

# 한국 성인의 탄산음료 섭취와 고감도 C반응단백질과의 관련성

차정윤<sup>1</sup>, 오민정<sup>1,2,\*</sup>, 장민지<sup>1</sup>, 조유이<sup>1</sup>

<sup>1</sup>부산의료원 가정의학과, <sup>2</sup>부산대학교병원 가정의학과

## Association between Carbonated Beverage Intake and High-Sensitivity C-Reactive Protein in Korean Adults

Jungyeon Cha<sup>1</sup>, Min-Jeong Oh<sup>1,2,\*</sup>, Minji Jang<sup>1</sup>, Yuiee Jo<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Family Medicine, Busan Medical Center; <sup>2</sup>Department of Family Medicine, Pusan National University Hospital, Busan, Korea

**Background:** The purpose of this study was to evaluate the association between carbonated beverage intake and high-sensitivity C-reactive protein (hs-CRP) in Korean adults. Sugar consumption by Korean adults has increased, and carbonated beverages make up a large percentage of that increase. Hs-CRP is a clinically applicable marker that provides evaluation for cardiovascular disease (CVD) risk and prognosis.

**Methods:** We included 3,991 adults (aged  $\geq 19$  years) from the 2015 and 2016 Korea Health and Nutrition Examination Survey. The frequency of carbonated beverage intake was classified into four categories: 1) none; 2) 1–3 times a month; 3) 1–6 times a week; and 4) 1–3 times a day. The cut-off value for hs-CRP was referenced from the American Heart Association (AHA)/Centers for Disease Control and Prevention (CDC). Multinomial logistic regression analysis was conducted to evaluate the association between carbonated beverage intake and hs-CRP.

**Results:** The multinomial-adjusted odds ratio for hs-CRP greater than 3 mg/L was 1.71 (95% confidence interval, 1.12–2.61) for those with a carbonated beverage intake of 1–6 times a week and 3.10 (95% confidence interval, 1.34–7.16) for those with a carbonated beverage intake of 1–3 times a day.

**Conclusion:** This study shows that carbonated beverage intake may be associated with the increase of hs-CRP.

**Keywords:** Carbonated Beverage; Sugar-Sweetened Beverage; C-Reactive Protein; Cardiovascular Diseases

## 서론

한국인은 가공식품을 통해 당류를 가장 많이 섭취한다.<sup>1)</sup> 가공식품을 통한 당류 섭취량은 2007년 33.1 g에서 2013년 44.7 g으로 증가하였고, 그 중 가장 큰 비율(31.1%)을 차지하는 음료류를 통한 당류 섭취는 8.7 g에서 13.9 g으로 증가하였다.<sup>1)</sup>

가당음료(sugar-sweetened beverage)는 탄산/비탄산화 청량음료를 모두 포함한다.<sup>2)</sup> 이들 청량음료에는 액상과당(high-fructose corn syrup, HFCS)과 수크로스 같은 열량 감미료를 함유하는 탄산음료(carbonated beverage), 과일음료, 그리고 스포츠음료나 건강음료가

포함된다.<sup>2)</sup> 19세 이상 한국 성인의 음료 당류 섭취원은 탄산음료, 과일음료, 커피 등이었으며, 탄산음료는 음료류로부터 많은 당을 섭취하는 원인 중 하나이다.<sup>1)</sup> 최근 간편식과 배달음식이 성장하면서 함께 음용하는 탄산음료 소비도 같이 증가하고 있는 추세이며, 2014년 대비 2018년 탄산음료류 생산규모는 13.9% 증가하였다.<sup>3)</sup>

가당음료의 주요 첨가당은 과당 및 액상과당(HFCS)이고,<sup>4)</sup> WHO는 평생 유리당 섭취를 줄이고, 유리당을 50 g 미만으로 섭취할 것을 강하게 권고하고 있다.<sup>5)</sup>

가당음료 섭취 증가로 심혈관질환 위험이 높아질 수 있으며,<sup>2)</sup> 비만, 제2형 당뇨병 및 대사증후군, 이상지질혈증의 유병률이 증가할

Received December 15, 2020 Revised May 6, 2021

Accepted May 11, 2021

Corresponding author Min-Jeong Oh

Tel: +82-51-507-3000, Fax: +82-51-507-3001

E-mail: elvina1004@hanmail.net

ORCID: https://orcid.org/0000-0002-0337-7781

Copyright © 2021 The Korean Academy of Family Medicine

This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>) which permits unrestricted noncommercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

수 있는 것으로 나타났다.<sup>6)</sup> 통계청의 2019년 사망원인통계에 따르면, 심장 질환으로 인한 사망은 악성신생물(암)에 이어 2위를 차지하였으며, 2009년 순위 대비 1순위 상승하였다.<sup>7)</sup>

고감도 C반응단백질(high-sensitivity C-reactive protein, hs-CRP)은 미국 심장학회에서 심혈관질환과 관련해 첫 번째로 추천하는 검사 항목으로,<sup>8)</sup> 위험도 평가와 예후를 포함해 임상적 응용이 가능한 지표이다.<sup>9)</sup> 일반적인 CRP는 감염이나 염증성 질환 상태에서 높아진 것을 측정하지만, hs-CRP는 건강인에서 정상 범위에 들어 있는 CRP를 측정하는 것이다. 그래서 정상 범위 하한치를 가진 이와 상한치를 가진 이를 구별하는 검사이다.<sup>10)</sup>

본 연구에서는 2015, 2016 국민건강영양조사를 바탕으로 탄산음료 섭취와 hs-CRP와의 연관성을 밝히고, 나아가 식생활 변화를 통해 심혈관질환의 예방에 기여하고자 한다.

## 방법

### 1. 연구대상

본 연구는 국민건강영양조사 제6기(2015년도)와 7기(2016년도) 원시자료를 활용하였다. 상기 2차년도 자료를 통합하여 19세 이상 성인 12,327명 중 탄산음료 섭취 설문과 hs-CRP 검사에 응한 자를 초기 대상으로 하였다. 또한 CRP가 상승할 수 있는 상태의 대상자를 다음과 같이 제외하였다. 제외 대상<sup>11-13)</sup>은 백혈구 수  $10.0 \times 10^3/\mu\text{L}$  초과인 자, hs-CRP 10 mg/L 이상인 자, 간질환(B형간염, C형간염, 간경변증), 심혈관 질환(심근경색, 협심증), 뇌졸중, 신부전, 각종 암(위암, 간암, 대장암, 유방암, 자궁경부암, 폐암, 갑상선암, 기타 암), 고혈압, 당뇨, 류마티스 관절염, 골관절염, 골다공증, 폐결핵, 천식, 부비동염, 중이염 현재 치료자와 고위험 음주자<sup>14)</sup>(1회 평균 음주량이 남자의 경우 7잔 이상, 여자의 경우 5잔 이상이며 주 2회 이상 음주하는 사람)들이다. 그리고 이들 중 일반적 특성과 검진 관련 특성, 식품섭취빈도조사에서 응답이 누락된 자의 결측치를 제외한 3,991명을 최종 분석대상으로 하였다.

### 2. 연구변수

#### 1) 일반적 특성

대상자의 일반적 특성은 성별, 결혼 여부, 교육 수준, 월평균 가구소득, 경제활동 여부, 흡연 여부, 음주 여부, 신체활동 여부, 스트레스 인지, 우울감 여부를 조사하였다. 연령은 '19-29세', '30-39세', '40-49세', '50-59세', '60세 이상'으로 구분하였고, 결혼 여부는 '기혼', '미혼'으로 구분하였다. 교육 수준은 '초졸 이하', '중졸', '고졸', '대졸 이상'으로 구분하였고, 월평균 가구소득은 100만원 미만을

'하', 100-200만원을 '중하', 200-300만원을 '중상', 300만원 초과를 '상'으로 구분하였다. 경제활동 여부는 취업자를 '예', 실업자와 비경제활동인구(학생, 주부 포함)를 '아니오'로 구분하였다. 흡연 여부는 과거흡연과 비흡연을 '아니오', 현재 흡연을 '예'로 구분하였고, 음주 여부는 평생 비음주와 최근 1년간 월 1잔 미만 음주를 '아니오', 최근 1년간 월 1잔 이상 음주를 '예'로 구분하였다. 신체활동 여부는 1일간 고강도 또는 중강도 신체활동 여부<sup>15)</sup>를 '예', '아니오'로 구분하였고, 스트레스 인지는 '대단히 많이 느낀다'와 '많이 느끼는 편이다'를 '예', '조금 느끼는 편이다'와 '거의 느끼지 않는다'를 '아니오'로 구분하였으며, 우울감 여부는 2주 이상 연속 우울감 경험을 '예', '아니오'로 구분하였다.

#### 2) 검진 관련 특성

검진 관련 특성은 체질량지수(body mass index, BMI), 허리둘레, 수축기 혈압, 이완기 혈압, 공복 시 혈당, 당화혈색소, 총 콜레스테롤, LDL 콜레스테롤(직접법), HDL 콜레스테롤, 중성지방, 백혈구 수, AST, ALT, 설탕 섭취량, 초콜렛 섭취량, 에너지 섭취량, 탄수화물 섭취량, 단백질 섭취량, 지방 섭취량, 식이섬유 섭취량, 나트륨 섭취량, 칼슘 섭취량, 비타민 C 섭취량을 조사하였다. 체질량지수는 18.5 kg/m<sup>2</sup> 미만, 18.5 이상 23 kg/m<sup>2</sup> 미만, 23 이상 25 kg/m<sup>2</sup> 미만, 25 kg/m<sup>2</sup> 이상으로 분류하였다.

#### 3) 독립변수: 탄산음료 섭취 빈도

본 연구에서는 가당음료를 대표할 수 있는 탄산음료의 섭취 빈도를 독립변수로 설정하였다. 섭취 빈도 구간은 국민건강영양조사 설문 항목을 바탕으로 하였다. 1년간 탄산음료 섭취 빈도를 '거의 먹지 않음'을 0회, 월 1-3회, 주 1-6회, 일 1-3회로 설정하였다.

#### 4) 종속변수: hs-CRP

본 연구에서는 국민건강영양조사의 혈액검사로 측정된 hs-CRP값을 이용하였다. 절단점은 미국심장학회(American Heart Association, AHA)와 미국 질병통제예방센터(Centers for Disease Control and Prevention, CDC)에서 제시한 범위를 사용하여, 1 mg/L 미만은 심혈관질환 '저위험군', 1-3 mg/L 사이는 '평균 위험군', 3 mg/L 초과는 '고위험군'으로 설정하였다.<sup>8,9)</sup>

### 3. 통계분석

대상자의 일반적 특성과 검진 관련 특성에 따른 탄산음료 섭취 빈도의 차이는  $\chi^2$ -test, ANOVA로 검정하여 빈도와 퍼센트, 평균과 표준편차를 제시하였다. 또한, 탄산음료 섭취 빈도에 따른 hs-CRP

의 위험비는 로지스틱 회귀분석을 실시하여 오즈비(odds ratio, OR)와 95% 신뢰구간(confidence interval, CI)을 구하였다. 통계 분석은 IBM SPSS Statistics ver. 25.0 (IBM Co., Armonk, NY, USA)을 이용하였고, 모든 통계량의 유의수준은  $P < 0.05$ 로 하였다.

## 결 과

### 1. 일반적 특성에 따른 탄산음료 섭취 빈도의 차이

대상자는 총 3,991명으로 남자는 1,392명(34.9%), 여자는 2,599명(65.1%)이었다. 성별에 따라 남자의 비율(63.4%)이 가장 높았던 구간은 '일 1-3회'였으며, 여자의 비율(74.8%)이 가장 높았던 구간은 '0회'였다( $P < 0.001$ ). 연령에 따라 20대는 '주 1-6회'와 '일 1-3회'에서 유

**Table 1.** Difference in intake frequency of carbonated beverage according to general characteristics

Variable	Intake frequency of carbonated beverage				Total (n=3,991)	P-value
	None (n=1,928)	1-3 times/mo (n=993)	1-6 times/wk (n=988)	1-3 times/d (n=82)		
Sex						<0.001
Male	485 (25.2) <sup>a</sup>	356 (35.9)	499 (50.5)	52 (63.4)	1,392 (34.9)	
Female	1,443 (74.8)	637 (64.1)	489 (49.5)	30 (36.6)	2,599 (65.1)	
Age (y)						<0.001
19-29	143 (7.4)	217 (21.9)	420 (42.5)	40 (48.8)	820 (20.5)	
30-39	353 (18.3)	344 (34.6)	299 (30.3)	23 (28.0)	1,019 (25.5)	
40-49	585 (30.3)	275 (27.7)	177 (17.9)	13 (15.9)	1,050 (26.3)	
50-59	612 (31.7)	129 (13.0)	72 (7.3)	6 (7.3)	819 (20.5)	
≥60	235 (12.2)	28 (2.8)	20 (2.0)	0 (0.0)	283 (7.1)	
Marriage status						<0.001
Married	1,691 (87.7)	720 (72.5)	546 (55.3)	36 (43.9)	2,993 (75.0)	
Unmarried	237 (12.3)	273 (27.5)	442 (44.7)	46 (56.1)	998 (25.0)	
Education level						<0.001
≤Elementary school	162 (8.4)	27 (2.7)	25 (2.5)	2 (2.4)	216 (5.4)	
Middle school	191 (9.9)	31 (3.1)	31 (3.1)	3 (3.7)	256 (6.4)	
High school	708 (36.7)	366 (36.9)	415 (42.0)	40 (48.8)	1,529 (38.3)	
≥College	876 (45.0)	569 (57.3)	517 (52.3)	37 (45.1)	1,990 (49.9)	
Household income/mo						<0.001
Low	136 (7.1)	49 (4.9)	86 (8.7)	8 (9.8)	279 (7.0)	
Middle-low	406 (21.1)	220 (22.2)	230 (23.3)	21 (25.6)	877 (22.0)	
Middle-high	599 (31.1)	364 (36.7)	347 (35.1)	30 (36.6)	1,340 (33.6)	
High	787 (40.8)	360 (36.3)	325 (32.9)	23 (28.0)	1,495 (37.5)	
Economic activity						0.366
Yes	1,289 (66.9)	661 (66.6)	629 (63.7)	54 (65.9)	2,633 (66.0)	
No	639 (33.1)	332 (33.4)	359 (36.3)	28 (34.1)	1,358 (34.0)	
Smoking						<0.001
No	1,725 (89.5)	866 (87.2)	797 (80.7)	48 (58.5)	3,436 (86.1)	
Yes	203 (10.5)	127 (12.8)	191 (19.3)	34 (41.5)	555 (13.9)	
Alcohol intake						<0.001
No	956 (49.6)	428 (43.1)	355 (35.9)	32 (39.0)	1,771 (44.4)	
Yes <sup>b</sup>	972 (50.4)	565 (56.9)	633 (64.1)	50 (61.0)	2,220 (55.6)	
Physical activity						<0.001
Yes	176 (9.1)	132 (13.3)	151 (15.3)	16 (19.5)	475 (11.9)	
No	1,752 (90.9)	861 (86.7)	837 (84.7)	66 (80.5)	3,516 (88.1)	
Stress						<0.001
No	1,444 (74.9)	705 (71.0)	642 (65.0)	47 (57.3)	2,838 (71.1)	
Yes	484 (25.1)	288 (29.0)	346 (35.0)	35 (42.7)	1,153 (28.9)	
Depression						0.557
Yes	103 (5.3)	44 (4.4)	53 (5.4)	6 (7.3)	206 (5.2)	
No	1,825 (94.7)	949 (95.6)	935 (94.6)	76 (92.7)	3,785 (94.8)	

<sup>a</sup>Values are presented as number (%) and obtained by Chi-square test. <sup>b</sup>Drinking more than one drink per month in the last year. P-value is obtained by Chi-square test.

의하게 높게 나타났고, 30대는 '월 1-3회'에서 34.6%의 비율로 높게 나타났다( $P<0.001$ ). '일 1-3회' 섭취의 비율은 미혼에서 높게 나타났고( $P<0.001$ ), 전혀 마시지 않는 경우는 교육 수준과 월평균 가구소득이 올라갈수록 높은 비율을 보였다( $P<0.001$ ). 음주를 하는 경우, 탄산음료를 섭취하는 비율은 모두 유의하게 높게 나타났다( $P<0.001$ ). 신체활동 여부에 따라 '아니오'에서 유의하게 높게 나타났고( $P<0.001$ ), 스트레스 인지에 따라 '아니오'에서 유의하게 높게 나타났다( $P<0.001$ ) (Table 1).

2. 검진 관련 특성에 따른 탄산음료 섭취 빈도의 차이

탄산음료 섭취 빈도가 높아질수록 비만( $BMI \geq 25 \text{ kg/m}^2$ )과 심혈관 질환 고위험군( $hs\text{-CRP} > 3 \text{ mg/L}$ )의 비율이 높아졌고,  $hs\text{-CRP}$  수치는

증가하였다( $P<0.001$ ). 섭취 빈도가 높아질수록 허리둘레, 수축기 혈압, 이완기 혈압도 유의하게 증가하였으며( $P<0.05$ ), 총 콜레스테롤과 HDL 콜레스테롤 수치도 탄산음료 섭취빈도에서 유의한 차이가 있었다( $P<0.001$ ). 백혈구와 ALT 수치는 섭취빈도가 증가할수록 각각의 수치도 유의하게 증가하였다( $P<0.001$ ). 탄산음료 섭취 빈도가 증가함에 따라 설탕, 초콜릿, 에너지, 탄수화물, 단백질, 지방, 나트륨 섭취량도 유의하게 증가하였으며( $P<0.05$ ), 식이섬유, 비타민 C 섭취량은 유의하게 감소하였다( $P<0.001$ ) (Table 2).

3. 탄산음료 섭취 빈도에 따른 hs-CRP의 OR

일반적 특성을 보정한 Model 1 분석 결과, 탄산음료 섭취 빈도 '0회'를 기준으로 하루에 1-3회 섭취할 경우  $hs\text{-CRP}$ 가 3 mg/L를 초과

Table 2. Difference in intake frequency of carbonated beverage according to health-related characteristics

Variable	Intake frequency of carbonated beverage					P-value
	None (n=1,928)	1-3 times/mo (n=993)	1-6 times/wk (n=988)	1-3 time/d (n=82)	Total (n=3,991)	
BMI (kg/m <sup>2</sup> )						<0.001
<18.5	80 (4.1) <sup>a</sup>	58 (5.8)	63 (6.4)	6 (7.3)	207 (5.2)	
18.5≤BMI<23	909 (47.1)	449 (45.2)	429 (43.4)	31 (37.8)	1,818 (45.6)	
23≤BMI<25	460 (23.9)	190 (19.1)	198 (20.0)	13 (15.9)	861 (21.6)	
≥25	479 (24.8)	296 (29.8)	298 (30.2)	32 (39.0)	1,105 (27.7)	
hs-CRP (mg/L)	0.81±1.09 <sup>b</sup>	0.93±1.22	0.98±1.24	1.15±1.38	0.89±1.17	<0.001
<1	1,535 (79.6)	752 (75.7)	725 (73.4)	58 (70.7)	3,070 (76.9)	<0.001
1-3	314 (16.3)	183 (18.4)	200 (20.2)	13 (15.9)	710 (17.8)	
>3	79 (4.1)	58 (5.8)	63 (6.4)	11 (13.4)	211 (5.3)	
Waist circumference (cm)	79.03±8.91	79.80±10.30	80.82±11.00	82.73±10.99	79.74±9.89	<0.001
SBP (mmHg)	113.39±15.25	111.23±13.50	111.97±12.47	113.50±12.45	112.50±14.15	0.001
DBP (mmHg)	74.77±9.63	73.98±9.55	74.35±9.19	76.50±10.20	74.50±9.52	0.038
FBS (mg/dL)	94.56±13.93	93.61±14.62	93.34±16.23	97.29±31.47	94.08±15.27	0.104
HbA1c (%)	5.46±0.44	5.41±0.47	5.39±0.54	5.51±1.10	5.43±0.50	0.002
Total cholesterol (mg/dL)	198.14±34.66	191.65±35.45	189.13±35.11	191.22±40.79	194.16±35.31	<0.001
HDL (mg/dL)	54.24±13.50	52.41±11.86	52.16±12.37	51.54±13.09	53.22±12.85	<0.001
LDL (mg/dL)	119.34±31.34	115.80±30.45	116.63±30.65	112.28±35.77	117.68±31.07	0.081
Triglyceride (mg/dL)	118.36±83.50	118.46±110.09	120.26±105.15	144.56±181.00	119.39±98.96	0.593
WBC (10 <sup>3</sup> /μL)	5.95±1.46	6.23±1.46	6.50±1.48	6.74±1.42	6.17±1.48	<0.001
AST (IU/L)	20.98±8.60	20.30±9.25	21.31±12.17	22.13±21.21	20.92±10.14	0.133
ALT (IU/L)	19.01±14.08	20.67±18.33	23.34±25.75	26.76±43.95	20.65±19.65	<0.001
Sugar (mg/d)	4.43±3.18	4.35±3.10	4.56±3.04	5.27±3.05	4.46±3.14	0.045
Chocolate (piece)	1.76±1.25	2.19±1.32	2.43±1.50	2.27±1.39	2.05±1.37	<0.001
Energy intake (kcal/d)	1,928.06±904.22	2,125.83±928.60	2,280.89±1,047.27	2,554.57±1,407.89	2,077.48±973.19	<0.001
Carbohydrate (g/d)	299.25±122.70	316.39±136.14	322.55±132.79	358.18±189.47	310.50±130.85	<0.001
Protein (g/d)	70.10±60.80	76.46±38.70	84.41±54.42	86.57±56.23	75.56±54.69	<0.001
Fat (g/d)	43.88±36.98	52.40±35.49	61.46±43.53	76.91±63.16	51.03±39.86	<0.001
Dietary fiber (g/d)	27.16±15.14	24.20±12.70	23.22±12.99	22.27±12.40	25.35±14.11	<0.001
Sodium (mg/d)	3,589.28±4,400.74	3,844.62±2,422.62	4,113.95±2,730.52	3,988.49±2,506.96	3,790.90±3,582.08	0.002
Calcium (mg/d)	532.90±351.21	519.55±313.02	532.19±319.71	534.17±316.13	529.43±333.58	0.762
Vitamin C (mg/d)	95.32±108.77	83.11±93.03	75.84±93.06	73.65±93.09	87.01±101.27	<0.001

BMI, body mass index; hs-CRP, high-sensitivity C-reactive protein; SBP, systolic blood pressure; DBP, diastolic blood pressure; FBS, fasting blood sugar; HbA1c, hemoglobin A1c; HDL, high density lipoprotein; LDL, low density lipoprotein; WBC, white blood cell; AST, aspartate aminotransferase; ALT, alanine aminotransferase.

<sup>a</sup>Values are presented as number (%) and obtained by Chi-square test. <sup>b</sup>Values are presented as mean±standard deviation and obtained by ANOVA.

P-value is obtained by Chi-square test.

**Table 3.** Odds ratio of hs-CRP according to intake frequency of carbonated beverage

Variable	Model 1 (mg/L) <sup>a</sup>			Model 2 (mg/L) <sup>b</sup>		
	<1	1-3	>3	<1	1-3	>3
Carbonated beverage						
None	1.00	Reference	Reference	1.00	Reference	Reference
1-3 times/mo	1.00	1.25 (1.01-1.56) <sup>c</sup>	1.72 (1.18-2.50)	1.00	1.11 (0.88-1.40)	1.48 (1.00-2.19)
1-6 times/wk	1.00	1.41 (1.12-1.78)	2.14 (1.45-3.17)	1.00	1.18 (0.92-1.53)	1.71 (1.12-2.61)
1-3 times/d	1.00	1.03 (0.54-1.94)	4.78 (2.30-9.95)	1.00	0.85 (0.42-1.70)	3.10 (1.34-7.16)

Hs-CRP, high-sensitivity C-reactive protein.

<sup>a</sup>Model 1 is adjusted for sex, age, marriage status, education level, monthly household income, smoking, alcohol intake, physical activity, stress. <sup>b</sup>Model 2 is adjusted for Model 1 and body mass index, waist circumference, systolic blood pressure, diastolic blood pressure, hemoglobin A1c, total cholesterol, high density lipoprotein, white blood cell, alanine aminotransferase, sugar, chocolate, energy intake, carbohydrate, protein, fat, dietary fiber, sodium, vitamin C. <sup>c</sup>Values are presented as odds ratio (confidence interval) and calculated by Multinomial Logistic Regression.

할 OR은 4.78 (95% CI, 2.30-9.95)로 나타났다.

Model 1에 검진 관련 특성을 추가해 보정한 Model 2 분석 결과, 탄산음료를 하루에 1-3회 섭취할 경우 hs-CRP가 3 mg/L를 초과할 OR은 3.10 (95% CI, 1.34-7.16)으로 마시지 않는 경우보다 hs-CRP가 3 mg/L를 초과할 가능성이 약 3배 증가함을 알 수 있다(Table 3).

## 고 찰

본 연구는 2015, 2016년 국민건강영양조사 자료를 바탕으로 한국 성인의 탄산음료 섭취와 hs-CRP 사이의 연관성을 평가하였다. 탄산음료를 하루에 1-3회 마시는 경우, hs-CRP와의 높은 연관성을 나타내었다(OR=3.10).

이 결과는 이전의 논문 결과들과 유사한 점을 보인다. 미국 여성을 대상으로 한 가당음료에 관한 단면 연구에서 가당음료를 하루에 1회 이상 섭취한 군이 가장 높은 평균 CRP 수치를 보였다.<sup>15)</sup> 한국의 중위연령 40대를 대상으로 한 탄산음료 섭취와 관상동맥 석회화에 관한 연구 내에서 섭취 빈도가 증가할수록 hs-CRP를 포함해 인슐린, 수축기 혈압, 이완기 혈압, 중성지방, LDL 콜레스테롤에서 높은 수치를 보였으며, HDL 콜레스테롤에서는 낮은 수치를 보였다.<sup>16)</sup>

가당음료 섭취는 건강하지 못한 식생활습관을 대변할 수 있다. 가당음료를 더 자주 섭취하는 사람은 포화지방, 고기, 당류를 더 먹고, 과일, 식이섬유, 미정백 곡물 식품은 덜 먹는 경향이 있다. 이런 사람은 건강한 식습관을 가진 사람에 비해 담배를 더 피우고, 신체 활동은 적으며, 높은 BMI를 가지고, TV 시청 시간이 더 긴 경향이 있다.<sup>17,18)</sup> 이는 본 연구의 결과와 유사한 점을 보인다.

hs-CRP를 이용한 임상적 의미를 살펴보면, 한 연구에서 심혈관질환 고위험군의 경우 저위험군보다 심혈관질환 위험이 2배 더 높은 것으로 나타났다.<sup>9)</sup> hs-CRP는 심혈관질환에 관해 LDL보다 더 강력한 예측인자로 나타났으며,<sup>19)</sup> hs-CRP가 LDL의 모든 정도에서 위

험도 예측을 향상하는 것으로 나타났다.<sup>20)</sup> 가당음료와 심혈관질환 위험의 연관성에 대한 미국의 한 최신 연구에서는 106,178명의 여성을 20년 이상 추적하였으며, 연구 시작 당시 평균 연령 52세의 참가자들은 심장 질환, 뇌졸중 또는 비만 진단을 받은 적이 없었다. 이 연구에서는 하루 한 잔 이상의 가당음료를 마시는 경우 마시지 않거나 가끔 마시는 그룹에 비해 심혈관계 질환의 가능성이 약 20% 더 높아졌다고 밝혔다. 또한 당이 첨가된 과일음료를 매일 마시는 사람은 전혀 마시지 않는 사람에 비해 심혈관계 질환 가능성이 42% 더 높았다.<sup>21)</sup>

가당음료가 심혈관질환 및 염증에 영향을 줄 수 있는 몇 가지 기전들이 있다. 과당은 해당경로(glycolytic pathway)의 억제 단계 이후에 진입하여 포도당에 비해 덜 조절을 받는다.<sup>22)</sup> 이는 혈당과 인슐린 농도를 빠르고 급격하게 높이고, 높은 혈당부하(glycaemic load)는 제2형 당뇨병과 심혈관질환 위험과 관련이 있는 CRP 같은 염증성 생표지자를 악화시키는 것으로 나타났다.<sup>23)</sup> 염증은 죽상경화증, 판(plaque)의 안정성, 그리고 혈전증에 영향을 미친다. 그래서 가당음료의 지속적 섭취는 불과 몇 년 이내에 관상동맥질환 위험에 영향을 줄 수도 있다.<sup>17)</sup> 또한 혈당부하가 높은 식이 섭취는 식욕을 자극하고 체중을 증가시키며, 포도당 내성과 인슐린 저항을 유도한다.<sup>24)</sup> 그리고 다른 당과 달리 과당은 요산 정도를 증가시키고,<sup>25)</sup> 증가한 혈장 내 요산은 내피의 산화질소 활성을 줄인다.<sup>26)</sup> 산화질소 활성이 줄어들면 인슐린 저항성이 유도된다.<sup>27)</sup> 이런 반응들이 연쇄적으로 일어나 내피기능이상과 베타세포 스트레스에 기여하고, 심혈관질환 위험<sup>28,29)</sup>에 영향을 주는 지방 대사를 변형시키며, 중성지방 합성을 촉진한다.<sup>23,24,28,30)</sup>

본 연구의 의의는 가당음료 중 당 섭취에 큰 비중을 차지하는 탄산음료를 선정함으로써 hs-CRP와의 연관성에 대한 결과를 대표할 수 있고, 한국인을 대상으로 진행했다는 점에 있다. 이번 연구에서는 국민건강영양조사 원시자료를 바탕으로 음료 내 당류를 정량화

하는 대신 탄산음료 섭취 빈도를 독립변수로 설정하였다. 정량화를 도입하면 더 정확한 결과를 얻을 수 있을 것이다. 하지만 일차의료에서 만나는 환자들에게 몇 그램 이하의 당분을 섭취하라는 말보다 섭취 빈도로 가이드라인을 제시한다면 환자들이 이를 수용하고 시행함에 있어서 더 용이할 것이다.

이번 연구의 제한점은 단면 연구이므로 탄산음료 섭취와 hs-CRP 간의 선후 관계를 파악할 수 없다는 것이다. 또한 탄산음료의 각 제품마다 당분 이외 상이한 식품첨가제의 hs-CRP에 대한 영향을 반영하지는 못하였다. CRP 수치를 2주 간격으로 2회 측정된 평균값을 사용하면 더욱 정확한 결과를 얻을 수 있을 것이다.<sup>8)</sup> 마지막으로 본 연구에서 사용한 절단점은 미국인 대상으로 얻은 값으로 한국인의 절단점을 사용한다면 더 실질적인 기준을 제시할 수 있을 것으로 보인다.

본 연구는 탄산음료 섭취 빈도가 hs-CRP와 연관이 있음을 시사한다. 대중적 음료인 탄산음료 섭취에 주의를 기울임으로써 hs-CRP 농도를 낮추도록 노력해야 할 것이다.

## 요약

**연구배경:** 본 연구에서는 한국인을 대상으로 탄산음료 섭취와 hs-CRP 간의 연관성을 확인하고자 한다. 한국인의 가당음료를 통한 당류 섭취는 증가했고, 그중 탄산음료는 큰 비중을 차지한다. hs-CRP는 심혈관 질환의 위험도 평가와 예후를 포함한 임상적 응용이 가능한 지표이다.

**방법:** 본 연구에서는 2015, 2016 국민건강영양조사에 응답한 19세 이상 성인 12,327명 중 제외 조건을 적용하여 최종 3,991명을 분석하였다. 탄산음료 섭취 빈도를 '마시지 않음', '한 달에 1-3회', '일주일에 1-6회', '하루 1-3회'와 같이 네 군으로 분류하였다. hs-CRP 절단점은 AHA/CDC에서 제시한 값을 사용하였다. 다항 로지스틱 회귀 분석을 이용하여 탄산음료 섭취 빈도와 hs-CRP와의 관계를 알아보았다.

**결과:** 변수를 보정해 탄산음료 섭취 빈도와 hs-CRP의 관계를 분석한 결과, 탄산음료를 주 1-6회 섭취할 경우 hs-CRP가 3 mg/L를 초과할 OR는 1.71이었으며, 하루 1-3회 섭취하는 경우 hs-CRP가 3 mg/L를 초과할 OR는 3.10으로 나타났다.

**결론:** 한국 성인의 탄산음료 섭취는 hs-CRP 증가와 연관이 있음을 확인하였다.

**중심단어:** 탄산음료; 가당음료; C반응단백질; 심혈관질환

## CONFLICT OF INTEREST

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

## ORCID

Jungyeon Cha, <https://orcid.org/0000-0001-6663-3917>

Min-Jeong Oh, <https://orcid.org/0000-0002-0337-7781>

Minji Jang, <https://orcid.org/0000-0002-3580-2113>

Yuice Jo, <https://orcid.org/0000-0002-3264-1772>

## REFERENCES

1. Korea Health Industry Development Institute. Sugar database compilation for commonly consumed foods [Internet]. Cheongju: Korea Health Industry Development Institute; 2015 [cited 2018 Jan 11]. Available from: <https://https://www.khidi.or.kr/board/view?linkId=24301184&menuId=MENU02171>.
2. Yin J, Zhu Y, Malik V, Li X, Peng X, Zhang FF, et al. Intake of sugar-sweetened and low-calorie sweetened beverages and risk of cardiovascular disease: a meta-analysis and systematic review. *Adv Nutr* 2021; 12: 89-101.
3. Korea Agro-Fisheries & Food Trade Corporation. 2019 Gagongsikpum se-bunsijang hyeonhwang: Eumryoryu sijang [Internet]. Naju: Korea Agro-Fisheries & Food Trade Corporation; 2019 [cited 2020 Dec 4]. Available from: <https://www.atfis.or.kr/article/M001050000/view.do?articleId=3302&boardId=3&page=&searchKey=&searchString=&searchCategory>.
4. Guthrie JF, Morton JF. Food sources of added sweeteners in the diets of Americans. *J Am Diet Assoc* 2000; 100: 43-51, quiz 49-50.
5. World Health Organization. Guideline: sugars intake for adults and children [Internet]. Geneva: World Health Organization; 2015 [cited 2020 Dec 4]. Available from: <https://www.who.int/publications/i/item/9789241549028>.
6. Malik VS, Popkin BM, Bray GA, Després JP, Hu FB. Sugar-sweetened beverages, obesity, type 2 diabetes mellitus, and cardiovascular disease risk. *Circulation* 2010; 121: 1356-64.
7. Statistics Korea. Causes of death statistics in 2019 [Internet]. Daejeon: Statistics Korea; 2020 [cited 2020 Dec 4]. Available from: [http://kostat.go.kr/portal/korea/kor\\_nw/1/6/2/index.board](http://kostat.go.kr/portal/korea/kor_nw/1/6/2/index.board).
8. Pearson TA, Mensah GA, Alexander RW, Anderson JL, Cannon RO 3rd, Criqui M, et al. 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: 499-511.
9. Yeh ET, Willerson JT. Coming of age of C-reactive protein: using inflammation markers in cardiology. *Circulation* 2003; 107: 370-1.
10. Ridker PM. High-sensitivity C-reactive protein: potential adjunct for global risk assessment in the primary prevention of cardiovascular disease. *Circulation* 2001; 103: 1813-8.
11. Gabay C, Kushner I. Acute-phase proteins and other systemic responses to inflammation. *N Engl J Med* 1999; 340: 448-54.

12. Maki T, Pham NM, Yoshida D, Yin G, Ohnaka K, Takayanagi R, et al. The relationship of coffee and green tea consumption with high-sensitivity C-reactive protein in Japanese men and women. *Clin Chem Lab Med* 2010; 48: 849-54.
13. Kim YJ, Lee KM, Jung SP. The relationship between serum C-reactive protein and the coffee consumption in the Korean adult men and women. *Korean J Fam Pract* 2019; 9: 64-70.
14. Korea Centers for Disease Control and Prevention. Korea Health Statistics 2018: Korea National Health and Nutrition Examination Survey (KNHANES VII-3) [Internet]. Cheongju: Korea Centers for Disease Control and Prevention; 2019 [cited 2020 Dec 4]. Available from: <http://knhanes.cdc.go.kr/>.
15. Yu Z, Ley SH, Sun Q, Hu FB, Malik VS. Cross-sectional association between sugar-sweetened beverage intake and cardiometabolic biomarkers in US women. *Br J Nutr* 2018; 119: 570-80.
16. Chun S, Choi Y, Chang Y, Cho J, Zhang Y, Rampal S, et al. Sugar-sweetened carbonated beverage consumption and coronary artery calcification in asymptomatic men and women. *Am Heart J* 2016; 177: 17-24.
17. Fung TT, Malik V, Rexrode KM, Manson JE, Willett WC, Hu FB. Sweetened beverage consumption and risk of coronary heart disease in women. *Am J Clin Nutr* 2009; 89: 1037-42.
18. Pereira MA, Kartashov AI, Ebbeling CB, Van Horn L, Slattery ML, Jacobs DR Jr, et al. Fast-food habits, weight gain, and insulin resistance (the CARDIA study): 15-year prospective analysis. *Lancet* 2005; 365: 36-42.
19. Ridker PM, Rifai N, Rose L, Buring JE, Cook NR. Comparison of C-reactive protein and low-density lipoprotein cholesterol levels in the prediction of first cardiovascular events. *N Engl J Med* 2002; 347: 1557-65.
20. Ridker PM, Hennekens CH, Buring JE, Rifai N. C-reactive protein and other markers of inflammation in the prediction of cardiovascular disease in women. *N Engl J Med* 2000; 342: 836-43.
21. Pacheco LS, Lacey JV Jr, Martinez ME, Lemus H, Araneta MRG, Sears DD, et al. Sugar-sweetened beverage intake and cardiovascular disease risk in the California Teachers Study. *J Am Heart Assoc* 2020; 9: e014883.
22. Nomura K, Yamanouchi T. The role of fructose-enriched diets in mechanisms of nonalcoholic fatty liver disease. *J Nutr Biochem* 2012; 23: 203-8.
23. Liu S, Manson JE, Buring JE, Stampfer MJ, Willett WC, Ridker PM. Relation between a diet with a high glycemic load and plasma concentrations of high-sensitivity C-reactive protein in middle-aged women. *Am J Clin Nutr* 2002; 75: 492-8.
24. Ludwig DS. The glycemic index: physiological mechanisms relating to obesity, diabetes, and cardiovascular disease. *JAMA* 2002; 287: 2414-23.
25. Johnson RJ, Segal MS, Sautin Y, Nakagawa T, Feig DI, Kang DH, et al. Potential role of sugar (fructose) in the epidemic of hypertension, obesity and the metabolic syndrome, diabetes, kidney disease, and cardiovascular disease. *Am J Clin Nutr* 2007; 86: 899-906.
26. Nakagawa T, Hu H, Zharikov S, Tuttle KR, Short RA, Glushakova O, et al. A causal role for uric acid in fructose-induced metabolic syndrome. *Am J Physiol Renal Physiol* 2006; 290: F625-31.
27. Roy D, Perreault M, Marette A. Insulin stimulation of glucose uptake in skeletal muscles and adipose tissues in vivo is NO dependent. *Am J Physiol* 1998; 274: E692-9.
28. Esposito K, Nappo F, Marfella R, Giugliano G, Giugliano F, Ciotola M, et al. Inflammatory cytokine concentrations are acutely increased by hyperglycemia in humans: role of oxidative stress. *Circulation* 2002; 106: 2067-72.
29. Willerson JT, Ridker PM. Inflammation as a cardiovascular risk factor. *Circulation* 2004; 109(21 Suppl 1): II2-10.
30. Miller M, Stone NJ, Ballantyne C, Bittner V, Criqui MH, Ginsberg HN, et al. Triglycerides and cardiovascular disease: a scientific statement from the American Heart Association. *Circulation* 2011; 123: 2292-333.