

우리나라 성인의 영양소 섭취와 고감도 C-반응단백과의 연관성 연구 : 2015년 국민 건강영양조사 자료를 활용하여*

윤주경^{1**} · 송수진^{2**} · 조진아^{1†}

충남대학교 식품영양학과¹, 한남대학교 식품영양학과²

Association between nutrient intake and serum high sensitivity C-reactive protein level in Korean adults: Using the data from 2015 Korea National Health and Nutrition Examination Survey*

Yoon, Ju-Gyeong^{1**} · Song, SuJin^{2**} · Cho, Jin Ah^{1†}

¹Department of Food and Nutrition, Chungnam National University, Daejeon 34134, Korea

²Department of Food and Nutrition, Hannam University, Daejeon 34054, Korea

ABSTRACT

Purpose: There have been limited studies investigating the relationship between high-sensitivity C-reactive protein (hsCRP), metabolic diseases, and dietary factors in Korean adults. Here, we examined the association between nutrient intake and serum hsCRP among Korean adults. **Methods:** Using data on 2,624 healthy Korean adults (1,537 women and 1,087 men) from the 2015 Korea National Health and Nutrition Examination Survey, demographic, anthropometric, biochemical, and dietary factors were analyzed once the subjects were grouped into either sex, age, or BMI. Nutrient intake was evaluated using the dietary data obtained by one-day 24-hour recall. Based on the guidelines of the US Centers for Disease Control and Prevention and the American Heart Association, hsCRP level was classified as HCRPG (High CRP Group, hsCRP > 1 mg/L) and LCRPG (Low CRP Group, hsCRP ≤ 1 mg/L). Proc surveyreg procedure was performed to examine the associations between nutrient intake and hsCRP after adjustment for potential confounding variables. **Results:** The average hsCRP level of healthy Korean adults was 0.95 ± 0.03 mg/L (0.97 ± 0.04 mg/L in men, 0.92 ± 0.05 mg/L in women). Obese subjects had significantly higher hsCRP than non-obese subjects in both sexes. The hsCRP level was positively associated with current smoking, physical inactivity, BMI, waist circumference, fasting blood glucose, triglycerides, total cholesterol, LDL-cholesterol, and blood pressure and inversely associated with HDL-cholesterol. LCRPG had significantly higher intake of dietary fiber compared to HCRPG in women. High hsCRP level was associated with more dietary cholesterol intake but less omega-3 fatty acid intake among subjects aged ≥ 50y. HCRPG of obese subjects had higher intakes of fat and saturated fatty acid than LCRPG. **Conclusion:** The hsCRP level is closely associated with several lifestyle variables and nutrient intake in healthy Korean adults. Individuals with high hsCRP level show low intakes of dietary fiber and omega-3 fatty acids but high intakes of dietary fat and cholesterol. Our findings suggest that a potential anti-inflammatory role for nutrients and lifestyle in the Korean adult population.

KEY WORDS: hsCRP, dietary fiber, fat, cholesterol, omega-3 fatty acid

서 론

만성질환은 장시간 서서히 진행되는 비 감염성 질환으

로, 심혈관계질환 (심근경색 및 뇌졸중), 만성폐질환 (만성 폐쇄성폐질환, 천식), 당뇨, 암 등이 해당된다.¹ 전 세계적으로 만성질환은 보건의료뿐만 아니라 사회경제적 부담

Received: September 14, 2017 / Revised: October 10, 2017 / Accepted: October 31, 2017

* This research was supported by the Ministry of Education of the Republic of Korea and the National Research Foundation of Korea (NRF-2016-1964-01), Chungnam National University Research grant and 2017 Hannam University Research fund.

** These authors contributed equally to this article.

† To whom correspondence should be addressed.

tel: +82-42-821-6833, e-mail: jacho@cnu.ac.kr

© 2017 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.

요인으로 대두되고 있으며, 우리나라는 고령화, 식사의 서구화, 생활 습관의 변화 등으로 인해 2015년 기준 만성질환으로 인한 사망이 전체 사망의 81%를 차지하고, 사망 원인 상위 10위 중 7개가 만성질환에 해당하는 실정이다.²

염증은 감염 및 조직 손상과 같은 유해한 자극 또는 특정 질병 상태에 의해 유발되는 적응 반응을 말한다.³ 적절한 염증 반응은 체내 항상성을 유지하기 위한 유익한 반응이지만, 조절되지 않는 만성적인 염증 반응은 산화적 손상을 유발하여 만성질환으로 진행될 수 있다.^{4,5} C-reactive protein (CRP)은 여러 사이토카인에 반응하여 간에서 생산되고 혈액으로 분비되는 급성기 반응물질로서 비특이적인 염증 지표로 알려져 있다.⁶ 미국질병관리본부 (CDC)와 미국심장협회 (AHA)에서 성인의 심혈관질환 위험도를 CRP 수준으로 분류하고 있을 정도로 CRP는 강력한 심혈관질환의 예측인자로 사용되고 있다.⁷ 혈중 CRP 수치는 건강한 성인에서는 비교적 낮은 반면 화상, 감염, 심혈관질환, 류마티스, 염증성장질환, 특정 암의 발병에 의해 체내 염증이 생겼을 경우^{8,9} 혹은 비만, 흡연과 같이 생활습관과 연관된 만성질환이 진행되었을 때 상승한다.^{10,11} 이에 따라 CRP를 당뇨, 동맥경화와 같은 각종 만성질환의 진단이나 조기 발견을 위한 생화학적 지표로 사용하기 위한 연구가 활발하게 진행되고 있다.¹² Muhammad 등은 당뇨 과거력이 없는 건강한 (60.8% 여성)을 평균 15.6년 동안 추적한 결과, 연구 기간 동안 당뇨로 판정 받은 성인들에게서 CRP가 유의적으로 상승한 것을 확인하여 당뇨의 발병위험을 예측할 수 있는 근거를 제시하였다.¹³ 미국의 women's health study를 비롯한 여러 연구에서 BMI가 CRP 농도 상승의 유의적 예측인자라는 결과를 보고하였으며,¹⁴ 건강한 남성에서 CRP 수준의 증가와 심근경색 및 뇌졸중의 발병 사이의 상관관계 또한 보고되었다.¹⁵

CRP 수준은 식사요인, 흡연, 음주, 신체활동, 비만 등 여러가지 생활 습관의 영향을 받는 것으로 알려져 있으나, 그 중에서도 식사 요인과 밀접한 관련성이 있는 것으로 알려져 있다.^{11,16,17} 2017년 메타분석 연구에서는 DASH 식이요법을 실시하였을 때 CRP 수준이 감소했다고 보고하였고,¹⁸ 이란의 한 연구에서는 고지방식사를 하였을 때 CRP 농도가 상승함을 보였다.¹⁹ 또한 미국 국민건강영양조사를 활용하여 진행한 연구 결과 식이섬유 섭취량이 낮은 대상자의 CRP 수준이 높았다는 보고가 있으며,^{20,21} 건강한 한국인을 대상으로 식사패턴이 CRP에 미치는 영향을 분석한 선행 연구에서는 '채소' 식사패턴과 CRP 수준이 유의 상관관계를 나타내었다.²² 국외에서는 CRP를 이용한 연구가 활발하게 진행되고 있으나, 국내에서는 대규모의 건강

한 성인을 대상으로 CRP와 식사 요인의 관련성을 분석한 연구는 희박한 실정이다. 그러므로 한국인을 대상으로 만성질환의 강력한 예측인자인 CRP 수준과 관련된 식사 요인을 파악하는 것은 한국인의 만성질환의 예방과 관리를 위한 식사 지침을 마련하는데 있어 중요하다. 따라서 본 연구에서는 2015년 국민건강영양조사에서 측정된 고감도 C-반응 단백질 (high-sensitivity CRP, hsCRP)을 활용하여, 우리나라 성인에서의 성별, 연령, 비만여부에 따른 CRP 수치의 분포를 파악하고, CRP 수준과 영양소 섭취와의 연관성을 확인하고자 하였다.

연구방법

연구 대상자

본 연구의 연구자료로 사용한 국민건강영양조사는 국민의 건강수준을 파악하기 위해 필요한 국가 수준의 기초 통계 조사로 보건복지부 질병관리본부에서 매년 수행하고 있다. 분석에 이용한 대상자는 2015년 국민건강영양조사의 검진 및 영양 조사에 참여한 만 19세 이상 성인 5,945명 중 1) 각종 암, 당뇨, 뇌졸중, 심근경색증 또는 협심증의 의사 진단을 받은 적이 있거나, 혈압조절제 혹은 이상지질혈증 약물을 복용하는 경우 (1,747명), 2) 임신, 수유부인 경우 (72명), 3) 검진조사 시 공복 시간이 8시간 이하인 경우 (497명), 4) 1일 에너지 섭취량이 500 kcal 이하이거나 5,000 kcal 이상인 경우 (502명), 5) CRP 값이 10.00 mg/L 이상인 경우 (51명) 6) 검진과 영양 관련 변수에서 결측치를 가진 경우 (452명)를 모두 제외한 뒤, 총 2,624명이 선정되었다. 대상자의 선정 과정은 Fig. 1과 같다. 본 연구는 국가가 조사한 자료의 2차 분석으로, 충남대학교 생명윤리위원회의 심의 면제 승인을 받아 수행하였다 (승인번호 : 201709-SB-021-01).

식사 변수

대상자들의 식사 섭취는 1일의 24시간 회상법을 통해 조사하였다. 정확한 조사를 위해 영양사 2명으로 구성된 영양조사팀이 가구를 방문하여 개인별 면접방법으로 수행하였고, 식사에 영향을 주는 요인이 많은 검진 조사를 완료하고 1주일 정도 이후에 영양조사를 실시하였다. 조사한 자료는 식품성분표 제8개정판 (2011)과 질병관리본부 건강영양조사과에서 구축한 식이섬유, 지방산, 콜레스테롤 DB를 이용해 에너지, 탄수화물, 단백질, 지방, 식이섬유, 포화지방산, 단일불포화지방산, 다가불포화지방산, 오메가 3 지방산, 오메가 6 지방산, 콜레스테롤의 영양소 섭취량을 산출하였다. 영양소 섭취를 평가하기 위해서 탄수

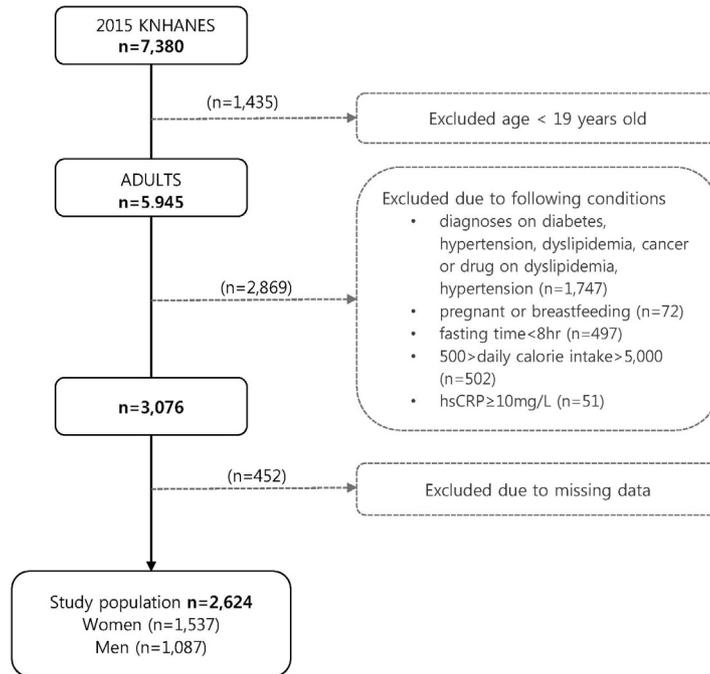


Fig. 1. Flow chart of study subject's selection

화물, 단백질, 지방의 열량 기여율과 각 영양소의 1,000 kcal당 섭취량을 산출하였다.

인구사회학 및 생활습관 변수

본 연구에서 사용한 인구사회학 및 생활습관 변수는 성별, 만 나이, 개인 소득, 교육수준과 같은 인구사회학적 변수와 각종 질병의 이환, 음주, 흡연, 신체활동여부와 같은 건강 설문 조사 변수이다. 교육수준은 최종 학력에 따라 초졸 이하, 중졸, 고졸, 대졸이상으로 분류하였다. 소득 수준의 경우 표본 인구의 소득 사분위 기준금액에 따른 개인 소득 사분위수를 하, 중하, 중상, 상으로 분류하였다. 흡연, 음주, 신체 활동 실천 여부는 '예'와 '아니오'로 분류하였다. 최근 1년간 월 1잔 이상 음주한 경우 음주여부를 '예'로 분류하였고, 평생 담배 5갑 (100개피) 이상 피웠으며 현재 담배를 피우는 경우 흡연 여부를 '예'로 분류하였다. 또한 각종 신체활동 실천 설문에 따라 일주일에 중강도 신체활동을 2시간 30분 이상 또는 고강도 신체활동을 1시간 15분 이상 또는 중강도와 고강도 신체활동을 섞어서 (고강도 1분은 중강도 2분) 각 활동에 상당하는 시간을 실천한 경우를 산출하여 '예'로 분류하였다.

신체 계측 및 생화학 지표

각종 검진 조사는 이동검진센터에서 실시하였으며 신장과 체중을 측정하여 BMI (kg/m^2)를 산출하였고, WHO에

서 권장하는 아시아인 기준에 따라 $25.0 \text{ kg}/\text{m}^2$ 이상을 비만으로 분류하였다.²³ 허리둘레는 대상자 측면에서 마지막 늑골 하단 및 장골능선 상단 두 지점을 측정한 후 줄자를 이용하여 측정하였다. 혈압은 총 3회 측정하였으며 2차, 3차 측정된 혈압의 평균을 최종 혈압으로 사용하였다. 혈액 검사 시 조사 전날 저녁식사 이후부터 금식하도록 하였으며 혈액검사를 통해 공복혈당, 중성지방, 총 콜레스테롤, HDL콜레스테롤, LDL콜레스테롤, hsCRP를 측정하였다. 미국 CDC와 AHA의 지침⁷을 참고하여 hsCRP 수치가 $1 \text{ mg}/\text{L}$ 이하인 경우를 저CRP군 (low CRP Group, LCRPG), $1 \text{ mg}/\text{L}$ 를 초과하는 경우를 고CRP군 (high CRP Group, HCRPG)으로 분류하였다.

통계 분석

모든 통계 처리는 SAS 9.4 (Statistical Analysis System version 9.4, SAS Institute, Cary, NC) 프로그램을 이용하였다. 국민건강영양조사가 복합 층화 집락 추출하여 설계된 자료임을 고려하여 모든 분석에서 층화변수, 집락변수, 가중치를 반영한 복합표본분석방법 (survey procedure)을 사용하였다. 범주형 변수의 경우 백분율 (%)을 제시하고, 그룹 간 분포의 차이를 검정하기 위해 chi-square test를 사용하였다. 연속형 변수의 경우 평균과 표준오차를 제시하고, 그룹 간 평균의 차이를 검정하기 위해 t-test를 사용하였다. CRP 그룹에 따른 영양소 섭취량 차이를 검정할 때

사용한 공변량 변수는 선행연구^{20,21,24,25}와 본 연구의 분석 결과를 참고하여 영양소 섭취와 CRP에 영향을 줄 수 있는 변수를 선정하였다. 이에 따라 성별, 개인소득수준, 흡연 여부, 음주여부, 신체활동실천여부, BMI, 연령을 공변량으로 분석에 포함하여 보정한 모델의 p-value를 제시하였다. 공변량은 BMI와 연령의 경우 연속변수, 나머지는 범주형 변수로 처리하였다. 모든 통계분석의 유의성은 p-value < 0.05를 기준으로 판단하였다.

결 과

대상자의 일반적 특성

성별에 따른 연구 대상자의 일반적인 특성을 Table 1에 제시하였다. 분석 대상에 해당하는 2,624명 중 여성은 1,537명, 남성은 1,087명이며 남녀의 평균 연령은 각각 40.9 ± 0.5 세, 42.0 ± 0.4 세이다. 여성에 비해 남성의 교육

수준이 비교적 높으며, 비만의 비율이 높고, 흡연과 음주를 한다고 응답한 대상자 및 신체활동을 실천하는 대상자의 수가 많았다. 허리둘레와 공복혈당, 중성지방, LDL콜레스테롤, 수축기 혈압과 이완기 혈압의 경우 남성이 더 높은 것으로 나타났고 HDL콜레스테롤의 경우 여성 대상자의 수치가 더 높은 것으로 나타났다.

대상자의 그룹별 CRP 수준

대상자를 성별, 연령, BMI 기준으로 분류하여 CRP 수치를 비교하였다 (Fig. 2). 여성보다는 남성이, 50세 미만 보다 50세 이상이, 정상체중 보다 비만 ($BMI \geq 25 \text{ kg/m}^2$)인 대상자에서 CRP 수치가 더 높았으며, 특히 비만인 집단은 그 차이가 유의적이었다 (Fig. 2A). 여성과 남성 각각의 집단에서도 비만에 해당하는 집단의 CRP가 유의적으로 높았으며, 남성보다 여성의 CRP가 더 큰 폭의 차이를 보였다 (Fig. 2B). 대상자들의 연령대별 CRP의 수준

Table 1. General characteristics of subjects by sex

	ALL (n = 2,624)	WOMEN (n = 1,537)	MEN (n = 1,087)	p value ¹⁾
Sex (%)				
Women	49.4 ²⁾			
Age (%)				0.2908
≥ 50 yr	29.0	29.9	28.1	
Education (%)				0.0030
Elementary	8.1	9.8	6.4	
Lower secondary	7.2	8.1	6.3	
Upper secondary	39.9	38.7	41.1	
College or more	44.8	43.4	46.2	
Income (%)				0.5229
Lowest	21.9	20.8	22.9	
Medium-low	25.2	25.2	25.1	
Medium-high	26.7	26.7	26.7	
Highest	26.3	27.3	25.3	
Obesity (%)				< 0.0001
Yes ³⁾	30.0	22.4	37.4	
Current smoking (%)				< 0.0001
Yes	21.8	4.8	38.4	
Current alcohol use (%)				0.0071
Yes	55.7	52.6	58.8	
Physical activity (%)				< 0.0001
Yes	63.0	49.2	76.3	
Waist circumference (cm)	81.0 ± 0.2 ⁴⁾	76.7 ± 0.3	85.4 ± 0.3	< 0.0001
Fasting blood glucose (mg/dL)	94.7 ± 0.4	92.5 ± 0.4	96.7 ± 0.6	< 0.0001
Serum triglycerides (mg/dL)	131.3 ± 2.6	101.2 ± 1.8	160.6 ± 4.7	< 0.0001
Serum total-Cholesterol (mg/dL)	192.6 ± 0.8	191.5 ± 0.9	193.7 ± 0.2	0.1614
Serum HDL-Cholesterol (mg/dL)	52.2 ± 0.3	56.9 ± 0.4	47.8 ± 0.4	< 0.0001
Serum LDL-Cholesterol (mg/dL)	116.3 ± 0.7	113.6 ± 0.8	119.0 ± 1.1	< 0.0001
Systolic blood pressure (mmHg)	114.0 ± 0.4	110.6 ± 0.4	117.3 ± 0.5	< 0.0001
Diastolic blood pressure (mmHg)	74.9 ± 0.3	72.1 ± 0.3	77.7 ± 0.4	< 0.0001

1) p-value were obtained by chi-square test or t-test. 2) Data were represented %. 3) $BMI \geq 25.0 \text{ kg/m}^2$ 4) Data were represented means \pm SE.

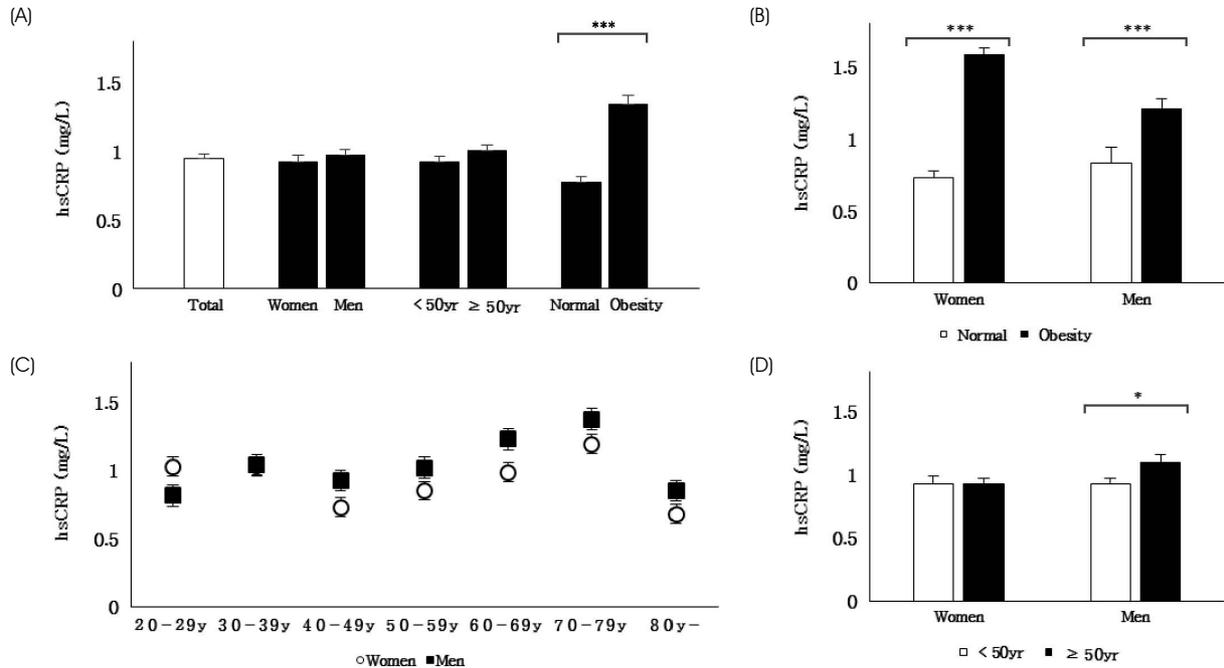


Fig. 2. Distribution of hsCRP levels by sex (A, B, C, D), obesity (A, B) and age (A, C, D). Normal: BMI < 25.0 kg/m², Obesity: BMI ≥ 25.0 kg/m², yr: years old. hsCRP levels are expressed as mean ± SE. p-value was based on the result from the t-test. *p < 0.05, ***p < 0.001

을 살펴보았을 때 (Fig. 2C) 20대의 경우 여성이 남성보다 CRP 수치가 더 높고, 30대 이후부터 남성의 CRP가 여성보다 높아지는 양상을 보였으나 남녀별 유의적 차이가 나타나지는 않았다. 여성과 남성을 구분하여 50세를 기준으로 연령그룹에 따라 CRP의 수준을 비교한 결과 (Fig. 2D), 남성에서는 50세 이상이 50세 이하보다 CRP 수준이 더 높았으나 (p = 0.034), 여성에서는 연령그룹에 따라 유의적 차이를 보이지 않았다.

CRP 그룹에 따른 집단별 일반적 특성

대상자들을 성별, 연령, BMI 별로 분류한 후 CRP 그룹에 따라 일반적 특성을 분석한 결과는 Table 2와 같다. 전체 대상자 중 HCRPG은 LCRPG에 비해 남성, 50대 이상, 비만, 흡연자, 신체 활동이 적은 사람의 비율이 높은 것으로 나타났다. 또한 HDL콜레스테롤을 제외한 신체계측 및 생화학 변수가 HCRPG에서 LCRPG 보다 높았고, HDL콜레스테롤의 경우 LCRPG에서 높았다.

여성의 경우 LCRPG보다 HCRPG에서 비만 유병률, 허리둘레, 공복혈당, 중성지방, LDL콜레스테롤, 수축기 혈압이 높았으며, HDL콜레스테롤은 LCRPG에서 더 높았다. 한편 남성에서는 LCRPG보다 HCRPG에서 연령, 비만 유병률, 흡연율, 허리둘레, 공복혈당, 중성지방, 총 콜레스테롤, LDL콜레스테롤, 수축기 혈압이 높았고, 신체 활동 실천율과 HDL콜레스테롤이 낮았다. 50세 미만에 해당하

는 대상자에서는 LCRPG 보다 HCRPG에서 비만유병률, 흡연율과 허리둘레, 공복혈당, 중성지방, 총 콜레스테롤, LDL콜레스테롤, 수축기 혈압, 이완기 혈압이 높았으며 신체 활동 실천율과 HDL콜레스테롤이 낮았다. 한편 50세 이상의 대상자들에서는 남성, 비만유병률과 흡연율, 허리둘레, 공복혈당, 중성지방은 HCRPG에서 더 높았고, HDL콜레스테롤의 경우 LCRPG에서 더 높은 수치를 보였다.

비만이 아닌 대상자 (BMI < 25 kg/m²)에서는 LCRPG 보다 HCRPG에서 남성과 50세 이상이 더 많았으며, 소득 수준의 분포에도 차이를 보였다. 또한 허리둘레, 공복혈당, 중성지방의 수치도 더 높았고 HDL콜레스테롤 수준은 더 낮았다. 비만 대상자의 경우 HCRPG에서 LCRPG 보다 허리둘레, 공복혈당의 수치는 높고, 신체활동여부에 ‘예’로 응답한 대상자의 수가 적었으며 HDL콜레스테롤의 수치 또한 낮은 것으로 나타났다.

남녀별 CRP 그룹에 따른 영양소 섭취량 비교

성별이 CRP에 미치는 영향을 고려하기 위하여 에너지와 영양소 섭취량을 남녀별 CRP 그룹에 따라 비교하였다 (Table 3). 여성에서 1,000 kcal당 식이섬유의 섭취량은 HCRPG에서 12.1 ± 0.4 g, LCRPG에서 12.6 ± 0.2 g으로 영양소 섭취량에 영향을 줄 수 있는 개인소득, 흡연여부, 신체활동실천여부, 음주여부, 체질량지수, 연령을 보정한 후

Table 2. Health-related variables and anthropometric measurement between HCRPG and LCRPG subjects by sex, age and BMI

	ALL (n = 2,624)			WOMEN (n = 1,537)			MEN (n = 1,087)		
	LCRPG ¹⁾ (n = 1,966)	HCRPG ²⁾ (n = 658)	p value ³⁾	LCRPG (n = 1,185)	HCRPG (n = 352)	p value	LCRPG (n = 781)	HCRPG (n = 306)	p value
	Sex (%)			0.0061					
Women	51.2 ⁴⁾	44.0		100.0	100.0		0.0	0.0	
Age(%)			0.0090			0.1350			0.0413
≥ 50 yr	27.6	33.2		28.8	33.7		26.3	32.8	
Education (%)			0.0736			0.2844			0.1450
Elementary	7.2	10.6		8.9	12.9		5.5	8.8	
Lower secondary	7.1	7.7		8.2	8.0		5.9	7.5	
Upper secondary	40.8	37.2		39.2	36.9		42.4	37.3	
College or more	45.0	44.5		43.8	42.1		46.2	46.4	
Income (%)			0.2582			0.3902			0.1712
Lowest	21.9	21.7		20.2	23.1		23.8	20.6	
Medium-low	24.0	28.6		24.7	27.0		23.4	29.9	
Medium-high	27.3	24.7		26.8	26.4		27.9	23.3	
Highest	26.7	25.0		28.4	23.5		25.0	26.2	
Obesity (%)			< 0.0001			< 0.0001			< 0.0001
Yes ⁵⁾	23.3	50.6		15.8	46.1		31.2	54.1	
Current smoking (%)			0.0005			0.4865			0.0105
Yes	19.7	28.2		4.6	5.6		35.7	45.8	
Current alcohol use (%)			0.3246			0.1919			0.1647
Yes	63.6	60.9		50.2	45.8		77.7	72.8	
Physical activity (%)			0.0067			0.4884			0.0016
Yes	57.3	50.8		53.1	50.7		61.7	50.8	
Waist circumference (cm)	79.2 ± 0.2 ⁶⁾	86.9 ± 0.6	< 0.0001	75.0 ± 0.3	82.5 ± 0.8	< 0.0001	83.6 ± 0.3	90.3 ± 0.7	< 0.0001
Fasting blood glucose (mg/dL)	93.5 ± 0.3	98.3 ± 0.9	< 0.0001	91.2 ± 0.3	97.25 ± 1.0	< 0.0001	95.9 ± 0.6	99.1 ± 1.3	0.0274
Serum triglycerides (mg/dL)	122.6 ± 2.7	157.9 ± 5.8	< 0.0001	93.6 ± 1.7	128.3 ± 4.8	< 0.0001	153.0 ± 5.2	181.0 ± 10.1	0.0141
Serum total-Cholesterol (mg/dL)	191.4 ± 0.9	196.5 ± 1.5	0.004	190.8 ± 1.0	193.9 ± 2.2	0.1964	191.9 ± 1.5	198.6 ± 2.1	0.0097
Serum HDL-Cholesterol (mg/dL)	53.9 ± 0.3	47.3 ± 0.5	< 0.0001	58.6 ± 0.5	50.6 ± 0.7	< 0.0001	48.9 ± 0.4	44.7 ± 0.7	< 0.0001
Serum LDL-Cholesterol (mg/dL)	114.5 ± 0.8	122.0 ± 1.4	< 0.0001	111.9 ± 0.9	119.5 ± 2.0	0.0004	117.2 ± 1.3	123.9 ± 2.1	0.0081
Systolic blood pressure (mmHg)	113.1 ± 0.4	116.8 ± 0.6	< 0.0001	109.9 ± 0.5	113.0 ± 0.9	0.0018	116.3 ± 0.5	119.7 ± 0.8	0.0002
Diastolic blood pressure (mmHg)	74.6 ± 0.3	75.9 ± 0.4	0.0056	71.9 ± 0.3	72.7 ± 0.5	0.2005	77.4 ± 0.4	78.5 ± 0.6	0.0940

1) LCRPG: Low CRP Group (hsCRP ≤ 1 mg/L) 2) HCRPG: High CRP Group (hsCRP > 1 mg/L) 3) p-value were obtained by chi-square test or t-test. 4) Data were represented %.
 5) BMI ≥ 25.0 kg/m² 6) Data were represented means ± SE.

Table 2. Health-related variables and anthropometric measurement between HCRPG and LCRPG subjects by sex, age and BMI (continued)

	AGE < 50 (n = 1,557)			AGE ≥ 50 (n = 1,067)			BMI < 25 kg/m ² (n = 1,859)			BMI ≥ 25 kg/m ² (n = 765)		
	LCRPG ¹⁾ (n = 1,212)	HCRPG ²⁾ (n = 345)	p value ³⁾	LCRPG (n = 754)	HCRPG (n = 313)	p value	LCRPG (n = 1,518)	HCRPG (n = 341)	p value	LCRPG (n = 448)	HCRPG (n = 317)	p value
Sex (%)			0.0584			0.0337			0.0230			0.1781
Women	50.3 ⁴⁾	43.6		53.4	44.7		56.2	48.0		34.7	40.0	
Age(%)			-			-			0.0016			0.2730
≥ 50 yr	0.0	0.0		100.0	100.0		25.8	36.3		33.6	30.1	
Education (%)			0.3346			0.4482			0.0794			0.8725
Elementary	0.8	1.5		24.0	29.0		5.9	10.3		11.5	10.9	
Lower secondary	2.2	3.5		19.8	16.3		6.9	6.4		7.5	9.1	
Upper secondary	44.4	40.0		31.1	31.3		41.7	38.9		37.7	35.4	
College or more	52.5	55.0		25.1	23.4		45.4	44.4		43.3	44.6	
Income (%)			0.2864			0.5674			0.0449			0.8220
Lowest	22.4	23.8		20.7	17.4		20.9	17.5		25.3	25.9	
Medium-low	24.0	28.7		24.2	28.4		23.9	32.0		24.4	25.2	
Medium-high	27.6	23.6		26.7	26.9		26.9	24.2		28.7	25.1	
Highest	26.1	23.9		28.3	27.2		28.3	26.3		21.6	23.7	
Obesity (%)			<0.0001			<0.0001			-			-
Yes ⁵⁾	21.4	52.9		28.4	46.0		0.0	0.0		100.0	100.0	0.0807
Current smoking (%)			0.0350			<0.0001			0.0709			0.0807
Yes	22.2	29.1		13.3	26.3		17.8	22.7		26.3	33.5	
Current alcohol use (%)			0.4289			0.9759			0.2706			0.4586
Yes	68.5	65.9		50.7	50.9		62.9	59.2		66.0	62.6	
Physical activity (%)			0.0406			0.2807			0.3132			0.0043
Yes	60.6	53.9		48.5	44.5		56.5	53.1		60.1	48.5	
Waist circumference (cm)	78.3 ± 0.3 ⁶⁾	87.2 ± 0.8	<0.0001	81.7 ± 0.3	86.3 ± 0.6	<0.0001	76.0 ± 0.2	78.9 ± 0.5	<0.0001	89.7 ± 0.3	94.6 ± 0.6	<0.0001
Fasting blood glucose (mg/dL)	92.0 ± 0.4	96.5 ± 1.1	<0.0001	97.4 ± 0.6	101.8 ± 1.4	0.0028	92.2 ± 0.3	95.2 ± 1.3	0.0206	97.9 ± 0.9	101.3 ± 1.1	0.0163
Serum triglycerides (mg/dL)	116.7 ± 3.4	152.0 ± 6.5	<0.0001	138.3 ± 5.5	169.6 ± 10.1	0.0054	106.1 ± 2.1	128.8 ± 7.2	0.0026	176.9 ± 8.2	186.2 ± 9.3	0.4491
Serum total-Cholesterol (mg/dL)	186.9 ± 1.1	191.5 ± 1.9	0.0414	202.9 ± 1.5	206.6 ± 2.3	0.1853	188.2 ± 0.9	187.9 ± 2.2	0.9055	201.7 ± 1.9	204.9 ± 2.1	0.9055
Serum HDL-Cholesterol (mg/dL)	54.6 ± 0.4	47.7 ± 0.6	<0.0001	51.9 ± 0.6	46.7 ± 0.8	<0.0001	56.0 ± 0.4	49.5 ± 0.7	<0.0001	46.9 ± 0.6	45.3 ± 0.6	0.0446
Serum LDL-Cholesterol (mg/dL)	111.1 ± 1.0	119.0 ± 1.8	0.0001	123.5 ± 1.3	127.9 ± 2.1	0.0703	111.0 ± 0.8	114.6 ± 2.0	0.0828	125.8 ± 1.8	129.2 ± 1.9	0.2061
Systolic blood pressure (mmHg)	110.0 ± 0.4	113.9 ± 0.7	<0.0001	121.0 ± 0.7	122.6 ± 1.0	0.1946	111.1 ± 0.4	112.8 ± 0.8	0.0551	119.6 ± 0.8	120.6 ± 1.0	0.3486
Diastolic blood pressure (mmHg)	73.7 ± 0.3	75.3 ± 0.6	0.0099	77.0 ± 0.4	77.3 ± 0.6	0.7535	73.3 ± 0.3	72.8 ± 0.5	0.4142	79.0 ± 0.6	79.1 ± 0.7	0.9933

1) LCRPG: Low CRP Group (hsCRP ≤ 1 mg/L) 2) HCRPG: High CRP Group (hsCRP > 1 mg/L) 3) p-value were obtained by chi-square test or t-test. 4) Data were represented %. 5) BMI ≥ 25.0 kg/m² 6) Data were represented means ± SE.

Table 3. Nutrient intakes of subjects by sex and CRP group

	WOMEN (n = 1,537)		p value ³⁾	MEN (n = 1,087)		p value ³⁾
	LCRPG ¹⁾ (n = 1,185)	HCRPG ²⁾ (n = 352)		LCRPG (n = 781)	HCRPG (n = 306)	
Daily intake						
Energy (kcal)	1,822 ± 23 ⁴⁾	1,840 ± 41	0.2625	2,475 ± 37	2,500 ± 60	0.6765
% Energy from carbohydrate	64.2 ± 0.4	64.0 ± 0.7	0.2114	62.5 ± 0.4	63.2 ± 0.7	0.3842
% Energy from protein	14.5 ± 0.1	14.5 ± 0.3	0.8553	15.2 ± 0.2	15.1 ± 0.3	0.2552
% Energy from fat	21.3 ± 0.3	21.6 ± 0.5	0.1497	22.3 ± 0.4	21.8 ± 0.6	0.6868
(mg)/1,000 kcal						
Carbohydrate	156.7 ± 1.1	157.3 ± 1.8	0.3232	145.9 ± 1.4	149.0 ± 2.1	0.1432
Protein	35.1 ± 0.3	35.3 ± 0.7	0.8066	35.1 ± 0.5	34.9 ± 0.6	0.4312
Fat	23.0 ± 0.3	23.4 ± 0.6	0.1351	23.0 ± 0.4	22.6 ± 0.6	0.9090
Dietary fiber	12.6 ± 0.2	12.1 ± 0.4	0.0041	10.4 ± 0.2	11.0 ± 0.3	0.2506
Saturated fatty acid	6.7 ± 0.1	6.8 ± 0.2	0.2671	6.7 ± 0.1	6.5 ± 0.2	0.8456
Monounsaturated fatty acid	7.3 ± 0.1	7.3 ± 0.2	0.5242	7.4 ± 0.2	7.2 ± 0.2	0.9967
Polyunsaturated fatty acid	5.7 ± 0.1	5.7 ± 0.2	0.2369	5.5 ± 0.1	5.5 ± 0.2	0.8775
Omega-3 fatty acid	0.8 ± 0.0	0.8 ± 0.0	0.5419	0.8 ± 0.0	0.8 ± 0.0	0.5688
Omega-6 fatty acid	4.8 ± 0.1	5.0 ± 0.2	0.1604	4.8 ± 0.1	4.8 ± 0.2	0.7247
Cholesterol ⁵⁾	137.2 ± 4.1	147.5 ± 7.5	0.1515	129.4 ± 4.2	133.1 ± 5.9	0.8414

1) LCRPG: Low CRP Group (hsCRP ≤ 1 mg/L) 2) HCRPG: High CRP Group (hsCRP > 1 mg/L) 3) Adjusted for age (continuous), BMI (continuous), income (lowest, medium-low, medium-high, or highest), smoking status (yes or no), alcohol consumption (yes or no) and physical activity (yes or no) 4) Nutrient intakes were estimated by 24-hour recall method and data were represented mean ± SE. 5) mg/1,000 kcal

Table 4. Nutrient intakes of subjects by age and CRP group

	AGE < 50 (n = 1,557)		p value ³⁾	AGE ≥ 50 (n = 1,067)		p value ³⁾
	LCRPG ¹⁾ (n = 1,212)	HCRPG ²⁾ (n = 345)		LCRPG (n = 754)	HCRPG (n = 313)	
Daily intake						
Energy (kcal)	2,165 ± 28 ⁴⁾	2,264 ± 53	0.1989	2,077 ± 35	2,101 ± 57	0.6897
% Energy from carbohydrate	61.4 ± 0.4	61.5 ± 0.6	0.9335	68.4 ± 0.5	67.7 ± 0.8	0.7198
% Energy from protein	15.1 ± 0.1	14.9 ± 0.3	0.2367	14.2 ± 0.2	14.6 ± 0.3	0.2716
% Energy from fat	23.5 ± 0.3	23.6 ± 0.5	0.4084	17.4 ± 0.4	17.7 ± 0.6	0.9573
(mg)/1,000 kcal						
Carbohydrate	146.2 ± 1.1	147.8 ± 1.7	0.4120	165.0 ± 1.4	162.4 ± 2.4	0.6867
Protein	35.5 ± 0.4	35.3 ± 0.6	0.4060	34.0 ± 0.4	34.5 ± 0.7	0.4126
Fat	24.7 ± 0.3	25.1 ± 0.5	0.1702	18.6 ± 0.4	18.6 ± 0.6	0.8857
Dietary fiber	10.5 ± 0.2	10.6 ± 0.3	0.7479	14.2 ± 0.3	13.2 ± 0.3	0.0634
Saturated fatty acid	7.3 ± 0.1	7.4 ± 0.2	0.2802	5.0 ± 0.1	5.2 ± 0.2	0.8174
Monounsaturated fatty acid	8.0 ± 0.1	8.0 ± 0.2	0.4688	5.7 ± 0.2	5.6 ± 0.3	0.7297
Polyunsaturated fatty acid	5.8 ± 0.1	6.0 ± 0.2	0.1078	5.0 ± 0.1	4.7 ± 0.2	0.2208
Omega-3 fatty acid	0.8 ± 0.0	0.8 ± 0.0	0.8466	0.8 ± 0.0	0.7 ± 0.0	0.0343
Omega-6 fatty acid	5.1 ± 0.1	5.3 ± 0.2	0.0744	4.2 ± 0.1	4.0 ± 0.2	0.3809
Cholesterol ⁵⁾	144.9 ± 4.0	145.9 ± 6.1	0.9308	103.2 ± 3.5	126.3 ± 7.4	0.0032

1) LCRPG: Low CRP Group (hsCRP ≤ 1 mg/L) 2) HCRPG: High CRP Group (hsCRP > 1 mg/L) 3) Adjusted for sex (women or men), BMI (continuous), income (lowest, medium-low, medium-high, or highest), smoking status (yes or no), alcohol consumption (yes or no) and physical activity (yes or no) 4) Nutrient intakes were estimated by 24-hour recall method and data were represented mean ± SE. 5) mg/1,000 kcal

에도 HCRPG의 식이섭취 섭취량이 LCRPG 보다 유의적으로 낮은 것으로 나타났다 ($p=0.0041$). 한편 남성의 경우 에너지 및 영양소 섭취가 CRP 그룹에 따라 유의적 차이를 보이지 않았다.

연령별 CRP 그룹에 따른 영양소 섭취량 비교

연구 대상자를 50세 전후로 나누어 CRP 그룹에 따라 에너지와 영양소 섭취량을 비교하였다 (Table 4). 50세 이상의 대상자에서 LCRPG보다 HCRPG이 1,000 kcal당 오메

Table 5. Nutrient intakes of subjects by BMI and CRP group

	BMI < 25 kg/m ² (n = 1,859)		p value ³⁾	BMI ≥ 25 kg/m ² (n = 765)		p value ³⁾
	LCRPG ¹⁾ (n = 1,518)	HCRPG ²⁾ (n = 341)		LCRPG (n = 448)	HCRPG (n = 317)	
Daily intake						
Energy (kcal)	2,130 ± 26 ⁴⁾	2,165 ± 55	0.8715	2,176 ± 49	2,254 ± 59	0.1684
% Energy from carbohydrate	63.2 ± 0.3	64.7 ± 0.6	0.3694	63.8 ± 0.6	62.4 ± 0.8	0.2020
% Energy from protein	14.7 ± 0.1	14.7 ± 0.3	0.6174	15.4 ± 0.3	14.9 ± 0.3	0.1306
% Energy from fat	22.2 ± 0.3	20.6 ± 0.5	0.1214	20.8 ± 0.5	22.7 ± 0.7	0.0270
(mg)/1,000 kcal						
Carbohydrate	151.1 ± 1.0	155.5 ± 1.9	0.1969	152.4 ± 1.7	149.8 ± 2.3	0.4012
Protein	34.7 ± 0.3	34.9 ± 0.6	0.4400	36.4 ± 0.7	35.2 ± 0.7	0.1554
Fat	23.3 ± 0.3	21.9 ± 0.5	0.2903	21.8 ± 0.5	24.0 ± 0.7	0.0142
Dietary fiber	11.4 ± 0.2	11.4 ± 0.3	0.3561	11.9 ± 0.3	11.5 ± 0.3	0.7780
Saturated fatty acid	6.8 ± 0.1	6.4 ± 0.2	0.5787	6.2 ± 0.2	7.0 ± 0.2	0.0286
Monounsaturated fatty acid	7.5 ± 0.1	6.8 ± 0.2	0.0662	6.9 ± 0.2	7.7 ± 0.3	0.0705
Polyunsaturated fatty acid	5.7 ± 0.1	5.4 ± 0.2	0.4469	5.3 ± 0.2	5.8 ± 0.2	0.1114
Omega-3 fatty acid	0.8 ± 0.0	0.7 ± 0.0	0.0578	0.8 ± 0.0	0.8 ± 0.0	0.5923
Omega-6 fatty acid	4.9 ± 0.1	4.7 ± 0.2	0.6685	4.6 ± 0.2	5.0 ± 0.2	0.0874
Cholesterol ⁵⁾	134.2 ± 3.4	132.5 ± 6.5	0.5917	130.8 ± 6.6	146.2 ± 6.9	0.2420

1) LCRPG: Low CRP Group (hsCRP ≤ 1 mg/L) 2) HCRPG: High CRP Group (hsCRP > 1 mg/L) 3) Adjusted for age (continuous), sex (women or men), income (lowest, medium-low, medium-high, or highest), smoking status (yes or no), alcohol consumption (yes or no) and physical activity (yes or no) 4) Nutrient intakes were estimated by 24-hour recall method and data were represented Mean ± SE.

5) mg/1,000 kcal

가 3 지방산의 섭취량이 유의적으로 더 낮은 ($p = 0.0343$) 반면, 콜레스테롤 섭취량은 유의적으로 높은 것으로 나타났다 ($p = 0.0032$). 50세 미만의 대상자에서는 CRP 그룹에 따라 에너지 및 영양소 섭취의 차이가 나타나지 않았다.

비만여부별 CRP 그룹에 따른 영양소 섭취량 비교

대상자를 BMI에 따라 정상체중 ($BMI < 25 \text{ kg/m}^2$)과 비만 ($BMI \geq 25 \text{ kg/m}^2$)으로 분류한 뒤 CRP 그룹에 따라 에너지와 영양소 섭취량을 비교하였다 (Table 5). 비만인 경우, HCRPG에서 LCRPG 보다 지방의 에너지 기여율 ($p = 0.027$), 1,000 kcal당 지방 ($p = 0.0142$)과 포화지방산 ($p = 0.0286$)의 섭취량이 유의적으로 높은 것으로 나타났다.

고 찰

본 연구에서는 우리나라 건강한 성인 남녀 2,624 명을 대상으로 CRP 수준에 따른 각종 신체 계측, 생화학적 지표 및 인구사회학적, 생활습관 지표와 식사 변수를 비교 분석하였다. 식사 변수 뿐만 아니라 흡연자와 비만 유병률이 HCRPG와 양의 상관관계를 보였으며, 신체활동 실천율은 음의 상관관계를 보였다. 각종 신체계측치, 혈액학적 변수와 CRP 간에도 밀접한 관련성이 있음을 알 수 있었다.

영양불균형에서 비롯한 경등 수준의 염증 반응은 만성 질환의 대표 증상이며, 식생활 및 여러 생활 습관과 밀접

한 연관성을 가지고 있다. 이러한 만성염증을 측정하기 위한 연구는 지속적으로 이루어지고 있으나 Interleukin-6 (IL-6), Interleukin-1 β (IL-1 β), tumor necrosis factor - α (TNF- α)와 같은 면역 관련 물질들을 통한 만성염증 반응 경로는 매우 복잡하며 그 증상과 경과가 미미하기 때문에 이러한 상태를 판단하기 위한 생화학적 지표들의 타당성은 검증되지 못한 실정이다.²⁶ 현재 생화학적 지표로 가장 많이 쓰이고 있는 CRP, fibrinogen, orosomucoid, haptoglobin 과 alpha-1-antitrypsin 가운데 CRP는 급성기 반응 물질임에도 불구하고 장시간 생물학적 변동은 낮으며, 반복 측정 시 재현성이 높아 임상에서 유용하게 사용되고 있다.^{12,27,28} hsCRP는 기존의 CRP 측정법 보다 높은 민감도로 경등 수준의 염증을 측정할 수 있다는 이점이 있어 현재 총 콜레스테롤, HDL콜레스테롤, LDL콜레스테롤, lipoprotein 보다 신뢰도 있는 심혈관질환의 예측인자로 주목 받고 있다.^{29,30}

본 연구에서 대상자들의 평균 CRP 수치는 $0.95 \pm 0.03 \text{ mg/L}$ 로 성별에 따른 유의적 차이는 보이지 않았다. 현재까지 건강한 한국인의 CRP 수치에 대한 연구는 미흡하나, 2001년 1,977명의 건강한 성인 (평균 연령 45.5세, 41% 여성)을 대상으로 한 연구 보고에 의하면 46.1%의 CRP 수치가 1~2 mg/L 사이였고, 29.6%가 1 mg/L 이하의 수치를 보이며 높은 백분위수에서의 CRP의 분포가 외국의 결과에 비해 상대적으로 낮다는 사실을 토대로 한국인에서 심

혈관질환의 위험도를 평가하기 위한 자체 기준치의 필요성을 강조했다.³¹ 미국의 women's health study의 조사에 의하면 미국에 살고 있는 아시아 여성 357명의 평균 CRP 수치는 1.12 mg/L로, 흑인 여성 2.96 mg/L, 백인 여성 2.02 mg/L, 남미 여성 2.06 mg/L에 비해 절반 정도의 수준이며, 이러한 결과는 BMI의 차이에 따르기도 하지만 타 인종과 비교하여 극명히 낮은 아시아의 CRP 수준은 BMI만으로는 설명이 불가능하며 측정하지 못한 유전적 요인이 존재할 것이라고 고찰하였다.¹⁴ 대조적으로 Lear 등³²은 중국남녀의 CRP 수준이 유럽의 수준보다 낮았지만 BMI와 허리둘레를 보정하면 유의적 차이가 없다는 연구결과에 따라 인종간 CRP 수치의 차이가 체지방의 지표인 BMI와 허리둘레의 차이에 기인함을 시사하였다. 또한, Anand 등³³은 아시아인과 비교하여 남아시아, 호주 원주민의 CRP가 높은 이유 중 하나는 복부비만인의 비율이 높기 때문이라 추측하였는데, CRP 합성에 관여하는 주요 사이토카인인 IL-6가 내장지방 및 피하지방에서 방출되므로 지방조직의 증가는 CRP 수준과 밀접한 상관관계를 보이는 것으로 설명 가능하다.

본 연구의 분석 결과, CRP 수준이 높은 대상자에서 낮은 대상자보다 식이섬유와 오메가 3 지방산의 섭취는 낮고, 총 지방, 포화지방산, 콜레스테롤의 섭취량은 유의적으로 높은 것으로 나타났다. HCRPG에 해당하는 여성이 LCRPG의 여성보다 식이섬유의 섭취량이 더 적은 것으로 나타났으며, 50세 이상 대상자에서 HCRPG이 LCRPG에 비해 오메가3지방산의 섭취량은 적고, 콜레스테롤의 섭취량은 높아 지방산의 섭취가 고연령층의 CRP수치와 관련이 있을 것으로 보였다. 이와 같은 결과는 이전의 선행 연구들과도 일치한다. 미국 국민건강영양조사 자료를 이용해 성인 남녀를 대상으로 한 연구들에서 식이섬유 섭취량과 CRP 수준은 반비례하였으며,²⁰ 식이섬유 섭취량이 많은 그룹에서 CRP의 상승 위험이 낮고, 포화지방의 섭취 또한 CRP 상승과 관련이 있었다²¹고 보고하였다. 뿐만 아니라 35~65세 이란 성인 9,778명을 대상으로 한 연구에서는 지방과 콜레스테롤의 섭취가 많을수록, 식이섬유 섭취가 적을수록 혈중 CRP 수준이 증가한다고 보고하였다.¹⁹ 복부비만인을 대상으로 한 그리스의 연구에서는 식이섬유와 단일불포화지방산의 섭취를 늘렸을 때 혈중 hsCRP가 유의적으로 감소한다고 보고하였다.³⁴ 한국인을 대상으로 한 선행연구²²에서는 '채소' 식사패턴이 CRP와 음의 상관관계가 있음을 발견하였는데, 본 연구 결과를 통해 '채소' 식사패턴과 CRP에서 연관성이 도출된 것에는 채소가 함유하는 식이섬유와 관련이 있을 것으로 추정된다. 이러한 결과는 식이섬유의 섭취가 총 콜레스테롤 및 LDL콜레스

테롤을 저하시킴으로써,³⁵ 염증수준의 감소에 간접적으로 기여하였기 때문인 것으로 사료된다. 또한, 용해성 식이섬유의 경우 대장에서 미생물 발효에 의해 단쇄지방산을 형성하고 단쇄지방산은 순환계에 들어가 각종 사이토카인(TNF- α , IL-2, IL-6 및 IL-10)의 생산에 관여하며 염증 반응을 감소시키는데,³⁶ 이러한 기작을 통해 식이섬유의 섭취가 낮은 CRP 수준을 유도하고 결과적으로 여성에서 CRP그룹 간의 식이섬유 섭취량이 유의적 차이를 보인 것으로 추측된다. 또한, 지방과 콜레스테롤 섭취가 증가되었을 때 생성된 체내 중성지방은 산화적 스트레스를 유발하여 대식세포나 지방세포가 TNF- α , IL-6와 같은 염증물질을 분비하도록 한다.³⁷ 이에 인슐린 신호가 저하되면서 혈당을 높이고 체내 지방의 축적은 증가하여, 비정상적인 염증반응이 혈중 CRP의 상승을 유도하는 것으로 생각된다.³⁸ 이 기작은 본 연구의 결과인 혈당과 CRP의 상관관계와 비만인 대상자에서 HCRPG이 LCRPG보다 지방과 포화지방산의 섭취량 및 지방의 열량기여율이 유의적으로 높은 이유를 간접적으로 설명한다.

한편 만성염증질환의 바이오파마에 영향을 미치는 요인들을 분석한 논문에서는 노화, BMI, 포화지방산 섭취가 혈중 CRP 상승과 연관이 있으며 eicosapentaenoic acid (EPA)와 docosahexaenoic acid (DHA) 섭취의 증가가 혈중 CRP를 감소시켰다고 보고하였다.³⁹ 심혈관질환환자와 당뇨병환자들이 오메가 3 지방산 보충제를 8~12주간 섭취하였을 때 혈중 CRP 수준이 유의적으로 감소하는 것을 보였다.⁴⁰ 오메가3지방산의 경우 염증유발성 사이토카인과 백혈구의 주화성을 감소시켜 급성, 만성염증에 유익한 효과가 있다고 밝혀져 있다.⁴¹ 오메가3지방산의 섭취가 염증반응에 영향을 끼쳐 CRP의 수준을 감소시키며, 이로 인해 CRP 그룹 간의 오메가3 섭취량의 차이가 나타난 것으로 사료된다.

본 연구 결과 식사 변수 외에도 흡연이 CRP와 유의적 양의 상관관계를 보였으며, 신체활동 실천율은 음의 상관관계를 보였다. 이와 유사한 연구들 중 하나에서는 독일 남성의 흡연이 다양한 염증 지표와 강한 연관성을 보였고, 흡연의 중단이 염증을 감소와 관련이 있다고 보고하였다.⁴² 호주의 건강한 성인남녀를 대상으로 진행된 한 연구에서는 저항운동, 유산소운동 결과 CRP가 감소했다고 보고하였다.⁴³ 뿐만 아니라 미국 성인 남녀 9,950명을 대상으로 진행된 한 연구에서는 짧은 수면시간이 CRP를 증가시켰다고 보고하였으며,⁴⁴ 긍정적인 마음가짐이 부족하고 삶의 만족도가 낮은 사람들은 임상적으로 CRP가 높아질 위험이 증가한다는 결과의 미국의 연구 보고도 있었다.⁴⁵ 따라서 균형잡힌 식생활과 함께 이러한 생활습관들도 개선한

다면 만성질환의 예방에 기여할 수 있을 것으로 사료된다.

한편 본 연구가 가지고 있는 제한점과 후속 연구 방향은 다음과 같다. 국민건강영양조사 자료는 단면연구이므로 식사 요인과 CRP 수준의 관련성에 대한 인과관계를 정확히 파악할 수 없다. 또한 1일의 24시간 회상 자료를 바탕으로 영양소 섭취량을 계산하였기 때문에 대상자들의 평소 식사 습관이나 식생활을 정확하게 반영하기 힘들다는 점, 기준으로 사용된 CRP의 수치가 미국인을 대상으로 제안된 지침이라는 점 등이 있다. 인종과 식사에 따라 CRP 기준은 재검비되어야 한다는 주장에 따라 앞으로 한국인에게 적용 가능한 CRP 기준치를 정립하기 위한 후속 연구가 필요하다. 몇 가지의 단점에도 불구하고 본 연구는 한국 성인에서 CRP와 관련 있는 영양소 섭취 및 다양한 생활 습관을 조사한 최초의 연구이며, 국가 수준의 대규모 자료를 사용함으로써 한국 성인을 대표할 수 있는 샘플을 바탕으로 얻어진 결과라는 점에서 의의를 갖는다. 본 연구에서는 건강한 한국 성인의 특정 식습관과 생활습관이 CRP와 강한 연관성을 가지고 있는 것으로 나타났다. 정도의 CRP가 만성염증의 지표로 고려되고 있다는 것을 감안할 때 건강한 성인의 CRP 수준을 만성질환의 초기 진단이나 예방차원으로 사용할 수 있다는 가능성을 이 연구에서 제시하고 있다. 국민건강영양조사의 지속적인 CRP 통계와 더불어 대규모의 코호트 연구가 더욱 활성화 된다면 우리나라 국민의 CRP가 만성염증질환의 바이오마커로서, 질환의 예방을 위한 영양적 관리 방향의 근거 자료로서 활용 가능할 것이다.

요 약

본 연구는 2015년 국민건강영양조사 자료를 활용하여 건강한 한국 성인 2,624명을 대상으로 염증 지표인 CRP의 분포를 파악하고 성별, 연령 (50세 기준), 비만여부 (25 kg/m² 기준)로 구분하여 CRP 그룹 (1 mg/L 기준)에 따른 인구사회학적 지표, 생활습관 특성, 영양소 섭취와의 상관관계를 분석하였다. 건강한 성인에 해당하는 대상자들의 평균 CRP는 0.95 ± 0.03 mg/L으로, 국외에서 조사된 타 인종의 수치보다 낮은 수준에 해당한다. 남성, 50세 이상, 비만인 경우 평균 CRP가 유의적으로 높은 수치를 보였다. LCRPG와 HCRPG를 비교한 결과, 대상자의 분류에 따라 다른 특징을 보였고 대상자의 분류에 관계 없이 비만 여부, 허리둘레, 공복혈당의 경우 HCRPG이 더 높으며 HDL콜레스테롤의 경우 LCRPG에서 더 높은 수치를 나타냈다. 식사 변수 외에 흡연자와 비만에 해당하는 대상자는 HCRPG에 더 많고 신체활동을 실천하는 대상자는 LCRPG에 더

많이 분포하는 것으로 나타나 이러한 생활습관이 CRP 수치에 영향을 미치는 것으로 판단된다. 한편 교란인자의 보정 후 여성에서 HCRPG의 식이섬유 섭취량이 LCRPG보다 유의적으로 낮았으며, 50세 이상의 대상자에서 LCRPG보다 HCRPG의 오메가3 지방산의 섭취량은 적었으며, 콜레스테롤 섭취량은 높았다. 또한 비만에 해당하는 대상자 중 HCRPG에서 지방의 에너지 기여율이 높고 지방과 포화 지방산의 섭취량이 높았다. 이러한 결과는 흡연, 신체활동과 같은 생활 습관뿐 아니라 식이섬유, 지방의 섭취량, 열량 에너지 섭취의 구성 또한 CRP 수준과 상관관계가 있음을 시사하며, 이는 식사와 만성염증과의 관련성을 제안할 수 있는 근거가 될 것으로 사료된다.

References

1. GBD 2013 Risk Factors Collaborators. Global, regional, and national comparative risk assessment of 79 behavioural, environmental and occupational, and metabolic risks or clusters of risks in 188 countries, 1990-2013: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2013. *Lancet* 2015; 386(10010): 2287-2323.
2. Korea Centers for Disease Control and Prevention. Chronic disease status and issues. Cheongju: Korea Centers for Disease Control and Prevention; 2015.
3. Majno G, Joris I. Cells, tissues, and disease: principles of general pathology. 2nd edition. New York (NY): Oxford University Press; 2004.
4. Medzhitov R. Origin and physiological roles of inflammation. *Nature* 2008; 454(7203): 428-435.
5. Hussain SP, Hofseth LJ, Harris CC. Radical causes of cancer. *Nat Rev Cancer* 2003; 3(4): 276-285.
6. Vigushin DM, Pepys MB, Hawkins PN. Metabolic and scintigraphic studies of radioiodinated human C-reactive protein in health and disease. *J Clin Invest* 1993; 91(4): 1351-1357.
7. Pearson TA, Mensah GA, Alexander RW, Anderson JL, Cannon RO 3rd, Criqui M, Fadl YY, Fortmann SP, Hong Y, Myers GL, Rifai N, Smith SC Jr, Taubert K, Tracy RP, Vinicor F; Centers for Disease Control and Prevention; American Heart Association. Markers of inflammation and cardiovascular disease: application to clinical and public health practice: a statement for healthcare professionals from the Centers for Disease Control and Prevention and the American Heart Association. *Circulation* 2003; 107(3): 499-511.
8. Harris TB, Ferrucci L, Tracy RP, Corti MC, Wacholder S, Ettinger WH Jr, Heimovitz H, Cohen HJ, Wallace R. Associations of elevated interleukin-6 and C-reactive protein levels with mortality in the elderly. *Am J Med* 1999; 106(5): 506-512.
9. Kones R. Rosuvastatin, inflammation, C-reactive protein, JUPITER, and primary prevention of cardiovascular disease--a perspective. *Drug Des Devel Ther* 2010; 4: 383-413.
10. McLaughlin T, Abbasi F, Lamendola C, Liang L, Reaven G, Schaff P, Reaven P. Differentiation between obesity and insulin

- resistance in the association with C-reactive protein. *Circulation* 2002; 106(23): 2908-2912.
11. Tracy RP, Psaty BM, Macy E, Bovill EG, Cushman M, Cornell ES, Kuller LH. Lifetime smoking exposure affects the association of C-reactive protein with cardiovascular disease risk factors and subclinical disease in healthy elderly subjects. *Arterioscler Thromb Vasc Biol* 1997; 17(10): 2167-2176.
 12. Schmidt MI, Duncan BB, Sharrett AR, Lindberg G, Savage PJ, Offenbacher S, Azambuja MI, Tracy RP, Heiss G. Markers of inflammation and prediction of diabetes mellitus in adults (Atherosclerosis Risk in Communities study): a cohort study. *Lancet* 1999; 353(9165): 1649-1652.
 13. Muhammad IF, Borné Y, Hedblad B, Nilsson PM, Persson M, Engström G. Acute-phase proteins and incidence of diabetes: a population-based cohort study. *Acta Diabetol* 2016; 53(6): 981-989.
 14. Albert MA, Glynn RJ, Buring J, Ridker PM. C-reactive protein levels among women of various ethnic groups living in the United States (from the Women's Health Study). *Am J Cardiol* 2004; 93(10): 1238-1242.
 15. Ridker PM, Cushman M, Stampfer MJ, Tracy RP, Hennekens CH. Inflammation, aspirin, and the risk of cardiovascular disease in apparently healthy men. *N Engl J Med* 1997; 336(14): 973-979.
 16. 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.
 17. Albert MA, Glynn RJ, Ridker PM. Alcohol consumption and plasma concentration of C-reactive protein. *Circulation* 2003; 107(3): 443-447.
 18. Soltani S, Chitsazi MJ, Salehi-Abargouei A. The effect of dietary approaches to stop hypertension (DASH) on serum inflammatory markers: a systematic review and meta-analysis of randomized trials. *Clin Nutr*. Forthcoming 2017.
 19. Khayatzadeh SS, Kazemi-Bajestani SM, Bagherniya M, Mehrnam M, Tayefi M, Ebrahimi M, Ferns GA, Safarian M, Ghayour-Mobarhan M. Serum high C reactive protein concentrations are related to the intake of dietary macronutrients and fiber: findings from a large representative Persian population sample. *Clin Biochem* 2017; 50(13-14): 750-755.
 20. Ajani UA, Ford ES, Mokdad AH. Dietary fiber and C-reactive protein: findings from National Health and Nutrition Examination Survey Data. *J Nutr* 2004; 134(5): 1181-1185.
 21. King DE, Egan BM, Geesey ME. Relation of dietary fat and fiber to elevation of C-reactive protein. *Am J Cardiol* 2003; 92(11): 1335-1339.
 22. Lee Y, Kang D, Lee SA. Effect of dietary patterns on serum C-reactive protein level. *Nutr Metab Cardiovasc Dis* 2014; 24(9): 1004-1011.
 23. WHO Expert Consultation. Appropriate body-mass index for Asian populations and its implications for policy and intervention strategies. *Lancet* 2004; 363(9403): 157-163.
 24. Ma Y, Griffith JA, Chasan-Taber L, Olenzki BC, Jackson E, Stanek EJ 3rd, Li W, Pagoto SL, Hafner AR, Ockene IS. Association between dietary fiber and serum C-reactive protein. *Am J Clin Nutr* 2006; 83(4): 760-766.
 25. Ma Y, Hébert JR, Li W, Bertone-Johnson ER, Olenzki B, Pagoto SL, Tinker L, Rosal MC, Ockene IS, Ockene JK, Griffith JA, Liu S. Association between dietary fiber and markers of systemic inflammation in the Women's Health Initiative Observational Study. *Nutrition* 2008; 24(10): 941-949.
 26. Bode JG, Albrecht U, Häussinger D, Heinrich PC, Schaper F. Hepatic acute phase proteins--regulation by IL-6- and IL-1-type cytokines involving STAT3 and its crosstalk with NF- κ B-dependent signaling. *Eur J Cell Biol* 2012; 91(6-7): 496-505.
 27. Wilkins J, Gallimore JR, Moore EG, Pepys MB. Rapid automated high sensitivity enzyme immunoassay of C-reactive protein. *Clin Chem* 1998; 44(6 Pt 1): 1358-1361.
 28. Ledue TB, Rifai N. High sensitivity immunoassays for C-reactive protein: promises and pitfalls. *Clin Chem Lab Med* 2001; 39(11): 1171-1176.
 29. Folsom AR, Aleksic N, Catellier D, Juneja HS, Wu KK. C-reactive protein and incident coronary heart disease in the Atherosclerosis Risk In Communities (ARIC) study. *Am Heart J* 2002; 144(2): 233-238.
 30. Yang EY, Nambi V, Tang Z, Virani SS, Boerwinkle E, Hoogeveen RC, Astor BC, Mosley TH, Coresh J, Chambless L, Ballantyne CM. Clinical implications of JUPITER (Justification for the Use of statins in Prevention: an Intervention Trial Evaluating Rosuvastatin) in a U.S. population insights from the ARIC (Atherosclerosis Risk in Communities) study. *J Am Coll Cardiol* 2009; 54(25): 2388-2395.
 31. Hur M, Lee YK, Kang HJ, Lee KM. Distribution of high-sensitivity C-reactive protein in Korean healthy individuals. *J Clin Pathol Qual Control* 2001; 23(2): 259-63.
 32. Lear SA, Chen MM, Birmingham CL, Frohlich JJ. The relationship between simple anthropometric indices and C-reactive protein: ethnic and gender differences. *Metabolism* 2003; 52(12): 1542-1546.
 33. Anand SS, Razak F, Yi Q, Davis B, Jacobs R, Vuksan V, Lonn E, Teo K, McQueen M, Yusuf S. C-reactive protein as a screening test for cardiovascular risk in a multiethnic population. *Arterioscler Thromb Vasc Biol* 2004; 24(8): 1509-1515.
 34. Rallidis LS, Kolomvotsou A, Lekakis J, Farajian P, Vamvakou G, Dargès N, Zolindaki M, Efsthathiou S, Anastasiou-Nana M, Zampelas A. Short-term effects of Mediterranean-type diet intervention on soluble cellular adhesion molecules in subjects with abdominal obesity. *Clin Nutr ESPEN* 2017; 17: 38-43.
 35. Brown L, Rosner B, Willett WW, Sacks FM. Cholesterol-lowering effects of dietary fiber: a meta-analysis. *Am J Clin Nutr* 1999; 69(1): 30-42.
 36. Vinolo MA, Rodrigues HG, Nachbar RT, Curi R. Regulation of inflammation by short chain fatty acids. *Nutrients* 2011; 3(10): 858-876.
 37. Blake GJ, Ridker PM. Inflammatory bio-markers and cardiovascular risk prediction. *J Intern Med* 2002; 252(4): 283-294.
 38. Lemieux I, Pascot A, Prud'homme D, Alméras N, Bogaty P, Nadeau A, Bergeron J, Després JP. Elevated C-reactive protein: another component of the atherothrombotic profile of abdominal obesity. *Arterioscler Thromb Vasc Biol* 2001; 21(6): 961-967.
 39. Navarro SL, Kantor ED, Song X, Milne GL, Lampe JW, Kratz M, White E. Factors associated with multiple biomarkers of systemic inflammation. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev*

- 2016; 25(3): 521-531.
40. Jafari Salim S, Alizadeh S, Djalali M, Nematipour E, Hassan Javanbakht M. Effect of omega-3 polyunsaturated fatty acids supplementation on body composition and circulating levels of follistatin-like 1 in males with coronary artery disease: a randomized double-blind clinical trial. *Am J Mens Health* 2017; 11(6): 1758-1764.
 41. Calder PC. Polyunsaturated fatty acids, inflammation, and immunity. *Lipids* 2001; 36(9): 1007-1024.
 42. Fröhlich M, Sund M, Löwel H, Imhof A, Hoffmeister A, Koenig W. Independent association of various smoking characteristics with markers of systemic inflammation in men. Results from a representative sample of the general population (MONICA Augsburg Survey 1994/95). *Eur Heart J* 2003; 24(14): 1365-1372.
 43. Donges CE, Duffield R, Drinkwater EJ. Effects of resistance or aerobic exercise training on interleukin-6, C-reactive protein, and body composition. *Med Sci Sports Exerc* 2010; 42(2): 304-313.
 44. Richardson MR, Churilla JR. Sleep duration and C-reactive protein in US adults. *South Med J* 2017; 110(4): 314-317.
 45. Ironson G, Banerjee N, Fitch C, Krause N. Positive emotional well-being, health behaviors, and inflammation measured by C-reactive protein. *Soc Sci Med*. Forthcoming 2017.