

한국성인의 대사적 건강과 비만 여부에 따른 건강 특성, 영양소 섭취 및 관련 요인 연구 : 2015년 국민건강영양조사를 바탕으로

Health Characteristics, Nutrient Intake, and Associated Risk Factors According to the Metabolic Health and Obesity Status in Korean Adults : Based on the Korea National Health and Nutrition Examination Survey 2015

이정희¹⁾ · 임성현²⁾ · 이영민³⁾.*

군산대학교 식품생명과학부 식품영양학 전공 조교수¹⁾ · 군산대학교 식품생명과학부 식품영양학 전공 학생²⁾ ·
경인교육대학교 생활과학교육과 부교수³⁾.*

Lee, Junghee¹⁾ · Lim, Seonghyun²⁾ · Lee, Young-Min³⁾.*

Major in Food and Nutrition, School of Food and Bio-Sciences, Kunsan National University^{1),2)} ·
Department of Practical Science Education, Gyeongin National University of Education³⁾

Abstract

This study aimed to investigate the prevalence of metabolically healthy status among obese and non-obese adults, utilizing the original dataset from the 2015 National Health and Nutrition Examination Survey conducted by the Centers for Disease Control and Prevention. The study assessed health characteristics, nutrient intake, and associated risk factors within four distinct groups categorized based on the metabolic health and obesity status. Data collection was conducted using a complex sampling design, and subsequent analysis was incorporated in consideration of clustering variables (survey district and household), stratification variables (province and housing type), and sampling weights. A total of 4,772 Korean adults were categorized into the following four groups: metabolically healthy non-obese group (42.1%, 1,883 participants), metabolically unhealthy non-obese group (23.7%, 1,062 participants), metabolically healthy obese group (10.7%, 480 participants), and metabolically unhealthy obese group (23.4%, 1,047 participants). Utilizing logistic regression analysis, predictive factors for the metabolically unhealthy obese group compared to the metabolically healthy non-obese group included male gender, older age, lower educational attainment, high alcohol consumption, moderate smoking and inadequate sleep duration. For the metabolically unhealthy non-obese group compared to the metabolically healthy non-obese group, predictive factors included male gender, older age, lower education level, smoking, and lack of physical exercise. Conversely, within the metabolically healthy obese group, male gender, lower educational attainment, and moderate smoking were identified as predictive factors when compared to the metabolically healthy non-obese group. The outcomes of our study provide essential foundational data for identifying high-risk groups and devising effective nutritional policies and intervention programs aimed at preventing or managing metabolic disorders and obesity.

Keywords: Korean adults, Metabolic health, Obesity, Lifestyle

본 논문은 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No. NRF-2017R1C1B5018328).

본 논문은 2023년 한국생활과학회 하계연합학술대회에 발표된 논문임.

* Corresponding author: Lee, Young-Min

Tel:+82-32-540-1285, Fax:+82-32-540-1453

E-mail: ymlee@ginue.ac.kr

© 2023, Korean Association of Human Ecology. All rights reserved.

I. 서론

비만은 비정상적이거나 과도한 지방이 축적된 상태이며 전 세계적으로 아동, 청소년 뿐만 아니라 성인에게서 유병률이 증가하고 있어 심각한 건강 문제이다(Engin, 2017). 우리나라도 비만을 체질량지수(BMI; body Mass Index)가 25 kg/m^2 이상인 경우로 정의하였을 때, 성인 인구의 37.2%를 차지하여 예외가 아니다(질병관리청, 2022). 비만은 그 자체가 질병은 아니지만 인슐린 저항성, 고혈압, 이상지질혈증과 같은 대사적 합병증의 발생 위험을 증가시키고, 이는 궁극적으로 심혈관계 사망 위험을 증가시킨다(Ferrannini et al., 1997; Thomas et al., 2005).

대사증후군은 1988년 Reaven에 의해 'syndrome X'라는 개념으로 처음 도입되었는데, 복부 비만, 인슐린 저항성, 고혈압, 이상지질혈증을 주요 특징으로 하는 상태를 말한다(Reaven, 2002). 대사증후군 또한 그 자체가 질병은 아니지만 대사증후군이 나타나는 경우 심혈관질환, 뇌혈관질환, 제2형당뇨병 등의 상병으로 사망률을 증가시키므로 대사증후군과 관련된 위험 요인을 분석하고 관리하는 것이 중요하다. 그러나 최근 연구 결과들에 따르면 이러한 비만 관련 대사적 합병증이 모든 비만인에게서 나타나는 것은 아니다.

수많은 역학 연구는 비만과 대사적 건강 상태에 따라 몇 가지 하위 그룹을 정의할 수 있음을 보여주고 있다(Jung et al., 2017; Yang et al., 2016). 대사적으로 건강한 비만이라고 불리는 하위 그룹은 과도한 체지방 축적에도 불구하고 비만과 관련한 대사적 장애가 없는 상태로 존재한다. 또한, 상당한 비율의 정상 체중 그룹에서 비만과 관련된 몇 가지 대사적 이상을 보이기도 하며, 이러한 개인을 대사적으로 건강하지 않은 정상 체중 그룹으로 분류할 수 있다.

식사 및 건강 관련 행동 특성은 비만이나 인슐린 저항성, 대사증후군, 제2형당뇨 등의 발생에서 중요한 역할을 한다. 그래서 식사와 건강 관련 행동 특성에서 비만과 건강 상태에 따른 차이를 설명하거나 각각 그룹의 예측인자를 도출하려는 연구들이 많이 수행되고 있다. 비만과 대사적 건강을 설명하는 주요 매커니즘인 염증 반응을 완화시키는 폴리페놀, 다가불포화지방산, 비타민 등의 식이인자나, 건강한 식사 패턴과 적절한 신체활동은 대사적 건강과 관련되었다(Navarro et al., 2015); Prince et al., 2014; Slaughter et al., 2018; Ortega et al., 2018). 반면에 대사적으로 건강하지 않은 정상 체중의 유병률은 흡연과 알코올 섭취 그룹에서 높았으나(Wang et al., 2015). 식사, 신체활동, 흡연,

알코올 섭취와 같은 요인이 비만이나 대사적 건강상태에 따라 유의한 차이를 보이지 않은 연구도 있다(Gómez-Zorita et al., 2021).

대사적으로 건강한 비만인은 낮은 염증 상태(Karelis et al., 2005), 높은 수준의 아디포넥틴, 낮은 수준의 렙틴 및 레지스틴(Khan et al., 2014), 감소된 산화 스트레스(Kim et al., 2013)와 같은 바람직한 대사 프로필을 나타내는 것으로 알려져 있다. 이러한 대사적 특성은 당뇨병(Kim et al., 2016), 고혈압(Kang et al., 2016), 심혈관 질환 또는 뇌졸중(Byun et al., 2016)의 발생 위험 감소와 관련이 있으며, 결과적으로, 대사적으로 건강한 상태는 사망률 감소와 관련이 있다(Yang et al., 2016).

반면에 대사적으로 건강하지 못한 상태가 유병률과 사망률 증가의 위험 인자로 작용함을 고려할 때 한국성인의 대사적 건강과 관련된 요인을 식별하는 것은 매우 중요할 것이다. 따라서 본 연구에서는 제6차 국민건강영양조사(질병관리본부, 2015)를 이용하여 비만 또는 비만하지 않은 성인에서 대사적으로 건강한 비율을 조사하고 대사적 건강과 비만 여부에 따른 4개의 그룹별 건강 특성과 식이 인자, 대사적 건강과 관련된 요인을 규명하고자 하였다.

II. 연구 방법

1. 연구대상

본 연구는 2015년 질병관리청이 수행한 제 6기 한국인 대상 국민건강영양조사 3차년도(KNHANES VI-3; Korea National Health and Nutrition Examination Survey VI) 원시 자료를 분석하였다(질병관리본부, 2015). 조사 대상은 대한민국에 거주하는 만 1세 이상의 한국인으로, 표본설계는 2단계 층화집락표본추출방법을 사용하였다(질병관리본부, 2017). 이 방법으로 전국에서 대략 30만 개의 지리적으로 구분된 주거지역단위(PSU; Primary sampling unit) 중 192개의 주요 추출단위(PSU)가 선택되었다. 각 PSU는 평균 60개의 가구로 구성되어 있으며, 각각의 PSU에서는 체계적 추출법을 이용해 20개의 최종 대상 가구가 선정되었다. 선정된 가구 내 1세 이상의 개인을 대상으로 조사가 이루어졌으며, 총 7,380명이 참여하였다. 본 연구의 최종 대상은 19세 이상인 5,945명으로 선정되었으나, 임신부와 대사질환 관련 건강지표 정보가 부족한 개인들은 제외되었다. 따라서, 분석 대상으로 최종 선정된 한국 성인은 총

4,472명(남성 1975명, 여성 2,497명)이었다. 그러나 영양소 섭취에 관한 분석은 일부 참여자 446명의 데이터에 누락이 있었기 때문에 이들을 제외한 4,026명을 대상으로 진행하였다.

2. 조사 항목

1) 인구통계학적 및 사회경제적 특성

본 연구는 연구대상자의 성별, 연령 및 가구 소득을 포함한 인구통계학적 특성 및 사회경제적 특성을 분석하였다. 가구 소득은 월별 가구 소득을 고소득, 중상위소득, 중하위소득, 저소득의 4개 그룹으로 구분하였다. 교육 수준은 연구대상자의 최종학력을 초등학교 졸업 미만, 중학교 졸업, 고등학교 졸업, 대학 졸업 이상으로 분류하였다. 혼인 상태는 미혼, 기혼, 이혼/별거/사별 3개 그룹으로 분류하였다. 주거 형태는 도시(동), 농촌(읍·면)으로 나누었다. 연구대상자의 가구 규모는 1명, 2-3명, 4-5명, ≥ 6명 4개 그룹으로 분류하였다. 직업은 ① 관리자, 전문가 및 관련 종사자, ② 사무종사자, ③ 서비스 및 판매 종사자, ④ 농림어업 숙련 종사자, ⑤ 기능원, 장치·기계조작 및 조립종사자, ⑥ 단순노무종사자, ⑦ 무직(주부, 학생 등) 7개 그룹으로 구분되었다.

2) 건강 특성

연구대상자의 알코올 섭취, 흡연 및 신체 활동, 수면시간을 포함한 건강관련 행동 특성을 분석하였다. 연구대상자의 알코올 수준은 하루 평균 알코올 섭취량을 기준으로 ① 일생 음주 안 함, ② 매우 가벼운 음주자(0.1-5.0 g/일), ③ 가벼운 음주자(5.1-15.0 g/일), ④ 중등도 음주자(15.1-30.0 g/일), ⑤ 과음자(>30.0 g/일) 5개 그룹으로 분류하였다. 흡연 수준은 하루 평균 흡연량을 기준으로 ① 비흡연자, ② 과거 흡연자, ③ 경도 흡연자(1-9 개피/일), ④ 중등도 흡연자(10-19 개피/일), ⑤ 과다 흡연자(20 개피 이상/일)로 분류되었다. 신체 활동에 관해서는 고강도와 중등도의 활동 수행 여부에 따라 참가자를 분류하였다. 고강도 운동은 몸이 매우 힘들거나 숨이 매우 가쁜 격렬한 신체활동을 주 3회 이상(1회 최소 20분 이상), 중강도 운동은 평상시보다 몸이 약간 힘들거나 숨이 약간 가쁜 신체활동을 주 5회 이상(1회 최소 30분 이상) 실천했는지에 따라 구분되었다. 연구대상자의 수면 시간은 ① <7시간, ② 7-9시간, ③ >9시간 3개 그룹으로 분류하였다.

3) 식사의요인의 평가

식사섭취조사를 통한 영양소 섭취량 분석

본 연구는 훈련받은 면접자가 24시간 회상법을 활용하여 식사섭취조사를 수행하였다. 조사 대상기간은 기상부터 취침 시까지의 조사 1일 전 24시간이었다. 주요 조사항목은 끼니정보(식사구분, 시간, 식사장소, 매식여부), 섭취한 음식 및 식품의 명칭과 그 섭취량이 포함되었다. 섭취량의 정확한 조사를 위하여 2차원 음식용기, 계량컵, 계량스푼 등의 보조도구를 사용하였다. 수집된 모든 음식 및 식품 정보는 고유 코드를 부여받았으며, 식품 영양성분 DB를 이용하여 해당 음식 및 식품의 열량과 영양소 함량을 계산하였다.

영양소 섭취평가

연구대상자의 영양소의 섭취상태를 평가하기 위하여 영양소 적정섭취비율 (Nutrient Adequacy Ratio, NAR)을 사용하였으며, 이는 해당 영양소 섭취량을 해당 영양소의 권장섭취량으로 나누어 계산하였다. 또한, 대상자의 전반적인 식사의 질을 평가하기 위하여 평균 영양소 적정섭취비율(Mean Adequacy Ratio, MAR)을 활용하였으며, 이는 각 영양소의 NAR 합을 조사된 영양소의 수로 나누어 계산하였다.

4) 생화학 지표 검사

본 연구에서 참여자들은 혈액검사 시행 전날 저녁식사 이후로 금식 상태를 유지하였다. 금식 후의 혈액검사를 통해 공복혈당, 중성지방, 총 콜레스테롤, HDL-콜레스테롤, LDL-콜레스테롤, AST, ALT, 헤모글로빈, 헤마토크릿, hsCRP의 수치를 측정하였다.

5) 대사적 건강의 기준

연구대상자의 대사적 건강은 2001년도 국가 콜레스테롤 교육 프로그램(NCEP; National Cholesterol Education Program), 성인 치료 패널 III(ATP III; Adults Treatment Panel III) (NCEP, 2001), 2005년 미국 심장협회(AHA; American Heart Association), 국립 심장, 폐 혈액 연구소(NHLBI; National Heart, Lung, and Blood Institute)의 대사증후군의 기준을 근거로 하였다(Grundy et al., 2005). 대사적 건강의 기준은 ① 공복 혈액 중성지방(TG)의 수치 : 150 mg/dL 또는 TG 상승을 위한 약물치료, ② 고밀도 지단백질(HDL) 콜레스테롤 수치 : 남성 <40 mg/dL, 여성

<50 mg/dL 또는 낮은 HDL-콜레스테롤을 위한 약물치료, ③ 혈압(BP) : 130/85 mmHg, 또는 혈압을 올리기 위한 약물치료 사용, ④ 공복 혈당 수치 : 100 mg/dL 이상 또는 혈당 수치를 올리기 위한 약물치료 사용을 포함한다. 4가지 기준에서 2가지 이상을 충족시키는 경우는 대사적 비건강인, 2가지 미만으로 충족시키는 경우를 대사적 건강인으로 정의하였다.

6) 비만

세계 보건 기구는 성인 아시아인의 비만 체질량지수(BMI)의 한계점을 25 kg/m²으로 제안하였다. 따라서, 비비만인 BMI<25 kg/m²와 비만인은 ≥25 kg/m²로 정의되었다(WHO, 2000).

7) 대사적 건강과 비만에 따른 연구대상자의 분류

본 연구의 대상자는 대사적 건강과 비만에 따라 4그룹으로 분류하였다: (1) 대사적으로 건강한 비비만 그룹(MHNO; metabolically healthy non-obese), 대사건강의 기준을 2가지 미만 충족시키면서 BMI<25 kg/m² 기준 충족; (2) 대사적으로 건강한 비만 그룹(MHO; metabolically healthy obese), 대사건강의 기준을 2가지 미만 충족시키면서 BMI≥25 kg/m² 기준 충족; (3) 대사적으로 건강하지 않은 비비만 그룹(MUNO, metabolically unhealthy non-obese), 대사건강의 기준을 2가지 이상 충족시키면서 BMI<25 kg/m² 충족; (4) 대사적으로 건강하지 않은 비만 그룹(MUO; metabolically unhealthy obese), 대사건강의 기준을 2가지 미만 충족시키면서 BMI≥25 kg/m² 기준 충족으로 정의되었다.

3. 통계분석

본 연구에서는 일원분산분석(one-way ANOVA), 카이제곱 검정, 다변량 로지스틱 회귀분석을 사용하여 데이터를 분석하였다. 일원분산분석은 허리둘레, 수축기 혈압 및 영양소 섭취량과 같은 연속형 변수 간의 차이 검정에 활용하였고, 그룹 간에 유의한 차이가 있을 때 사후검정으로 Scheffe test를 실시하였다. 카이제곱 검정은 알코올 섭취, 흡연, 및 신체 활동과 같은 범주형 데이터의 차이를 검정하기 위해 사용하였다. 본 연구는 연구대상자를 대사적 건강 및 비만 상태에 따라 4개 그룹으로 분류하였으며, 대사적으로 건강한 비비만 그룹(MHNO)을 기준그룹으로 설정하였

다. 다변량 로지스틱 회귀분석을 통해 각 변수의 대사적 건강과 비만의 관련성을 평가하였고, 이때 성별, 연령, 소득, 학력, 직업, 거주지, 결혼상태, 가구원 수, 음주 및 흡연 여부, 운동 빈도, 수면시간, 그리고 평균 영양소 적정 섭취 비율을 보정변수로 포함하여 분석하였다. 모든 분석에서의 유의 수준은 p < 0.05로 설정하였다. 데이터 분석을 위한 소프트웨어는 SPSS 21.0 (SPSS Inc., Chicago, IL)를 사용하였다.

III. 연구 결과

1. 인구학적 특성

연구대상자의 대사적 건강과 비만 여부에 따른 인구학적 특성을 <표 1>에 제시하였다. 대사적으로 건강한 비비만 그룹(MHNO)이 42.1%(1,883명)로 가장 높게 나타났고, 대사적으로 건강하지 않은 비비만 그룹(MUNO)과 대사적으로 건강하지 않은 비만 그룹(MUO)이 각각 23.7%(1,062명), 23.4%(1,047명)이었으며, 대사적으로 건강한 비만 그룹(MHO)이 10.7%(480명)로 가장 낮았다. 전체 4,472명의 연구대상자 중 1,527명이 비만이었으며(34.1%), 대사적으로 건강하지 않은 개인의 비율은 비비만 그룹과 비만 그룹에서 각각 36.1%, 68.6%로 비만 그룹에서 약 2배 정도로 높게 나타났다. 남자의 비율은 MHNO(41.3%)에서 가장 낮았고, MHO(54.9%)<MUNO(56.3%)<MUO(60.6%)의 순으로 높았다. 연령에서는 19-39세의 비율이 MHNO(51.3%)>MHO(46.3%)>MUO(21.5%)>MUNO(14.8%)의 순으로 감소하여 대사적으로 건강한 그룹에서 40세 미만의 비율이 대사적으로 건강하지 않은 그룹에 비해 확연하게 높은 것으로 나타났다. 반대로, 65세 이상의 비율은 MHNO(7.3%)<MHO(11.5%)<MUO(20.2%)<MUNO(26.8%)의 순으로 대사적으로 건강하지 않은 그룹에서 크게 증가하였다. 소득 수준에서는 소득 사분위수 중상 이상의 비율이 MHNO(70.2%)>MHO(65.6%)>MUO(56.4%)>MUNO(53.2%)의 순으로 감소하여, 대사적으로 건강한 그룹에서 그렇지 않은 그룹에 비해 소득 수준이 높았다. 교육 수준은 대졸 이상의 비율이 MHNO 그룹에서 가장 높았고(44.5%), MHO(40.1%)>MUO(33.8%)>MUNO(26.9%)의 순으로 감소하였다. MHNO 그룹에서는 도시 지역에 거주하는 비율이 가장 높은 반면(86.9%), MUO 그룹에서는 농촌 지역 거주 비율이 가장 높게 관찰되었다

(20%). 미혼인 경우는 MHNO(34.4%)>MHO(30.9%)>MUO(12.8%)>MUNO(9.8%)의 순으로 감소하였고 기혼(유배우)인 경우는 MHNO(59.1%)<MHO(60.5%)<MUNO(74.2%)<MUO(74.4%)의 순으로 증가하여, 대사적으로 건강한 그룹에서 미혼의 비율이 높고 기혼(유배우)의 비율이 낮았다. 또한 가구원 수가 4명 이상인 비율은 MHNO 그

룹에서 44.2%로 가장 높았고, MUO 그룹에서 32.4%로 가장 낮았다.

2. 건강 특성

대사적 건강과 비만에 따른 연구대상자의 건강 특성은

〈표 1〉 대사적 건강 및 비만 여부에 따른 연구대상자의 일반적인 특성 (N=4,472)

변수	MHNO(n=1,883)	MUNO(n=1,062)	MHO(n=480)	MUO(n=1,047)	p-value
성별(남자, %)	41.3	56.3	54.9	60.6	***
연령(세)					
19-39	51.3	14.8	46.3	21.5	***
40-64	41.4	58.4	42.3	58.4	
≥ 65	7.3	26.8	11.5	20.2	
소득 사분위수(가구)					
상	36.3	29.2	31.8	29.4	***
중상	33.9	24.0	33.8	27.0	
중하	20.3	26.2	22.1	24.8	
하	9.5	20.6	12.4	18.9	
교육 수준					
초졸 이하	7.0	25.9	12.3	24.3	***
중졸	6.5	12.9	7.8	10.4	
고졸	42.0	34.3	39.9	31.5	
대졸 이상	44.5	26.9	40.1	33.8	
직업					
관리자, 전문가 및 관련 종사자	19.2	11.7	16.0	15.0	***
사무종사자	13.2	8.1	12.8	11.8	
서비스 및 판매종사자	14.4	11.9	14.3	11.8	
농림어업 숙련 종사자	2.5	5.2	3.9	4.8	
기능원, 장치·기계 조작 및 조립종사자	8.9	14.8	9.3	15.7	
단순노무종사자	6.5	9.6	11.0	8.5	
무직(주부, 학생 등)	35.3	38.8	32.7	32.5	
거주지역					
동	86.9	81.7	85.5	80.0	***
읍면	13.1	18.3	14.5	20.0	
결혼상태					
미혼	34.4	9.8	30.9	12.8	***
기혼(유배우)	59.1	74.2	60.5	74.4	
기혼(사별, 이혼, 별거)	6.4	16.0	8.6	12.8	
가구원수					
1명	6.1	11.8	8.9	8.4	***
2-3명	49.7	52.6	54.3	59.3	
4-5명	40.9	33.2	34.5	29.8	
≥ 6명	3.3	2.4	2.3	2.6	

Unweighted N = 4,472, weighted N = 32,315,401

Abbreviations: MHNO, metabolically healthy non-obese; MUNO, metabolically unhealthy non-obese; MHO, metabolically healthy obese; MUO, metabolically unhealthy obese.

Chi-squared test

***p < 0.001.

<표 2>에 제시하였다. 음주의 경우 중등도 이상의 음주자 비율이 MHNO 그룹(11.8%)에 비해 MHO(14.0%)<MUNO(21.3%)<MUO(23.8%) 순으로 높았다. 현재 중등도/과다 흡연의 비율도 MHNO 그룹(9.8%)에 비해 MHO(14.9%) <MUNO(19.6%)<MUO(20.1%) 순으로 높았다. 반면에, MHNO 그룹의 고강도 운동과 중등도의 운동을 실천하는 비율은 각각 9.6%, 7.8%로 MUO 그룹이나 MUNO 그룹보다 높았으나, MHO 그룹에서 각각 14.0%, 8.6%로

(표 2) 대사적 건강 및 비만 여부에 따른 연구대상자의 건강특성 (N=4,472)

변수	MHNO(n=1,883)	MUNO(n=1,062)	MHO(n=480)	MUO(n=1,047)	p-value
알코올 섭취(%)					
일생 음주 안함	18.8	29.4	18.6	24.5	***
매우 가벼운 음주자	47.4	31.7	47.9	33.1	
가벼운 음주자	22.1	17.6	19.5	18.6	
중등도 음주자	6.2	8.2	7.1	10.5	
과음자	5.6	13.1	6.9	13.3	
흡연					
비흡연자	68.6	51.1	56.9	49.0	***
과거 흡연자	14.9	25.5	19.4	26.8	
경도 흡연자	6.7	3.9	8.7	4.2	
중등도 흡연자	5.7	9.5	9.4	9.9	
과다 흡연자	4.1	10.1	5.5	10.2	
고강도 운동					
실천	9.6	5.5	14.0	7.3	***
비실천	90.4	94.6	86.0	92.7	
중등도 운동					
실천	7.8	4.1	8.6	5.4	**
비실천	92.3	95.9	91.4	94.6	
수면 시간					
< 7 시간	40.8	43.0	45.6	48.7	**
7-9 시간	56.9	54.8	50.6	49.4	
> 9 시간	2.4	2.3	3.8	2.0	
빈혈 (%)					
	8.2	7.3	4.8	3.9	***
허리둘레 (cm)	75.7 ± 0.2 ^a	81.7 ± 0.2 ^b	89.6 ± 0.4 ^c	93.4 ± 0.3 ^d	***
수축기 혈압 (mmHg)	109.7 ± 0.3 ^a	124.6 ± 0.6 ^c	116.3 ± 0.7 ^b	126.3 ± 0.5 ^d	***
이완기 혈압 (mmHg)	71.5 ± 0.2 ^a	78.2 ± 0.4 ^c	74.9 ± 0.5 ^b	81.1 ± 0.4 ^d	***
공복 혈당 (mg/dL)	91.0 ± 0.3 ^a	108.9 ± 1.1 ^c	93.2 ± 0.5 ^b	109.8 ± 1.0 ^c	***
HDL-콜레스테롤 (mg/dL)	57.4 ± 0.3 ^d	46.0 ± 0.4 ^b	51.7 ± 0.5 ^c	43.1 ± 0.3 ^a	***
중성지방(TG) (mg/dL)	86.7 ± 1.2 ^a	181.3 ± 5.1 ^c	110.5 ± 3.7 ^b	216.8 ± 6.4 ^d	***
총 콜레스테롤 (mg/dL)	184.9 ± 0.9 ^a	193.8 ± 1.2 ^b	192.3 ± 1.6 ^b	199.1 ± 1.4 ^c	***
LDL-콜레스테롤 (mg/dL)	109.1 ± 0.8 ^a	115.9 ± 1.2 ^b	120.5 ± 1.5 ^c	120.4 ± 1.2 ^c	***
AST (IU/L)	20.2 ± 0.2 ^a	24.7 ± 0.6 ^c	22.4 ± 0.6 ^b	28.2 ± 0.6 ^d	***
ALT (IU/L)	16.7 ± 0.3 ^a	23.4 ± 0.8 ^b	24.0 ± 1.1 ^b	34.1 ± 1.4 ^c	***
헤모글로빈(mg/dL)	14.0 ± 0.0 ^a	14.4 ± 0.1 ^b	14.5 ± 0.1 ^b	14.8 ± 0.1 ^c	***
헤마토크릿(%)	42.3 ± 0.1 ^a	43.3 ± 0.2 ^b	43.9 ± 0.2 ^c	44.3 ± 0.2 ^c	***
hsCRP (mg/L)	0.8 ± 0.0 ^a	1.5 ± 0.1 ^b	1.4 ± 0.1 ^b	1.6 ± 0.1 ^b	***

Unweighted N = 4,472, weighted N = 32,315,401. % or Mean ± SEM.

Abbreviations: MHNO, metabolically healthy non-obese; MUNO, metabolically unhealthy non-obese; MHO, metabolically healthy obese; MUO, metabolically unhealthy obese; HDL, high density lipoprotein; LDL, low density lipoprotein; AST, aspartate aminotransferase; ALT, alanine aminotransferase; hsCRP, high-sensitivity C-reactive protein.

One-way ANOVA and post hoc Scheffé test

Different superscript letters indicate statistical significance.

** $p < 0.01$; *** $p < 0.001$.

MHNO 그룹보다 MHO 그룹의 운동 실천율이 높은 것으로 나타났다. 7시간 이하의 수면을 취하는 사람의 비율은 MHNO(40.8%)에서 가장 낮았고, 7-9시간 수면을 취하는 비율(56.9%)이 가장 높았다.

허리둘레의 경우, MHNO(75.7 cm)<MUNO(81.7 cm)<MHO(89.6 cm)<MUO(93.4 cm)의 순으로 유의하게 증가하여 대사적 건강 상태와 비만 여부에 따라 유의하게 증가함을 보여주었다. 수축기 및 이완기 혈압은 MHNO 그룹에서 가장 낮았고, 그 다음으로 MHO 그룹에서 유의하게 증가하였으며, 이후 MUNO 그룹과 MUO 그룹 순으로 유의하게 증가하였다. 공복 혈당과 TG 또한 비만 그룹과 비만 그룹에서 대사적으로 건강하지 않은 경우 유의하게 증가하였다. HDL-콜레스테롤은 비만과 대사적으로 건강하지 않은 상태에 의하여 유의하게 증가하여 MHNO 그룹에서 가장 높았고 MUO 그룹에서 가장 낮았다.

기능 지표인 AST, ALT는 MHNO 그룹에서 가장 낮았고, 대사적 건강 상태나 비만 여부에 따라 유의하게 증가하였다. 반면에 빈혈 관련 지표인 헤모글로빈 농도와 헤마토크릿 비율은 MHNO 그룹에서 가장 낮아, 빈혈의 비율이 다른 그룹에 비해 증가하였다. 한편, 염증 지표인 고감도 C-반응성 단백(hsCRP; high sensitivity C-reactive protein) 수준은 MHNO 그룹에서 가장 낮은 수준을 보였고, 다른 세 그룹에서 유의하게 증가하였다.

3. 영양소 적정섭취 비율(NAR)

대사적 건강과 비만에 따른 연구대상자의 영양소 섭취량을 <표 3>에 제시하였다. 에너지, 단백질, 비타민 A, 비타민 C, 티아민, 인의 경우 각 그룹별로 NAR의 차이를 보이지 않았다. 그러나 MHNO 그룹에 비해 MUNO 그룹에서 리보플라빈, 나이아신, 칼슘의 NAR이 감소하였고 철분의 NAR은 유의적으로 높은 수준이었다. MHO 그룹의 경우 MHNO 그룹에 비해 철분의 NAR만 유의적으로 높았다. MUO 그룹은 MHNO 그룹에 비해 리보플라빈, 나이아신의 NAR 수준이 유의적으로 낮았고 철분의 NAR은 높았다. 평균 영양소 섭취비율은 각 그룹별로 유의적인 차이가 나타나지 않았다.

4. 대사적 건강, 비만과 관련된 요인

다변량 로지스틱 회귀분석 결과 MHNO 그룹과 비교하여 MUNO 그룹을 예측하는 요인은 남성, 고연령, 낮은 학력수준, 기혼, 중등도 이상의 흡연, 중등도 운동 비실천으로 확인되었다. MHNO 그룹에 비해 MHO 그룹을 예측하는 요인은 남성, 낮은 학력수준, 중등도 흡연으로 나타났다. 반면에, MUO 그룹은 MHNO 그룹에 비해 남성, 높은 연령, 낮은 학력수준, 기혼, 과음, 중등도 흡연, 짧은 수면시간이 예측요인으로 나타났다<표 4>.

<표 3> 대사적 건강 및 비만 여부에 따른 연구대상자의 영양소 적정섭취율 (N=4,026)

변수	MHNO(n=1,691)	MUNO(n=961)	MHO(n=443)	MUO(n=931)	p-value
에너지 NAR	0.85 ± 0.01	0.85 ± 0.01	0.84 ± 0.01	0.85 ± 0.01	NS
단백질 NAR	0.90 ± 0.01	0.89 ± 0.01	0.91 ± 0.01	0.90 ± 0.01	NS
비타민 A NAR	0.70 ± 0.01	0.70 ± 0.01	0.70 ± 0.02	0.70 ± 0.01	NS
비타민 C NAR	0.61 ± 0.01	0.63 ± 0.02	0.62 ± 0.02	0.63 ± 0.01	NS
티아민 NAR	0.96 ± 0.00	0.96 ± 0.00	0.96 ± 0.01	0.96 ± 0.00	NS
리보플라빈 NAR	0.82 ± 0.01 ^c	0.75 ± 0.01 ^a	0.82 ± 0.01 ^c	0.80 ± 0.01 ^b	***
나이아신 NAR	0.85 ± 0.01 ^c	0.81 ± 0.01 ^a	0.85 ± 0.01 ^c	0.83 ± 0.01 ^b	**
칼슘 NAR	0.62 ± 0.01 ^c	0.58 ± 0.01 ^a	0.62 ± 0.02 ^c	0.61 ± 0.01 ^b	**
인 NAR	0.95 ± 0.00	0.93 ± 0.01	0.95 ± 0.01	0.94 ± 0.01	NS
철분 NAR	0.90 ± 0.01 ^a	0.95 ± 0.01 ^c	0.93 ± 0.01 ^b	0.95 ± 0.01 ^c	***
MAR	0.82 ± 0.00	0.80 ± 0.01	0.82 ± 0.01	0.82 ± 0.01	NS

Unweighted N = 4,026, weighted N = 28,532,622. Mean ± SEM

Abbreviations: MHNO, metabolically healthy non-obese; MUNO, metabolically unhealthy non-obese; MHO, metabolically healthy obese; MUO, metabolically unhealthy obese; NAR, nutrient adequacy ratio; NS, not significant

One-way ANOVA and post hoc Scheffe test

Different superscript letters indicate statistical significance.

*p < 0.05; **p < 0.01; ***p < 0.001.

〈표 4〉 대사적 건강 및 비만과 관련된 예측요인 (N=4,026)

Variables	MUNO (n=961) vs. MHNO(n=1,691) AOR (95% CI)	MHO (n=443) vs. MHNO(n=1,691) AOR (95% CI)	MUO (n= 931) vs. MHNO(n=1,691) AOR (95% CI)
성별			
남성	1.80 (1.38, 2.34)***	1.61 (1.14, 2.28)**	2.01 (1.49, 2.73)***
여성	Reference	Reference	Reference
연령			
19-39세	Reference	Reference	Reference
40-64세	4.79 (3.47, 6.61)***	1.10 (0.83, 1.47)	3.09 (2.38, 4.02)***
≥ 65세	8.16 (5.51, 12.10)***	1.30 (0.84, 2.00)	3.66 (2.56, 5.22)***
가계소득			
높음	Reference	Reference	Reference
약간 높음	0.88 (0.65, 1.18)	1.26 (0.89, 1.78)	1.02 (0.74, 1.39)
약간 낮음	1.20 (0.90, 1.61)	1.21 (0.86, 1.72)	1.33 (1.00, 1.76)*
낮음	1.08 (0.78, 1.49)	1.11 (0.71, 1.74)	1.19 (0.83, 1.69)
학력 수준			
초등학교 졸업	2.41 (1.70, 3.42)***	1.93 (1.18, 3.14)**	2.69 (1.86, 3.89)***
중학교 졸업	1.45 (1.00, 2.10)	1.38 (0.84, 2.27)	1.27 (0.86, 1.88)
고등학교 졸업	1.01 (0.79, 1.30)	1.01 (0.78, 1.30)	0.81 (0.63, 1.04)
대학교 졸업	Reference	Reference	Reference
직업			
사무직 근로자	Reference	Reference	Reference
서비스나 판매직 근로자	0.95 (0.65, 1.39)	1.03 (0.67, 1.57)	0.80 (0.56, 1.16)
생산직 근로자	1.00 (0.72, 1.39)	1.12 (0.77, 1.64)	0.85 (0.61, 1.17)
무직	1.17 (0.88, 1.57)	0.96 (0.66, 1.39)	0.86 (0.64, 1.15)
거주지역			
도시	Reference	Reference	Reference
농촌	1.06 (0.82, 1.37)	1.05 (0.75, 1.48)	1.33 (0.99, 1.78)
결혼여부			
미혼	Reference	Reference	Reference
기혼(유배우)	1.78 (1.13, 2.79)*	1.14 (0.78, 1.65)	1.70 (1.17, 2.47)**
기혼(사별, 이혼, 별거)	2.06 (1.15, 3.70)*	1.23 (0.74, 2.04)	1.83 (1.08, 3.11)**
가구원수			
1	1.46 (0.75, 2.81)	1.60 (0.71, 3.63)	1.18 (0.56, 2.51)
2-3	1.14 (0.61, 2.13)	1.29 (0.63, 2.65)	1.34 (0.69, 2.63)
4-5	1.10 (0.59, 2.07)	1.01 (0.48, 2.14)	0.90 (0.45, 1.80)
≥ 6	Reference	Reference	Reference
음주			
일생 음주 안 함	Reference	Reference	Reference
매우 가벼운 음주자	0.69 (0.52, 0.91)**	1.15 (0.83, 1.59)	0.85 (0.64, 1.13)
가벼운 음주자	0.82 (0.59, 1.14)	0.78 (0.50, 1.23)	0.87 (0.61, 1.25)
중등도 음주자	0.93 (0.54, 1.60)	1.02 (0.57, 1.82)	1.29 (0.76, 2.20)
과음자	1.62 (0.98, 2.69)	1.00 (0.54, 1.85)	1.90 (1.21, 2.98)**
흡연			
비흡연자	Reference	Reference	Reference
과거 흡연자	1.13 (0.80, 1.59)	1.08 (0.72, 1.64)	1.21 (0.86, 1.69)
경도 흡연자	0.84 (0.49, 1.43)	1.58 (0.90, 2.77)	0.77 (0.43, 1.38)
중등도 흡연자	1.87 (1.11, 3.15)*	1.89 (1.09, 3.28)*	1.86 (1.12, 3.09)*
과다 흡연자	1.80 (1.06, 3.06)*	1.43 (0.71, 2.90)	1.62 (0.91, 2.89)

>> 뒷장에 계속

〈표 4〉 대사적 건강 및 비만과 관련된 예측요인 (N=4,026)

Variables	MUNO (n=961) vs. MHNO(n=1,691) AOR (95% CI)	MHO (n=443) vs. MHNO(n=1,691) AOR (95% CI)	MUO (n= 931) vs. MHNO(n=1,691) AOR (95% CI)
고강도 운동			
실천	Reference	Reference	Reference
비실천	1.12 (0.77, 1.64)	0.67 (0.44, 1.04)	1.12 (0.70, 1.78)
중강도 운동			
실천.	Reference	Reference	Reference
비실천	1.74 (1.20, 2.52)**	1.06 (0.64, 1.74)	1.24 (0.78, 1.97)
수면 시간			
< 7 시간	0.94 (0.76, 1.17)	1.18 (0.92, 1.50)	1.27 (1.04, 1.55)*
7-9 시간	Reference	Reference	Reference
> 9 시간	0.93 (0.50, 1.71)	1.78 (0.86, 3.69)	0.81 (0.41, 1.59)
MAR			
≥ 0.90	Reference	Reference	Reference
0.80 - 0.89	0.87 (0.65, 1.16)	0.97 (0.69, 1.36)	0.91 (0.69, 1.22)
< 0.80	0.93 (0.74, 1.17)	1.05 (0.79, 1.41)	0.93 (0.71, 1.20)

Unweighted N = 4026, weighted N = 28,532,622

Abbreviations: MHNO, metabolically healthy non-obese; MUNO, metabolically unhealthy non-obese; MHO, metabolically healthy obese; MUO, metabolically unhealthy obese; AOR, adjusted odds ratio; CI, confidence interval

Multinomial logistic regression (Reference: metabolically healthy non-obese group)

Adjusted for all other covariates in each variable

Statistical analysis of weighted data with adjustment for complex survey design

Different superscript letters indicate statistical significance.

*p < 0.05; **p < 0.01; ***p < 0.001.

IV. 고찰

본 연구는 질병관리청에서 수행한 2015년 국민건강영양조사 원시자료를 활용하여 대상자를 대사적 건강과 비만에 따라 4그룹으로 분류하고 각 그룹의 유병률을 평가하였다. 그리고 대사적 건강과 비만 여부에 따른 4개의 그룹별 인구학적 특성, 건강 특성과 영양소 섭취량을 분석하였고 대사적으로 건강한 비비만 그룹(MHNO)을 기준으로 다른 3그룹과 관련된 요인을 규명하고자 하였다.

본 연구 대상자(총 4,772명의 한국성인) 중, MHNO 그룹 42.1%, MUNO 그룹 23.7%, MHO 그룹 10.7%, MUO 그룹 23.4%로 구분하였다. 비만의 비율은 연구 대상자 중 34.1%(1,527명)이었고, 대사적으로 건강하지 않은 개인의 비율은 비비만 그룹과 비만 그룹에서 각각 36.1%와 68.6%로 비만 그룹에서 2배 가량 높게 나타났다. 또한, MUNO 그룹의 유병률(23.7%)은 MHO 그룹의 유병률(10.7%)보다 2배 이상 높았다. MUNO 또는 MHO의 유병

률은 연구마다 정의하는 기준에 따라 다양하게 보고되어 있어(Gómez-Zorita et al., 2021) 연구 결과를 통합적으로 해석하는 것이 어려운 실정이다. 이러한 두 가지 유형이 심혈관질환이나 제2형당뇨 등의 이환율 및 사망률 증가와 어떠한 상관성을 갖는지 명확히 규명하기 위해서는 표준화된 기준이 마련되어야 할 것이다.

로지스틱 회귀분석 결과 MHNO 그룹과 비교하여 MUNO 그룹을 예측하는 요인은 남성, 고연령, 낮은 학력 수준, 흡연, 운동 부족으로 나타났다. MHNO 그룹과 비교하여 MUO 그룹을 예측하는 요인은 남성, 고연령, 낮은 학력 수준, 알코올 고섭취군, 중등도 수준의 흡연, 짧은 수면 시간으로 확인되었다. 반면에, MHO 그룹은 MHNO 그룹에 비해 남성과 낮은 학력 수준, 중등도 수준의 흡연이 예측 요인으로 나타났다. 따라서 비만과 대사증후군을 예방 및 관리하는데 있어 성별이나 사회경제적 수준, 연령 등과 관련하여 대상자를 우선적으로 선발하는 것이 필요할 것이다. 또한, 흡연, 운동, 알코올, 수면시간 같은 생활습관은 비

만 및 대사증후군과 밀접하게 연관되어 있으므로 생활습관 개선을 통한 접근이 필수불가결 하다고 하겠다.

특히, MHO 그룹은 MHNO 그룹보다 고강도와 중등도의 운동 실천 비율이 높았는데 이는 다른 연구 결과에서도 뒷받침해주고 있다. 대사적으로 건강한 상태는 비만 그룹과 비비만 그룹 모두에서 대사적으로 건강하지 않은 경우보다 신체적으로 더 활동적이었다(de Rooij et al., 2016). 한 메타분석의 결과에서도 MHO는 MUO에 비해서 더 활동적이었고 앉아서 보내는 시간이 적었다(Ortega et al., 2018). 제 6기 한국인 대상 국민건강영양조사(2013-2015)의 분석 결과에서도 적절한 신체 활동은 비만한 그룹에서 대사적 건강과 관련된다고 보고하였다(지현주 외, 2022). 또한, 본 연구 결과 MUNO 그룹에서 MUO 그룹보다도 고강도와 중등도의 운동 실천 비율이 낮아, 신체 활동이 비만 그룹과 비비만 그룹에서 각각 MHO와 MUNO라는 하위 그룹 형성에 기여할 수 있는 것으로 나타났다.

본 연구에서 리보플라빈, 나이아신의 섭취 수준이 대사적으로 건강하지 않은 그룹에서 낮았다. 안지영 외(2019)의 연구에서도 리보플라빈과 나이아신은 고혈당, 허리 둘레, HDL-콜레스테롤 등에 영향을 미침으로 궁극적으로 심혈관 질환의 위험을 감소시킬 수 있다고 제안하였다. Li와 Shi (2022)의 연구에서도 리보플라빈의 섭취 수준이 높은 그룹은 모든 질병으로 인한 사망률과 심혈관 질환으로 인한 사망률의 위험 증가와 관련되었다. 또한, 나이아신의 보충은 혈중 중성지방 농도와, BMI, 혈압을 감소시켰고, 추적 기간 동안 심근경색증의 발생과 사망률을 감소시켰다(Canner et al., 2006). 반면에 적절한 수준의 나이아신 섭취는 대사증후군의 유병률을 효과적으로 감소시켰다(Shin et al., 2011). 리보플라빈과 나이아신은 모두 에너지 대사 과정에 관여하는 효소의 조효소로 작용하는 비타민으로, 이들 비타민이 대사적 건강에 어떻게 영향을 미치는지 관련 분자생물학적 메커니즘을 규명하는 연구가 추가적으로 수행되어야 할 것이다.

반면에, 빈혈 관련 지표인 헤모글로빈 농도와 헤마토크릿 비율은 MHNO 그룹에서 가장 낮고 MUNO나, MHO, MUO 그룹에서 유의하게 증가하였는데, 이것은 이 세 개의 그룹에서 철분의 NAR이 MHNO 그룹에 비해 유의하게 증가한 것과 관련되는 것으로 보인다. 비만한 어린이(4-14세)에서 대사적으로 건강하지 않은 경우 건강한 경우에 비해 혈중 페리틴과 헤모글로빈 농도가 유의하게 높았다는 보고도 있어(Suárez-Ortegón et al., 2019) 본 연구 결과와 일치한다. 한편, 단일 영양소 섭취 비율 보다는 식이

패턴으로 대상자를 분류하여 대사적 건강과의 관련성을 파악하는 연구도 많이 수행된 바 있다. 한국 NHANES III는 대사적 비만 정상체중(MONW)의 식이 패턴을 분석한 결과 높은 탄수화물 섭취(특히 탄수화물 스낵)가 여성의 MONW 유병률 증가와 관련이 있는 반면, 고단백 식이는 MONW 위험 감소와 관련이 있다고 보고했다(Choi et al., 2012). 아일랜드 Mitchelstown 코호트(45-74세, n=2,047)에서 식품 피라미드 권장 사항을 준수하는 것은 MHO일 가능성이 높았으며(Phillips et al., 2013), 과체중이거나 비만인 이란 청소년에서 지방과 소듐의 섭취 수준이 높은 패턴은 MUO의 위험 인자로 나타났다(Rouhani et al., 2023).

고감도 C-반응성 단백(hsCRP)은 대표적인 염증반응 지표로써, 심혈관질환의 위험 인자로 알려져 있다(Yousuf et al., 2013). 본 연구에서 hsCRP의 수준은 MHNO 그룹에 비해 다른 세 개의 그룹 모두에서 유의하게 증가하였다. 즉, MHO 그룹의 경우 MUNO 그룹이나 MUO 그룹에 비해 hsCRP의 수준이 감소하지 않았다. 이것은 MHO 그룹이 MUNO 그룹에 비해 허리둘레가 증가함에도 불구하고 혈압, 혈당, HDL-콜레스테롤, TG 수준이 양호한 것으로 분석되었으나 총 콜레스테롤, LDL-콜레스테롤과 함께 전신 염증 측면에서는 MUNO 그룹에 비해 바람직하지 않은 상태를 보여주었다. Jung 외(2015)의 연구에서 제2형당뇨의 발병률은 MHO 그룹에서 MHNO 그룹에 비해 증가하였으나, hsCRP 수준이 낮은 MHO 대상자에서는 제2형당뇨 발병률이 유의하게 증가하지 않았다.

본 연구에서 활용한 국민건강영양조사는 단면연구로 대사적 건강 및 비만을 예측하는 요인의 상관성은 파악할 수 있으나 인과 관계를 규명하지는 못한다. 또한, 국민건강영양조사의 영양소 섭취량은 1일 식사 섭취 자료에서 분석된 것으로 평균적인 섭취량을 평가하기에는 한계가 있다. 그러나, 본 연구는 국내 대규모 데이터를 사용하여 대사적으로 건강한 비비만 그룹을 대조군으로 하여 대사적으로 건강하지 않은 비비만 그룹과 대사적 건강 상태에 따른 비만 그룹의 인구학적 특성, 건강 특성, 영양소 섭취를 분석하고 관련 예측 요인을 도출했다는 것에 의의가 있다. 본 연구의 결과는 대사적 질환과 비만을 예방하거나 치료하기 위한 위험 집단을 선별하고 영양정책 및 중재프로그램에 유용한 기초자료를 제공할 것이다.

주제어: 한국 성인, 대사적 건강, 비만, 생활 습관

REFERENCES

- 안지영, 김인식, 이지숙(2019). 심혈관 질환과 리보플라빈 및 나이아신과의 상관성 연구. *대한임상검사과학회지*, 51(4), 484-494.
- 지현주, 이경희, 장연수, 이한길(2022). Gender Difference in Health-Related Behaviors associated with Metabolic Status-Obesity Phenotypes among Korean Adults. *성인간호학회지*, 34(2), 149-157.
- 질병관리본부(2015). 국민건강영양조사 제6기 3차년도. 오송: 질병관리본부.
- 질병관리본부(2017). 국민건강영양조사 원시자료 이용지침서 제 6기 (2013-2015). 오송: 질병관리본부
- 질병관리청(2022). 2021 국민건강통계. 오송: 질병관리청.
- Byun, A. R., Kwon, S., Lee, S. W., Shim, K. W., & Lee, H. S. (2016). Metabolic health is more closely associated with prevalence of cardiovascular diseases or stroke than obesity: A cross-sectional study in Korean populations. *Medicine*, 95(31), e5074.
- Canner, P. L., Furberg, C. D., & McGovern, M. E. (2006). Benefits of niacin in patients with versus without the metabolic syndrome and healed myocardial infarction (from the Coronary Drug Project). *The American Journal of Cardiology*, 97(4), 477 - 479.
- Choi, J., Se-Young, O., Lee, D., Tak, S., ... & Park, M. (2012). Characteristics of diet patterns in metabolically obese, normal weight adults (Korean National Health and Nutrition Examination Survey III, 2005). *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases*, 22(7), 567-574.
- de Rooij, B. H., van der Berg, J. D., van der Kallen, C. J., Schram, M. T., ... & Koster, A. (2016). Physical activity and sedentary behavior in metabolically healthy versus unhealthy obese and non-obese individuals - The Maastricht Study. *PLoS One*, 11(5), e0154358.
- Engin, A. (2017). The definition and prevalence of obesity and metabolic syndrome. *Advances in Experimental Medicine and Biology*, 960, 1-17.
- Ferrannini, E., Natali, A., Bell, P., Cavallo-Perin, P., ... & Mingrone, G. (1997). Insulin resistance and hypersecretion in obesity. *The Journal of Clinical Investigation*, 100(5), 1166-1173.
- Gómez-Zorita, S., Queralt, M., Vicente, M. A., González, M., & Portillo, M. P. (2021). Metabolically healthy obesity and metabolically obese normal weight: a review. *Journal of Physiological and Biochemistry*. 77(1), 175-189.
- Grundy, S. M., Cleeman, J. I., Daniels, S. R., Donato, K. A., ... & Franklin, B. A. (2005). Diagnosis and management of the metabolic syndrome: an American Heart Association/National Heart, Lung, and Blood Institute Scientific Statement. *Circulation*, 112(17):2735 - 52.
- Jung, C. H., Lee, M. J., Kang, Y. M., Jang, J. E., ... & Lee, W. J. (2015). The risk of incident type 2 diabetes in a Korean metabolically healthy obese population: the role of systemic inflammation. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism* 100(3), 934-941.
- Jung, C. H., Lee, W. J., & Song, K. H. (2017). Metabolically healthy obesity: a friend or foe? *The Korean Journal of Internal Medicine*, 2(4), 611-621.
- Kang, Y. M., Jung, C. H., Jang, J. E., Hwang, J. Y., ... & Lee, W. J. (2016). The association of incident hypertension with metabolic health and obesity status: definition of metabolic health does not matter. *Clinical Endocrinology*, 85(2), 207-215.
- Karelis, A. D., Faraj, M., Bastard, J. P., St-Pierre, D. H., ... & Rabasa-Lhoret, R. (2005). The metabolically healthy but obese individual presents a favorable inflammation profile. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 90(7), 4145-4150.
- Khan, U. I., Ogorodnikova, A. D., Xu, L., Wang, D., ... & Wildman, R. P. (2014). The adipokine profile of metabolically benign obese and at-risk normal weight postmenopausal women: The Women's Health Initiative Observational Study. *Obesity*, 22(3), 786-794.
- Kim, M., Paik, J. K., Kang, R., Kim, S. Y., ... & Lee, J. H. (2013). Increased oxidative stress in normal-weight postmenopausal women with metabolic syndrome compared with metabolically healthy overweight/obese individuals. *Metabolism*, 62(4), 554-560.

- Kim, N. H., Seo, J. A., Cho, H., Seo, J. H., ... & Cho, N. H. (2016). Risk of the Development of Diabetes and Cardiovascular Disease in Metabolically Healthy Obese People: The Korean Genome and Epidemiology Study. *Medicine*, *95*(15), e3384.
- Li, M., & Shi, Z. (2022). Riboflavin intake inversely associated with cardiovascular-disease mortality and interacting with folate intake: Findings from the National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES) 2005-2016. *Nutrients*, *14*(24), 5345.
- National Cholesterol Education Program Expert Panel on Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Cholesterol in Adults (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). *The Journal of the American Medical Association*, *285*(19), 2486 - 2497.
- Navarro, E., Funtikova, A. N., Fíto, M., & Schröder, H. (2015). Can metabolically healthy obesity be explained by diet, genetics, and inflammation? *Molecular Nutrition & Food Research*, *59*(1), 75-93.
- Ortega, F. B., Cadenas-Sanchez, C., Migueles, J. H., Labayen, I., ... & Lavie, C. J. (2018). Role of physical activity and fitness in the characterization and prognosis of the metabolically healthy obesity phenotype: A systematic review and meta-analysis. *Progress in Cardiovascular Diseases*, *61*(2), 190-205.
- Phillips, C. M., Dillon, C., Harrington, J. M., McCarthy, V. J., ... & Perry, I. J. (2013). Defining metabolically healthy obesity: role of dietary and lifestyle factors. *PLoS One*, *8*(10), e76188.
- Prince, R. L., Kuk, J. L., Ambler, K. A., Dhaliwal, J., & Ball, G. D. (2014). Predictors of metabolically healthy obesity in children. *Diabetes Care*, *37*(5), 1462-1468.
- Reaven, G. M. (2002). Metabolic syndrome: Pathophysiology and implications for management of cardiovascular disease. *Circulation*, *106*(3), 286-288
- Rouhani, P., Mirzaei, S., Asadi, A., Akhlaghi M., & Saneei P. (2023). Nutrient patterns in relation to metabolic health status in overweight and obese adolescents. *Scientific Reports*, *13*, 119.
- Shin, E., Park, N. Y., Jang, Y., Oh, H., ... & Lee, M. (2011). The association of lipoprotein lipase PvuII polymorphism and niacin intake in the prevalence of metabolic syndrome: a KMSRI-Seoul study. *Genes & Nutrition*, *7*(2), 331 - 341.
- Slagter, S. N., Corpeleijn, E., van der Klauw, M. M., Sijtsma, A., ... & van Vliet-Ostaptchouk, J. V. (2018). Dietary patterns and physical activity in the metabolically (un)healthy obese: the Dutch Lifelines cohort study. *Nutrition Journal*, *17*(1), 18.
- Suárez-Ortegón, M. F., Echeverri, I., Prats Puig, A., Bassols, J., ... & Fernández Real, J. M. (2019). Iron status and metabolically unhealthy obesity in prepubertal children. *Obesity*, *27*(4), 636-644.
- Thomas, F., Bean, K., Pannier, B., Oppert, J. M., ... & Benetos, A. (2005). Cardiovascular mortality in overweight subjects: the key role of associated risk factors. *Hypertension*, *46*(4), 654-659.
- Wang, B., Zhuang, R., Luo, X., Yin, L., ... & Hu, D. (2015) Prevalence of metabolically healthy obese and metabolically obese but normal weight in adults worldwide: a meta-analysis. *Hormone and Metabolic Research*, *47*, 839 - 845.
- World Health Organization (2000). *The Asia-Pacific perspective: Redefining obesity and its treatment*. Geneva: World Health Organization Western Pacific Regional Office
- Yang, H. K., Han, K., Kwon, H. S., Park, Y. M., ... & Lee, S. H. (2016). Obesity, metabolic health, and mortality in adults: a nationwide population-based study in Korea. *Scientific reports*, *6*(1), 30329.
- Yousuf, O., Mohanty B. D., Martin S. S., Joshi P. H., ... & Budoff M. J. (2013). High-sensitivity C-reactive protein and cardiovascular disease: a resolute belief or an elusive link? *Journal of the American College of Cardiology*, *62*(5), 397-408.

Received 7 September 2023;

1st Revised 6 October 2023;

Accepted 10 October 2023