



Original Article

Analyzing the Moderating Effect of Physical Fitness on the Relationship between Abdominal Obesity and Metabolic Syndrome in Older Women

Minjun Kim¹, Joonwoong Kim² and Inhwan Lee^{3*}

¹Department of Physical Education, Yongin University

²Department of Convergence, Seowon University

³Department of Smart and Healthcare, Changwon National University

Article Info

Received 2023. 11. 02.

Revised 2024. 04. 24.

Accepted 2024. 05. 13.

Correspondence*

Inhwan Lee

ansh00@naver.com

Key Words

Older women,
Abdominal obesity, Metabolic
syndrome, Physical fitness,
Moderation effect

PURPOSE This study aimed to analyze the moderating effect of physical fitness on the relationship between abdominal obesity and metabolic syndrome (MetS) in older women. **METHODS** A total of 190 participants were categorized based on waist-hip ratio (WHR) into high (50%) and low (50%) groups, as well as based on Z-score of fitness into high (25%; high fit), moderate (50%; moderate fit), and low (25%; low fit) groups. Logistic regression was used to assess the relative risk of MetS based on abdominal obesity and fitness levels, and moderation analysis using the Process macro was conducted to explore the moderating effect of fitness on the relationship between abdominal obesity and MetS risk factors. **RESULTS** After adjusting for covariates, logistic regression showed that high WHR (odds ratio (OR)=2.721, $p=0.004$) led to a significantly higher risk of MetS compared with low WHR; the high fit group (OR=0.360, $p=0.044$) had a significantly lower risk of MetS compared with the low fit group. Moderation analysis revealed that the impact of abdominal obesity on MetS risk factors varied depending on the level of fitness ($\beta=-0.495$, $p=0.037$), and the results remained significant after covariate adjustment ($\beta=-0.458$, $p=0.049$). **CONCLUSIONS** This study suggests that the risk of MetS from abdominal obesity can be mitigated by higher levels of physical fitness. These findings highlight the need for participation in regular physical activity to maintain a high level of fitness, along with proper nutritional intake, to prevent MetS in older women.

서론

기대수명의 증가와 출산율 감소의 공존을 바탕으로 우리나라는 극심한 인구 고령화 현상을 경험하고 있다. 통계청 자료에 따르면 우리나라의 만 65세 이상 노인 인구 비율은 2018년을 기점으로 고령사회의 기준을 넘어서는 15.7%에 해당하는 것으로 추정되며, 2025년에는 노인 인구가 전체 인구의 20%를 넘어서는 초고령사회에 진입할 것으로 예견되고 있다(Statistics Korea, 2019). 노인 인구 증가

추이에 따라 노년기 취약한 만성질환의 유병률 또한 지속적으로 증가하고 있는 가운데, 노년기 만성질환의 공통분모로 알려진 대사증후군에 대한 사회적 관심이 필요할 것으로 보인다.

대사증후군은 허리둘레, 혈압, 고밀도지단백 콜레스테롤, 중성지방, 공복 혈당 중 3가지 이상이 정상 범위 내에서 벗어나 군집된 형태로 정의되며, 노년기에 취약한 임상증후군으로 알려져 있다(NIH, 2001). 최근 심장대사증후군학회에서 발표한 '2021년 우리나라 대사증후군 팩트 시트'에 따르면 국민건강영양조사를 기반으로 우리나라 국민의 대사증후군 유병률을 조사한 결과, 지난 12년간 대사증후군의 유병률은 증가세를 나타내며, 현재 노인 인구 유병률은 절반에 가까운 45.3%에 육박하는 것으로 확인된다(Huh et al., 2021). 향후 국내의 노인 인구 증가 추이를 고려하였을 때, 대사증후군 환자

© 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.

수는 더욱 증가할 것으로 예상되며, 대사증후군이 노년기 만성질환의 공통분모로 작용한다는 점을 감안할 때, 이에 대한 예방 및 관리 방안 마련이 절실할 것으로 보인다.

노년기 대사증후군의 발병은 인체의 생리적 기능 저하와 신체활동 등 감소에 따른 복부비만이 주요 원인으로 제시되고 있다(Jura & Kozak, 2016). 복부비만은 복강 내 과도한 지방의 축적을 반영하는데(Janssen et al., 2002), 병태생리학적 측면에서 복강 내의 과도한 지방 축적으로 유도되는 혈중 유리지방산의 증가와 전염증성 아디포카인의 분비 증가는 대사증후군 발병의 중추적 원인인 인슐린 저항성 증가를 매개로 하여 대사증후군의 구성 요인에 부정적 변화를 야기하는 것으로 보고되고 있다(Després & Lemieux, 2006; Paley & Johnson, 2018). 이에 복부비만을 평가하는 다양한 인체 측정 지표들과 대사증후군의 연관성이 많은 연구들을 통해 보고되고 있으며(Bener et al., 2013; Dong et al., 2016; Sagun et al., 2014), 이 중 허리-엉덩이 둘레 비율은 인슐린 저항성 및 내장 지방과 유의한 정적 상관성을 나타내는 간편한 측정 방법일 뿐만 아니라 다수의 전향적 코호트 연구를 통해 우리나라 중·고령자들의 대사증후군을 비롯한 다양한 만성질환의 발병을 예측할 수 있는 유용한 인체 측정 지표 중 하나로 보고되고 있다(Jeong et al., 2005; Ko et al., 2012; Song et al., 2022).

한편, 체력은 평소 근력 및 유산소 운동을 비롯한 신체활동 수준에 많은 영향을 받으며, 노년기 높은 수준의 체력은 신체적 효율성 개선뿐만 아니라 대사증후군의 예방에도 긍정적인 역할을 하는 것으로 보고된다. 이와 관련하여 브라질의 노인을 대상으로 한 Câmara et al.(2020)의 연구에서는 높은 근력과 심폐체력이 대사증후군의 위험 감소와 독립적으로 연관되며, 근력과 심폐체력이 모두 높을 경우 한 가지만 높은 것보다 대사증후군에 대한 위험이 더욱 감소한다고 보고한 바 있으며, 우리나라의 노인을 대상으로 한 Kim(2022)과 Hong(2019)의 연구에서도 높은 심폐체력과 악력이 대사증후군의 위험 감소와 유의한 관련이 있음을 보고한 바 있다. 또한 Chang et al.(2015)의 연구와 Hwang & Kim(2015)의 연구에서는 각각 대만과 우리나라의 노인들을 대상으로 체력과 대사증후군의 연관성을 조사한 결과, 유연성 및 근지구력이 높을수록 낮은 집단과 비교하여 대사증후군의 위험이 감소하였음을 보고한 바 있다.

이와 같은 연구들을 종합해보면 복부비만은 대사증후군의 위험을 증가시키는 반면, 높은 수준의 체력 요인은 대사증후군의 발병으로부터 보호 효과를 나타내는 상반된 역할을 하는 것으로 판단되며, 이러한 사실들에 근거할 때, 복부비만이 대사증후군에 미치는 영향은 체력 수준에 따라 차이가 있을 것으로 예견된다. 그러나 현재까지 진행되어 온 기존의 연구들은 대부분 대사증후군의 독립예측인자를 복부비만과 체력의 단일 수준에 국한하여 조사하였으며, 대사증후군에 대한 복부비만과 체력의 복합적인 역할을 검증한 연구는 미흡한 실정이다. 이에 본 연구는 국내의 급격히 인구 고령화 현상에 따라 노인 인구에서 대사증후군 유병률이 지속적으로 증가하고 있다는 점과 폐경 이후 호르몬의 변화로 여성 노인이 남성 노인보다 복부비만과 대사증후군의 유병률이 높다는 점을 감안하여 여성 노인을 대상으로 하여 복부비만과 대사증후군의 관계에서 체력의 역할을 검증하는 것을 주요 목적으로 하였다.

연구방법

연구대상

본 연구는 경기도 S시의 경로당, 노인정, 노인복지회관 등의 노인 편의시설을 이용하고 있으며, 정상적인 일상생활이 가능한 만 65세 이상의 여성 노인 238명을 최초 대상으로 하였다. 이후 대사증후군 지표 누락 32명, 체력 측정 거부 13명, 기타 공백량과 관련된 설문 누락 3명 등 총 48명을 제외하였으며, 최종적으로 190명에 대해 자료 분석을 실시하였다. 연구 진행에 앞서 연구의 목적과 방법, 절차에 대해 자세히 설명한 후 자발적 참여 의사를 밝힌 사람들만 연구 대상으로 하였다. 본 연구는 S대학교 기관생명윤리위원회의 승인(IRB-2015-09-001-002) 하에 실시하였으며, 대상자의 특성은 <Table 1>에 제시하였다.

측정항목 및 방법

1. 신체구성

신장은 자동신장계(DS-102, Jenix, Korea)로 측정하였으며, 체중은 금속 물질을 제거하고, 측정용 가운을 착용한 후 이중 에너지 X-ray 방사선 흡수(Dual-energy X ray Absorptiometry, DXA) 원리를 사용하는 Lunar DPX Pro(GE medical systems Lunar, USA)를 통해 측정하였다. 체질량지수(body mass index, BMI)는 측정된 신장과 체중을 체중(kg)/신장(m²) 공식에 대입하여 산출하였다.

2. 인체계측 및 복부비만도에 따른 집단 분류

인체계측 용도의 줄자를 이용하여 허리와 엉덩이둘레를 측정하였다. 바르게 선 자세에서 늑골 최하단부와 장골능 상부의 중간 지점에서 허리둘레를 측정하였으며, 엉덩이 둘레는 최대둘레를 측정하였다. 부위별로 2회씩 측정하여 평균값을 기록하였으며, 측정된 허리둘레와 엉덩이둘레는 허리둘레(cm)/엉덩이둘레(cm)의 공식에 대입하여 허리-엉덩이둘레 비율(waist-hip ratio, WHR)을 산출한 뒤, 상위 50%와 하위 50%로 구분하였다.

3. 체력 측정 및 집단 분류

노인의 신체 기능을 평가하기 위해 Rikli & Jones(2013)가 고안한 노인체력검사(senior fitness test, SFT)를 바탕으로 건강 관련 체력의 하위 범주인 상·하체 근력과 상·하체 유연성, 동적 평형성, 심폐지구력을 측정하였다. 상체 근력은 악력계(TKK-5401, Takei, Japan)로 좌·우의 근력을 2회씩 kg 단위로 측정한 후, 최대값을 사용하였으며, 하체 근력은 30초간 의자에 앉았다가 일어선 횟수로 측정하였다. 상체 유연성은 등 뒤로 손을 잡도록 하여 양손 중지 간의 거리를 cm 단위로 측정하였으며, 하체 유연성은 좌전골을 통해 cm 단위로 측정하였다. 동적 평형성은 의자에 앉은 상태에서 3m 앞의 표적을 돌아온 시간에 대해 초 단위로 측정하였으며, 심폐지구력은 2분간의 제자리 걷기 횟수를 측정하였다. 이후 각 체력 요인에 대한 표준화 점수(Z-score)를 산출하였다. 체력 요인에 대한 표준화 점수는 변수의 정규화 후, 개인의 측정치와 표본 평균의 차이를 표준편차로 나누어 계산하였으며, 다만 여섯 가지 체력 요인 중 동적 평형성의 경우, 다른 체력 요인과 다르게 양의 숫자가 증가할수록 체력이 좋지 않음을 나타내기에 다섯 가지의 체력 요인의 표준화 점수를 합한 이후 동

적 평형성의 표준화 점수를 빼어 체력의 종합적인 표준화 점수를 산출하였다. 이후 산출된 체력의 표준화 점수에 따라 상위 25%(High fit), 중위 50%(Moderate fit), 하위 25%(Low fit)으로 집단을 세분화하였다.

4. 대사증후군 위험인자 측정 및 정의

혈압은 10분 이상 충분한 안정을 취한 상태에서 자동혈압계(FJ-500R, Jawon Medical, Korea)로 2회 측정하였다. 측정은 3분의 간격을 두어 실시하였으며, 평균값을 이용하였다. 공복 혈당과 중성지방, 고밀도지단백 콜레스테롤은 12시간 공복 후 정맥혈액을 채혈한 후, 원심분리기(MF 300, Hanil, Korea)를 이용하여 3,000rpm에서 20분간 원심 분리하여 -70°C 의 냉동고에 분석 전까지 보관하였으며, 이후 N의료원의 혈액분석실에서 Colorimetric assay 방법으로 분석하였다.

대사증후군은 National Cholesterol Education Program Adult Treatment Panel III(NECP-ATPIII)와 비만학회에서 제시한 한국인의 허리둘레 기준에 근거하여 3가지 이상에 해당하는 경우로 정의하였다(NIH, 2001; So & Yoo, 2015). 대사증후군의 진단 기준은 다음과 같다.

- 1) 허리둘레(waist circumference): $\geq 85\text{cm}$
- 2) 혈압(blood pressure, BP)
 - : 수축기혈압 $\geq 130\text{mmHg}$ 또는 이완기혈압 $\geq 85\text{mmHg}$ 또는 혈압조절약 복용
- 3) 공복 혈당(fasting blood glucose, FBG)
 - : $\geq 100\text{mg/dL}$ 또는 혈당조절약 복용
- 4) 중성지방(triglyceride, TG)
 - : $\geq 150\text{mg/dL}$ 또는 지질조절약 복용
- 5) 고밀도 지단백 콜레스테롤(high density lipoprotein cholesterol, HDL-C)
 - : $< 50\text{mg/dL}$

5. 공변량

인구사회학적 요인으로 연령 및 교육 수준, 결혼 상태, 월 평균 가구소득에 대해 조사하였으며, 건강 관련 요인으로 음주 및 흡연, 비신체활동, 일상생활기능장애, 약 복용 수, 우울 증상에 대해 조사하였다. 교육 수준은 초등 이하, 중졸 및 고졸, 대졸 이상으로 구분하였으며, 결혼 상태는 기혼, 이혼/사별로 구분하였다. 음주는 현재 음주 여부에 따라 구분하였으며, 흡연은 5갑 이상의 흡연 이력에 따라 구분하였다(CDC, 1994). 비신체활동은 단문형 국제 신체활동 설문지를 통해 조사한 신체활동량이 강도와 무관하게 주당 600MET 미만인 경우로 정의하였으며(Oh et al., 2007), 일상생활수행능력 저하는 activities of daily living(ADL)의 7가지 문항 중 하나라도 부분 도움 이상이 필요한 경우로 정의하였다(Won et al., 2002). 또한 약물 복용은 현재 복용 중인 약물의 수에 따라 구분하였으며, 우울 증상은 Center for Epidemiologic Studies Depression(CES-D) 점수가 16점 이상에 해당할 경우로 정의하였다(Cho & Kim, 1993).

통계 처리

본 연구의 모든 연속형 자료는 평균과 표준편차로 표기하였으며, 범주형 자료는 집단별 비율로 표기하였다. 대사증후군 유무와 복부비만도 수준에 따른 연속형 변인과 범주형 변인의 비교를 위해 독립 표본 t 검정과 교차분석을 실시하였으며, 체력 수준에 따른 연속형 변인과 범주형 변인의 선경향을 분석하기 위해 일원변량분석의 대비다항성과 교차분석의 선형 대 결함을 실시하였다. 또한 복부비만도와 체력 수준에 따른 대사증후군 노출의 승산비를 산출하기 위해 이분형 로지스틱 회귀분석을 실시하였으며, 복부비만도와 대사증후군의 관계에서 체력이 미치는 영향을 분석하기 위해 the Hayes PROCESS macro의 model 1을 적용하여 조절 효과 분석을 실시하였다. 모든 통계분석은 SPSS-PC 29.0을 통해 진행되었으며, 통계적 유의 수준은 $\alpha=.05$ 로 설정하였다.

연구결과

대사증후군 유무에 따른 변인 비교

대사증후군 유무에 따른 대상자 특성을 비교한 결과는 <Table 1>에 제시한 바와 같다. 먼저 전체 대상자 190명 중 94명(49.5%)이 대사증후군으로 확인되었다. 대사증후군 집단은 정상 집단과 비교하여 나이($p=.038$), 체중($p<.001$), 체질량지수($p<.001$), 허리-엉덩이 둘레 비율($p<.001$)과 허리둘레($p<.001$), 수축기혈압($p<.001$), 이완기혈압($p=.016$), 공복 혈당($p=.003$), 중성지방($p<.001$)이 유의하게 높고 동적평형성($p=.042$)이 저하된 것으로 나타났으며, 음주 비율($p=.019$), 고밀도지단백 콜레스테롤($p<.001$), 하체 근력($p=.037$), 심폐지구력($p<.001$), 체력에 기반한 표준화 점수($p=.008$)는 유의하게 낮은 것으로 나타났다.

복부비만도 수준에 따른 변인 비교

<Table 2>는 복부비만도 수준에 따른 변인들을 비교한 결과이다. 그 결과 복부비만도가 상위 50%에 속하는 High 그룹은 하위 50%에 속하는 Low 그룹보다 나이($p<.001$), 체중($p=.009$), 체질량지수($p<.001$), 이혼 및 사별한 사람의 비율($p=.010$), 허리둘레($p<.001$), 수축기혈압($p=.029$) 대사증후군 유병률($p<.001$)이 높고 동적평형성($p=.009$)이 저하된 것으로 나타났으며, 신장($p=.047$)교육 수준($p=.002$), 상체 근력($p=.043$)은 유의하게 낮은 것으로 나타났다.

체력 수준에 따른 변인 비교

<Table 3>은 체력 수준에 따른 측정 변인들의 선경향을 분석한 결과이다. 그 결과 체력 수준이 높을수록 교육 수준($p=.002$)과 소득($p=.048$)이 높아지는 선경향이 있는 것으로 나타났으며, 나이($p<.001$)와 허리-엉덩이둘레 비율($p=.013$), 우울 증상($p=.022$), 수축기혈압($p=.044$), 공복 혈당($p=.002$), 중성지방($p=.046$) 대사증후군 유병률($p=.007$)은 낮아지는 선경향이 있는 것으로 나타났다.

Table 1. Comparison of measured parameters according to classification of metabolic syndrome

Variables	Total (n=190)	Normal (n=96/50.5%)	MetS (n=94/49.5%)	<i>p</i> -value
Anthropometrics				
Age (years)	75.3±5.6	74.5±5.0	76.1±6.0	.038
Height (cm)	152.0±4.9	151.6±5.2	152.4±4.6	.305
Weight (kg)	57.2±7.8	55.1±7.6	59.3±7.4	<.001
Body mass index (kg/m ²)	24.7±3.1	24.0±3.0	25.5±3.1	<.001
Waist-hip ratio	0.94±0.06	0.91±0.05	0.96±0.06	<.001
Socio-economic status				
Education, n (%)				.192
Lower than elementary	118 (62.1)	54 (56.3)	64 (68.1)	
Middle/high	68 (35.8)	39 (40.6)	29 (30.8)	
Over than college	4 (2.1)	3 (3.1)	1 (1.1)	
Marital status, n (%)				.062
Married	67 (35.3)	40 (41.7)	27 (28.7)	
Widowed/divorced	123 (64.7)	56 (58.3)	67 (71.3)	
Household income, n (%)				.738
<3,000,000 won	160 (84.2)	80 (83.3)	80 (85.1)	
≥3,000,000 won	30 (15.8)	16 (16.7)	14 (14.9)	
Health related factors				
Drinking, n (%)	115 (60.5)	66 (68.8)	49 (52.1)	.019
Smoking, n (%)	12 (6.3)	6 (6.3)	6 (6.4)	.970
ADL impaired, n (%)	18 (9.5)	8 (8.3)	10 (10.6)	.588
Medication, n (%)				.124
0	28 (14.8)	19 (19.8)	9 (9.6)	
1	81 (42.6)	40 (41.7)	41 (43.6)	
≥2	81 (42.6)	37 (38.5)	44 (46.8)	
Depressive symptoms, n (%)	15 (7.9)	9 (9.4)	6 (6.4)	.970
Metabolic syndrome index				
Waist circumference (cm)	95.4±14.3	91.3±13.5	99.6±13.9	<.001
Systolic blood pressure (mmHg)	129.8±14.6	124.3±10.9	135.4±15.7	<.001
Diastolic blood pressure (mmHg)	70.8±9.1	69.2±8.2	72.4±9.7	.016
Fasting blood glucose (mg/dL)	112.8±23.1	108.0±22.3	117.8±22.9	.003
Triglyceride (mg/dL)	126.4±59.5	105.1±33.0	148.0±71.7	<.001
HDL-C (mg/dL)	52.0±12.4	58.2±11.1	45.7±10.4	<.001
Physical fitness				
Upper body strength (kg)	18.3±4.3	18.8±4.3	17.9±4.3	.158
Lower body strength (reps/30sec)	14.0±4.3	14.6±4.2	13.3±4.3	.037
Upper body flexibility (cm)	-12.7±12.5	-12.0±11.3	-13.3±13.7	.463
Lower body flexibility (cm)	9.8±10.0	10.9±9.8	8.8±10.2	.146
Dynamic balance (sec)	7.3±1.5	7.1±1.2	7.5±1.7	.042
Aerobic endurance (steps/2min)	95.6±19.2	100.1±14.1	90.9±22.5	<.001
Total Z-score	0.000±0.440	0.083±0.413	-0.085±0.453	.008

MetS: metabolic syndrome, ADL: activities of daily living, HDL-C: high density lipoprotein cholesterol

Table 2. Comparison of measured parameters according to classification of waist-hip ratio

Variables	Low WHR (n=95/50%)	High WHR (n=95/50%)	<i>p</i> -value
Waist-hip ratio	0.89±0.04	0.99±0.04	<.001
Anthropometrics			
Age (years)	74.0±5.6	76.6±5.2	<.001
Height (cm)	152.7±4.7	151.3±5.0	.047
Weight (kg)	55.7±6.9	58.7±8.4	.009
Body mass index (kg/m ²)	23.9±2.8	25.6±3.2	<.001
Socio-economic status			
Education, n (%)			.002
Lower than elementary	48 (50.5)	70 (73.7)	
Middle/high	43 (45.3)	25 (26.3)	
Over than college	4 (4.2)	0 (0.0)	
Marital status, n (%)			.010
Married	42 (44.2)	25 (26.3)	
Widowed/divorced	53 (55.8)	70 (73.7)	
Household income, n (%)			.426
<3,000,000 won	78 (82.1)	82 (86.3)	
≥3,000,000 won	17 (17.9)	13 (13.7)	
Health related factors			
Drinking, n (%)	61 (64.2)	54 (56.8)	.299
Smoking, n (%)	8 (8.4)	4 (4.2)	.233
ADL impaired, n (%)	7 (7.4)	11 (11.6)	.322
Medication, n (%)			.143
0	18 (19.0)	10 (10.5)	
1	42 (44.2)	39 (41.1)	
≥2	35 (36.8)	46 (48.4)	
Depressive symptoms, n (%)	9 (9.5)	6 (6.3)	.420
Metabolic syndrome index			
Waist circumference (cm)	89.8±12.8	100.9±13.5	<.001
Systolic blood pressure (mmHg)	127.5±13.6	132.1±15.2	.029
Diastolic blood pressure (mmHg)	70.3±9.6	71.3±8.6	.470
Fasting blood glucose (mg/dL)	111.0±21.9	114.6±24.2	.287
Triglyceride (mg/dL)	118.4±43.4	134.4±71.5	.064
HDL-C (mg/dL)	53.4±12.5	50.7±12.3	.133
Metabolic syndrome prevalence (%)	31 (32.6)	63 (66.3)	<.001
Physical fitness			
Upper body strength (kg)	19.0±4.2	17.7±4.4	.043
Lower body strength (reps/30sec)	14.5±4.0	13.4±4.5	.070
Upper body flexibility (cm)	-12.1±11.6	-13.2±13.5	.540
Lower body flexibility (cm)	10.7±10.3	9.0±9.7	.249
Dynamic balance (sec)	7.0±1.5	7.6±1.4	.009
Aerobic endurance (steps/2min)	98.1±16.5	93.1±21.5	.074
Total Z-score	0.058±0.424	-0.058±0.450	.069

WHR: waist-hip ratio, ADL: activities of daily living, HDL-C: high density lipoprotein cholesterol

Table 3. Comparison of measured parameters according to classification of physical fitness

Variables	Low fit (n=47/24.7%)	Moderate fit (n=96/50.6%)	High fit (n=47/24.7%)	<i>p</i> for liner trends
Physical fitness				
Upper body strength (kg)	15.4±3.7	18.0±3.8	21.9±3.4	<.001
Lower body strength (reps/30sec)	10.7±2.9	14.0±3.2	17.2±4.9	<.001
Upper body flexibility (cm)	-22.8±11.0	-11.6±11.1	-4.8±9.8	<.001
Lower body flexibility (cm)	0.4±10.7	11.2±7.1	16.6±7.3	<.001
Dynamic balance (sec)	7.8±1.6	7.4±1.4	6.5±1.2	<.001
Aerobic endurance (steps/2min)	82.0±23.8	95.7±14.9	108.9±11.2	<.001
Total Z-score	-0.595±0.289	0.044±0.167	0.505±0.168	<.001
Anthropometrics				
Age (years)	77.7±5.9	75.2±5.1	73.1±5.2	<.001
Height (cm)	151.5±5.7	151.7±4.4	153.1±5.1	.108
Weight (kg)	57.0±8.3	57.3±8.1	57.0±6.7	.992
Body mass index (kg/m ²)	24.8±3.0	24.9±3.4	24.3±2.7	.424
Waist-hip ratio	0.94±0.06	0.94±0.06	0.91±0.06	.013
Socio-economic status				
Education, n (%)				.002
Lower than elementary	37 (78.8)	60 (62.5)	21 (44.7)	
Middle/high	9 (19.1)	34 (35.4)	25 (53.2)	
Over than college	1 (2.1)	2 (2.1)	1 (2.1)	
Marital status, n (%)				.196
Married	13 (27.7)	61 (63.5)	28 (59.6)	
Widowed/divorced	34 (72.3)	35 (36.5)	19 (40.4)	
Household income, n (%)				.048
<3,000,000 won	41 (87.2)	85 (88.5)	34 (72.3)	
≥3,000,000 won	6 (12.8)	11 (11.5)	13 (27.7)	
Health related factors				
Drinking, n (%)	28 (59.6)	58 (60.4)	29 (61.7)	.833
Smoking, n (%)	5 (10.6)	4 (4.2)	3 (6.4)	.398
ADL impaired, n (%)	5 (10.6)	13 (13.5)	0 (0.0)	.079
Medication, n (%)				.243
0	7 (14.9)	13 (13.5)	8 (17.0)	
1	17 (36.2)	41 (42.7)	23 (48.9)	
≥2	23 (48.9)	42 (43.8)	16 (34.0)	
Depressive symptoms, n (%)	7 (14.9)	7 (7.3)	1 (2.1)	.022
Metabolic syndrome index				
Waist circumference (cm)	94.8±13.7	95.4±14.9	95.8±13.9	.744
Systolic blood pressure (mmHg)	131.2±12.9	131.4±15.0	125.1±14.6	.044
Diastolic blood pressure (mmHg)	70.2±7.1	71.3±9.6	70.3±9.9	.982
Fasting blood glucose (mg/dL)	119.5±20.7	113.2±26.6	105.1±14.1	.002
Triglyceride (mg/dL)	143.0±82.6	122.1±49.4	118.5±47.9	.046
HDL-C (mg/dL)	50.8±13.7	51.2±11.2	54.9±13.2	.113
Metabolic syndrome prevalence (%)	28 (59.6)	51 (53.7)	15 (31.9)	.007

ADL: activities of daily living, HDL-C: high density lipoprotein cholesterol

Table 4. OR and 95% CI of metabolic syndrome according to waist-hip ratio and physical fitness

Variables	Model 1		Model 2	
	HR (95% CI)	P value	HR (95% CI)	P value
Waist-hip ratio				
Low	1 (reference)		1 (reference)	
High	4.065 (2.221-7.437)	<.001	2.721 (1.378-5.374)	.004
Physical fitness				
Low fit	1 (reference)		1 (reference)	
Moderate fit	0.769 (0.379-1.560)	.467	0.705 (0.311-1.599)	.377
High fit	0.318 (0.137-0.741)	.008	0.360 (0.134-0.971)	.044

OR: odds ratio, CI: confidence interval, ADL: activities of daily living

Model 1: unadjusted.

Model 2: adjusted for age, body mass index, education, marital status, household income, drinking, smoking, ADL impaired, medication, depressive symptoms, waist-hip ratio (for physical fitness), and physical fitness (for waist-hip ratio).

Table 5. The moderating effect of physical fitness on the relationship between waist-hip ratio and metabolic syndrome

Predictors	Coefficients	SE	t	P-value	95% CI	
					Lower	Upper
Model 1 ($R^2=.152, F=11.114, p<.001$)						
Waist-hip ratio	.726	.164	4.440	<.001	.404	1.049
Physical fitness	-.053	.153	-.344	.731	-.355	.249
Interaction	-.495	.235	-2.102	.037	-.959	-.030
R ² change due to the moderator=.020(F=4.419 p=.037)						
Model 2 ($R^2=.264, F=4.858, p<.001$)						
Waist-hip ratio	.510	.172	2.962	.003	.170	.849
Physical fitness	-.076	.159	-.475	.636	-.390	.239
Interaction	-.458	.231	-1.982	.049	-.914	-.002
R ² change due to the moderator=.016(F=3.927, p=.049)						

CI: confidence interval, ADL: activities of daily living

Model 1: unadjusted.

Model 2: adjusted for age, body mass index, education, marital status, household income, drinking, smoking, ADL impaired, and medication, depressive symptoms.

복부비만도 및 체력 수준에 따른 대사증후군 노출에 대한 상대적 위험도

〈Table 4〉는 복부비만도 및 체력 수준에 따른 대사증후군 노출에 대한 상대적 위험도를 산출한 결과이다. 그 결과, 복부비만도 수준이 낮은 집단(Low WHR, OR=1)과 비교하여 복부비만도 수준이 높은 집단(High WHR, OR=4.065, $p<.001$)의 대사증후군 노출에 대한 위험이 유의하게 높은 것으로 나타났으며, 공변량에 대한 보정 이후에도 결과(OR=2.721, $p=.004$)는 유의하게 나타났다. 또한 체력 수준에 따른 대사증후군 노출에 대한 상대적 위험도를 분석한 결과 체력 수준이 낮은 집단(Low fit, OR=1)과 비교하여 체력 수준이 높은 집단(High fit, OR=0.318, $p=.008$)의 대사증후군 노출에 대한 위험이 유의하게 낮은 것으로 나타났으며, 공변량에 대한 보정 이후에도 결과(OR=0.360, $p=.044$)는 유의한 것으로 나타났다.

복부비만도와 대사증후군 위험 요인의 관계에서 체력의 조절 효과 분석

〈Table 5〉는 복부비만도와 대사증후군 위험 요인의 관계에서 체력의 조절 효과를 분석한 결과이다. 그 결과, 복부비만도와 대사증후군 위험 요인의 관계는 체력 수준에 따라 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다(β=-.495, $p=.037$), 공변량에 대한 보정 이후에도 결과(β=-.458, $p=.049$)는 유의한 것으로 나타났다. 이러한 체력의 조절 효과는 〈Figure 1〉에 제시한 바와 같이 복부비만으로 인한 대사증후군 위험 요인의 군집 현상이 체력 수준이 높아질수록 유의하게 감소함을 의미한다.

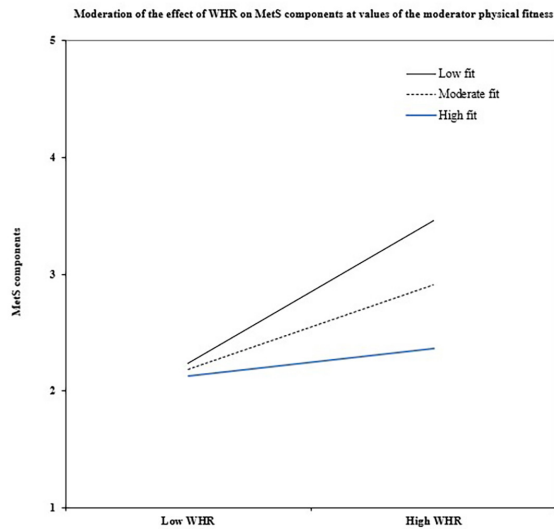


Fig. 1. Moderating effect of physical fitness on the relationship between abdominal obesity and metabolic syndrome

논의

노화에 따른 신체활동 감소 및 체지방 분포 변화 등에 기인한 복부 내 지방 축적은 인슐린 저항성의 증가를 유도하여 이를 매개로 대사증후군의 발병을 촉진하는 것으로 알려져 있으며, 이에 복부비만은 노년기 대사증후군의 대표적인 위험 요인으로 보고되고 있다(Després & Lemieux, 2006; Jura & Kozak, 2016; Paley & Johnson, 2018). 특히 복부비만을 반영하는 다양한 지표 중에서도 허리-엉덩이 둘레는 오랜 기간 선행연구들을 통해 대사증후군과 밀접한 연관성이 지속적으로 보고되고 있는데, 이와 관련한 선행연구를 보면 Paula et al.(2012)은 브라질의 여성 노인을 대상으로 인체 측정 및 체성분 지표와 대사증후군의 연관성을 분석한 결과, 복부비만을 반영하는 지표 중 하나인 허리-엉덩이둘레 비율과 대사증후군의 위험인자 간 유의한 정적 상관성이 관찰되었음을 보고한 바 있으며, Ntougou Assoumou et al.(2023)은 최근 프랑스의 노인을 대상으로 비만 지표와 대사증후군의 연관성을 분석한 결과, 허리-엉덩이둘레 비율에 근거한 복부비만 집단이 정상 집단보다 대사증후군의 위험이 1.5배 높게 나타났음을 보고한 바 있다. 또한 우리나라의 40세 이상 중·고령자를 대상으로 한 종단연구에서도 허리-엉덩이둘레 비율은 대사증후군의 발생을 가장 잘 예측하는 인체측정 변수로 나타났으며, 허리-엉덩이 둘레 비율이 상위 25%에 해당하는 집단에서 대사증후군의 발생률이 가장 높게 나타났음을 보고한 바 있다(Ko et al., 2012). 그러나 Rajput et al.(2014)의 연구에서 허리-엉덩이둘레 비율은 대사증후군을 예측하는 데 있어 판별력이 낮은 지표로 나타났으며, Bener et al.(2013)의 연구에서도 대사증후군과 낮은 연관성을 나타내는 것으로 확인된 바 있다. 이러한 선행연구의 상반된 결과는 인종, 성별, 연령 등에 따른 대사증후군의 예측을 위한 최적의 복부비만 지표와 절단 값이 많은 선행연구를 통해 상이하게 보고됨을 감안할 때, 대상자의 차이에 기인한 것으로 추정된다.

본 연구의 경우, 여성 노인을 대상으로 허리-엉덩이 둘레에 근거한 복부비만도 수준과 대사증후군의 연관성을 분석한 결과, 상위 50% 집단에서 하위 50% 집단과 비교하여 대사증후군의 위험이 유의하게 높게 나타났으며, 이러한 결과는 허리-엉덩이 둘레 비율이 여성 노인들의 대사증후군을 식별하는 유용한 선별도구라 보고한 선행연구들을 지지하는 결과로 해석된다.

복부비만과 대조적으로 노년기 근력 및 심폐지구력을 포함한 다양한 체력 요인은 오랜 기간의 연구를 통해 대사증후군의 위험 요인과 부적 상관성을 나타내며, 대사증후군의 발병으로부터 보호적 역할을 하는 것으로 보고된다. 브라질의 여성 노인을 대상으로 실시한 횡단적 연구에 의하면 높은 근력과 심폐체력은 대사증후군의 위험 감소와 유의한 관련이 있으며, 대사증후군에 대한 근력과 심폐체력의 보호 효과는 두 가지 체력 요인이 모두 높을 경우 한 가지만 높은 것보다 더욱 강하게 작용하는 것으로 나타났다(Cámara et al., 2020). 이와 유사하게 국내 노인을 대상으로 한 Kim(2022)과 Hong(2019)의 연구에서도 노년기 대사증후군의 위험 감소에 있어 높은 수준의 심폐체력과 약력은 통계학적으로 의미있는 독립적인 보호인자로 확인되었다. 또한 대만의 노인을 대상으로 한 Chang et al.(2015)의 연구에서 유연성은 대사증후군과 음의 상관성을 나타내는 체력 요인으로 나타났으며, 국내 노인 인구의 체력 수준과 대사증후군 유병률의 연관성을 평가한 Hwang & Kim(2015)의 연구에서 윗몸일으키기로 측정된 근지구력과 호흡가스분석법을 통해 측정된 심폐체력이 상위 삼분위수에 해당하는 집단은 하위 삼분위수에 해당하는 집단보다 대사증후군의 위험이 유의하게 낮은 것으로 확인되었다. 본 연구에서도 여성 노인을 대상으로 노인체력검사에 근거한 체력 수준과 대사증후군의 연관성을 분석한 결과, 체력 수준이 높은 집단에서 낮은 집단과 비교하여 대사증후군의 위험이 유의하게 감소하는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 앞서 기술한 선행연구들과 일치하는 결과로, 높은 체력 수준이 대사증후군의 발병으로부터 보호 효과를 나타낼 수 있음을 의미하며, 노년기 대사증후군의 예방을 위해 규칙적인 신체활동 및 운동을 실천하여 높은 체력 수준을 유지하는 것이 중요함을 시사하고 있다. 이에 더해 본 연구의 결과는 노년기 대사증후군의 위험을 예측할 수 있는 선별도구로 노인체력검사의 유용성을 제시하는 결과로도 해석할 수 있으리라 판단된다.

한편, 노년기 대사증후군에 대한 복부비만과 높은 체력 수준의 상반된 역할을 고려할 때, 복부비만이 대사증후군에 미치는 영향은 체력 수준에 따라 차이가 있을 것으로 추측되나 현재까지 대부분의 선행연구는 대사증후군과 복부비만, 대사증후군과 체력의 단편적인 연관성 검증에 국한되어 있는 실정이다. 이에 본 연구에서는 복부비만과 대사증후군의 관계에 대한 체력의 역할을 분석하였으며, 그 결과 복부비만도와 대사증후군 위험인자의 정적 관련성에 대한 체력의 조절효과가 유의하게 나타났다. 결과는 구체적으로 복부비만도 증가로 인한 대사증후군 위험인자의 군집 현상이 높은 체력 수준으로 인해 약화되는 것으로 확인되었다. 이러한 본 연구의 결과는 미국의 국민건강영양조사에 참여한 50세 이상의 성인 3,007명의 데이터를 분석한 결과, 근력 감소와 복부비만 모두에 해당할 경우, 한 가지만 해당하는 것보다 대사성 질환 및 만성 질환의 발병 위험이 증가한 것으로 나타났다고 보고한 Sénéchal et al.(2012)의 연구, 국내 노인을 대상으로 근력 및 근육 감소와 비만을 동반한 근감소성 비만이 근육 및 근력감소 또는 비만 중 한 가지에 해당하는 것보다 대사증후군의 위험이 높게 나타났다고 보고한 Lim et al.(2010)의 연구, 국

내 성인에서 비만하더라도 심폐체력이 높은 집단이 심폐체력이 낮은 집단보다 대사증후군의 위험이 감소한 것으로 나타났다고 보고한 Hong et al.(2014)의 연구와 부분적으로 일치하는 결과이며, 본 연구와 선행연구의 결과는 노년기 높은 체력 수준이 비만 및 복부비만 유무와 관계없이 대사증후군을 포함한 심혈관대사질환의 발병으로부터 보호적 역할을 하며, 예방에 독립적인 요인이 될 수 있음을 시사하는 것으로 판단된다.

복부비만으로 인해 유발되는 대사증후군의 위험에 대한 체력의 보호 효과는 다음과 같은 설명이 가능하다. 첫째, 신체활동에 대한 지속적인 노출은 사용되는 근육의 인슐린 신호 전달과 관련된 유전자의 발현을 증가시켜 인슐린 민감성을 향상시킨다(Myer et al., 2019). 둘째, 규칙적인 신체활동 참여는 혈압 조절 능력을 향상시키고(Pal et al., 2013; Tambalis et al., 2009; Westcott, 2012), 혈중 지질을 개선하며(Doewes et al., 2023; Tambalis et al., 2009; Westcott, 2012), 염증성 사이토카인의 분비를 감소시키고(Stensvold et al., 2012), 항염증성 사이토카인의 발현을 증가시킨다(Kozakova et al., 2013). 체력이 규칙적인 신체활동 참여 정도에 결정되는 요인임을 감안할 때, 대사증후군에 대한 체력의 보호 효과는 다음과 같은 규칙적인 신체활동의 이점을 통해 부분적으로 설명이 가능할 것으로 판단되며, 결과적으로 이러한 체력의 보호 효과는 복부비만으로 인한 대사증후군의 위험을 억제하는 효과로도 작용하는 것으로 판단된다.

다만 본 연구에는 다음과 같은 몇 가지 제한점이 있다. 첫째, 대상이 특정 지역의 여성 노인으로 한정되어 있어 연구결과의 일반화에 제한이 있다. 둘째, 대사증후군에 영향을 미칠 수 있는 약물 복용이나 기저 질환에 대한 구체적인 정보가 누락되어 있다. 셋째, 횡단 설계된 연구로써 인과관계 검증에 제한이 있다. 따라서 추후에는 본 연구의 제한점을 보완하여 다양한 지역의 다양한 연령을 가진 사람들을 대상으로 하는 종단 설계 방식의 후속 연구가 진행되어야 할 것으로 판단된다.

결론 및 제언

본 연구에서는 지역 사회의 여성 노인을 대상으로 대사증후군과 복부비만도 및 체력 수준의 연관성을 파악하고, 조절효과 분석을 통해 복부비만도와 대사증후군의 관계에 대한 체력의 역할에 대해 검증하였다. 그 결과, 높은 복부비만도는 대사증후군의 위험을 증가시키는 반면, 높은 체력 수준은 대사증후군의 위험을 낮추는 상반된 역할을 하는 것으로 나타났으며, 높은 체력 수준이 복부비만도의 증가로 인한 대사증후군 위험인자의 군집 현상을 약화시키는 것으로 나타났다. 이러한 본 연구의 결과는 여성 노인의 대사증후군 예방 차원에서 적절한 신체활동을 통한 체력 증진과 건강한 식습관을 통한 복부비만 예방의 중요성을 의미하는 결과로 판단된다. 다만 본 연구는 여성 노인만을 대상으로 한 횡단 연구로 연구결과에 대한 일반화와 명확한 인과관계의 파악에 제한이 있기에 추후 다양한 연령 및 성별을 가진 사람을 대상으로 하는 종단 설계 방식의 후속 연구가 필요할 것으로 판단된다.

CONFLICT OF INTEREST

논문 작성에 있어서 어떠한 조직으로부터 재정을 포함한 일체의 지원을 받지 않았으며 논문에 영향을 미칠 수 있는 어떠한 관계도 없음을 밝힌다.

AUTHOR CONTRIBUTION

Conceptualization: M Kim, J Kim, I Lee, Data curation: M Kim, I Lee, Formal analysis: M Kim, I Lee, Methodology: M Kim, J Kim, I Lee, Project administration: I Lee, Visualization: M Kim, I Lee, Writing-original draft: M Kim, I Lee, Writing-review & editing: M Kim, J Kim, I Lee

참고문헌

- Bener, A., Yousafzai, M. T., Darwish, S., Al-Hamaq, A. O. A. A., Nasralla, E. A., & Abdul-Ghani, M. (2013). Obesity index that better predict metabolic syndrome: body mass index, waist circumference, waist hip ratio, or waist height ratio. *Journal of Obesity*, 2013, 269038.
- Câmara, M., Browne, R. A. V., Souto, G. C., Schwade, D., Cabral, L. P. L., Macêdo, G. A. D., ... & Costa, E. C. (2020). Independent and combined associations of cardiorespiratory fitness and muscle strength with metabolic syndrome in older adults: A cross-sectional study. *Experimental Gerontology*, 135, 110923.
- CDC (Centers for Disease Control and Prevention). (1994). Cigarette smoking among adults—United States, 1992, and changes in the definition of current cigarette smoking. *MMWR (Morbidity and Mortality Weekly Report)*, 43(19), 342-346.
- Chang, K.-V., Hung, C.-Y., Li, C.-M., Lin, Y.-H., Wang, T.-G., Tsai, K.-S., & Han, D.-S. (2015). Reduced flexibility associated with metabolic syndrome in community-dwelling elders. *PLoS ONE*, 10(1), e0117167.
- 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.
- Després, J.-P., & Lemieux, I. (2006). Abdominal obesity and metabolic syndrome. *Nature*, 444(7121), 881-887.
- Doewes, R. I., Gharibian, G., Abolhasani Zadeh, F., Zaman, B. A., Vahdat, S., & Akhavan-Sigari, R. (2023). An updated systematic review on the effects of aerobic exercise on human blood lipid profile. *Current Problems in Cardiology*, 48(5), 101108.
- Dong, J., Ni, Y.-Q., Chu, X., Liu, Y.-Q., Liu, G.-X., Zhao, J., ... & Yan, Y.-X. (2016). Association between the abdominal obesity anthropometric indicators and metabolic disorders in a Chinese population. *Public Health*, 131, 3-10.
- Hong, S. (2019). Association of relative handgrip strength and metabolic syndrome in Korean older adults: Korea National Health and Nutrition Examination Survey VII-1. *Journal of Obesity & Metabolic Syndrome*, 28(1), 53-60.
- Hong, S., Lee, J., Park, J., Lee, M., Kim, J. Y., Kim, K. C., ... & Jeon, J. Y. (2014). Association between cardiorespiratory fitness and the prevalence of metabolic syndrome among Korean adults: a cross sectional study. *BMC public health*, 14, 1-9.
- Huh, J. H., Kang, D. R., Kim, J. Y., & Koh, K. K. (2021). Metabolic syndrome fact sheet 2021: Executive report. *CardioMetabolic Syndrome Journal*, 1(2), 125-134.
- Hwang, H.-J., & Kim, S.-H. (2015). The association among three aspects of physical fitness and metabolic syndrome in a Korean elderly population. *Diabetology & Metabolic Syndrome*, 7, 112.
- Janssen, I., Heymsfield, S. B., Allison, D. B., Kotler, D. P., & Ross, R. (2002). Body mass index and waist circumference independently contribute to the prediction of nonabdominal, abdominal subcutaneous, and visceral fat. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 75(4), 683-688.
- Jeong, S.-K., Seo, M.-W., Kim, Y.-H., Kweon, S.-S., & Nam, H.-S. (2005). Does waist indicate dyslipidemia better than BMI in Korean adult population? *Journal of Korean Medical Science*, 20(1), 7-12.
- Jura, M., & Kozak, L. P. (2016). Obesity and related consequences to ageing. *Age*, 38(1), 23.
- Kim, S. (2022). Association between cardiorespiratory fitness and metabolic syndrome in Korean older adults. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(6), 3671.
- Ko, K.-P., Oh, D.-K., Min, H., Kim, C.-S., Park, J.-K., Kim, Y., & Kim, S. S. (2012). Prospective study of optimal obesity index cutoffs for predicting development of multiple metabolic risk factors: The Korean genome and epidemiology study. *Journal of Epidemiology*, 22(5), 433-439.
- Kozakova, M., Balkau, B., Morizzo, C., Bini, G., Flyvbjerg, A., & Palombo, C. (2013). Physical activity, adiponectin, and cardiovascular structure and function. *Heart and Vessels*, 28(1), 91-100.
- Lim, S., Kim, J. H., Yoon, J. W., Kang, S. M., Choi, S. H., Park, Y. J., ... & Jang, H. C. (2010). Sarcopenic obesity: Prevalence and association with metabolic syndrome in the Korean Longitudinal Study on Health and Aging (KLoSHA). *Diabetes Care*, 33(7), 1652-1654.
- Myers, J., Kokkinos, P., & Nyelin, E. (2019). Physical activity, cardiorespiratory fitness, and the metabolic syndrome. *Nutrients*, 11(7), 1652.
- NIH (National Institutes of Health). (2001). Executive summary of the third report of the National Cholesterol Education Program (NCEP) expert panel on detection, evaluation, and treatment of high blood cholesterol in adults (Adult Treatment Panel III). *JAMA*, 285(19), 2486-2497.
- Ntougou Assoumou, H.-G., Pichot, V., Barthelemy, J.-C., Celle, S., Garcin, A., Thomas, T., & Roche, F. (2023). Obesity related to metabolic syndrome: comparison of obesity indicators in an older french population. *Diabetology & Metabolic Syndrome*, 15(1), 98.
- Oh, J. Y., Yang, Y. J., Kim, B. S., & Kang, J. H. (2007). Validity and reliability of Korean version of International Physical Activity Questionnaire (IPAQ) short form. *Journal of the Korean Academy of Family Medicine*, 28(7), 532-541.
- Pal, S., Radavelli-Bagatini, S., & Ho, S. (2013). Potential benefits of exercise on blood pressure and vascular function. *Journal of the American Society of Hypertension*, 7(6), 494-506.
- Paley, C. A., & Johnson, M. I. (2018). Abdominal obesity and metabolic syndrome: Exercise as medicine? *BMC Sports science, Medicine and Rehabilitation*, 10(1), 7.
- Paula, H. A. D. A., Ribeiro, R. D. C. L., Rosado, L. E. F. P. D. L.,

- Abranches, M. V., & Franceschini, S. D. C. C. (2012).** Classic anthropometric and body composition indicators can predict risk of metabolic syndrome in elderly. *Annals of Nutrition and Metabolism*, 60(4), 264-271.
- Rajput, R., Rajput, M., Bairwa, M., Singh, J., Saini, O., & Shankar, V. (2014).** Waist height ratio: A universal screening tool for prediction of metabolic syndrome in urban and rural population of Haryana. *Indian Journal of Endocrinology and Metabolism*, 18(3), 394-399.
- Rikli, R. E., & Jones, C. J. (2013).** *Senior fitness test manual* (2nd ed.). Champaign, IL: Human Kinetics.
- Sagun, G., Oguz, A., Karagoz, E., Filizer, A. T., Tamer, G., & Mesci, B. (2014).** Application of alternative anthropometric measurements to predict metabolic syndrome. *Clinics*, 69(5), 347-353.
- Sénéchal, M., Bouchard, D. R., Dionne, I. J., & Brochu, M. (2012).** Lifestyle habits and physical capacity in patients with moderate or severe metabolic syndrome. *Metabolic Syndrome and Related Disorders*, 10(3), 232-240.
- So, E. S., & Yoo, K. S. (2015).** Waist circumference cutoff points for central obesity in the Korean elderly population. *Journal of Applied Gerontology*, 34(1), 102-117.
- Song, Y., Hwang, J. A., Shin, J., Cho, E., Ahn, S. Y., Ko, G. J., ... & Kim, J. E. (2022).** Waist-hip ratio measured by bioelectrical impedance analysis as a valuable predictor of chronic kidney disease development. *BMC Nephrology*, 23(1), 349.
- Statistics Korea. (2019).** *Population projection (by region): 2017-2047*. Daejeon: Author.
- Stensvold, D., Slørdahl, S. A., & Wisløff, U. (2012).** Effect of exercise training on inflammation status among people with metabolic syndrome. *Metabolic Syndrome and Related Disorders*, 10(4), 267-272.
- Tambalis, K., Panagiotakos, D. B., Kavouras, S. A., & Sidossis, L. S. (2009).** Responses of blood lipids to aerobic, resistance, and combined aerobic with resistance exercise training: A systematic review of current evidence. *Angiology*, 60(5), 614-632.
- Westcott, W. L. (2012).** Resistance training is medicine: Effects of strength training on health. *Current Sports Medicine Reports*, 11(4), 209-216.
- Won, C. W., Yang, K. Y., Rho, Y. G., Kim, S. Y., Lee, E., 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.

여성 노인의 복부비만도와 대사증후군의 관계에 대한 체력의 조절효과 분석

김민준¹, 김준웅², 이인환³

¹용인대학교 체육학과, 박사과정

²서원대학교 융복합학과, 조교수

³국립창원대학교 스마트헬스케어학과, 조교수

[목적] 본 연구는 지역 사회의 여성 노인을 대상으로 복부비만도와 대사증후군의 관계에 대한 체력의 조절효과를 분석하는데 목적이 있다.

[방법] 총 190명의 여성 노인이 본 연구에 참여하였다. 대상자들은 허리-엉덩이 둘레에 근거한 복부비만도에 따라 상위 50%와 하위 50%의 두 집단으로 분류되었으며, 체력 측정 결과에 근거한 표준화 점수에 따라 상위 25%, 중위 50%, 하위 25%의 세 집단으로 분류되었다. 이후 복부비만도와 체력 수준에 따른 대사증후군의 상대적 위험도를 산출하기 위해 이분형 로지스틱 회귀분석을 실시하였으며, 복부비만도와 대사증후군 위험 요인의 관계에 대한 체력 수준의 조절효과를 알아보기 위해 Process macro의 Model 1을 적용하여 조절효과 분석을 실시하였다.

[결과] 이분형 로지스틱 회귀분석 결과, 공변량에 대한 보정 이후, 복부비만도가 높은 집단($OR=2.721, p=.004$)은 낮은 집단($OR=1$)에 비해 대사증후군의 위험이 유의하게 높은 것으로 나타났으며, 체력 수준이 높은 집단($0.360, p=.044$)은 낮은 집단($OR=1$)에 비해 대사증후군의 위험이 유의하게 낮은 것으로 나타났다. 또한 조절효과 분석 결과, 복부비만도가 대사증후군 위험 요인에 미치는 영향은 체력 수준에 따라 차이가 있는 것으로 나타났으며($\beta=-.495, p=.037$), 공변량에 대한 보정 후에도 결과는 유의하였다($\beta=-.458, p=.049$).

[결론] 본 연구는 복부비만으로 인한 대사증후군의 위험이 높은 체력 수준으로 인해 완화될 수 있음을 의미하며, 이러한 결과는 종합적 차원에서 여성 노인의 대사증후군 예방을 목적으로 적절한 영양섭취와 높은 체력 수준을 유지하기 위한 규칙적인 신체활동 참여가 중요함을 시사한다.

주요어

여성 노인, 복부비만도, 대사증후군, 체력, 조절효과