



# 폐경 전·후 성인 여성에서 근감소증과 관련된 식생활 요인 및 대사성 질환 위험도: 국민건강영양조사(2009-2011) 자료를 활용하여

김 미 현\*  
경일대학교 식품개발학과

Diet and Metabolic Disease Risk Related to Sarcopenia in Pre- and Postmenopausal Adult Women:  
Based on the Korea National Health and Nutrition Examination Survey (2009-2011)

Mi Hyun Kim\*

*Department of Food and Development, Kyungil University, Gyeongsan, Korea*

## Abstract

Diet is important for muscle health and offers a protective effects against the loss of skeletal muscle mass and physical functions with advancing age. We analyzed the relationship between diet, metabolic disease risk, and sarcopenia in Korean female adults using the 2009-2011 Korea National Health and Nutrition Examination Survey (KNHANES). A total of 2038 adult women aged 50-64 years were classified into four groups based on the diagnosis of menopause and sarcopenia. The groups were the non-menopause and non-sarcopenia group (NMNS, n=249), the non-menopause and sarcopenia group (NMS, n=14), the menopause and non-sarcopenia group (MNS, n=1,653), and the menopause and sarcopenia group (MS, n=122). The socio-demographics, anthropometrics, blood profile, and dietary data of the subjects were collected. Those who were in both the sarcopenia groups were more obese ( $p<0.001$ ), had greater waist circumferences ( $p<0.001$ ), higher body mass index ( $p<0.001$ ), and higher obesity rates ( $p<0.001$ ) after adjustment for covariants. Both the sarcopenia groups also had higher plasma levels of total cholesterol ( $p<0.001$ ), HbA1c ( $p=0.001$ ), and vitamin D ( $p=0.020$ ) than both the non-sarcopenia groups. Both the sarcopenia groups demonstrated a decreased intake of calcium ( $p=0.05$ ), potassium ( $p=0.008$ ), and niacin ( $p=0.008$ ) than both the non-sarcopenia ones. Among the four groups, the NMS group showed the highest levels of total cholesterol, obesity, and lowest intake of micronutrients such as calcium, niacin, and potassium. Thus, muscle mass maintenance through weight control and adequate nutrient intake appears to demonstrate a potential association with preventing sarcopenia in Korean middle-aged women.

Key Words: Diet, menopause, metabolic disease, sarcopenia

## 1. 서 론

근감소증(sarcopenia)은 노화에 의해 근육량이 감소하는 근육질환이다. 이 용어는 Rosenberg(1989)에 의해서 처음으로 제안되었는데, The European Working Group on Sarcopenia in Older People (EWGSOP)에서는 근감소증을 근육량과 근력이나 신체수행능력이 점진적이고 전반적으로 감소한 상태로 정의하고 있다(Cruz-Jentoft et al. 2010). 근감소증은 노인에서 운동능력 저하, 신체기능 감소, 낙상과 골절 위험 증가, 일상생활 수행능력 저하 및 사망 위험 증가 등으로 삶의 질을 감소시키고 의료비용 지출을 증가시키는 중요한 건강 문제이다(Kim & Sohn 2016; Kim et al. 2020). 미국에서

일 년 동안 근감소증으로 인한 보건의료 비용은 185억 달러에 달하며 이는 전체 의료비용의 1.5%에 해당한다(Janssen et al. 2004). 근감소증이 있는 경우 근육 단백질 동역학, 산화 능력 등에 영향을 미치고 체지방량을 증가시키며 복부비만, 당뇨병, 이상지질혈증, 고혈압, 대사증후군 및 심혈관질환의 발생 위험이 2배 이상 증가하는 것으로 보고되고 있다(Hong & Choi 2012).

근육량은 40세 이후부터 매년 1-2%씩, 근력은 1.5%씩 감소하며 이는 60세 이후 가속화되어 80세가 되면 30대 대비 약 50%가 손실된다(Beaudart et al. 2014). 우리나라의 근감소증 유병률은 국민건강영양조사 자료를 분석한 연구에서 20-39세 성인은 18.8%, 40-64세는 29.5%, 65세 이상 노인

\*Corresponding author: Mi Hyun Kim, Department of Food and Development, Kyungil University, 50 Gamsil-gil, Hayang-up, Gyeongsan, Korea  
Tel: +82-53-600-5741 Fax: +82-53-600-5759 E-mail: mhkim306@kiu.kr

은 42.8%로 나이가 증가함에 따라 유병률이 증가하는 것을 볼 수 있다(Cho et al. 2019). 세계적으로는 2040년에 근감소증을 가지고 있는 성인이 2억 명 이상이 될 것으로 예측된다(Cruz-Jentoft et al. 2010).

근감소증의 병인은 명확히 규명되지 않았지만 여러 가지 요인이 복합적으로 작용한다. 유전적 소인, 만성적인 낮은 염증(chronic low-grade inflammation), 인슐린 저항성, 호르몬 변화, 미토콘드리아 기능 이상, 산화적 스트레스, 영양불량, 활동저하 및 노화와 관련된 만성질환 등이 근감소증의 발생 원인으로 간주된다(Batsis et al. 2016; Gomes et al. 2017; Granic et al. 2019; Ganapathy & Nieves 2020). 특히 여성에게 있어서 에스트로겐은 근육량 유지에 중요한 역할을 한다. 폐경 이후에는 이러한 호르몬의 효과가 사라져 체지방 증가, 골밀도 및 근육량의 감소, 근력 저하가 유발되며 그 외에도 염증성 사이토카인의 농도 증가, 영양불량, 신체활동 감소 및 산화적 스트레스의 증가가 근감소증을 유발하는 것으로 알려져 있다(Maltais et al. 2009; Messier et al. 2011; Oh & Park 2019). 아시아인을 대상으로 한 연구에 의하면 폐경 이후 여성이 남성보다 체지방 비율이 높아지고 복부비만이 증가하여 근감소증 발병위험이 20% 정도 증가하였다(Yang et al. 2019).

노화에 따라 근육이 위축되고 근섬유가 감소하며 골격근의 재생과 항상성 유지에 관여하는 위상세포가 줄어들어 근육량과 근력의 저하가 일어나지만, 이 과정은 개인에 따라 많은 차이가 있다(McLeod et al. 2016). 그러므로 식사, 영양소 섭취 및 신체활동과 같이 근감소증의 발생에 영향을 미치는 잠재적 위험인자들을 조절하는 것은 근감소증 예방에 도움이 될 것이다. 중재연구에서도 적절한 영양 상태와 신체활동으로 근감소증의 진행이 지연 혹은 예방되었다고 하였다(Breen & Phillips 2011; Joseph et al. 2016). 간식이 진단표를 이용하여 12개국의 노인들을 대상으로 조사한 연구에서는 대상자의 2/3가 영양불량의 위험에 있었으며 식품섭취량이 낮은 대상자들에게서 체중과 근육량이 감소하여 식품섭취량 감소로 인한 특정 영양소 부족이 근감소증과 관련이 있을 것으로 보고하였다(Kaiser et al. 2010). 근감소증에 대한 단백질 보충의 효과를 보자 진행된 다수의 Randomized controlled trials에서는 우유 단백질, 단백질 음료와 붉은 살코기의 형태로 단백질을 보충하였을 때 체지방 함량이나 사지근육량이 유의하게 증가하였다. 그러나 근력이나 신체활동 수행능력은 연구마다 효과가 다르게 나타났다(Tieland et al. 2012; Kang et al. 2019; Yamada et al. 2019). 그 외에도 비타민 D (Hajj et al. 2018), 비타민 C (Waters et al. 2014), 칼슘(Petermann-Rocha et al. 2020), 칼륨(Petermann-Rocha et al. 2020), 과일·채소군 및 산-염기성 식품(Oh & Park 2019), 지중해식 식사와 같은 식사 패턴(Zbeida et al. 2014)이 근육량, 근력 및 기능에 미치는 영향을 보고한 연구들이 있다.

근감소증과 식생활 요인과의 관계를 분석한 연구들은 대부분 노인을 대상으로 많이 이루어져 왔다. 그러나 근육량 감소 및 체지방 증가와 같은 노화와 관련된 체구성 변화는 이미 중년의 나이에 시작이 되어 점진적으로 진행된다. 또한, 폐경 이후에는 호르몬 변화로 여자가 남자보다 근감소증의 위험이 증가한다. 따라서 본 연구에서는 노인성 근감소증이 시작되는 50세 이상의 중년 여성에서 폐경 전과 후로 분류하여 근감소증과 관련된 식생활 인자를 분석하고 대사성 질환 위험과의 상관성을 파악하여 우리나라 중년 여성의 근감소증 관리와 예방을 위한 기초자료를 마련하고자 하였다.

## II. 연구 내용 및 방법

### 1. 조사 대상

본 연구는 국민건강영양조사(Korea National Health and Nutrition Examination Survey)자료를 이용하였으며, 제4기 3차년도(Korea Centers for Disease and Prevention, 2009)와 제5기 1, 2차년도(Korea Centers for Disease and Prevention 2010, 2011) 원시자료를 병합하여 분석하였다. 제4기 3차년도 국민건강영양조사는 2005년 인구주택총조사를 추출틀로 하여 조사대상자를 선정하였고, 제5기 1, 2차년도는 2009년 주민등록인구와 2008년 아파트 시세 조사를 활용하였다. 제4기 3차년도에는 표본조사구 200개 추출하여 4,600가구를 대상으로 하였고, 제5기에는 각 년도 별로 192개 표본조사를 추출한 다음 3,800가구의 만 1세 이상의 가구원을 조사대상자로 하였다.

병합한 3개 연도의 자료의 전체 대상자 28,009명 중에서 만 19-64세의 성인은 13,400명(남자 5,384명, 여자 8,016명)이었다. 이 중에서 근감소증 기준값 설정을 위한 젊은 그룹으로는 만 19-39세 여성으로 고혈압, 고지혈증, 뇌졸중, 심근경색증, 협심증, 골관절염, 류마티스관절염, 폐결핵, 천식, 당뇨, 갑상샘질환, 위암, 간암, 대장암, 유방암, 자궁경부암, 폐암, 갑상샘암, 기타 암, 우울증, 아토피피부염, 신부전, B형 간염, C형 간염, 간경변 유병자를 제외한 2,210명을 선정하였다. 조사대상자는 만 50-64세 성인 여성으로 뇌졸중, 심근경색증, 협심증, 위암, 간암, 대장암, 유방암, 자궁경부암, 폐암, 갑상샘암, 기타 암, 신부전, 간경화증, 류마티스관절염, 갑상샘질환 진단자와 영양조사, 신체계측, 혈액 자료, 골밀도 및 체지방 측정 자료 결측자 그리고 1일 열량섭취량이 500 kcal 미만이거나 5000 kcal 초과인 자를 제외하고 2,038명을 최종 대상으로 선정하였다.

조사대상자는 폐경 여부와 근감소증 유무에 따라 4군으로 분류하였다. 즉, 폐경전 & 정상군(non-menopause and non-sarcopenia group, NMNS, n=249), 폐경전 & 근감소증군(non-menopause and sarcopenia group, NMS, n=14), 폐경후 & 정상군(menopause and non-sarcopenia group, MNS, n=1,653) 및 폐경후 & 근감소증군(menopause and sarcopenia

group, MS, n=122)으로 하였다. 본 연구에서 이용한 제4기와 제5기 국민건강영양조사는 질병관리본부 연구윤리심의위원회 승인을 받아 수행되었다(2009-01CON-03-3C, 2010-02CON-21-C, 2011-02CON-06-C).

## 2. 근감소증 진단 및 기준값 설정

조사대상자의 근감소증 진단은 Janssen et al. (2002)의 진단 기준을 참고로 하였다. 먼저 기준값 설정 젊은 그룹의 사지근육량(appendicular skeletal muscle mass, ASM)을 구한 후 ASM index를 산출하여 기준값을 정하였다. 사지근육량은 에너지 방사선 흡수법(dual energy X-ray absorptiometry, DXA)으로 측정된 사지의 뼈와 지방을 제외한 근육량으로 계산하였고, ASM을 체중으로 나누어 ASM index를 산출하였다. 기준값 설정 젊은 그룹의 ASM index 평균값(26.17%)에서 표준편차 2배(4.93)를 뺀 값을 기준값(21.24%)으로 정하였다. 조사대상자의 ASM Index는 기준값 젊은 그룹과 동일한 방법으로 산출한 다음 기준값 미만일 경우 근감소증으로 진단하였다.

## 3. 일반사항 조사

건강설문조사 항목인 소득수준, 교육수준, 1년간 음주빈도, 현재 흡연 여부 및 신체활동 실천율을 조사하였다. 소득수준은 월평균가구균등화소득을 적용한 가구소득 사분위수로 하, 중하, 중상, 상으로 분류하여 조사하였다. 교육수준은 수료, 중퇴, 재학, 휴학은 이전 학력으로 하고 졸업은 현 학력으로 재분류한 자료를 사용하였다. 1년간 음주빈도는 '최근 1년간 전혀 마시지 않았다', '월 1회 이하', '월 2-4회', '주 2회 이상'으로 분류하였으며, 현재 흡연 여부는 '현재 피움'과 '과거에는 피웠으나 현재 피우지 않음'으로 구분하여 조사하였다. 신체활동 실천율은 격렬한 신체활동 실천율, 중등도 신체활동 실천율 및 걷기 실천율로 조사하였다. 격렬한 신체활동은 격렬한 신체활동(달리기, 조깅, 등산, 빠른 속도로 자전거 타기, 빠른 수영, 축구, 농구, 줄넘기, 스쿼시, 단식테니스, 무거운 물건 나르기 등의 직업활동 및 체육활동)을 1회 20분 이상, 주 3일 이상 실천하는 비율을 구하였다. 중등도 신체활동은 중등도 신체활동(천천히 하는 수영, 복식테니스, 배구, 배드민턴, 탁구, 가벼운 물건 나르기 등의 직업활동 및 체육활동, 걷기 제외)을 1회 30분 이상, 주 5일 이상 실천하는 비율을 산출하였고 걷기 실천율은 걷기 1회 30분 이상, 주 5일 이상 실천비율을 분석하였다.

## 4. 신체계측, 혈압 및 혈액 성분 조사

조사 항목은 조사대상자의 신장, 체중, 허리둘레, 체질량지수(body mass index, BMI) 자료를 분석하였다. 대상자의 혈압은 최종 수축기 혈압과 최종 이완기 혈압 항목을 이용하였다. 혈압 측정치는 미국심장협회 권고에 따라 심장 높이에 해당하는 평균 팔 높이를 근거로 보정된 값을 사용하였다.

혈액 성분은 혈청 총콜레스테롤, 중성지방, 공복시 혈당, 당화혈색소, LDL-콜레스테롤, HDL-콜레스테롤 및 비타민 D 함량 자료를 이용하였다. HDL-콜레스테롤 수치는 미국 CDC 참값을 근거로 전환식을 적용하여 도출된 값을 사용하였다. 혈중 비타민 D 수치는 8시간 공복 후 방사면역측정법(radioimmunoassay)을 이용하여 혈청 25(OH)D<sub>3</sub> 농도를 측정된 자료를 분석하였다.

조사대상자의 대사성 질환 위험도를 분석하기 위해 국민건강영양조사에 제시된 기준을 사용하였다(Korea Center for Disease Control and Prevention 2011). 고혈압은 수축기 혈압  $\geq 140$  mmHg 또는 이완기 혈압  $\geq 90$  mmHg 또는 고혈압 약물을 복용하는 경우로 하였으며, 비만 기준은 체질량지수가  $25 \text{ kg/m}^2$  이상인 경우, 고혈당은 공복혈당  $\geq 126$  mg/dL, 혹은 의사의 진단이나 혈당강하제 복용 또는 인슐린 주사를 투여하는 경우로 하였다. 고콜레스테롤혈증은 8시간 이상 공복 후 총콜레스테롤이 240 mg/dL 이상 혹은 콜레스테롤 강하제를 복용하는 경우로 하였으며 고중성지방혈증은 12시간 이상 공복 후 혈중 중성지방 농도가 200 mg/dL 이상인 경우로 하였다.

## 5. 식생활 조사

조사대상자의 영양소 섭취상태는 24시간 회상법 조사 결과를 활용하여 분석하였다. 열량을 제외한 영양소 섭취분석은 열량 섭취량에 의한 영향을 배제하기 위해 섭취 열량 1,000 kcal 당 영양소 섭취량으로 환산하여 비교·분석하였다. 한국인 영양소섭취기준(Ministry of Health and Welfare 2020)에 평균필요량(estimated average requirement, EAR)이 설정된 영양소는 기준보다 적게 섭취하는 대상자의 비율을 산출하여 분석하였다.

## 6. 통계처리

본 연구의 모든 자료는 Statistical Package for the Social Science Program (ver. 28, IBM Corp., Armonk, New York, USA)을 이용하여 분석하였다. 국민건강영양조사는 층화집락 표본설계(two-stage stratified cluster sampling)를 적용한 표본조사이므로 복합표본분석(complex samples)을 하였다. 본 연구는 제4기 3차년도와 제5기 1, 2차년도의 자료를 통합하였으므로 기수 간 통합 가중치를 생성하여 분석하였다. 일반사항과 식생활조사 항목은 교차분석(Chi-square test)을 이용하여 대상자 군별로 비율을 계산하고 유의성 검정을 하였다. 나이, 신체계측 지표, 혈액 검사 항목, 혈압 및 영양소 섭취 분석은 일반선형모형(general linear regression)을 이용하였으며 군 간에 유의한 차이를 보인 나이, 음주빈도, 소득수준 및 교육수준을 교란변수로 보정한 후 분산분석을 하였다. 조사대상자의 대사성 질환 위험 분석은 로지스틱 회귀모형으로 실시하였다. 모든 항목의 결과는 평균과 표준오차로 제시하였으며  $p < 0.05$  수준에서 유의성 검정을 하였다.

### III. 결과 및 고찰

#### 1. 일반사항

조사대상자의 일반사항 분석 결과는 <Table 1>에 제시하였다. 조사대상자의 나이를 폐경 여부와 근감소증 유무에 따라 살펴보면, NMNS (폐경전 & 정상)군이 51.3±0.1세로 가장 적었으며 NMS (폐경전 & 근감소증)군이 53.0±0.7세, MNS(폐경 & 정상)군은 56.7±0.1세였으며 MS (폐경 & 근감소증)군이 57.6±0.5세로 가장 많았다(p=0.000). 본 연구의 50-64세 여자 대상자의 근감소증 유병률은 6.5±1.0%이었다 (data not shown). 대상자 군별 근감소증 비율은 NMS군이 16.0±4.2%, MS군이 84.0±4.2%로 대상자 중에서 평균 나이가 가장 많은 폐경 후 군에서 대부분을 차지하고 있었으나 (p=0.000) 약 1/5 정도는 폐경 전에 발생하는 것을 볼 수 있다. 국민건강영양조사를 활용하여 우리나라 성인의 근감소증 유병률을 연령대별로 분석한 연구(Cho et al. 2019)에서는 20-39세 연령군은 18.8%, 40-64세 연령군은 29.5%, 65세 이상 연령군은 42.8%로 보고하였다. 위 연구는 2008-2011년도 국민건강영양조사 자료를 이용하였으나 연구 대상으로 남녀를 구분하지 않았으며 4가지 건강위험행위(흡연, 고위험음

주, 아침결식) 값에 결측값이 없는 자로 선정하였다. 또한, 근감소증의 진단 기준을 20-39세 성인집단의 체중 보정 ASM 값의 평균보다 1 표준편차 미만인 Class I 근감소증을 사용하여 본 연구와는 대상자 구성과 근감소증 진단 기준에서 차이가 있어 유병률이 더 높게 나온 것으로 보인다. 한국 40세 이상 여성을 대상으로 조사한 연구(Lee & Kim 2020)에서도 근감소증 유병률이 10.8%로 나타나 50-64세 여성을 대상으로 한 본 연구결과보다 높았다.

월평균가구균등화소득을 적용한 가구소득은 NMNS군에서 상에 속하는 비율이(41.1±4.0%), MS군은 중하(27.6±4.9%)와 하(25.8±5.1%)에 속하는 비율이 높았다(p=0.001). 이는 대상자 군 중에서 MS군의 평균 나이가 가장 많은 것을 고려할 때 경제활동 여부에 따른 소득 차이에 기인하는 것으로 유추해 볼 수 있을 것이다. 폐경 전·후 대상자 모두 정상군에 비해 근감소증군의 가구소득이 낮았다.

교육수준은 대졸 이상은 폐경 전 그룹들이 폐경 후 그룹들에 비해 높았다(p=0.001). 폐경 여부에 관계없이 정상군에 비해 근감소증군에서 ‘초졸 이하’ 비율이 높았다. 음주빈도는 ‘최근 1년간 전혀 마시지 않았다’와 ‘월 1회 이하’는 NMNS군, NMS군, MNS군, MS군 순으로 높았다. ‘주 2회

<Table 1> General characteristics of the subjects

		NMNS <sup>2)</sup> (n=249)	NMS (n=14)	MNS (n=1,653)	MS (n=122)	P value <sup>3)</sup>
	Age (year)	51.3±0.1 <sup>1)</sup>	53.0±0.7	56.7±0.1	57.6±0.5	0.000
Household income (%)	Low	9.1±2.0	20.3±10.9	18.7±1.1	25.8±5.1	0.001
	Lower middle	23.9±3.3	23.0±11.7	29.0±1.4	27.6±4.9	
	Upper middle	25.9±3.1	21.4±11.7	26.8±1.3	24.2±5.0	
	High	41.1±4.0	35.4±15.3	25.5±1.5	22.3±4.8	
Education level (%)	≤Elementary school	26.0±3.2	52.6±14.9	46.8±1.8	49.0±5.2	0.001
	Middle school	26.9±3.3	17.2±11.3	22.7±1.3	19.8±4.6	
	High school	36.4±3.5	18.6±13.6	22.8±1.4	24.2±5.6	
	≥College	10.7±2.1	11.6±8.3	7.7±1.0	7.1±3.5	
Alcohol consumption frequency for year (%)	None	14.5±2.9	20.7±11.9	20.8±1.7	22.6±6.4	0.036
	≥1/month	47.0±4.5	22.0±13.2	50.4±2.1	54.0±7.3	
	2-4/month	27.6±4.0	21.8±14.8	20.0±1.7	9.8±3.4	
	≥2/week	10.9±2.9	35.5±17.0	8.9±1.3	13.7±4.5	
Physical activity (%)	High (≥20 min/session & ≥3 day/week)	17.5±2.8	23.0±13.8	14.6±1.2	20.1±4.4	0.427
	Moderate (≥30 min/session & ≥5 day/week)	15.7±2.6	12.8±11.7	13.4±1.0	16.1±4.7	0.792
	walk (≥30 min/session & ≥5 day/week)	40.5±3.8	26.4±14.0	45.2±1.5	36.0±5.2	0.202
Sarcopenia (%)	ASM index (%) <21.24	0.0±1.0	16.0±4.2	0.0±0.0	84.0±4.2	0.000

<sup>1)</sup>Mean±SE or percentage(%).

<sup>2)</sup>NMNS: non-menopause and non-sarcopenia group, NMS: non-menopause and sarcopenia group, MNS: menopause and non-sarcopenia group, MS: menopause and sarcopenia group

<sup>3)</sup>p-values across the sarcopenia groups were calculated by chi-square tests for categorical variables and general linear regression. Total percentage of sum may not be exactly 100% due to round-off in each column.



이상'의 빈도로 음주를 하는 비율은 정상군에 비해 근감소증 군에서 높았으며 그 중 NMS군이 가장 자주 마시는 것으로 나타났다( $p=0.036$ ). 신체활동 실천율은 대상자 군 간에 유의한 차이가 없었다. Lee & Kim(2020)이 40세 이상 여성을 대상으로 한 연구에서도 근감소증 유무에 따른 신체활동 실천율에서 유의한 차이를 보이지 않아 본 연구결과와 유사하였다. 50-64세 폐경 여성을 대상으로 한 연구(Oh & Park 2019)에서는 정상군과 근감소증군 사이에 교육수준, 가구소득, 음주 상태 및 신체활동 정도에서 유의한 차이가 없었다. 본 연구결과 폐경 전·후 모두 근감소증군이 정상군에 비해 나이가 많고 소득수준은 낮으며 음주빈도가 높은 것을 알 수 있다.

## 2. 신체계측 지표 분석

폐경 여부와 근감소증 유무에 따른 조사대상자들의 신체계측 및 혈압 검사 결과는 <Table 2>와 같다. 조사대상자의 사지근육량(ASM, kg)은 폐경 전·후 정상군(각 14.8±0.2, 14.4±0.1)에 비해 근감소증(각 13.7±0.3, 12.5±0.2)에서 감소하였다( $p=0.000$ ). 근감소성 진단지표로 사용된 ASM index는 NMS군 및 MS군(20.3±0.2)이 NMNS군(25.0±0.2)과 MNS군(25.0±0.1)에 비해 낮았다( $p=0.000$ ). 폐경 전 근감소증군의 사지근육량 지표가 폐경 후 근감소증과 같음을 볼 수 있다. 우리나라 50세 이후 폐경 전 중년 여성의 근감소증에 대한 자료를 찾기 어려워 폐경전 그룹에 대한 비교·분석은 어려

운 측면이 있다. Kim & Sohn(2016)의 폐경 여성 연구에서는 ASM index가 비근감소증군에서 26.09±0.09%, 근감소증군이 22.57±0.12%이었다. 위 연구와는 근감소증 진단 기준의 차이에 의해 본 연구의 ASM index 결과가 더 낮게 나온 것으로 보인다. 대상자 군 간에 수축기혈압과 이완기혈압은 유의한 차이가 없었다.

조사대상자의 신장은 폐경 전·후 모두 정상군이 근감소증군에 비해 높았다( $p=0.042$ ). 체중은 MNS군(58.0±0.3), NMNS군(59.7±0.8), MS군(61.5±0.9), NMS군(67.5±1.7) 순으로 많아 폐경 전·후 모두 정상군에 비해 근감소증군이 높았으며 폐경 전 근감소증군의 체중이 가장 높은 것으로 나타났다( $p<0.001$ ). 허리둘레와 체질량지수 또한 체중과 같은 경향을 보여 폐경 전·후 근감소증군들의 평균값이 복부비만과 비만에 해당하였다. 체질량지수로 산출한 비만율을 보면 폐경 전 근감소증군(NMS)은 91.6±8.1%, 폐경 후 근감소증군(MS)은 65.3±6.3%로 근감소증군 별 대상자의 65% 이상이 비만에 속함을 볼 수 있다. 특히 폐경 전 근감소증군(NMS)은 대상자의 전부가 과체중 이상이었다(data not shown). 이러한 결과는 NMS군의 대상자 표본 수가 적은 것이 일부분 기여했을 것으로 보인다. 50-64세의 폐경 여성을 대상으로 한 Oh & Park(2019)의 연구에서도 정상군의 근감소증 대상자 비율이 6.4%인데 비해 비만군에서는 67.7%로 나타나 비만이 근감소증의 중요한 위험요인임을 알 수 있다.

노화에 따른 호르몬의 변화 중 특히 성장호르몬(IGF-1)의

<Table 2> Anthropometric and biochemical indices of the subjects

	NMNS <sup>2)</sup> (n=249)	NMS (n=14)	MNS (n=1,653)	MS (n=122)	P value <sup>3)</sup>
Height (cm)	155.3±0.5 <sup>1)</sup>	154.9±1.6	155.2±0.2	152.9±0.8	0.042
Weight (kg)	59.7±0.8	67.5±1.7	58.0±0.3	61.5±0.9	<0.001
Waist circumference (cm)	82.0±0.9	90.1±2.8	80.8±0.3	87.7±1.1	<0.001
Body Mass index (kg/m <sup>2</sup> )	24.7±0.3	28.2±0.8	24.1±0.1	26.3±0.3	<0.001
Obesity (%; BMI ≥25 kg/m <sup>2</sup> )	38.0±4.0	91.6±8.1	32.0±1.5	65.3±6.3	<0.001
ASM (Kg)	14.8±0.2	13.7±0.3	14.4±0.1	12.5±0.2	0.000
ASM index (%)	25.0±0.2	20.3±0.2	25.0±0.1	20.3±0.2	0.000
Total cholesterol (mg/dL)	192.2±2.9	202.0±12.9	204.1±1.5	213.5±4.0	<0.001
LDL cholesterol (mg/dL)	121.3±3.9	107.1±4.5	122.3±2.3	135.9±5.7	0.004
HDL cholesterol (mg/dL)	50.3±1.1	53.8±5.3	50.9±0.5	52.7±1.3	0.331
Triglyceride (mg/dL)	108.2±6.1	94.5±12.2	131.4±3.6	124.0±8.8	0.002
Fasting blood sugar (mg/dL)	97.6±1.9	109.8±8.0	98.1±0.9	98.6±1.8	0.518
HbA1c (%)	6.88±0.28	7.86±0.85	6.54±0.11	5.90±0.17	0.001
Vitamin D (ng/mL)	17.1±0.5	14.2±1.6	18.1±0.3	16.6±0.9	0.020
Systolic blood pressure (mmHg)	125.1±1.7	129.1±2.7	123.8±0.8	127.9±2.8	0.143
Diastolic blood pressure (mmHg)	79.6±1.0	82.0±1.6	79.1±0.5	80.4±1.5	0.321

<sup>1)</sup>Mean±SE adjusted for age, income, education, alcohol consumption.

<sup>2)</sup>NMNS: non-menopause and non-sarcopenia group, NMS: non-menopause and sarcopenia group, MNS: menopause and non-sarcopenia group, MS: menopause and sarcopenia group

<sup>3)</sup>p-values across the subject groups were calculated by general linear regression.

감소는 내장지방 증가 및 근육량·골밀도 감소와 관계가 있다고 알려져 있다(Zadik et al. 1985). 중년기에 복부비만이 있는 경우 근감소증의 위험이 약 2.9배 증가하였다(Moon 2014). Kim & Sohn(2016)이 50-64세 폐경 여성을 대상으로 한 연구에서는 비근감소증, 근감소증, 근감소성비만군으로 갈수록 체지방률이 높았으며 심혈관질환 관련 생화학지표와 심혈관질환 위험도 지표가 근감소성비만일 때 가장 높았다. 이러한 결과로 미루어 볼 때 중년 여성에서 특히 폐경 전의 여성도 복부비만과 비만을 관리하여 건강체중을 유지하는 것이 근감소증의 발생 위험을 감소시키는 데 도움이 될 것으로 보인다.

3. 혈액 성상과 대사성 질환 위험도 분석

조사대상자의 혈액 성상 결과는 <Table 2>에 제시된 바와 같다. 혈청 총콜레스테롤 농도는 NMNS군, NMS군, MNS군, MS군 순으로 높아 폐경 후에 증가하는 것을 알 수 있다(p<0.001). 또한, 폐경 전·후 모두 정상군에 비해 근감소증군에서 총콜레스테롤 수준이 높아 MS군이 가장 높은 수치를 보였다. 폐경 전 근감소증군은 폐경 후 정상군 수준과 유사하게 높았다. LDL-콜레스테롤 수치는 폐경 후 근감소증군에서 가장 높았다(p=0.004). 중성지방 수준 또한 폐경 후에 증가하였다. HDL-콜레스테롤과 공복혈당 수치는 군 간에 유의한 차이가 없었다. 그러나 당화혈색소는 폐경 전 근감소증군에서 가장 높았다(p=0.001). 혈청 비타민 D 농도는 폐경 전·후 모두 근감소증이 있는 경우 감소하였으며, 특히 폐경 전 근감소증군에서 가장 낮았다(p=0.020).

조사대상자들의 폐경 및 근감소증 유무와 대사성 질환의 위험도를 파악하기 위해 나이, 소득수준, 교육수준, 음주빈도를 보정한 후 로지스틱 회귀분석을 실시하였다(<Table 3>). 폐경 전 정상군에 비해 폐경 전 근감소증군, 폐경 후 정상군 및 폐경 후 근감소증군에서 고혈당, 저HDL-콜레스테롤혈증, 고LDL-콜레스테롤혈증, 고혈압의 위험은 유의적인 차이가 없었다. 그러나, 폐경 전 정상군에 비해서 폐경 전 근감소증군에서 고콜레스테롤혈증의 위험이 2.4배(OR=2.284, 95% CI: 0.477, 11.921), 폐경 후 정상군이 2.2배(OR=2.235, 95% CI: 1.143, 4.369), 폐경 후 근감소증군은 2.6배(OR=2.587, 95% CI: 1.047, 6.391)로 증가하였다(p<0.05). 고중성지방혈증 위험 또한 폐경 전 정상군에 비해 폐경 후 정상군은 2배(OR=2.078, 95% CI: 1.178, 3.665), 폐경 후 근감소증군은 2.4배(OR=2.418, 95% CI: 0.997, 5.864) 증가한 것으로 나타났다(p<0.05). 비만의 위험은 폐경 전 정상군에 비해 폐경 전 근감소증군에서 2.2배(OR=2.244, 95 CI: 0.570, 9.210), 폐경 후 근감소증군에서 5.6배(OR=5.665, 95% CI: 2.299, 13.962) 증가하였다(p<0.001). 본 연구결과, 폐경 전에 근감소증이 있는 경우 고콜레스테롤혈증 발생 위험이 폐경 후 대상자들의 위험과 유사하게 증가하였다. 비만 또한 폐경 전에 근감소증이 있는 경우 발생 위험이 증가하였으며 이는 폐경과 더불어 위험이 더 증가하는 것으로 보인다.

근육량은 기초대사량의 약 30% 정도 차지하는데 중년기 이후 제지방량이 감소하면서 기초대사량도 매년 감소한다. 근육량의 감소는 신체활동 감소와 더불어 에너지 소비를 감소시켜 비만과 내장비만을 유발하며(Ravussin et al. 1986)

<Table 3> Adjusted Odd's ratio (OR) for metabolic risk factors of the subjects

Variables	NMNS <sup>2)</sup> (n=249)	NMS (n=14)	MNS (n=1,653)	MS (n=122)
Hyperglycemia (FBS ≥126 mg/dL)	1.0 <sup>1)</sup>	2.596 (0.276, 24.431)	1.087 (0.444, 2.664)	0.592 (0.150, 2.333)
Hypercholesterolemia (TC ≥240 mg/dL)	1.0	2.384 (0.477, 11.921)	2.235* <sup>4)</sup> (1.143, 4.369)	2.587* (1.047, 6.391)
Hypertriglycemia (TG ≥150 mg/dL)	1.0	0.436 (0.054, 3.511)	2.078* (1.178, 3.665)	2.418* (0.997, 5.864)
Hypo-HDL cholesterolemia (HDL-C <50 mg/dL)	1.0	0.585 (0.154, 2.223)	0.855 (0.555, 1.317)	0.502 (0.234, 1.074)
Hyper-LDL cholesterolemia (measured, LDL-C ≥160 mg/dL)	1.0	2.304 (0.417, 11.920)	2.051 (0.386, 10.907)	3.330 (0.406, 27.321)
Hypertension (SBP or DBP ≥140/90 mmHg)	1.0	0.988 (0.217, 4.490)	0.728 (0.435, 1.218)	1.419 (0.651, 3.093)
Obesity (BMI ≥23 kg/m <sup>2</sup> ) <sup>3)</sup>	1.0	2.244 (0.570, 9.210)	0.998 (0.639, 1.558)	5.665*** <sup>5)</sup> (2.299, 13.962)

<sup>1)</sup>Adjusted for age, income, education, alcohol consumption, and OR of other groups based on the risk of non-menopause and non-sarcopenia group.

<sup>2)</sup>NMNS: non-menopause and non-sarcopenia group, NMS: non-menopause and sarcopenia group, MNS: menopause and non-sarcopenia group, MS: menopause and sarcopenia group

<sup>3)</sup>Low wight: BMI <18.5 kg/m<sup>2</sup>, Normal weight: 18.5≤ BMI <23 kg/m<sup>2</sup>, Overweight: 23≤ BMI <25 kg/m<sup>2</sup>, Obesity: BMI ≥25 kg/m<sup>2</sup>

<sup>4)</sup>\*p<0.05, Significance between NMNS and MNS or MS groups at α=0.05

<sup>5)</sup>\*\*\*p<0.001 Significance between NMNS and MNS or MS groups at α=0.001

이는 인슐린 저항성, type II 당뇨병, 이상지질혈증 및 고혈압 발생 위험과 관계가 있다(Hong & Choi 2012). 폐경 여성의 근감소성비만과 심혈관질환 위험도와의 관련성을 분석한 연구(Kim & Sohn 2016)에서 비근감소증군에 비해 근감소증군에서 심혈관질환 관련 요인인 공복혈당, 중성지방, 콜레스테롤, LDL-콜레스테롤 농도가 높게 나타났으며 이는 총콜레스테롤 및 당화혈색소 농도가 높았던 본 연구결과와 일부 유사하였다. 또한, ACC/AHA 진료지침의 기준인 10-year ASCVD risk가 근감소증과 근감소성비만에서 증가하여 심혈관질환 발생위험도가 높은 것으로 나타났다. Korean Longitudinal Study on Health and Aging 연구에서는 여성 노인 정상군에 비해 근감소증군에서 혈중 중성지방 수치가 높은 것으로 보고하였다(Kim et al. 2010). 따라서 적절한 식사와 신체활동을 통해 체중을 유지하는 것이 노화에 따른 체지방 증가와 근육량 감소에 도움이 되며 나아가 만성질환 발생 위험을 감소시킬 수 있을 것으로 보인다. 특히 폐경 전 근감소증군에서 총콜레스테롤 수준이 폐경 후 군과 비슷하게 증가해 있어 폐경 전의 체중관리와 근육량 유지가 폐경 이후 노년기 건강에 중요한 역할을 할 것으로 생각된다.

비타민 D는 골 대사뿐 아니라 근육 대사에서도 중요한 역할을 한다(Visser et al. 2003). 비타민 D는 근육세포 안에서 비타민 D 수용체와 결합하여 단백질 합성을 촉진한다. 비타민 D 결핍환자에게서 근위부 근력 약화와 근감소증에서 흔히 나타나는 type II 근섬유 위축이 보고되었다(Visser et al. 2003). 본 연구에서는 모든 군에서 비타민 D 수준이 10-20 ng/mL 사이로 결핍상태(deficiency)를 보였으며 정상군보다 근감소증군에서 더 낮은 것을 볼 수 있다. 특히 폐경 전 근감소증군의 혈액 비타민 D 수치가 가장 낮았다. 50세 이상 성인의 비타민 D와 골근감소증과의 관련성을 본 논문(Park 2019)에서는 혈청 비타민 D 농도가 근감소증군에서  $18.6 \pm 0.4$  ng/mL, 골근감소증군에서  $17.5 \pm 0.5$  ng/mL를 나타내어 본 연구결과의 폐경 전·후 정상군의 수치와 유사하였다. 이는 Park(2019)의 연구는 50세 이상 남녀성인을 대상으로 한 것으로 대상자 구성 차이에 의한 것으로 볼 수 있겠다. 위 연구에서는 비타민 D 수준이 낮을수록 근감소증이 유의하게 증가하여 본 연구결과와 유사하였다. 한편, 비타민 D 결핍이 있는 45-60세 폐경 여성에게 40,000 IU의 에르고칼시페롤(ergocalciferol)을 일주일에 한 번씩 3개월 동안 보충한 randomized, double-blind, placebo-controlled trial (Suebthawinkul 2018)에서는 보충 후 근육량과 근력에 유의한 차이가 없었다. 비타민 D가 근육 단백질 촉진 등 대사에 중요한 역할을 하지만 근육량 증가와 기능 향상에 필요한 양과 섭취 기간에 대해서는 아직 더 많은 연구가 필요하다.

#### 4. 영양소 섭취실태

조사대상자의 열량 섭취량과 열량에 의한 영향력을 배제하기 위해 섭취 열량 1,000 kcal 당 영양소 섭취량으로 환산

하여 분석한 결과는 <Table 4>에 나타내었다. 열량, 탄수화물, 단백질, 지방, 조섬유, 인, 철, 나트륨, 비타민 A, 티아민, 리보플라빈 및 비타민 C 섭취량은 대상자들 간에 유의한 차이가 없었다. 칼슘과 칼륨 및 나이아신 섭취량은 폐경 후 정상군, 폐경 전 정상군, 폐경 후 근감소증군, 폐경 전 근감소증군 순으로 낮게 나타났다( $p=0.051$ ,  $p=0.008$ ,  $p=0.008$ ). 탄수화물:단백질:지방 에너지적정비율은 군 간에 유의한 차이가 없었다. 모든 군에서 탄수화물 섭취가 70%를 넘었으며, 폐경 전 근감소증군에서 탄수화물 섭취가 다른 군에 비해 가장 높았으며 단백질과 지방 섭취량은 가장 낮은 경향을 보였다.

한국인 영양소섭취기준에서 평균필요량이 설정되어 있는 영양소들은 대상자 군별로 평균필요량 미만으로 섭취하는 대상자의 비율을 분석하였다<Table 5>. 모든 영양소에서 군에 따른 유의한 차이는 없었다. 그러나 칼슘, 철, 티아민, 리보플라빈, 나이아신, 비타민 C 등 미량영양소에 있어서 통계적으로 유의하진 않았지만 폐경 전·후 정상군에 비해 근감소증에서 평균필요량 미만으로 섭취하는 대상자의 비율이 높았으며 특히 폐경 전 근감소증군에서 가장 높게 나타났다.

한국 중년 이후 여성을 대상으로 한 Lee & Kim(2020)의 연구에서는 정상군(1,671.3 kcal) 보다 근감소증 대상자(1,463.3 kcal)의 열량 섭취량이 적었으나 본 연구에서는 근감소증에 따른 유의한 차이는 없었다. 폐경 여성을 대상으로 한 Kim & Sohn(2016)의 연구에서도 정상군과 근감소증군 사이에 열량 섭취량에 유의한 차이를 보이지 않아 본 연구결과와 일치하였다. 근육량 유지를 위해서는 적절한 에너지 섭취와 규칙적인 신체활동이 필요하다(Cruz-Jentoft & Sayer 2019). 본 연구에서 모든 군이 필요추정량 이하로 열량을 섭취하고 있었고 규칙적으로 신체활동을 실천하는 비율이 낮으므로 적절한 에너지 섭취와 신체활동을 병행하는 것이 근감소증 예방에 도움이 될 것으로 보인다.

식품으로 섭취한 단백질은 근육 단백질 합성에 필요한 아미노산을 공급한다. 메타분석 결과 분지쇄 아미노산(branched chain amino acid)의 하나인 루신(leucine)은 노인에서 제지방량과 다리 근육 합성을 증가시키므로 노화 관련된 근육량 감소에 효과가 있는 것으로 보고되고 있다(Xu et al. 2015). 그러나 본 연구 대상자들 간에 단백질 섭취에는 유의한 차이가 없었으며 이는 Oh & Park(2019), Lee & Kim(2020)의 연구결과와도 일치한다. 이는 본 연구 대상자들의 단백질 섭취량이 폐경 전 정상군이  $59.5 \pm 2.0$  g/day, 폐경 전 근감소증군이  $50.4 \pm 5.5$  g/day, 폐경 후 정상군  $58.4 \pm 1.0$  g/day, 폐경 후 근감소증군  $55.0 \pm 3.1$  g/day로 모든 군에서 권장섭취량을 충족하고 있기 때문으로 보인다(data not shown). 한편 Bopp et al.(2008)은 미국 North Carolina에 거주하는 폐경 여성을 대상으로 단백질 섭취량과 근육량의 관계를 관찰한 연구에서 식이 단백질을 0.8 g/day 이하로 섭취할 때 제지방량이 감소한다고 보고하여 단백질 섭취와 근감소증과의



상관성을 논의할 때는 전체 단백질 섭취량보다는 체중 당 단백질 섭취량을 고려하는 것이 더 적절하다고 보았다(Oh & Park 2019). 본 연구 조사대상자들의 단백질 섭취량을 체중 kg 당으로 환산하여 보면 폐경 전 정상군이 1.04±0.04 g/kg B.W., 폐경 전 근감소증군이 0.75±0.09 g/kg B.W., 폐경 후 정상군 1.02±0.02 g/kg B.W., 폐경 후 근감소증군 0.89±0.05 g/kg B.W.으로 근감소증군에서 유의하게 낮음을 알 수 있다 (p=0.003).

칼슘은 근육 생성 과정에서 cysteine protease인 calpaine을 조절하는 중요한 신호물질로 작용하므로 칼슘 결핍 시 근감소증의 위험이 증가한다(Dargelos et al. 2008). UK Biobank 에서 진행한 연구에서 칼슘 섭취량이 증가할수록 근감소증 발생 위험(Odds ratio)이 감소하였다(Petermann-Rocha et al. 2020). 본 연구에서도 근감소증군에서 정상군보다 칼슘 섭취량이 유의하게 낮았으며 기존의 폐경여성을 대상으로 한 연구(Oh & Park 2019)와 일치하였다. 그러나 근감소증을 예방하기 위한 일일 칼슘 섭취량에 대한 정보는 아직 없으므로 칼슘 보충과 근감소증 진행과 관련하여 코호트연구나 randomized controlled trial을 통한 확인이 필요할 것이다.

본 연구결과 근감소증군의 나이아신과 칼륨 섭취량 역시 정상군에 비해 낮았다. UK Biobank 연구에서도 칼륨 섭취

량이 높은 대상자들의 근감소증 위험이 낮았다(Petermann-Rocha et al. 2020). 칼륨을 포함한 알칼리성 식사는 제지방 조직을 유지하는 작용을 한다. 식사에서 산성식품의 과다 섭취는 골격근의 단백질 분해를 촉진하므로 산-염기 불균형을 근육 손실의 한 요인으로 보고 있다. 따라서 칼륨-알칼리성 식품인 과일과 채소를 충분히 섭취하는 것이 골격근의 건강을 위해 도움이 된다고 하였다(Chan et al. 2015). 폐경 후 여성의 근감소증과 산-염기 부하와의 상관성을 살펴본 논문(Oh & Park 2019)에서 알칼리성 식품과 산성식품의 섭취 비율이 정상군은 1.5, 근감소증군은 1.2로 나타나 근육량 유지를 위한 최상의 식단으로 알칼리성 식품과 관련된 영양소 섭취의 중요성을 강조하였다.

본 연구에서는 이중에너지 방사선흡수법(DXA)에 의한 근육량 측정치를 이용하였다. 이는 MRI 측정값과 높은 상관관계가 있으며 방사선 조사량이 적고 편리하여 근감소증 진단을 위한 근육량 측정방법으로 많이 사용되고 있다. 그러나 DXA 측정값은 근육에 부종이 있거나 지방이 침착되었을 때 근육량이 과대 평가되는 제한점이 있다. 본 연구에서는 근감소증 진단기준으로 Janssen et al.(2002)에 의한 사지근육량 지표를 사용하였다. 유럽연합 근감소증평가위원회(EWGSOP)와 아시아 근감소증 진단기준(AWGS)은 근감소증 진단으로

<Table 4> Intake of energy and nutrients intake per 1,000 kcal and C:P:F ratio of the subjects

	NMNS (n=249)	NMS (n=14)	MNS (n=1,653)	MS (n=122)	P value <sup>3)</sup>
Energy (kcal)	1615.5±54.2 <sup>1)</sup>	1685.5±155.6	1680.5±27.8	1584.9±78.1	0.518
Carbohydrate (g/1000 kcal)	177.2±3.2	185.5±7.7	179.0±1.4	177.6±4.6	0.776
Protein (g/1000 kcal)	35.7±0.9	32.1±1.8	34.7±0.4	34.8±1.3	0.323
(g/kg body weight)	1.04±0.04	0.75±0.09	1.02±0.02	0.89±0.05	0.003
Fat (g/1000 kcal)	15.9±0.8	15.7±2.2	16.5±0.4	17.2±1.4	0.878
Fiber (g/1000 kcal)	5.0±0.3	4.3±0.4	4.7±0.1	4.6±0.4	0.501
Calcium (mg/1000 kcal)	277.0±14.4	218.6±27.9	280.3±6.0	251.8±17.5	0.051
Phosphorus (mg/1000 kcal)	625.7±13.7	546.0±39.0	620.7±5.8	618.3±21.5	0.273
Iron (mg/1000 kcal)	7.9±0.4	7.3±0.8	8.6±0.2	8.4±0.7	0.291
Sodium (mg/1000 kcal)	2732.9±131.8	2524.4±227.1	2590.8±64.1	2357.6±136.2	0.255
Potassium (mg/1000 kcal)	1826.2±56.6	1360.2±131.3	1724.4±24.1	1722.3±113.1	0.008
Vitamin A (µg RE/1000 kcal)	452.4±33.8	470.0±95.6	439.3±16.1	469.6±56.0	0.918
Thiamin (mg/1000 kcal)	0.65±0.02	0.60±0.06	0.65±0.01	0.61±0.03	0.558
Riboflavin (mg/1000 kcal)	0.60±0.02	0.51±0.06	0.61±0.01	0.60±0.04	0.466
Niacin (mg/1000 kcal)	8.6±0.3	7.3±0.5	8.4±0.1	7.8±0.3	0.008
Vitamin C (mg/1000 kcal)	64.1±4.1	62.5±13.2	64.5±1.8	63.3±7.0	0.997
C:P:F ratio					
Carbohydrate	70.9±1.3	74.2±3.1	71.6±0.6	71.1±1.8	0.776
Protein	14.3±0.4	12.8±0.7	13.9±0.2	13.9±0.5	0.323
Fat	14.3±0.7	14.1±2.0	14.8±0.4	15.5±1.3	0.878

<sup>1)</sup>Mean±SE adjusted for age, income, education, alcohol consumption.

<sup>2)</sup>NMNS: non-menopause and non-sarcopenia group, NMS: non-menopause and sarcopenia group, MNS: menopause and non-sarcopenia group, MS: menopause and sarcopenia group

<sup>3)</sup>p-values across the subjects groups were calculated by general linear regression.



<Table 5> The percent of the subjects under EAR<sup>1)</sup> intake

	NMNS (n=249)	NMS (n=14)	MNS (n=1,653)	MS (n=122)	P value <sup>5)</sup>
Energy <sup>2)</sup>	60.6±4.2 <sup>3)</sup>	54.8±16.0	59.5±1.9	63.5±5.9	0.924
Protein	21.8±3.1	27.2±13.2	26.3±1.5	26.1±6.0	0.662
Calcium	72.6±3.7	96.4±3.7	76.7±1.4	81.6±5.7	0.169
Iron	6.3±2.1	11.3±10.6	13.4±1.3	18.2±5.7	0.081
Vitamin A	36.0±3.5	21.5±12.4	38.6±1.6	42.4±6.5	0.511
Thiamin	42.5±4.0	67.0±15.4	43.9±1.8	58.6±5.8	0.073
Riboflavin	53.4±3.5	72.7±15.3	57.6±1.7	64.8±5.9	0.312
Niacin	55.1±4.2	70.6±14.8	61.6±1.7	67.2±6.2	0.317
Vitamin C	44.2±4.1	49.8±16.0	43.0±1.7	54.2±6.0	0.396

<sup>1)</sup>EAR: Estimated average requirement.

<sup>2)</sup>Estimated energy requirement.

<sup>3)</sup>%, Mean±SE.

<sup>4)</sup>NMNS: non-menopause and non-sarcopenia group, NMS: non-menopause and sarcopenia group, MNS: menopause and non-sarcopenia group, MS: menopause and sarcopenia group

<sup>5)</sup>p-values across the subject groups were calculated by chi-square tests for categorical variables. Total percentage of sum may not be exactly 100% due to round-off in each column.

근육량과 약력 측정을 포함한 근력 혹은 신체기능평가 항목을 포함하고 있다. 그러나 유럽과 아시아에서 제시한 진단기준도 절단값(cut-off point)은 차이가 있어 근감소증에 대한 표준지침이 아직 없는 실정이다. 국민건강영양조사에는 근력과 신체기능평가 항목 자료가 없으므로 본 연구에서는 이 기준을 적용하지 못하였다. 앞으로 이러한 진단기준을 적용한 후속 연구들이 더 진행되어야 할 것이다. 또한, 근감소증 코호트 연구를 진행하여 우리나라의 인종과 성별, 나이, 식생활 등 환경적 특성을 통합적으로 고려한 근감소증 진단기준 확립도 요구된다. 본 연구는 단면조사인 국민건강영양조사 자료를 이용하여 분석한 결과로 연구에서 규명된 인자들이 근감소증 위험에 미치는 영향을 인과관계로 해석하기에는 무리가 있다. 본 연구는 골밀도 및 체지방 측정치가 있는 2009-2011년 조사자료를 활용한 것으로 현재 우리나라 중년 여성의 식생활 및 신체·혈액 프로파일과는 근감소증에 미치는 영향에서 다른 결과를 보일 수도 있을 것이므로 추후 연구에서 확인해 볼 필요가 있겠다. 그리고 근감소증, 특히 폐경 전 근감소증에 속하는 대상자의 수가 적어 변수값의 추정치에 영향을 미칠 수 있다. 그러나 근감소증에 대한 연구가 주로 폐경 이후 여성 또는 노인이 대상인 현시점에서 본 연구는 노인성 근감소증이 시작되는 우리나라 50세 이후 여성들의 폐경 여부와 근감소증 유무에 따른 식생활 인자와 대사성 질환 위험과의 상관성을 분석한 것으로 우리나라 중년 여성의 근감소증 관리와 예방을 위한 증재 정책 지침의 기초자료로서 의미가 있다.

#### IV. 요약 및 결론

본 연구는 제4기 3차년도와 제5기 1, 2차년도 국민건강영양조사 자료를 이용하여 우리나라 50세 이상 중년 여성에서 폐경 및 근감소증과 관련된 식생활 인자를 분석하고 대사성 질환 위험과의 상관성을 알아보고자 하였다. DXA로 측정하는 사지근육량 지표(ASM index)는 근감소증에서 정상군보다 낮았으며 폐경 전 근감소증군은 폐경 후 근감소증군과 유사하였다. 폐경 전·후 근감소증군에서 정상군에 비해 체중, 허리둘레, 체질량지수가 높았으며 복부비만과 비만에 해당하였다. 혈중 콜레스테롤 수준은 폐경 전·후 모두 근감소증군에서 낮았으며, 폐경 전 근감소증군의 수치는 폐경 후 수치와 유사하였다. 당화혈색소와 혈청 비타민 D 수준은 근감소증군에서 정상군에 비해 낮았으며 폐경 전 근감소증군에서 가장 낮았다. 대상자의 영양소 섭취상태를 분석하였을 때, 폐경 전·후 근감소증군에서 정상군보다 칼슘, 칼륨 및 나이아신 섭취량이 낮았으며, 특히 폐경 전 근감소증군에서 가장 낮았다. 폐경 전 근감소증군은 단백질, 칼슘, 티아민, 리보플라빈 및 나이아신을 평균필요량 미만으로 섭취하는 비율도 군 중에서 가장 높았다. 결론적으로 우리나라 중년 여성에서 적절한 에너지 섭취와 신체활동을 병행하여 비만을 관리하고 건강체중을 유지하는 것이 근감소증의 위험을 감소시키며 나아가 심혈관질환의 발생 위험을 감소시키는데 효과적일 것이다. 또한, 근육 대사와 관련이 있는 단백질과 칼슘, 칼륨, 나이아신 등 미량영양소가 충분한 식사를 하는 것이

중년 여성의 근육량 유지에 중요한 인자로 보인다. 특히, 폐경 전 근감소증의 경우 비만율이 높고 심혈관질환 관련 위험 지표들의 수준이 높으며 영양소 섭취상태도 가장 취약한 것으로 나타나 폐경 전에 균형 잡힌 식사를 통한 체중관리와 근육량 유지가 폐경 이후 노년기 건강에 중요한 역할을 할 것으로 생각된다.

저자정보

김미현(경일대학교 식품개발학과, 교수, 0000-0003-1755-0722)

감사의 글

본 연구는 2021년도 경일대학교 교내일반연구과제의 지원으로 이루어졌으며 이에 감사드립니다.

Conflict of Interest

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

References

Batsis JA, Mackenzie TA, Jones JD, Lopez-Jimenez F, Bartels SJ. 2016. Sarcopenia, sarcopenic obesity and inflammation: Results from the 1999-2004 National Health and Nutrition Examination Survey. *Clin. Nutr.*, 35:1472-1483

Beaudart C, Rizzoli R, Bruyere O, Reginster JY, Biver E. 2014. Sarcopenia: burden and challenges for public health. *Ach. Public Health*, 72:45

Bopp MJ, Houston DK, Lenchik L, Easter L, Kritchevsky SB, Nicklas BJ. 2008. Lean mass loss is associated with low protein intake during dietary-induced weight loss in postmenopausal women. *J. Am. Diet. Assoc.*, 108:1216-1220

Breen L, Phillips SM. 2011. Skeletal muscle protein metabolism in the elderly: Interventions to counteract the ‘anabolic resistance’ of ageing. *Nutr. Metab.*, 8:68

Chan R, Leung J, Woo J. 2015. Association between estimated net endogenous acid production and subsequent decline in muscle mass over four years in ambulatory older Chinese people in Hong Kong: A prospective cohort study. *J. Geron. A. Biol. Sci. Med. Sci.*, 70:905-911

Cho GY, Bae EJ, Kim YH. 2019. Association between sarcopenia and health risk behaviors by age groups in Korean adults: Korean National Health and Nutrition Examination Survey IV to V. *J. Korean Data Analy. Soc.*, 21:1523-1537

Cruz-Jentoft AJ, Baeyens JP, Bauer JM, Boirie Y, Cederholm T, Landi F, Martin FC, Michel JP, Rolland Y, Schneider

SM, Topinkova E, Vandewoude M, Zamboni M. 2010. Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis: Report of the European Working Group on Sarcopenia in older people. *Age & Ageing*, 39:412-423

Cruz-Jentoft AJ, Sayer AA. 2019. Sarcopenia. *Lancet*, 393:2636-2646

Dargelos E, Poussard S, Brulé C, Daury L, Cottin P. 2008. Calcium-dependent proteolytic system and muscle dysfunctions: A possible role of calpains in sarcopenia. *Biochimie.*, 90:359-368

Ganapathy A, Nieves JW. 2020. Nutrition and sarcopenia-What do we know?. *Nutrients*, 12:1755-1773

Granic A, Sayer AA, Robinson SM. 2019. Dietary patterns, skeletal muscle health, and sarcopenia in older adults. *Nutrients*, 11:745-773

Gomes MJ, Martinez PF, Pagan LU, Damatto RL, Cezar MDM, Lima ARR, Okoshi K, Okoshi MP. 2017. Skeletal muscle aging: Influence of oxidative stress and physical exercise. *Oncotarget*, 8:20428-20440

Hajj CE, Fares S, Chardigny JM, Boirie Y, Walrand S. 2018. Vitamin D supplementation and muscle strength in pre-sarcopenic elderly Lebanese people: A randomized controlled trial. *Arch. Osteoporos.*, 14:4

Hong SM, Choi WK. 2012. Clinical and physiopathological mechanism of sarcopenia. *Korean J. Med.*, 83:444-454

Janssen I, Heymsfield SB, Ross R. 2002. Low relative skeletal muscle mass (sarcopenia) in older persons is associated with functional impairment and physical disability. *J. Am. Geriatr. Soc.*, 50:889-896

Janssen I, Shepard DS, Katzmarzyk PT, Roubenoff R. 2004. The healthcare costs of sarcopenia in the United States. *J. Am. Geriatr. Soc.*, 52:80-85

Joseph AM, Adihetty PJ, Leeuwenburgh C. 2016. Beneficial effects of exercise on age-related mitochondrial dysfunction and oxidative stress in skeletal muscle. *J. Physiol.*, 594:5105-5123

Kaiser MJ, Bauer JM, Rämisch C, Uter W, Guigoz Y, Cederholm T, Thomas DR, Anthony PS, Charlton KE, Maggio M, Tsai AC, Vellas B, Sieber CC. 2010. Frequency of malnutrition in older adults: A multinational perspective using the mini nutritional assessment. *J. Am. Geriatr. Soc.*, 58:1734-1738

Kang L, Gao Y, Liu X, Liang Y, Chen Y, Liang Y, Zhang L, Chen W, Pang H, Peng L-N. 2019. Effects of whey protein nutritional supplement on muscle function among community-dwelling frail older people: A multicenter study in China. *Arch. Gerontol. Geriatr.*, 83:7-12

Kim JH, Hwangbo Y, Hong ES, Ohn JH, Kim CH, Kim HW. 2010. Investigation of sarcopenia and its association with cardiometabolic risk factors in elderly subjects. *J. Korean Geriatr. Soc.*, 14:121-130

Kim MC, Kim HI, Park SW, Cho IH, Yu WJ. 2020. A study on the analysis of physical function in adults with sarcopenia. *J. Korean Soc. Integrative Med.*, 8:199-209

- Kim MS, Sohn CM. 2016. Sarcopenia and sarcopenic obesity and their association with cardiovascular disease risk in postmenopausal women: Results for the 2008-2011 Korean National Health and Nutrition Examination Survey. *Korean J. Community Nutr.*, 21:378-385
- Korea Centers for Disease & Prevention. 2009. The Fourth Korea National Health and Nutrition Examination Survey (KNHANES IV-3). Korean Centers for Disease for Control and Prevention, Osong, Korea
- Korea Centers for Disease & Prevention. 2010. The Fifth Korea National Health and Nutrition Examination Survey (KNHANES V-1). Korean Centers for Disease for Control and Prevention, Osong, Korea
- Korea Centers for Disease & Prevention. 2011. The Fifth Korea National Health and Nutrition Examination Survey (KNHANES V-2). Korean Centers for Disease Control and Prevention, Osong, Korea
- Lee HN, Kim BH. 2020. Convergence factors affecting sarcopenia in middle-aged and older women in Korea: A cross sectional study by using 5<sup>th</sup> KNHANES. *J. Korea Convergence Soc.*, 11:405-416
- Maltais ML, Desroches J, Dionne JJ. 2009. Changes in muscle mass and strength after menopause. *J. Musculoskelet. Neuronal Interact.*, 9:186-197
- McLeod M, Breen L, Hamilton DL, Philp A. 2016. Live strong and prosper: The importance of skeletal muscle strength for healthy ageing. *Biogerontology*, 17:497-510
- Messier V, Rabasa-Lhoret R, Barbat-Atigas S, Elisha B, Karelis AD, Aubertin-Leheudre M. 2011. Menopause and sarcopenia: A potential role for sex hormones. *Maturitas*, 68:331-336
- Ministry of Health and Welfare. 2020. Dietary reference intakes for Koreans 2020. Sejong, Korea, pp iv-xviii
- Moon SS. 2014. Low skeletal muscle mass is associated with insulin resistance, diabetes and metabolic syndrome in the Korean population: The Korea National Health and Nutrition Examination Survey (KNHANES) 2009-2010. *Endocr. J.*, 61:61-60
- Oh SE, Park YJ. 2019. Associations of fiber intake and acid-base load in diet with risk of sarcopenia in Korean postmenopausal women-Based on the Korea National Health and Nutrition Examination Survey. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 48:352-361
- Park MS. 2019. Association of Vitamin D with osteosarcopenia in Korea adults 50 years old and over using the 2009-2011 Korea National Health and Nutrition Examination Survey. Master's degree thesis, Chosun University, Korean, pp 15
- Petermann-Rocha F, Chen M, Gray SR, Ho FK, Pell JP, Celis-Morales C. 2020. Factors associated with sarcopenia: A cross-sectional analysis using UK Biobank. *Maturitas*, 133:60-67
- Ravussin E, Lillioja S, Anderson TE, Christin L, Bogardus C. 1986. Determinants of 24-hour energy expenditure in man. methods and results using a respiratory chamber. *J. Clin. Invest.*, 78:1568-1578
- Rogenberg IH. 1989. Summary comments. *Am. J. Clin. Nutr.*, 50:1231-1233
- Suebthawinkul C, Panyakhamlerd K, Yotnuengnit P, Suwan A, Chaiyasit N, Taechakraichana N. 2018. The effect of vitamin D<sub>2</sub> supplementation on muscle strength in early postmenopausal women: A randomized, double-blind, placebo-controlled trial. *Climacteric*, 21:491-497
- Tieland M, Dirks ML, van der Zwaluw N, Verdijk LB, van de Rest O, de Groot LC, Van Loon LJC. 2012. Protein supplementation increases muscle mass gain during prolonged resistance-type exercise training in frail elderly people: a randomized, double-blind, placebo-controlled trial. *J. Am. Med. Dir. Assoc.*, 13:713-719
- Visser M, Deeg DJ, Lips P. 2003. Low vitamin D and high parathyroid hormone levels as determinants of loss of muscle strength and muscle mass (sarcopenia): the Longitudinal Aging Study Amsterdam. *J. Clin. Endocrinol. Metab.*, 88:5766-5722
- Waters DL, Wayne S, Andrieu S, Cesari M, Villareal D, Garry P, Vellas B. 2014. Sexually dimorphic patterns of nutritional intake and eating behaviors in community-dwelling older adults with normal and slow gait speed. *J. Nutr. Health Aging*, 18:228-233
- Xu ZR, Tan ZJ, Zhang Q, Gui QF, Yang YM. 2015. The effectiveness of leucine on muscle protein synthesis, lean body mass and leg lean mass accretion in older people: a systematic review and meta-analysis. *Br. J. Nutr.*, 113:25-34
- Yamada M, Kimura Y, Ishiyama D, Nishio N, Otobe Y, Tanaka T, Ohji S, Koyama S, Sato A, Suzuki M. 2019. Synergistic effect of bodyweight resistance exercise and protein supplementation on skeletal muscle in sarcopenic or dynapenic older adults. *Geriatr. Gerontol. Int.*, 19:429-437
- Yang L, Smith L, Hamer M. 2019. Gender-specific risk factors for incident sarcopenia: 8-year follow-up of the English longitudinal study of ageing. *J. Epidemiol. Community Health*, 73:86-88
- Zadik Z, Chalew SA, McCarter RJ Jr, Meistas M, Kowarski AA. 1985. The influence of age on the 24-hour integrated concentration of growth hormone in normal individuals. *J. Clin. Endocrinol. Metab.*, 60:513-516
- Zbeida M, Goldsmith R, Shimony T, Vardi H, Naggan L, Shahar DR. 2014. Mediterranean diet and functional indicators among older adults in non-Mediterranean and Mediterranean countries. *J. Nutr. Health Aging*, 18:411-418