

양평지역 중년 성인의 상대 악력, 상대 각력과 빈혈 위험 간의 연관성

서울대학교 사범대학 체육교육과

박 두 용 · 김 연 수

Association between Muscle Strength and Anemia in the Rural Middle Age and Older Adults

DooYong Park, YeonSoo Kim

Department of Physical Education, College of Education, Seoul National University, Seoul, Korea

Purpose: This study aimed to investigate the association between relative muscle strength and serum hemoglobin levels.

Methods: In this study, 3,234 adults living in rural areas were surveyed from 2007 to 2014 and the data was analyzed on 1,987 adults. Anemia (<12 g/dL for women and <13 g/dL for men) was defined by examining serum hemoglobin concentration. Muscle strength was measured by using Takei dynamometer about grip strength and leg strength. To identify the association between relative strength and anemia, odds ratio (OR) and 95% confidence interval (CI) were calculated using logistic regression analysis ($p < 0.05$).

Results: As confounding variables were adjusted, relative leg strength (high level: OR, 0.55; 95% CI, 0.34 – 0.88) and relative grip strength (middle level: OR, 0.57; 95% CI, 0.37 – 0.88; high level: OR, 0.50; 95% CI, 0.30 – 0.84) were associated with OR of anemia risk. Relative grip strengths were significantly associated with risk of anemia in the ≥ 65 -year age group (middle level: OR, 0.43; 95% CI, 0.23 – 0.78; high level: OR, 0.32; 95% CI, 0.14 – 0.72), but not in the <65 -year age group. Also, ≥ 65 -year age group, who have both high relative grip strength and high relative leg strength (OR, 0.44; 95% CI, 0.21 – 0.93) or only high relative grip strength (OR, 0.41; 95% CI, 0.18 – 0.96), was only significantly associated with the prevalence of anemia.

Conclusion: Improvement of relative muscle strength is a key factor that can lower the risk of anemia and it is recommended in order to reduce the health risk of elderly life.

Keywords: Aging, Anemia, Hand strength, Muscle strength, Sarcopenia

Received: August 24, 2021 Revised: November 4, 2021 Accepted: December 17, 2021

Correspondence: YeonSoo Kim

Department of Physical Education, College of Education, Seoul National University, Sports and Culture Research Bldg 71-1,
1 Gwanak-ro, Gwanak-gu, Seoul 08826, Korea

Tel: +82-2-880-7794, Fax: +82-2-872-2867, E-mail: kys0101@snu.ac.kr

Copyright ©2022 The Korean Society of Sports Medicine

© 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.

서론

빈혈은 혈중 헤모글로빈이나 적혈구 수치가 정상 수준보다 줄어들어 산소 운반능력 감소와 연관된 현기증, 실신, 저혈압, 피로, 짧은 호흡 등의 증상을 보이는 상태를 말한다¹. 선행연구에 따르면 혈중 헤모글로빈 수치가 여성인 경우 12 g/dL 미만, 남성인 경우 13 g/dL 미만일 때 빈혈을 진단하고, 전세계 인구의 25%에 해당하는 인구가 빈혈이 있음을 시사하며 빈혈의 심각성을 강조하였다². 이러한 빈혈은 연령 증가, 염증성 마커의 증가, 신체기능의 쇠퇴, 감소된 제지방량, 영양실조 및 철분 부족, 만성질환이나 암으로 인해 나타날 수 있으며³, 특히 노화와 연관된 빈혈은 협심증, 심부전, 만성 신장질환, 만성 폐쇄성폐질환과 같은 심각한 병적 상태와 함께 나타나는 것으로 보고한 바 있다¹. 2019 국민건강통계에 따르면 만 30세 이상 성인 중 8.4%가 빈혈을 가지고 있고, 남성(3.8%)보다는 여성(13.2%)이 높은 빈혈 유병률을 보이며, 70세 이상의 노인 중 20.4%가 빈혈로 고통받고 있다⁴. 추가적으로 33개의 연구를 분석한 리뷰 연구에 따르면 조사에 참가한 노인의 17%가 빈혈을 앓고 있음을 보고하였고⁵, 이렇게 국제적으로 헤모글로빈 감소에 취약한 노인에게서 나타나는 빈혈의 심각성을 인지하면서 최근 연구자료에서는 직접적으로 빈혈에 영향을 미치는 적혈구 수를 증가시키는 방법에 관심을 가지고 있음을 알 수 있다⁶.

이러한 방법 중 적혈구 수혈은 빈혈을 치료하는 가장 효과적인 치료이지만 감염과 수혈반응에 대한 위험은 생명에 대한 위협으로 연결되는 위험한 부작용이기 때문에 최근에는 적혈구 증가를 위한 보조적 처치 중 부작용이 다소 적은 방법을 강구하고 있다⁷. 헤모글로빈을 증진할 수 있는 보조적 방법 중에 운동은 과거부터 전체 헤모글로빈 수준과 적혈구 생성을 증진하는 것으로 알려져 있으며⁶, 이는 운동을 통한 골수의 자극 때문으로 임상적으로 적혈구 수치가 의미 있게 증가함을 보고한 바 있다⁸. 실제로 6주간의 중강도 저항운동을 실시한 건강한 성인은 적혈구 양이 증가하는 것을 확인하였는데, 이는 운동이 적혈구 양 증가를 가속화할 수 있음을 보여준다⁹. 이전 연구에서도 적혈구 생산에 영향을 미치는 골 부피는 근육 부피와 연관성이 있었는데, 그 이유로 근육 부피 증가로 인한 근력 증가가 뼈에 국지적인 스트레스를 주어 골 형성을 촉진함으로써 적혈구 생산에 영향을 미치는 것으로 보고하였다¹⁰. 하지만 이러한 골 부피, 근육 부피와 연관된 근력과 빈혈의 연관성에 대해 현재까지 진행된 연구는 빈혈로 인한 활동성 감소로 근력 감소가 연관되어 있음을 강조할 뿐³, 규칙적인 운동을 통해 획득한 근력 증가와 빈혈 감소의 연관성에 대한 연구는 소수에 불과하다. 그 소수의 연구 중 12주간 주

3회 저항운동을 한 이후 하체 근 부피 증가로 인한 조혈작용의 증가를 확인한 연구는 존재하나¹¹, 규칙적인 운동으로 증가된 근 부피에 따른 근력 증가 자체가 혈중 헤모글로빈 수치와 연관성이 있는지 확인할 수 없었고, 빈혈과 근력의 연관성에 있어 하체 근력과 상체 근력 중 어떤 것이 더 연관성이 있을지에 대해 확인한 연구가 부족한 실정이다.

따라서 본 연구는 헤모글로빈 감소에 취약한 40세 이상의 중년 성인과 노인을 대상으로 효과적인 빈혈 관리를 위해 빈혈 위험과 상대 근력이 어떠한 연관성이 있는지 확인하고, 추가적으로 중년 성인(40-64세)과 노인(65세 이상)으로 구분하여 연령대별 상대 근력이 빈혈 위험에 어떠한 영향을 미치는지 확인하고자 한다.

연구 방법

1. 연구 대상

본 연구에 사용한 데이터는 만성 질환의 발생과 유전적 요인을 확인하기 위해 시작된 농촌 기반 코호트 연구로, 2007년부터 2014년까지 조사된 40-88세의 양평 지역 거주 중년 성인과 노인을 대상으로 연구를 진행하였다. 조사에 참여한 총 3,234명 중 과거 암, 심근경색 병력이 있거나 독립변수, 종속변수를 포함한 근력과 빈혈에 영향을 미칠 수 있는 주요 변수에 결측치가 있는 대상자 1,247명을 제외한 1,987명을 분석하였다. 참여자에게 수행한 모든 설문조사와 임상검사 내용 및 방법은 한양대학교 의료원 임상시험윤리위원회의 승인을 받았다(No. 2011-07-0005-010).

2. 측정 변인

1) 근력 측정

악력검사(grip strength test, kg)는 측정방법이 비교적 간단하고 단시간에 결과를 알 수 있으며, 실제로 다른 근력과 상관성이 높다. 측정 장비는 대표적인 방법으로 TKK-5401 악력계(Takei Scientific Instruments, Niigata, Japan)를 이용하여 손가락의 두 번째 관절이 악력계의 잡는 부분과 직각이 되도록 잡고 양발을 어깨너비만큼 벌리고 서서 양팔을 자연스럽게 내린 상태에서 측정하는 팔을 약 15° 정도 벌린 후 좌·우 교대로 2회씩 측정하여 평균값을 기록한다.

각력검사(leg strength test, kg)는 하지의 등척성 최대 근력 측정을 위해 TKK-5402 각력계(Takei Scientific Instruments)를 의자에 부착시킨 형태의 장비를 사용하였다. 피험자는 의자에

허리와 등을 최대한 가까이 대고 앉은 다음 양발을 쿠션에 대고 양손으로 의자 옆의 손잡이를 잡은 상태에서 무릎 관절을 최대한 힘으로 신전하게 하고 이때 발생하는 장력을 측정하는데, 2회 실시하여 최대값을 기록하였다. 본 측정에 앞서 측정 자세와 방법을 교육하고 연습을 시킨 후에 측정을 실시하였다. 본 연구에서는 선행연구에 따라, 산출된 악력, 각력을 체질량지수(body mass index, BMI; kg/m²)로 나눈 상대 근력으로 변환하여 사용하였다¹². 측정된 상대 악력 및 각력 점수는 성별로 구분하여 low, middle, high의 3분위로 나눈 뒤 분석에 이용하였다. 추가적으로 상대 악력, 각력의 상호작용을 확인하기 위해 성별로 low와 high의 2분위로 나눈 뒤 ‘낮은 악력/낮은 각력’, ‘낮은 악력/높은 각력’, ‘높은 악력/낮은 각력’, ‘높은 악력/높은 각력’으로 총 4개의 항목으로 구성하여 분석하였다.

2) 혈액 변인 측정

혈청을 채취하여 일반혈액검사를 시행하였다. 여러 검사 항목 중 본 연구의 종속변수인 헤모글로빈을 포함한 C-반응성 단백질(C-reactive protein, CRP), 혈중 크레아티닌, 그리고 공복 시 혈당을 연구 자료로 활용하였다. 검체 처리 및 저장은, 검진을 통하여 채취한 혈액에서 추출된 혈청을 질병관리본부 유전체연구팀에서 일괄적으로 보관하였다. 빈혈은 선행연구에서 사망률 증가, 삶의 질 감소와 연관되었다고 보고된 빈혈 기준에 근거하여 남자 13 mg/dL 미만, 여자 12 mg/dL 미만일 경우 “빈혈군”으로 규정하였고, 기준치 이상인 사람은 “정상군”으로 구분하였다¹³. 추정 사구체여과율(estimated glomerular filtration ratio)은 빈혈에 영향을 미치는 요소로, 선행연구에 근거하여 혈중 크레아티닌을 이용한 Modification of Diet in Renal Disease (MDRD) 연구의 공식($\text{in mL/min/1.73 m}^2 = 175 \times \text{serum creatinine}^{-1.154} \times \text{age}^{-0.203} \times [0.742 \text{ if female}]$)으로 값을 산출하여 60 mL/min/1.73 m² 미만일 경우 만성 신질환으로 구분하였다¹⁴.

3) 설문조사 및 기타 변수

조사요원에 의한 일대일 면접 설문으로 실시하였고 당일 조사 후 설문을 검토를 하여 수정 및 보완 작업을 진행하였다. 신체 계측은 숙련된 간호사가 보호자와 함께 가벼운 옷을 입고 실시하였다. 상대 악력 산출을 위한 BMI는 측정된 체중(kg)에서 키(m)의 제곱을 나눈 값으로 분석에 이용하였고, 근력에 영향을 미치는 제지방량은 생체 전기 저항법(Inbody 3.0; Biospace, Seoul, Korea)을 이용하여 측정된 제지방량 무게(kg)로 분석에 이용하였다. 본 연구서 사용한 설문은 빈혈에 영향을 끼칠 수 있는 변인들을 선별하여 최종적으로 분석에 활용하였다. 혈액학적으로 빈혈에

영향을 미치는 고혈압, 당뇨를 진단받았거나 관련 약을 복용하고 있을 경우 ‘예’, 그렇지 않을 경우 ‘아니오’로 구분하였다. 비타민 B 결핍으로 인한 빈혈에 영향을 미치는 육류 섭취를 확인하기 위해 ‘육류(쇠고기, 돼지고기)를 구워 드실 때 어느 정도 구운 고기를 주로 드십니까?’라는 질문에 ‘고기를 거의 먹지 않는다’와 이에 해당하지 않는 변인을 ‘아니다’로 구성하였고, 결측인 경우 ‘무응답’으로 구분하였다. 피로로 인한 빈혈에 영향을 미치는 요인을 확인하기 위해 평상시 수면시간에 대해 응답한 수치를 분석에 활용하였다.

3. 통계 처리

본 연구에서는 자료 분석을 위해 STATA/IC 14.1 (STATA Corp., College Station, TX, USA)을 사용하였으며, 연구대상자의 인구학적 특성을 확인하기 위해 빈도분석과 기술분석을 실시하였다(Table 1). 상대 악력, 상대 각력과 빈혈의 연관성을 확인하기 위해 로지스틱 선형회귀분석(logistic linear regression)을 사용하여 교차비(odds ratio, OR)와 95% 신뢰구간(confidence interval, CI)을 산출하였고 추가로 연령대별로 40-64세와 65세 이상으로 나누어 OR과 CI를 산출하였다(Table 2). 또한 연령대별 상대 악력, 상대 각력의 상호작용이 빈혈과 연관되어 있는지 확인하기 위해 근력 수준별 총 4집단(낮은 악력/낮은 각력, 낮은 악력/높은 각력, 높은 악력/낮은 각력, 높은 악력/높은 각력)과 빈혈 유무를 로지스틱 선형회귀분석을 사용하여 OR과 CI를 산출하였고 추가로 연령대별 OR과 CI를 산출하였다(Table 3).

자료 분석 과정에서 빈혈에 영향을 주는 변인을 통제하기 위해서 성별, 나이, 육류 섭취 여부, 사구체여과율, 공복 시 혈당, CRP, 고혈압 병력, 당뇨 병력, 제지방량, BMI, 수면시간 등을 보정 변수로 투입하였으며 모든 유의 수준은 $p < 0.05$ 로 설정하였다.

결 과

본 연구에서 상대 악력, 상대 각력 수준과 빈혈 위험과의 연관성을 확인하기 위한 인구통계적 변인은 Table 1에 제시하였다. 전체적으로 빈혈을 가진 집단은 높은 여성 비율, 낮은 사구체여과율, 낮은 혈당 수치, 낮은 BMI, 낮은 근육량을 가지고 있었으며 빈혈이 없는 집단과 통계적으로 유의한 차이를 확인할 수 있었다. 40-64세의 빈혈을 가진 집단에서는 빈혈이 없는 집단보다 여성 비율이 높고 젊은 연령, 낮은 사구체여과율, 낮은 혈당 수치, 낮은 근육량을 가지고 있었으며 통계적으로 유의한 차이를 보였다. 65세 이상의 빈혈을 가진 집단에서는 빈혈이 없는 집단보다

Table 1. Baseline characteristics of study participants

Characteristic of risk factor	Total (n=1,987)				Age<65 (n=1,195)				Age≥65 (n=792)			
	Non anemia	Anemia	p-value		Non anemia	Anemia	p-value		Non anemia	Anemia	p-value	
No. of participants	1,811	176			1,102	93			709	83		
Female sex (%)	1,089 (60.1) [†]	143 (81.2) [†]	<0.001		711 (64.5) [†]	87 (93.5) [†]	<0.001		378 (53.3)*	56 (67.4)*	0.014	
Age (yr)	60.32±10.10	60.81±11.59	0.544		53.64±6.41 [†]	51.52±7.44 [†]	0.002		70.69±4.47	71.21±4.668	0.316	
Leg strength/BMI (%)			0.251				0.750				0.125	
Low	594 (32.8)	67 (38.0)			235 (21.3)	22 (23.6)			359 (50.6)	45 (54.2)		
Middle	604 (33.3)	59 (33.5)			366 (33.2)	32 (34.4)			238 (33.5)	27 (32.5)		
High	613 (33.8)	50 (28.4)			501 (45.4)	39 (41.9)			112 (15.8)	11 (13.2)		
Grip strength/BMI (%)			0.172				0.783				0.771	
Low	592 (32.6)	669 (39.2)			247 (22.4)	19 (20.4)			345 (48.6)	50 (60.2)		
Middle	613 (33.8)	50 (28.4)			378 (34.3)	30 (32.2)			235 (33.1)	20 (24.1)		
High	606 (33.4)	57 (32.3)			477 (43.2)	44 (47.3)			129 (18.1)	13 (15.6)		
eGFR (mL/min/1.73 m ²)	69.01±9.56 [†]	65.03±11.21 [†]	<0.001		70.72±8.60 [†]	67.03±9.96 [†]	<0.001		66.34±10.34 [†]	62.78±12.13 [†]	0.004	
Sleep time <7 hr (%)	599 (33.0)	58 (32.9)	0.974		354 (32.1)	33 (35.4)	0.506		245 (34.5)	25 (30.1)	0.420	
Meat intake (%)	1,194 (65.9)	111 (63.0)	0.628		815 (73.9)	66 (70.9)	0.769		379 (53.4)	45 (54.2)	0.628	
Serum glucose (mL/dL)	102.93±22.43 [†]	97.67±20.03 [†]	0.003		101.77±21.75*	96.41±23.12*	0.023		104.73±23.34*	99.07±15.89*	0.032	
History of diabetes mellitus (%)	121 (6.7)	11 (6.3)	0.826		66 (6.0)	6 (6.5)	0.857		55 (7.8)	5 (6.1)	0.572	
History of hypertension (%)	361 (19.9)	29 (16.4)	0.270		194 (17.6)	11 (11.8)	0.156		167 (23.5)	18 (21.6)	0.704	
BMI (kg/m ²)	24.51±3.14 [†]	23.83±3.49 [†]	0.007		24.89±3.10	24.43±3.48	0.167		23.90±3.12*	23.16±3.40*	0.045	
Lean body mass (kg)	42.02±7.76 [†]	39.08±6.06 [†]	<0.001		43.34±7.94 [†]	40.50±5.42 [†]	0.001		39.97±7.01 [†]	37.47±6.37 [†]	0.002	

Values are presented as number only, number (%), or mean±standard deviation.

BMI: body mass index, eGFR: estimated glomerular filtration rate.

*p<0.05, [†] p<0.01, [‡] p<0.001.

Table 2. Association of relative leg strength and relative grip strength with anemia by age

Characteristic of risk factor	Total (n=1,987)	Age <65 yr (n=1,195)	Age ≥65 yr (n=792)
Relative leg strength			
Low	1.00 (Reference)	1.00 (Reference)	1.00 (Reference)
Middle	0.78 (0.53–1.16)	0.85 (0.46–1.56)	0.84 (0.48–1.44)
High	0.55 (0.34–0.88)	0.45 (0.24–0.87)	0.79 (0.37–1.69)
p-trend	0.013	0.011	0.484
Relative grip strength			
Low	1.00 (Reference)	1.00 (Reference)	1.00 (Reference)
Middle	0.55 (0.36–0.83)	0.86 (0.45–1.65)	0.43 (0.24–0.78)
High	0.45 (0.27–0.73)	0.66 (0.32–1.34)	0.32 (0.14–0.72)
p-trend	0.001	0.227	0.002

Values are presented as odds ratio (95% confidence interval).

Multivariable adjusted age, sex, sleep time, serum glucose, meat intake, human serum-C-reactive protein, body mass index, lean body mass, history of hypertension, history of diabetes mellitus, and estimated glomerular filtration rate.

Table 3. Association of interaction between relative grip strength and relative legs strength with anemia by age

Characteristic of risk factor	Total (n=1,987)	Age <65 yr (n=1,195)	Age ≥65 yr (n=792)
Relative grip strength/relative leg strength			
Low/Low	1.00 (Reference)	1.00 (Reference)	1.00 (Reference)
Low/High	0.73 (0.43–1.23)	0.58 (0.25–1.34)	1.20 (0.60–2.40)
High/Low	0.67 (0.40–1.12)	1.17 (0.54–2.54)	0.44 (0.21–0.93)
High/High	0.56 (0.35–0.91)	0.70 (0.35–1.38)	0.41 (0.18–0.96)
p-trend	0.028	0.556	0.011

Values are presented as odds ratio (95% confidence interval).

Multivariable adjusted age, sex, sleep time, serum glucose, meat intake, human serum-C-reactive protein, body mass index, lean body mass, history of hypertension, history of diabetes mellitus, estimated glomerular filtration rate.

여성 비율이 높고, 낮은 사구체여과율, 낮은 혈당 수치, 낮은 BMI, 낮은 근육량을 가지고 있었으며 통계적으로 유의한 차이를 확인하였다. 그 외 다른 변인들은 빈혈을 가진 집단과 빈혈이 없는 집단 간에 통계적으로 유의한 차이를 확인할 수 없었다($p > 0.05$).

Table 2에서는 다양한 혼란 변인들을 보정했을 때 높은 상대 각력(상위 33.37% 이상)은 낮은 상대 각력(상위 66.74%–100%)에 비해 빈혈 위험에 대한 OR이 낮아지는 것을 확인하였고(OR, 0.55; 95% CI, 0.34–0.88), 상대 각력이 높아질수록 빈혈 위험의 OR을 감소시키는 것을 확인하였다. 하지만 상대 악력이 낮은 집단(상위 66.74–100%)에 비해 중간 집단(상위 33.38–66.73%), 높은 집단(상위 33.37% 이상)의 빈혈 위험에 대한 OR이 각각 0.57 (95% CI, 0.37–0.88), 0.50 (95% CI, 0.30–0.84)로 점차 낮아졌으며, 이는 통계적으로 유의한 결과를 확인할 수 있었다.

40–64세 집단에서는 상대 각력이 높은 그룹(상위 33.37% 이상)이 상대 각력이 낮은 그룹(상위 66.74%–100%)보다 빈혈 위험에 대한 OR이 0.57 (95% CI, 0.37–0.88) 감소하였고, 상대 각력이 높아질수록 빈혈 위험이 감소하는 결과를 확인할 수 있었다.

하지만 상대 악력은 빈혈과 통계적으로 유의한 연관성을 보이지 않았다. 65세 이상 집단에서는 40–64세 집단과 달리 상대 각력과 빈혈과의 통계적으로 유의한 연관성을 확인할 수 없었으나, 상대 악력 수준이 높아질수록 빈혈 위험의 OR이 감소하는 것을 확인할 수 있었다(middle OR, 0.43; 95% CI, 0.24–0.78; high OR, 0.32; 95% CI, 0.14–0.72).

Table 3에서는 다양한 혼란 변인을 보정하고 상대 각력과 상대 악력의 상호작용이 빈혈에 어떤 연관성이 있는지 확인한 결과, 상대 악력과 상대 각력이 높은 그룹은 상대 악력과 상대 각력이 모두 낮은 그룹에 비해 빈혈 위험에 대한 OR이 0.56 (95% CI, 0.35–0.91) 낮고 상대 악력과 상대 각력이 높을수록 빈혈 위험이 감소할 수 있음을 확인하였다. 40–64세 집단의 경우 상대 악력, 상대 각력에 대한 상호작용이 빈혈 위험에 통계적으로 유의한 연관성을 가지지 않았다. 65세 이상 집단의 경우 상대 악력만 높은 그룹과 상대 악력, 상대 각력이 모두 높은 그룹에서 빈혈 위험에 대한 OR이 각각 0.44 (95% CI, 0.21–0.93), 0.41 (95% CI, 0.18–0.96) 감소하였고 상대 악력과 상대 각력이 높을수록 빈혈 위험이 감소하는 결과를 확인할 수 있었다.

고 찰

본 연구에서는 한국 농촌 지역 중년 성인과 노인의 상대 근력 수준과 빈혈 위험에 대한 OR을 확인하고자 하였고 이에 대해 다음의 결과를 확인할 수 있었다. 첫 번째, 근력과 빈혈에 영향을 미치는 요인들에 대해 독립적으로 상대 근력은 빈혈 위험에 연관성이 있으며 이는 연령대별 차이가 존재하였다. 40-64세 중년 성인의 경우 빈혈 위험은 상대 각력과 연관성이 있었으나 상대 악력은 연관성이 없었고, 65세 이상 노인의 경우 빈혈 위험은 상대 악력과 연관성이 존재한 반면 오히려 상대 각력과 연관성이 없었다. 두 번째, 상대 악력과 상대 각력이 모두 높았을 때 빈혈 위험이 감소하였고, 특히 65세 이상에서 악력만 높았을 때 빈혈 위험이 감소하였으며 악력과 각력이 모두 높았을 때 빈혈 위험이 더욱 감소하는 결과를 확인하였다.

노화로 인한 빈혈은 암이나 감염 질환 및 영양실조, 혹은 철분 부족에 기인하여 나타나는 것으로 알려져 있으나, 실제 빈혈 발생원인의 20%는 질병이 아닌 다양한 요인이 보고되어 있다³. 이러한 빈혈은 노인의 병적 상태, 신체기능 감소와 연관되어 있는데³, 전 세계적으로 가벼운 빈혈을 앓고 있는 환자 또한 다른 질병과 독립적으로 노인의 병적 상태와 사망률을 높이는 것으로 보고하였다¹. 실제로 65세 노인을 대상으로 진행된 코호트 연구 결과에 따르면 빈혈 증상이 있는 노인의 경우 11 g/dL의 헤모글로빈이 감소할 때마다 사망 위험이 39% 높아진다는 보고가 있다¹⁵. 빈혈은 노인에 있어 모든 종류의 사망률 증가, 신체기능 감소, 삶의 질 감소, 근력 감소에 독립적인 영향을 미치는 것으로도 알려져 있다¹⁶.

이에 대해 운동은 총 헤모글로빈 양과 적혈구 양을 증가시킬 수 있는, 빈혈 예방에 효과적인 방법으로, 운동이 산소 운반 능력을 향상시키고 조혈작용을 과증식시킬 수 있음을 보고하였고⁶, 저항 운동을 통해 증진되는 근력은 근육량보다 신체기능 장애, 심장질환, 대사질환 등의 예측에 더 효과적인 요소로, 근력이 높을수록 다양한 질환에 대해 건강을 보호할 수 있음을 강조하고 있다¹⁷.

상대 근력과 빈혈 간의 기전은 명확히 밝혀진 바는 없으나, 선행연구에서 근력과 근육밀도는 빈혈과 매우 밀접하게 연관되어 있음을 강조하였고³, 실제로 20주간 저항성 트레이닝 이후에 적혈구 세포 생산이 증가했음을 확인하였는데, 이는 조골세포의 활성화를 가져왔기 때문으로 보고한 바 있다¹⁸. 특히 수축하는 근육은 항염증성 사이토카인을 체내에서 합성하고 분비함으로써 골수를 자극하는 중간엽 줄기세포의 활동을 증가시켜 조혈작용을 촉진할 수 있음을 확인하였다¹⁹. 본 연구의 결과에서도 빈혈 집단과 빈혈이 없는 집단 간 제지방량의 유의미한 차이를 확인하였으

므로, 결론적으로 제지방량에 영향을 받는 상대 근력이 뼈에 반복적으로 강한 수축력을 주어 조골세포를 자극하면서 적혈구 생성을 촉진하기 때문에¹⁸, 빈혈 위험을 감소시킬 수 있을 것으로 생각된다.

Table 2에서 빈혈에 대한 위험이 40-64세 중년 성인의 경우 상대 각력, 65세 이상 노인의 경우 상대 악력에 각각 연관성이 다른 이유는 연령대별 상지와 하지의 근육량 감소 정도와 사용 정도의 차이가 있기 때문으로 생각된다. 선행연구에 따르면 노화에 따른 근감소증을 예측하는 척도로 악력은 각력에 비해 노화로 인한 근감소증을 예측하기 어려운데, 그 이유는 상지 근육이 하지 근육에 비해 노화로 인한 근 감소가 두드러지게 나타나지 않기 때문이라고 하였다²⁰. 다른 선행연구에서는 노화로 인한 근력 소실에 대해 하지 근력의 소실이 상지 근력의 소실보다 큰 이유로 노인의 상지 사용보다 하지 사용이 더 감소했기 때문임을 명시하였다²¹. 이에 대해서는 노인에서 하지보다 상지 근수축이 빈번하여 노화로 인한 상지의 속근 감소를 지연해 주는 것으로 보고하였다²². 본 연구에서도 40-64세의 중년 성인이 60세 이상 노인보다 근육량이 높은 것을 확인하였고, 이는 노화로 인한 근육량 감소가 조혈작용 감소로 이어질 수 있다는 연구 결과와 일치한다³. 따라서 65세 이상 노인 중 상지 근력이 높은 사람의 경우 상지를 많이 사용하여 상지 근수축의 자극이 하지 근수축의 자극보다 크기 때문에 노화에 대한 근 감소가 지연되고²², 강한 상지 근수축력을 통한 조혈작용 증진에 대해 중년 성인보다 더 효과적으로 작용할 것으로 생각된다¹⁸.

Table 3에서 65세 이상 노인에게서만 상대 악력과 상대 각력의 상호작용에 대한 빈혈 위험의 연관성이 나타나는 이유는 65세 이상 노인의 높은 근력 수준은 빨라지는 노화로 인한 건강의 부정적 영향을 예방할 수 있기 때문이다. 노인에게서 근력 감소는 신체적 장애를 예측할 수 있으며, 악력 감소, 각력 감소 모두 걷는 속도를 감소시킬 수 있는 중요한 척도가 될 수 있음을 보고한 바 있고, 각력뿐만 아니라 악력이 보행에 중요한 요소임을 강조하고 있다²³. 또한 나이가 증가함에 따라 호르몬에 대한 트레이닝의 효과는 감소하며 호르몬에 조절을 받는 조혈 시스템에 대한 트레이닝 효과도 감소하게 된다²⁴. 또한 빈혈이 있는 노인들은 CRP, interleukin-6, tumor necrosis factor- α 와 같은 염증성 마커들의 증가와 유의하게 연관되어 있는데, 이러한 노화로 인한 염증성 마커의 증가는 적혈구 전구체의 분화와 증식을 억제하고 철분 기전을 조절하며 에리트로포이에틴(erythropoietin)의 생산을 억제하기 때문에 빈혈에 더 취약한 상태에 노출되어 있다²⁵. 이렇게 노인은 중년 성인보다 조혈작용을 위한 신체기능의 감소³, 조혈작용을 방해하는 염증성 마커의 증가²⁵와 같은 노화에 대한 다

요인성 빈혈 발생에 취약한 만큼, 상대 악력과 상대 각력에 대한 전체적 증가가 중년 성인보다 노인에게 보행 증가²³, 항염증성 사이토카인 증가¹⁹와 같은 건강 관련 이득을 제공하여 조혈작용에 더욱 긍정적인 영향을 미치는 것으로 생각된다.

본 연구는 상대 악력, 상대 각력과 빈혈 위험 간의 연관성 및 연령별 차이를 확인한 연구로서 몇 가지 한계점이 있다. 첫째, 빈혈 위험과 상대 근력 간의 연관성을 횡단연구로 확인했기 때문에 명백한 인과관계를 확인할 수는 없었다. 하지만 다양한 혼란 변인을 보정하였으며 타당도와 신뢰도가 높은 측정도구를 사용하여 연구 결과의 설득력을 높이려 하였다. 두 번째, 빈혈 위험과 상대 근력의 독립적인 연관성을 확인하기 위해 다양한 혼란 변수를 분석에 활용하였으나, 중년 성인과 노인의 활동성을 비교할 신체활동에 대한 변수를 포함하지 못하였다. 그러나 상지 근력과 하지 근력을 나누어 빈혈에 대한 연관성을 확인하였고, 상대 근력에 가장 큰 영향을 미치는 근육량을 혼란 변인으로 보정하였기 때문에 상대 근력과 빈혈 위험의 독립적인 연관성을 확인하는 데에 기여하였다. 추후 연구를 통하여 각 종류별(가사노동, 일상생활 활동, 계획된 운동) 신체활동 참여 시간을 포함하여 신체활동 수준별 상대 근력이 빈혈에 미치는 영향을 확인해볼 필요가 있다. 세 번째, 중년 성인과 노인의 빈혈의 유병률에 있어서 여성이 남성보다 통계적으로 유의하게 높은 빈혈 유병률을 가지고 있었고, 이는 선행연구와 일치하는 결과⁴를 보였으나 본 연구에서는 성별 상대 근력과 빈혈과의 연관성을 확인할 수 없었으므로 추후 연구에서는 이를 확인해볼 필요가 있다. 마지막으로 중년 성인과 노인의 근육량의 차이는 확인하였으나 악력과 각력을 결정하는 상지 근육량과 하지 근육량을 구분하여 비교할 수 없었다. 추후 연구에서는 상지근육량과 하지근육량을 각각 측정하여 높은 악력, 높은 각력이 상지 근육과 하지 근육의 속근 감소를 지연시켜 노화로 인한 빈혈을 예방할 수 있는지를 확인할 필요가 있다.

본 연구에서는 상대 근력과 빈혈 위험은 연령대별 다른 연관성이 존재하고, 특히 노인의 경우 악력, 각력 수준의 증가가 노화에 대한 빈혈의 위험을 낮출 수 있음을 확인하였다. 노화는 인간으로 태어나 겪어야 하는 필수과정으로 근감소증 및 신체기능 저하로 인한 다양한 병적 상태에 노출되게 된다. 다양한 병적 상태와 연관된 빈혈은 삶의 질을 감소시킬 수 있기 때문에, 노화에 대한 빈혈 위험을 줄이기 위해서는 상지 근력과 하지 근력을 강화할 수 있는 저항운동이 필요하다. 추후 연구에는 건강한 노인을 대상으로 연령대별, 성별 근력 수준의 차이가 혈중 헤모글로빈 수치에 영향을 미치는지 확인하는 연구가 필요하다.

Conflict of Interest

No potential conflict of interest relevant to this article was reported.

ORCID

DooYong Park <https://orcid.org/0000-0001-7763-0412>

YeonSoo Kim <https://orcid.org/0000-0003-1447-0196>

Author Contributions

Conceptualization: DYP. Formal analysis: DYP. Writing—original draft: DYP. Writing—review & editing: YSK.

References

- Woodman R, Ferrucci L, Guralnik J. Anemia in older adults. *Curr Opin Hematol* 2005;12:123-8.
- Wouters H, van der Klauw MM, de Witte T, et al. Association of anemia with health-related quality of life and survival: a large population-based cohort study. *Haematologica* 2019;104:468-76.
- Penninx BW, Pahor M, Cesari M, et al. Anemia is associated with disability and decreased physical performance and muscle strength in the elderly. *J Am Geriatr Soc* 2004;52: 719-24.
- Korean Statistical Information Service. Statistics of anemia: ≥10 years, by sex [Internet]. Daejeon: Statistics Korea; 2019 [cited 2021 Nov 4]. Available from: https://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=177&tblId=DT_11702_N110&conn_path=I2.
- Gaskell H, Derry S, Andrew Moore R, McQuay HJ. Prevalence of anaemia in older persons: systematic review. *BMC Geriatr* 2008;8:1.
- Hu M, Lin W. Effects of exercise training on red blood cell production: implications for anemia. *Acta Haematol* 2012; 127:156-64.
- Tonelli M, Hemmelgarn B, Reiman T, et al. Benefits and harms of erythropoiesis-stimulating agents for anemia related to cancer: a meta-analysis. *CMAJ* 2009;180:E62-71.
- Kjellberg SR, Rudhe U, Sjöstrand T. Increase of the amount of hemoglobin and blood volume in connection with physical training. *Acta Physiol Scand* 1949;19:146-51.
- Kilgore JL, Pendlay GW, Reeves JS, Kilgore TG. Serum

- chemistry and hematological adaptations to 6 weeks of moderate to intense resistance training. *J Strength Cond Res* 2002;16:509-15.
10. Lindsay R, Cosman F, Herrington BS, Himmelstein S. Bone mass and body composition in normal women. *J Bone Miner Res* 1992;7:55-63.
11. McCarthy JP, Bamman MM, Yelle JM, et al. Resistance exercise training and the orthostatic response. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 1997;76:32-40.
12. 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;50:677-83.
13. Joosten E, Detroyer E, Milisen K. Effect of anaemia on hand grip strength, walking speed, functionality and 1 year mortality in older hospitalized patients. *BMC Geriatr* 2016; 16:153.
14. Kidney Disease: Improving Global Outcomes, & CKD Work Group. KDIGO 2012 clinical practice guideline for the evaluation and management of chronic kidney disease. *Kidney Int Suppl* 2013;3:1-150.
15. Bross MH, Soch K, Smith-Knuppel T. Anemia in older persons. *Am Fam Physician* 2010;82:480-7.
16. Girelli D, Marchi G, Camaschella C. Anemia in the elderly. *Hemasphere* 2018;2:e40.
17. Lauretani F, Russo CR, Bandinelli S, et al. Age-associated changes in skeletal muscles and their effect on mobility: an operational diagnosis of sarcopenia. *J Appl Physiol* (1985) 2003;95:1851-60.
18. Hu M, Finni T, Xu L, Zou L, Cheng S. Effects of resistance training on biomarkers of bone formation and association with red blood cell variables. *J Physiol Biochem* 2011;67: 351-8.
19. Schmidt A, Bierwirth S, Weber S, Platen P, Schinköthe T, Bloch W. Short intensive exercise increases the migratory activity of mesenchymal stem cells. *Br J Sports Med* 2009; 43:195-8.
20. Delmonico MJ, Harris TB, Visser M, et al. Longitudinal study of muscle strength, quality, and adipose tissue infiltration. *Am J Clin Nutr* 2009;90:1579-85.
21. Frontera WR, Hughes VA, Lutz KJ, Evans WJ. A cross-sectional study of muscle strength and mass in 45- to 78-yr-old men and women. *J Appl Physiol* (1985) 1991;71: 644-50.
22. Asmussen E, Heebøll-Nielsen KJE. Isometric muscle strength in relation to age in men and women. *Ergonomics* 1962;5: 167-9.
23. Fragala MS, Alley DE, Shardell MD, et al. Comparison of handgrip and leg extension strength in predicting slow gait speed in older adults. *J Am Geriatr Soc* 2016;64:144-50.
24. Kraemer WJ, Häkkinen K, Newton RU, et al. Effects of heavy-resistance training on hormonal response patterns in younger vs. older men. *J Appl Physiol* (1985) 1999;87:982-92.
25. Jelkmann W, Pagel H, Wolff M, Fandrey J. Monokines inhibiting erythropoietin production in human hepatoma cultures and in isolated perfused rat kidneys. *Life Sci* 1992;50:301-8.