

# 성인남자의 요산농도에 따른 혈액 지표 및 영양소 적정섭취비와 관련성 -국민건강영양조사(2016~2019년)자료를 이용하여-

채수진<sup>1</sup> · 이금선<sup>1,2</sup> · 김선희<sup>1</sup> · 류혜숙<sup>3</sup> · 윤미은<sup>1,4†</sup>

<sup>1</sup>삼육대학교 일반대학원 중독과학과 · <sup>2</sup>삼육대학교 SW융합교육원 · <sup>3</sup>상지대학교 식품영양학과 · <sup>4</sup>삼육대학교 식품영양학과

## The Association between Serum Uric Acid Levels and the Nutrients Adequacy Ratio among Male Adult Koreans -Based on the 2016~2019 Korea National Health and Nutrition Examination Survey-

Su-Jin Chae<sup>1</sup> · Geum-Seon Lee<sup>1,2</sup> · Sun-Hee Kim<sup>1</sup> · Hye-Sook Ryu<sup>3</sup> · Mi-Eun Yun<sup>1,4†</sup>

<sup>1</sup>Dept. of Addiction Science, Sahmyook University Graduate School, Seoul 01795, Korea

<sup>2</sup>National Program for Excellence in SW, Sahmyook University, Seoul 01795, Korea

<sup>3</sup>Dept. of Food and Nutrition, Sangji University, Wonju 26339, Korea

<sup>4</sup>Dept. of Food and Nutrition, Sahmyook University, Seoul 01795, Korea

### ABSTRACT

This study evaluated the correlation between serum uric acid level and the nutrients adequacy ratio (NAR) using data from the Korea National Health and Nutrition Examination Survey (KNHANES) 2016~2019. This is a cross-sectional study in which 6,579 Korean male adults were divided into quartiles according to their uric acid levels. All analyses were performed with adjusted age. Uric acid decreased as the age increased from the age group 19~29 years to 30~49 years and then to 50~64 years. Interquartile results of serum uric acid levels showed that increases in the serum uric acid levels were associated with decreases in LDL-cholesterol ( $P < 0.01$ ), triglycerides ( $P < 0.001$ ), body weight ( $P < 0.001$ ), waist circumference ( $P < 0.001$ ), body mass index ( $P < 0.001$ ), systolic blood pressure (SBP) ( $P < 0.001$ ), diastolic blood pressure (DBP) ( $P < 0.001$ ). However, uric acid levels decreased with an increase in HDL cholesterol ( $P < 0.001$ ). The analysis of the NARs according to the quartiles of serum uric acid levels in men showed that an increase in serum uric acid levels was associated with a decrease in the NAR levels of dietary fiber ( $P < 0.001$ ), calcium ( $P < 0.001$ ), and folic acid ( $P < 0.001$ ).

**Key words** : serum uric acid, blood, male Korean, adult, NAR, dietary fiber, calcium, folic acid

접수일 : 2022년 3월 29일, 수정일 : (1차)2022년 4월 26일, (2차)2022년 5월 27일, 채택일 : 2022년 5월 27일

† Corresponding author : Mi-Eun Yun, Department of Food and Nutrition, Sahmyook University, 815 Hwarang-ro, Nowon-gu, Seoul 01795, Korea

Tel : 82-2-3399-1658, Fax : 82-2-3399-1655, E-mail : meyun@syu.ac.kr, ORCID : <https://orcid.org/0000-0001-5630-0035>

## 서론

요산(uric acid)은 퓨린 대사의 최종 산물로서 생체 내 de novo 합성과정에서 핵산의 분해과정을 통해 대부분(600 mg/d)이 생성되고, 소량(100 mg/d)은 식이를 통해 섭취된다(Richards & Weinman 1996; Shin 등 2009). 이후 간에서의 분해 및 합성과정을 통해 퓨린 복합체가 만들어지고, xanthine oxidase의 작용을 통해 요산으로 대사된다(Kanellis 2004).

요산의 항상성 유지를 위하여 인체 내에는 요산을 allantoin으로 분해시키는 uricase(또는 urate oxidase)가 존재하지 않아서 장과 신장을 통해 매일 700 mg 가량의 요산이 배설되어야 한다. 장내세균에 의해 분해되는 양의 총 30%는 장을 통해 배설되며, 정상 대변에서는 요산이 검출되지 않아야 한다. 70% 정도는 신장의 사구체와 근위세뇨관을 통해 배설되는데, 이때 신장에 문제가 생겨 배설에 장애가 생기므로 오랜 기간 고요산혈증에 노출되면 연부조직이나 관절 내에 불용성 요산이 침착되어 통풍결절이 생기게 된다(Shin 등 2009).

통풍은 면역반응에 의해 염증을 일으키게 되는 염증성 질환으로, 퓨린의 대사 변화와 요산 배설의 저하로 혈중의 요산이 포화 상태를 넘어 주로 관절에 요산 결정이 침착되어서 나타나게 된다(Sharaf 등 2017). 최근에는 통풍 이외에도 고혈중요산농도가 만성질환 및 대사질환에 미치는 영향에 대한 연구가 다수 진행되었다. 선행연구에서는 높은 요산농도가 대사증후군의 각 변수들과 상관관계가 있고 또한 고혈압과도 관련이 있으며(Choi & Ford 2007; Forman 등 2007; Lim & Moon 2020) 높은 LDL 콜레스테롤(저밀도 콜레스테롤)은 심혈관질환의 위험도를 상승시키는 인자이므로(Stone 등 2014) 죽상경화성 심혈관 질환을 예방하기 위하여 LDL 콜레스테롤을 낮게 유지하는 것은 매우 중요하다고 하였다(Lloyd-Jones 등 2017). 또한 요산 상승치가 높을수록 LDL 콜레스테롤 상승의 위험도를 높인다는 선행연구 결과에서도 이를 알 수 있다(Peng 등 2015; Kuwabara 등 2018).

한편 이상지질혈증, 복부비만, 고혈압, 고혈당 등의 요인으로 대사증후군이 나타나는데(Expert Panel on Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Cholesterol in Adults 2001) 여러 연구에서 혈청요산이 대사증후군의 합병증과 관련성을 보이는 것으로 나타났다. 고요산혈증은 심혈관질환의 독립적인 위험 요인으로, 수축기혈압 10 mmHg, 총콜레스테롤 20 mg/dL 증가와 비등하다고 보고한 선행연구도 있고(Alderman 등 1999) 혈청요산이 증가되어 있는 환자에서 제2형 당뇨병이 많이 발생하고(Perry 등 1995), 요산 배출을 감소시키는 요인이 고인슐린혈증에 기인한다고 하는 연구도 있다(Rocić 등 2005; Oh 등 2006).

또한 요산의 증가는 대사증후군의 원인인 동시에 결과라고 밝혀졌는데(Nakagawa 등 2006), 대사증후군에서 나타나는 인슐린 저항성은 혈중 요산농도를 높이는 요인인 신장에서의 요산 재흡수를 증가시키며(Quiñones 등 1995) 요산농도가 높아지면 인슐린 저항성을 다시 촉진시키는 요인인 nitric oxide 활성이 저해되기도 한다. 요산 생성 촉진과 연관이 있는 내장 비만에서 free fatty acid의 간으로 이동 과정 또한 대사증후군과의 연관성을 보고하였다(Nakagawa 등 2006; Shin & Han 2018). 이렇듯 최근까지도 지속적으로 통풍의 발병과 고요산혈증의 관계에 대한 연구나 대사증후군의 관련성을 규명하기 위한 연구가 진행되고 있고, 특히 우리나라 자체 데이터를 활용하여 대사증후군과 혈중 요산농도에 대한 연관성에 대한 연구도 진행되었으나(Park 등 2016) 성인 남자의 혈청요산농도에 따른 혈액 지표 및 영양소 섭취량과의 관련성을 분석한 연구는 미비한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 국민건강영양조사 데이터를 활용하여 성인 남자의 혈청요산농도에 따른 혈액 지표 및 영양소 적정섭취비와의 관련성을 분석해 보고자 한다.

## 연구방법

### 1. 연구대상자

본 연구는 제7기(2016~2018)와 제8기(2019) 1차년도 원시자료 중 ‘건강설문조사’, ‘검진조사’ ‘영양조사’ 자료를 바탕으로 조사하였다. 위 기간에 해당되는 국민건강영양조사의 대상자는 총 32,379명이었으며, 이 중 만 19세 미만, 만 65세 이상 대상자를 제외한 만 19~64세의 성인 남자 6,579명을 추출하였다. 본 연구는 삼육대학교 생명윤리심의위원회(Institutional Review Board)의 허가를 획득하였으며 IRB 승인번호는 SYU 2022-04-020이다.

### 2. 일반사항

연구대상자의 나이, 성별 등 인구통계학적 정보와 음주경험 여부, 평생흡연 여부 등의 생활습관 정보는 건강설문조사 결과를 통해 분석하였다. 연령은 한국인 영양소 섭취기준에 의거하여 19~29세, 30~49세, 50~64세로 구분하였다. 체질량지수(BMI: Body Mass Index), 허리둘레, 신장, 체중, 혈압 등의 주요 건강지표는 검진조사를 통하여 측정된 자료를 분석하였다. 체질량지수는 체중(kg)을 신장(m<sup>2</sup>)으로 나누어 계산하였다. 혈압은 계측 전 최소 5분의 안정시간을 갖고 앉은 자세에서 수은혈압계를 이용해 3회를 측정하여 2차와 3차의 평균값으로 하였다.

### 3. 혈액지표 및 소변지표

검진조사 자료인 혈액 및 소변검사 결과를 분석하였다. 혈액 검사는 공복시간 최소 8시간을 기준으로 하여 채혈하였다. 혈액지표로는 요산, 헤모글로빈, 헤마토크릿, SGOT, SGPT, 혈중요소질소, 크레아티닌, 공복혈당, 총 콜레스테롤, 중성지방, HDL 콜레스테롤, LDL 콜레스테롤, TG/HDL비를 분석하였다. 소변지표로는 요산도, 요단백, 요당, 요케톤, 요크레아티닌, 요

나트륨, 요칼륨을 분석하였다. 혈청요산농도의 사분위 기준은 1.1~5.2 mg/dL, 5.3~6.0 mg/dL, 6.1~6.8 mg/dL, 6.9~13.1 mg/dL이다.

### 4. 열량 및 영양소 섭취량

보건복지부에서 제시한 2020 한국인 영양소 섭취 기준은 건강한 개인 및 집단을 대상으로 식생활 및 식생활 환경의 변화 등을 반영하여, 국민의 건강을 유지·증진하고 식사와 관련된 만성질환의 위험을 감소시켜 궁극적으로 국민의 건강수명을 증진하기 위한 목적으로 설정된 에너지 및 영양소 섭취량 기준이다. 연령 구분은 한국인 영양소 섭취기준에 따라 19~29세, 30~49세, 50~64세로 구간을 정하였다.

### 5. 영양소 적정 섭취비(Nutrient adequacy ratio: NAR)

영양소 적정 섭취비는 개인의 특정 영양소 섭취량을 권장섭취량 또는 충분섭취량으로 나눈 값이다(Ryu 등 2022). 11가지 영양소 섭취의 적정도를 평가하기 위해 대상자의 성별, 연령별에 해당하는 권장섭취량 또는 충분섭취량 대비 섭취비율을 구했다. 즉, 단백질, 식이섬유, 비타민 A, 티아민, 리보플라빈, 니아신, 엽산, 비타민 C, 칼슘, 칼륨, 철의 NAR을 산출하였다.

### 6. 통계분석

자료의 분석은 SPSS 25.0(IBM SPSS Statistics 25.0 for Windows, IBM SPSS Inc., Chicago, IL, USA)프로그램을 이용하였으며, 혈중 요산농도를 사분위로 나누어 분석을 진행하였다. 요산 사분위 기준은 1.1~5.2 mg/dL, 5.3~6.0 mg/dL, 6.1~6.8 mg/dL, 6.9~13.1 mg/dL 이었다. 국민건강영양조사 원시자료는 복합표본으로 설계된 데이터이므로 복합표본설계를 반영한 후 일반선형모형을 통해 사분위 그룹 간의 평균 차이를 분석하였고, 다중비교 모형에 사용하는 Bonferroni

사후검정을 통해 연구가설을 검정하였다. 복합설계 요소(층, 군집, 가중치)는 질병관리본부 국민건강영양조사 원시자료 이용지침서에 따라 적용하였다. 신뢰수준(confidence interval, CI)은 95%로 하였으며 P값이 0.05 미만일 때 통계적으로 유의한 것으로 판정하였다. 변수들의 측정치는 평균값±표준오차(standard error, SE)로 표시하였다.

## 결 과

### 1. 일반사항

연구대상자들의 일반사항은 Table 1과 같다. 성인 남자 총 6,579명 중 19~29세는 22.4%(1,116명), 30~49세는 46.6%(2,962명), 50~64세는 30.9%(2,501명)이었다. 평균 신장은 172.66±0.10 cm, 체중은 73.84±0.17 kg, 허리둘레는 86.38±0.14 cm, 그리고 신장과 체중으로 산출한 체질량지수는 24.73±0.05 kg/m<sup>2</sup>이었다. 수축기혈압과 이완기혈압은 각각 118.74±0.22 mmHg, 79.35±0.17 mmHg였으며 요산과 공복혈당은 각각 6.05±0.02 mg/dL, 100.80±0.32 mg/dL이었다. 요산(P<0.001)은 나이 구분에 따라 군 간에 유의적인 차이가 나타났으며 나이가 19~29세(6.32±0.041)에서 30~49세(6.13±0.029), 50~64세(5.72±0.030)로 증가함에 따라 값은 낮게 나타났다. 현재흡연 여부 비율(표준오차)은 비흡연자가 47.2%(0.8), 흡연자가 52.8%(0.8)로 나타났다. 최근 1년간 음주 빈도 비율(표준오차)은 비음주자가 9.2%(0.4), 월간음주자는 55.3%(0.7), 주간음주자는 35.4%(0.7)로 나타났다.

### 2. 혈청요산농도 사분위에 따른 임상 지표 분석과 사후검정

혈청요산농도 사분위에 따른 신체 계측 지표와 혈액 지표를 분석한 결과는 Table 2와 같다. 혈청요산농도가 상대적으로 낮은 1사분위군에 비해 혈청요산농

도가 높은 4사분위군에서 공복혈당(P<0.001), HDL 콜레스테롤(P<0.001), 요산도(P<0.001), 요당(P<0.001), 소변 나트륨 배설량(P<0.001)은 유의적으로 낮았다. 반면 체중(P<0.001), 허리둘레(P<0.001), 체질량지수(P<0.001), 수축기혈압(P<0.001), 이완기혈압(P<0.001), 헤모글로빈(P<0.001), 헤마토크릿(P<0.001), SGOT(P<0.001), SGPT(P<0.001), BUN(P<0.001), 총콜레스테롤(P<0.001), 중성지방(P<0.001), LDL 콜레스테롤(P<0.05), TG/HDL 콜레스테롤(P<0.001), 요산도(P<0.001)은 요산농도가 높은 4사분위군에 비해 요산농도가 상대적으로 낮은 1사분위군에서 더 낮았다.

Table 1. General characteristics of the subjects.

Variables	Value
Age (year)	
19~29	22.4 (0.7)
30~49	46.6 (0.9)
50~64	30.9 (0.7)
Height (cm)	172.66±0.10
Weight (kg)	73.84±0.17
Waist circumference (cm)	86.38±0.14
BMI <sup>1)</sup> (kg/m <sup>2</sup> )	24.73±0.05
SBP <sup>2)</sup> (mmHg)	118.74±0.22
DBP <sup>3)</sup> (mmHg)	79.35±0.17
Uric acid (mg/dL)	6.05±0.02
19~29	6.32±0.041
30~49	6.13±0.029
50~64	5.72±0.030
Fasting glucose (mg/dL)	100.80±0.32
Smoking	
None	47.2 (0.8)
Smoking	52.8 (0.8)
Alcohol	
None	9.2 (0.4)
Monthly	55.3 (0.7)
Weekly	35.4 (0.7)

Values are presented as mean±standard error or percentage (standard error)

<sup>1)</sup> BMI: body mass index

<sup>2)</sup> SBP: systolic blood pressure

<sup>3)</sup> DBP: diastolic blood pressure

**Table 2.** Clinical characteristics by quartile of serum uric acid levels among subjects.

Variables	Quartile of serum uric acid levels				P-value	Post-hoc analysis					
	1.1~5.2 <sup>1)</sup> (N=1,787)	5.3~6.0 <sup>2)</sup> (N=1,640)	6.1~6.8 <sup>3)</sup> (N=1,483)	6.9~13.1 <sup>4)</sup> (N=1,566)		1 vs 2	1 vs 3	1 vs 4	2 vs 3	2 vs 4	3 vs 4
Uric Acid (mg/dL)	4.51±0.02	5.65±0.01	6.42±0.01	7.72±0.02	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
Height (cm)	172.56±0.16	172.46±0.16	172.71±0.17	172.97±0.17	0.754	1.000	1.000	0.233	0.088	0.088	0.754
Weight (kg)	70.97±0.30	71.89±0.33	74.23±0.31	78.56±0.35	<0.001	0.113	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
WC <sup>5)</sup> (cm)	83.96±0.24	84.73±0.27	86.73±0.25	90.27±0.29	<0.001	0.070	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
BMI <sup>6)</sup> (kg/m <sup>2</sup> )	23.80±0.09	24.15±0.10	24.85±0.09	26.20±0.11	<0.001	0.022	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
SBP <sup>7)</sup> (mmHg)	116.95±0.35	117.96±0.40	118.76±0.41	121.23±0.39	<0.001	0.185	0.003	<0.001	0.427	<0.001	<0.001
DBP <sup>8)</sup> (mmHg)	77.45±0.26	78.61±0.29	79.60±0.31	81.91±0.29	<0.001	0.005	<0.001	<0.001	0.043	<0.001	<0.001
Hemoglobin (g/dL)	15.33±0.03	15.47±0.03	15.56±0.03	15.58±0.03	<0.001	0.002	<0.001	<0.001	0.073	<0.001	<0.001
Hematocrit (%)	46.24±0.09	46.59±0.09	46.79±0.09	46.77±0.09	<0.001	0.007	<0.001	<0.001	0.238	0.409	1.000
SGOT <sup>9)</sup> (IU/L)	24.55±0.44	23.44±0.27	25.22±0.51	29.50±0.60	<0.001	0.360	0.484	<0.001	0.005	<0.001	<0.001
SGPT <sup>10)</sup> (IU/L)	26.46±0.67	26.28±0.48	29.38±0.60	37.14±0.82	<0.001	1.000	0.004	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
BUN <sup>11)</sup> (mg/dL)	14.50±0.12	14.59±0.10	14.71±0.10	15.18±0.13	<0.001	1.000	0.548	<0.001	1.000	0.001	0.011
Creatinine (mg/dL)	0.92±0.01	0.93±0.00	0.95±0.00	0.99±0.01	<0.001	1.000	<0.001	0.075	<0.001	0.001	<0.001
Glucose (mg/dL)	104.42±0.88	99.54±0.55	98.61±0.38	100.29±0.42	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.476	0.839	0.006
T-Cholesterol (mg/dL)	186.52±0.93	191.30±1.00	196.34±0.97	201.44±1.07	<0.001	0.001	<0.001	<0.001	0.001	<0.001	0.001
Triglycerides (mg/dL)	139.08±3.32	148.81±3.34	167.24±4.17	204.18±4.49	<0.001	0.109	<0.001	<0.001	0.002	<0.001	<0.001
HDL-cholesterol (mg/dL)	50.02±0.30	48.80±0.33	47.83±0.33	45.32±0.31	<0.001	0.011	<0.001	<0.001	0.100	<0.001	<0.001
LDL-cholesterol (mg/dL)	114.48±2.20	117.03±2.15	120.50±1.99	121.23±1.66	0.036	1.000	0.133	0.036	0.723	0.365	1.000
TG/HDL	3.22±0.12	3.54±0.13	3.97±0.13	5.11±0.15	<0.001	0.201	<0.001	<0.001	0.051	<0.001	<0.001
Urinary PH	5.90±0.02	5.77±0.02	5.73±0.02	5.60±0.02	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.487	<0.001	<0.001
U-Protein <sup>12)</sup> (mg/dL)	0.20±0.01	0.21±0.01	0.21±0.01	0.25±0.02	0.169	1.000	1.000	0.169	1.000	0.216	0.435
U-glucose (mg/dL)	0.28±0.02	0.13±0.02	0.06±0.01	0.05±0.01	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.001	<0.001	1.000
U-keton (mg/dL)	0.073±0.009	0.073±0.01	0.074±0.01	0.093±0.01	0.633	1.000	1.000	0.528	1.000	0.633	0.767
U-creatinine(mg/dL)	189.46±2.51	196.17±2.52	197.50±2.81	192.45±2.54	0.075	0.150	0.075	1.000	1.000	0.875	0.562
U-sodium (mEq/dL)	122.93±1.39	122.05±1.35	114.25±1.44	110.14±1.35	<0.001	1.000	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.099
U-potassium (mEq/dL)	50.69±0.69	51.78±0.70	51.67±0.69	51.28±0.70	0.661	0.661	0.855	1.000	1.000	1.000	1.000

The data were analyzed by complex samples general linear model with Bonferroni hypothesis tests. (Adjusted by age)

Values are presented as mean±SE

<sup>1)</sup> 1st quartile

<sup>2)</sup> 2nd quartile

<sup>3)</sup> 3rd quartile

<sup>4)</sup> 4th quartile

<sup>5)</sup> WC: waist circumference

<sup>6)</sup> BMI: body mass index

<sup>7)</sup> SBP: systolic blood pressure

<sup>8)</sup> DBP: diastolic blood pressure

<sup>9)</sup> SGOT: serum glutamic oxaloacetic transaminase

<sup>10)</sup> SGPT: serum glutamate pyruvate transaminase

<sup>11)</sup> BUN: blood urea nitrogen

<sup>12)</sup> U-: urinary

요중크레아티닌, 요단백, 요케톤, 소변 칼륨 배설량은 군 간에 유의적이 차이를 나타내지 않았다. 사후검정 결과 이완기혈압과 총콜레스테롤은 1사분위군과 2사

분위군, 1사분위군과 3사분위군, 1사분위군과 4사분위군, 2사분위군과 3사분위군, 2사분위군과 4사분위군, 3사분위군과 4사분위군의 비교에서 모두 유의적

**Table 3.** Energy and nutrient intakes by quartile of serum uric acid levels among male subjects.

Variables	Quartile of serum uric acid levels				P-value	Post-hoc analysis					
	1.1~5.2 <sup>1)</sup> (N=1,787)	5.3~6.0 <sup>2)</sup> (N=1,640)	6.1~6.8 <sup>3)</sup> (N=1,483)	6.9~13.1 <sup>4)</sup> (N=1,566)		1 vs 2	1 vs 3	1 vs 4	2 vs 3	2 vs 4	3 vs 4
Energy (kcal)	2,432.72±28.31	2,483.73±28.14	2,470.36±30.83	2,425.28±31.54	0.567	0.567	1.000	1.000	1.000	0.469	0.881
Water (g)	1,114.80±18.38	1,122.73±17.21	1,173.62±19.77	1,120.51±18.77	0.084	1.000	0.084	1.000	0.136	1.000	0.125
Water (cup)	5.68±0.09	5.73±0.10	6.04±0.10	6.20±0.10	<0.001	1.000	0.017	<0.001	0.097	0.005	0.840
Protein (g)	90.06±1.23	90.88±1.27	91.00±1.37	89.85±1.43	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
Fat (g)	58.20±1.04	60.68±1.17	60.72±1.32	59.54±1.26	0.317	0.317	0.450	1.000	1.000	1.000	1.000
SFA <sup>5)</sup> (g)	18.95±0.39	19.62±0.41	19.65±0.49	19.20±0.44	0.699	0.699	0.839	1.000	1.000	1.000	1.000
MUFA <sup>6)</sup> (g)	18.87±0.40	19.82±0.45	19.83±0.51	19.85±0.49	0.308	0.308	0.461	0.339	1.000	1.000	1.000
PUFA <sup>7)</sup> (g)	14.71±0.27	15.29±0.30	15.28±0.32	14.57±0.31	0.407	0.407	0.549	1.000	1.000	0.305	0.348
N3 <sup>8)</sup> (g)	2.11±0.05	2.20±0.06	2.25±0.06	2.15±0.06	0.179	0.603	0.179	1.000	1.000	1.000	0.678
N6 <sup>9)</sup> (g)	12.58±0.24	13.05±0.26	13.01±0.28	12.38±0.26	0.488	0.488	0.743	1.000	1.000	0.239	0.326
Cholesterol (mg)	314.51±6.87	322.84±7.37	319.13±7.34	323.09±7.32	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
Crude fiber (g)	26.85±0.37	27.35±0.40	26.39±0.38	25.26±0.37	0.006	1.000	1.000	0.006	0.225	<0.001	0.073
Sugar (g)	68.67±1.33	70.64±1.37	70.65±1.47	64.95±1.30	0.146	0.845	0.926	0.146	1.000	0.008	0.011
Calcium (mg)	601.53±9.74	587.60±9.59	589.57±9.71	555.45±8.57	<0.001	0.908	1.000	0.001	1.000	0.030	0.025
Sodium (mg)	4,308.65±63.59	4,292.41±62.55	4,277.91±66.12	4,232.35±72.23	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
Potassium (mg)	3,190.69±39.88	3,227.49±38.75	3,233.04±38.90	3,115.71±39.06	0.563	1.000	1.000	0.563	1.000	0.100	0.087
Iron (mg)	14.26±0.22	14.14±0.23	13.89±0.22	13.61±0.24	0.116	1.000	0.668	0.116	1.000	0.320	1.000
Vitamin A (μg R.E)	417.92±10.17	448.86±14.61	445.94±17.77	419.13±11.52	0.270	0.270	0.519	1.000	1.000	0.303	0.583
β-Carotene (μg)	2,988.73±70.74	3,043.87±71.04	2,932.32±65.01	3,027.29±74.49	1.000	1.000	1.000	1.000	0.732	1.000	0.937
Retinol (μg)	168.16±7.60	194.49±12.66	201.37±16.30	166.29±8.90	0.215	0.251	0.215	1.000	1.000	0.198	0.164
Thiamin (mg)	1.63±0.02	1.66±0.024	1.66±0.030	1.57±0.025	0.311	1.000	1.000	0.311	1.000	0.040	0.064
Riboflavin (mg)	1.94±0.03	1.96±0.029	1.97±0.030	1.90±0.032	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.432	0.294
Niacin (mg)	16.31±0.23	16.67±0.26	16.95±0.29	16.49±0.28	0.256	0.855	0.256	1.000	1.000	1.000	0.785
Folic acid (μg)	364.97±4.98	361.80±5.10	363.75±5.30	341.12±4.43	<0.001	1.000	1.000	0.001	1.000	0.004	0.002
Vitamin C (mg)	68.87±2.23	65.56±2.24	69.88±2.30	63.70±2.54	0.380	0.912	1.000	0.380	0.508	1.000	0.211

The data were analyzed by complex samples general linear model with Bonferroni hypothesis tests. (Adjusted by age)

Values are presented as mean±SE

<sup>1)</sup> 1st quartile

<sup>2)</sup> 2nd quartile

<sup>3)</sup> 3rd quartile

<sup>4)</sup> 4th quartile

<sup>5)</sup> SFA: saturated fatty acids

<sup>6)</sup> MUFA: monounsaturated fatty acids

<sup>7)</sup> PUFA: polyunsaturated fatty acids

<sup>8)</sup> N3: Omega 3 fatty acids

<sup>9)</sup> N6: Omega 6 fatty acids

인 차이가 있는 것으로 나타났다. 총 콜레스테롤은 1사분위와 2사분위, 2사분위와 3사분위, 3사분위와 4사분위의 값이  $P < 0.01$ 이고, 그 외 모든 군 간의 유의값이  $P < 0.001$ 이었다. 이완기혈압은 1사분위군과 2사분위군( $P < 0.01$ ), 1사분위군과 3사분위군( $P < 0.001$ ), 1사분위군과 4사분위군( $P < 0.001$ ), 2사분위군과 3사분위군( $P < 0.05$ ), 2사분위군과 4사분위군( $P < 0.001$ ), 3사분위군과 4사분위군( $P < 0.001$ ) 체중, 허리둘레, 체질량지수, SGPT와 중성지방은 1사분위군과 3사분위군, 1사분위군과 4사분위군, 2사분위군과 3사분위군, 2사분위군과 4사분위군, 3사분위군과 4사분위군의 비교에서 유의적인 차이가 있는 것으로 나타났다. 체중과 허리둘레는 1사분위군과 2사분위군을 제외한 모든 군 간에 유의값이  $P < 0.001$ 이었고, 체질량지수는 1사분위군과 2사분위군( $P < 0.05$ )도 유의한 차이를 나타냈으며 그 외 모든 군 간에 유의한 차이가 나타났다( $P < 0.001$ ). SGPT는 1사분위군과 3사분위군( $P < 0.01$ ), 1사분위군과 4사분위군( $P < 0.001$ ), 2사분위군과 3사분위군( $P < 0.001$ ), 2사분위군과 4사분위군( $P < 0.001$ ), 3사분위군과 4사분위군( $P < 0.001$ ) 비교에서 유의적인 차이가 나타났다. 중성지방은 1사분위군과 3사분위군( $P < 0.001$ ), 1사분위군과 4사분위군( $P < 0.001$ ), 2사분위군과 3사분위군( $P < 0.01$ ), 2사분위군과 4사분위군( $P < 0.001$ ), 3사분위군과 4사분위군( $P < 0.001$ ) 비교에서 유의적인 차이가 나타났다. 헤모글로빈, HDL 콜레스테롤, 요산도는 2사분위군과 3사분위군을 제외한 1사분위군과 2사분위군, 1사분위군과 3사분위군, 1사분위군과 4사분위군, 2사분위군과 3사분위군을 제외한 모든 군 간에 비교적 유의적 차이가 있는 것으로 나타났다. 요당은 3사분위군과 4사분위군을 제외한 모든 군 간의 유의값이  $P < 0.001$ 이었다. 요나트륨은 1사분위군 2사분위군, 3사분위군과 4사분위군을 제외한 모든 군 간의 유의값이  $P < 0.001$ 이었다.

### 3. 혈청요산농도 사분위에 따른 열량과 영양소 섭취량 분석과 사후검정

혈청요산농도 사분위에 따른 열량과 영양소 섭취량을 분석한 결과는 Table 3과 같다. 혈청요산농도가 높은 4사분위군에서 식이섬유( $P < 0.001$ ), 칼슘( $P < 0.001$ ), 엽산( $P < 0.001$ )의 섭취량이 가장 낮았다. 사후검정 결과에서 단백질 섭취량은 모든 군 간에 유의적인 차이가 나타나지 않았다. 물(컵)의 섭취량의 사후검정 결과는 1사분위군과 3사분위군( $P < 0.05$ ), 1사분위군과 4사분위군( $P < 0.001$ ), 2사분위군과 4사분위군( $P < 0.01$ )에서 유의한 차이가 나타났고, 4사분위군의 물(컵) 섭취량은  $6.20 \pm 1.10$  컵으로 가장 높으며 3사분위군( $6.04 \pm 0.10$  컵), 2사분위군( $5.73 \pm 0.10$  컵), 1사분위군( $5.68 \pm 0.09$  컵) 순으로 나타났다. 식이섬유 섭취량의 사후검정 결과 1사분위군과 4사분위군( $P < 0.01$ ), 2사분위군과 4사분위군( $P < 0.001$ )에서 유의적인 차이가 있는 것으로 나타났다. 4사분위군의 식이섬유 섭취량은  $25.26 \pm 0.37$  g로 4사분위군 중 가장 낮았으며 1사분위군과 2사분위군의 값은 각각  $26.85 \pm 0.37$  g,  $27.35 \pm 0.40$  g이었다. 당 섭취량은 2사분위군과 4사분위군( $P < 0.01$ ), 3사분위군과 4사분위군( $P < 0.05$ )에서 유의적인 차이가 있는 것으로 나타났으며, 3사분위군( $70.65 \pm 1.47$  g), 2사분위군( $70.64 \pm 1.37$  g), 4사분위군( $64.95 \pm 1.30$  g) 순으로 나타났다. 칼슘의 섭취량의 사후분석 결과 2사분위군과 4사분위군( $P < 0.05$ ), 3사분위군과 4사분위군( $P < 0.05$ )에서 유의적인 차이가 있는 것으로 나타났으며, 3사분위군( $589.57 \pm 9.71$  mg), 2사분위군( $587.60 \pm 9.59$  mg), 4사분위군( $555.45 \pm 8.57$  mg) 순으로 나타났다. 티아민 섭취량의 사후분석 결과는 2사분위군과 4사분위군( $P < 0.05$ ) 비교에서 유의적인 차이가 나타났고, 4사분위군의 섭취량은  $1.57 \pm 0.025$  mg로 2사분위군의 섭취량( $1.66 \pm 0.024$  mg)보다 유의적으로 낮았다. 엽산의 섭취량의 사후검정 결과 1사분위군과 4사분위군( $P < 0.01$ ), 2사분위군과 4사분위군( $P < 0.01$ ), 3사분위군과 4사분위군( $P < 0.01$ )의 비교에서 유의적인 차이가 나타났고, 4사분위군의 섭취량은  $341.12 \pm 4.43$   $\mu$ g로 가장 낮았고 2사분위군( $361.80 \pm 5.10$   $\mu$ g), 3사분위군

(363.75±5.30  $\mu\text{g}$ ), 1사분위군(364.97±4.98  $\mu\text{g}$ ) 순으로 나타났다.

#### 4. 혈청요산농도 사분위에 따른 영양소 적정섭취비 분석과 사후검정

혈청요산농도 사분위에 따른 영양소 적정섭취비 분석과 사후검정 결과는 Table 4와 같다. 혈청요산농도 사분위에 따른 영양소 적정섭취비는 혈청요산농도가 증가함에 따라 식이섬유의 영양소 적정섭취비 ( $P<0.01$ ), 칼슘의 영양소 적정섭취비( $P<0.001$ ), 엽산의 영양소 적정섭취비( $P<0.001$ )는 유의적으로 낮았다. 그러나 단백질의 영양소 적정섭취비와 비타민 A 영양소 적정섭취비, 티아민의 영양소 적정섭취비, 리보플라빈의 영양소 적정섭취비, 칼슘의 영양소 적정섭취비, 철의 영양소 적정섭취비, 비타민 C 영양소 적정섭취비는 군간의 유의적인 차이가 나타나지 않았다. 사후검정 결과를 보면, 단백질 적정섭취비는 모든

군 간에 유의적인 차이가 나타나지 않았다. 식이섬유 적정섭취비는 1사분위군과 4사분위군( $P<0.001$ ), 2사분위군과 4사분위군( $P<0.001$ ) 비교에서 유의적인 차이가 있는 것으로 나타났다. 4사분위군의 식이섬유 적정섭취비는 84.21±1.22 %RNI로 4사분위군중 가장 낮았으며 1사분위군과 2사분위군의 값은 각각 89.50±1.23 %RNI, 91.16±1.34 %RNI이었다. 칼슘 적정섭취비는 1사분위군과 4사분위군( $P<0.01$ ), 2사분위군과 4사분위군( $P<0.05$ ), 3사분위군과 4사분위군( $P<0.05$ ) 비교에서 유의적인 차이가 나타났으며, 4사분위군의 칼슘 적정섭취비는 70.87±1.09 %RNI로 가장 낮으며 1, 2, 3사분위군의 값은 각각 76.83±1.24 %RNI, 75.06±1.23 %RNI, 75.20±1.23 %RNI이었다. 티아민 적정섭취비는 2사분위군과 4사분위군( $P<0.05$ ) 비교에서 유의적인 차이가 나타났고, 가장 낮은 4사분위군의 적정섭취비는 131.24±2.09 %RNI, 2사분위군은 138.19±2.02 %RNI이었다. 엽산의 적정섭취비 사후검정 결과는 2사분위군과 4사분위군( $P<0.01$ ), 3사분위군과 4사분위

**Table 4.** Nutrients adequacy ratio (NAR) by quartile of serum uric acid levels among subjects.

Variables	Quartile of serum uric acid levels				P-value	Post-hoc analysis					
	1.1~5.2 <sup>1)</sup> (N=1,787)	5.3~6.0 <sup>2)</sup> (N=1,640)	6.1~6.8 <sup>3)</sup> (N=1,483)	6.9~13.1 <sup>4)</sup> (N=1,566)		1 vs 2	1 vs 3	1 vs 4	2 vs 3	2 vs 4	3 vs 4
Protein %RNI	141.89±1.93	143.19±1.99	143.22±2.12	141.30±2.22	0.569	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
Crude fiber %RNI	89.50±1.23	91.16±1.34	87.96±1.25	84.21±1.22	0.006	1.000	1.000	0.001	0.225	0.000	0.073
Calcium %RNI	76.83±1.24	75.06±1.23	75.20±1.23	70.87±1.09	<0.001	0.923	1.000	0.001	1.000	0.025	0.024
Potassium %RNI	91.16±1.14	92.21±1.11	92.37±1.11	89.02±1.12	0.563	1.000	1.000	0.563	1.000	0.100	0.087
Iron %RNI	142.58±2.20	141.42±2.27	138.88±2.21	136.14±2.36	0.116	1.000	0.668	0.116	1.000	0.320	1.000
Vitamin A %RNI	53.34±1.30	57.38±1.91	56.89±2.29	53.49±1.48	0.268	0.268	0.545	1.000	1.000	0.293	0.603
Thiamin %RNI	136.00±1.92	138.19±2.02	138.35±2.49	131.24±2.09	0.311	0.845	0.933	0.311	0.959	0.040	0.064
Riboflavin %RNI	129.07±1.89	130.81±1.91	131.52±2.02	126.75±2.12	1.000	1.000	0.769	1.000	0.796	0.432	0.294
Niacin %RNI	101.96±1.41	104.19±1.61	105.96±1.84	103.09±1.77	0.256	0.855	0.256	0.618	0.523	0.918	0.523
Folic acid %RNI	91.24±1.24	90.45±1.28	90.94±1.32	85.28±1.11	<0.001	1.000	1.000	0.380	1.000	0.004	0.002
Vitamin C %RNI	68.87±2.23	65.56±2.24	69.88±2.30	63.70±2.54	0.380	0.608	0.723	0.380	0.339	0.608	0.211

The data were analyzed by complex samples general linear model with Bonferroni hypothesis tests. (Adjusted by age)

Values are presented as mean±SE

<sup>1)</sup> 1st quartile

<sup>2)</sup> 2nd quartile

<sup>3)</sup> 3rd quartile

<sup>4)</sup> 4th quartile



군( $P < 0.01$ )에서 유의한 차이가 나타났고, 4사분위군의 적정섭취비는  $85.28 \pm 1.11$  %RNI로 가장 낮으며 2사분위군과 3사분위군은 각각  $90.45 \pm 1.28$  %RNI,  $90.94 \pm 1.32$  %RNI이었다.

## 고 찰

최근 질병 예방과 건강수명 증진에 대한 욕구가 높아지면서, 영양섭취와 건강에 대한 관심이 증가하는 만큼이나 건강을 위협하는 요인들 또한 늘고 있다. 에너지 및 영양소 섭취부족으로 인해 생기는 결핍증만 아니라, 과잉 섭취로 인한 문제도 만성질환과 관련이 되어 건강을 해치는 중요한 문제로 제시되고 있다(Ministry of Health and Welfare, The Korean Nutrition Society 2020). 혈중 요산농도는 남녀 모두에서 대사증후군 관련 인자와 유의적인 관련성을 나타내어(Park 등 2016) 만성질환의 요인이 되는 지표로 대두되고 있다.

다른 선행연구에서는 성별에 따라서는 남자가 여자보다 요산이 높게 나타났고, 연령에 따라서는 연령이 낮을수록 요산이 전반적으로 높았는데(Seok 등 2020) 본 연구에서는 혈청요산농도가 높은 4사분위군에서 식이섬유 섭취량이 낮았다.

한 선행연구에서 노인을 포함한 일부 종합검진자, 남자 3,097명을 대상으로 분석한 경우에도 혈중 요산농도가 낮은 군에서 높은 군으로 연령이 51.3세에서 47.0세로 낮은 차이를 나타내어 본 연구결과와 같은 경향이였다. 그러나 여자 종합검진자(2,426명)의 경우는 혈중 요산농도가 낮은군에서 높은 군으로 갈수록 연령이 47.5세에서 53.5세로 유의적으로 높아져서 성별 간의 차이를 보였다(Park 등 2016). Johnson 등 (2003)에 의해 폐경기 여성의 에스트로겐 대사가 혈중 요산농도의 상승이 유발되는 대표적인 영향을 미치는 요인으로 보고된 바, 여성의 폐경 여부로 인해 연령에 따른 요산농도가 성별에 따라 다른 양상을 보이는 것이라 사료된다. 이는 대사증후군, 심혈관 질환

과 관련된 혈중 요산농도에 대한 향후 연구에서 남녀 대상자에 대한 접근과 중재가 달라야 함을 보여준다고 하여(Park 등 2016) 본 연구에서는 남자만을 분석하였다.

본 연구의 요산농도 사분위수 군 간의 단백질 섭취량은 유의적인 차이가 나타나지 않았다. 선행연구에서 특정 식이 성분은 요산농도와 관련이 있어 육류와 생선은 퓨린 함량이 높기 때문에 요산농도를 증가시킬 수 있으며(Choi 등 2005; Lee 등 2006; Schmidt 등 2013), 유제품은 요산 배설을 증가시켜(Lee 등 2006; Dalbeth & Palmano 2011; Schmidt 등 2013) 요산농도를 낮출 수 있다고 하였다. 군 간의 단백질 섭취량과 적정섭취비의 유의적인 차이가 나타나지 않아 육류와 생선의 증가 요인을 유제품이 감소시켰을 것으로 사료되나 추후에 식품군별 섭취빈도 및 섭취량에 대한 분석을 제안한다. 2016년 국민건강영양조사 참가자 19세 이상 성인 2,966명의 자료를 분석한 결과 커피섭취량이 많을수록 혈중 요산농도가 유의하게 높다는 연구결과가 있지만(Seok 등 2020) 열량이나 영양소 섭취와의 관련성은 더 연구가 필요한 실정이다. 본 연구에서는 혈청요산농도가 높은 4사분위군에서 식이섬유( $P < 0.001$ ), 칼슘( $P < 0.001$ ), 엽산( $P < 0.001$ )의 섭취량이 가장 낮았다. 다르게 표현하면 요산농도가 낮은 1사분위군이 4사분위군보다 식이섬유의 섭취량이 높다고 할 수 있다. 식이섬유, 칼슘, 엽산은 과일과 채소의 섭취를 증가하였을 때 섭취량이 증가할 수 있는 영양소이다. 본 연구 결과에서는 사후검정 결과 퓨린 성분을 포함하고 있는 단백질 적정섭취비가 4사분위군에서 가장 높을 것으로 기대했으나 이에 대한 유의한 차이가 나타나지 않았다. 하지만 4사분위군은 식이섬유, 칼슘, 엽산 적정섭취비가 2사분위군 또는 3사분위군보다 유의하게 낮게 나타났다. 이러한 결과는 식이섬유, 칼슘, 엽산 섭취의 상대적인 부족이 요산의 농도의 증가와 관련이 있는 것으로 사료된다. NHANES 자료를 활용하여 2009년부터 2014년까지의 미국 성인을 연령별 계층화 분석(45세 미만, 45세 이상)한 연구에서 고요산혈증의 위험과 총 식이섬유와

시리얼 섬유 섭취량 사이에 음의 상관성이 일관되게 나타났다(Sun 등 2019). 쥐에게 식이섬유(셀룰로오스, 키틴, 키토산, 이눌린 및 크산탄 겜)는 효모 RNA에 의해 유도된 혈청 및 소변의 요산 및 알란토인 상승을 억제하고 대변으로 요산의 배설이 증가하였다. 실험은 3% 효모 RNA 및 5% 식이섬유를 20일(실험 1) 또는 5일(실험 2) 동안 공급하였고 점도가 높은 식이섬유가 RNase A에 의한 RNA 소화 억제 및 공장으로서의 퓨린 화합물 흡수 억제와 더 강하게 연관되어 있다고 하였다(Koguchi 등 2002). 고요산혈증은 생활습관병으로 인식되고 있으며 세계 여러 곳에서 유병률이 증가하고 있다. 임상 연구에서 식이섬유 섭취는 혈청요산농도를 감소시킨다. 최근 역학 연구 보고서에 따르면 고요산혈증의 수치가 높을수록 만성 신장 질환, 비만, 고혈압, 당뇨병 및 심혈관 질환 등의 동반 질환의 유병률이 증가하고 식이섬유 섭취는 고요산혈증 및 동반 질환의 위험이 현저히 낮아진다(Koguchi 등 2019). Zou 등(2021)의 연구에 따르면 과일에 존재하는 과당, 퓨린, 폴리페놀, 비타민 C, 식이섬유 및 무기질이 혈청요산농도에 영향을 미친다고 한다. 과일은 건강에 좋은 음식이나 과일에는 과당과 소량의 퓨린이 포함되어 있으며 그 대사의 산물은 요산이다. 과당과 퓨린 대사에 의해 합성된 요산 외에도 크산틴 산화효소 억제, 요산의 재흡수 감소 및 UA의 배설 개선이 혈청요산농도에 영향을 미칠 수 있다고 하였다. 섬유소는 대표적으로 중성지방과 혈청 콜레스테롤의 혈중 농도를 조절하는 유효한 성분인데 그 중 수용성 식이섬유인 베타-글루칸은 소장 내에서 다른 영양성분을 포함한 단백질 등을 둘러싸 이들의 흡수에 물리적 장벽으로 작용한다고 제안된 바 있다(Seog 등 2002). 한국 성인을 대상으로 한 선행연구에서 섬유소의 섭취가 많을수록 대사증후군 위험도는 낮게 나타났고 카로틴의 경우 항산화제와 항염증제로 작용하여 대사증후군 위험도를 감소시키는 것으로 보고되었다(Kim 등 2018). 단백질 섭취를 증가시키면서 칼슘섭취를 증가시키지 않으면 소변의 칼슘 배설이 증가하는데 이는 단백질이 신사구체의 여

과율을 증가시켜 칼슘 여과도 증가시키기 때문으로 알려져 있다. 또한 동물성 단백질을 섭취할 경우 식물성 단백질을 섭취할 때보다 소변의 칼슘 배설량이 더 높은 것으로 나타났다(Koo 등 1988). 다른 연구에서는 육류에 포함된 인의 함량 때문에 육류를 다량 섭취하였을 때 육류 외의 단백질을 증가시킨 것보다 요중 칼슘 배설이 저하되었다는 결과도 있다(Spencer 등 1978). 단백질 섭취 시 핵산과 단백질 합성에 관여하는 비타민 B군에 속하는 엽산을 비롯하여 식이 섬유나 칼슘 등을 포함한 균형잡힌 영양소 섭취가 반드시 필요하다. 이러한 연구 결과를 토대로 한국인 성인 남자 중 특히 고요산혈증인 경우 식생활과 영양 섭취의 문제에 대한 점검이 필요하며, 혈청요산농도에 따라 유의적인 차이를 보인 섭취량이 낮은 영양소인 식이섬유, 칼슘, 엽산의 섭취를 증가시킬 수 있는 균형잡힌 식생활을 위한 교육이 필요하다고 사료된다.

## 요약 및 결론

본 연구는 제7기와 제8기 1차년도(2019년) 국민건강영양조사 자료의 19세~64세 성인 남자의 혈청요산농도 사분위에 따라 분석하여 영양소 적정섭취비율 및 혈액 지표의 차이를 분석하였으며 결과는 다음과 같다.

1. 요산농도는 나이가 19~29세(6.32±0.041)에서 30~49세(6.13±0.029), 50~64세(5.72±0.030)로 증가함에 따라 낮게 나타났다.
2. 나이를 보정하여 혈청요산농도 사분위에 따른 신체 계측 지표와 혈액 지표 분석과 사후검정 결과 혈청요산농도가 높은 군에서 공복혈당 HDL 콜레스테롤, 요산도, 요당, 소변 나트륨 배설량은 유의적으로 낮았다. 반면 체중, 허리둘레, 체질량지수, 수축기혈압, 이완기혈압, 헤모글로빈, 헤마토크릿, SGOT, SGPT, BUN, 크레아티닌, 총 콜레스테롤, 중성지방, LDL 콜레스테롤, TG/HDL 콜레스테롤 요산농도가 높은 군에서 유의적으로 높았다. 사후검

정 결과 이완기혈압과 총 콜레스테롤은 1사분위군과 2사분위군, 1사분위군과 3사분위군, 1사분위군과 4사분위군, 2사분위군과 3사분위군, 2사분위군과 4사분위군, 3사분위군과 4사분위군의 비교에서 모두 유의적인 차이가 있는 것으로 나타났다. 체중, 허리둘레, 체질량지수, 중성지방, 헤모글로빈, HDL 콜레스테롤, 요산도, 요당, 요나트륨에서 모든 군 간에 유의적인 차이가 나타났다.

3. 나이를 보정하여 혈청요산농도 사분위에 따른 열량과 영양소 섭취량 분석과 사후검정 결과 혈청요산농도가 높은 4사분위군에서 식이섬유, 칼슘, 엽산의 섭취량이 유의하게 낮았다. 물 섭취량(컵)의 섭취량은 유의적으로 높았다. 사후검정 결과 단백질 섭취량은 모든 군 간에 유의적인 차이가 나타나지 않았다. 물(컵), 식이섬유, 당, 칼슘, 티아민, 엽산 섭취량에서 군 간의 유의적인 차이가 나타났다. 식이섬유, 칼슘, 엽산 섭취량의 경우 요산농도가 가장 높은 4사분위군에서 가장 낮았다.
4. 나이를 보정하여 혈청요산농도 사분위에 따른 영양소 적정섭취비는 혈청요산농도가 증가함에 따라 식이섬유, 칼슘, 엽산에서 유의적인 차이를 나타냈으며 점차 감소하였다. 식이섬유, 칼슘, 티아민, 엽산 적정섭취비의 경우도 요산농도가 가장 높은 4사분위군에서 가장 낮았다.

본 연구는 성인남자를 대상으로 혈액 지표와 열량 및 영양소 섭취량 및 영양소 적정 섭취비를 나이를 보정하여 혈청요산농도 사분위에 따라 분석하였으나 식품별 섭취량과 섭취빈도를 분석하지 못한 제한점이 있다. 그러나 고요산군인 4사분위군에서 식이섬유, 칼슘, 엽산의 적정섭취비율이 다른 군에 비해 유의적으로 낮아 섭취량을 증가시켜야 함을 확인할 수 있었다. 고요산혈증 환자를 위한 영양교육의 기초자료로 활용될 수 있을 것으로 사료된다.

## ORCID

- 채수진: <https://orcid.org/0000-0002-9059-1160>  
 이금선: <https://orcid.org/0000-0001-8335-2455>  
 김선희: <https://orcid.org/0000-0001-9559-5796>  
 류혜숙: <https://orcid.org/0000-0002-4172-9557>  
 윤미은: <https://orcid.org/0000-0001-5630-0035>

## REFERENCES

- Alderman MH, Cohen H, Madhavan S, Kivlighn S (1999): Serum uric acid and cardiovascular events in successfully treated hypertensive patients. *Hypertension* 34(1):144-150
- Choi HK, Ford ES (2007): Prevalence of the metabolic syndrome in individuals with hyperuricemia. *Am J Med* 120(5):442-447
- Choi HK, Liu S, Curhan G (2005): Intake of purine-rich foods, protein, and dairy products and relationship to serum levels of uric acid: the Third National Health and Nutrition Examination Survey. *Arthritis Rheum* 52(1):283-289
- Dalbeth N, Palmano K (2011): Effects of dairy intake on hyperuricemia and gout. *Curr Rheumatol Rep* 13(2):132-137
- Expert Panel on Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Cholesterol in Adults. (2001): Executive summary of the third report of the national cholesterol education program (NCEP) Expert panel on detection, evaluation, and treatment of high blood cholesterol in adults (Adult Treatment Panel III). *JAMA* 285(19):2486-2497
- Forman JP, Choi H, Curhan GC (2007): Plasma uric acid level and risk for incident hypertension among men. *J Am Soc Nephrol* 18(1):287-292
- Johnson RJ, Kang DH, Feig D, Kivlighn S, Kanellis J, Watanabe S, Tuttle KR, Rodriguez-Iturbe B, Herrera-Acosta J, Mazzali M (2003): Is there a pathogenetic role for uric acid in hypertension and cardiovascular and renal disease? *Hypertension* 41(6):1183-1190
- Kanellis J, Feig DI, Johnson RJ (2004): Does asymptomatic hyperuricaemia contribute to the development of renal and cardiovascular disease? An old controversy renewed. *Nephrology (Carlton)* 9(6):394-399

- Kim JS, Ahn SH, Son SM (2018): Risk of metabolic syndrome according to intake of white rice and kimchi in Korean adults: based on the 6th Korea national health and nutrition examination survey, 2013-2015. *Korean J Community Nutr* 23(6):525-537
- Koguchi T, Nakajima H, Wada M, Yamamoto Y, Inami S, Maekawa A, Tadokoro T (2002): Dietary fiber suppresses elevations of uric acid and allantoin in serum and urine induced by dietary RNA and increases its excretion in feces in rats. *J Nutr Sci Vitaminol (Tokyo)* 48(3):184-193
- Koguchi T, Tadokoro T (2019): Beneficial effect of dietary fiber on hyperuricemia in rats and humans: a review. *Int J Vitam Nutr Res* 89(1-2):89-108
- Koo J, Choi HM (1988): The effects of dietary protein and calcium levels on calcium metabolism in young Korean women. *Korean J Nutr* 21(2):99-112
- Kuwabara M, Borghi C, Cicero AFG, Hisatome I, Niwa K, Ohno M, Johnson RJ, Lanaspas MA (2018): Elevated serum uric acid increases risks for developing high LDL cholesterol and hypertriglyceridemia: a five-year cohort study in Japan. *Int J Cardiol* 261:183-188
- Lee SJ, Terkeltaub RA, Kavanaugh A (2006): Recent developments in diet and gout. *Curr Opin Rheumatol* 18(2):193-198
- Lim SY, Moon NY (2020): Relationship between serum uric acid level and low-density lipoprotein cholesterol in Korea adults: Korea national health and nutrition examination survey 2017. *Korean J Fam Pract* 10(3):208-214
- Lloyd-Jones DM, Morris PB, Ballantyne CM, Birtcher KK, Daly DD Jr, DePalma SM, Minissian MB, Orringer CE, Smith SC Jr (2017): 2017 Focused update of the 2016 ACC expert consensus decision pathway on the role of non-statin therapies for LDL-cholesterol lowering in the management of atherosclerotic cardiovascular disease risk: a report of the American college of cardiology task force on expert consensus decision pathways. *J Am Coll Cardiol* 70(14):1785-1822
- Ministry of Health and Welfare, The Korean Nutrition Society (2020): Dietary reference intakes for Koreans 2020. Ministry of Health and Welfare. Sejong. pp.23-28
- Nakagawa T, Hu H, Zharikov S, Tuttle KR, Short RA, Glushakova O, Ouyang X, Feig DI, Block ER, Herrera-Acosta J, Patel JM, Johnson RJ (2006): A causal role for uric acid in fructose-induced metabolic syndrome. *Am J Physiol Renal Physiol* 290(3):F625-F631
- Oh HJ, Moon SH, Lee JW, Hyun HY, Lee DC, Lee HR (2006): Relationship between serum uric acid and metabolic syndrome. *J Korean Acad Fam Med* 27(9):699-705
- Park HJ, Ryu HS, Jho KH, Ko JY, Yun ME (2016): Relation between serum uric acid levels and metabolic syndrome markers among Koreans by gender. *Korean J Food Nutr* 29(5):595-604
- Peng TC, Wang CC, Kao TW, Chan JY, Yang YH, Chang YW, Chen WL (2015): Relationship between hyperuricemia and lipid profiles in US adults. *Biomed Res Int* 2015: 127596
- Perry JJ, Wannamethee SG, Walker MK, Thomson AG, Whincup PH, Shaper AG (1995): Prospective study of risk factors for development of non-insulin dependent diabetes in middle aged British men. *BMJ* 310(6979):560-564
- Quiñones Galvan A, Natali A, Baldi S, Frascerra S, Sanna G, Ciociaro D, Ferrannini E (1995): Effect of insulin on uric acid excretion in humans. *Am J Physiol* 268(1):E1-E5
- Richards J, Weinman EJ (1996): Uric acid and renal disease. *J Nephrol* 9:160-166
- Rocić B, Vucić-Lovrenčić M, Poje N, Poje M, Bertuzzi F (2005): Uric acid may inhibit glucose-induced insulin secretion via binding to an essential arginine residue in rat pancreatic beta-cells. *Bioorg Med Chem Lett* 15(4):1181-1184
- Ryu HS, Roh SY, Bae YJ, Yun ME, Choi EY (2022): Nutritional assessment. Soohaksa. Paju. pp.113
- Schmidt JA, Crowe FL, Appleby PN, Key TJ, Travis RC (2013): Serum uric acid concentrations in meat eaters, fish eaters, vegetarians and vegans: a cross-sectional analysis in the EPIC-Oxford cohort. *PLoS One* 8(2):e56339
- Seog HM, Kim SR, Choi HD, Kim HM (2002): Effects of  $\beta$ -glucan-enriched barley fraction on the lipid and cholesterol contents of plasma and feces in rat. *Korean J Food Sci Technol* 34(4):678-683
- Seok JH, Kim HJ, Chung RH (2020): Associations of coffee consumption and serum uric acid levels in Korean adults: Korea national health and nutrition examination survey, 2016. *Korean J Fam Pract* 10(3):192-199
- Sharaf El Din UAA, Salem MM, Abdulazim DO (2017): Uric acid in the pathogenesis of metabolic, renal, and cardiovascular diseases: a review. *J Adv Res* 8(5):537-548
- Shin SR, Han AL (2018): Relationship between metabolic syndrome and uric acid to creatinine ratio in Korean adults:

- Korea National Health and Nutrition Examination Survey 2016. *Korean J Health Promot* 18(3):113-118
- Shin YT, Kim KK, Hwang IC (2009): Clinical implication of plasma uric acid level. *Korean J Fam Med* 30(9):670-680
- Spencer H, Kramer L, Osis D, Norris C (1978): Effect of a high protein (meat) intake on calcium metabolism in man. *Am J Clin Nutr* 31(12):2167-2180
- Stone NJ, Robinson JG, Lichtenstein AH, Bairey Merz CN, Blum CB, Eckel RH, Goldberg AC, Gordon D, Levy D, Lloyd-Jones DM, McBride P, Schwartz JS, Shero ST, Smith SC Jr, Watson K, Wilson PW, American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines (2014): 2013 ACC/AHA guideline on the treatment of blood cholesterol to reduce atherosclerotic cardiovascular risk in adults: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines. *J Am Coll Cardiol* 63(25 Pt B):2889-2934. (Erratum published 2015, *J Am Coll Cardiol* 66(24):2812)
- Sun Y, Sun J, Zhang P, Zhong F, Cai J, Ma A (2019): Association of dietary fiber intake with hyperuricemia in U.S. adults. *Food Funct* 10(8):4932-4940
- Zou F, Zhao X, Wang F (2021): A review on the fruit components affecting uric acid level and their underlying mechanisms. *J Food Biochem* 45(10):e13911