

Research Article



우리나라 성인에서 atherogenic index of plasma와 식품군 섭취의 관련성: 도시기반 코호트 자료를 활용하여

신혜란 , 송수진 

한남대학교 생명나노과학대학 식품영양학과

OPEN ACCESS

Received: Nov 16, 2023

Revised: Jan 22, 2024

Accepted: Jan 22, 2024

Published online: Feb 19, 2024

Correspondence to

SuJin Song

Department of Food and Nutrition, College of Life Science and Nano-Technology, Hannam University, 1646 Yuseong-daero, Yuseong-gu, Daejeon 34054, Republic of Korea.
Tel: +82-42-629-8791
Email: sjsong@hnu.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

Hye Ran Shin 

<https://orcid.org/0000-0001-9434-7379>

SuJin Song 

<https://orcid.org/0000-0003-1871-4346>

Funding

This research was supported by the grant from National Research Foundation of Korea funded by the Korean government (Ministry of Science and ICT) (grant number 2022R1C1C1002905) and the 2023 Hannam University research fund.

Conflict of Interest

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

Atherogenic index of plasma and its association with food group intake in Korean adults: based on the baseline data of KoGES-HEXA study

Hye Ran Shin  and SuJin Song 

Department of Food and Nutrition, College of Life Science and Nano-Technology, Hannam University, Daejeon 34054, Republic of Korea

ABSTRACT

Purpose: The atherogenic index of plasma (AIP) is gaining recognition as a superior predictor of coronary artery disease. This study examined the relationship between the AIP and the intake of various food groups in Korean adults, using the baseline data from the Korean Genome and Epidemiology Study-The Health Examinees (KoGES-HEXA) study.

Methods: This study included 133,381 adults (46,288 men, 87,093 women) who completed the nutrition survey and biochemical tests of the KoGES-HEXA study. The AIP was calculated as the log (triglycerides/high-density lipoprotein-cholesterol) and was divided into quintiles according to sex for further analysis. Data on food group intake were obtained using the semi-quantitative food frequency questionnaire, and daily food group intake (g/d) was evaluated for each individual. The association between the food group intake and the AIP was examined using the linear regression analysis after adjusting for the confounding variables.

Results: In this study population, there was a positive correlation between energy intake and the AIP in men whereas an inverse association was shown in women ($p < 0.001$). In women, a rise in the AIP significantly correlated with an increased percentage of energy intake derived from carbohydrates but decreased percentages of energy from protein and fat ($p < 0.001$).

In men and women, the consumption of grains and kimchi/pickles increased as the AIP rose, while the intake of legumes, nuts, meat and its products, eggs, fish, and milk and dairy products decreased. Among men, individuals in the highest AIP group showed higher intake of wheat products than those in the lowest group of the AIP. In women, the AIP was inversely correlated with potatoes and beverages consumption.

Author Contributions

Conceptualization: Shin HR, Song S; Formal analysis: Shin HR; Funding acquisition: Song S; Investigation: Shin HR, Song S; Methodology: Shin HR, Song S; Supervision: Song S; Writing - original draft: Shin HR, Song S; Writing - review & editing: Shin HR, Song S.

Conclusion: This study highlights the importance of a balanced diet, including various protein sources, milk and dairy products, legumes, and nuts, for preventing cardiovascular diseases. Further research into sex-specific dietary patterns is essential for tailoring appropriate dietary recommendations.

Keywords: cardiovascular diseases; food intake; Korea; diet

서론

관상동맥질환 (coronary artery disease)은 심장의 혈관인 관상동맥에 동맥경화증이 발생하여 혈관이 막히게 되는 질환으로, 전 세계적으로 사망 원인 3위에 해당한다 [1]. 특히, 우리나라에서는 단일 장기질환 중에서 심장질환이 사망 원인의 1위를 차지하며, 관상동맥질환에 대한 예방 대책의 중요성이 더욱 부각되고 있다 [2]. 다양한 요인이 관상동맥질환 발생의 원인이 되는데, 고혈압, 고지혈증, 당뇨병, 비만, 흡연, 건강하지 않은 식습관, 신체활동의 감소, 그리고 스트레스 등이 주요 위험 요인으로 꼽힌다 [1,3].

전통적으로 중성지방, 총콜레스테롤, low-density lipoprotein (LDL)-콜레스테롤, high-density lipoprotein (HDL)-콜레스테롤과 같은 단일 지질 지표나 허리-엉덩이둘레의 비가 심혈관질환의 예측 지표로 사용되었다 [3,4]. 그러나 최근에는 중성지방과 HDL-콜레스테롤의 비, Framingham risk score, atherogenic index of plasma (AIP), 또는 Castelli's risk index와 같은 복합 지표가 심혈관질환의 예측에 더욱 효과적임이 확인되었다 [5]. 그 중에서도 특히 AIP는 National Cholesterol Education Program에서 심혈관질환의 중요한 예측 인자로 제안되었다 [6]. AIP는 2000년 Dobiášová와 Frohlich에 의해 제안되었으며, 로그변환된 중성지방과 HDL-콜레스테롤의 몰의 비로 계산된다 [7]. 이 지표는 LDL-콜레스테롤 입자의 크기와는 반대되는 경향을 보이며, 작고 밀도가 높은 LDL-콜레스테롤 입자는 산화에 취약하므로, AIP가 높을수록 관상동맥질환의 위험이 증가하는 것으로 평가된다 [8]. AIP가 0.11 미만이면 심혈관질환의 위험이 낮음, 0.11-0.21이면 중간 위험, 0.21 초과 시에는 높은 위험으로 평가된다 [7]. AIP와 심혈관질환의 상관성을 검토한 논문에서는 AIP와 이상지질혈증, 복부비만, 고혈압, 혈당 대사 장애와 같은 심혈관질환 위험 요인들 사이에 양의 상관관계가 있다고 하였으며 [9], AIP와 관상동맥질환의 관련성을 평가한 메타분석 연구에서는 AIP가 성인 남녀에서 관상동맥질환과 독립적으로 연관되어 있음을 보고하였다 [10]. 이처럼 AIP는 심혈관질환 및 관련 만성 질환 예후 판단의 중요한 생화학 지표로 사용될 수 있다.

심혈관질환의 예방 및 관리를 위한 대표적인 식사요법으로는 Dietary Approaches to Stop Hypertension (DASH)와 지중해식 식사패턴이 제시되고 있다. DASH는 과일, 채소, 통곡류, 생선류, 견과류, 우유 및 유제품, 그리고 식물성 기름의 섭취를 증가시키고, 가공육, 단당류, 알코올 섭취를 줄이는 것을 권장한다 [11]. 지중해식 식사패턴 또한 이와 유사하게 채소 및 과일류, 통곡류, 생선류, 올리브오일 섭취를 중점적으로 강조하고, 가공식품과 붉은 육류의 섭취를 제한한다 [12]. 두 식사요법 모두 통곡류, 생선류, 채소 및 과일류의 섭취를 강조하고, 붉은 육류나 가공육의 섭취를 제한하는 특징을 가지며, 여러 연구들에서 이러한 식사패턴이 심혈관질환 예방에 긍정적인 효과를 가져온다는 결과가 보고되었다 [13-15].

국내의 심혈관질환 관련 식사요인에 대한 체계적 문헌고찰 결과에 따르면, 우유, 유제품, 커피의 섭취는 심혈관질환 및 혈압, 지질 수치와 음의 상관관계를 보였으며, 첨가당이 들어간 음료의 섭취는 양의 상관관계를 보고하였다 [16]. 그동안 AIP와 식품군 섭취의 관련성에 대하여 국내에서 발표된 연구들은 국민건강영양조사 자료를 이용하여 젊은 성인이나 중년 남성을 대상으로 수행되었다 [17,18]. 젊은 성인을 대상으로 한 연구에서는 여성에서만 AIP가 증가함에 따라 음료류의 섭취가 증가하였으며 [17], 중년 남성을 대상으로 한 연구에서는 AIP가 증가함에 따라 우유 및 유제품의 섭취가 감소하는 결과를 보였다 [18]. 우리나라의 남녀 성인을 모두 포함하며, 보다 다양한 연령층을 대상으로 AIP와 식품군 섭취의 관련성을 살펴보기 위한 추가적인 연구가 필요한 실정이다.

우리나라 인구집단에서 심혈관질환의 유병률이 지속적으로 증가하고 있으며, 심장질환 및 뇌혈관질환으로 인한 사망이 2022년 기준 사망원인의 2위, 5위를 차지하고 있어 심혈관질환의 예방 및 관리는 매우 중요한 공중 보건 이슈이다 [19]. 본 연구의 주요 목표는 우리나라 성인에서 건강한 식생활을 통해 심혈관질환의 위험을 감소시키기 위하여 심혈관질환의 예측 인자인 AIP와 식품군 섭취의 관련성을 파악하고, 이를 바탕으로 심혈관 건강 증진을 위한 식사지침 제공 및 영양 중재 방안을 모색하고자 하였다. 이에 따라 본 연구에서는 대규모 코호트의 기반자료를 활용하여 40세부터 79세 사이의 성인 남녀를 대상으로 AIP와 식품군 섭취량의 관련성을 분석하였다.

연구방법

연구 자료 및 대상자

본 연구는 한국인의 만성질환 위험 요인을 규명하고자 질병관리청 국립보건연구원이 수행하는 코호트 사업인 한국인유전체역학조사사업의 도시기반 코호트 조사 (Korean Genome and Epidemiology Study-The Health Examinees study, KoGES-HEXA study) 자료를 활용하였다. 이 조사는 2004년부터 2013년까지 기반조사를 통해 전국의 14개 도시 (서울, 부산, 인천, 대구, 광주, 울산, 경기 안양, 경기 고양, 경기 성남, 강원 춘천, 충남 천안, 전남 광주, 전남 화순, 경남 창원) 지역의 의료기관에 내원한 만 40세 이상의 남녀 총 173,195명을 모집하였다. 기반 조사에 참여한 대상자 중 식품 섭취 조사가 완료되지 않은 3,064명을 제외한 후, 일일 에너지 섭취량이 500 kcal 미만이거나 5,000 kcal를 초과하는 참여자 834명을 추가적으로 제외하였다. 또한 본 연구에 필요한 변수에 대해 응답하지 않은 35,916명의 참여자 (신체계측 관련 변수 2,562명, 교육·직업·소득 변수 26,105명, 음주·흡연·신체활동 변수 555명, 혈중 지질 지표 포함 생화학 지표 변수 6,547명, 고혈압, 당뇨, 고지혈증, 뇌졸중, 협심증/심근경색 질환의 진단력 변수 147명)를 제외하였으며, 최종적으로 총 133,381명 (남성 46,288명, 여성 87,093명)의 대상자를 분석에 포함하였다 (Fig. 1). 연구를 시작하기 전에 모든 참여자들은 동의서에 자발적으로 서명하였으며, 본 연구는 2차 조사 자료를 분석한 연구로 한남대학교 생명윤리위원회 (Institutional Review Board)를 통해 심의 면제 승인을 받았다 (2023-E-01-09-0625).

식품군 섭취량 평가

본 연구는 한국인유전체역학조사사업에서 개발 및 타당도 검증을 완료한 반정량 식품섭취 빈도조사지 (semi-quantitative food-frequency questionnaire, FFQ)를 활용하여 식사 관련 변수

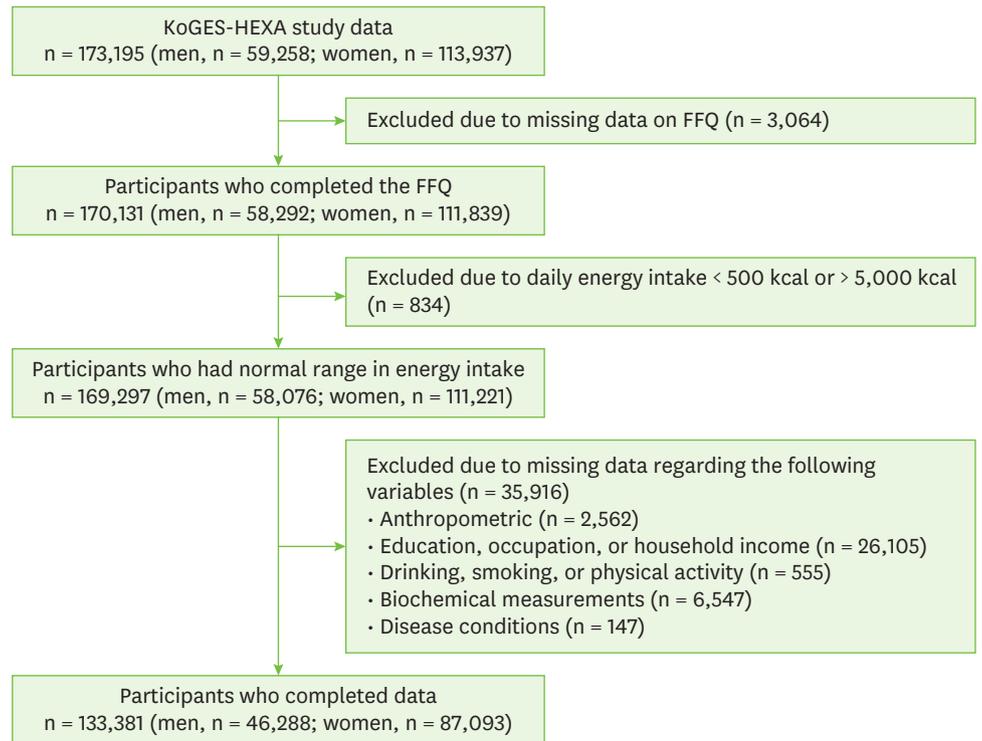


Fig. 1. Flowchart for selection of study participants.

KoGES-HEXA, Korean Genome and Epidemiology Study-The Health Examinees; FFQ, food frequency questionnaire.

를 산출하였다. 본 연구의 분석을 위해 FFQ에 포함된 총 106개의 식품 중, 100개의 식품을 이용하여 16개의 식품군(곡류, 밀가루 제품, 서류, 콩류 및 그 제품, 종실류, 김치 및 피클류, 채소류, 버섯류, 과일류, 육류, 난류, 생선류, 기타 어류 및 조개류, 해조류, 우유 및 유제품, 음료)으로 분류하였다. FFQ 조사지의 식품 목록 중에서 6개의 식품 목록은(차에 넣는 설탕, 잼/꿀/버터/마아가린, 사탕/초콜릿, 미숫가루/선식, 국류, 탕류) 식품군 분류 시 제외하였다. 제외한 이유는 일부 식품 항목의 경우 여러 식품군의 식품들이 하나의 식품 목록으로 제시되어 있어(예: ‘잼/꿀/버터/마아가린’ - 당류, 유지류; ‘미숫가루/선식’ - 곡류, 콩류, 견과류) 단일 식품군으로 분류하는 것이 어렵다고 판단되었다. ‘국류’와 ‘탕류’는 섭취량 측정이 그릇의 양에 기반을 두고 있어, 실제 육류 섭취량을 정확히 반영하지 못한다고 판단되어 제외하였다. 또한 ‘차에 넣는 설탕’과 ‘사탕/초콜릿’ 두 가지 식품 목록으로 당류 식품군을 구성하여 섭취량을 제시하는 것은 당류 식품군의 섭취량을 충분히 반영하기 어렵다고 판단하여 제외하였다. 한국인유전체역학조사사업에서 제공하는 식품별 일일 섭취량(g) 변수를 활용하여 16개 식품군의 개인별 일일 섭취량(g/d)을 산출하였다. 또한 한국인유전체역학조사사업에서 FFQ 조사의 결과로 제공하고 있는 일일 에너지 및 영양소 섭취량 변수를 활용하여 탄수화물, 지방, 단백질의 에너지 섭취비율(%)을 계산하였다.

신체계측 및 생화학 지표 측정

연구 대상자의 신체계측치로 신장, 체중, 체질량지수(body mass index, BMI), 허리-엉덩이 둘레의 비, 수축기 혈압, 이완기 혈압을 사용하였다. 신장과 체중은 신장-체중 자동측정기를 이용하여 각각 cm와 kg 단위로 계측하였으며, 체질량지수는 체중(kg)/신장(m²)으로 계

산하였다. 허리-엉덩이둘레의 비는 줄자를 이용하여 연구 대상자의 허리둘레 (cm)와 엉덩이둘레 (cm)를 잰 뒤, 허리둘레를 엉덩이둘레로 나누어 계산하였다. 수축기 혈압과 이완기 혈압은 최소 1분의 간격을 두고 2번의 혈압을 잰 뒤 그 평균값을 이용하였다. 모든 생화학 검사는 코호트 참여기관으로부터 표준화된 프로토콜에 따라 검체 채취 및 관리를 수행하였으며, 본 연구에서는 총콜레스테롤, 중성지방, HDL-콜레스테롤, LDL-콜레스테롤, 공복 혈당을 사용하였다. 혈액검사는 8시간 이상 금식 후 정맥혈에서 채취하여 측정하였고, enzymatic methods (ADVIA 1650; Siemens, Tarrytown, NY, USA)를 이용하여 총콜레스테롤, 중성지방, HDL-콜레스테롤, 공복 혈당을 측정하였다. LDL-콜레스테롤은 Friedwald 계산식 (총콜레스테롤 - HDL-콜레스테롤 - [중성지방/5])을 이용하여 산출된 값을 이용하였다. 한국인유전체역학조사사업 자료에서 총콜레스테롤, 중성지방, HDL-콜레스테롤, LDL-콜레스테롤을 mg/dL 단위의 값으로 제시하고 있어, 이 값을 mmol/L로 변환하여 연구에 활용하였다. 변환식은 총콜레스테롤, LDL-콜레스테롤, HDL-콜레스테롤의 mg/dL 값에 0.02586을 곱했으며, 중성지방은 mg/dL 값에 0.01129를 곱하였다 [20]. AIP는 중성지방을 HDL-콜레스테롤로 나눈 값을 로그변환하여 계산하였다 ($\log[\text{중성지방}/\text{HDL-콜레스테롤}]$) [21].

일반적 특성 및 만성질환 유병률 조사

연구 대상자의 일반적인 특성 변수로는 연령, 교육수준, 가구소득을 포함하였다. 교육수준은 중졸 이하, 고졸 이하, 대졸 이상으로 분류하였다. 가구소득은 월 200만원 미만, 400만원 미만, 400만원 이상으로 분류하였다. 연구 대상자의 생활습관을 파악하기 위해 흡연 여부, 음주 여부, 신체활동 여부를 평가하였다. 흡연 여부는 현재 흡연, 과거 흡연, 비흡연으로 분류하였고, 음주 여부는 현재 음주, 과거 음주, 안마심으로 분류하였다. 신체활동 여부는 “몸에 땀이 날 정도의 운동을 규칙적으로 하십니까?”라는 질문에 대한 응답으로 “네”와 “아니오”로 분류하였다. 만성질환 유병률은 고혈압, 당뇨, 고지혈증, 뇌졸중, 협심증/심근경색의 진단을 받은 경험이 있다고 응답한 연구 대상자의 백분율 (%)을 계산하였다.

통계분석

모든 통계분석은 SPSS 25.0 버전 (IBM Corp., Armonk, NY, USA)을 이용하여 수행하였다. 모든 분석은 남성과 여성으로 나누어 수행하였으며, 남녀 각각에서 AIP를 5분위 그룹으로 나누어 추가 분석에 활용하였다. AIP 5분위 그룹에 따른 일반적 특성은 빈도 (n)와 백분율 (%)로 제시하였고, 질병 유병률은 백분율 (%)을 제시하였다. 범주형 변수의 분포 차이를 검정하기 위해 χ^2 test를 이용하였다. 연령, 신체계측 및 생화학 지표, 에너지 섭취량, 다량영양소의 에너지 섭취비율은 AIP 5분위 그룹에 따라 평균 \pm 표준편차로 제시하였다. 평균 차이를 위한 검정은 analysis of variance를 이용하였다. 남녀 각각에서 AIP 5분위 그룹에 따라 식품군 섭취량을 평균 \pm 표준오차로 제시하였다. 남성과 여성 동일하게 연령, 교육수준, 가구소득, 흡연 여부, 음주 여부, 신체활동 여부, BMI, 에너지 섭취량을 공변량으로 보정한 선형 회귀 분석 모델을 활용하여 AIP와 식품군 섭취량의 관련성을 검정하였다. 모든 통계 처리의 유의성은 p-value < 0.05를 기준으로 검정하였다.

결과

AIP 5분위에 따른 연구 대상자의 일반적 특성

남녀 연구대상자의 AIP 5분위에 따른 일반적 특성을 Table 1에 제시하였다. 남성의 평균 연령은 53.9세, 여성의 평균 연령은 52.5세였다. 남성의 경우 AIP가 높은 그룹일수록 연령이 낮았으며, 여성의 경우는 AIP가 높은 그룹일수록 연령이 높았다 ($p < 0.001$). 남성에서 AIP가 높은 그룹은 낮은 그룹에 비해 중졸 이하의 비율과 가구소득 < 200만원의 비율이 낮았으며, 현재

Table 1. General characteristics of the study participants by quintiles of AIP

Characteristics	Quintiles (Q) of AIP					Total	p-value ³⁾
	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5		
Men							
Number	9,253	9,263	9,248	9,267	9,257	46,288	
Age (yrs)	54.71 ± 8.93	54.24 ± 8.79	54.10 ± 8.68	53.61 ± 8.68	52.89 ± 8.45	53.91 ± 8.73	< 0.001
Education level							< 0.001
≤ Middle school	984 (10.6)	915 (9.9)	847 (9.2)	853 (9.2)	803 (8.7)	4,402 (9.5)	
≤ High school	4,879 (52.7)	4,781 (51.6)	4,892 (52.9)	4,806 (51.9)	5,014 (54.2)	24,372 (52.7)	
≥ College	3,390 (36.6)	3,567 (38.5)	3,509 (37.9)	3,608 (38.9)	3,440 (37.2)	17,514 (37.8)	
Household income (KRW/month)							< 0.001
< 2,000,000	2,859 (30.9)	2,590 (28.0)	2,495 (27.0)	2,501 (27.0)	2,414 (26.1)	12,859 (27.8)	
< 4,000,000	3,994 (43.2)	4,002 (43.2)	4,119 (44.5)	4,124 (44.5)	4,244 (45.8)	20,483 (44.3)	
≥ 4,000,000	2,400 (25.9)	2,671 (28.8)	2,634 (28.5)	2,642 (28.5)	2,599 (28.1)	12,946 (28.0)	
Smoking							< 0.001
No	3,085 (33.3)	2,745 (29.6)	2,532 (27.4)	2,393 (25.8)	2,065 (22.3)	12,820 (27.7)	
Past	3,970 (42.9)	3,961 (42.8)	3,841 (41.5)	3,727 (40.2)	3,525 (38.1)	19,024 (41.1)	
Current	2,198 (23.8)	2,557 (27.6)	2,875 (31.1)	3,147 (34.0)	3,667 (39.6)	14,444 (31.2)	
Drinking							0.151
No	1,838 (19.9)	1,883 (20.3)	1,902 (20.6)	1,856 (20.0)	1,774 (19.2)	9,253 (20.0)	
Past	695 (7.5)	669 (7.2)	691 (7.5)	626 (6.8)	686 (7.4)	3,367 (7.3)	
Current	6,720 (72.6)	6,711 (72.4)	6,655 (72.0)	6,785 (73.2)	6,797 (73.4)	33,668 (72.7)	
Physical activity							< 0.001
No	3,540 (38.3)	3,826 (41.3)	3,889 (42.1)	4,138 (44.7)	4,406 (47.6)	19,799 (42.8)	
Yes	5,713 (61.7)	5,437 (58.7)	5,359 (57.9)	5,129 (55.3)	4,851 (52.4)	26,489 (57.2)	
Women							
Number	17,215	17,608	17,429	17,413	17,428	87,093	
Age (yrs)	49.67 ± 7.37	51.17 ± 7.73	52.62 ± 7.95	53.79 ± 7.87	55.06 ± 7.85	52.47 ± 7.99	< 0.001
Education level							< 0.001
≤ Middle school	2,047 (11.9)	2,807 (15.9)	3,456 (19.8)	3,989 (22.9)	4,834 (27.7)	17,133 (19.7)	
≤ High school	10,493 (61.0)	10,823 (61.5)	10,656 (61.1)	10,490 (60.2)	10,281 (59.0)	52,743 (60.6)	
≥ College	4,675 (27.2)	3,978 (22.6)	3,317 (19.0)	2,934 (16.8)	2,313 (13.3)	17,217 (19.8)	
Household income (KRW/month)							< 0.001
< 2,000,000	4,489 (26.1)	5,421 (30.8)	6,092 (35.0)	6,699 (38.5)	7,562 (43.4)	30,263 (34.7)	
< 4,000,000	7,675 (44.6)	7,637 (43.4)	7,377 (42.3)	7,082 (40.7)	6,760 (38.8)	36,531 (41.9)	
≥ 4,000,000	5,051 (29.3)	4,550 (25.8)	3,960 (22.7)	3,632 (20.9)	3,106 (17.8)	20,299 (23.3)	
Smoking							< 0.001
No	16,683 (96.9)	17,021 (96.7)	16,813 (96.5)	16,747 (96.2)	16,711 (95.9)	83,975 (96.4)	
Past	209 (1.2)	229 (1.3)	198 (1.1)	237 (1.4)	230 (1.3)	1,103 (1.3)	
Current	323 (1.9)	358 (2.0)	418 (2.4)	429 (2.5)	487 (2.8)	2,015 (2.3)	
Drinking							< 0.001
No	10,056 (58.4)	11,139 (63.3)	11,625 (66.7)	12,195 (70.0)	12,640 (72.5)	57,655 (66.2)	
Past	310 (1.8)	316 (1.8)	351 (2.0)	355 (2.0)	379 (2.2)	1,711 (2.0)	
Current	6,849 (39.8)	6,153 (34.9)	5,453 (31.3)	4,863 (27.9)	4,409 (25.3)	27,727 (31.8)	
Physical activity							< 0.001
No	7,781 (45.2)	8,548 (48.5)	8,662 (49.7)	8,856 (50.9)	9,346 (53.6)	43,193 (49.6)	
Yes	9,434 (54.8)	9,060 (51.5)	8,767 (50.3)	8,557 (49.1)	8,082 (46.4)	43,900 (50.4)	

Values are mean ± standard deviation or number (%).

AIP, atherogenic index of plasma.

³⁾The p-values were derived from χ^2 test for categorical variables and from analysis of variance for continuous variables.

흡연하는 사람의 비율과 신체활동을 하지 않는 사람의 비율이 높았다 ($p < 0.001$). 여성에서는 AIP가 높은 그룹에서 낮은 그룹에 비해 중졸 이하의 비율과 가구소득 < 200만원의 비율, 현재 흡연하는 사람의 비율과 신체활동을 하지 않는 사람의 비율이 높았으며, 현재 음주하는 사람의 비율이 낮았다 ($p < 0.001$).

AIP 5분위에 따른 만성질환 유병률

Fig. 2에서는 남녀의 AIP 5분위에 따른 만성질환 유병률을 제시하였다. 남성과 여성 모두에서 AIP가 높은 그룹일수록 고혈압, 당뇨, 고지혈증의 유병률이 높았다 ($p < 0.001$). 뇌졸중 유병률은 여성에서만 AIP가 증가함에 따라 높았다 ($p < 0.001$).

AIP 5분위에 따른 신체계측 및 생화학 지표

남성과 여성의 AIP 5분위에 따른 신체계측 및 생화학 지표를 Table 2에 제시하였다. 남성과 여성 모두 AIP가 높은 그룹에서 낮은 그룹에 비해 BMI, 허리-엉덩이둘레 비, 수축기 혈압, 이완기 혈압, 총콜레스테롤, LDL-콜레스테롤, 중성지방, 공복 혈당의 평균값이 유의적으로 높았다 ($p < 0.001$). HDL-콜레스테롤의 경우 남성과 여성 모두 AIP가 높은 그룹에서 낮은 그룹에 비해 평균값이 유의하게 낮았다 ($p < 0.001$).

AIP 5분위에 따른 에너지 섭취량 및 다량영양소 섭취량

Table 3은 AIP 5분위 그룹에 따른 에너지 및 다량영양소 섭취량을 제시하였다. AIP가 높은 그룹은 낮은 그룹에 비해 에너지 섭취량이 남성에서는 높았고, 여성에서는 낮았다 (남성 $p = 0.003$, 여성 $p < 0.001$). 남성의 경우, AIP 5분위 그룹에 따라 탄수화물, 단백질, 지방의 에너지 섭취비율이 차이를 보이지 않았으나, 여성에서는 AIP가 높은 그룹일수록 탄수화물 섭취비율은 높았고, 지방과 단백질의 섭취비율은 낮은 경향을 보였다 ($p < 0.001$).

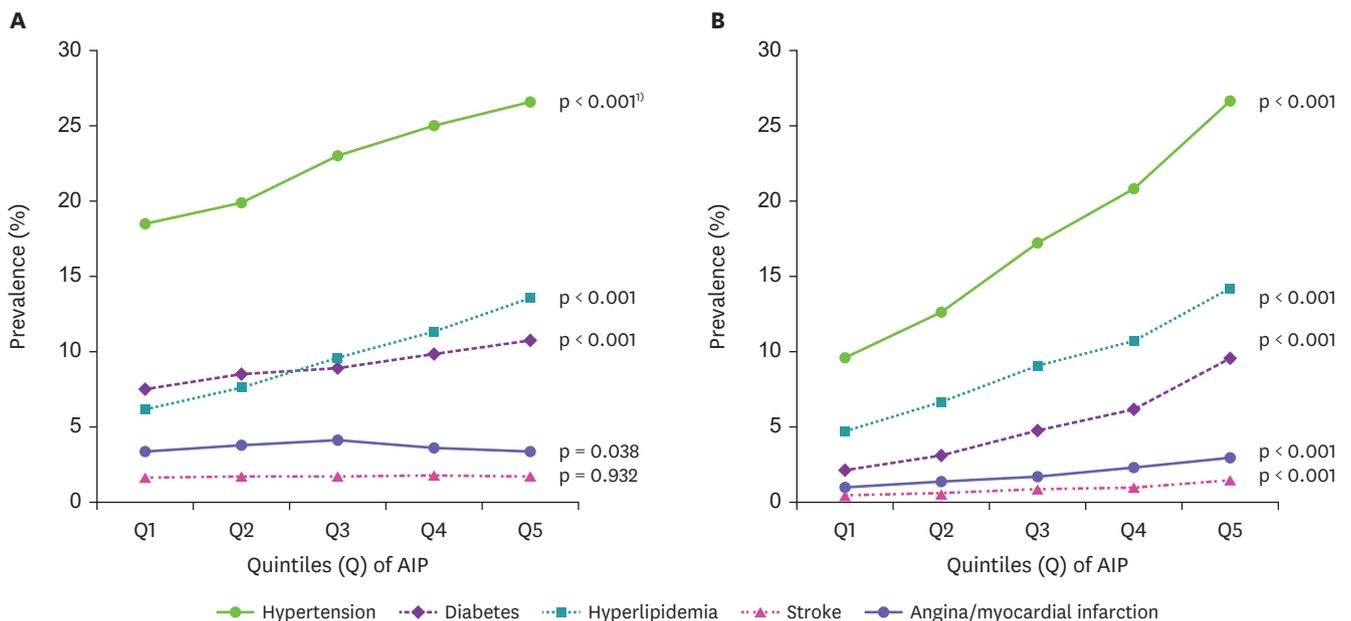


Fig. 2. Prevalence of chronic diseases by quintiles of AIP.

(A) Men; (B) Women.

AIP, atherogenic index of plasma.

¹⁾The p-values were derived from χ^2 test.

Table 2. Anthropometric and biochemical indices by quintiles of AIP

Variables	Quintiles (Q) of AIP					Total	p-value ¹⁾
	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5		
Men							
Number	9,253	9,263	9,248	9,267	9,257	46,288	
AIP							
Median (minimum, maximum)	-0.78 (-2.02, -0.49)	-0.27 (-0.49, -0.08)	0.09 (-0.08, 0.26)	0.45 (0.27, 0.67)	0.94 (0.67, 2.65)	0.09 (-2.02, 2.65)	
Mean ± SD	-0.84 ± 0.28	-0.27 ± 0.12	0.09 ± 0.10	0.46 ± 0.11	0.99 ± 0.24	0.08 ± 0.65	< 0.001
Body mass index (kg/m ²)	23.02 ± 2.61	23.92 ± 2.63	24.50 ± 2.59	24.93 ± 2.62	25.48 ± 2.58	24.37 ± 2.74	< 0.001
Waist-hip ratio	0.87 ± 0.05	0.89 ± 0.05	0.90 ± 0.05	0.90 ± 0.05	0.91 ± 0.05	0.89 ± 0.05	< 0.001
Systolic blood pressure (mmHg)	123.21 ± 14.43	124.38 ± 14.18	125.53 ± 14.25	126.39 ± 14.34	127.55 ± 14.48	125.41 ± 14.41	< 0.001
Diastolic blood pressure (mmHg)	76.73 ± 9.80	77.84 ± 9.62	78.57 ± 9.68	79.15 ± 9.68	79.89 ± 9.66	78.44 ± 9.75	< 0.001
Total cholesterol (mmol/L)	4.81 ± 0.83	4.91 ± 0.86	4.98 ± 0.88	5.08 ± 0.90	5.12 ± 0.91	4.98 ± 0.88	< 0.001
HDL-cholesterol (mmol/L)	1.61 ± 0.32	1.38 ± 0.25	1.26 ± 0.22	1.16 ± 0.20	1.04 ± 0.18	1.29 ± 0.31	< 0.001
LDL-cholesterol (mmol/L)	2.88 ± 0.74	3.04 ± 0.77	3.08 ± 0.81	3.07 ± 0.82	2.80 ± 0.86	2.97 ± 0.81	< 0.001
Triglycerides (mmol/L)	0.70 ± 0.18	1.05 ± 0.21	1.39 ± 0.27	1.84 ± 0.36	2.82 ± 0.68	1.56 ± 0.83	< 0.001
Fasting blood glucose (mmol/L)	5.28 ± 1.11	5.41 ± 1.22	5.48 ± 1.24	5.57 ± 1.34	5.68 ± 1.48	5.48 ± 1.29	< 0.001
Women							
Number	17,215	17,608	17,429	17,413	17,428	87,093	
AIP							
Median (minimum, maximum)	-1.08 (-2.35, -0.84)	-0.64 (-0.83, -0.46)	-0.30 (-0.46, -0.13)	0.06 (-0.13, 0.28)	0.59 (0.28, 2.29)	-0.30 (-2.35, 2.29)	
Mean ± SD	-1.13 ± 0.24	-0.64 ± 0.11	-0.29 ± 0.10	0.07 ± 0.12	0.66 ± 0.30	-0.26 ± 0.64	< 0.001
Body mass index (kg/m ²)	23.37 ± 2.59	23.05 ± 2.76	23.66 ± 2.88	24.22 ± 2.94	24.86 ± 3.00	23.63 ± 3.00	< 0.001
Waist-hip ratio	0.81 ± 0.06	0.82 ± 0.06	0.84 ± 0.06	0.85 ± 0.06	0.87 ± 0.06	0.84 ± 0.06	< 0.001
Systolic blood pressure (mmHg)	116.46 ± 14.22	118.60 ± 14.72	120.73 ± 15.22	122.46 ± 15.29	124.96 ± 15.60	120.65 ± 15.30	< 0.001
Diastolic blood pressure (mmHg)	72.34 ± 9.44	73.51 ± 9.57	74.67 ± 9.68	75.63 ± 9.66	76.94 ± 9.74	74.62 ± 9.75	< 0.001
Total cholesterol (mmol/L)	4.97 ± 0.84	5.04 ± 0.87	5.16 ± 0.92	5.25 ± 0.93	5.33 ± 0.97	5.15 ± 0.92	< 0.001
HDL-cholesterol (mmol/L)	1.80 ± 0.32	1.58 ± 0.26	1.45 ± 0.24	1.32 ± 0.22	1.14 ± 0.20	1.46 ± 0.33	< 0.001
LDL-cholesterol (mmol/L)	2.91 ± 0.73	3.08 ± 0.78	3.21 ± 0.84	3.28 ± 0.85	3.15 ± 0.90	3.13 ± 0.83	< 0.001
Triglycerides (mmol/L)	0.58 ± 0.13	0.83 ± 0.15	1.08 ± 0.19	1.42 ± 0.26	2.27 ± 0.66	1.24 ± 0.68	< 0.001
Fasting blood glucose (mmol/L)	4.92 ± 0.77	5.03 ± 0.82	5.14 ± 1.03	5.25 ± 1.08	5.45 ± 1.40	5.16 ± 1.06	< 0.001

Values are mean ± standard deviation.

AIP, atherogenic index of plasma; HDL, high-density lipoprotein; LDL, low-density lipoprotein.

¹⁾The p-values were derived from analysis of variance.

Table 3. Energy intake and macronutrient intake by quintiles of AIP

Variables	Quintiles (Q) of AIP					Total	p-value ¹⁾
	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5		
Men							
Number	9,253	9,263	9,248	9,267	9,257	46,288	
Energy intake (kcal/d)	1,840.76 ± 527.33	1,839.79 ± 523.89	1,850.12 ± 524.98	1,857.92 ± 527.84	1,865.60 ± 532.53	1,850.84 ± 527.19	0.003
Carbohydrate (% of energy)	71.82 ± 7.29	71.90 ± 7.20	71.94 ± 7.19	71.93 ± 7.26	72.00 ± 7.22	71.92 ± 7.23	0.504
Protein (% of energy)	14.60 ± 5.29	14.53 ± 5.24	14.48 ± 5.20	14.50 ± 5.28	14.46 ± 5.26	14.51 ± 5.25	0.401
Fat (% of energy)	13.57 ± 2.49	13.56 ± 2.42	13.56 ± 2.46	13.55 ± 2.42	13.53 ± 2.42	13.55 ± 2.44	0.762
Women							
Number	17,215	17,608	17,429	17,413	17,428	87,093	
Energy intake (kcal/d)	1,717.13 ± 551.76	1,707.90 ± 537.40	1,693.64 ± 526.50	1,694.15 ± 524.10	1,678.46 ± 516.09	1,698.23 ± 531.43	< 0.001
Carbohydrate (% of energy)	71.32 ± 7.45	72.17 ± 7.40	72.70 ± 7.41	73.13 ± 7.37	73.82 ± 7.28	72.63 ± 7.43	< 0.001
Protein (% of energy)	14.86 ± 5.43	14.17 ± 5.36	13.72 ± 5.34	13.35 ± 5.29	12.79 ± 5.22	13.78 ± 5.37	< 0.001
Fat (% of energy)	13.80 ± 2.56	13.65 ± 2.54	13.56 ± 2.54	13.50 ± 2.55	13.38 ± 2.55	13.58 ± 2.55	< 0.001

Values are mean ± standard deviation.

AIP, atherogenic index of plasma.

¹⁾The p-values were derived from analysis of variance.

AIP 5분위에 따른 식품군 섭취량

AIP 5분위 그룹에 따른 16개 식품군의 일일 평균 섭취량을 비교한 결과는 **Table 4**에 제시하였다. 남성의 경우 AIP가 높은 그룹일수록 곡류, 밀가루 제품, 김치/피클류의 섭취가 유의하게 증가하였다 (p-trend < 0.05). 반면 남성에서 AIP가 높은 그룹은 낮은 그룹에 비해 콩류, 종실류, 육류, 난류, 생선류, 우유 및 유제품류의 섭취량은 유의하게 낮았다 (p-trend < 0.05). 여성에서는 AIP가 높은 그룹에서 낮은 그룹에 비해 곡류와 김치/피클류의 섭취량이 높았다 (p-trend < 0.001). 반면 여성에서 AIP가 높은 그룹일수록 서류, 콩류, 종실류, 육류, 난류, 생선류, 우유 및 유제품, 음료류의 섭취량이 낮은 경향을 보였다 (p-trend < 0.05).

Table 4. Food group intake by quintiles of AIP

Food group (g/d)	Quintiles (Q) of AIP					Total	p-trend ³⁾
	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5		
Men							
Number	9,253	9,263	9,248	9,267	9,257	46,288	
Grains	640.92 ± 1.78	643.61 ± 1.74	646.61 ± 1.74	647.85 ± 1.75	652.99 ± 1.76	646.40 ± 1.14	< 0.001
Wheat products	85.48 ± 1.03	88.28 ± 1.00	88.78 ± 1.00	89.52 ± 1.01	90.65 ± 1.01	88.54 ± 0.66	< 0.001
Potatoes	14.77 ± 0.24	14.59 ± 0.23	14.67 ± 0.23	14.32 ± 0.23	14.39 ± 0.24	14.55 ± 0.15	0.112
Legumes and its products	43.14 ± 0.61	42.66 ± 0.59	42.14 ± 0.59	42.00 ± 0.59	41.01 ± 0.60	42.19 ± 0.39	0.003
Nuts	1.39 ± 0.04	1.31 ± 0.04	1.20 ± 0.04	1.21 ± 0.04	1.14 ± 0.04	1.25 ± 0.03	< 0.001
Kimchi/pickles	159.96 ± 1.48	160.34 ± 1.45	163.63 ± 1.44	162.42 ± 1.45	164.11 ± 1.46	162.09 ± 0.95	0.011
Vegetables	101.17 ± 1.07	101.32 ± 1.05	101.32 ± 1.05	100.45 ± 1.05	100.23 ± 1.06	100.89 ± 0.69	0.346
Mushrooms	7.51 ± 0.14	7.83 ± 0.13	7.68 ± 0.13	7.79 ± 0.13	7.48 ± 0.14	7.66 ± 0.09	0.791
Fruits	177.63 ± 2.13	175.04 ± 2.08	176.38 ± 2.08	176.17 ± 2.09	174.26 ± 2.10	175.89 ± 1.37	0.345
Meat and its products	45.94 ± 0.52	45.14 ± 0.51	44.32 ± 0.50	44.73 ± 0.51	44.37 ± 0.51	44.89 ± 0.33	0.014
Eggs	11.97 ± 0.18	11.57 ± 0.18	11.60 ± 0.18	11.69 ± 0.18	11.25 ± 0.18	11.61 ± 0.12	0.009
Fish	28.32 ± 0.33	27.42 ± 0.33	27.51 ± 0.32	27.08 ± 0.33	26.14 ± 0.33	27.29 ± 0.21	< 0.001
Shellfish	13.01 ± 0.20	12.90 ± 0.20	12.82 ± 0.20	12.65 ± 0.20	12.95 ± 0.20	12.86 ± 0.13	0.514
Seaweed	1.63 ± 0.02	1.62 ± 0.02	1.65 ± 0.02	1.62 ± 0.02	1.66 ± 0.02	1.64 ± 0.01	0.467
Milk and dairy products	108.23 ± 1.45	105.29 ± 1.42	101.87 ± 1.42	100.54 ± 1.42	98.44 ± 1.43	102.87 ± 0.93	< 0.001
Beverages	92.87 ± 1.56	91.63 ± 1.53	92.55 ± 1.52	91.82 ± 1.53	91.56 ± 1.54	92.09 ± 1.00	0.575
Women							
Number	17,215	17,608	17,429	17,413	17,428	87,093	
Grains	518.48 ± 2.37	527.25 ± 2.35	531.64 ± 2.34	535.39 ± 2.33	543.95 ± 2.34	531.34 ± 2.12	< 0.001
Wheat products	76.71 ± 1.18	75.88 ± 1.17	76.63 ± 1.16	77.50 ± 1.16	77.19 ± 1.16	76.77 ± 1.05	0.179
Potatoes	19.01 ± 0.40	19.23 ± 0.40	18.74 ± 0.39	18.50 ± 0.39	18.43 ± 0.40	18.80 ± 0.36	0.002
Legumes and its products	49.56 ± 0.85	49.34 ± 0.84	49.23 ± 0.84	49.99 ± 0.83	48.00 ± 0.83	49.03 ± 0.76	0.013
Nuts	2.05 ± 0.06	1.87 ± 0.05	1.78 ± 0.05	1.78 ± 0.05	1.68 ± 0.05	1.83 ± 0.04	< 0.001
Kimchi/pickles	136.54 ± 1.77	136.99 ± 1.75	138.31 ± 1.75	140.52 ± 1.74	140.52 ± 1.41	139.04 ± 1.58	< 0.001
Vegetables	117.81 ± 1.58	118.41 ± 1.56	117.24 ± 1.56	118.16 ± 1.55	118.27 ± 1.55	117.98 ± 1.41	0.697
Mushrooms	9.98 ± 0.23	9.98 ± 0.22	9.75 ± 0.22	9.88 ± 0.22	9.72 ± 0.22	9.86 ± 0.20	0.101
Fruits	226.54 ± 3.50	226.84 ± 3.47	225.74 ± 3.45	225.75 ± 3.44	224.38 ± 3.45	225.85 ± 3.13	0.377
Meat and its products	40.00 ± 0.59	39.52 ± 0.59	39.12 ± 0.59	38.43 ± 0.59	37.98 ± 0.59	39.01 ± 0.53	< 0.001
Eggs	13.50 ± 0.23	13.12 ± 0.23	12.97 ± 0.23	12.78 ± 0.23	12.35 ± 0.23	12.94 ± 0.20	< 0.001
Fish	30.75 ± 0.45	29.87 ± 0.44	29.26 ± 0.44	28.75 ± 0.44	28.29 ± 0.44	29.38 ± 0.40	< 0.001
Shellfish	14.36 ± 0.28	14.11 ± 0.28	13.97 ± 0.27	14.07 ± 0.27	14.28 ± 0.27	14.16 ± 0.25	0.669
Seaweed	2.20 ± 0.04	2.17 ± 0.03	2.17 ± 0.03	2.15 ± 0.03	2.19 ± 0.03	2.17 ± 0.03	0.386
Milk and dairy products	152.64 ± 2.19	147.66 ± 2.17	143.51 ± 2.16	138.70 ± 2.16	133.20 ± 2.16	143.04 ± 1.95	< 0.001
Beverages	91.41 ± 1.85	89.27 ± 1.83	89.75 ± 1.83	87.93 ± 1.82	85.83 ± 1.82	88.83 ± 1.65	< 0.001

Values are mean ± standard error.

AIP, atherogenic index of plasma.

³⁾The p-trends were derived from multiple linear regression analysis adjusting for age, education level, household income, smoking, drinking, physical activity, body mass index, and energy intake.

고찰

본 연구는 한국인유전체역학조사 사업을 통해 수집된 도시기반 코호트 기반자료를 활용하여 40-79세 한국 성인의 AIP와 관련된 일반적 특성, 신체계측 및 생화학 검사 지표, 그리고 16개 식품군 섭취량을 분석하였다. AIP는 관상동맥질환 발병 위험의 주요 예측 지표로 여겨지며, 우리나라 성인에서 AIP가 높은 그룹에서 곡류 및 김치/피클류 섭취량이 유의적으로 높은 경향을 보인 반면 콩류, 종실류, 육류, 난류, 생선류, 우유 및 유제품류의 섭취량은 낮은 경향을 나타냈다.

AIP는 관상동맥질환을 예측하는 지표로서 그 값이 0.11 미만이면 위험이 낮은 수준, 0.11-0.21이면 중간 위험, 0.21 초과이면 관상동맥질환의 높은 위험 수준으로 보고 있다 [7]. 본 연구에서는 남성의 평균 AIP는 0.08, 여성은 -0.26으로 나타났다. 국민건강영양조사 자료의 성인 남성에서 AIP가 0.08로 보고되어 본 연구의 남성 대상자의 AIP와 비슷하였으며 [18], 우리나라의 한 검진센터에 방문한 30-79세 성인 남녀의 평균 AIP인 0.27 보다는 낮았다 [22]. 또한 아시아 지역 연구들과 비교하였을 때, 이란의 17-67세 연구 대상자의 AIP가 남성에서 0.41, 여성에서 0.35로 나타났고 [23], 중국의 관상동맥질환이 없는 평균 연령 62세의 성인 남녀 AIP는 0.12로 보고되어 본 연구 대상의 AIP 보다 높은 편이었다 [24].

한편, 본 연구에서 남성의 경우 AIP가 높은 그룹일수록 연령이 낮았는데 이는 분석 자료에서 남성의 연령이 높을수록 혈중 중성지방 농도가 낮아지는 경향을 보였기 때문이다. 연구 대상의 연령에 따른 혈중 중성지방 농도를 분석한 결과, 여성의 경우 연령의 증가에 따라 중성지방 농도가 증가하였으나, 남성의 경우 연령 증가에 따라 중성지방 농도가 감소하였다. 이와 비슷하게 2022 국민건강통계 결과에서도 성인 남성의 혈중 중성지방 농도가 39세까지 증가하다가 40세 이후부터는 감소하는 것으로 보고되었다 [25]. 이와 관련하여 본 연구의 남성 대상자에서 AIP에 따른 뇌졸중 유병률 분포가 차이를 보이지 않은 것도 AIP가 높은 그룹에서 연령이 낮았기 때문으로 해석할 수 있겠다. 우리나라 성인의 뇌졸중 위험 요인을 분석한 연구에서도 연령을 뇌졸중의 매우 주요한 예측 요인으로 보고하고 있다 [26].

본 연구에서 남녀 모두 AIP와 곡류군 섭취량, 김치/피클류 섭취량이 양의 상관관계를 보였다. 그동안의 국내 연구들에서 곡류 (주로 흰쌀)와 김치류로 주로 구성된 식사를 하는 ‘전통 식 식사패턴’ 또는 ‘흰쌀과 김치류 식사패턴’은 대사증후군이나 이상지질혈증 (고중성지방 혈증 및 저HDL콜레스테롤혈증)과 양의 상관관계를 보였다 [27,28]. 이러한 식사패턴은 식물성 식품 위주로 구성되어 있어 대사질환과 음의 상관관계를 보일 것으로 예상되었으나, 탄수화물 위주의 식사로 단백질과 지방 섭취가 감소하고 다량영양소의 섭취 불균형으로 인하여 대사질환 위험 증가의 결과를 보였다. 본 연구 결과에서도 여성에서 AIP가 높은 그룹일수록 탄수화물의 섭취 비율이 높은 반면, 지방과 단백질의 섭취는 유의하게 낮은 것으로 나타났다. 과도한 탄수화물 섭취 후 체내에서 사용되지 않고 남은 당질은 간에서 중성지방으로 합성되어 혈중 중성지방의 농도를 높이는 원인이 될 수 있다 [29]. 또한, 한국인에서 섭취가 많은 탄수화물의 급원식품인 정제된 곡류는 인슐린 반응을 높일 수 있으며, 이는 지방의 대사 과정에 영향을 주어 HDL-콜레스테롤 수치를 낮출 수 있다 [30]. 2020 한국인 영양소 섭취기준에서는 성인의 다량영양소 에너지 적정비율 (Acceptable Macronutrient Distribution Range) 을 탄수화물 55-65%, 단백질 7-20%, 지방 15-30%로 제시하고 있다 [31]. 특히 우리나라 성인

에서는 높은 탄수화물 섭취비율이 여러 건강 문제와 관련이 있으며, 선행 연구들에서 높은 탄수화물 섭취비율에 따라 혈중 중성지방 농도가 증가하거나 HDL-콜레스테롤 농도가 낮아진다고 보고하였다 [32,33].

또한 김치/피클류는 소금에 절인 채소 음식으로, 과도한 나트륨 섭취의 원인이 될 수 있다. 국내 배추김치의 나트륨 함량은 대략 534-783 mg/100 g 범위에 있다 [34]. 세계보건기구 (World Health Organization)의 권장 나트륨 섭취량은 일일 2,000 mg이나 2022년 기준 우리나라 성인의 평균 나트륨 섭취량은 3,213 mg으로 1.6배 정도 높게 보고되었다 [25]. 나트륨의 과잉 섭취는 혈압 상승을 유발할 수 있어, 심혈관질환의 위험을 높이는 식사요인으로 알려져 있다 [35]. 식사를 통한 나트륨 섭취와 심혈관질환 위험에 대한 체계적 문헌고찰 및 메타분석 연구에서는 나트륨 섭취량이 1 g 증가할 때마다 심혈관질환 위험은 최대 6% 증가한다고 보고하였다 [36]. 곡류군, 김치/피클류와 같은 식품군의 섭취는 연령과도 밀접한 관련이 있으므로, 연령 그룹에 대한 층화분석을 실시하였다. 본 연구에서는 2020 한국인 영양소 섭취기준에서 제시하고 있는 연령 그룹을 검토하여 50세를 기준으로 두 연령 그룹으로 구분하였으며 [31], 그 결과 두 연령 그룹 모두에서 AIP는 곡류군 섭취량, 김치/피클류 섭취량과 양의 상관관계를 보였다 (data not shown).

본 연구 결과, 남녀에서 공통적으로 생선류와 우유 및 유제품의 섭취량이 AIP와 음의 상관관계를 보였다. 생선은 오메가-3 지방산을 포함한 불포화지방산이 풍부하여 선행 연구들에서 일관되게 심혈관질환 예방 효과를 보였다 [37,38]. 우유 및 유제품 내 칼슘과 리보플라빈 등의 영양소가 심혈관질환의 위험 감소와 연관되어 있다고 알려져 있는데 칼슘은 항고혈압 인자로서의 역할을 하며 [39,40], 리보플라빈은 그 섭취량이 부족할 경우 고혈압 발병률이 증가하는 것으로 보고되었다 [41]. Dehghan 등 [42]의 연구에서는 일일 유제품 섭취량이 2회 이상인 그룹에서 심혈관질환 발생률과 사망률이 각각 22%, 23% 감소하는 것으로 보고하였다. DASH나 지중해식 식사패턴에서 역시 생선류와 우유 및 유제품의 섭취를 강조하고 있으며 [11,12], 한국지질동맥경화학회의 이상지질혈증 진료지침과 미국심장협회 (American Heart Association)의 심혈관질환 예방을 위한 식사지침에서도 육류 섭취 대신 생선류를 섭취할 것을 제안하고 있다 [43,44].

반면 본 연구 대상자에서 육류와 난류의 섭취량도 AIP와 음의 상관관계를 보였다. 육류나 난류의 섭취는 심혈관질환 및 그 위험 요인들과 연관되지 않은 결과를 보인다. 육류의 경우 붉은 육류와 가공육이 심혈관질환 위험을 높인다는 결과가 보고되고 있는 반면 [13,37], 전향적 코호트 연구들의 메타분석에서는 가공육 섭취가 심혈관질환 및 그로 인한 사망 위험과 음의 상관관계를 보였다 [45]. 본 연구에서는 육류의 종류를 구분하여 분석하지는 못하였으며, 본 연구 대상자들이 섭취하는 육류의 양이 남성 44.9 g, 여성 39.8 g으로 미국 성인의 평균 섭취량에 비해 비교적 낮은 편이었다 [46]. 난류 섭취의 경우, 전향적 코호트 연구들의 메타분석에서는 심혈관질환이나 사망 위험 증가와 관련이 없었으나 [47], 또 다른 연구에서는 난류 섭취량이 많을수록 심혈관질환 및 사망률이 높아지는 결과가 나타났다 [48]. 반면, 최근의 그리스 연구에서는 난류의 섭취량이 많을수록 심혈관질환에 유리한 결과를 나타내고 있어 선행 연구들에서 일관된 결과가 나오지 않고 있다 [49]. 육류나 난류의 섭취는 질 높은 단백질 및 칼슘, 철 등의 영양소를 제공하며 식사 내 식품 구성의 다양성을 높인다는 측면에서 긍정적이나, 과잉 섭취 시 포화지방산, 콜레스테롤 등의 섭취가 증가하며 심혈관질환 위험

을 높일 수 있어 섭취량에 대한 주의가 필요하다. 2020 농식품 소비 통계 분석보고서에 따르면, 한국인의 육류와 난류 소비는 증가하고 있는 추세이므로 [50], 앞으로 섭취량 추이에 대한 모니터링과 함께 대사질환과의 관련성을 고려하여 섭취에 대한 가이드라인이 필요할 것으로 사료된다.

본 연구의 대상자에서 그 섭취량이 AIP와 음의 상관관계를 보인 콩류와 종실류는 관상동맥 질환에 보호적인 효과를 가지고 있다고 알려져 있는 식품군들이다. 콩류에는 식이섬유, 불포화지방산, 식물성 지방산이 풍부해 심장과 혈관을 보호하는 효과가 있다고 알려져 있다 [51,52]. Saraf-Bank와 Azadbakht [52]의 연구에 의하면 주 4회 이상의 콩류 섭취는 관상동맥질환 위험을 22% 낮추고, 심혈관질환 위험을 11% 낮추는 결과를 보였다. 종실류 역시 불포화지방산, 식이섬유, 식물성 지방산, 그리고 베타카로틴과 같은 항산화 영양소가 풍부하여 심혈관질환에 유리하다고 알려져 있다 [53]. 대규모 다국적 전향적 코호트 연구인 The Prospective Urban Rural Epidemiology 연구 결과에 따르면, 견과류 섭취량이 한 달에 30 g 미만인 섭취자보다 한 주에 120 g을 초과하는 섭취자에서 심혈관질환의 발생률 및 사망률이 유의하게 감소하는 것으로 나타났다 [54]. 따라서 콩류나 종실류는 심혈관질환 예방 및 관리를 위한 식사 지침에서 그 섭취를 강조할 필요가 있으며, 건강한 식사패턴의 구성 요소로서 포함하고자 노력해야 함을 시사한다.

여성에서는 AIP가 높은 그룹일수록 음료류 섭취가 적은 것으로 나타났으나, 남성에서는 유의한 관련성을 보이지 않았다. 본 연구에서 음료류는 커피와 녹차, 탄산음료, 전통차류를 포함한다. 가당음료를 매일 한 잔 이상 섭취하는 여성의 경우 섭취하지 않은 여성에 비해 관상동맥질환의 위험도가 20% 높게 나타난 연구가 있는 반면 [55], 커피와 녹차 섭취는 남성보다는 여성에서 심혈관질환을 낮춘다는 연구 결과가 보고되기도 하였다 [56,57]. 성별에 따라 식품군의 섭취 양상이 다를 뿐만 아니라 생활습관 또한 차이를 보이며, 남녀의 생리적 반응 등의 차이 등에 따라 AIP 수준과 식품군 섭취의 관련성이 다르게 나타난 것으로 사료된다. 성별에 따른 심혈관질환 관련 식사의 차이를 파악하고, 그 기전을 이해하기 위한 추가적인 연구가 요구된다.

본 연구의 제한점으로는 첫째, 단면 연구의 특성상 식사요인과 AIP의 인과관계를 명확히 규명하기는 어렵다는 점이다. 또한, 대규모 코호트의 기반자료를 활용하였지만 일부 도시의 검진센터에 내원한 40세 이상 수검자를 연구 대상으로 선정하였기 때문에 본 연구 결과를 우리나라 성인 전체의 결과로 해석하기는 어렵다. 이러한 제한점에도 불구하고 본 연구는 한국인 유전체역학조사사업의 대규모 기반조사 자료를 바탕으로 진행하였으며, 우리나라 성인 남녀에서 최근 중요하게 여겨지는 관상동맥질환 예측 지표인 AIP와 식품군 섭취의 관련성을 탐색하였다는 점에서 연구의 의의가 있다.

요약

본 연구는 우리나라 성인 남녀에서 관상동맥질환의 주요 예측 지표인 AIP와 식품군 섭취의 관련성을 분석하였다. 본 연구에서는 40-79세의 성인 남녀 133,381명을 대상으로 AIP 5분위 그룹에 따른 식품군 섭취량을 제시하였으며, 그 결과 AIP가 높은 그룹에서 낮은 그룹에 비해

곡류, 김치/피클류의 섭취가 높았고, 콩류, 종실류, 육류, 난류, 생선류, 우유 및 유제품 등의 섭취가 낮은 경향을 보였다. 본 연구는 한국인의 식사와 관상동맥질환 위험도 간의 관계에 대한 중요한 정보를 제공하며, 관상동맥질환 예방을 위해 다양한 식품군이 포함된 균형 잡힌 식사가 중요함을 시사한다. 본 연구 결과는 관상동맥질환을 예방할 수 있는 식사지침 제시를 위한 기초자료로 활용될 수 있을 것이다. 추후 연구를 통해 한국인의 식사패턴을 분석하여 심혈관질환 발생 및 사망과의 관련성을 조사하고, 이를 통해 한국인의 심혈관질환 예방에 기여할 수 있을 것으로 기대한다.

REFERENCES

1. Brown JC, Gerhardt TE, Kwon E. Risk factors for coronary artery disease. Treasure Island (FL): StatPearls; 2023.
2. Baek J, Lee H, Lee HH, Heo JE, Cho SM, Kim HC. Thirty-six year trends in mortality from diseases of circulatory system in Korea. *Korean Circ J* 2021; 51(4): 320-332. [PUBMED](#) | [CROSSREF](#)
3. Fernández-Macias JC, Ochoa-Martínez AC, Varela-Silva JA, Pérez-Maldonado IN. Atherogenic index of plasma: novel predictive biomarker for cardiovascular illnesses. *Arch Med Res* 2019; 50(5): 285-294. [PUBMED](#) | [CROSSREF](#)
4. Yusuf S, Hawken S, Ōunpuu S, Bautista L, Franzosi MG, Commerford P, et al. Obesity and the risk of myocardial infarction in 27,000 participants from 52 countries: a case-control study. *Lancet* 2005; 366(9497): 1640-1649. [PUBMED](#) | [CROSSREF](#)
5. Edwards MK, Blaha MJ, Loprinzi PD. Atherogenic index of plasma and triglyceride/high-density lipoprotein cholesterol ratio predict mortality risk better than individual cholesterol risk factors, among an older adult population. *Mayo Clin Proc* 2017; 92(4): 680-681. [PUBMED](#) | [CROSSREF](#)
6. Haynes JW, Barger EV. National cholesterol education program: adult treatment panel III guidelines and the 2004 update. In: Reamy BV, editor. *Hyperlipidemia Management for Primary Care: An Evidence-Based Approach*. New York (NY): Springer US; 2008. p.15-38.
7. Dobiášová M, Frohlich J. The new atherogenic plasma index reflects the triglyceride and HDL-cholesterol ratio, the lipoprotein particle size and the cholesterol esterification rate: changes during lipanor therapy. *Vnitr Lek* 2000; 46(3): 152-156. [PUBMED](#)
8. Shen SW, Lu Y, Li F, Yang CJ, Feng YB, Li HW, et al. Atherogenic index of plasma is an effective index for estimating abdominal obesity. *Lipids Health Dis* 2018; 17(1): 11. [PUBMED](#) | [CROSSREF](#)
9. Liyo B, Webb RJ, Amirabdollahian F. The association between the atherogenic index of plasma and cardiometabolic risk factors: a review. *Healthcare (Basel)* 2023; 11(7): 966. [PUBMED](#) | [CROSSREF](#)
10. Wu J, Zhou Q, Wei Z, Wei J, Cui M. Atherogenic index of plasma and coronary artery disease in the adult population: a meta-analysis. *Front Cardiovasc Med* 2021; 8: 817441. [PUBMED](#) | [CROSSREF](#)
11. Appel LJ, Moore TJ, Obarzanek E, Vollmer WM, Svetkey LP, Sacks FM, et al. A clinical trial of the effects of dietary patterns on blood pressure. *N Engl J Med* 1997; 336(16): 1117-1124. [PUBMED](#) | [CROSSREF](#)
12. Martínez-González MA, Gea A, Ruiz-Canela M. The Mediterranean diet and cardiovascular health. *Circ Res* 2019; 124(5): 779-798. [PUBMED](#) | [CROSSREF](#)
13. Filippou CD, Tsioufis CP, Thomopoulos CG, Mihos CC, Dimitriadis KS, Sotiropoulou LI, et al. Dietary approaches to stop hypertension (DASH) diet and blood pressure reduction in adults with and without hypertension: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Adv Nutr* 2020; 11(5): 1150-1160. [PUBMED](#) | [CROSSREF](#)
14. Tang C, Wang X, Qin LQ, Dong JY. Mediterranean diet and mortality in people with cardiovascular disease: a meta-analysis of prospective cohort studies. *Nutrients* 2021; 13(8): 2623. [PUBMED](#) | [CROSSREF](#)
15. Jalilpiran Y, Darooghegi Mofrad M, Mozaffari H, Bellissimo N, Azadbakht L. Adherence to dietary approaches to stop hypertension (DASH) and Mediterranean dietary patterns in relation to cardiovascular risk factors in older adults. *Clin Nutr ESPEN* 2020; 39: 87-95. [PUBMED](#) | [CROSSREF](#)
16. Kim J, Hoang T, Bu SY, Kim JM, Choi JH, Park E, et al. Associations of dietary intake with cardiovascular disease, blood pressure, and lipid profile in the Korean population: a systematic review and meta-analysis. *J Lipid Atheroscler* 2020; 9(1): 205-229. [PUBMED](#) | [CROSSREF](#)

17. Hwang B, Yang YJ. Comparison of health indicators and lifestyle according to atherogenic index of plasma in Korean adults in their 20s and 30s. *J Nutr Health* 2023; 56(2): 168-183. [CROSSREF](#)
18. Shin HR, Song S, Cho JA, Ly SY. Atherogenic index of plasma and its association with risk factors of coronary artery disease and nutrient intake in Korean adult men: the 2013-2014 KNHANES. *Nutrients* 2022; 14(5): 1071. [PUBMED](#) | [CROSSREF](#)
19. Statistics Korea. Causes of death for South Koreans in 2022. Daejeon: Statistics Korea; 2023.
20. Haney EM, Huffman LH, Bougatsos C, Freeman M, Steiner RD, Nelson HD. Screening and treatment for lipid disorders in children and adolescents: systematic evidence review for the US Preventive Services Task Force. *Pediatrics* 2007; 120(1): e189-e214. [PUBMED](#) | [CROSSREF](#)
21. Dobiášová M, Frohlich J. The plasma parameter log (TG/HDL-C) as an atherogenic index: correlation with lipoprotein particle size and esterification rate in apoB-lipoprotein-depleted plasma (FER_{HDL}). *Clin Biochem* 2001; 34(7): 583-588. [PUBMED](#) | [CROSSREF](#)
22. Nam KW, Kwon HM, Park JH, Kwon H. The atherogenic index of plasma is associated with cerebral small vessel disease: a cross-sectional study. *J Lipid Atheroscler* 2022; 11(3): 262-271. [PUBMED](#) | [CROSSREF](#)
23. Niroumand S, Khajedaluae M, Khadem-Rezaiyan M, Abrishami M, Juya M, Khodae G, et al. Atherogenic Index of Plasma (AIP): a marker of cardiovascular disease. *Med J Islam Repub Iran* 2015; 29: 240. [PUBMED](#)
24. Cai G, Shi G, Xue S, Lu W. The atherogenic index of plasma is a strong and independent predictor for coronary artery disease in the Chinese Han population. *Medicine (Baltimore)* 2017; 96(37): e8058. [PUBMED](#) | [CROSSREF](#)
25. Korea Disease Control and Prevention Agency. Korea health statistics 2022: Korea National Health and Nutrition Examination Survey (KNHANES IX-1). Cheongju: Korea Disease Control and Prevention Agency; 2023.
26. Kim TH, Yang PS, Yu HT, Jang E, Uhm JS, Kim JY, et al. Age threshold for ischemic stroke risk in atrial fibrillation. *Stroke* 2018; 49(8): 1872-1879. [PUBMED](#) | [CROSSREF](#)
27. Song Y, Joung H. A traditional Korean dietary pattern and metabolic syndrome abnormalities. *Nutr Metab Cardiovasc Dis* 2012; 22(5): 456-462. [PUBMED](#) | [CROSSREF](#)
28. Song SJ, Lee JE, Paik HY, Park MS, Song YJ. Dietary patterns based on carbohydrate nutrition are associated with the risk for diabetes and dyslipidemia. *Nutr Res Pract* 2012; 6(4): 349-356. [PUBMED](#) | [CROSSREF](#)
29. Parks EJ. Effect of dietary carbohydrate on triglyceride metabolism in humans. *J Nutr* 2001; 131(10): 2772S-2774S. [PUBMED](#) | [CROSSREF](#)
30. Lee HA, An H. The effect of high carbohydrate-to-fat intake ratios on hypo-HDL-cholesterolemia risk and HDL-cholesterol levels over a 12-year follow-up. *Sci Rep* 2020; 10(1): 913. [PUBMED](#) | [CROSSREF](#)
31. Ministry of Health and Welfare (KR); Korean Society of Nutrition. Dietary reference intakes for Koreans 2020. Sejong: Ministry of Health and Welfare; 2020.
32. Song S, Song Y. Three types of a high-carbohydrate diet are differently associated with cardiometabolic risk factors in Korean adults. *Eur J Nutr* 2019; 58(8): 3279-3289. [PUBMED](#) | [CROSSREF](#)
33. Song S, Song WO, Song Y. Dietary carbohydrate and fat intakes are differentially associated with lipid abnormalities in Korean adults. *J Clin Lipidol* 2017; 11(2): 338-347.e3. [PUBMED](#) | [CROSSREF](#)
34. Moon EW, Lee HM, Kim SH, Seo HY. Monitoring of sodium content in commercial baechu (kimchi cabbage) kimchi. *Korean J Food Nutr* 2022; 35(6): 537-542.
35. Luft FC. Risk factors: evolving epidemiology of sodium intake and CVD. *Nat Rev Cardiol* 2016; 13(8): 445-446. [PUBMED](#) | [CROSSREF](#)
36. Wang YJ, Yeh TL, Shih MC, Tu YK, Chien KL. Dietary sodium intake and risk of cardiovascular disease: a systematic review and dose-response meta-analysis. *Nutrients* 2020; 12(10): 2934. [PUBMED](#) | [CROSSREF](#)
37. Jayedi A, Soltani S, Abdolshahi A, Shab-Bidar S. Healthy and unhealthy dietary patterns and the risk of chronic disease: an umbrella review of meta-analyses of prospective cohort studies. *Br J Nutr* 2020; 124(11): 1133-1144. [PUBMED](#) | [CROSSREF](#)
38. Wan Y, Zheng J, Wang F, Li D. Fish, long chain omega-3 polyunsaturated fatty acids consumption, and risk of all-cause mortality: a systematic review and dose-response meta-analysis from 23 independent prospective cohort studies. *Asia Pac J Clin Nutr* 2017; 26(5): 939-956. [PUBMED](#) | [CROSSREF](#)
39. van Mierlo LA, Arends LR, Streppel MT, Zeegers MP, Kok FJ, Grobbee DE, et al. Blood pressure response to calcium supplementation: a meta-analysis of randomized controlled trials. *J Hum Hypertens* 2006; 20(8): 571-580. [PUBMED](#) | [CROSSREF](#)
40. Kong SH, Kim JH, Hong AR, Cho NH, Shin CS. Dietary calcium intake and risk of cardiovascular disease, stroke, and fracture in a population with low calcium intake. *Am J Clin Nutr* 2017; 106(1): 27-34. [PUBMED](#) | [CROSSREF](#)

41. Ahn JY, Kim IS, Lee JS. Relationship of riboflavin and niacin with cardiovascular disease. *Korean J Clin Lab Sci* 2019; 51(4): 484-494. [CROSSREF](#)
42. Dehghan M, Mente A, Rangarajan S, Sheridan P, Mohan V, Iqbal R, et al. Association of dairy intake with cardiovascular disease and mortality in 21 countries from five continents (PURE): a prospective cohort study. *Lancet* 2018; 392(10161): 2288-2297. [PUBMED](#) | [CROSSREF](#)
43. Korean Society of Lipid & Atherosclerosis. Korean guidelines for the management of dyslipidemia. 5th ed. Seoul: Korean Society of Lipid & Atherosclerosis; 2022.
44. American Heart Association. The American heart association diet and lifestyle recommendations [Internet]. Dallas (TX): American Heart Association; 2023 [cited 2023 Nov 13]. Available from: <https://www.heart.org/en/healthy-living/healthy-eating/eat-smart/nutrition-basics/aha-diet-and-lifestyle-recommendations>.
45. Papp RE, Hasenegger V, Ekmekcioglu C, Schwingshackl L. Association of poultry consumption with cardiovascular diseases and all-cause mortality: a systematic review and dose response meta-analysis of prospective cohort studies. *Crit Rev Food Sci Nutr* 2023; 63(15): 2366-2387. [PUBMED](#) | [CROSSREF](#)
46. Daniel CR, Cross AJ, Koebnick C, Sinha R. Trends in meat consumption in the USA. *Public Health Nutr* 2011; 14(4): 575-583. [PUBMED](#) | [CROSSREF](#)
47. Godos J, Micek A, Brzostek T, Toledo E, Iacoviello L, Astrup A, et al. Egg consumption and cardiovascular risk: a dose-response meta-analysis of prospective cohort studies. *Eur J Nutr* 2021; 60(4): 1833-1862. [PUBMED](#) | [CROSSREF](#)
48. Zhuang P, Wu F, Mao L, Zhu F, Zhang Y, Chen X, et al. Egg and cholesterol consumption and mortality from cardiovascular and different causes in the United States: a population-based cohort study. *PLoS Med* 2021; 18(2): e1003508. [PUBMED](#) | [CROSSREF](#)
49. Kouvari M, Damigou E, Florentin M, Kosti RI, Chrysohoou C, Pitsavos CS, et al. Egg consumption, cardiovascular disease and cardiometabolic risk factors: the interaction with saturated fatty acids. Results from the ATTICA cohort study (2002-2012). *Nutrients* 2022; 14(24): 5291. [PUBMED](#) | [CROSSREF](#)
50. Korea Rural Economic Institute. Annual report on agriculture and food consumption statistics analysis 2020. Sejong: Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs; 2020.
51. Szczepańska E, Białek-Dratwa A, Janota B, Kowalski O. Dietary therapy in prevention of cardiovascular disease (CVD)-tradition or modernity? A review of the latest approaches to nutrition in CVD. *Nutrients* 2022; 14(13): 2649. [PUBMED](#) | [CROSSREF](#)
52. Saraf-Bank S, Azadbakht L. The association between non soy legume consumption and cardiovascular risk factors. *J Babol Univ Med Sci* 2015; 17: 53-62.
53. Coates AM, Hill AM, Tan SY. Nuts and cardiovascular disease prevention. *Curr Atheroscler Rep* 2018; 20(10): 48. [PUBMED](#) | [CROSSREF](#)
54. de Souza RJ, Dehghan M, Mente A, Bangdiwala SI, Ahmed SH, Alhabib KF, et al. Association of nut intake with risk factors, cardiovascular disease, and mortality in 16 countries from 5 continents: analysis from the Prospective Urban and Rural Epidemiology (PURE) study. *Am J Clin Nutr* 2020; 112(1): 208-219. [PUBMED](#) | [CROSSREF](#)
55. Pacheco LS, Lacey JV Jr, Martinez ME, Lemus H, Araneta MR, Sears DD, et al. Sugar-sweetened beverage intake and cardiovascular disease risk in the California teachers study. *J Am Heart Assoc* 2020; 9(10): e014883. [PUBMED](#) | [CROSSREF](#)
56. Chen Y, Ye Y, Zhang Z, Zhang C, Chen M, Pang J, et al. Tea consumption is associated with a reduced risk of coronary heart disease in female but not male populations in Guangzhou, China. *Nutr Res Pract* 2019; 13(5): 393-398. [PUBMED](#) | [CROSSREF](#)
57. Park Y, Cho H, Myung SK. Effect of coffee consumption on risk of coronary heart disease in a systematic review and meta-analysis of prospective cohort studies. *Am J Cardiol* 2023; 186: 17-29. [PUBMED](#) | [CROSSREF](#)