 diabetes epidemiology, aetiology, pathogenesis, treatments and future perspectives", *Diabetes, Metabolic Syndrome and Obesity*, Vol.14, pp.3567-3602, Aug. 2021. DOI: <https://doi.org/10.2147/DMSO.S319895>

[2] Y. Zheng, S. H. Ley, F. B. Hu, "Global aetiology and

epidemiology of type 2 diabetes mellitus and its complications", *Nature reviews endocrinology*, Vol.14, No.2, pp.88-98, Dec. 2018  
DOI: <https://doi.org/10.1038/nrendo.2017.151>

[3] J. Beagley, L. Guariguata, C. Weil, A. A. Motala, "Global estimates of undiagnosed diabetes in adults", *Diabetes research and clinical practice*, Vol.103, No.2, pp.150-160, Feb. 2014  
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.diabres.2013.11.001>

[4] H. A. Khan, S. H. Sobki, S. A. Khan, "Association between glycaemic control and serum lipids profile in type 2 diabetic patients: HbA 1c predicts dyslipidaemia", *Clinical and experimental medicine*, Vol.7, pp.24-29, Mar. 2007  
DOI: <https://doi.org/10.1007/s10238-007-0121-3>

[5] S.I. Sherwani, H. A. Khan, A. Ekhzaimy, A. Masood, M. K. Sakharkar, "Significance of HbA1c test in diagnosis and prognosis of diabetic patients", *Biomarker insights*, Vol.11, Jul. 2016  
DOI: <https://doi.org/10.4137/BMI.S38440>

[6] H. Andersen, "Motor dysfunction in diabetes", *Diabetes/ metabolism research and reviews*, Vol.28, Suppl 1, pp.89-92, Feb. 2012  
DOI: <https://doi.org/10.1002/dmrr.2257>

- [7] A. J. Cruz-Jentoft, G. Bahat, J. Bauer, Y. Boirie, O. Bruyère, et al., "Sarcopenia: revised European consensus on definition and diagnosis", *Age and ageing*, Vol.48, No.1, pp.16-31, Jan. 2019  
DOI: <https://doi.org/10.1093/ageing/afy169>
- [8] L. Chen, W. Lee, L. Peng, L. Liu, H. Arai, et al., "Recent advances in sarcopenia research in Asia: 2016 update from the Asian Working Group for Sarcopenia", *Journal of the American Medical Directors Association*, Vol.17, No.8, pp.767.e1-767.e7, Aug. 2016  
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jamda.2016.05.016>
- [9] A. L. L. van der Kooij, M. B. Snijder, R. J. Peters, I. G. Van Valkengoed. "The association of handgrip strength and type 2 diabetes mellitus in six ethnic groups: an analysis of the HELIUS study", *PLoS One*, Vol.10, No.9, Sep. 2015  
DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0137739>
- [10] J. Boonpor, S. Parra-Soto, F. Petermann-Rocha, G. Ferrari, P. Welsh, et al., "Associations between grip strength and incident type 2 diabetes: findings from the UK Biobank prospective cohort study", *BMJ Open Diabetes Research and Care*, Vol.9, No.1, Jan. 2021  
DOI: <https://doi.org/10.1136/bmidrc-2020-001865>
- [11] S. K. Kunutsor, N. M. Isozozor, H. Khan, J. A. Laukkanen, "Handgrip strength—A risk indicator for type 2 diabetes: Systematic review and meta-analysis of observational cohort studies", *Diabetes/Metabolism Research and Reviews*, Vol.37, No.2, Jun. 2020  
DOI: <https://doi.org/10.1002/dmrr.3365>
- [12] P. Marques-Vidal, P. Vollenweider, G. Waeber, F. R. Jornayvaz. "Grip strength is not associated with incident type 2 diabetes mellitus in healthy adults: The CoLaus study", *Diabetes research and clinical practice*, Vol.132, pp.144-148, Oct. 2017  
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.diabres.2017.08.004>
- [13] R. R. Kalyani, C. Kim, L. Ferrucci, G. A. Laughlin, D. Kritz-Silverstein, et al., "Sex differences in the association of fasting and postchallenge glucose levels with grip strength among older adults: the Rancho Bernardo Study", *BMJ open diabetes research & care*, Vol.3, No.1, May 2015  
DOI: <https://doi.org/10.1136/bmidrc-2015-000086>
- [14] B. N. Jang, F. Nari, S. Kim, E. Park, "Association between relative handgrip strength and prediabetes among South Korean adults", *PLoS one*, Vol.15, No.10, Oct. 2020  
DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0240027>
- [15] M. J. Lee, A. R. Khang, D. Yi, Y. H. Kang, "Low relative hand grip strength is associated with a higher risk for diabetes and impaired fasting glucose among the Korean population", *PLoS one*, Vol.17, No.10, Oct. 2022  
DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0275746>
- [16] M. Lee, S. M. Jung, H. Bang, H. S. Kim, Y. B. Kim, "Association between muscle strength and type 2 diabetes mellitus in adults in Korea: Data from the Korea national health and nutrition examination survey (KNHANES) VI", *Medicine*, Vol.97, No.23, Jun. 2018  
DOI: <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000010984>
- [17] S. Lee, J. Moon, J. Kim, "Association of Handgrip Strength with Diabetes Mellitus in Korean Adults According to Sex", *Diagnostics*, Vol.12, No.8, Aug. 2022  
DOI: <https://doi.org/10.3390/diagnostics12081874>
- [18] A.D. Smith, A. Crippa, J. Woodcock, S. Brage, "Physical activity and incident type 2 diabetes mellitus: a systematic review and dose-response meta-analysis of prospective cohort studies", *Diabetologia*, Vol.59, No.12, pp.2527-2545, Oct. 2016  
DOI: <https://doi.org/10.1007/s00125-016-4079-0>
- [19] D. Sluik, B. Buijsse, R. Muckelbauer, R. Kaaks, B. Teucher, et al., "Physical activity and mortality in individuals with diabetes mellitus: a prospective study and meta-analysis", *Archives of internal medicine*, Vol.172, No.1, pp.1285-1295, Sep. 2012  
DOI: <https://doi.org/10.1001/archinternmed.2012.3130>
- [20] American Diabetes Association, "Physical Activity/Exercise and Diabetes Mellitus", *Diabetes Care*, Vol.26, pp.s73-s77, Jan. 2003  
DOI: <https://doi.org/10.2337/diacare.26.2007.S73>
- [21] M. Y. Chun, "Validity and reliability of korean version of international physical activity questionnaire short form in the elderly", *Korean Journal of Family Medicine*, Vol.33, No.3, pp.144-151, May 2012  
DOI: <https://doi.org/10.4082/kjfm.2012.33.3.144>
- [22] H. Won, Y. Kang, J. An, J. Lee, W. Song, et al., "Relationship between asthma and sarcopenia in the elderly: A nationwide study from the KNHANES", *Journal of Asthma*, Vol.60, No.2, pp.304-313, Feb. 2023  
DOI: <https://doi.org/10.1080/02770903.2022.2047716>
- [23] H. C. Roberts, H. J. Denison, H. J. Martin, H. P. Patel, H. Syddall, et al., "A review of the measurement of grip strength in clinical and epidemiological studies: towards a standardised approach", *Age and ageing*, Vol.40, No.4, pp.423-429, Jul. 2011  
DOI: <https://doi.org/10.1093/ageing/afr051>
- [24] H. Bawadi, D. Alkhatib, H. Abu-Hijleh, J. Alalwani, L. Majed, et al., "Muscle strength and glycaemic control among patients with type 2 diabetes", *Nutrients*, Vol.12, No.3, pp.771, Mar. 2020  
DOI: <https://doi.org/10.3390/nu12030771>
- [25] A. Geraci, R. Calvani, E. Ferri, E. Marzetti, B. Arosio, et al., "Sarcopenia and menopause: the role of estradiol", *Frontiers in endocrinology*, Vol.12, May 2021  
DOI: <https://doi.org/10.3389/fendo.2021.682012>
- [26] S. A. Paschou, P. Anagnostis, D. I. Pavlou, A. Vryonidou, D. G. Goulis, et al., "Diabetes in menopause: risks and management", *Current vascular pharmacology*, Vol.17, No.6, pp.556-563, Nov. 2019  
DOI: <https://doi.org/10.2174/157016116666180625124405>
- [27] U. P. Lad, P. Satyanarayana, S. Shisode-Lad, C. C. Siri, N. R. Kumari, "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*, Vol.7,  
No.1, pp.51-54, Jan. 2013  
DOI: <https://doi.org/10.7860/JCDR/2012/5026.2668>

---

윤 종 현(Jong-Hyeon Yoon)

[정회원]



- 2021년 2월 : 아주대학교 의학부 (의학학사)
- 2021년 3월 ~ 현재 : 아주대학교 병원 전공의

<관심분야>

임상의학

---

최 현 호(Hyun-Ho Choi)

[정회원]



- 2022년 2월 : 아주대학교 의학부 (의학학사)
- 2022년 3월 ~ 현재 : 아주대학교 병원 전공의

<관심분야>

임상의학

---

마 상 혁(Sang-Hyeok Ma)

[정회원]



- 2020년 2월 : 아주대학교 의학부 (의학학사)
- 2020년 3월 ~ 현재 : 아주대학교 병원 전공의

<관심분야>

임상의학