

# 뇌혈관질환의 예측인자로서의 악력

정석환<sup>1</sup> · 김재현<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>단국대학교 보건과학대학 보건행정학과, <sup>2</sup>단국대학교 건강증진정책연구소

## Grip Strength as a Predictor of Cerebrovascular Disease

Seok-Hwan Jung,<sup>1</sup> Jae-Hyun Kim<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Department of Health Administration, Dankook University College of Health Science; <sup>2</sup>Institute of Health Promotion and Policy, Dankook University, Cheonan, Korea

**Background:** Cerebrovascular disease is included in four major diseases and is a disease that has high rates of prevalence and mortality around the world. Moreover, it is a disease that requires a high cost for long-term hospitalization and treatment. This study aims to figure out the correlation between grip strength, which was presented as a simple, cost-effective, and relevant predictor of cerebrovascular disease, and cerebrovascular disease based on the results of a prior study. And furthermore, our study compared model suitability of the model to measuring grip strength and relative grip strength as a predictor of cerebrovascular disease to improve the quality of cerebrovascular disease's predictor.

**Methods:** This study conducted an analysis based on the generalized linear mixed model using the data from the Korea Longitudinal Study of Ageing from 2006 to 2016. The research subjects consisted of 9,132 middle old age people aged 45 years or older at baseline with no missing information of education level, gender, marital status, residential region, type of national health insurance, self-related health, smoking status, alcohol use, and economic activity. The grip strength was calculated the average which measured 4 times (both hands twice), and the relative grip force was divided by the body mass index as a variable considering the anthropometric figure that affects the cerebrovascular disease and the grip strength. Cerebrovascular diseases, a dependent variable, were investigated based on experiences diagnosed by doctors.

**Results:** An analysis of the association between grip strength and found that about 0.972 (odds ratio [OR], 0.972; 95% confidence interval [CI], 0.963-0.981) was the incidence of cerebral vascular disease as grip strength increased by one unit increase and the association between relative grip strength and cerebrovascular disease found that about 0.418 (OR, 0.418; 95% CI, 0.342-0.511) was the incidence of cerebral vascular disease as relative grip strength increased by unit. In addition, the model suitability of the model for each grip strength and relative grip strength was 11,193 and 11,156, which means relative grip strength is the better application to the predictor of cerebrovascular diseases, irrespective of other variables.

**Conclusion:** The results of this study need to be carefully examined and validated in applying relative grip strength to improve the quality of predictors of cerebrovascular diseases affecting high mortality and prevalence.

**Keywords:** Cerebrovascular disorders; Stroke; Predictor; Grip strength; Relative grip strength; Hand grip strength; Body mass index

### 서 론

뇌혈관질환(cerebrovascular disease)은 죽상경화증을 주 병인으로

뇌혈관 내 동맥벽의 지질, 섬유소 등의 축적이 플라크를 형성해 혈액의 순환을 방해하여 나타나는 질환으로[1], 한국에서 암, 심장질환, 희귀난치성질환과 함께 4대 중증질환에 포함된다[2]. 이는 뇌졸중, 기

Correspondence to: Jae-Hyun Kim  
Department of Health Administration, Dankook University College of Health Science, 119 Dandae-ro, Dongnam-gu, Cheonan 31116, Korea  
Tel: +82-41-550-1472, Fax: +82-41-559-7934, E-mail: Jaehyun@dankook.ac.kr  
Received: April 4, 2019, Revised: June 10, 2019, Accepted after revision: July 2, 2019

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

타 뇌혈관질환 그리고 뇌혈관에 문제가 발생한 이후의 후유증(뇌졸중, 뇌출혈, 뇌경색, 뇌동맥의 폐쇄 및 협착)을 포함하며 세계보건기구(World Health Organization)의 국제질병분류 10차 개정판(10th revision of the International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems)의 I60-I69로 분류되는 인체 순환계의 질환이다[3]. 뇌혈관질환은 뇌에서 발생하는 모든 질환 및 사고를 총칭하는 것으로[4], 손상된 뇌혈관에서 혈전 또는 색전이 생겨 뇌혈관이 막혀 영양분과 산소를 공급하는 피가 뇌에 통하지 않는 뇌경색(허혈성 뇌졸중), 뇌혈관이 터져 피가 고이는 뇌출혈(출혈성 뇌졸중), 그리고 뇌의 혈액공급이 일시적으로 차단되었다가 24시간 이내에 완전히 회복되는 경미한 뇌졸중 증상인 일과성허혈발작이 포함된다[2,5]. 통계청에서 발표하는 사망원인별 사망률 변화에 따르면 뇌혈관질환으로 인한 사망은 2008년 인구 10만 명당 56.5명에서 2017년 인구 10만 명당 44.4명으로 다소 낮아지는 추세를 보이기는 하지만 여전히 높은 수준에 있는 것이 사실이다[6].

근력의 쇠약이나 손실과 관련된 질환의 진단, 치료효과, 일상생활로의 복귀 평가에 주로 몸의 근력과 연관성을 가지는 악력(grip strength)을 측정하는데, 상지근력의 주요한 측정방법으로 사용되며 [7-11], 뇌졸중과 밀접한 관련성이 있는 예측인자, 인지인자로 뇌졸중 전·후에 적용할 수 있다[12-14]. 이외에도 전반적인 건강과 노년기에 건강과 관련된 삶의 질의 인지인자로[15], 비침습적이며 비용효과적인 측정방법으로 사용이 가능하다[16].

악력과 뇌혈관질환의 관련성에 대한 선행연구에서 악력과 뇌혈관질환은 반비례 관계를 가지는 유의한 상관관계를 보였다[12-14]. 하지만 몸의 크기와 근력을 측정하여 심혈관질환과 뇌혈관질환의 발생을 예측하고자 한 종단연구에서는 악력뿐 아니라 신장과 체중도 뇌혈관질환에 영향을 미친다는 결과를 제시하였고[17], 근력과 관련된 연구에서 체질량지수(body mass index)를 활용할 것을 권고하였다 [18]. 한국인의 인체학적 지수(체중, 신장, 체질량지수)와 악력의 연관성을 분석한 연구에서 성별 관계없이 악력과 인체학적 지수는 양의 관계를 갖는 유의한 관련성을 가졌다[19]. 악력을 체질량지수로 나눈 상대적 악력(relative grip strength)은 단순악력보다 심혈관계의 건강, 장애 그리고 사망률에 더 유용하고, 타당성을 가지는 예측인자로서 최근 연구에서는 상대적 악력을 보편적인 악력으로 정의하기도 하였다[20-22].

따라서 이 연구는 한국고령화연구패널조사(Korean Longitudinal Study of Ageing) 자료를 활용해 악력과 뇌혈관질환의 관련성을 파악하고, 뇌혈관질환의 발생률에 영향을 미치는 체질량지수를 이용해 인체학적 지수를 포함하는 상대적 악력과 뇌혈관질환의 관련성을 분석하고자 한다[17,23].

## 방 법

### 1. 연구자료 및 연구대상

이 연구는 한국고령정보원의 한국고령화연구패널조사의 2006년부터 2016년까지 격년 주기로 6차에 걸쳐 실행한 추적조사 자료를 활용하였다. 한국고령화연구패널조사는 초고령사회로 변해감에 따라 효과적인 사회경제정책을 수립하는 데에 활용될 기초자료를 생산하는 데 목적이 있는 조사로, 지역 및 주거형태별로 층화된 모집단에 계통추출법을 적용한다.

한국고령화연구패널조사의 원 표본은 2006년 1차 기본조사 시 10,254명이며, 2008년 2차 조사에서는 8,675명의 표본을 유지하였으며, 2010년 3차 조사 8,229명, 2012년 4차 조사 7,813명을 지속적으로 유지하였다. 이후 2014년 5차 조사에서는 기존 표본 8,387명(920명 신규패널 추가)의 표본을 유지하였으며 2016년 6차 조사에서는 9,913명(878명 신규패널 추가)의 표본이 조사되었다[24]. 이 연구에 포함된 참여자는 2006년에 참여한 조사대상자(10,254명)를 기준으로 악력과 체질량지수에 대한 정보가 누락된 1,018명, 사회경제적 변수에 대한 정보가 누락된 24명, 건강행동 및 위험변수에 대한 정보가 누락된 80명을 제외하고 최종 9,132명이 분석대상자로 선정되었다.

### 2. 독립변수

#### 1) 악력

악력은 악력계(NO.6103; TANITA, Tokyo, Japan)로 측정되었으며, 측정은 앉아서 팔꿈치를 가볍게 몸통으로 붙이고 팔꿈치를 중심으로 90도를 이루도록 한 뒤에 악력계의 눈금이 0인지 확인하고 오른손과 왼손을 각각 2번씩 측정하였다[25]. 측정된 양손의 측정값들의 전체 평균값을 독립변수로 활용하였다.

#### 2) 상대적 악력

상대적 악력은 양손의 악력 측정값들의 전체 평균값(악력)을 체질량지수로 나누어 독립변수로 활용하였다.

### 3. 종속변수

본 연구의 종속변수는 뇌혈관질환의 여부로, 한국고령화연구패널조사의 “지난 기본조사 이후 의사로부터 뇌혈관질환(뇌졸중, 뇌출혈, 뇌경색 등)이라는 진단을 받으신 적이 있습니까?”라는 질문에 “예,” “뇌졸중 의증 혹은 일시적 허혈성 발작”에 응답한 대상은 “뇌혈관질환 있음”으로, “아니오”라는 응답은 “뇌혈관질환 없음”으로 분류하였다[25].

#### 4. 보정변수

보정변수는 한국고령화연구패널조사의 자료를 이용하여 교육수준(초졸 이하, 중졸, 고졸, 대졸 이상), 성별(남성, 여성), 연령(54세 이하, 55-64세, 65세 이상), 결혼 여부(기혼, 별거 또는 이혼, 미혼), 거주 지역(대도시[서울, 도시[광역시], 지방[그 외]), 보험유형(건강보험, 의료급여), 주관적 건강상태(매우 좋음, 좋음, 보통, 나쁨, 매우 나쁨), 흡연 여부(비흡연, 금연, 흡연), 음주 여부(비음주, 금주, 음주), 경제활동 여부(예, 아니오)로 선정하였다.

#### 5. 분석방법

본 연구의 분석은 카이제곱검정과 이항분포의 일반화선형혼합모형(*generalized linear mixed model*)을 적용하였다. 일반화선형혼합모형은 기준연도인 2006년부터 2016년까지의 종단조사기간을 고려하여 시간적 특성에 따라 변할 수 있는 보정변수의 통계가 가능하고, 종단조사의 반복적인 자료분석에 효율적이다[26]. 전형적인 선형모델은 관측치와의 독립성을 추정하는데도 불구하고 반복적으로 측정된 자료는 최소 개별단위의 상관관계가 있기 때문에 독립성 추정과 모순되므로 반복측정자료를 분석할 때 개별 연결 간의 상관관계를 고려하는 것이 중요하다[27]. 또한 절대적인 악력지수와 상대적인 악력 지수에 대한 적합도 통계량을 산출하기 위해서 *quasi-likelihood information criterion (QIC)*를 통해서 적합한 모형을 제시하였으며, 낮은 QIC는 가장 잘 적합된 모형의 기준이 된다. 모든 분석에서 통계적 유의성에 대한 기준은 양측성이면서 *p-value* < 0.05를 만족한다. 모든 분석은 SAS 통계소프트웨어 패키지 ver. 9.4 (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA)를 활용하였다.

### 결 과

#### 1. 기본조사 참여자들의 일반적 특성

Table 1에서는 2006년 기본조사에 응답한 9,132명의 자료를 활용하여 뇌혈관질환의 여부에 따라 연구대상자들의 일반적 특성을 알아보고자 하였다. 전체 연구대상자 악력의 *mean±standard deviation*은 25.56±8.67 kg, 악력을 체질량지수로 나눈 상대적인 악력은 1.11이었으며, 그 중 뇌혈관질환 진단을 받은 대상은 227명으로 전체 연구대상자의 2.5%를 차지하였으며, 이들의 악력 평균은 22.49±7.93 kg으로 뇌혈관질환 진단을 받지 않은 대상의 악력 평균인 25.64±8.67 kg에 비해 약 3.15 kg가 낮았다. 상대적인 악력에서 뇌혈관질환 진단을 받은 대상의 악력 평균은 0.97±0.36으로, 뇌혈관질환 진단을 받지 않은 대상

의 상대적인 악력 평균인 1.11±0.38보다 약 0.14 통계적으로 유의하게 낮았다.

#### 2. 악력과 뇌혈관질환의 관련성

Table 2는 2006년부터 2016년까지 10년 동안의 종단조사 자료를 통해 1-5차의 기본조사 자료의 누락이 없는 대상으로 분석하였으며, 악력 변수를 포함한 공변량을 보정하여 뇌혈관질환과의 관련성을 분석한 결과, 전체 대상자에서는 악력이 한 단위 증가할수록 뇌혈관질환 발생이 0.972배(*odds ratio [OR]*, 0.972; 95% *confidence interval [CI]*, 0.963-0.981), 65세 미만의 대상자는 악력이 한 단위 증가할수록 뇌혈관질환의 발생이 0.968배(*OR*, 0.968; 95% *CI*, 0.950-0.986)였으며, 이는 통계적으로 유의했다. 65세 이상 대상자에서는 악력이 한 단위 증가할수록 뇌혈관질환의 발생이 0.971배(*OR*, 0.971; 95% *CI*, 0.961-0.982)로 나타났다.

뇌혈관질환의 예측인자로서의 악력과 상대적인 악력을 비교하기 위하여 일반화추정 분석모형의 적합도를 계산하였으며, 이 지표는 낮을수록 우수한 모형적합도를 의미한다. QIC값을 계산한 결과, 악력을 뇌혈관질환의 예측인자로서 측정한 모형에서 총 QIC는 11,193이었으며 이는 65세 미만의 대상에서 3,505, 그리고 65세 이상 대상에서 7,682로 나타났다.

#### 3. 상대적인 악력과 뇌혈관질환의 관련성

Table 3은 악력 변수를 연구대상자들의 각 체질량지수로 나누어 뇌혈관질환과의 관련성을 분석한 결과로, Table 2의 동일한 대상을 악력 변수 대신 상대적인 악력 변수로 포함하여 보정하였다. Table 3의 전체 대상자에서 상대적인 악력이 한 단위 증가할수록 뇌혈관질환의 발생이 0.418배(*OR*, 0.418; 95% *CI*, 0.342-0.511)였으며, 65세 미만 대상자에서는 상대적인 악력이 한 단위 증가할수록 뇌혈관질환의 발생이 0.286배(*OR*, 0.286; 95% *CI*, 0.190-0.431)였다. 65세 이상의 대상자는 상대적인 악력이 한 단위 증가할수록 뇌혈관질환의 발생이 0.466배(*OR*, 0.466; 95% *CI*, 0.370-0.588)로 통계적으로 유의하게 나타났다.

상대적인 악력을 뇌혈관질환의 예측인자로서 측정한 모형에서의 총 QIC는 11,156이었으며 이는 65세 미만의 대상에서 3,480, 그리고 65세 이상의 대상에서 7,668로 나타났다. 위와 같이 QIC값은 연령과 관계없이, 악력을 측정한 모형보다 상대적인 악력을 측정한 모형에서 적었으며, 이는 절대적인 악력보다 상대적인 악력이 뇌혈관질환 발생을 더 잘 예측한다고 볼 수 있으며, 우도비 검정결과 통계적으로 유의한 차이가 있었다.

**Table 1.** General characteristics of subjects included for analysis (2006)

Characteristic	Total	Cerebrovascular disease		p-value
		Yes	No	
Grip strength	25.56±8.7	22.49±7.9	25.64±8.7	<0.0001
Relative grip strength (grip strength/BMI)	1.11±0.4	0.97±0.4	1.11±0.4	<0.0001
Education level				<0.0001
≤Elementary school	3,996 (43.8)	137 (3.4)	3,859 (96.6)	
Middle school	1,559 (17.1)	41 (2.6)	1,518 (97.4)	
High school	2,577 (28.2)	35 (1.4)	2,542 (98.6)	
≥College	1,000 (11.0)	14 (1.4)	986 (98.6)	
Gender				0.002
Male	4,097 (44.9)	125 (3.1)	3,972 (97.0)	
Female	5,035 (55.1)	102 (2.0)	4,933 (98.0)	
Age (yr)				<0.0001
≤54	3,167 (34.7)	29 (0.9)	3,138 (99.1)	
55-64	2,582 (28.3)	64 (2.5)	2,518 (97.5)	
≥65	3,383 (37.1)	134 (4.0)	3,249 (96.0)	
Marital status				0.198
Married	7,315 (80.1)	177 (2.4)	7,138 (97.6)	
Separated, divorced	1,738 (19.0)	50 (2.9)	1,688 (97.1)	
Single	79 (0.9)	0	79 (100.0)	
Residential region				0.625
Metropolitan	1,578 (17.3)	38 (2.4)	1,540 (97.6)	
Urban	2,642 (28.9)	60 (2.3)	2,582 (97.7)	
Rural	4,912 (53.8)	129 (2.6)	4,783 (97.4)	
National health insurance				0.001
Health insurance	8,627 (94.5)	203 (2.4)	8,424 (97.7)	
Medical aid	505 (5.5)	24 (4.8)	481 (95.3)	
Self-rated health				<0.0001
Very good	335 (3.7)	0	335 (100.0)	
Good	3,345 (36.6)	11 (0.3)	3,334 (99.7)	
Normal	2,995 (32.8)	43 (1.4)	2,952 (98.6)	
Bad	2,022 (22.1)	127 (6.3)	1,895 (93.7)	
Worst	435 (4.8)	46 (10.6)	389 (89.4)	
Smoking status				0.000
Never	6,443 (70.6)	149 (2.3)	6,294 (97.7)	
Former smoker	872 (9.6)	39 (4.5)	833 (95.5)	
Smoker	1,817 (19.9)	39 (2.2)	1,778 (97.9)	
Alcohol use				<0.0001
Drinker	8,563 (93.8)	184 (2.2)	8,379 (97.9)	
Former drinker	569 (6.2)	43 (7.6)	526 (92.4)	
Never	0	0	0	
Economic activity				<0.0001
Yes	3,765 (41.2)	31 (0.8)	3,734 (99.2)	
No	5,367 (58.8)	196 (3.7)	5,171 (96.4)	
Total	9,132 (100.0)	227 (2.5)	8,905 (97.5)	

Values are presented as mean±standard deviation or number (%).  
BMI, body mass index.

**Table 2.** Association between grip strength and cerebrovascular disease

Variable	Total		Cerebrovascular disease			
	OR (95% CI)	p-value	<65 yr		≥65 yr	
			OR (95% CI)	p-value	OR (95% CI)	p-value
Grip strength	0.972 (0.963-0.981)	<0.0001	0.968 (0.950-0.986)	0.001	0.971 (0.961-0.982)	<0.0001
Education level						
≤Elementary school	1.022 (0.817-1.279)	0.846	1.843 (1.144-2.970)	0.012	0.783 (0.607-1.009)	0.059
Middle school	1.121 (0.885-1.421)	0.344	2.241 (1.397-3.594)	0.001	0.793 (0.597-1.052)	0.108
High school	0.992 (0.789-1.247)	0.943	1.789 (1.132-2.828)	0.013	0.776 (0.589-1.021)	0.070
≥College	1.000		1.000		1.000	
Gender						
Male	2.626 (2.199-3.137)	<0.0001	2.751 (1.900-3.984)	<0.0001	2.615 (2.131-3.210)	<0.0001
Female	1.000		1.000		1.000	
Age (yr)						
≤54	1.000		1.000		NA	
55-64	1.702 (1.307-2.216)	<0.0001	1.624 (1.226-2.150)	0.001	NA	
≥65	1.619 (1.238-2.117)	0.0004	NA		NA	
Marital status						
Married	1.626 (0.782-3.381)	0.193	3.778 (1.311-10.891)	0.014	0.761 (0.261-2.221)	0.617
Separated, divorced	1.567 (0.748-3.283)	0.234	2.770 (0.938-8.178)	0.065	0.775 (0.265-2.266)	0.641
Single	1.000		1.000		1.000	
Residential region						
Metropolitan	1.000		1.000		1.000	
Urban	1.062 (0.916-1.231)	0.424	0.907 (0.677-1.214)	0.511	1.128 (0.950-1.341)	0.170
Rural	0.785 (0.689-0.896)	0.0003	0.694 (0.546-0.882)	0.003	0.823 (0.703-0.964)	0.016
National health insurance						
Health insurance	0.900 (0.744-1.089)	0.280	0.605 (0.419-0.872)	0.007	1.026 (0.819-1.287)	0.821
Medical aid	1.000		1.000		1.000	
Self-rated health						
Very good	0.053 (0.019-0.144)	<0.0001	0.023 (0.003-0.168)	0.0002	0.113 (0.035-0.360)	0.000
Good	0.098 (0.076-0.127)	<0.0001	0.071 (0.044-0.114)	<0.0001	0.137 (0.101-0.186)	<0.0001
Normal	0.234 (0.192-0.285)	<0.0001	0.209 (0.138-0.315)	<0.0001	0.245 (0.195-0.308)	<0.0001
Bad	0.621 (0.517-0.747)	<0.0001	0.784 (0.533-1.151)	0.214	0.574 (0.465-0.709)	<0.0001
Worst	1.000		1.000		1.000	
Smoking status						
Never	1.345 (1.116-1.620)	0.002	1.231 (0.879-1.724)	0.226	1.419 (1.126-1.789)	0.003
Former smoker	1.516 (1.257-1.828)	<0.0001	1.330 (0.952-1.860)	0.095	1.623 (1.286-2.049)	<0.0001
Smoker	1.000		1.000		1.000	
Alcohol use						
Drinker	0.791 (0.600-1.043)	0.096	0.604 (0.341-1.070)	0.084	0.883 (0.641-1.216)	0.447
Former drinker	0.691 (0.602-0.794)	<0.0001	0.500 (0.385-0.651)	<0.0001	0.778 (0.661-0.916)	0.003
Never	1.000		1.000		1.000	
Economic activity						
Yes	0.463 (0.400-0.535)	<0.0001	0.448 (0.356-0.565)	<0.0001	0.511 (0.424-0.615)	<0.0001
No	1.000		1.000		1.000	
Year						
2006	0.494 (0.408-0.599)	<0.0001	0.593 (0.394-0.893)	0.012	0.456 (0.363-0.572)	<0.0001
2008	0.661 (0.549-0.795)	<0.0001	0.828 (0.551-1.243)	0.362	0.610 (0.492-0.755)	<0.0001
2010	0.717 (0.596-0.863)	0.000	0.872 (0.577-1.318)	0.516	0.678 (0.549-0.837)	0.000
2012	0.773 (0.643-0.928)	0.006	0.981 (0.650-1.481)	0.927	0.723 (0.587-0.890)	0.002
2014	0.814 (0.652-1.016)	0.069	0.807 (0.494-1.318)	0.391	0.815 (0.634-1.048)	0.111
2016	1.000		1.000		1.000	
QIC	11,193		3,505		7,682	

OR, odds ratio; CI, confidence interval; NA, not applicable; QIC, quasi-likelihood information criterion.

**Table 3.** Association between relative grip strength and cerebrovascular disease

Variable	Total		Cerebrovascular disease			
	OR (95% CI)	p-value	<65 yr		≥65 yr	
	OR (95% CI)	p-value	OR (95% CI)	p-value	OR (95% CI)	p-value
Relative grip strength (grip strength/BMI)	0.418 (0.342–0.511)	<0.0001	0.286 (0.190–0.431)	<0.0001	0.466 (0.370–0.588)	<0.0001
Education level						
≤Elementary school	1.010 (0.808–1.264)	0.928	1.758 (1.089–2.837)	0.021	0.787 (0.610–1.014)	0.064
Middle school	1.112 (0.877–1.409)	0.381	2.186 (1.360–3.511)	0.001	0.792 (0.596–1.052)	0.107
High school	0.986 (0.784–1.239)	0.902	1.765 (1.115–2.794)	0.015	0.772 (0.587–1.016)	0.065
≥College	1.000		1.000		1.000	
Gender						
Male	2.890 (2.422–3.447)	<0.0001	3.549 (2.460–5.121)	<0.0001	2.748 (2.241–3.370)	<0.0001
Female	1.000		1.000		1.000	
Age (yr)						
≤54	1.000		1.000		NA	
55–64	1.679 (1.289–2.187)	0.000	1.574 (1.188–2.085)	0.002	NA	
≥65	1.587 (1.215–2.075)	0.001	NA		NA	
Marital status						
Married	1.541 (0.741–3.204)	0.247	3.615 (1.250–10.455)	0.018	0.741 (0.255–2.158)	0.583
Separated, divorced	1.476 (0.705–3.090)	0.302	2.662 (0.899–7.882)	0.077	0.753 (0.258–2.196)	0.603
Single	1.000		1.000		1.000	
Residential region						
Metropolitan	1.000		1.000		1.000	
Urban	1.055 (0.910–1.223)	0.478	0.891 (0.665–1.193)	0.438	1.124 (0.946–1.336)	0.184
Rural	0.787 (0.690–0.897)	0.000	0.682 (0.536–0.868)	0.002	0.826 (0.705–0.967)	0.018
National health insurance						
Health insurance	0.907 (0.750–1.098)	0.318	0.618 (0.428–0.892)	0.010	1.033 (0.824–1.296)	0.778
Medical aid	1.000		1.000		1.000	
Self-rated health						
Very good	0.054 (0.020–0.147)	<0.0001	0.024 (0.003–0.177)	0.000	0.112 (0.035–0.359)	0.000
Good	0.100 (0.077–0.129)	<0.0001	0.073 (0.045–0.118)	<0.0001	0.137 (0.101–0.185)	<0.0001
Normal	0.236 (0.194–0.288)	<0.0001	0.211 (0.140–0.318)	<0.0001	0.244 (0.195–0.307)	<0.0001
Bad	0.623 (0.518–0.748)	<0.0001	0.775 (0.528–1.138)	0.194	0.573 (0.464–0.707)	<0.0001
Worst	1.000		1.000		1.000	
Smoking status						
Never	1.306 (1.084–1.574)	0.005	1.221 (0.872–1.709)	0.244	1.375 (1.091–1.734)	0.007
Former smoker	1.490 (1.235–1.797)	<0.0001	1.279 (0.914–1.790)	0.151	1.600 (1.267–2.019)	<0.0001
Smoker	1.000		1.000		1.000	
Alcohol use						
Drinker	0.792 (0.601–1.045)	0.099	0.611 (0.345–1.083)	0.092	0.884 (0.642–1.218)	0.452
Former drinker	0.693 (0.604–0.796)	<0.0001	0.510 (0.392–0.664)	<0.0001	0.778 (0.661–0.916)	0.003
Never	1.000		1.000		1.000	
Economic activity						
Yes	0.469 (0.405–0.541)	<0.0001	0.452 (0.358–0.570)	<0.0001	0.515 (0.428–0.621)	<0.0001
No	1.000		1.000		1.000	
Year						
2006	0.502 (0.414–0.608)	<0.0001	0.577 (0.383–0.868)	0.008	0.465 (0.370–0.583)	<0.0001
2008	0.668 (0.555–0.804)	<0.0001	0.807 (0.537–1.210)	0.299	0.621 (0.501–0.769)	<0.0001
2010	0.721 (0.600–0.868)	0.001	0.841 (0.557–1.269)	0.410	0.689 (0.558–0.850)	0.001
2012	0.785 (0.654–0.943)	0.010	0.956 (0.633–1.443)	0.830	0.739 (0.600–0.910)	0.004
2014	0.831 (0.666–1.038)	0.103	0.804 (0.492–1.315)	0.385	0.833 (0.648–1.071)	0.154
2016	1.000		1.000		1.000	
QIC	11,156		3,480		7,668	

OR, odds ratio; CI, confidence interval; BMI, body mass index; NA, not applicable; QIC, quasi-likelihood information criterion.

## 고 찰

이 연구는 이전의 뇌혈관질환과 악력의 관련성을 제시한 선행연구의 결과를 토대로 한국고령화연구패널조사의 10년간 추적조사 자료를 이용해 악력과 뇌혈관질환의 관련성을 파악하였으며[12-14,17], 뇌혈관질환의 예측인자로서의 절대적인 악력과 상대적인 악력을 측정하는 모형의 모형적합도를 각각 비교하여 뇌혈관질환 발생에 예측에 적합한 지표를 파악하고자 하였다. 이 연구의 결과로, 뇌혈관질환 진단을 받은 대상은 뇌혈관질환 진단을 받지 않은 대상에 비해 상대적으로 낮은 악력을 보였으며, 악력과 상대적인 악력으로 뇌혈관질환과의 관련성을 분석하였을 때도 통계적으로 유의하게 반비례적인 관련성을 띄었다. 또한 65세 미만에 대한 모형적합도와 65세 이상에 대한 모형적합도 그리고 전체 참여자에 대한 모형적합도를 뇌혈관질환을 예측하는 인자로 악력과 상대적인 악력을 비교한 결과, 상대적인 악력의 모형적합도가 우수했으며, 이것은 뇌혈관질환을 예측하는 인자로 상대적인 악력이 절대적인 악력보다 더 적합하다는 것을 의미한다.

이 연구의 결과는 많은 선행연구와 일치한 결과로, 악력을 통해 건강수준을 예측하기 위한 연구에서 악력은 실제 사망률과 반비례적인 관계였으며[14], 악력이 낮은 집단에서 심혈관계질환과 뇌졸중을 포함한 많은 질환의 유병률과 사망률의 관련성이 높아 악력이 효과적인 예측인자로서의 적용이 가능함을 확인할 수 있었다. 연구결과 노화는 다양한 기관의 기능을 감소시키고 골격근은 그 기관 중 하나로 근육과 근력의 손실이 일어나게 된다[28]. 따라서 노화는 전신의 근육을 추정하는 악력 측정에 영향을 미치게 되고, 연령이 증가함에 따라 근육 내 지방이 증가하게 되고 시간에 따라 그 속도는 더욱 빨라진다[29]. 그에 따른 결과로 본 연구의 결과와 동일하게 근육이 약화되는 것은 뇌혈관질환의 위험성이 커지는 것과 관련이 있다[30]. 하지만 한 가지 흥미로운 점은 건강한 중년 남성에서의 육체적이고 근력 증가를 위한 활동은 노년의 뇌졸중뿐 아니라 유병률과 사망률에 긍정적인 영향을 미친다는 연구를 통해 중년 남성에서의 근력 증가를 위한 활동이 노년의 악력에 영향을 미침으로써 뇌혈관질환 발생의 감소가 나타날 수 있기 때문에 향후 노년의 악력 약화와 중년의 근력활동에 대한 연구가 진행될 필요가 있다[31].

악력은 전신근력의 쉽고 비용효과적으로 추정이 가능한 측정 도구로 근육감소의 표지자로 쓰인다[32]. 하지만 한국 인구에서 악력과 인체학적 지수 관련 연구에서 악력은 신장, 체중, 체질량지수와 관련이 있으며 상대적인 악력을 적용함으로써 체형을 보정하였고[19], 심혈관질환과 뇌혈관질환의 발생에서 몸의 크기와 근력의 관련성에 대한 연구에서 신장이 큰 집단에서 뇌졸중에서 낮은 위험성을 보였으며

[17], 체중이 높거나 낮아 정상범위를 벗어난 집단에서 뇌내출혈, 거미막밑출혈에 있어 더 큰 위험성을 보였다. 뿐만 아니라 체질량지수는 뇌내경색과 양의 관계를 보였다. 이와 같이 뇌혈관질환, 인체학적 지수, 악력은 유의미한 관계가 있었으며, 뇌혈관질환의 예측인자로서 악력에 인체학적 지수를 고려한 본 연구의 결과를 지지한다.

또한 악력에 대한 선행연구결과에서 악력과 인체학적 지수와의 관련성에 대한 다양한 결과가 있었지만[28,33-35], 본 연구에서 절대적인 악력과 상대적인 악력을 뇌혈관질환과의 관련성 분석결과, 모형적합도가 상대적인 악력이 뇌혈관질환의 예측인자로 적합하다는 결과를 얻었다.

이 연구에서는 다음과 같은 제한점이 있다. 첫째, 참여대상자의 자기기입식 설문에 의한 응답의 주관적인 한계가 있으며, 종단조사의 특징인 응답에 대한 적응성을 띄는 편향이 존재할 수 있다. 둘째, 관찰 연구의 일반적인 한계로 악력과 뇌혈관질환의 관련성에 포함되지 않은 유의한 보정변수가 존재할 수 있다. 마지막으로, 본 연구는 일반화 선형혼합모형을 활용하여 종단연구를 시행하였으나 악력과 뇌혈관질환 사이의 관련성을 분석할 때 역인과 관계에 대한 문제가 여전히 존재할 수 있다. 이러한 제한점에도 불구하고 본 연구는 일반화선형혼합모형을 활용하여 상대적인 악력이 뇌혈관질환의 예측인자로서 사용 가능하다는 것을 입증할 수 있었다. 또한 본 연구는 악력과 상대적인 악력을 뇌혈관질환의 관련성에 대한 적합도를 비교분석을 시행한 국내 선행연구가 거의 전무하다는 점에서 의의가 있다. 마지막으로, 대규모 표본집단을 통해 45세 이상 인구에게 일반화가 가능한 신뢰성 있는 결과를 제시할 수 있었다.

이 연구는 사회경제적 요인, 건강상태 및 행동요인과 독립적으로 낮은 악력이 뇌혈관질환에 더 큰 위험이 있음을 드러냄으로써 뇌혈관질환의 원인으로 작용할 수 있다는 결과를 제시하였으며, 뇌혈관질환과 인체학적 지수 그리고 악력은 서로 유의미한 관계에 있어 악력과 상대적인 악력의 비교를 통해 뇌혈관질환의 적합한 예측인자로 체질량지수를 고려하는 상대적인 악력이 적합할 수 있음을 제시하였다. 향후 연구에서는 높은 유병률을 보이는 뇌혈관질환의 예측인자로 상대적인 악력을 적용함에 있어 면밀한 검토가 필요하며, 본 연구는 국내 참여자를 대상으로 한 연구로 외적 타당성을 위해 향후 타 인구집단에 적용하여 비교하여 타당성을 검증해 볼 필요가 있을 것이다.

## ORCID

Seok-Hwan Jung: <https://orcid.org/0000-0003-2553-9638>;

Jae-Hyun Kim: <https://orcid.org/0000-0002-3531-489X>

## REFERENCES

1. O'Sullivan SB. Stroke. In: O'Sullivan SB, Schmitz TJ, editors. *Physical rehabilitation*. 5th ed. Philadelphia (PA): F.A. Davis Company; 2007. pp. 705-776.
2. Korea Centers for Disease Control and Prevention. National Health Information Portal [Internet]. Cheongju: Korea Centers for Disease Control and Prevention; 2018 [cited 2019 Feb 20]. Available from: <http://health.cdc.go.kr/health/Main.do>.
3. World Health Organization. *International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems-10th revision (ICD-10)*. Geneva: World Health Organization; 2016.
4. Jeon SE. *Stroke encyclopedia 2: rehabilitation*. Seoul: Seoenum Media; 1997.
5. Stroke Association. Types of stroke [Internet]. London: Stroke Association [cited 2019 Feb 20]. Available from: <https://www.stroke.org.uk/what-is-stroke/types-of-stroke>.
6. Korean Statistical Information Service. *Cause of death*. Daejeon: Statistics Korea; 2018.
7. Heller A, Wade DT, Wood VA, Sunderland A, Hewer RL, Ward E. Arm function after stroke: measurement and recovery over the first three months. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 1987;50(6):714-719. DOI: <https://doi.org/10.1136/jnnp.50.6.714>.
8. Schreuders TA, Roebroek ME, Jaquet JB, Hovius SE, Stam HJ. Measuring the strength of the intrinsic muscles of the hand in patients with ulnar and median nerve injuries: reliability of the Rotterdam Intrinsic Hand Myometer (RIHM). *J Hand Surg Am* 2004;29(2):318-324. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jhsa.2003.10.024>.
9. Ashton LA, Myers S. Serial grip strength testing-its role in assessment of wrist and hand disability. *Internet J Surg* 2004;5(2):1-12. DOI: <https://doi.org/10.5580/834>.
10. Taekema DG, Gusselkoo J, Maier AB, Westendorp RG, de Craen AJ. Handgrip strength as a predictor of functional, psychological and social health: a prospective population-based study among the oldest old. *Age Ageing* 2010;39(3):331-337. DOI: <https://doi.org/10.1093/ageing/afq022>.
11. Wu SW, Wu SF, Liang HW, Wu ZT, Huang S. Measuring factors affecting grip strength in a Taiwan Chinese population and a comparison with consolidated norms. *Appl Ergon* 2009;40(4):811-815. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2008.08.006>.
12. Ekstrand E, Lexell J, Brogardh C. Grip strength is a representative measure of muscle weakness in the upper extremity after stroke. *Top Stroke Rehabil* 2016;23(6):400-405. DOI: <https://doi.org/10.1080/10749357.2016.1168591>.
13. Yi Y, Shim JS, Oh BM, Seo HG. Grip strength on the unaffected side as an independent predictor of functional improvement after stroke. *Am J Phys Med Rehabil* 2017;96(9):616-620. DOI: <https://doi.org/10.1097/PHM.0000000000000694>.
14. Leong DP, Teo KK, Rangarajan S, Lopez-Jaramillo P, Avezum A Jr, Orlandini A, et al. Prognostic value of grip strength: findings from the Prospective Urban Rural Epidemiology (PURE) study. *Lancet* 2015;386(9990):266-273. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(14\)62000-6](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(14)62000-6).
15. Musalek C, Kirchengast S. Grip strength as an indicator of health-related quality of life in old age: a pilot study. *Int J Environ Res Public Health* 2017;14(12):E1447. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijerph14121447>.
16. Lauretani F, Russo CR, Bandinelli S, Bartali B, Cavazzini C, Di Iorio A, et al. Age-associated changes in skeletal muscles and their effect on mobility: an operational diagnosis of sarcopenia. *J Appl Physiol* (1985) 2003;95(5):1851-1860. DOI: <https://doi.org/10.1152/jappl-physiol.00246.2003>.
17. Silventoinen K, Magnusson PK, Tynelius P, Batty GD, Rasmussen F. Association of body size and muscle strength with incidence of coronary heart disease and cerebrovascular diseases: a population-based cohort study of one million Swedish men. *Int J Epidemiol* 2009;38(1):110-118. DOI: <https://doi.org/10.1093/ije/dyn231>.
18. Studenski SA, Peters KW, Alley DE, Cawthon PM, McLean RR, Harris TB, 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. DOI: <https://doi.org/10.1093/gerona/glu010>.
19. Kim CR, Jeon YJ, Kim MC, Jeong T, Koo WR. Reference values for hand grip strength in the South Korean population. *PLoS One* 2018;13(4):e0195485. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0195485>.
20. McLean RR, Shardell MD, Alley DE, Cawthon PM, Fragala MS, Harris TB, et al. Criteria for clinically relevant weakness and low lean mass and their longitudinal association with incident mobility impairment and mortality: the foundation for the National Institutes of Health (FNIH) sarcopenia project. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2014;69(5):576-883. DOI: <https://doi.org/10.1093/gerona/glu012>.
21. Lawman HG, Troiano RP, Perna FM, Wang CY, Fryar CD, Ogden CL. Associations of relative handgrip strength and cardiovascular



- disease biomarkers in U.S. adults, 2011-2012. *Am J Prev Med* 2016;50(6):677-683. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.amepre.2015.10.022>.
22. Lee WJ, Peng LN, Chiou ST, Chen LK. Relative handgrip strength is a simple indicator of cardiometabolic risk among middle-aged and older people: a nationwide population-based study in Taiwan. *PLoS One* 2016;11(8):e0160876. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0160876>.
  23. Brannon L, Feist J. *Health psychology: an introduction to behavior and health*. 6th ed. Belmont (CA): Thomson/Wadsworth; 2007.
  24. Korea Employment Information Service. *User's guide of Korean Longitudinal Study of Ageing*. Eumseong: Korea Employment Information Service; 2018.
  25. Korea Employment Information Service. *The 6th questionnaire of KLoSA, KLoSA (Korean Longitudinal Study of Ageing)*. Eumseong: Korea Employment Information Service; 2016.
  26. Gilmour AR, Anderson RD, Rae AL. The analysis of binomial data by a generalized linear mixed model. *Biometrika* 1985;72(3): 593-599. DOI: <https://doi.org/10.1093/biomet/72.3.593>.
  27. Laird NM, Ware JH. Random-effects models for longitudinal data. *Biometrics* 1982;38(4):963-974. DOI: <https://doi.org/10.2307/2529876>.
  28. Riviati N, Setiati S, Laksmi PW, Abdullah M. Factors related with handgrip strength in elderly patients. *Acta Med Indones* 2017;49(3):215-219.
  29. Delmonico MJ, Harris TB, Visser M, Park SW, Conroy MB, Velasquez-Mieyer P, et al. Longitudinal study of muscle strength, quality, and adipose tissue infiltration. *Am J Clin Nutr* 2009; 90(6):1579-1585. DOI: <https://doi.org/10.3945/ajcn.2009.28047>.
  30. Rantanen T, Masaki K, Foley D, Izmirlian G, White L, Guralnik JM. Grip strength changes over 27 yr in Japanese-American men. *J Appl Physiol* (1985) 1998;85(6):2047-2053. DOI: <https://doi.org/10.1152/jappl.1998.85.6.2047>.
  31. Rantanen T, Harris T, Leveille SG, Visser M, Foley D, Masaki K, et al. Muscle strength and body mass index as long-term predictors of mortality in initially healthy men. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2000;55(3):M168-M173. DOI: <https://doi.org/10.1093/gerona/55.3.m168>.
  32. Cesari M, Fielding RA, Pahor M, Goodpaster B, Hellerstein M, van Kan GA, et al. Biomarkers of sarcopenia in clinical trials-recommendations from the International Working Group on Sarcopenia. *J Cachexia Sarcopenia Muscle* 2012;3(3):181-190. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13539-012-0078-2>.
  33. Keevil VL, Luben R, Dalzell N, Hayat S, Sayer AA, Wareham NJ, et al. Cross-sectional associations between different measures of obesity and muscle strength in men and women in a British cohort study. *J Nutr Health Aging* 2015;19(1):3-11. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12603-014-0492-6>.
  34. Silva Nde A, Menezes TN, Melo RL, Pedraza DF. Handgrip strength and flexibility and their association with anthropometric variables in the elderly. *Rev Assoc Med Bras* (1992) 2013;59(2):128-135. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ramb.2012.10.002>.
  35. Massy-Westropp NM, Gill TK, Taylor AW, Bohannon RW, Hill CL. Hand grip strength: age and gender stratified normative data in a population-based study. *BMC Res Notes* 2011;4:127. DOI: <https://doi.org/10.1186/1756-0500-4-127>.