

Research Article



한국 성인의 식생활평가지수 및 복부비만의 관계: 고감도 C-반응 단백질의 매개효과

윤진아 , 신다연

인하대학교 식품영양학과

OPEN ACCESS

Received: Nov 16, 2023

Revised: Jan 6, 2024

Accepted: Jan 11, 2024

Published online: Feb 13, 2024

Correspondence to

Dayeon Shin

Department of Food and Nutrition, Inha University, 100 Inha-ro, Michuhol-gu, Incheon 22212, Republic of Korea.

Tel: +82-32-860-8123

Email: dyshin@inha.ac.kr

© 2024 The Korean Nutrition Society

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ORCID iDs

Jina Yoon

<https://orcid.org/0000-0001-9331-0355>

Dayeon Shin

<https://orcid.org/0000-0003-0828-184X>

Conflict of Interest

There are no financial or other issues that might lead to conflict of interest.

Author Contributions

Conceptualization: Shin D; Formal analysis: Yoon J, Shin D; Investigation: Yoon J, Shin D; Methodology: Yoon J, Shin D; Supervision: Shin D; Writing - original draft: Yoon J; Writing - review & editing: Yoon J, Shin D.

Association between Korean Healthy Eating Index and abdominal obesity in Korean adults: the mediating effect of high-sensitivity C-reactive protein

Jina Yoon and Dayeon Shin

Department of Food and Nutrition, Inha University, Incheon 22212, Republic of Korea

ABSTRACT

Purpose: High-sensitivity C-reactive protein (hs-CRP) is primarily synthesized in the liver upon stimulation of infectious disease cytokines, such as interleukin-6 (IL-6), and is used as a biological marker of systemic inflammation. Previous studies reported that hs-CRP is closely related to diet and abdominal obesity. Furthermore, a dietary score favoring the consumption of vegetables, fruits, and whole grains over meat and saturated fat reduced inflammation and decreased the prevalence of obesity and abdominal obesity. Nevertheless, no studies have examined whether hs-CRP mediates the relationship between dietary scores and abdominal obesity, and research on the Korean Healthy Eating Index (KHEI) is lacking. Therefore, the present study examined the association between the KHEI and abdominal obesity and the mediating effect of hs-CRP.

Methods: In total, 17,770 adults aged ≥ 19 years were included in the study using the Korea National Health and Nutrition Examination Survey 2015–2018. KHEI was developed to assess the overall diet quality of Korean adults. Multivariable linear and logistic regression analyses assessed the relationship between KHEI, hs-CRP, and abdominal obesity. The mediation analysis with the bootstrapping method was performed using SAS MACRO.

Results: Among women, the odds ratio (OR) of abdominal obesity prevalence was lower in the highest KHEI compared to the lowest KHEI after adjusting for age, body mass index, educational level, income level, occupational status, marital status, household type, region type, alcohol consumption, smoking status, physical activity, total energy intake, and hs-CRP (OR 0.744, 95% confidence interval 0.598–0.926). The association between KHEI and abdominal obesity was partially mediated via hs-CRP, and the mediated proportion was 68.7% in men and 38.1% in women.

Conclusion: A substantial relationship was observed between the KHEI and abdominal obesity among females. Moreover, according to the KHEI, abdominal obesity may be mediated partially by hs-CRP.

Keywords: Healthy Eating Index; abdominal obesity; waist circumference; C-reactive protein; mediating

서론

최근 우리나라는 식생활 패턴의 서구화로 인한 영양불균형이 심화되고 에너지 섭취가 증가하여 비만을 비롯한 심혈관질환, 암 등의 만성질환이 계속해서 증가하고 있다 [1-3]. 그 중에서도 비만은 건강위험을 초래하며 다양한 만성 질환의 발병을 일으키는 위험 요인으로 알려졌다 [4,5]. 특히 복부비만은 비만과 관계없이 심혈관질환을 증가시킨다는 연구결과가 발표되며 [6-8], 복부비만이 심혈관질환위험 증가에 주된 결정 요인으로 보고되고 있다 [9,10].

면역을 담당하는 체내 대식세포는 건강하고 마른 지방조직에서 염증을 줄이고 조직 복구를 촉진하는 M2 지방대식세포 형태로 존재한다. 하지만 비만하게 되면, 지방조직에 염증을 유발하는 M1 지방대식세포가 축적되며 M1/M2 지방대식세포 균형의 변화에 의한 전염증성 사이토카인의 증대와 지방염증이 유도된다 [11,12]. 이처럼 비만은 만성 염증과 관련이 있으며 선행논문에서 비만도가 높을수록 고감도 C-반응 단백질 (high-sensitivity C-reactive protein, hs-CRP)가 증가한다고 보고되고 있어 비만한 경우는 만성 염증 상태를 나타낸다 [13-15]. hs-CRP는 interleukin-6 (IL-6) 등의 전염증성 사이토카인의 자극에 의해 간에서 주로 합성되며 전신적인 염증의 생물학적 표지자로 사용되고 있다 [16].

선행 연구에 따르면 다양한 유형의 식이는 hs-CRP 및 복부비만과 연관되어 있다. 한 단면연구에서 과일과 채소, 해산물, 통곡물, 저지방 유제품을 많이 섭취한 건강한 식단을 가장 많이 섭취하는 4사분위 그룹이 가장 적게 섭취하는 1사분위 그룹에 비해 남성에서 hs-CRP가 1.6 mg/L 감소하는 것과 관련이 있었으며 [17], 과자 및 디저트, 피자, 가당 음료를 많이 섭취하는 서양식 식단을 고수하는 것은 hs-CRP가 상승할 확률이 2.97배 더 높았다 [18]. 식이섬유가 많은 채소는 인슐린 저항성 유발을 감소시켜 전염증 매개체의 생성을 감소시키고 미세한 복부 지방을 감소시킨다 (odds ratio [OR], 0.51; 95% confidence interval [CI], 0.31-0.85) [19]. 또한, 대만의 단면 연구 결과에 따르면 식물성 에스토로겐이 풍부한 콩이 호르몬에 민감한 체지방 분포, 특히 복부 지방을 조절할 수 있다는 것을 밝혔다 [20].

비만 및 복부비만 환자에서 식습관을 포함한 생활 습관은 치료 및 관리에 매우 중요한 요인으로 작용하며, 식이 패턴은 비만 예방에 중요한 역할을 한다고 보고된 바가 있다 [21]. 다양한 식이 패턴을 준수하는지 평가하는 대체 식생활평가지수 (Alternative Healthy Eating Index, AHEI)는 복부비만과 역의 연관성이 있었다 (OR, 0.61; 95% CI, 0.42-0.90) [22]. 또한, 높은 수준의 식이염증지수 (Dietary Inflammatory Index, DII)는 복부비만의 위험 요인이 될 수 있는 것으로 나타났으며 (OR, 1.42; 95% CI, 1.14-1.78) [23], 지중해식 식사를 기준으로 개발된 지중해식 식단점수 (Mediterranean diet score, MDS)가 10점 증가할수록 허리둘레가 1.7 cm 감소한 것으로 나타났다 [24]. 식이 점수와 복부비만 사이의 메커니즘은 아직 불분명하지만, 세 가지

식이 점수 (AHEI, MDS 및 DII)는 모두 고기 및 포화 지방보다 야채, 과일 및 잡곡류 섭취를 선호하며 이는 염증을 낮추고 비만 및 복부비만 발병을 억제한다 [25].

이처럼 hs-CRP는 식이 및 복부비만과 관련이 있으며, 복부비만 관리에 식이 조절이 필요함을 알 수 있었다. 그러나 현재까지 hs-CRP가 식이 점수와 복부비만의 관계를 매개하는지 여부를 조사한 연구는 없으며, 한국 국민건강영양조사 데이터를 활용한 한국인 식생활평가지수 (Korean Healthy Eating Index, KHEI)에 대한 연구는 더욱 미흡한 상황이다. 따라서 본 연구는 독립변수를 KHEI, 종속변수를 복부비만으로 설정하여 두 변수 사이의 관련성을 분석하고, 두 변수 사이에서 hs-CRP의 매개효과를 알아보고자 한다.

연구방법

연구자료 및 대상자

본 연구는 질병관리청에서 진행된 2015-2018년 국민건강영양조사 자료를 토대로 진행되었다. 국민건강영양조사의 원시자료에서 건강설문조사, 검진조사 및 영양조사 부분 원시데이터를 활용하였고, 조사 대상을 만 19세 이상 성인이며 임신수유부가 아닌 자로 하였다. 25,066명 중 아래의 항목에 해당되는 대상자는 본 연구 분석에서 제외하였다. 1) 교육수준 (n=2,645), 소득수준 (n=68), 직업유무 (n=41), 음주여부 (n=94), 흡연여부 (n=14), 신체활동여부 (n=69), 체질량지수 (n=67) 값이 결측치인 자; 2) 총 에너지 섭취가 1일 500 kcal 미만 또는 5,000 kcal 이상으로 너무 낮은 열량을 섭취하거나 과도한 열량을 섭취한 자 (n=3,128); 3) hs-CRP 수치와 식생활평가지수의 항목 값이 결측치인 자 (n=1,151); 4) 허리둘레의 값이 결측치인 자 (n=19). 위에 해당하는 대상자를 제외하여 최종적으로 17,770명의 대상자 (남성 7,594, 여성 10,176)를 분석에 이용하였다 (Fig. 1).

본 연구에 활용된 2015-2018년 국민건강영양조사 자료 중 2015년, 2016년, 2017년은 생명윤리법 제2조 제1호 및 동법 시행규칙 제2조 제2항 제1호에 따라 국가가 직접 공공복리를 위해 수행하는 연구에 해당하여 연구윤리심의위원회 심의를 받지 않고 수행하였으며, 2018년부터 인체유래물 수집, 원시자료 제3자 제공 등을 고려하여 연구윤리심의를 재개하였다 (승인 번호: 2018-01-03-P-A).

식생활평가지수 평가

조사 대상자의 전반적인 식생활의 질을 평가하기 위해 2015년에 질병관리청과 한국영양학회에서 개발한 KHEI를 활용하였다 [2]. KHEI는 국민건강영양조사 데이터를 기반으로 반정량 식품섭취빈도 조사지를 사용하여 한국 성인에 맞게 개발되었으며 총 14항목으로 구성되었다. 14항목은 총 점수가 100점이며 3개의 영역으로 나뉘는데, 식사의 충분도 영역에 8항목 (55점), 식사의 절제성 영역에 3항목 (30점), 식사의 균형성 영역에 3항목 (15점)으로 구성되어 있다. 그 중 첫 번째 영역은 식생활 가이드라인에 따른 권고식품 및 영양섭취의 적정성을 평가하는 영역이며 최고 점수 10점과 5점이 있다. 아침식사를 주 5회에서 7회 섭취하는 경우, 고기·달걀·생선·콩류 섭취가 남성은 하루에 5단위 이상, 여성은 하루에 4단위 이상일 경우 또는 우유 및 유제품을 하루에 1단위 이상 섭취하는 경우에 최고 점수 10점에 해당하고, 잡곡을 하루에 0.3회 이상 섭취하는 경우, 하루에 남성 3단위, 여성 2단위 이상 총 과일 (주스 포함)을 섭

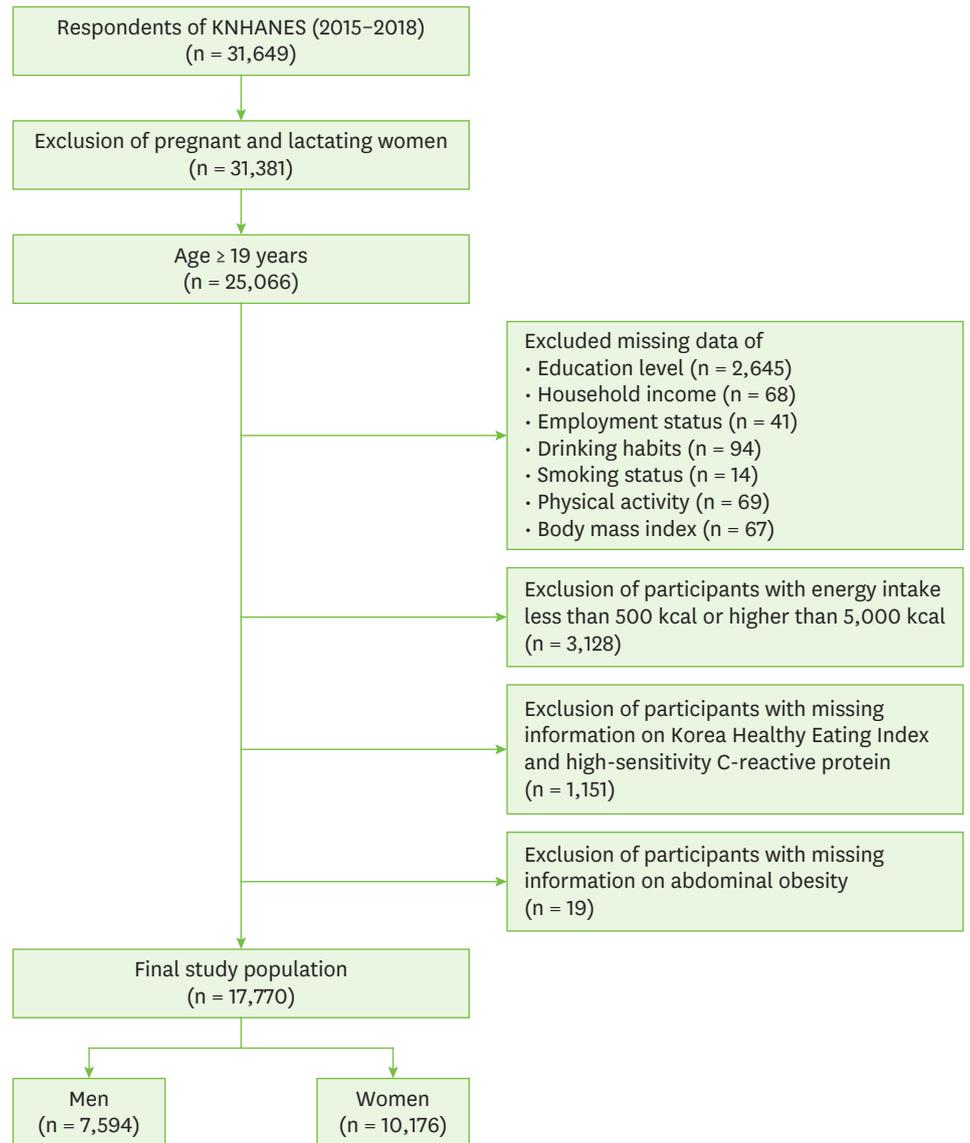


Fig. 1. Flow chart for the study design: participants and exclusion criteria. KNHANES, Korea National Health and Nutrition Examination Survey.

취하는 경우, 생과일 (주스 제외)을 하루에 남성 1.5단위, 여성 1단위 이상 섭취하는 경우, 하루에 8단위 이상 채소를 섭취하는 경우, 김치, 장아찌 등을 제외하고 채소를 하루에 5단위 이상 섭취하는 경우에 각각 최고 점수 5점에 해당하였다.

두 번째 영역은 제한하는 식품 및 영양소 섭취의 적정성을 평가하는 영역으로, 나트륨 섭취 항목이 목표 섭취량인 하루에 2,000 mg 이하 섭취 시 최고 점수 10점을 부여하며, 6,500 mg 초과 섭취 시 최저점인 0점을 부여하였다. 포화지방산 섭취 비율은 전체 에너지의 7% 이하인 경우 최고점인 10점을 부여하며, 10% 초과는 최저점 0점을 부여하였다. 당류, 음료류의 에너지 섭취 비율 항목은 2015년 한국인 영양소 섭취기준에 권고한 설당 섭취 하한선인 10% 이하인 경우 최고 점수 10점, 상한선인 20% 초과인 경우 최저 점수 0점을 부여하였다.

세 번째 영역은 에너지 섭취의 균형을 평가하는 영역으로 한국인의 영양섭취 기준에 따라 에너지 적정 비율이 탄수화물 55-65%이거나 지방 15-30%로 섭취 시 각 항목의 최대 점수 5점을 부여하고, 탄수화물의 섭취 비율이 50% 미만 또는 75%를 초과하거나 지방의 섭취 비율이 10% 미만 또는 35%를 초과하면 최저 점수 0점을 부여하였다. 에너지는 에너지섭취량과 추정에너지요구량 대비 비율이 75-125% 이내일 시 최대 점수 5점, 60% 미만이거나 140%를 초과하면 최소 점수 0점을 부여하였다.

고감도 C-반응 단백질

hs-CRP는 Cobas 혈액 분석기와 Roche Cardiac C-Reactive Protein High Sensitive 시약을 사용하여 면역 탁도 측정법 (Immunoturbidimetry)으로 진행되었다. 미국심장협회 (American Heart Association, AHA)와 미국질병통제예방센터 (Centers for Disease Control and Prevention, CDC)의 권고기준을 따르면 hs-CRP 수준을 1 mg/L 미만이면 위험이 낮고, 1-3 mg/L이면 평균 위험, > 3 mg/L이면 높은 위험으로 정의하였다 [26]. 하지만 이러한 기준은 서양 인구에 초점을 맞춘 연구를 기반으로 권장되었으며, 서구 인구에 비해 한국 성인의 CRP 수치가 낮다는 연구결과가 있다 [27]. 따라서 본 연구는 Son 등 [28]의 연구를 기반으로 hs-CRP 수준의 컷오프 값을 > 1.0 mg/L으로 정의하여 > 1.0 mg/L는 위험군으로 ≤ 1.0 mg/L는 정상군으로 정하였고, 이는 아시아 인구에서 수행된 이전 연구와 일치하였다 [29].

복부비만 평가

대상자의 복부비만 정도를 파악하기 위하여 허리둘레를 지표로 활용하였다. 대한비만학회 [30]의 기준을 참고하여 허리둘레가 남성 90 cm 이상, 여성 85 cm 이상인 경우 복부비만군으로 정의하였다.

기타 변수 평가

분석 대상자의 인구사회 특성은 건강설문조사를 활용하였으며, 성별, 연령, 교육 수준, 가구 소득, 직업 및 결혼 상태, 거주 지역 및 가구 유형에 대한 정보를 포함하였다. 교육 수준은 '초등학교 이하', '중학교', '고등학교', '대학교 이상'의 4개 군으로, 가구 소득 수준은 4분위수 (하, 중하, 중상, 상)를 활용하여 분류하였다. 직업의 유무에 따라 2개의 군으로 구분하였고, 결혼 상태는 '미혼'과 '기혼'으로, 거주 지역은 동/읍·면 구분을 참고하여 '도시 지역'과 '농어촌 지역'으로 분류하였다. 가구 유형은 '1인 가구'인 경우와 2인 이상의 '다인 가구'인 경우로 재분류하였다.

건강 행태로는 음주, 흡연, 신체활동 여부를 포함하였는데, 음주 여부는 평생 음주 경험이 없거나 최근 1년 동안 월 1회 미만으로 마셨다면 '없음'으로, 한달에 1회 정도나 2-4회로 마셨다면 '적당한 음주', 일주일에 2-3회 정도나 4회 이상 술을 마셨다면 '과도한 음주'로 총 3개의 군으로 구분하였다. 흡연 여부는 '비흡연자', '과거 흡연자', '현재 흡연자'의 3개의 군으로 분류하였고, 신체활동 여부는 일주일에 중강도 신체활동을 2시간 30분 이상을 하거나 고강도 신체활동을 1시간 15분 이상 또는 중강도와 고강도 신체활동을 섞어서 (고강도 1분은 중강도 2분) 각 활동에 상당하는 시간을 실천한 경우 실천군과 실천하지 않는 군으로 구분하였다.

신체계측조사는 검진조사 결과를 활용하였다. 체질량지수 (body mass index, BMI)는 신장과 체중을 활용하여 산출하였다 (BMI = Weight [kg]/Height [m²]).

통계분석

통계분석을 위해 층·집락 및 건강설문·검진조사·영양조사의 연관성 가중치를 반영한 복합 표본분석방법을 사용하였고, 통합기간 내 연도 2015–2018년 별 가중치와 통합비율을 곱하여 기수간 통합가중치를 계산하였다 (층화변수: kstrata, 집락변수: psu, 가중치: 1/4*wt_tot).

모든 통계 분석은 SAS 9.4 version (SAS Inc., Cary, NC, USA)를 사용하였다. 복부비만에 따른 대상자의 특성을 분석 시에 연속형 변수는 t-test와 일반선형모형을 이용하여 평균 ± 표준오차 (standard error, SE)를 나타내고, 범주형 데이터는 카이제곱 (χ^2) 검정을 이용하여 빈도 (n) 및 백분율 (%)로 나타내었다. KHEI, hs-CRP, 복부비만의 관련성을 파악하기 위해 우선적으로 비선형관계의 hs-CRP를 로그 치환을 통해 선형관계로 변환하였으며, 다중 선형 회귀분석 (multivariable linear regression analysis)과 다중 로지스틱 회귀분석 (multivariable logistic regression analysis)을 사용하여 KHEI와 복부비만의 관련성, KHEI와 hs-CRP의 관련성, hs-CRP와 복부비만의 관련성을 확인하였다. 이를 통해 오즈비 (OR) 및 95% 신뢰구간 (95% CI)을 구하였으며, p-value 값이 0.05 미만인 경우를 통계적 유의성이 있다고 간주하였다. 또한, KHEI와 복부비만의 관계에서 hs-CRP의 매개 효과를 검증하기 위하여 SAS MACRO를 이용한 부트스트래핑 (bootstrapping) 방법을 활용하여 다중회귀분석을 시행하였다. 무작위 복원추출을 통한 검증 방식을 위해 기본 bootstrapping 표본 수는 1,000으로 분석하였다.

분석 시 공변량은 hs-CRP 및 복부비만에 영향을 미치는 변수들로 결정하였다. 모델 1에서는 연령을 보정하였으며, 모델 2에서는 연령, BMI, 교육 수준, 가구 소득, 직업 및 결혼 상태, 가구 유형, 거주 지역을 보정하였다. 모델 3에서는 연령, BMI, 교육 수준, 가구 소득, 직업 및 결혼 상태, 가구 유형, 거주 지역, 음주, 흡연, 신체활동 여부와 총 에너지 섭취량을 보정하였다.

결과

연구대상자의 복부비만에 따른 일반적인 특성

Table 1은 복부비만에 따른 연구대상자의 일반적 특성을 나타냈다. 남성 7,594명, 여성 10,176명이 포함되었다. 남성 중 복부비만군은 2,587명, 정상군은 5,007명으로 복부비만군이 남성 대상자의 약 32.9%에 해당하였다. 여성은 복부비만군 2,869명, 정상군은 7,307명으로 복부비만군이 여성대상자의 약 25.0%에 해당하였다.

인구사회 특성과 관련된 변수를 보면 연령, BMI은 남성과 여성 모두 복부비만군이 정상군보다 유의하게 높았다 (all, $p < 0.05$). 교육 수준, 소득 수준, 직업 유무는 여성에서만 유의한 결과를 볼 수 있었다. 복부비만군에서는 초등학교 이하 졸업 37.6%, 월 100만원 미만 27.7%, 미취업자가 55.9%로 가장 많았으며, 정상군은 대학교 이상 졸업 43.3%, 월 300만원 이상 35.0%, 취업자가 57.1%로 가장 많았다 (all, $p < 0.05$). 결혼 유무는 남녀의 복부비만군, 정상군 모두 미혼이 기혼보다 유의하게 높았고, 가구 유형은 남녀의 복부비만군, 정상군 모두 2인 이상 다인 가구가 1인 가구보다 유의하게 높았다 (all, $p < 0.05$).

건강행태와 관련된 변수에서 음주는 남성에서는 유의하지 않았고, 여성에서 평생 음주한 적 없거나 월 1회 미만군이 가장 유의하게 높았다 ($p < 0.05$). 흡연은 남성에서만 유의했으며,

Table 1. General characteristics of the subjects according to abdominal obesity¹⁾

Characteristics	Men (n = 7,594)		p-value	Women (n = 10,176)		p-value
	Abdominal obesity	No abdominal obesity		Abdominal obesity	No abdominal obesity	
Participants	2,587 (32.9)	5,007 (67.0)		2,869 (25.0)	7,307 (75.0)	
Age (yrs)	47.62 ± 0.36	45.44 ± 0.30	< 0.001	56.45 ± 0.40	45.39 ± 0.25	< 0.001
BMI (kg/m ²)	27.93 ± 0.07	22.95 ± 0.04	< 0.001	27.69 ± 0.07	21.92 ± 0.03	< 0.001
Education			0.255			< 0.001
Elementary school or lower	403 (9.9)	799 (10.1)		1,283 (37.6)	1,339 (13.1)	
Middle school	280 (8.3)	532 (7.7)		372 (12.6)	680 (8.0)	
High school	866 (35.4)	1,710 (37.8)		725 (29.8)	2,410 (35.5)	
College or higher	1,038 (46.5)	1,966 (44.4)		489 (20.0)	2,878 (43.3)	
Household income (10,000 won/month)			0.896			< 0.001
< 100	469 (13.8)	860 (13.3)		908 (27.7)	1,126 (12.5)	
100-200	636 (22.7)	1,215 (22.4)		800 (27.5)	1,699 (22.4)	
200-300	711 (30.1)	1,389 (29.9)		654 (25.3)	2,087 (30.1)	
≥ 300	771 (33.4)	1,543 (34.4)		507 (19.5)	2,395 (35.0)	
Occupational status			0.351			< 0.001
Employed	1,850 (75.8)	3,573 (74.7)		1,235 (44.1)	4,087 (57.1)	
Unemployed	737 (24.2)	1,434 (25.3)		1,634 (55.9)	3,220 (42.9)	
Marital status			< 0.001			< 0.001
Single	2192 (77.2)	3,920 (69.3)		2,724 (92.6)	6,144 (77.9)	
Married	395 (22.8)	1,087 (30.6)		145 (7.4)	1,163 (22.1)	
Household type			< 0.001			< 0.001
Single-person households	260 (9.1)	560 (10.2)		535 (13.2)	786 (8.2)	
Multi-person households	2,327 (90.9)	4,447 (89.8)		2,334 (86.8)	6,521 (91.8)	
Region			0.003			< 0.001
Urban	2,027 (83.9)	4,080 (86.7)		2,219 (82.9)	6,136 (88.3)	
Rural	560 (16.1)	927 (13.3)		650 (17.1)	1,171 (11.7)	
Drinking status			0.117			< 0.001
None	769 (27.3)	1,512 (28.1)		1,905 (62.5)	4,085 (51.7)	
Moderate	879 (36.6)	1,767 (38.6)		669 (26.5)	2,390 (35.7)	
High	939 (36.1)	1,728 (33.3)		295 (11.0)	832 (12.6)	
Smoking status			< 0.001			0.743
Never	540 (22.7)	1,266 (28.0)		2,568 (88.8)	6,584 (88.8)	
Past	1,198 (41.6)	2,130 (37.4)		156 (5.5)	397 (5.9)	
Current	849 (35.7)	1,611 (34.6)		145 (5.7)	326 (5.3)	
Physical activity			< 0.001			< 0.001
Yes	1,446 (51.7)	2,571 (46.9)		1,879 (61.8)	4,022 (51.8)	
No	1,141 (48.3)	2,436 (53.1)		990 (38.2)	3,285 (48.2)	

Categorical variables are represented as numbers (%) and continuous variables are represented as mean ± standard error. The p-values were based on the t-test for continuous variables and the χ^2 test for categorical variables.

BMI, body mass index.

¹⁾Abdominal obesity is defined as a waist circumference of 90 cm or more for men and 85 cm or more for women.

과거 흡연자가 복부비만군 41.6% 정상군 37.4%로 가장 많았다 ($p < 0.05$). 신체활동은 유산소 신체활동 실천율로 확인하였으며 남성의 복부비만군, 여성의 복부비만군, 정상군은 실천하는 군이 각각 51.7%, 61.8%, 51.8%로 실천하지 않는 군보다 더 높았으며, 남성의 정상군은 실천하지 않는 군이 48.3%로 더 높았다 (all, $p < 0.05$).

연구 대상자의 복부비만에 따른 식생활평가지수 점수

Table 2은 연구대상자의 복부비만에 따른 KHEI 점수 결과를 나타냈다. 총 점수는 남녀 모두 유의한 차이가 없었다. KHEI의 첫 번째 영역인 ‘권고하는 식품 및 적정성 평가영역’에서 남성의 경우, ‘김치·장아찌를 제외한 채소 섭취’, ‘고기·생선·달걀 및 콩류 섭취’에서 복부비만군이 정상군에 비해 유의하게 높았다 (all, $p < 0.05$). 여성에서는 ‘아침식사여부’, ‘잡곡 섭취’, ‘총 채소 섭취’, ‘김치·장아찌를 제외한 채소 섭취’에서 복부비만군이 정상군에 비해 유의하게 높았

Table 2. KHEI of the study participants based on the presence of abdominal obesity

Variables	Men (n = 7,594)		p-value ³⁾	Women (n = 10,176)		p-value
	Abdominal obesity	No abdominal obesity		Abdominal obesity	No abdominal obesity	
Total KHEI score (0-100)	61.39 ± 0.30	61.55 ± 0.24	0.667	64.75 ± 0.30	64.53 ± 0.21	0.530
Component of KHEI score						
Adequacy						
Breakfast (0-10)	7.02 ± 0.10	7.01 ± 0.07	0.911	7.93 ± 0.08	7.10 ± 0.06	< 0.001
Mixed grains (0-5)	2.01 ± 0.05	1.92 ± 0.04	0.163	2.22 ± 0.05	1.97 ± 0.03	< 0.001
Total fruits (0-5)	1.74 ± 0.05	1.82 ± 0.04	0.164	2.67 ± 0.05	2.61 ± 0.03	0.233
Fresh fruits (0-5)	1.96 ± 0.06	2.01 ± 0.04	0.428	2.84 ± 0.06	2.78 ± 0.03	0.258
Total vegetable (0-5)	3.79 ± 0.03	3.71 ± 0.03	0.065	3.40 ± 0.03	3.19 ± 0.02	< 0.001
Vegetable, excluding kimchi and pickles (0-5)	3.40 ± 0.04	3.28 ± 0.03	0.012	3.14 ± 0.04	3.04 ± 0.02	0.016
Meat, fish, eggs, and legumes (0-10)	7.54 ± 0.07	7.34 ± 0.05	0.015	6.55 ± 0.08	7.02 ± 0.04	< 0.001
Milk and dairy (0-10)	2.98 ± 0.10	3.08 ± 0.07	0.437	3.02 ± 0.10	3.75 ± 0.07	< 0.001
Moderation						
Sodium (0-10)	5.33 ± 0.08	5.61 ± 0.06	0.007	7.63 ± 0.07	7.58 ± 0.04	0.438
Saturated fatty acid (0-10)	7.39 ± 0.09	7.40 ± 0.07	0.935	8.08 ± 0.09	7.37 ± 0.06	< 0.001
Sweets and beverages (0-10)	9.12 ± 0.06	9.11 ± 0.04	0.857	9.25 ± 0.05	9.08 ± 0.04	0.005
Balance						
Carbohydrate (0-5)	2.64 ± 0.05	2.66 ± 0.04	0.686	2.11 ± 0.05	2.56 ± 0.03	< 0.001
Fat (0-5)	3.44 ± 0.05	3.43 ± 0.03	0.919	2.90 ± 0.05	3.41 ± 0.03	< 0.001
Total energy (0-5)	3.03 ± 0.05	3.16 ± 0.04	0.041	2.98 ± 0.05	3.10 ± 0.03	0.044

Continuous variables are represented as mean ± standard error.

KHEI. Korean Healthy Eating Index.

³⁾The p-values were based on the t-test for continuous variables.

으나, ‘고기·생선·달걀 및 콩류 섭취’, ‘우유 및 유제품 섭취’에서 정상군이 복부비만군에 비해 유의하게 높았다 (all, p < 0.05).

두 번째 영역인 ‘절제영역’에서 남성의 경우, ‘나트륨 섭취 비율’에서 정상군이 복부비만군에 비해 높았다 (p = 0.007). 여성에서는 ‘포화지방산 에너지 섭취 비율’, ‘당류·음료류 에너지 섭취 비율’에서 복부비만군이 정상군에 비해 높았다 (all, p < 0.05).

세 번째 영역인 ‘에너지 섭취 균형 영역’에서 남성의 경우, ‘에너지 적정 섭취 비율’에서 정상군이 복부비만군에 비해 높았다 (p = 0.041). 여성에서는 ‘탄수화물 에너지 섭취 비율’, ‘지방 에너지 섭취 비율’, ‘에너지 적정 섭취’에서 정상군이 복부비만군에 비해 유의하게 높았다 (all, p < 0.05).

연구대상자의 식생활평가지수와 복부비만의 관련성

Table 3은 KHEI 점수가 가장 낮은 1삼분위 그룹을 기준 집단으로 하여 종속변수인 복부비만과 다중 로지스틱 회귀분석을 실시하였다. 남성에서는 유의한 결과가 없었다. 여성의 경우 보정하지 않은 Model에서 유의하지 않은 결과를 볼 수 없었지만, 연령을 보정한 Model 1에서 3삼분위 그룹이 1삼분위 그룹에 비해 복부비만군이 될 오즈비가 0.590배 유의하게 감소하였다 (95% CI, 0.511-0.681; p < 0.05). 추가로 인구사회 특성, 건강형태와 관련된 변수와 hs-CRP를 보정한 Model 4에서도 3삼분위 그룹이 1삼분위 그룹에 비해 복부비만군이 될 오즈비가 0.744배 유의하게 감소하였다 (95% CI, 0.598-0.926; p = 0.008).

연구대상자의 식생활평가지수와 고감도 C-반응 단백질의 관련성

Table 4는 KHEI 점수가 가장 낮은 1삼분위 그룹을 기준 집단으로 하여 종속변수인 hs-CRP 수준과 다중 로지스틱 회귀분석을 실시하였다. 공변량을 모두 보정한 결과, 남녀 모두에서 유

Table 3. Adjusted OR and 95% CIs for tertiles of KHEI according to abdominal obesity

KHEI scores	Unadjusted model		Model 1 ¹⁾		Model 2 ²⁾		Model 3 ³⁾		Model 4 ⁴⁾	
	OR (95% CI)	p-value								
Men										
Tertile 1 (n = 2,429)	1.00 (Ref.)									
Tertile 2 (n = 2,546)	1.047 (0.912-1.201)	0.517	0.989 (0.861-1.137)	0.880	0.952 (0.762-1.118)	0.646	0.990 (0.791-1.239)	0.928	0.989 (0.790-1.239)	0.924
Tertile 3 (n = 2,619)	0.991 (0.868-1.132)	0.897	0.901 (0.787-1.033)	0.135	0.865 (0.692-1.082)	0.204	0.940 (0.750-1.178)	0.591	0.942 (0.752-1.182)	0.607
Women										
Tertile 1 (n = 3,219)	1.00 (Ref.)									
Tertile 2 (n = 3,399)	1.174 (1.031-1.338)	0.016	0.868 (0.755-0.997)	0.046	0.951 (0.768-1.178)	0.646	0.934 (0.754-1.158)	0.533	0.924 (0.745-1.146)	0.471
Tertile 3 (n = 3,558)	0.951 (0.830-1.090)	0.471	0.590 (0.511-0.681)	< 0.001	0.773 (0.625-0.956)	0.018	0.752 (0.604-0.936)	0.011	0.744 (0.598-0.926)	0.008

OR, odd ratio; CI, confidence interval; KHEI, Korean Healthy Eating Index; BMI, body mass index; hs-CRP, high-sensitivity C-reactive protein.

¹⁾Model 1: Adjusted for age; ²⁾Model 2: Adjusted for Model 1 plus BMI, education, income, occupational status, marital status, household type, and region type;

³⁾Model 3: Adjusted for Model 2 plus drinking, smoking, physical activity, and total energy intake; ⁴⁾Model 4: Adjusted for Model 3 plus hs-CRP.

Table 4. Adjusted OR and 95% CIs for tertiles of KHEI according to hs-CRP

KHEI scores	Unadjusted model		Model 1 ¹⁾		Model 2 ²⁾		Model 3 ³⁾	
	OR (95% CI)	p-value	OR (95% CI)	p-value	OR (95% CI)	p-value	OR (95% CI)	p-value
Men								
Tertile 1 (n = 2,429)	1.00 (Ref.)		1.00 (Ref.)		1.00 (Ref.)		1.00 (Ref.)	
Tertile 2 (n = 2,546)	0.912 (0.790-1.052)	0.206	0.848 (0.732-0.981)	0.027	0.858 (0.736-0.999)	0.048	0.880 (0.755-1.025)	0.100
Tertile 3 (n = 2,619)	0.851 (0.737-0.982)	0.028	0.753 (0.648-0.874)	< 0.001	0.796 (0.678-0.934)	0.005	0.832 (0.708-0.977)	0.025
Women								
Tertile 1 (n = 3,219)	1.00 (Ref.)		1.00 (Ref.)		1.00 (Ref.)		1.00 (Ref.)	
Tertile 2 (n = 3,399)	0.983 (0.865-1.117)	0.790	0.886 (0.778-1.009)	0.068	0.932 (0.817-1.064)	0.298	0.923 (0.807-1.055)	0.239
Tertile 3 (n = 3,558)	0.891 (0.788-1.007)	0.065	0.760 (0.669-0.864)	< 0.001	0.875 (0.765-1.002)	0.054	0.861 (0.749-0.989)	0.034

OR, odd ratio; CI, confidence interval; KHEI, Korean Healthy Eating Index; hs-CRP, high-sensitivity C-reactive protein; BMI, body mass index.

¹⁾Model 1: Adjusted for age; ²⁾Model 2: Adjusted for Model 1 plus BMI, education, income, occupational status, marital status, household type, and region type;

³⁾Model 3: Adjusted for Model 2 plus drinking, smoking, physical activity, and total energy intake.

의한 관련이 나타났다. 남성의 경우 보정하지 않은 Model, 연령을 보정한 Model 1, 인구사회 특성을 추가로 보정한 Model 2에서 모두 유의한 음의 관련성이 나타났으며 (all, $p < 0.05$), 인구사회 특성, 건강상태와 관련된 변수들을 모두 보정한 Model 3에서도 3삼분위 그룹이 1삼분위 그룹에 비해 hs-CRP 위험군이 될 오즈비가 0.832배 유의하게 감소하였다 (95% CI, 0.708-0.977; $p = 0.025$). 여성의 경우 보정하지 않은 Model, 인구사회 특성을 추가로 보정한 Model 2에서는 유의한 관련성이 없었으나, 인구사회 특성, 건강상태와 관련된 변수들을 모두 보정한 Model 3에서는 3삼분위 그룹이 1삼분위 그룹에 비해 hs-CRP 위험군이 될 오즈비가 0.861배 유의하게 감소하였다 (95% CI, 0.749-0.989; $p = 0.034$).

Table 5는 독립변수인 KHEI 점수 및 14개의 구성 항목과 종속변수인 hs-CRP 수준의 다중 로지스틱 회귀분석을 실시하였다. 공변량을 모두 보정 후 분석한 결과, 남성에서 KHEI 총점이 1점 높을수록 hs-CRP 위험군이 될 오즈비가 0.992배 유의하게 감소하였다 (95% CI, 0.987-0.998; $p = 0.006$). 14개의 KHEI 구성 항목을 보았을 때, 남성에서는 ‘잡곡 섭취’ 점수가 1점 높을수록 hs-CRP 위험군이 될 오즈비가 0.956배 유의하게 감소하였으며 (95% CI, 0.929-0.984; $p = 0.002$), ‘당류·음료류 에너지 섭취 비율’ 점수가 1점 높을수록 hs-CRP 위험군이 될 오즈비가 0.962배 유의하게 증가하였다 (95% CI, 0.937-0.987; $p = 0.004$). 여성에서는 ‘총 과일 섭취’ 점수가 1점 높을수록 hs-CRP 위험군이 될 오즈비가 0.961배 유의하게 감소하였으나 (95% CI,

Table 5. Adjusted OR and 95% CIs for KHEI and its components according to hs-CRP

Variables	Men (n = 7,594)		Women (n = 10,176)	
	AOR (95% CI)	p-value	AOR (95% CI)	p-value
Total KHEI score (0-100)	0.992 (0.987-0.998)	0.006	0.997 (0.993-1.001)	0.167
Component of KHEI score				
Adequacy				
Breakfast (0-10)	0.987 (0.969-1.006)	0.181	0.998 (0.980-1.017)	0.859
Mixed grains (0-5)	0.956 (0.929-0.984)	0.002	0.988 (0.962-1.016)	0.395
Total fruits (0-5)	0.974 (0.943-1.006)	0.112	0.961 (0.936-0.986)	0.002
Fresh fruits (0-5)	0.975 (0.947-1.004)	0.088	0.977 (0.954-1.001)	0.055
Total vegetable (0-5)	0.969 (0.926-1.015)	0.180	0.975 (0.936-1.016)	0.228
Vegetable, excluding kimchi and pickles (0-5)	0.960 (0.921-1.000)	0.050	0.984 (0.949-1.020)	0.370
Meat, fish, eggs, and legumes (0-10)	0.989 (0.966-1.013)	0.383	0.990 (0.971-1.008)	0.271
Milk and dairy (0-10)	0.992 (0.978-1.007)	0.284	1.014 (1.001-1.027)	0.041
Moderation				
Sodium (0-10)	0.995 (0.972-1.018)	0.642	1.000 (0.978-1.023)	0.985
Saturated fatty acid (0-10)	0.999 (0.982-1.016)	0.912	0.990 (0.975-1.006)	0.236
Sweets and beverages (0-10)	0.962 (0.937-0.987)	0.004	0.980 (0.958-1.002)	0.078
Balance				
Carbohydrate (0-5)	1.010 (0.982-1.039)	0.490	1.009 (0.982-1.038)	0.506
Fat (0-5)	1.017 (0.987-1.047)	0.276	1.021 (0.994-1.049)	0.123
Total energy (0-5)	0.995 (0.969-1.023)	0.733	0.987 (0.963-1.012)	0.320

Adjusted for age, body mass index, educational level, household income level, occupational status, marital status, household type, region type, alcohol consumption, smoking status, physical activity, and total energy intake.

AOR, adjusted odd ratio; CI, confidence interval; KHEI, Korean Healthy Eating Index; hs-CRP, high-sensitivity C-reactive protein.

0.936-0.986; $p = 0.002$), ‘우유 및 유제품 섭취’ 점수가 1점 높을수록 hs-CRP 위험군이 될 오즈 비가 1.014배 증가하였다 (95% CI, 1.001-1.027; $p = 0.041$).

연구대상자의 고감도 C-반응 단백질과 복부비만의 관련성

Table 6은 hs-CRP와 복부비만 사이의 관련성을 파악하기 위하여 독립변수인 log hs-CRP와 종속변수인 허리둘레의 다중 선형 회귀분석을 실시하였다. 공변량을 보정한 후, 남녀 모두에서 허리둘레는 log hs-CRP와 유의한 관련이 있었다. 남성과 여성의 보정을 하지 않은 Model과 연령을 보정한 Model 1, 인구사회 특성을 추가로 보정한 Model 2에서는 log hs-CRP가 1 mg/L 증가함에 따라 허리둘레가 유의하게 증가하였으며, 이는 인구사회 특성, 건강형태와 관련된 변수들을 모두 보정한 Model 3에서도 log hs-CRP가 1 mg/L 증가함에 따라 허리둘레가 각각 0.4439 cm, 0.4106 cm 유의하게 증가하였다 (all, $p < 0.001$).

Table 7은 hs-CRP 정상군을 기준 집단으로 하여 종속변수인 복부비만과 다중 로지스틱 회귀 분석을 실시하였다. 공변량을 보정한 결과, 남녀 모두에서 유의한 관련이 나타났다. 남성의 경우 보정하지 않은 Model, 연령을 보정한 Model 1, 인구사회 특성을 추가로 보정한 Model 2

Table 6. Association between tertiles of log hs-CRP and abdominal obesity

Model	Men (n = 7,594)		Women (n = 10,176)	
	Beta ± SE	p-value	Beta ± SE	p-value
Unadjusted	3.030 ± 0.151	< 0.001	3.993 ± 0.134	< 0.001
Model 1 ¹⁾	2.960 ± 0.153	< 0.001	3.416 ± 0.131	< 0.001
Model 2 ²⁾	0.473 ± 0.059	< 0.001	0.417 ± 0.055	< 0.001
Model 3 ³⁾	0.444 ± 0.059	< 0.001	0.411 ± 0.055	< 0.001

hs-CRP, high-sensitivity C-reactive protein; SE, standard error; BMI, body mass index.

¹⁾Model 1: Adjusted for age; ²⁾Model 2: Adjusted for Model 1 plus BMI, education, income, occupational status, marital status, household type, and region type; ³⁾Model 3: Adjusted for Model 2 plus drinking, smoking, physical activity, and total energy intake.

Table 7. Adjusted OR and 95% CIs for hs-CRP levels according to abdominal obesity

hs-CRP	Unadjusted model		Model 1 ¹⁾		Model 2 ²⁾		Model 3 ³⁾	
	OR (95% CI)	p-value	OR (95% CI)	p-value	OR (95% CI)	p-value	OR (95% CI)	p-value
Men								
Normal (≤ 1.0)	1.00 (Ref.)		1.00 (Ref.)		1.00 (Ref.)		1.00 (Ref.)	
Risk (> 1.0)	2.530 (2.242–2.856)	< 0.001	2.494 (2.209–2.816)	< 0.001	1.496 (1.243–1.802)	< 0.001	1.451 (1.205–1.747)	< 0.001
Women								
Normal (≤ 1.0)	1.00 (Ref.)		1.00 (Ref.)		1.00 (Ref.)		1.00 (Ref.)	
Risk (> 1.0)	3.369 (3.036–3.737)	< 0.001	3.230 (2.886–3.614)	< 0.001	1.355 (1.148–1.599)	< 0.001	1.349 (1.141–1.594)	< 0.001

OR, odd ratio; CI, confidence interval; hs-CRP, high-sensitivity C-reactive protein; BMI, body mass index.

¹⁾Model 1: Adjusted for age; ²⁾Model 2: Adjusted for Model 1 plus BMI, education, income, occupational status, marital status, household type, and region type;

³⁾Model 3: Adjusted for Model 2 plus drinking, smoking, physical activity, and total energy intake.

에서 모두 유의한 양의 관련성이 나타났으며 (all, $p < 0.001$), 인구사회 특성, 건강형태와 관련된 변수들을 모두 보정한 Model 3에서도 hs-CRP 위험군이 hs-CRP 정상군에 비해 복부비만군이 될 오즈비가 1.451배 유의하게 증가하였다 (95% CI, 1.205–1.747; $p < 0.001$). 여성의 경우 보정하지 않은 Model, 연령을 보정한 Model 1, 인구사회 특성을 추가로 보정한 Model 2에서 유의한 양의 관련성이 나타났으며, 인구사회 특성, 건강형태와 관련된 변수들을 모두 보정한 Model 3에서도 hs-CRP 위험군이 hs-CRP 정상군에 비해 복부비만군이 될 오즈비가 1.349배 유의하게 증가하였다 (95% CI, 1.141–1.594; $p = 0.001$).

연구대상자의 식생활평가지수 점수와 복부비만 관계에서 고감도 C-반응 단백질의 매개 효과

Table 8과 **Table 9**는 KHEI 점수와 복부비만 사이에서 hs-CRP의 매개 효과를 나타냈다. 매개 효과를 파악하고 검증하기 위해 보정을 하지 않은 Model과 연령을 보정한 Model 1, 인구사회 특성을 추가로 보정한 Model 2, 인구사회 특성, 건강형태와 관련된 변수들을 모두 보정한 Model 3으로 단계적으로 분석 진행하였다. 본 연구에 사용한 bootstrapping 방식은 독립변수, 종속변수, 매개변수 간의 유의한 관련성이 있어야 했던 기존 매개분석과 다르게 세 변수의 유의한 관련성이 없더라도 bootstrapping 신뢰구간을 통해 총 효과 대비 매개변수를 통한 간접효과 비율 (proportion mediated, PM)을 구하고 이를 통해 매개 효과 여부를 확인할 수 있다. 이때, 95% CI에 '0'이 포함되지 않으면 그 결과가 유의한 것이다.

남성의 KHEI 점수와 복부비만 사이에서 hs-CRP의 매개 효과를 보았을 때, Unadjusted Model과 Model 1은 간접효과 (Natural indirect effect)에서 95% CI이 유의함을 확인하여 매개효과가 있음을 알 수 있었다. Model 2에서도 간접효과의 95% CI이 유의함을 확인하였으며, PM 값은 0.55494이었다. 이는 KHEI가 복부비만에 미치는 효과 (총 효과)에 대해 hs-CRP로 인한 효과 (간접효과)의 비율이 약 55.5%임을 의미한다. 마찬가지로 Model 3에서도 간접효과의 95% CI이 유의함을 확인하였으며, PM 값은 0.68668로 hs-CRP로 인한 매개 비율이 약 68.7%였다.

여성의 KHEI 점수와 복부비만 사이에서 hs-CRP의 매개 효과를 보았을 때, Unadjusted Model은 간접효과 (natural indirect effect)에서 95% CI이 유의함을 확인하여 매개효과가 있음을 알 수 있었다. Model 1에서도 간접효과의 95% CI이 유의함을 확인하였으며, PM 값은 0.25850이었다. 이는 KHEI가 복부비만에 미치는 효과 (총 효과)에 대해 hs-CRP로 인한 효과 (간접효과)의 비율이 약 25.9%임을 의미한다. Model 2에서도 간접효과의 95% CI이 유의함을 확인하였으며, PM 값은 0.32203로 hs-CRP로 인한 매개 비율이 약 32.2%였다. 마찬가지로 Model 3에서도 간접효과의 95% CI이 유의함을 확인하였으며, PM 값은 0.38106로 hs-CRP로 인한 매개 비율

Table 8. The mediation effects of hs-CRP on the associations of Korean Healthy Eating Index with abdominal obesity: men

Effect	Men			p-value
	Beta	95% CI		
		Lower limit	Upper limit	
Unadjusted				
CDE	-0.01803	-0.03237	-0.00369	0.014
NDE	-0.01803	-0.03237	-0.00369	0.014
NIE	0.00762	0.00379	0.01144	< 0.001
Total effect ¹⁾	-0.01041	-0.02523	0.00440	0.168
Proportion mediated ²⁾	NA ³⁾			
Model 1⁴⁾				
CDE	-0.01194	-0.02692	0.00304	0.118
NDE	-0.01194	-0.02692	0.00304	0.118
NIE	0.01459	0.01056	0.01861	< 0.001
Total effects	0.00265	-0.01276	0.01807	0.736
Proportion mediated	NA			
Model 2⁴⁾				
CDE	0.00499	-0.00697	0.01695	0.413
NDE	0.00499	-0.00697	0.01695	0.413
NIE	0.00622	0.00382	0.00863	< 0.001
Total effects	0.01122	-0.00094	0.02337	0.071
Proportion mediated	0.55494			
Model 3⁴⁾				
CDE	0.00252	-0.00973	0.01477	0.687
NDE	0.00252	-0.00973	0.01477	0.687
NIE	0.00552	0.00308	0.00795	< 0.001
Total effects	0.00804	-0.00442	0.02049	0.206
Proportion mediated	0.68668			

hs-CRP, high-sensitivity C-reactive protein; CI, confidence interval; CDE, controlled direct effect; NDE, natural direct effect; NIE, natural indirect effect; NA, not available.

¹⁾Total Effect = NDE + NIE.

²⁾Proportion Mediated = NIE/Total Effect.

³⁾NA means the proportion of indirect effects could not be explained because the direction of the indirect and direct effects were opposite.

⁴⁾Model 1: Adjusted for age; Model 2: Adjusted for Model 1 plus body mass index, educational level, household income level, occupational status, marital status, household type, and region type; Model 3: Adjusted for Model 2 plus alcohol consumption, smoking status, physical activity, and total energy intake.

이 약 38.1%였다. 각 결과를 통해 공변량을 모두 추가하였을 때 KHEI가 복부비만에 미치는 총 효과 대비 hs-CRP로 인한 간접효과가 가지는 비율은 점점 증가하였으며 유의한 것을 확인할 수 있었다.

고찰

본 연구는 우리나라 만 19세 이상 성인의 식생활평가지수 (KHEI)와 대사증후군의 관련성을 hs-CRP의 매개 효과를 중심으로 알아보기 위해 질병관리청 국민건강영양조사 2015년부터 2018년도 4개년도 원시 자료를 활용하여 분석하였다.

본 연구의 주요 결과는 다음과 같다. KHEI와 복부비만의 관계를 살펴보았을 때, 남성의 경우 공변량을 통제 후 유의한 연관성을 볼 수 없었고, 여성의 경우 3삼분위 그룹이 1삼분위 그룹보다 복부비만 유병률이 유의적으로 낮았다. 폴란드인을 대상으로 한 단면연구에 따르면, HEI총 점수와 허리둘레 사이에 약한 음의 상관관계가 있으며 [31], 이는 식이 점수와 복부비

Table 9. The mediation effects of hs-CRP on the associations of Korean Healthy Eating Index with abdominal obesity: women

Effect	Women			p-value
	Beta	95% CI		
		Lower limit	Upper limit	
Unadjusted				
CDE	-0.02789	-0.04050	-0.01528	< 0.001
NDE	-0.02789	-0.04050	-0.01528	< 0.001
NIE	0.00330	-0.00172	0.00832	0.198
Total effect ¹⁾	-0.02459	-0.03816	-0.01102	< 0.001
Proportion mediated ²⁾	NA ³⁾			
Model 1⁴⁾				
CDE	0.03406	0.02189	0.04623	< 0.001
NDE	0.03406	0.02189	0.04623	< 0.001
NIE	0.01187	0.00743	0.01632	< 0.001
Total effects	0.04594	0.03301	0.05886	< 0.001
Proportion mediated	0.25850			
Model 2⁴⁾				
CDE	0.00571	-0.00383	0.01525	0.241
NDE	0.00571	-0.00383	0.01525	0.241
NIE	0.00271	0.00054	0.00488	0.014
Total effects	0.00842	-0.00136	0.01820	0.091
Proportion mediated	0.32203			
Model 3⁴⁾				
CDE	0.00381	-0.00601	0.01362	0.447
NDE	0.00381	-0.00601	0.01362	0.447
NIE	0.00234	0.00012	0.00457	0.039
Total effects	0.00615	-0.00391	0.01621	0.231
Proportion mediated	0.38106			

hs-CRP, high-sensitivity C-reactive protein; CI, confidence interval; CDE, controlled direct effect; NDE, natural direct effect; NIE, natural indirect effect; NA, not available.

¹⁾Total Effect = NDE + NIE.

²⁾Proportion Mediated = NIE/Total Effect.

³⁾NA means the proportion of indirect effects could not be explained because the direction of the indirect and direct effects were opposite.

⁴⁾Model 1: Adjusted for age; Model 2: Adjusted for Model 1 plus body mass index, educational level, household income level, occupational status, marital status, household type, and region type; Model 3: Adjusted for Model 2 plus alcohol consumption, smoking status, physical activity, and total energy intake.

만의 연관성을 연구한 많은 선행논문과 동일한 결과이다 [22,24,32]. Choi 등 [33]의 2016–2018년 국민건강영양조사 자료를 사용한 연구에 따르면, 남성의 경우 KHEI점수가 높을수록 복부비만 유병률이 유의하게 감소하는 결과를 보여 (OR, 0.99; $p < 0.05$), 연관성이 없었던 본 연구결과와 차이가 있었으나, 여성은 KHEI점수가 높을수록 복부비만 유병률이 유의하게 감소하는 결과를 보여 (OR, 0.99; $p < 0.01$) 본 연구결과와 동일하였다. 하지만 이러한 결과들은 교란변수를 통제하지 않은 결과로 본 연구에서는 연관성 분석 시 변수들 사이에 영향을 미칠 수 있는 변수들을 보정하였기 때문에 본 연구와 차이가 있는 것으로 판단된다. 선행연구에 따르면 고소득층은 더 비싼 건강한 음식에 대한 구매력이 높은 반면, 저소득층은 선택의 폭이 비교적 제한적이며, 저소득층에 비해 고소득층에서 복부비만 유병률이 더 낮았다 [34]. 따라서, 소득수준과 식생활 요인은 상호작용하여 복부비만에 영향을 미칠 수 있음을 시사한다.

KHEI와 hs-CRP위험군의 관계를 살펴보았을 때, 남성과 여성에서 KHEI가 가장 높은 3삼분위 그룹이 1삼분위 그룹보다 hs-CRP위험군 유병률이 유의적으로 낮아짐을 확인되었다. 이러한 역의 관련성은 선행논문과 유사하다. Park 등 [35]의 미국 성인을 대상으로 실시한 횡단면 연구에서 AHEI 점수와 hs-CRP 사이의 역의 연관성을 발견하였으며, 이 외에도 여러 이전

연구에서 높은 AHEI 점수가 hs-CRP를 비롯한 염증 지표의 감소와 관련이 있다는 것을 밝힌 바 있다 [36]. Ford 등 [37]의 20세 이상의 미국인을 대상으로 HEI 점수와 hs-CRP를 비교한 횡단면 연구에 따르면, HEI 점수가 hs-CRP 농도 상승과 역의 연관성을 밝혔으며, 특히 구성 항목 중 ‘잡곡섭취’가 상승된 hs-CRP 농도와 반비례 관계가 있었다 [38]. 또한, ‘당류, 음료류의 에너지섭취비율’과 hs-CRP를 연구한 몇몇의 선행 논문에서도 역의 연관성을 보였다 [39,40]. 과당 섭취는 내방 지방 조직을 증가시키며 [41], 증가된 내방 지방 조직은 hs-CRP, IL-6과 같은 염증성 사이토카인을 생성한다 보고된 바 있다 [42]. Esmailzadeh 등 [43]의 40-60세 중년 여성의 과일 및 채소 섭취량과 hs-CRP의 관련성 연구에 따르면 과일과 야채 섭취량이 많을수록 hs-CRP농도가 낮아졌다. 이는 남성에서 KHEI의 구성항목인 ‘잡곡섭취’, ‘당류, 음료류의 에너지섭취비율’ 점수가 높을수록 hs-CRP위험군 유병률이 감소하였고, 여성에서 ‘총 과일 섭취’ 점수가 높을수록 hs-CRP위험군 유병률이 감소하는 본 연구의 결과와 유사하다. 한편, 본 연구에서는 여성에서 ‘우유 및 유제품 섭취’ 점수가 높을수록 hs-CRP 위험군이 될 오즈비가 유의하게 증가하는 결과를 나타냈지만, 유제품 섭취와 염증성 바이오파커에 미치는 영향을 기록한 연구 결과는 음의 연관성이 있었거나 유의한 결과가 없었다 [44,45]. 이는 ‘우유 및 유제품 섭취’에 버터, 아이스크림 등의 고지방 또는 고당 유제품을 포함하고 있어 차이가 있는 것으로 추측된다.

본 연구에서 남성과 여성에서 hs-CRP와 복부비만 간의 유의한 양의 연관성을 보였다. 여러 이전 연구에서도 hs-CRP와 일반 비만 및 복부 비만 사이의 유의한 연관이 있다고 보고되었다 [46,47]. 지방 조직은 사이토카인의 분비를 촉진하며, 이는 hs-CRP의 간 합성을 촉진하게 된다. 간은 내장 지방 조직, 순환하는 트리아실글리세롤 및 유리 지방산을 배출하여 사이토카인 분비를 증가시키고 염증 환경을 촉진하게 된다 [48]. 국내 선행연구를 살펴보면, Song 등 [49]의 2013-2015년에 시행한 국민건강영양조사 자료를 이용한 연구에서 여성의 복부비만과 hs-CRP사이에 유의한 양의 연관성이 발견되었다 (OR, 2.84; 95% CI, 1.16-6.96).

이러한 결과들을 토대로 매개 효과 분석 결과를 살펴보면 공변량을 단계적으로 보정할수록 간접매개 효과 비율이 증가하였다. 최종적으로 남성에서는 KHEI와 복부비만의 관련성에서 hs-CRP의 매개 효과 비율이 68.7%이었으며, 여성에서는 38.1%로 나타났다. 이는 성별에 따라 매개 효과의 차이가 있으며 KHEI와 복부비만 관계에서 hs-CRP 외의 나이, 교육수준, 흡연 등의 다른 요인이 중요한 영향을 미칠 수 있다고 추정된다. 건강한 식이 패턴은 hs-CRP 농도와 역의 연관성이 있으며 [40], 염증과 복부비만을 줄일 수 있다 [35]. 낮은 KHEI 점수는 특히 남성에서 비만 및 복부비만 유병률과 관련성이 있으며 [35-38], 비만은 hs-CRP 농도를 증가시켜 염증 반응을 촉진시킬 수 있다 [39]. 이에 여성보다 KHEI가 낮은 남성에서 hs-CRP의 매개 효과가 높다고 추측된다 [40].

본 연구는 몇 가지 제한점이 있다. 첫째, 소득수준, 교육수준, 직업 유무 등 사용한 공변량은 자기 기입식으로 조사된 자료로 응답자의 주관적 기억 혹은 가치에 대한 bias가 생길 수 있다. 따라서 관련성에 대한 명확한 결과를 분석하기 위해 보다 객관적인 측정값들이 필요하다. 둘째, 본 연구는 일정 시점에서 분석한 단면조사로 관련성이 관찰된 요인 간의 인과관계를 명확하게 설명하기는 어렵다. 셋째, KHEI는 24시간 회상법을 이용한 식사의 질 평가로 응답자의 평소 식사섭취가 반영되지 않을 수 있다. 이러한 제한점에도 불구하고 본 연구는 한국인을 대표하는 국민건강영양조사 데이터를 기반으로 가중치를 적용한 복합표본분석방법을

사용하여 우리나라 성인의 KHEI와 hs-CRP 및 복부비만과의 관련성을 다양하게 분석한 최초의 연구라는 점에서 가치가 있다.

지속적인 복부비만 발생 증가로 건강한 식생활을 통해 복부비만을 예방하는 방법 또한 지속적으로 증가할 것으로 예상된다. 따라서, 식생활 지침 기반의 식생활교육을 통해 올바른 에너지 및 영양소 섭취를 하여 식사의 질을 높여 복부비만을 예방하는 것은 중요하며, 본 연구를 통해 복부비만 유병을 낮추기 위한 공중 보건 프로그램 개발 및 교육 자료의 기초 자료로 활용되기를 기대한다.

요약

본 연구는 국민건강영양조사 2015년부터 2018년도 자료를 활용하여 우리나라 만 19세 이상 성인의 KHEI와 복부비만의 관련성 및 hs-CRP의 매개 효과를 분석한 연구이다. 한국 성인 남성의 경우 허리둘레 90 cm 이상, 여성은 허리둘레 85 cm 이상인 경우에 복부비만군으로 정의하였다. 남성에서 복부비만군은 2,587명, 정상군은 5,007명이었고 여성의 복부비만군은 2,869명, 정상군은 7,307명이였다. KHEI, hs-CRP, 복부비만의 연관성 분석에서는 모든 공변량을 보정하였을 때 남성의 KHEI는 복부비만과 유의한 연관이 없었지만, hs-CRP와 음의 연관성이 있었다. 여성의 경우, 복부비만과 hs-CRP 모두 음의 연관성이 관찰되었다. 또한, 남성과 여성에서 hs-CRP 위험군 (> 1.0 mg/L) 이 hs-CRP 정상군 (≤ 1.0 mg/L)보다 복부비만 유병률이 유의하게 높았다. Bootstrapping을 이용한 매개효과 분석에서는 KHEI와 복부비만 관계에서 hs-CRP가 매개 효과를 가지는 것으로 나타났으며 공변량을 단계적으로 보정하였을 때 증가하는 양상이 나타났다. 결론적으로, 본 연구 결과는 균형잡힌 식생활을 통한 높은 식사의 질이 hs-CRP에 영향을 미쳐 복부비만 예방에 중요한 영향을 미칠 수 있음을 시사한다.

REFERENCES

1. Bae Y. Relationship among practicing healthy diet and metabolic syndrome indicators in adults - from the Korea National Health and Nutrition Examination Survey, 2013-2014. *J Nutr Health* 2016; 49(6): 459-470. [CROSSREF](#)
2. Yun S, Oh K. Development and status of Korean healthy eating index for adults based on the Korea national health and nutrition examination survey. *Public Health Wkly Rep* 2018; 11(52): 1764-1772.
3. Huh E, Yun M, Sohn A. Waist to hip ratio by coronary artery disease diagnosis in adult women: based on 1st-9th community based cohort study. *J Korea Contents Assoc* 2023; 23(1): 723-731. [CROSSREF](#)
4. Skinner AC, Perrin EM, Moss LA, Skelton JA. Cardiometabolic risks and severity of obesity in children and young adults. *N Engl J Med* 2015; 373(14): 1307-1317. [PUBMED](#) | [CROSSREF](#)
5. Jin Y. Relationship between abdominal obesity and cardiometabolic risk in schoolchildren: mediating effects of handgrip strength. *Korean J Elementary Phys Educ* 2023; 29(1): 69-82.
6. Yoo JE, Han K, Jung JH, Hur YI, Kim YH, Kim ES, et al. Body mass index, waist circumference and cardiovascular diseases in transitional ages (40 and 66 years). *J Cachexia Sarcopenia Muscle* 2023; 14(1): 369-381. [PUBMED](#) | [CROSSREF](#)
7. Haffner S, Taegtmeier H. Epidemic obesity and the metabolic syndrome. *Circulation* 2003; 108(13): 1541-1545. [PUBMED](#) | [CROSSREF](#)
8. Prasad DS, Kabir Z, Dash AK, Das BC. Abdominal obesity, an independent cardiovascular risk factor in Indian subcontinent: a clinico epidemiological evidence summary. *J Cardiovasc Dis Res* 2011; 2(4): 199-205. [PUBMED](#) | [CROSSREF](#)

9. Ansarimoghaddam A, Adineh HA, Zareban I, Iranpour S, HosseinZadeh A, Kh F. Prevalence of metabolic syndrome in Middle-East countries: meta-analysis of cross-sectional studies. *Diabetes Metab Syndr* 2018; 12(2): 195-201. [PUBMED](#) | [CROSSREF](#)
10. GBD 2015 Obesity Collaborators, Afshin A, Forouzanfar MH, Reitsma MB, Sur P, Estep K, et al. Health effects of overweight and obesity in 195 countries over 25 years. *N Engl J Med* 2017; 377(1): 13-27. [PUBMED](#) | [CROSSREF](#)
11. Mills CD. M1 and M2 macrophages: oracles of health and disease. *Crit Rev Immunol* 2012; 32(6): 463-488. [PUBMED](#) | [CROSSREF](#)
12. Chylikova J, Dvorackova J, Tauber Z, Kamarad V. M1/M2 macrophage polarization in human obese adipose tissue. *Biomed Pap Med Fac Univ Palacky Olomouc Czech Repub* 2018; 162(2): 79-82. [PUBMED](#) | [CROSSREF](#)
13. Park CY, Yoo HJ. Inflammation and obesity. *J Korean Soc Endocrinol* 2004; 19(2): 97-108.
14. Pereira SS, Alvarez-Leite JJ. Low-grade inflammation, obesity, and diabetes. *Curr Obes Rep* 2014; 3(4): 422-431. [PUBMED](#) | [CROSSREF](#)
15. Sudhakar M, Silambanan S, Chandran AS, Prabhakaran AA, Ramakrishnan R. C-reactive protein (CRP) and leptin receptor in obesity: binding of monomeric CRP to leptin receptor. *Front Immunol* 2018; 9: 1167. [PUBMED](#) | [CROSSREF](#)
16. Pepys MB, Hirschfield GM. C-reactive protein: a critical update. *J Clin Invest* 2003; 111(12): 1805-1812. [PUBMED](#) | [CROSSREF](#)
17. Poggio R, Elorriaga N, Gutierrez L, Irazola V, Rubinstein A, Danaei G. Associations between dietary patterns and serum lipids, apo and C-reactive protein in an adult population: evidence from a multi-city cohort in South America. *Br J Nutr* 2017; 117(4): 548-555. [PUBMED](#) | [CROSSREF](#)
18. Ebrahimi Z, Shojaeian Z, Amiri F, Esmailzadeh A, Sadeghi O, Esteghamati A, et al. Association of major dietary patterns with advanced glycation end products and high-sensitivity C-reactive protein in people with type 1 diabetes mellitus. *Nutr J* 2023; 22(1): 37. [PUBMED](#) | [CROSSREF](#)
19. Chatelan A, Castetbon K, Pasquier J, Allemann C, Zuber A, Camenzind-Frey E, et al. Association between breakfast composition and abdominal obesity in the Swiss adult population eating breakfast regularly. *Int J Behav Nutr Phys Act* 2018; 15(1): 115. [PUBMED](#) | [CROSSREF](#)
20. Chang WC, Wahlqvist ML, Chang HY, Hsu CC, Lee MS, Wang WS, et al. A bean-free diet increases the risk of all-cause mortality among Taiwanese women: the role of the metabolic syndrome. *Public Health Nutr* 2012; 15(4): 663-672. [PUBMED](#) | [CROSSREF](#)
21. Fock KM, Khoo J. Diet and exercise in management of obesity and overweight. *J Gastroenterol Hepatol* 2013; 28 Suppl 4: 59-63. [PUBMED](#) | [CROSSREF](#)
22. Riseberg E, Tamez M, Tucker KL, Rodriguez Orengo JF, Mattei J. Associations between diet quality scores and central obesity among adults in Puerto Rico. *J Hum Nutr Diet* 2021; 34(6): 1014-1021. [PUBMED](#) | [CROSSREF](#)
23. Li J, Qiu L, Ren Y, Wang W, Li M, Zhang J. The correlation of dietary inflammatory index with overweight, obesity and abdominal obesity: a meta-analysis. *Chin Gen Pract* 2023; 26(32): 4089-4097. [CROSSREF](#)
24. Funtikova AN, Benítez-Arciniega AA, Gomez SF, Fitó M, Elosua R, Schröder H. Mediterranean diet impact on changes in abdominal fat and 10-year incidence of abdominal obesity in a Spanish population. *Br J Nutr* 2014; 111(8): 1481-1487. [PUBMED](#) | [CROSSREF](#)
25. Hodge AM, Karim MN, Hébert JR, Shivappa N, Milne RL, de Courten B. Diet scores and prediction of general and abdominal obesity in the Melbourne collaborative cohort study. *Public Health Nutr* 2021; 24(18): 6157-6168. [PUBMED](#) | [CROSSREF](#)
26. Jung YE, Kang KY. Elevated hs-CRP level is associated with depression in younger adults: results from the Korean National Health and Nutrition Examination Survey (KNHANES 2016). *Psychoneuroendocrinology* 2019; 109: 104397. [PUBMED](#) | [CROSSREF](#)
27. Lee YJ, Lee JH, Shin YH, Kim JK, Lee HR, Lee DC. Gender difference and determinants of C-reactive protein level in Korean adults. *Clin Chem Lab Med* 2009; 47(7): 863-869. [PUBMED](#) | [CROSSREF](#)
28. Son DH, Song SA, Lee YJ. Association between C-reactive protein and relative handgrip strength in postmenopausal Korean women aged 45-80 years: a cross-sectional study. *Clin Interv Aging* 2022; 17: 971-978. [PUBMED](#) | [CROSSREF](#)
29. Momiyama Y, Kawaguchi A, Kajiwarai I, Ohmori R, Okada K, Saito I, et al. Prognostic value of plasma high-sensitivity C-reactive protein levels in Japanese patients with stable coronary artery disease: the Japan NCV-Collaborative Inflammation Cohort (JNIC) Study. *Atherosclerosis* 2009; 207(1): 272-276. [PUBMED](#) | [CROSSREF](#)
30. Haam JH, Kim BT, Kim EM, Kwon H, Kang JH, Park JH, et al. Diagnosis of obesity: 2022 update of clinical practice guidelines for obesity by the Korean Society for the Study of Obesity. *J Obes Metab Syndr* 2023; 32(2): 121-129. [PUBMED](#) | [CROSSREF](#)

31. Konikowska K, Bombala W, Szuba A, Różańska D, Regulska-Ilow B. Metabolic syndrome is associated with low diet quality assessed by the Healthy Eating Index-2015 (HEI-2015) and low concentrations of high-density lipoprotein cholesterol. *Biomedicines* 2022; 10(10): 2487. [PUBMED](#) | [CROSSREF](#)
32. Shin S, Lee S. Relation between the total diet quality based on Korean Healthy Eating Index and the incidence of metabolic syndrome constituents and metabolic syndrome among a prospective cohort of Korean adults. *Korean J Community Nutr* 2020; 25(1): 61-70. [CROSSREF](#)
33. Choi SA, Chung SS, Rho JO. Benefits of adherence to the Korea Healthy Eating Index on the risk factors and incidence of the metabolic syndrome: analysis of the 7th (2016–2018) Korea National Health and Nutrition Examination Survey. *J Nutr Health* 2022; 55(1): 120-140. [CROSSREF](#)
34. Tutunchi H, Asghari Jafarabadi M, Hoojehani S, Tabrizi S, Farrin N, Payahoo L, et al. General and abdominal obesity is related to socioeconomic status and food choices: a cross-sectional study. *Nutr Food Sci* 2020; 50(1): 61-73. [CROSSREF](#)
35. Park KH, Zaichenko L, Peter P, Davis CR, Crowell JA, Mantzoros CS. Diet quality is associated with circulating C-reactive protein but not irisin levels in humans. *Metabolism* 2014; 63(2): 233-241. [PUBMED](#) | [CROSSREF](#)
36. Vahid F, Jalili M, Rahmani W, Nasiri Z, Bohn T. A higher Healthy Eating Index is associated with decreased markers of inflammation and lower odds for being overweight/obese based on a case-control study. *Nutrients* 2022; 14(23): 5127. [PUBMED](#) | [CROSSREF](#)
37. Ford ES, Mokdad AH, Liu S. Healthy Eating Index and C-reactive protein concentration: findings from the National Health and Nutrition Examination Survey III, 1988-1994. *Eur J Clin Nutr* 2005; 59(2): 278-283. [PUBMED](#) | [CROSSREF](#)
38. Marshall S, Petocz P, Duve E, Abbott K, Cassettari T, Blumfield M, et al. The effect of replacing refined grains with whole grains on cardiovascular risk factors: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials with GRADE clinical recommendation. *J Acad Nutr Diet* 2020; 120(11): 1859-1883.e31. [PUBMED](#) | [CROSSREF](#)
39. Jin R, Welsh JA, Le NA, Holzberg J, Sharma P, Martin DR, et al. Dietary fructose reduction improves markers of cardiovascular disease risk in Hispanic-American adolescents with NAFLD. *Nutrients* 2014; 6(8): 3187-3201. [PUBMED](#) | [CROSSREF](#)
40. Koebnick C, Black M, Wu J, Shu Y, Buchanan T, Xiang A. Abstract MP013: Diet high in sweets and sugar-sweetened beverages but low in fruits and vegetables is associated with pro-inflammatory adipokine profile in Mexican Americans at risk for diabetes. *Circulation* 2017; 135(suppl_1): AMP013. [CROSSREF](#)
41. Vos MB, Lavine JE. Dietary fructose in nonalcoholic fatty liver disease. *Hepatology* 2013; 57(6): 2525-2531. [PUBMED](#) | [CROSSREF](#)
42. Tiniakos DG, Vos MB, Brunt EM. Nonalcoholic fatty liver disease: pathology and pathogenesis. *Annu Rev Pathol* 2010; 5(1): 145-171. [PUBMED](#) | [CROSSREF](#)
43. Esmailzadeh A, Kimiagar M, Mehrabi Y, Azadbakht L, Hu FB, Willett WC. Fruit and vegetable intakes, C-reactive protein, and the metabolic syndrome. *Am J Clin Nutr* 2006; 84(6): 1489-1497. [PUBMED](#) | [CROSSREF](#)
44. Labonté MÈ, Couture P, Richard C, Desroches S, Lamarche B. Impact of dairy products on biomarkers of inflammation: a systematic review of randomized controlled nutritional intervention studies in overweight and obese adults. *Am J Clin Nutr* 2013; 97(4): 706-717. [PUBMED](#) | [CROSSREF](#)
45. Nieman KM, Anderson BD, Cifelli CJ. The effects of dairy product and dairy protein intake on inflammation: a systematic review of the literature. *J Am Coll Nutr* 2021; 40(6): 571-582. [PUBMED](#) | [CROSSREF](#)
46. Lavanya K, Ramamoorthi K, Acharya R, Madhyastha S. Association between overweight, obesity in relation to serum hs-CRP levels in adults 20-70 years. *J Clin Diagn Res* 2017; 11(12): OC32-OC35. [CROSSREF](#)
47. Paepegaey AC, Genser L, Bouillot JL, Oppert JM, Clément K, Poitou C. High levels of CRP in morbid obesity: the central role of adipose tissue and lessons for clinical practice before and after bariatric surgery. *Surg Obes Relat Dis* 2015; 11(1): 148-154. [PUBMED](#) | [CROSSREF](#)
48. Brooks GC, Blaha MJ, Blumenthal RS. Relation of C-reactive protein to abdominal adiposity. *Am J Cardiol* 2010; 106(1): 56-61. [PUBMED](#) | [CROSSREF](#)
49. Song Y, Yang SK, Kim J, Lee DC. Association between C-reactive protein and metabolic syndrome in Korean adults. *Korean J Fam Med* 2019; 40(2): 116-123. [PUBMED](#) | [CROSSREF](#)