

대한민국 성인에서 비만과 Uric acid의 관련성

박선영¹, 윤현^{2*}

¹동강대학교 보건행정과, ²한려대학교 임상병리학과

The Association of Obesity and Serum Uric acid in Korean adults

Sun Young Park¹, Hyun Yoon^{2*}

¹Department of Hospital Administration, Dong Kang University

²Department of Biomedical Laboratory Science, Hanlyo University

요약 본 연구는 일부 종합검진 수검자들을 대상으로 비만수준이 혈 중 uric acid에 미치는 영향을 검토하고자 2011년 1월부터 12월까지 광주광역시의 일개 종합병원 건강검진센터에서 종합건강검진을 받았던 20세 이상의 지역주민 1,118명(남자 636, 여자 482)을 분석대상으로 하였다. 우리는 혈청 uric acid, 요소 질소, creatinine 뿐만 아니라 신체계측 (SBP, DBP 및 BMI)에 대해 평가하고, 분석에 포함 하였다. Model I 에서, 연령, 성별, SBP, DBP, TC, TG, HDL-C, FBG를 보정하였을 때, 남성($p<0.001$)과 여성($p=0.036$)에서 uric acid의 평균값은 비만수준이 증가할수록 증가하였다. Model II에서, BUN과 creatinine을 추가로 보정하였을 때, 남성에서는 uric acid의 평균값이 정상 체중군은 4.89 ± 0.07 mg/dl, 과체중군은 5.01 ± 0.09 mg/dl, 비만군은 5.35 ± 0.08 mg/dl로 비만수준이 증가할수록 증가하였다($p<0.001$). 그러나 여성에서는 uric acid의 평균값이 정상 체중군은 5.03 ± 0.08 mg/dl, 과체중군은 5.19 ± 0.11 mg/dl, 비만군은 5.27 ± 0.09 mg/dl로 유의한 차이가 없었다($p=0.191$). 결론적으로, 남성에서 비만수준의 증가는 혈 중 uric acid의 증가와 관련이 있지만, 여성에서는 관련이 없었다.

Abstract The aim of this study was to examine the impact of the obesity status on serum uric acid in health check-up examinees. The study subjects were 1,118 adults, 20 years and over (636 males, 482 females), the health package check-up at the general hospital in Gwang-Ju from January to December, 2011. This study assessed the serum uric acid, blood urea nitrogen, and creatinine levels, as well as the anthropometric variables (SBP, DBP, and BMI). In a model I, after adjusting for the variables, such as age, SBP, DBP, TC, TG, HDL-C, and FBG, the mean uric acid level ($M\pm SE$) increased with increasing obesity status in males ($p<0.001$) or females ($p=0.036$). In model II, after adjusting for BUN and creatinine, the mean uric acid ($M\pm SE$) in males increased with increasing obesity status (Normal weight [$BMI < 23.0$ kg/m²], 4.89 ± 0.07 mg/dl; overweight [$BMI 23.0-24.9$ kg/m²], 5.01 ± 0.09 mg/dl; obesity [$BMI \geq 25.0$ kg/m²], 5.35 ± 0.08 mg/dl) ($p<0.001$). In the females, however, the mean uric acid ($M\pm SE$) did not increase with increasing obesity status (Normal weight, 5.03 ± 0.08 mg/dl; overweight, 5.19 ± 0.11 mg/dl; obesity, 5.27 ± 0.09 mg/dl) ($p=0.191$). In conclusion, these results suggest that an increase in obesity status is associated with an increase in the serum uric acid levels in males, but not in females.

Keywords : Obesity, BMI, Uric acid, Korean adult, Health check-up

1. 서론

요산(Uric acid)은 대사과정 중 xanthin oxidase라는 효소작용에 의하여 hypoxanthine과 xanthin이 산화 되어

형성되며, 혈청 내 농도는 핵산이 다량 함유된 음식섭취량의 증가나 핵산의 대사기능이 증가되었을 때, 또는 요산의 배설기능이 저하되었을 때 증가한다[1, 2]. 혈청 내 요산농도의 증가로 인한 요산과다혈증(hyperuricemia)은

*Corresponding Author : Hyun Yoon (Hanlyo University)

Tel: +82-10-2635-9076 email: yh9074@yahoo.co.kr

Received November 10, 2015

Revised (1st November 25, 2015, 2nd November 26, 2015)

Accepted February 4, 2016

Published February 29, 2016

통풍의 주요 특징 중의 하나이며[3], 고혈압[4, 5], 이상 지질혈증[4, 5], 동맥경화증[6], 비만[4, 5, 7] 및 대사증후군[8, 9]과 같은 심혈관 질환 위험요인의 발생률과도 관련이 있다.

비만(obesity)은 심혈관 질환 및 뇌혈관 질환, 당뇨병과 고혈압, 이상 지질혈증, 대사증후군 등을 증가시키는 대표적인 위험인자로 알려져 있고[10], 비만인구는 전 세계적으로 급증하고 있으며, 비만인구의 증가를 세계 대 유행(pandemic)으로 인식할 정도로 비만에 대한 관심이 고조되고 있다[11]. 현재, 요산과 비만을 포함한 심혈관질환의 위험요인의 관련성에 대한 연구는 전 세계적으로 이루어지고 있지만, 대부분의 연구들은 당뇨병, 고혈압과 같은 질병을 가지고 있는 대상자이고, 일반인을 대상으로 실시한 연구는 드물다. 아직까지 비만이 요산의 증가에 독립적인 위험요인이라는 주장에는 아직 의견의 일치가 이루어지지 않고 있으며, 또한 이에 대한 정확한 기전도 밝혀지지 않고 있다. 대한민국의 비만 유병률은 1998년에 26.3%에서 2007년에는 31.7%로 년도가 증가함에 따라 지속적으로 증가하고 있고, 이로 인하여 심혈관질환, 대사증후군과 같은 비만과 관련된 질환의 발생률도 증가하고 있다[12]. 따라서 본 연구는 한국 성인의 심혈관계 질환과 비만이 지속적으로 증가하고 있는 실정에서 건강증진센터를 방문한 종합건강검진 대상자 중 20세 이상의 성인을 대상으로 비만과 혈 중 요산의 관련성에 대하여 분석하고자 하였다.

2. 연구 방법

2.1 연구대상

본 연구는 2011년 1월부터 12월까지 1년 동안 광주광역시의 일개 종합검진센터에 내원하여 종합검진을 받았던 20세 이상의 일반 시민들 중 본 연구에 필요한 정보를 이용할 수 있었던 1,322명을 연구대상으로 하였다. 본 연구에 참여한 종합건강검진 대상자들에게 연구의 참여가 자율이고, 원하는 경우 언제라도 철회가 가능하며, 질문지와 건강검진 결과는 연구의 목적으로만 사용할 것과 자료의 익명성 보장에 대한 설명을 제공하여 서면 동의서를 받았다. 총 1,322명 중 건강 설문에서 불충분한 응답(106명)과 신체계측 및 혈압(16명) 그리고 혈액검사 및 혈 중 요산 등의 검사결과(82명)가 누락이 되어있는

대상자 204명을 제외한 1,118명을 최종 분석 대상으로 하였다.

2.2 자료수집

본 연구에서 자료 수집은 대상자들의 종합건강검진 결과표와 문진표로부터 본 조사에 필요한 내용을 미리 작성한 조사표에 이기하여 수집하였다. 조사항목으로는 대상자들의 연령, 성별, 체질량지수 (Body Mass Index: BMI), 안정 시 혈압(수축기 및 이완기 혈압) 및 아침 공복 시의 혈액검사 등이었다.

2.3 대상자의 특성

2.3.1 일반적 특성 및 혈액화학검사

대상자 중 성별은 남, 여로 구분하고, 연령은 40세 미만 군, 40-49세군, 50-59세군, 60세 이상 군으로 구분하였다. 수축기 혈압(systolic blood pressure, SBP)과 이완기 혈압(diastolic blood pressure, DBP)은 검사 전 피검자가 10분간 안정을 취한 후 간호사의 관리 하에 우측 상완의 혈압을 자동혈압계(AND TM-2655P, Japan)를 사용하여 측정하였다. 혈액검사는 피검사자들은 검사 전날 오후 10시부터 금식한 상태로 검사 당일 오전에 공복 상태에서 우측 상완정맥에서 채혈하여 혈액 화학적 검사인 Total cholesterol (TC), Triglyceride (TG), HDL-cholesterol (HDL-C), Fasting blood glucose (FBG), Blood urea nitrogen (BUN), creatinine, Uric acid 등은 자동 화학분석기(Hitachi 7060, Japan)를 사용하여 측정하였다.

2.3.2 비만

신장 및 체중은 자동 신체계측기(CAS, RS-232C, Korea)로 측정하였다. 체질량지수(Body Mass Index: BMI)는 체중을 신장의 제곱근으로 나눈 Quetlet index 로 $BMI (kg/m^2) = \text{체중}(kg) / \text{신장}(m)^2$ 로 계산하고 23.0 kg/m^2 미만을 정상체중군, 23.0-24.9 kg/m^2 을 과체중군, 25.0 kg/m^2 이상을 비만군의 기준으로 하였다[13].

2.4 자료처리 및 분석방법

자료의 통계처리는 SPSS WIN (ver. 18.0) 통계프로그램을 이용하였다. 대상자의 특성에 대한 분포는 빈도와 백분율로 나타내었고 연속형 자료는 평균과 표준편차로 표시하였다. 대상자의 특성에 따른 Uric acid level은 independent t-test와 ANOVA test를 이용하여 분석하였

다. Uric acid에 대한 공분산분석을 시행하여 Uric acid에 영향을 주는 다른 요인을 보정한 후 비만수준에 따른 Uric acid의 평균값을 비교하였다. 모든 통계량의 유의수준은 $p<0.05$ 로 판정하였다.

3. 연구 결과

3.1 대상자의 일반적 특성

연구대상자의 일반적 특성은 Table 1과 같다. 대상자들의 평균 연령은 45.75 (± 10.71)세로 조사되었고, 남성이 636명(56.9%), 여성이 482명(43.1%)이었다. 대상자들의 혈액검사 중 TC, TG, HDL-C 평균값은 각각 191.13 \pm 38.34 mg/dl, 128.07 \pm 97.05 mg/dl, 51.45 \pm 12.16 mg/dl, 이었고, FBG 평균값은 95.66 \pm 17.06 mg/dl이었다. 대상자들의 혈압에 대한 수치 중 SBP와 DBP 평균값은 각각 123.24 \pm 12.21 mmHg, 75.51 \pm 9.26 mmHg이었다. 대상자들의 BMI 평균값은 23.70 \pm 3.20 kg/m²이었다. 정상체중군(BMI <23.0 kg/m²)에 해당하는 대상자는 486명(43.5%)이었고, 과체중군(BMI 23.0-24.99 kg/m²)에 해당하는 대상자는 262명(23.4%), 비만군(BMI \geq 25.0 kg/m²)에 해당하는 대상자는 370명(33.1%)이었다. 전체 대상자들의 BUN, creatinine, Uric acid 평균값은 각각 12.66 \pm 3.64 mg/dl, 0.90 \pm 0.18 mg/dl, 5.10 \pm 1.43 mg/dl이었다. 모든 변수에서 남성과 여성의 차이는 유의

하지 않았다.

3.2 남성에서 비만수준에 따른 대상자의 특성

남성에서 비만수준에 따른 대상자의 특성은 Table 2와 같다. 남성에서는 비만수준에 따라 모든 변수들이 유의한 차이를 보였다. SBP ($p<0.001$), DBP ($p<0.001$), TC ($p<0.001$), TG ($p<0.001$), HDL-C ($p<0.001$), FBG ($p<0.001$), BUN ($p<0.001$), creatinine ($p<0.001$), Uric acid ($p<0.001$) 등은 비만수준이 증가할수록 평균값(M \pm SD)이 유의하게 증가하였으나, 연령($p<0.001$)과 HDL-C ($p<0.001$)는 비만수준이 증가할수록 평균값(M \pm SD)이 유의하게 감소하였다.

3.3 여성에서 비만수준에 따른 대상자의 특성

여성에서 비만수준에 따른 대상자의 특성은 Table 3과 같다. 여성에서 비만수준에 따라 모든 변수들이 유의한 차이를 보였다. SBP ($p<0.001$), DBP ($p<0.001$), TC ($p=0.014$), TG ($p<0.001$), HDL-C ($p<0.001$), FBG ($p=0.001$), BUN ($p=0.040$), creatinine ($p<0.001$), Uric acid ($p<0.001$) 등은 비만수준이 증가할수록 평균값(M \pm SD)이 유의하게 증가하였으나, 비만수준이 증가할수록 HDL-C ($p<0.001$)의 평균값(M \pm SD)이 유의하게 감소하였고, 연령에서는 정상체중군에 비하여 과체중군과 비만군에서 연령이 유의하게 낮았다($p<0.001$).

Table 1. General characteristics of research subjects

N (%), M \pm SD, (N=1,118)

Variables	Category	Total (n=1,118)	Males (n=636)	Females (n=482)	p-value
age (year)	<40	284 (25.4)	142 (22.3)	142 (29.5)	0.059
	40-49	328 (29.3)	196 (30.8)	132 (27.4)	
	50-59	351 (31.4)	206 (32.4)	145 (30.1)	
	≥ 60	155 (13.9)	92 (14.5)	63 (13.1)	
Obesity status	Normal weight	486 (43.5)	280 (44.0)	206 (42.7)	0.910
	Overweight	262 (23.4)	148 (23.3)	114 (23.7)	
	Obesity	370 (33.1)	208 (32.7)	162 (33.6)	
^a BMI (kg/m ²)		23.70 \pm 3.20	23.51 \pm 3.18	23.96 \pm 3.20	0.520
Uric acid (mg/dl)		5.10 \pm 1.43	5.07 \pm 1.44	5.15 \pm 1.42	0.055
^b BUN (mg/dl)		12.66 \pm 3.64	12.76 \pm 3.85	12.53 \pm 3.33	0.276
creatinine (mg/dl)		0.90 \pm 0.18	0.90 \pm 0.18	0.90 \pm 0.18	0.777
^c SBP (mmHg)		123.24 \pm 12.21	122.63 \pm 11.66	124.05 \pm 12.87	0.976
^d DBP (mmHg)		75.51 \pm 9.26	75.52 \pm 9.21	75.50 \pm 6.34	0.480
^e TC (mg/dl)		191.13 \pm 38.34	191.83 \pm 39.04	190.20 \pm 37.41	0.466
^f TG (mg/dl)		128.07 \pm 97.05	126.22 \pm 100.55	130.50 \pm 90.27	0.298
^g HDL-C (mg/dl)		51.45 \pm 12.16	51.78 \pm 12.34	51.02 \pm 11.91	0.157
^h FBG (mg/dl)		95.66 \pm 17.06	95.03 \pm 15.53	96.49 \pm 18.88	0.324

^aBMI: body mass index, ^bBUN: blood urea nitrogen, ^cSBP: systolic blood pressure, ^dDBP: diastolic blood pressure, ^eTC: total Cholesterol, ^fTG: triglyceride, ^gHDL-C: High density lipoprotein cholesterol, ^hFBG: fasting blood glucose

Table 2. Subject characteristics according to obesity status in males

M±SD, (N=636)

Variables	Normal weight (BMI <23.0 kg/m ²)	Overweight (BMI 23.0-24.9 kg/m ²)	Obesity (BMI ≥25.0 kg/m ²)	p-value
age (years)	51.31±10.02	47.58±9.26	45.67±10.87	<0.001
SBP (mmHg)	118.24±10.51	123.12±12.12	128.20±10.32	<0.001
DBP (mmHg)	73.00±7.29	75.42±9.57	78.98±9.04	<0.001
TC (mg/dl)	182.61±38.68	197.50±39.04	200.22±36.97	<0.001
TG (mg/dl)	91.61±66.92	151.78±122.19	154.63±107.13	<0.001
HDL-C (mg/dl)	55.94±13.01	48.99±11.16	48.18±10.44	<0.001
FBG (mg/dl)	91.46±11.55	97.03±19.24	98.42±16.29	<0.001
BUN (mg/dl)	11.99±3.64	13.33±3.87	13.40±3.95	<0.001
creatinine (mg/dl)	0.85±0.17	0.93±0.19	0.93±0.17	<0.001
Uric acid (mg/dl)	4.56±1.20	5.23±1.40	5.62±1.54	<0.001

Table 3. Subject characteristics according to obesity status in females

M±SD, (N=482)

Variables	Normal weight (BMI <23.0 kg/m ²)	Overweight (BMI 23.0-24.9 kg/m ²)	Obesity (BMI ≥25.0 kg/m ²)	p-value
age (years)	49.36±10.56	44.39±9.53	44.95±11.65	<0.001
SBP (mmHg)	119.75±11.89	126.51±13.09	127.77±12.37	<0.001
DBP (mmHg)	73.08±8.76	76.42±9.87	77.93±8.96	<0.001
TC (mg/dl)	184.44±33.47	194.18±41.19	194.72±38.59	0.014
TG (mg/dl)	101.29±73.08	140.99±94.13	160.25±101.78	<0.001
HDL-C (mg/dl)	54.94±12.45	50.32±11.25	46.52±9.89	<0.001
FBG (mg/dl)	93.12±17.11	96.96±18.04	100.45±20.82	0.001
BUN (mg/dl)	12.22±3.23	12.33±3.42	13.07±3.34	0.040
creatinine (mg/dl)	0.86±0.16	0.92±0.17	0.93±0.19	<0.001
Uric acid (mg/dl)	4.75±1.27	5.32±1.20	5.54±1.60	<0.001

3.4 남성에서 비만수준에 따른 Uric acid의 평균값 비교

남성에서 비만수준에 따른 Uric acid의 평균비교는 Table 4와 같다. Model I에서, 연령, SBP, DBP, TC, TG, HDL-C, FBG 등을 보정하였을 때, 비만수준에 따른 Uric acid의 평균값(M±SE)은 정상체중군이 4.83±0.08 mg/dl (95% confidence interval (CI), 4.66-4.99), 과체중군이 5.08±0.11 mg/dl (95% CI, 4.87-5.30), 비만군이 5.37±0.10 mg/dl (95% CI, 5.18-5.56)로 비만수준이 증가할수록 Uric acid의 평균값이 증가하였다($p<0.001$). 또한, Model II에서 Model I에 추가적으로 BUN과 creatinine을 보정하였을 때, 비만수준에 따른 Uric acid의 평균값(M±SE)은 정상체중군이 4.89±0.07 mg/dl (95% CI, 4.74-5.03), 과체중군이 5.01±0.09 mg/dl (95% CI, 4.82-5.19), 비만군이 5.35±0.08 mg/dl (95% CI, 5.18-5.51)로 비만수준이 증가할수록 Uric acid평균값이 증가하였다($p<0.001$).

3.5 여성에서 비만수준에 따른 Uric acid의 평균값 비교

여성에서 비만수준에 따른 Uric acid의 평균비교는 Table 5와 같다. Model I에서, 연령, SBP, DBP, TC, TG, HDL-C, FBG 등을 보정하였을 때, 비만수준에 따른 Uric acid의 평균값(M±SE)은 정상체중군이 4.96±0.10 mg/dl (95% CI, 4.77-5.15), 과체중군이 5.26±0.12 mg/dl (95% CI, 5.02-5.50), 비만군이 5.32±0.11 mg/dl (95% CI, 5.11-5.53)로 비만수준이 증가할수록 Uric acid평균값이 증가하였다($p=0.036$). 그러나 Model II에서 Model I에 추가적으로 BUN과 creatinine을 보정하였을 때, 비만수준에 따른 Uric acid의 평균값(M±SE)은 정상체중군이 5.03±0.08 mg/dl (95% CI, 4.87-5.20), 과체중군이 5.19±0.11 mg/dl (95% CI, 4.98-5.40), 비만군이 5.27±0.09 mg/dl (95% CI, 5.09-5.45)로 비만수준의 증가에 따른 Uric acid의 평균값은 더 이상 유의한 차이를 보이지 않았다($p=0.191$).

Table 4. Comparisons of serum uric acid levels for obesity status in males

M±SE, (n=636)

Variables	Uric acid (mg/dl)	p-value	Uric acid (mg/dl)	p-value
	Model I (95%, CI)		Model II (95%, CI)	
Normal weight	4.83±0.08 (4.66-4.99)	<0.001	4.89±0.07 (4.74-5.03)	<0.001
Overweight	5.08±0.11 (4.87-5.30)		5.01±0.09 (4.82-5.19)	
Obesity	5.37±0.10 (5.18-5.56)		5.35±0.08 (5.18-5.51)	

Model I : adjusted for age, SBP, DBP, TC, TG, HDL-C, and FBG.

Model II : adjusted for age, SBP, DBP, TC, TG, HDL-C, FBG, BUN, and creatinine.

Table 5. Comparisons of serum uric acid levels for obesity status in females

M±SE, (n=482)

Variables	Uric acid (mg/dl)	p-value	Uric acid (mg/dl)	p-value
	Model I (95%, CI)		Model II (95%, CI)	
Normal weight	4.96±0.10 (4.77-5.15)	0.036	5.03±0.08 (4.87-5.20)	0.191
Overweight	5.26±0.12 (5.02-5.50)		5.19±0.11 (4.98-5.40)	
Obesity	5.32±0.11 (5.11-5.53)		5.27±0.09 (5.09-5.45)	

Model I : adjusted for age, SBP, DBP, TC, TG, HDL-C, and FBG.

Model II : adjusted for age, SBP, DBP, TC, TG, HDL-C, FBG, BUN, and creatinine.

4. 고찰 및 결론

본 연구는 종합건강검진을 실시한 대상자들의 검진 자료를 이용하여 20세 이상의 성인에서 비만수준과 혈청 Uric acid의 관련성에 대한 연구이다. 본 연구의 주요결과는 남성에서는 Uric acid에 대한 관련변수(Age, SBP, DBP, TC, TG, HDL-C, FBG)에 BUN과 Creatinine을 추가로 보정한 후(Model II)에도 비만수준이 증가함에 따라 혈 중 Uric acid의 평균값(M±SE)이 유의하게 증가하였으나, 여성에서는 BUN과 Creatinine을 추가로 보정한 후(Model II)에는 비만수준의 증가에 따른 혈 중 Uric acid의 평균값(M±SE)은 더 이상 유의한 차이가 없었다는 결과이다(Table 4 and 5).

혈 중 Uric acid는 퓨린 대사의 최종 산물로서 신장에서 통해 배설되며, 신장에서 배설기능의 이상으로 배설이 감소되거나 여러 가지 질환으로 인하여 Uric acid가 과 생성되면 혈 중 Uric acid가 증가한다[14]. 많은 연구들은 혈 중 Uric acid의 증가와 심혈관계 질환의 발생률이 밀접한 관련이 있다고 보고하고 있다[15, 16]. 혈청 요산의 증가는 혈관의 질소 산화물의 활성도를 저하시키고 항 산화성 물질을 생산함으로써 심혈관에서 혈관 확장 기능이 저하되고 혈관 평활근과 혈관 내피세포 기능의 저하를 일으켜 심혈관계 질환에 영향을 준다고 알려져 있다[17, 18].

비만과 Uric acid에 관련성에 대한 연구에서, 홍승표 등(2008)은 요산농도와 대사증후군의 연관성에 대한 연

구에서 혈 중 Uric acid를 사분위수로 구분하였을 때, Uric acid의 사분위수가 증가할수록 BMI도 증가한다고 하였다(Males, $p<0.001$; Females, $p=0.001$)[19]. 또한 Kim 등(2007)은 비만과 요로결석의 관련성에 대한 연구에서 저체중군 (BMI $<18.5 \text{ kg/m}^2$, $3.7\pm 0.86 \text{ mg/dl}$), 정상체중군(BMI $18.5\text{-}24.9 \text{ kg/m}^2$, $5.0\pm 1.58 \text{ mg/dl}$), 과체중군(BMI $25.0\text{-}29.9 \text{ kg/m}^2$, $5.7\pm 1.75 \text{ mg/dl}$)에서는 BMI가 증가할수록 혈 중 Uric acid가 지속적으로 증가하였고, 비만군(BMI $\geq 30.0 \text{ kg/m}^2$, $5.5\pm 1.41 \text{ mg/dl}$)에서는 정상체중보다는 높았으나, 과체중군보다 낮았다 ($p<0.001$)[20]. 그러나 이와는 다른 결과도 있다. 홍수진 등(2012)은 고 요산혈증의 빈도와 임상적 의의에 대한 연구에서 정상체중에 비해서 비만군의 고 요산혈증 빈도가 높았으나(Males, $p<0.001$; Females, $p=0.0224$), 관련 변수를 통제한 후의 회귀분석에는 남성과 여성 모두에서 유의한 차이가 없었다(Males, $p=0.2793$; Females, $p=0.5237$)[21]. 본 연구결과에서는 비만수준을 정상체중군(BMI $<23.0 \text{ kg/m}^2$), 과체중군(BMI $23.0\text{-}24.9 \text{ kg/m}^2$), 비만군(BMI $\geq 25.0 \text{ kg/m}^2$)으로 나누었을 때, 연령과 혈압, 중성지방, 콜레스테롤, 혈당 등의 혼란변수를 통제한 후, 남성과 여성 모두에서, 비만수준이 증가함에 따라 혈 중 Uric acid가 지속적으로 증가하였고 (Males, $p<0.001$; Females, $p=0.036$), 홍승표 등[19]과 Kim 등[20]의 결과와 유사하였다. 그러나, BUN과 creatinine을 추가로 보정하였을 때, 남성에서는 비만수준이 증가함에 따라 혈 중 Uric acid가 유의하게 증가하였지만($p<0.001$), 여성

에서는 더 이상 유의한 차이가 없었다($p=0.191$). 이와 같은 결과는 여성에서는 비만수준보다 BUN과 Creatinine 이 혈 중 Uric acid의 증가에 더욱 강력한 독립적인 위험인자이고, 남성에서는 BUN과 creatinine보다 비만수준의 증가가 혈 중 Uric acid의 증가에 더욱 강력한 독립적인 위험인자이기 때문인 것으로 사료된다.

혈 중 Uric acid의 증가는 인슐린 저항성 및 신장기능 감소와 연관이 있는 것으로 알려져 있다[22]. 인슐린 저항성과 관련된 대표적인 질환이 대사증후군이다. 대사증후군은 관상동맥 위험인자 5가지(고혈압, 고혈당, 복부비만, 고 중성지방혈증, 저 HDL-C 혈증)가 동시다발적으로 발생하는 질환으로[23], 혈 중 Uric acid의 증가는 고혈압[24, 25], 당뇨[26], 복부비만[7] 등과 같은 대사증후군 구성요소와 관련이 있다고 보고되고 있다. 비만은 apolipoprotein B의 증가로 혈 중 총 콜레스테롤과 중성지방이 증가하고, 이러한 총 콜레스테롤과 중성지방의 증가는 혈관벽에 침착되어 고혈압을 유발시킨다[27]. 또한 췌장 베타세포의 세포사(apoptosis)를 촉진시켜 혈액 내 인슐린에 대한 저항성을 증가시키고[28], 이로 인한 고인슐린혈증은 다시 간에서 LDL-C의 생성을 증가시키고 HDL-C를 감소시키기 때문에 대사증후군의 인슐린 저항성에 대한 악순환이 계속된다[29]. 비만에 의한 중성지방의 증가와 고밀도 콜레스테롤의 감소는 당뇨병성 신증후군 발병에 대한 상대적 위험도를 증가시킨다고 알려져 있다[30]. 또한, 비만과 관련된 신장기능 이상의 또 다른 예로 비만 연관 사구체질환(obesity-related glomerulopathy, ORG)을 들 수 있다. Cohen (1975)은 ORG 는 단백뇨를 동반한 이차성 분절 사구체경화증(focal segmental glomerulosclerosis)으로 지방(adiposity)과다에 대한 사구체의 부적절한 반응 결과로 신부전으로 진행할 수 있는 질환이다[31]. Isek 등(2001)은 고 요산혈증은 신부전증의 위험인자이며 단백뇨보다 더욱 강력한 예측인자라고 하였다[32]. Hsu 등(2009)은 혈 중 Uric acid의 증가가 말기 신질환의 위험을 2.14배 증가시킨다고 하였고, 정상범위의 혈 중 요산의 증가에서도 신질환과 유의한 관련성이 있다고 하였다[33]. 이와 같이 비만은 직·간접적으로 인슐린 저항성의 증가와 신기능 감소 등의 영향으로 인하여 혈 중 Uric acid의 증가와 관련이 있을 것으로 사료된다.

본 연구는 종합건강검진 수검자를 대상으로 실시한 단면연구이기 때문에 비만수준의 증가가 혈 중 Uric

acid에 영향을 미치는지, 아니면 혈 중 Uric acid의 증가가 비만수준에 영향을 미치는지는 증명할 수 없다. 그러나 연령과 혈압, 중성지방, 콜레스테롤, 혈당에 추가적으로 BUN과 creatinine을 보정하였을 때, 여성에서는 비만수준이 증가함에 따라 혈 중 Uric acid가 증가하는 경향은 있었지만 유의하지 않았고, 남성에서는 비만수준이 증가함에 따라 혈 중 Uric acid가 유의하게 증가하였다.

본 연구는 몇 가지 제한점이 있다. 지역사회의 단일 종합건강검진 수검자를 대상으로 하여 표본 선택의 한계가 있고, 혈 중 Uric acid와 관련된 인자 중 칼슘 수치 및 식이 습관을 고려하지 않았기 때문에 생길 수 있는 여러 변수들을 고려하지 못하였다. 또한, 단면연구이기 때문에 비만수준과 혈 중 Uric acid의 인과관계를 정확히 설명할 수가 없기 때문에 향후 추적조사를 통해서 비만수준과 혈 중 Uric acid에 대한 코호트 연구를 시행할 수 있다면 이들의 인과관계를 확인하기 위한 더욱더 정확한 결과를 얻을 수 있을 것으로 기대된다.

References

- [1] Alvarez-Lario B and Macarron-Vicente J. "Uric acid and evolution." *Rheumatology*, 49: 2010-2015, 2010.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1093/rheumatology/keq204>
- [2] de Oliveira EP and Burini RC. "High plasma uric acid concentration: causes and consequences." *Diabetology & Metabolic syndrome*, 4: 4-12, 2012.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1186/1758-5996-4-12>
- [3] Richette P and Bardin T. "Gout." *Lancet*, 375: 318-328, 2010.
DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736\(09\)60883-7](http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(09)60883-7)
- [4] S Hara, H Tsuji, Y Ohmoto, K Amakawa, SD Hsieh, Y Arase, et al, "High serum uric acid level and low urine pH as predictors of metabolic syndrome: a retrospective cohort study in a Japanese urban population." *Metabolism*, 61: 281-288, 2012.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.metabol.2011.06.026>
- [5] M Ishiro, R Takaya, Y Mori, K Takitani, Y Kono, K Okasora, et al, "Association of uric acid with obesity and endothelial dysfunction in children and early adolescents." *Annals of Nutrition & Metabolism*, 62: 169-176, 2013.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1159/000346227>
- [6] FJ Nieto, C Iribarren, MD Gross, GW Comstock, and RG Cetler, "Uric acid and serum antioxidant capacity: a reaction to atherosclerosis?", *Atherosclerosis*, 148: 131-139, 2000.
DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/S0021-9150\(99\)00214-2](http://dx.doi.org/10.1016/S0021-9150(99)00214-2)

- [7] CG Kim. "The Relation of BMI, Smoking and Drinking with Biomedical Parameters in 20s and 30s Men." *Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society*, 12: 4425-4433, 2011.
DOI: <http://dx.doi.org/10.5762/KAIS.2011.12.10.4425>
- [8] Yun JW, Kang JM, Lee WY, and Kim SW. "Plasma uric acid concentrations represent the degree of metabolic control and diabetic complications in type 2 diabetes." *Korean J Med*, 64: 78-84, 2003
- [9] HK Cheon, TK Lee, and IS Kwon. "The incidence of metabolic syndrome and its risk factor in who under went medical check-up in a health promotion center." *Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society*, 13: 1186-1193, 2012.
DOI: <http://dx.doi.org/10.5762/KAIS.2012.13.3.1186>
- [10] RH Eckel, "Obesity: Mechanisms and Clinical Management", Philadelphia Lippincott Williams & Wilkins, 2003.
- [11] WHO. "Obesity: Preventing and Managing the Global Epidemic Report of a WHO Consultation on obesity, Geneva; World Health Organization", 2000.
- [12] National Statistics Office. "Annual Report on the cause of Death Statistic. Republic of Korea", 2008.
- [13] KS Lee, YS Yoon, and H Yoon, "The association of abdominal obesity, obesity and parathyroid hormone in Korean adults (aged ≥ 50 years): The Korea National Health and Nutrition Survey, 2011", *Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society*, 16: 3882-3888, 2015.
DOI: <http://dx.doi.org/10.5762/KAIS.2015.16.6.3882>
- [14] EU Smith, C Diaz-Tome, F Perez-Ruiz, and LM March, "Epidemiology of gout: an update", *Best Pract Res Clin Rheumatol*, 24: 811-827, 2010.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.berh.2010.10.004>
- [15] KL Chien, MF Chen, HC Hsu, WT Chang, et al, "Plasma uric acid and the risk of type 2 diabetes in a Chinese community", *Clin Chem*, 54: 310-316, 2008.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1373/clinchem.2007.095190>
- [16] JG Oh, CG Lee, KS Kim, and SY Ryu, "Relationship of Serum Uric Acid to Cardiovascular Risk Factors in Korean Male Workers", *Korean journal of preventive medicine*, 35: 214-220, 2002.
- [17] MH Alderman, H Cohen, S Madhavan, and S Kinlighn, "Serum uric acid and cardiovascular events in successfully treated hypertensive patients", *Hypertension*, 34: 144-150, 1999.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1161/01.HYP.34.1.144>
- [18] JR Sowers and MA Lester, "Diabetes and cardiovascular disease", *Diabetes Care*, 22 (Suppl 3): C14-20, 1999.
- [19] SP Hong, YS Lee, KR Bae, JW Chung, SY Kim, et al, "Between Serum Uric Acid Level and Metabolic Syndrome According to Gender", *Korean journal of urology*, 48: 152-160, 2007.
- [20] MS Kim, YT Moon, and MS Kim, "The relationship between obesity and the risk factors of urolithiasis", *Korean journal of urology*, 48: 505-511, 2007
DOI: <http://dx.doi.org/10.4111/kju.2007.48.5.505>
- [21] SJ Hong, YS Kim, and HS Kim, "Prevalence and Clinical Features of Hyperuricemia in Gwangju and Jeonnam Territories", *Journal of Rheumatic Diseases*, 19: 138-146, 2012.
DOI: <http://dx.doi.org/10.4078/jrd.2012.19.3.138>
- [22] M Agilli, FN Aydin, T Cayci, and YG Kurt. "The Relationship between Homocysteine and Uric Acid Levels in Gouty Patients." *Journal of Korean medical science*, 29: 1328-1329, 2014.
DOI: <http://dx.doi.org/10.3346/jkms.2014.29.9.1328>
- [23] GM Reaven, "Role of insulin resistance in human disease", *Diabetes*, 37: 1598-1607, 1988.
DOI: <http://dx.doi.org/10.2337/diab.37.12.1595>
- [24] PB Mellen, AJ Bleyer, TP Erlinger, GW Evans, FJ Nieto, et al, "Serum uric acid predicts incident hypertension in a biethnic cohort: the atherosclerosis risk in communities study", *Hypertension*, 48: 1037-1042, 2006.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1161/01.HYP.0000249768.26560.66>
- [25] JP Forman, H Choi, and GC Curhan, "Plasma uric acid level and risk for incident hypertension among men", *J Am Soc Nephrol*, 18: 287-292, 2007.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1681/ASN.2006080865>
- [26] A Dehghan, M van Hoek, EJ Sijbrands, A Hofman, and JC Wittman, "High serum uric acid as a novel risk factor for type 2 diabetes", *Diabetes Care*, 31: 361-362, 2008.
DOI: <http://dx.doi.org/10.2337/dc07-1276>
- [27] AR Dyer, J Stamler, and RB Shekelle, "Relative weight and blood pressure in four Chicago epidemiologic studies", *J Chronic Dis*, 35: 897-908, 1982.
DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/0021-9681\(82\)90121-7](http://dx.doi.org/10.1016/0021-9681(82)90121-7)
- [28] S Deng, M Vatamamiuk X Huang, N Doliba, MM Lian, et al, "Structural and functional abnormalities in the islets isolated from type 2 diabetic subjects", *Diabetes*, 53: 624-632, 2004.
DOI: <http://dx.doi.org/10.2337/diabetes.53.3.624>
- [29] MC Carr. "The emergence of the metabolic syndrome with menopause", *J Clin Endocrinol Metab*, 88: 2404-2411, 2003.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1210/jc.2003-030242>
- [30] DJ Gordon, LG Ekelund, JM Karon, JL Probstfield, C Rubenstein, et al, "Predictive value of exercise test for mortality in North American men: the Lipid Research Clinics Mortality Follow-up study", *Journal of the American Heart Association*, 74: 252-261, 1986.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1161/01.cir.74.2.252>
- [31] AH Cohen, "Massive obesity and the kidney: a morphologic and statistical study", *Am J Pathol*, 81: 117-130, 1975.
- [32] K Iseki, S Oshiro, M Tozawa, C Iseki, Y Ikemiya, et al, "Significance of hyperuricemia on the early detection of renal failure in a cohort of screened subjects", *Hypertens Res*, 24: 691-697, 2001.

DOI: <http://dx.doi.org/10.1291/hyPRES.24.691>

- [33] CY Hsu, C Iribarre, CE McCulloch, J Darbinian, and AS Go. "Risk factors for end-stage renal disease: 25-year follow-up", Arch Intern Med, 169: 342-350, 2009.

DOI: <http://dx.doi.org/10.1001/archinternmed.2008.605>

박 선 영(Sun Young Park)

[정회원]



- 2010년 2월 : 조선대학교 경영대학원 경영학과(경영학석사)
- 2015년 2월 : 조선대학교 일반대학원 보건학과(보건학박사)
- 2013년 3월 ~ 현재 : 동강대학교 보건행정과 교수

<관심분야>

보건학, 보건행정, 의료

윤 현(Hyun Yoon)

[정회원]



- 2010년 8월 : 목포대학교 생물학과(이학석사)
- 2014년 2월 : 조선대학교 일반대학원 보건학과 (보건학박사)
- 2010년 9월 ~ 현재 : 한려대학교 임상병리학과 교수

<관심분야>

보건학, 미생물학, 임상병리학
