



Association of Thigh Circumference with Physical Fitness and Fall Efficacy in Elderly Women with Osteopenia/Osteoporosis

Inhwan Lee¹, Jiyoung Kong² and Hyunsik Kang^{1*}

¹Sungkyunkwan University

²Namseoul University

Article Info

Received 2022.01.21.

Revised 2022.03.04.

Accepted 2022.03.21.

Correspondence*

Hyunsik Kang

hkang@skku.edu

Key Words

Bone mineral density,
Elderly women,
Thigh circumference,
Physical fitness,
Fall efficacy

PURPOSE This study investigated the associations between physical fitness and fall efficacy with thigh circumference in elderly women with osteopenia/osteoporosis. **METHODS** A total of 166 female participants aged 76.3±5.0 years with $-1.0 \geq T$ -score of femur neck bone mineral density were voluntarily recruited from local community centers. The participants were classified as low 25%, middle 50%, and high 25% groups based on their thigh circumference. Physical fitness measurements, including strength, flexibility, aerobic endurance, and balance were measured with a standardized protocol. The Korean version of the fall efficacy scale (K-FES) was used to assess fall efficacy. Logistic regression analysis was used to estimate odd ratio (OR) of poor physical fitness and low fall efficacy according to thigh circumference levels. **RESULTS** In terms of physical fitness, the middle 50% group (OR=0.430, 95% CI=0.194-0.953) and high 25% group (OR=0.129, 95% CI=0.049-0.343) had significantly higher linear trend for poor physical fitness compared to the low 25% group (reference), ($p < 0.001$). In fall efficacy, the middle 50% group (OR=0.279, 95% CI=0.119-0.656) and high 25% group (OR=0.100, 95% CI=0.036-0.275) had significantly higher linear trend for low fall efficacy compared to the low 25% group (reference) ($p < 0.001$). **CONCLUSIONS** The current findings suggest that maintaining high thigh circumference via regular physical activity and diet may contribute to attenuation of decreased risk for poor physical fitness and low fall efficacy in elderly women with osteopenia/osteoporosis.

서론

급격한 고령화 사회와 더불어 골다공증을 포함한 노년기 만성질환에 대한 관심이 지속적으로 증가하고 있다. 건강보험심사평가원 발표에 따르면, 우리나라 골다공증 환자 수는 2016년 85.8만명에서 2020년 104.7만명으로 나타나 연간 약 5.1%씩 증가하고 있으며, 여성의 비율은 94.3%로 나타나 노년기 여성에 대한 골다공증 심각성을 보고한 바 있다(Health Insurance Review & Assessment Service, 2021).

골다공증(osteoporosis)은 뼈의 질량 감소 및 미세구조 변화로 인해 뼈의 강도가 약해지고, 쉽게 골절될 수 있는 질환으로 정의되고 있으며(WHO, 2004), 골다공증 노인은 그렇지 않은 노인에 비해 고관절 2.9-7.4배, 척추 3.8-7.4배 수준의 골절 위험이 높은 것으로 보고

되고 있다(Bliuc et al., 2015). 이러한 골다공증의 위험인자로는 나이, 인종, 성별, 폐경 등의 인구 사회학적 요인, 질환 및 약물 등의 의학적 요인, 영양 부족 및 좌식 생활 등의 생활습관 요인이 있는 것으로 알려져 있으며(Pouresmaeili et al., 2018), 최근 연구에서 노년기 적절한 신체 둘레와도 밀접한 연관성이 있는 것으로 보고되고 있다(Chao et al., 2020).

신체 둘레는 중심부 둘레와 사지 둘레 등으로 구분할 수 있으며, 허리 및 엉덩이 둘레는 오랜 연구를 통해 비만, 만성질환, 사망 등과 연관성이 있는 것으로 보고되고 있다(Cameron et al., 2012; Seidell, 2010). 또한, 최근 연구에서 허벅지 및 종아리 둘레는 근감소증을 진단하기 위한 도구로 활용될 뿐만 아니라 골다공증과도 연관성이 있는 것으로 보고되고 있다(Mienche et al., 2019; Arazi et al., 2016). 실레로, Singh & Gupta(2015)의 연구에서 허벅지 둘레는 여성 노인의 대퇴 경부 및 요추 골밀도에 대한 독립예측요인이었다고 보고한 바 있으며, Lee et al.(2017a)의 연구에서 허벅지 및 종아리 둘레는 골다공증성 골절 여성 노인의 근력, 순발력, 평형성 등 체력과 유의한 양의

© 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.

상관관계가 있었다고 보고한 바 있다. 이러한 선행연구들을 통해 신체 둘레는 노년기 골밀도뿐만 아니라 독립생활 영위를 위한 체력과도 유의한 연관성이 있는 것으로 판단된다.

노년기 높은 체력 수준은 오랜 기간 연구를 통해 만성질환 및 사망과 연관성이 있다고 보고되고 있다(Wei & Mukamal, 2018; Ezzatvar et al., 2021). 체력 증진을 위한 방법으로는 규칙적인 신체 활동 및 운동이 가장 효과적인 것으로 알려져 있으며, 적절한 생활습관 등을 통해 유지된 신체 둘레도 체력과 밀접한 연관성이 있는 것으로 보고되고 있다(Giné-Garriga et al., 2014; Landi et al., 2010). 이와 관련하여, 유럽 노인을 대상으로 실시한 Landi et al.(2014)의 연구에서 종아리 둘레 31cm 이상 집단은 31cm 미만 집단에 비해 약력, 보행속도, 신체 수행능력이 우수한 것으로 나타났다고 보고한 바 있으며, 아시아 노인을 대상으로 실시한 Ishii et al.(2014)의 연구에서 허벅지, 종아리, 상완 둘레는 약력, 보행 기능과 의한 양의 상관관계가 있었다고 보고한 바 있다. 이러한 선행연구들을 볼 때, 허벅지 둘레를 포함한 신체 둘레는 체력 및 신체기능과 밀접한 연관성이 있는 것으로 판단된다. 그러나 일반 노인의 만성질환 예방 및 삶의 질 증진 차원에서 적절한 신체구성 유지 및 체력 증진의 필요성은 꾸준히 제기되고 있지만, 낙상, 골절 등에 대해 취약계층인 골감소 노인에서 체력과 신체 둘레의 연관성에 대해 검증한 연구는 전무한 실정이다.

한편, 골다공증 여성 환자에게서 낙상은 0.44회 발생할 때마다 고관절 골절 위험이 약 1.5배 높아지는 것으로 보고되고 있으며, 그로 인한 2년 내 사망 위험은 약 2.1배 증가하는 것으로 보고되고 있다(Schwartz et al., 2005; Lee et al., 2013). 이러한 낙상의 위험인자에는 체력, 환경, 질병 등이 있으며(Callis, 2016), 최근 연구에서 낙상은 신체 둘레와도 유의한 연관성이 있는 것으로 보고되고 있다(Rosenblatt & Madigan, 2021). 이와 관련하여, 아시아 노인을 대상으로 실시한 Wu et al.(2019)의 연구에서 허벅지 둘레가 두꺼울수록 전정기관 기능 저하 위험은 낮았다고 보고한 바 있으며, 남미 노인을 대상으로 실시한 Díaz-Villegas et al.(2016)의 연구에서 종아리 둘레 31cm 미만 집단은 31cm 이상 집단에 비해 낙상 발생 위험이 약 4.5배 높았다고 보고한 바 있다. 이러한 선행연구들을 보면, 허벅지 및 종아리 둘레는 노인의 낙상 발생 및 낙상관련 신체기능과 밀접한 연관성이 있는 것으로 판단된다. 이에 골다공증 노인은 그렇지 않은 노인에 비해 허벅지 및 종아리 둘레가 얇으며, 이는 낙상 발생에 대해 부정적 영향을 유도한다는 점을 고려할 때, 골감소 노인의 낙상과 신체 둘레가 어떠한 연관성을 가지는지 검증하는 연구가 필요할 것으로 판단된다.

따라서, 본 연구에서는 골감소/골다공증 여성 노인의 허벅지 둘레와 체력 및 낙상효능감이 어떠한 연관성이 있는지 검증하는 것을 주요 목적으로 하였다.

연구방법

연구대상

본 연구는 경기도 S시의 경로당, 복지관 등 노인편의시설을 이용하여 있으며, 정상적인 일상생활이 가능한 만 65세 이상 여성 노인 238명을 대상으로 하였다. 이후 골밀도 측정거부 및 정상 골밀도 51명, 허벅지 둘레 측정 누락 16명, 기타 공변량 설문 누락 5명을 포함하여 72명을 제외하였으며, 최종적으로 166명에 대해 자료분석을 실

시하였다. 또한, 모든 대상자에게 본 연구의 목적 및 방법, 절차에 대해 충분히 설명하였으며, 자발적인 참여의사를 밝힌 경우에만 대상으로 포함하였다. 본 연구는 S 대학교 기관심의윤리위원회(SKU-IRB-2015-09-001-002)의 승인을 받아 진행되었으며, 본 연구에 참여한 대상자 특성은 <Table 1>에 제시한 바와 같다.

Table 1. Characteristics of study participants

Variables	Total (n=166)
Femur neck BMD (g/cm ²)	0.682±0.083
Femur neck T score	-2.167±0.691
Bone status, n (%)	
Osteopenia	116 (69.9)
Osteoporosis	50 (30.1)
Age (years)	76.3±5.0
Menopause age (years)	49.2±5.9
BMI (kg/m ²)	24.8±3.0
ASM index (kg/m ²)	5.73±0.61
Waist circumference (cm)	96.5±14.1
Thigh circumference (cm)	51.5±7.7
Education, n (%)	
Lower than elementary	115 (69.3)
Middle/high school	49 (29.5)
Over than college	2 (1.2)
Smoking, n (%)	19 (11.4)
Drink, n (%)	103 (62.0)
Physical inactivity, n (%)	87 (52.4)
Medication, n (%)	
0	28 (16.9)
1	74 (44.6)
≥ 2	64 (38.6)
Fall experience, n (%)	38 (22.9)
Cognitive impaired, n (%)	59 (35.5)
Depressive symptoms, n (%)	25 (15.1)
ADL impaired, n (%)	16 (9.7)

BMD: bone mineral density, BMI: body mass index, ASM: appendicular skeletal muscle mass, ADL: activities daily of living

측정 항목 및 방법

1. 신체구성 및 골감소/골다공증 정의

모든 신체 구성은 금속 물질이 포함되지 않은 가벼운 옷으로 갈아입은 다음 측정하였다. 신장은 자동신장계(DS-102, Jenix, Korea)를 이용하여 측정하였으며, 체중, 체질량지수, 사지근육량, 대퇴 경부 골밀도는 빠르게 누운 상태에서 이중 에너지 X-ray 방사선 흡수법 원리를 사용하는 Lunar prodigy(GE medical systems, USA)를 이용하여 측정하였다. 이후 사지근육비율은 사지근육량(kg)/신장(m²) 공식을 이용하여 산출하였으며, 골밀도 집단은 대퇴 경부 골밀도 T-score에 근거하여 골감소는 $-1.0 \geq T\text{-score} > -2.5$, 골다공증은 $-2.50 \geq T\text{-score}$ 에 해당하는 경우로 정의하였다(WHO, 2004).

2. 허벅지 둘레 측정 및 집단 분류

허벅지 둘레는 인체측정 줄자를 이용하여 좌·우 허벅지의 가장 두꺼운 부위를 측정하였으며, 양 측의 측정값 중 최대값을 사용하였다(Lee et al., 2017b). 집단 분류는 측정된 허벅지 둘레에 근거하여 전체 대상자를 사분위로 구분한 다음, 하위 25%, 중위 50%, 상위 25%의 세 집단으로 분류하였다.

3. 체력

체력은 건강관련체력의 하위 범주인 상·하체 근력, 상·하체 유연성, 심폐지구력과 정적 및 동적 평형성을 측정하였다(Rikli & Jones, 2001). 상체 근력은 악력계(TKK-5401, Takei, Japan)를 이용하여 좌·우의 근력을 각각 2회씩 kg 단위로 측정된 다음 최대값을 사용하였으며, 하체 근력은 30초간 의자에 앉았다 일어서기 횟수를 측정하였다. 상체 유연성은 등 뒤로 손잡기를 통해 양 손의 중지 손가락이 겹쳐지는 길이를 cm 단위로 측정하였으며, 하체 유연성은 바닥에 앉은 상태에서 뒷꿈을 앞으로 굽히는 방법인 좌전굴을 통해 양 손이 발끝을 지나가는 길이를 cm 단위로 측정하였다. 심폐지구력은 제자리 걷기를 통해 2분간 걸은 횟수를 측정하였다. 또한, 정적 평형성은 양 팔을 벌린 상태에서 한 발로 서있었던 시간을 초 단위로 측정하였으며, 동적 평형성은 의자에 앉은 상태에서 출발신호와 함께 3m 거리의 고깔을 돌아오는 시간에 대해 초 단위로 측정하였다.

4. 낙상효능감

낙상효능감은 낙상에 대한 자신감을 측정하기 위해 개발된 낙상효능척도(fall efficacy scale, FES)를 국내 언어 및 문화적 상황을 고려하여 수정한 한국어판 낙상효능척도(Korean version of fall efficacy scale, K-FES)를 사용하여 조사하였다. 본 설문지는 일상생활 수행과 관련된 10가지 질문에 대해 얼마나 넘어지지 않고 잘 수행할 수 있는가에 대해 1점(전혀 할 수 없다)에서 10점(완벽하게 할 수 있다)으로 응답할 수 있으며, 총점은 100점이다(Tinetti et al., 1990; Jang et al., 2003).

5. 기타 공변량

인구사회학적 요인으로 폐경 나이, 교육수준에 대해 조사하였다. 생활습관요인으로 흡연은 현재 또는 과거 5갑(100개비) 이하 흡연한 경험이 있는 경우로 정의하였으며, 음주는 평소 음주를 하는 경우로 정의하였다. 신체활동은 신체활동 설문지를 통한 신체활동이 강도에 무관하게 주당 600MET 미만인 경우로 정의하였으며(Lear et al.,

2017), 현재 복용 중인 약물의 수에 대해 조사하였다. 낙상은 지난 1년간 낙상 경험에 대해 조사하였으며, 인지기능 저하는 MMSE-DS(mini mental state examination-dementia) 설문을 통한 점수에 각 개인의 나이, 교육수준을 고려하여 인지기능 저하 유무를 정의하였다(Kim et al., 2010). 우울증상은 CES-D(center for epidemiologic studies depression) 점수가 16점 이상인 경우로 정의하였으며(Cho & Kim, 1993), 일상생활수행능력 저하는 ADL(activities daily of living)의 7가지 문항에 대해 어느 하나의 문항이라도 부분 도움 이상으로 응답한 경우로 정의하였다(Won et al., 2002).

통계 처리

본 연구에서 측정된 모든 연속형 변인은 평균±표준편차(M±SD)로 표기하였으며, 범주형 변인에 대해서는 집단별 비율(%)로 표기하였다. 일원변량분석의 대비다항식을 이용하여 허벅지 둘레에 따른 측정변인의 선 경향을 분석하였으며, 교차분석의 선형대결합을 이용하여 허벅지 둘레에 따른 범주형 변인의 비율 차이를 비교하였다. 또한, 체력에 따른 집단 분류를 위해 7가지 항목의 표준점수를 각각 산출한 뒤, [총합/7] 공식을 통해 전체 체력의 표준화 점수를 산출하였으며, 하위 50%에 해당할 경우 체력 저하(pool physical fitness), 상위 50%에 해당할 경우 우수 체력으로 분류하였다. 또한, 낙상효능감 점수에 근거하여 하위 50%에 해당할 경우 낙상효능감 저하(low FES)로 분류하였다. 이후 로지스틱 회귀분석을 이용하여 95% 신뢰수준(confidence interval, CI)에서 허벅지 둘레에 따른 체력 저하 및 낙상효능감 저하에 노출될 승산비(odds ratio, OR)를 산출하였다. 모든 통계분석은 SPSS for PC(version 23.0)를 이용하였으며, 가설검정을 위한 유의수준은 $\alpha=0.05$ 로 설정하였다.

연구결과

허벅지 둘레에 따른 측정변인 비교

<Table 2>는 허벅지 둘레에 따른 측정변인을 비교한 결과이다. 그 결과, 허벅지 둘레가 증가할수록 폐경 나이($p=0.013$), 체질량지수($p<0.001$), 사지근육비율($p=0.042$), 허리둘레($p<0.001$) 교육수준($p=0.012$), 흡연($p<0.001$)은 높아지는 선 경향이 있는 것으로 나타났다. 신체활동 부족($p=0.002$), 인지기능 저하($p<0.001$), 우울증상($p=0.036$)은 낮아지는 선 경향이 있는 것으로 나타났다. 나머지 변인에서는 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다.

허벅지 둘레에 따른 체력 수준 및 낙상효능감 비교

<Table 3>은 허벅지 둘레에 따른 체력 수준 및 낙상효능감을 비교한 결과이다. 그 결과, 허벅지 둘레가 증가할수록 상체 근력($p<0.001$), 하체 근력($p=0.018$), 심폐지구력($p=0.007$), 동적 평형성($p<0.001$), 그리고 체력에 기반하여 산출한 표준점수($p<0.001$)는 높아지는 선 경향이 있는 것으로 나타났으며, 낙상효능감 점수($p<0.001$) 또한 높아지는 선 경향이 있는 것으로 나타났다.

Table 2. Comparison of measured parameters according to classification of thigh circumference

Variables	Low 25% (n=42)	Middle 50% (n=83)	High 25% (n=41)	P for linear trends
Thigh circumference (cm)	42.7±2.1	50.6±3.6	62.2±3.9	<0.001
Age (years)	77.7±4.9	76.3±5.3	75.1±4.3	0.058
Menopause age (years)	47.1±5.4	50.3±5.7	49.1±6.2	0.013
BMI (kg/m ²)	22.6±2.2	25.4±2.7	25.6±3.3	<0.001
ASM index (kg/m ²)	5.56±0.52	5.77±0.59	5.83±0.69	0.042
Waist circumference (cm)	83.7±7.5	95.6±10.9	111.4±10.5	<0.001
Education, n (%)				0.012
Lower than elementary	33 (78.6)	60 (72.3)	22 (53.7)	
Middle/high school	9 (21.4)	22 (26.5)	18 (43.9)	
Over than college	0 (0.0)	1 (1.2)	1 (2.4)	
Smoking, n (%)	0 (0.0)	7 (8.4)	12 (29.3)	<0.001
Drink, n (%)	27 (64.3)	55 (66.3)	21 (51.2)	0.225
Physical inactivity, n (%)	30 (71.4)	42 (50.6)	15 (36.6)	0.002
Medication, n (%)				0.784
0	9 (21.4)	12 (14.5)	7 (17.1)	
1	14 (33.3)	41 (49.4)	19 (46.3)	
≥2	19 (45.3)	30 (36.1)	15 (36.6)	
Fall experience, n (%)	13 (31.0)	16 (19.3)	9 (22.0)	0.326
Cognitive impaired, n (%)	23 (54.8)	29 (34.9)	7 (17.1)	<0.001
Depressive symptoms, n (%)	10 (23.8)	12 (14.5)	3 (7.3)	0.036
ADL impaired, n (%)	6 (14.3)	6 (7.2)	4 (9.8)	0.480

BMI: body mass index, ASM: appendicular skeletal muscle mass, ADL: activities daily of living

Table 3. Comparison of physical fitness parameters and FES according to classification of thigh circumference

Variables	Low 25% (n=42)	Middle 50% (n=83)	High 25% (n=41)	P for linear trends
Physical fitness parameters				
Upper body strength (kg)	15.8±3.8	18.4±5.5	19.9±4.6	<0.001
Lower body strength (times/30sec)	12.6±4.0	13.2±4.1	14.7±4.3	0.018
Upper body flexibility (cm)	-13.1±13.6	-15.8±11.3	-10.1±11.0	0.238
Lower body flexibility (cm)	6.1±11.8	9.0±9.7	10.0±7.4	0.067
Aerobic endurance (times/2min)	92.1±16.9	91.4±16.9	102.1±15.3	0.007
Static balance (sec)	10.3±9.8	9.4±9.0	13.9±9.9	0.084
Dynamic balance (sec)	8.29±2.43	7.43±1.46	6.74±1.15	<0.001
Z-score	-0.212±0.642	-0.056±0.604	0.331±0.520	<0.001
FES	82.3±15.4	88.1±13.3	94.9±7.1	<0.001

FES: fall efficacy scale

허벅지 둘레 집단에 따른 체력 및 낙상효능감 저하 노출 승산비

(Table 4)는 허벅지 둘레 세부 집단에 따른 체력 및 낙상효능감 저하 노출에 대한 승산비를 산출한 결과이다. 그 결과, 체력에서 허벅지 둘레 하위 25% 집단에 비해 중위 50% 집단(OR:0.430, 95% CI: 0.194-

0.953)과 상위 25% 집단(OR: 0.129, 95% CI:0.049-0.343)의 체력 저하 노출 위험이 낮아지는 선 경향이 있는 것으로 나타났으며($p<0.001$), 허벅지 둘레가 1cm 증가할 때마다 약 8%의 체력 저하 노출 위험이 감소하는 것으로 나타났다. 또한, 공변량을 보정한 모델 2($p<0.001$)와 모델 3($p=0.001$)에서도 허벅지 둘레가 증가할수록 체력 저하에 대한 노출

위험이 낮아지는 선 경향이 있는 것으로 나타났다.

또한, 낙상효능감에서 허벅지 둘레 하위 25% 집단에 비해 중위 50% 집단(OR:0.279, 95% CI: 0.119-0.656)과 상위 25% 집단(OR: 0.100, 95% CI:0.036-0.275)의 낙상효능감 저하 위험이 낮아지는 선 경향이 있는 것으로 나타났으며($p < 0.001$), 허벅지 둘레가 1cm 증가할 때마다 약 11%의 낙상효능감 저하 노출 위험이 감소하는 것으로 나타났다. 또한, 추가적으로 공변량을 보정한 모델 2($p < 0.001$)와 모델 3($p = 0.045$)에서도 허벅지 둘레가 증가할수록 낙상효능감 저하에 대한 노출 위험이 낮아지는 선 경향이 있는 것으로 나타났다.

논의

본 연구는 우리나라 65세 이상 골감소/골다공증 여성 노인 166명을 대상으로 허벅지 둘레와 체력 및 낙상효능감이 어떠한 연관성을 가지는지 검증하는 것을 주요 목적으로 하였다. 그 결과, 허벅지 둘레가 두꺼울수록 체력 및 낙상효능감은 유의하게 증가하는 선 경향이 있는 것으로 나타났다. 또한, 허벅지 둘레 중위 50% 및 상위 25% 집단은 하위 25% 집단에 비해 체력 및 낙상효능감 저하에 노출될 위험이 유의하게 낮은 것으로 나타났으며, 나이, 폐경, 신체구성, 생활습관 요인 등의 변수를 보정한 후에도 유의하게 낮은 것으로 나타났다.

고령화 사회와 더불어 노년기 대표적인 근골격계 질환인 골다공증에 대한 사회적 관심이 증가하고 있으며, 노년기 골다공증에 노출될 경우 골절 위험은 3배 이상 높아지는 것으로 보고되고 있다(Bliuc et al., 2015). 이러한 골다공증에 대한 위험인자로는 나이, 성별, 질환, 생활습관 등이 있으며(Pouresmaeili et al., 2018), 최근 연구에서 신체 둘레 또한 골밀도와 밀접한 연관성이 있는 것으로 보고되고

있다(Chao et al., 2020). 이에 본 연구에서도 골감소/골다공증 여성 노인의 허벅지 둘레를 측정하고, 전체 대상자의 평균 허벅지 둘레는 51.5cm였으며, 이는 선행연구에서의 결과와 유사한 수준인 것으로 나타났다(Wu et al., 2019).

노년기 체력 수준은 삶의 질 및 사망에 대해 긍정적인 역할을 유도하는 것으로 알려져 있으며, 최근 연구에서는 신체 둘레와도 밀접한 연관성이 있는 것으로 보고되고 있다(Ezzatvar et al., 2021; Landi et al., 2010). 그러나 일반 노인의 건강관리 차원에서 신체구성 및 체력 관리에 대한 중요성은 지속적으로 제기되고 있지만, 만성질환 노인에 대해 신체 둘레와 체력의 연관성을 검증한 연구는 전무한 실정이다. 이에 본 연구에서는 허벅지 둘레에 따른 체력을 비교한 결과, 허벅지 둘레가 두꺼울수록 상·하체 근력, 심폐지구력, 동적 평형성의 체력은 높아지는 선 경향이 있는 것으로 나타났다. 이러한 본 연구의 결과는 아시아 중·고령자의 허벅지 둘레는 악력과 유의한 양의 상관관계가 있다고 보고한 Kawamoto et al.(2016)의 연구와 유럽 노인에게서 중·고령자 둘레 및 신체계측 요인은 보행속도에 대한 독립예측인자인 것으로 나타났다고 보고한 Ramirez-Vélez et al.(2020)의 연구와 유사한 결과이다. 이러한 연구결과들을 미루어 볼 때, 노년기 허벅지 둘레를 포함한 신체 둘레는 신체기능과 밀접한 연관성이 있을 뿐만 아니라 근육량 증가, 에너지 대사 개선, 근육의 질 개선 등을 통해 체력 증진에 긍정적인 역할을 할 수 있다고 보고한 연구들과 유사한 맥락에서 해석된다(Sun et al., 2017; Yoshiko et al., 2018).

골다공증 여성 노인의 경우 골절뿐만 아니라 그로 인한 사망 위험 또한 높은 것으로 알려져 있으며, 최근 연구에서 신체 둘레는 낙상과도 밀접한 연관성이 있는 것으로 보고되고 있다(Lee et al., 2013; Rosenblatt & Madigan, 2021). 그러나 골다공증과 신체 구성은 부정적인 연관성이 있으며, 골다공증 노인의 경우 낙상으로 인한 손상

Table 4. Odds ratios of poor physical fitness and low FES according to classification of thigh circumference

Variables	OR (95% CI)		
	Model 1	Model 2	Model 3
Poor physical fitness			
Low 25%	1 (reference)	1 (reference)	1 (reference)
Middle 50%	0.430 (0.194-0.953)	0.495 (0.209-1.172)	0.226 (0.074-0.687)
High 25%	0.129 (0.049-0.343)	0.157 (0.055-0.443)	0.051 (0.010-0.259)
P for linear trend	<0.001	<0.001	0.001
Per 1cm increase	0.920 (0.880-0.961)	0.930 (0.887-0.974)	0.894 (0.830-0.962)
Low FES			
Low 25%	1 (reference)	1 (reference)	1 (reference)
Middle 50%	0.279 (0.119-0.656)	0.303 (0.126-0.732)	0.373 (0.136-1.025)
High 25%	0.100 (0.036-0.275)	0.117 (0.042-0.332)	0.204 (0.058-0.720)
P for linear trend	<0.001	<0.001	0.045
Per 1cm increase	0.890 (0.849-0.934)	0.897 (0.854-0.942)	0.920 (0.865-0.979)

FES: fall efficacy scale, OR: odd ratio, CI: confidence interval

Model 1: unadjusted

Model 2: adjusted for age

Model 3: adjusted for Model 2 plus menopause age, BMI, ASM index, education, smoking, physical inactivity, cognitive impaired, and depressive symptoms

에 대해 취약하다는 사실에도 불구하고 골다공증 집단의 신체 둘레와 낙상의 연관성을 검증한 연구는 매우 미흡한 실정이다. 이에 본 연구에서는 허벅지 둘레에 따른 낙상효능감을 비교한 결과, 허벅지 둘레가 두꺼울수록 낙상효능감은 유의하게 증가하는 선 경향이 있는 것으로 나타났다. 이러한 본 연구의 결과는 혈액투석 환자에서 허벅지 둘레 및 대퇴사두근 두께는 낙상관련 부상의 독립예측인자로 나타났다고 보고한 Sai et al.(2021)의 연구와 아시아 노인에서 낙상관련 부상을 경험한 집단은 그렇지 않은 집단에 비해 종아리 둘레가 유의하게 얇은 것으로 나타났다고 보고한 Rivan et al.(2021)의 연구와 유사한 결과이다. 이러한 연구결과 들을 보면, 만성질환 노인의 적절한 신체 둘레는 낙상 및 낙상으로 인한 부상과 밀접한 연관성이 있으며, 근감소증 예방, 신체활동 증가 등을 통해 낙상 위험을 감소시킬 수 있다고 보고한 연구들과 유사한 맥락에서 해석된다(Díaz-Villegas et al., 2016; Ardiasyah & Yuwana, 2019).

또한, 세분화한 허벅지 둘레 집단에 따른 체력 저하 및 낙상효능감 저하 노출될 승산비를 산출한 결과, 허벅지 둘레가 두꺼울수록 체력 및 낙상효능감 저하 위험이 낮은 것으로 나타났으며, 공변량을 단계적으로 보정한 모델에서도 허벅지 둘레에 따른 체력 및 낙상효능감 저하 위험은 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다. 이러한 본 연구의 결과는 유럽 노인을 대상으로 신체구성 및 신체기능의 연관성에 대해 조사한 결과, 종아리 둘레는 악력 및 평형성에 대한 독립예측인자로 나타났다고 보고한 Ling et al.(2021)의 연구와 아시아 노인을 대상으로 허벅지 둘레에 따른 낙상 관련 골절 위험을 조사한 결과, 허벅지 둘레 39cm 이하 집단은 그렇지 않은 집단에 비해 낙상 후 골절에 노출될 위험이 약 6.2배 높았다고 보고한 Ardiasyah & Yuwana(2019)의 연구와 유사한 결과이다. 이러한 결과들은 노년기 신체 둘레는 체력 및 낙상효능감 저하와 밀접한 연관성이 있음은 물론, 골감소/골다공증 여성 노인의 체력 유지 및 낙상 예방을 위해 적절한 신체 둘레를 유지할 필요성이 있다는 점을 시사한다.

그러나 본 연구는 다음과 같은 몇 가지 제한점을 가진다. 첫째, 본 연구의 대상은 골감소/골다공증 여성 노인에 국한하였기에 추후 연구에서는 남성 노인을 비롯한 다양한 연령층의 대상자 확보를 통해 체력 및 낙상효능감에 대한 신체 둘레의 역할을 다방면으로 검증하는 연구가 필요할 것으로 생각된다. 둘째, 본 연구에서는 골밀도 수준을 골감소/골다공증으로 국한하였기에 추후 연구에서는 골밀도 상태를 세분화하여 신체 둘레와 체력 및 낙상효능감과의 연관성을 보다 구체적으로 검증하는 연구가 필요할 것으로 생각된다. 셋째, 본 연구의 설계 특성상 허벅지 둘레와 체력 및 낙상효능감에 대한 인과관계를 설명하기에는 제한적이므로, 추후 연구에서는 전향적 연구를 통해 허벅지 둘레와 체력 및 낙상효능감의 인과관계를 검증하는 연구가 필요할 것으로 생각된다.

결론 및 제언

본 연구의 결과를 종합하면, 골감소/골다공증 여성 노인의 허벅지 둘레는 체력 및 낙상효능감과 유의한 연관성이 있는 것으로 판단된다. 따라서 노년기 규칙적인 신체활동 및 적절한 영양섭취를 통해 유지된 허벅지 둘레는 골감소/골다공증 여성 노인의 체력 유지 및 낙상효능감 개선에 긍정적인 역할을 할 것으로 생각된다.

참고문헌

- Arazi, H., Eghbali, E., Saeedi, T., & Moghadam, R. (2016). The relationship of physical activity and anthropometric and physiological characteristics to bone mineral density in postmenopausal women. *Journal of Clinical Densitometry*, 19(3), 382-388.
- Aradiansyah, A., & Yuwana, S. (2019). Anthropometric measurements associated with intertrochanteric fractures in the elderly: A case-control study. *Medical Journal of Indonesia*, 28(4), 365-369.
- Bliuc, D., Alarkawi, D., Nguyen, T. V., Eisman, J. A., & Center, J. R. (2015). Risk of subsequent fractures and mortality in elderly women and men with fragility fractures with and without osteoporotic bone density: The Dubbo Osteoporosis Epidemiology Study. *Journal of Bone Mineral Research*, 30(4), 637-646.
- Callis, N. (2016). Falls prevention: Identification of predictive fall risk factors. *Applied Nursing Research*, 29, 53-58.
- Cameron, A. J., Magliano, D. J., Shaw, J. E., Zimmet, P. Z., Carstensen, B., Alberti, K. G., ... & Söderberg, S. (2012). The influence of hip circumference on the relationship between abdominal obesity and mortality. *International Journal of Epidemiology*, 41(2), 484-494.
- Chao, Y. P., Kao, T. W., Chen, W. L., Peng, T. C., & Wu, L. W. (2020). Mid-arm muscle circumference as an indicator of osteoporosis in community-dwelling older men. *Archives of Gerontology and Geriatrics*, 87, 103998.
- Cho, M. J., & Kim, K. H. (1993). Diagnostic validity of the CES-D (Korean version) in the assessment of DSM-III-R major depression. *Journal of Korean Neuropsychiatric Association*, 32(3), 381-399.
- Díaz-Villegas, G., Parodi, J. F., Merino-Taboada, A., Perez-Agüero, C., Castro-Viacava, G., & Runzer-Colmenares, F. M. (2016). Calf circumference and risk of falls among Peruvian older adults. *European Geriatric Medicine*, 7(6), 543-546.
- Ezzatvar, Y., Ramírez-Vélez, R., Sáez de Astearu, M. L., Martínez-Velilla, N., Zambom-Ferraresi, F., Izquierdo, M., & García-Hermoso, A. (2021). Physical function and all-cause mortality in older adults diagnosed with cancer: a systematic review and meta-analysis. *The Journal of Gerontology, Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 76(8), 1447-1453.
- Giné-Garriga, M., Roqué-Fíguls, M., Coll-Planas, L., Sitja-Rabert, M., & Salvà, A. (2014). Physical exercise interventions for improving performance-based measures of physical function in community-dwelling, frail older adults: a systematic review and meta-analysis. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 95(4), 753-769.
- Health Insurance Review & Assessment Service. (2021). Statistics on diseases and medical treatment in daily life. *Health Insurance Review & Assessment Service*, 49-57.
- Ishii, S., Tanaka, T., Shibasaki, K., Ouchi, Y., Kikutani, T., Higashiguchi, T., ... & Iijima, K. (2014). Development of a simple screening test for sarcopenia in older adults. *Geriatrics & Gerontology International*, 14, 93-101.
- Jang, S. N., Cho, S. I., Ou, S. W., Lee, E. S., & Baik, H. W. (2003). The validity and reliability of Korean fall efficacy scale (FES) and activities-specific balance confidence scale (ABC). *Journal of the Korean Geriatrics Society*, 7(4), 255-268.
- Kawamoto, R., Ninomiya, D., Kasai, Y., Kusunoki, T., Ohtsuka, N., Kumagi, T., & Abe, M. (2016). Handgrip strength is associated with metabolic syndrome among middle-aged and elderly community-dwelling persons. *Clinical and Experimental Hypertension*, 38(2), 245-251.
- Kim, T. H., Jhoo, J. H., Park, J. H., Kim, J. L., Ryu, S. H., Moon, S. W., ... & Kim, K. W. (2010). Korean version of mini mental status examination for dementia screening and its' short form. *Psychiatry Investigation*, 7(2), 102-108.
- Landi, F., Onder, G., Russo, A., Liperoti, R., Tosato, M., Martone, A. M., Capoluongo, E., & Bernabei, R. (2014). Calf circumference, frailty and physical performance among older adults living in the community. *Clinical Nutrition*, 33(3), 539-544.
- Landi, F., Russo, A., Liperoti, R., Pahor, M., Tosato, M., Capoluongo, E., ... & Onder G. (2010). Midarm muscle circumference, physical performance and mortality: Results from the aging and longevity study in the Sirente geographic area (iSIRENTE study). *Clinical Nutrition*, 29(4), 441-447.
- Lear, S. A., Hu, W., Rangarajan, S., Gasevic, D., Leong, D., Iqbal, R., ... & Yusuf, S. (2017). The effect of physical activity on mortality and cardiovascular disease in 130000 people from 17 high-income, middle-income, and low-income countries: The PURE study. *Lancet*, 390(10113), 2643-2654.
- Lee, E. Y., Lee, S. J., Kim, K. M., Seo, D. H., Lee, S. W., Choi, H. S., ... & Rhee, Y. (2017a). Lower jump power rather than muscle mass itself is associated with vertebral fracture in community-dwelling elderly Korean women. *Calcified Tissue International*, 100(6), 585-594.
- Lee, S. R., Ha, Y. C., Kang, H., Park, Y. G., Nam, K. W., & Kim, S. R. (2013). Morbidity and mortality in Jeju residents over 50-years of age with hip fracture with mean 6-year follow-up: a prospective cohort study. *Journal of Korean Medical Science*, 28(7), 1089-1094.
- Lee, Y. S., Kim, S. D., Kang, H. J., Kim, S. W., Shin, I. S., Yoon, J. S., & Kim, J. M. (2017b). Associations of upper arm and thigh circumferences with dementia and depression in Korean elders. *Psychiatry Investigation*, 14(2), 150-157.
- Ling, C. H., Meskers, C. G., & Maier, A. B. (2021). Can anthropometric measures be used as proxies for body composition and physical function in geriatric outpatients?. *Archives of Gerontology and Geriatrics*, 94, 104379.
- Mienche, M., Setiati, S., Setyohadi, B., Kurniawan, J., Laksmi, P. W., Ariane, A., & Tirtarahardja, G. (2019). Diagnostic

- performance of calf circumference, thigh circumference, and SARC-F questionnaire to identify sarcopenia in elderly compared to Asian working group for sarcopenia's diagnostic standard. *Acta Medica Indonesiana*, 51(2), 117-127.
- Pouresmaeili, F., Kamalidehghan, B., Kamarehei, M., & Goh, Y. M. (2018).** A comprehensive overview on osteoporosis and its risk factors. *Therapeutics and Clinical Risk Management*, 14, 2029-2049.
- Ramírez-Vélez, R., Pérez-Sousa, M. A., Venegas-Sanabria, L. C., Cano-Gutiérrez, C. A., Hernández-Quintero, P. A., Rincón-Pabón, D., ... & Izquierdo, M. (2020).** Normative values for the short physical performance battery (SPPB) and their association with anthropometric variables in older Colombian adults. The SABE Study, 2015. *Frontiers in Medicine*, 7, 52.
- Rikli, R. E., & Jones, C. J. (2001).** *Senior fitness test manual*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Rivan, N. F. M., Singh, D. K. A., Shahar, S., Wen, G. J., Rajab, N. F., Din, N. C., ... & Kamaruddin, M. Z. A. (2021).** Cognitive frailty is a robust predictor of falls, injuries, and disability among community-dwelling older adults. *BMC Geriatrics*, 21(1), 593.
- Rosenblatt, N. J., & Madigan, M. L. (2021).** Exploring the association between measures of obesity and measures of trip-induced fall risk among older adults. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 102(12), 2362-2368.
- Sai, A., Tanaka, K., Ohashi, Y., Kushiya, A., Tanaka, Y., Motonishi, S., ... & Ozawa, T. (2021).** Quantitative sonographic assessment of quadriceps muscle thickness for fall injury prediction in patients undergoing maintenance hemodialysis: An observational cohort study. *BMC Nephrology*, 22(1), 191.
- Schwartz, A. V., Nevitt, M. C., Brown Jr, B. W., & Kelsey, J. L. (2005).** Increased falling as a risk factor for fracture among older women: the study of osteoporotic fractures. *American Journal of Epidemiology*, 161(2), 180-185.
- Seidell, J. C. (2010).** Waist circumference and waist/hip ratio in relation to all-cause mortality, cancer and sleep apnea. *European Journal of Clinical Nutrition*, 64(1), 35-41.
- Singh, R., & Gupta, S. (2015).** Relationship of calf circumference with bone mineral density and hip geometry: A hospital-based cross-sectional study. *Archives of Osteoporosis*, 10, 17.
- Sun, Y. S., Kao, T. W., Chang, Y. W., Fang, W. H., Wang, C. C., Wu, L. W., ... & Chen, W. L. (2017).** Calf circumference as a novel tool for risk of disability of the elderly population. *Scientific Reports*, 7(1), 16359.
- Tinetti, M. E., Richman, D., & Powell, L. (1990).** Falls efficacy as a measure of fear of falling. *Journal of Gerontology*, 45(6), P239-P243.
- Wei, M. Y., & Mukamal, K. J. (2018).** Multimorbidity, mortality, and long-term physical functioning in 3 prospective cohorts of community-dwelling adults. *American Journal of Epidemiology*, 187(1), 103-112.
- WHO. (2004).** *WHO Scientific group on the assessment of osteoporosis at primary health care level*. WHO, 1-13.
- Won, C. W., Yang, K. Y., Rho, Y. G., Kim, S. Y., Lee, E. J., Yoon, J. L., ... & Lee, Y. S. (2002).** The development of Korean activities of daily living (K-ADL) and Korean instrumental activities of daily living (K-IADL) scale. *Journal of the Korean Geriatrics Society*, 6(2), 107-120.
- Wu, C. J., Kao, T. W., Chen, Y. Y., Peng, T. C., Wang, C. C., Zhou, Y. C., ... & Chen, W. L. (2019).** Examining the association between vestibular function and lower extremity circumference in an aged population. *Geriatrics & Gerontology International*, 19(7), 622-627.
- Yoshiko, A., Kaji, T., Sugiyama, H., Koike, T., Oshida, Y., & Akima, H. (2018).** Muscle quality characteristics of muscles in the thigh, upper arm and lower back in elderly men and women. *European Journal of Applied Physiology*, 118(7), 1385-1395.

골감소·골다공증 여성 노인의 허벅지 돌레와 체력 및 낙상효능감의 연관성

이인환¹, 공지영², 강현식^{1*}

¹ 성균관대학교

² 남서울대학교

[목적] 본 연구의 목적은 골감소/골다공증 여성 노인의 허벅지 돌레와 체력 및 낙상효능감이 어떠한 연관성을 가지는지 검증하는데 있다.

[방법] 대퇴 경부 골밀도에 근거하여 $-1.0 \geq T\text{-score}$ 에 해당하는 지역사회 여성 노인 166명(76.3±5.0세)을 대상으로 하였으며, 허벅지 돌레에 따라 하위 25%, 중위 50%, 상위 25%로 집단을 분류하였다. 체력은 근력, 유연성, 심폐지구력, 평형성을 측정하였으며, 낙상효능감은 한국어판 낙상효능척도를 통해 조사하였다. 로지스틱 회귀분석을 이용하여 허벅지 돌레에 따른 체력 및 낙상효능감 저하에 노출될 승산비(OR, odd ratio)를 산출하였다.

[결과] 체력에서 허벅지 돌레 하위 25% 집단에 비해 중위 50%(OR=0.430, 95% CI=0.194-0.953), 상위 25%(OR=0.129, 95% CI=0.049-0.343) 집단의 체력 저하 위험이 낮아지는 선 경향이 있는 것으로 나타났으며 ($p < 0.001$), 낙상효능감에서도 허벅지 돌레 하위 25% 집단에 비해 중위 50%(OR=0.279, 95% CI=0.119-0.656), 상위 25%(OR=0.100, 95% CI=0.036-0.275) 집단의 낙상효능감 저하 위험이 낮아지는 선 경향이 있는 것으로 나타났다 ($p < 0.001$).

[결론] 노년기 규칙적인 신체활동 및 적절한 영양섭취를 통해 유지된 허벅지 돌레는 골감소/골다공증 여성 노인의 체력 유지 및 낙상효능감 개선에 긍정적인 역할을 할 것으로 생각된다.

주요어

골밀도, 여성 노인, 허벅지 돌레, 체력, 낙상효능감