

혈청 요산 농도와 대사증후군과의 연관성에 대한 연구

Association Study between Serum Uric Acid Level and Metabolic Syndrome

박덕현*, 이은령**, 주정열***

차의과학대학 부속 구미차병원*, 경운대학교 임상병리학과**, 경운대학교 물리치료학과***

Duk-Hyun Park(princeppopo@naver.com)*, Eun-Ryeong Lee(2457eun@naver.com)**,
Joung-Youl Ju(pt-jjy@hanmail.net)***

요약

본 연구는 사회적으로 관심이 증가하고 있는 심혈관질환의 위험인자인 대사증후군과 혈청 요산 농도와의 연관성을 알아보기 위함이다. 연구 대상자는 건강검진센터에서 검진한 수진자 총 1,444명을 대상으로 시행하였으며, 남성은 977명, 여성은 467명을 대상으로 하였다. 대상자들은 신체계측과 혈액검사를 시행하여 혈청 요산과 대사증후군 위험인자들과의 상관성과 혈청 요산의 등급을 구분하여 발생하는 위험인자의 수를 비교하였다.

연구결과 평균연령은 남녀 각각 41.63±6.29세, 35.75±6.61세로 나타났다. 혈청 요산의 평균수치는 남성이 6.30±1.39 mg/dL, 여성은 4.43±0.89 mg/dL로 남성이 높게 나왔다. 혈청 요산 농도에 따른 상관관계는 남성에서는 나이, 허리둘레, 수축기 혈압, 중성지방, HDL-cholesterol, WBC count, ESR이 상관관계가 있었으며($p<0.05$), 여성의 경우는 허리둘레, 이완기 혈압, 중성지방, HDL-cholesterol, ESR이 상관관계가 있다고 나왔다($p<0.05$). 혈청 요산 농도의 등급에 따른 위험인자 수는 혈청 요산 농도가 증가할수록 증가하였다. 대사증후군의 전체적인 유병률은 남성이 17.4%로 여성의 10.2% 보다 높게 나왔다. 대사증후군과 혈청 요산 농도와의 통계적으로 유의한 관련성이 있다는 것을 알 수 있었고, 혈청 요산의 농도가 증가할수록 대사증후군의 위험인자 또한 관련성이 커진다는 것을 알 수 있었다. 혈청 요산 농도와 대사증후군과의 연관성 연구를 통해 대사증후군을 진단받지 않은 젊은 성인에서 대사증후군의 예방을 위한 대상자 선정에 혈청 요산 농도를 활용할 수 있다.

■ 중심어 : | 요산 | 대사증후군 | 심혈관질환 위험인자 |

Abstract

This research aimed to identify the correlation between the metabolic syndrome, which is one of the cardiovascular risk factors and emerging as an issue in the society, and the serum uric acid level. The research was conducted on a total of 1,444 patients who took a medical examination at a health examination center. The research subjects were composed of 977 men and 467 women. By conducting physical measurement and the blood test on the subjects, the research identified the correlation between the serum uric acid level and the metabolic syndrome and compared the number of the risk factors by dividing the class of the serum uric acid.

The average level of serum uric acid was identified higher in men at 6.30±1.39 mg/dL than 4.43±0.89 mg/dL in women. Men had a correlation between age, waist size, systolic blood pressure, neutral fat, HDL-cholesterol, WBC count and ESR and the serum uric acid level ($p<0.05$), while women had a correlation between waist size, diastolic blood pressure level, neutral fat, HDL-cholesterol and ESR and the serum uric acid level ($p<0.05$). The number of the risk factors depending on the serum uric acid level increased as the serum uric acid level rose. The overall prevalence rate of the metabolic syndrome was higher in men at 17.4% than 10.2% in women. This showed that there is a statistically relevant relevance between the metabolic syndrome and the serum uric acid level, and the number of the risk factors of the metabolic syndrome will go up with an increase in the serum uric acid level.

■ keyword : | Uric Acid | Metabolic Syndrome | Cardiovascular Risk Factors |

I. 서론

대사증후군은 Kylin이 1923년에 고혈압, 고혈당, 고요산혈증 등이 함께 일어나는 현상에 대해 설명함으로써 처음으로 언급된 이후, 1988년 Reaven에 의해 인슐린 저항성이 대사 장애를 이루는 질병을 X증후군 원인임을 밝히고[1], 복부비만, 고혈압, 고지혈증, 고혈당과 같은 인슐린저항성을 바탕으로 여러 가지 대사성질환과 뇌·심혈관 질환의 위험인자들의 집합체이며[2], 유전적 인자와 환경적 인자의 상호작용에 의해 발생하며 그 기전은 불명확하지만, 주된 요인이 생활습관으로 알려져 있으며, 생활 습관병으로 개선이 가능하다고 판단되기에 많은 연구가 이루어지고 있다[3][4]. 많은 연구에서 대사증후군이 혈청 요산의 증가와 관련이 있다고 보고하고 있으며[5][6], 대사증후군의 구성요소인 고인슐린혈증, 비만, 당뇨에 선행해서 고요산혈증이 발생하는 것으로 알려져 있다[7-9]. 특히, Alderman 등[10]은 고요산혈증을 보이는 환자에서 고혈압이 많다는 것을 알았으며, 고요산혈증이 수축기 혈압의 10 mmHg과 총콜레스테롤 20 mg/dL의 증가를 시키는 심혈관질환의 독립적인 위험인자로 보고하였다. 혈청 요산은 통풍(gout)을 발생시키는 것으로 알려진 퓨린의 최종 대사산물이다[11]. 요산은 간에서 생성되어 대부분 신장으로 배설되기 때문에, 혈청 요산의 농도는 간과 신장에서의 대사에 의해 결정된다. 혈청 요산과 대사증후군의 관련성은 인슐린 저항성의 영향으로 생각되고 있는데, 인슐린 저항성으로 소변이 산성화됨으로써 소변에서의 요산의 불용성이 증가되고 결국 요산의 배출이 감소되어 혈청 요산의 농도가 증가되는 것으로 알려져 있다 [12]. 최근 한 연구에서는 고요산혈증으로 인해 포도당 유도 인슐린분비가 차단되는 췌장베타세포의 기능의 변화 때문인 것으로 보고하였다[13].

여러 역학적 연구에서 고요산혈증이 고혈압, 심부전 등 심혈관질환과 밀접한 관련성이 있다고 보고 된 바 있으며[14-17], 최근 비만, 이상지질혈증, 당뇨병 등과의 상관관계가 보고되는 등[18-20] 인슐린 저항성 및 대사증후군과의 관련성에 대한 관심이 늘고 있다. 이에 성인 건강검진 수진자들을 대상으로 혈청 요산 증가에 따른 대사증후군 발생 위험 인자 등의 상호 연관성을

알아보고 혈청 요산의 측정으로 만성질환 발생을 선형 단계에서 감별하는 수단으로 어떠한 관계가 있는지를 연구하고자 한다.

II. 연구대상 및 방법

1. 연구대상

경북지역 건강검진센터에서 검진한 수진자 총 1,444명 대상으로 시행하였다. 남성 977명, 여성 467명을 대상으로 하였다. 본 연구는 경운대학교 생명윤리심의위원회(IRB)의 승인을 받았다(KWU-2016-02).

2. 연구방법

2.1 신체계측

혈압과 허리둘레를 측정하였으며, 혈압은 자동혈압 측정기 (OMRON, 오사카, HBP-9020)로 측정하였으며, 수축기 혈압이 130 mmHg이상으로 측정된 경우에는 5분간 휴식을 취한 후 무수는 혈압계(OMRON, 오사카, UM-101A)로 다시 측정하였다. 허리둘레는 검진용 가운을 착용한 상태에서 인바디 체지방 측정기(INBODY, 서울, INBODY-720)로 측정 후 1 cm를 빼고 측정하였다.

2.2 혈액학적 분석

8시간 공복 후 정맥혈을 채취하여 HITACHI 장비(Hitachi, Japan, 7600)로 요산(uric acid), 중성지방(triglyceride), 고밀도지질단백질(HDL-cholesterol), 구페이드(glucose), 총 콜레스테롤(total cholesterol), 저밀도지질단백질(LDL-cholesterol), 혈액요소질소(BUN), 크레아티닌(creatinine), C-반응성 단백(CRP), Aspartate aminotransferase (AST), Alanine aminotransferase(ALT), Gamma (γ)-glutamyl transferase(GGT) 검사를, ADVIA 2120i 로 WBC count를, TEST 1으로 적혈구 침강속도(ESR)을 측정하다.

2.3 대사증후군의 정의

대사증후군의 정의는 2001년 발표된 제3차 미국 국가

콜레스테롤 교육프로그램 (National Cholesterol Education Program NCEP, Adult Treatment Panel III)을 기준으로 하였다. 5가지 기준은 허리둘레, 혈압, 중성지방, HDL-cholesterol, 혈당 중에서 3가지 이상이 포함 되면 대사증후군으로 정의하였다.

2.4 통계학적 방법

혈청 요산 농도와 각각의 요소들의 연관성을 분석하기 위하여 Pearson 상관분석을 시행하였으며, 혈청 요산 농도에 따른 차이를 알아보기 위하여 각각 성별 내에서 혈청 요산 농도를 백분위에 의거하여 4개 집단으로 분류하고, 집단 간 차이를 비교하기 위하여 one-way analysis of variance (ANOVA)를 이용하였고, 다중비교로는 turkey HSD, Games-Howell 사후검증을 사용하였다 유의성의 판정은 p 값이 0.05 미만으로 하였으며, 모든 통계 처리는 SPSS version 17.0. (SPSS, Chicago, IL, USA)을 사용하였다.

III. 연구 결과

1. 연구대상자들의 일반적 특징

대상자는 건강검진 수진자 총 1,444명 중에서 남성 977명, 여성 467명 이었다. 평균연령은 남성은 41.63±6.29 세이고, 여성은 35.75±6.61세로 대부분의 대상자들이 젊은 나이였다. 혈청 요산은 남성은 6.30±1.39 mg/dL이고 여성은 4.43±0.89 mg/dL로 남성이 높게 나왔다. 또한 남성에서는 여성보다 허리둘레, 혈압, Triglyceride, Glucose, BUN, Creatinine, AST, ALT, GGT, Total Cholesterol, LDL-cholesterol, CRP, WBC count가 높게 나왔으며, 여성에서는 HDL-Cholesterol, ESR이 높게 나왔다. 특히 남성의 Triglyceride가 164.29±102.76 mg/dL로 여성의 93.43±50.23 mg/dL와 비교하였을 때 큰 차이를 보였다[표 1].

2. 혈청요산 농도와 대사증후군 위험인자들의 상관관계

남성에서 혈청 요산 농도와 상관관계는 나이, 허리둘레, 수축기 혈압, Triglyceride, HDL-cholesterol,

WBC count, ESR 등이 통계적으로 유의한 상관관계를 보였다($p<0.05$). 나머지 이완기 혈압, Glucose, CRP에서는 유의한 차이가 없는 것으로 나왔다.

여성에서는 허리둘레, 이완기 혈압, Triglyceride, HDL-cholesterol, ESR 등이 상관관계가 있는 것으로 나왔다 ($p<0.05$). 남녀모두 허리둘레, Triglyceride, HDL-cholesterol, ESR이 공통적으로 상관관계가 있었다[표 2].

표 1. Characteristics of the study population

Item	Male	Female	t-test	p-value
Total (n)	977	467		
Ages	41.63±6.29	35.75±6.61	16.343	<0.001
Uric acid (mg/dL)	6.30±1.39	4.43±0.89	30.913	<0.001
WC (cm)	82.91±10.18	80.11±9.23	5.046	<0.001
SBP (mmHg)	119.69±10.51	115.86±9.05	6.757	<0.001
DBP (mmHg)	75.63±7.21	71.77±7.02	9.595	<0.001
Triglyceride (mg/dL)	164.29±102.76	93.43±50.23	17.598	<0.001
HDL-cholesterol (mg/dL)	41.14±7.91	50.53±10.71	-16.876	<0.001
Glucose (mg/dL)	90.14±17.96	86.60±15.22	3.898	<0.001
BUN (mg/dL)	13.30±3.39	11.46±2.78	10.897	<0.001
Creatinine (mg/dL)	0.95±0.20	0.67±0.10	36.309	<0.001
AST (IU/L)	26.46±13.27	19.99±6.79	12.244	<0.001
ALT (IU/L)	31.14±27.82	15.72±10.19	15.315	<0.001
GGT (IU/L)	45.60±43.46	19.06±36.37	12.158	<0.001
Total Cholesterol (mg/dL)	199.99±35.11	187.58±31.15	6.794	<0.001
LDL-cholesterol (mg/dL)	131.87±32.02	110.49±27.95	12.958	<0.001
CRP (mg/dL)	0.16±0.40	0.11±0.29	2.042	0.042
WBC count (k/ μ l)	6.44±1.62	6.17±9.91	0.812	0.417
ESR (mm/hr)	5.89±4.95	9.29±6.76	-9.672	<0.001

WC : waist circumference, SBP : systolic blood ressure, DBP : diastolic blood pressure, AST : aspartate aminotransferase, ALT : alanine aminotransferase, GGT : gamma(γ)-glutamyl transferase, CRP : High-sensitivity C-reactive protein, ESR : erythrocyte sedimentation rate

3. 남·녀별 혈청 요산 등급별 상관관계

혈청 요산 농도를 남·녀 모두 4등급으로 분류하여 상관관계를 비교하니, 남성의 경우는 나이, 허리둘레, 수축기 혈압, Triglyceride, HDL-cholesterol, WBC count, ESR이 통계적으로 유의한 상관관계가 있었다($p<0.05$) [표 3]. 여성의 경우는 허리둘레, 이완기 혈압, Triglyceride, ESR이 상관관계가 있었다($p<0.05$)[표 4].

표 2. Correlation between serum uric acid and investigated variables

Item	Male		Female	
	Pearson 상관계수	p-value	Pearson 상관계수	p-value
Total (n)	977		467	
Uric acid (mg/dL)	1.000		1.000	
Ages	-0.110	0.001	-0.037	0.426
WC (cm)	0.255	<0.001	0.251	<0.001
SBP (mmHg)	0.105	0.001	0.088	0.057
DBP (mmHg)	0.061	0.059	0.122	0.009
Triglyceride (mg/dL)	0.200	<0.001	0.188	<0.001
HDL-cholesterol (mg/dL)	-0.067	0.037	-0.105	0.023
Glucose (mg/dL)	-0.015	0.649	-0.042	0.360
CRP (mg/dL)	0.056	0.084	0.069	0.135
WBC count (k/ μ l)	0.111	0.001	0.079	0.089
ESR (mm/hr)	0.109	0.001	0.107	0.021

WC : waist circumference, SBP : systolic blood pressure, DBP : diastolic blood pressure, CRP : High-sensitivity C-reactive protein, ESR : erythrocyte sedimentation rate.

표 3. Characteristics of the participants according to serum uric acid level in men

Item	Male				F	p-value
	A (<4.0)	B (4.0 ~<4.5)	C (4.5 ~<5.1)	D (\geq 5.1)		
Total (n)	239	248	224	260		
Ages	43.0 \pm 6.1	42.3 \pm 6.2	40.8 \pm 5.4	40.9 \pm 6.0	7.924	<0.001
WC (cm)	80.4 \pm 8.5	81.0 \pm 9.7	84.7 \pm 8.5	86.4 \pm 9.2	26.167	<0.001
SBP (mmHg)	119.3 \pm 8.4	119.0 \pm 8.7	120.5 \pm 8.8	121.4 \pm 8.1	4.219	0.006
DBP (mmHg)	75.7 \pm 6.1	75.1 \pm 6.2	76.6 \pm 6.1	76.1 \pm 5.9	2.540	0.055
Triglyceride (mg/dL)	144.6 \pm 79.3	147.2 \pm 88.7	172.1 \pm 116.6	192.9 \pm 115.0	12.761	<0.001
HDL-cholesterol (mg/dL)	41.6 \pm 7.4	42.5 \pm 8.0	40.5 \pm 7.5	40.4 \pm 7.8	4.075	0.007
Glucose (mg/dL)	91.9 \pm 21.6	88.3 \pm 14.7	90.1 \pm 13.1	91.1 \pm 19.0	1.904	0.127
CRP (mg/dL)	0.1 \pm 0.2	0.2 \pm 0.5	0.2 \pm 0.4	0.2 \pm 0.4	0.825	0.480
WBC count (k/ μ l)	6.25 \pm 1.54	6.37 \pm 1.63	6.57 \pm 1.66	6.62 \pm 1.58	2.816	0.038
ESR (mm/hr)	5.2 \pm 4.8	5.9 \pm 5.1	5.9 \pm 4.5	6.6 \pm 5.3	3.267	0.021

WC : waist circumference, SBP : systolic blood pressure, DBP : diastolic blood pressure, CRP : High-sensitivity C-reactive protein, ESR : erythrocyte sedimentation rate.

표 4. Characteristics of the participants according to serum uric acid level in women

Item	Female				F	p-value
	A (<4.0)	B (4.0~<4.5)	C (4.5~<5.1)	D (\geq 5.1)		
Total (n)	136	122	103	106		
Ages	35.9 \pm 6.2	36.5 \pm 7.1	34.9 \pm 6.0	35.5 \pm 7.1	1.034	0.377
WC (cm)	77.9 \pm 7.6	79.1 \pm 8.2	79.8 \pm 8.9	84.4 \pm 11.1	11.457	<0.001
SBP (mmHg)	114.7 \pm 9.0	116.1 \pm 9.2	115.5 \pm 9.1	117.4 \pm 8.8	1.949	0.121
DBP (mmHg)	70.6 \pm 7.2	72.1 \pm 7.0	71.1 \pm 6.6	73.5 \pm 6.9	4.080	0.007
Triglyceride (mg/dL)	85.3 \pm 42.7	90.5 \pm 50.2	91.4 \pm 43.0	102.2 \pm 61.6	5.007	0.002
HDL-cholesterol (mg/dL)	51.6 \pm 11.9	51.0 \pm 10.1	50.2 \pm 8.9	49.0 \pm 11.3	1.301	0.273
Glucose (mg/dL)	88.0 \pm 19.8	86.5 \pm 14.2	85.7 \pm 11.7	85.8 \pm 12.5	0.613	0.607
CRP (mg/dL)	0.1 \pm 0.3	0.1 \pm 0.1	0.1 \pm 0.5	0.1 \pm 0.2	1.154	0.327
WBC count (k/ μ l)	5.53 \pm 1.59	5.52 \pm 1.25	5.68 \pm 1.40	8.23 \pm 20.59	1.984	0.116
ESR (mm/hr)	8.9 \pm 7.5	8.4 \pm 5.8	8.8 \pm 6.3	11.4 \pm 7.0	4.593	0.004

SUA : Serum Uric acid, WC : waist circumference, SBP : systolic blood pressure, DBP : diastolic blood pressure, CRP : High-sensitivity C-reactive protein, ESR : erythrocyte sedimentation rate.

4. 혈청 요산 등급별 대사증후군 위험인자별 유병률

남성에게는 허리둘레가 A등급에서는 31명이었지만, D등급에서는 82명으로 혈청 요산 등급에 따라 점점 증가하였으며, 혈압 또한 A등급에서는 49명이었지만, D등급에서는 77명으로 증가하였다. Triglyceride와 HDL-cholesterol은 혈청 요산 농도가 낮은 등급에서도 높은 유병률을 보였다[표 5].

표 5. Prevalence of patients according to the increasing number of metabolic risk factors in men

SUA range (mg/dL)	WC (cm)	BP (mmHg)	Triglyceride	HDL-Chol	Glucose
A	31	49	98	95	18
B	37	48	91	99	12
C	62	59	108	102	12
D	82	77	149	122	17

A Grade : <4.8 mg/dL, B Grade : 4.8~<5.6 mg/dL, C Grade : 5.6~<6.5 mg/dL, D Grade : \geq 6.5 mg/dL

SUA : Serum Uric acid, WC : waist circumference, BP : blood pressure.

여성에서는 허리둘레가 혈청 요산등급이 A등급에서는 46명에서 등급이 증가할수록 D등급에서는 63명으로 증가하였다. 여성에서 HDL-cholesterol은 혈청 요산 농도가 낮은 등급에서도 높은 유병률을 보였다[표 6].

표 6. Prevalence of patients according to the increasing number of metabolic risk factors in women

SUA range (mg/dL)	WC (cm)	BP (mmHg)	Triglyceride	HDL-Chol	Glucose
A	46	12	12	68	3
B	47	17	15	61	1
C	45	7	11	47	2
D	63	15	19	61	3

A Grade : <4.0 mg/dL, B Grade : 4.0~<4.5 mg/dL, C Grade : 4.5~<5.1 mg/dL, D Grade : ≥5.1 mg/dL
SUA : Serum Uric acid, WC : waist circumference, BP : blood pressure.

5. 혈청 요산 등급별 대사증후군 위험요소의 수

대사증후군의 유병률은 전체적으로 남성의 경우는 17.4%이고, 여성의 경우는 10.2%이다. 남성의 경우는 혈청 요산의 등급이 오를수록 대사증후군 위험요소가 3가지 이상 속하는 경우가 A등급 34명에서 D등급 67명으로 증가하였다[Fig. 1]. 여성의 경우는 등급이 오를수록 대사증후군 위험요소가 3가지 이상 속하는 경우가 A등급 13명에서 D등급 17명으로 크게 차이가 나지 않았다[Fig. 2].

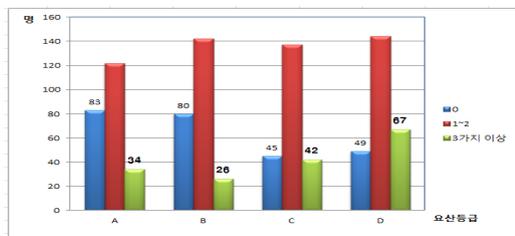


Fig. 1. Relationship between Serum uric acid grade and metabolic syndrome risk factors in men.

A Grade : <4.8 mg/dL, B Grade : 4.8~<5.6 mg/dL, C Grade : 5.6~<6.5 mg/dL, D Grade : ≥6.5 mg/dL

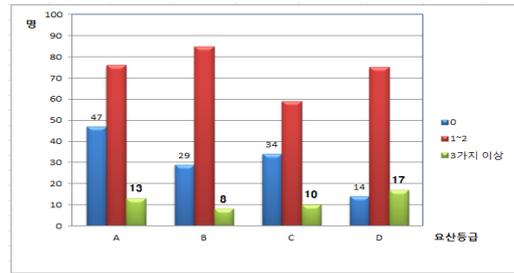


Fig. 2. Relationship between Serum uric acid grade and metabolic syndrome risk factors in women.

A Grade : <4.0 mg/dL, B Grade : 4.0~<4.5 mg/dL, C Grade : 4.5~<5.1 mg/dL, D Grade : ≥5.1 mg/dL.

IV. 고찰 및 결론

일반적 대사증후군은 심혈관 질환의 위험요소를 지니고 있어 관상동맥질환의 유병률 증가와 상관관계가 있으며, 또한 제2형 당뇨병보다 관상동맥질환의 예측인자로 더욱 더 중요시 되고 있으며[21], 최근에는 대사증후군의 여러 인자에 대한 연구가 진행되고 있는데, 혈청 요산과 대사증후군과의 상관관계가 있으며, 한국인에서도 혈청 요산 농도가 대사증후군의 인자들과 독립적인 상관관계가 있다고 보고되고 있다[22]. 혈청 요산과 심혈관질환의 기전으로는 혈소판 응집능, 이상지혈증, 높은 혈압을 동반하는 경우가 많고, 응고 성향이 높아지는 것 등이다[23]. 혈청 요산의 증가에 따라 혈관평활근세포가 증식하고, 그에 따라 혈관내경이 감소되며 혈관 내 염증반응이 증가하는 등 동맥경화증에 해당하는 혈관의 상태로 변한다[24]. 또한 LDL-cholesterol을 산화시키며 심장 혈관의 병변 및 섬유화를 일으켜 심혈관질환을 일으킨다고 보고되고 있다[25][26]. Wheeler 등[27]도 혈청 요산 농도가 높은 군의 환자가 낮은 군의 환자에 비해 심혈관 질환 발생의 위험도가 10%이상 증가한다고 했으며, Solymoss 등[28]은 최근 대사증후군의 구성요소가 많을수록 혈관 조영술상 관상동맥질환의 진행도와 심근경색 등의 질환이 증가함을 밝혔다. 따라서, 혈청 요산 농도의 증가가 심혈관질환의 심각도를 반영할 수 있다고 생각할 수 있다. 본 연구에서도 혈

청 요산이 증가함으로써 대사증후군의 구성요소가 증가함을 알 수 있었으며, 혈청 요산 농도와 대사증후군의 구성요소가 남녀 모두 통계적으로 유의한 상관관계가 있다는 것을 알 수 있었다. Regitz-Zagrosek 등[29]은 여성에서 대사증후군의 유병률이 높다고 보고하였으며, 이러한 차이는 여성의 연령의 따른 대사증후군의 유병률의 차이로, 남성은 40~50대에 가장 높게 나오다가 나이가 들수록 줄어드나, 여성의 경우는 40대에서 50대로 연령이 증가할수록, 특히 폐경기이후 급증하는 양상을 보이고 있다[30]. 본 연구의 남성의 평균연령이 41.39세, 여성의 평균연령은 35.75세이므로 연령별로 대사증후군의 유병률을 봤을 때 남성에게서 높게 나오는 연령이었다. 성별에 따른 혈청 요산과 대사증후군의 유병률이 연령에 따른 차이는 혈청 요산 농도의 차이를 들 수 있다. 혈청 요산 농도는 남녀의 차이가 있는데 남성은 7.0 mg/dL, 여성은 6.0 mg/dL이었고, 여성이 폐경기가 되면 혈청 요산의 수치가 남성과 비슷해지며, 여성의 낮은 혈청 요산 농도는 여성호르몬이 신장의 세관에서 요산의 분비 후 재흡수를 저하시키기 때문으로 알려져 있다[31]. 폐경 후 여성호르몬의 감소로 인해 혈청 요산의 농도가 증가하고, 인슐린 저항성, 복부비만, 고지혈증, 고혈압의 유병률이 증가하며[29], 비만, 복부비만에 따라 요산수치의 증가[32]한다. 본 연구에서는 여성보다 남성이 대사증후군 위험요소와 상관성이 더 높았다.

대사증후군의 위험인자에서 Grundy는 기존의 진단 기준에 덧붙여 proinflammatory state로는 highsensitive C-reactive protein(hs-CRP; >3.0 mg/dL) 증가, homocysteine ($\geq 15 \mu\text{mol/L}$) 상승이나 lipoprotein(a)(Lp(a)); $\geq 30 \text{ mg/dL}$) fibrinogen 등의 증가 중 하나 이상을 만족하는 경우를 추가하였다[33]. 본 연구에서는 대사증후군과 혈청 요산 농도와의 통계적으로 유의한 관련성이 있다는 것을 알 수 있었고, 혈청 요산의 농도가 증가할수록 대사증후군의 위험인자 또한 관련성이 커진다는 것을 알 수 있었다.

결론적으로 혈청 요산 농도를 4등급으로 나누어 비교하였을 때 요산 등급이 올라갈수록, 또한 정상범위 안에서도 혈청 요산의 증가가 대사증후군의 위험인자와

상관관계가 있음을 알 수 있었다. 다만 이번 연구의 제한점으로는 첫째, 단면적 연구이기 때문에 혈청 요산과 대사증후군의 위험인자와의 인과 관계를 알 수 없었다는 점, 둘째 임의로 선택한 것이 아닌 건강검진 수진자를 대상으로 한 선택적인 편견이 있을 수 있다는 점, 셋째 대상자들의 사전에 이뇨제의 사용, 음주, 흡연, 질병, 식생활 습관 등의 혈청 요산의 농도에 영향을 미치는 요소들을 연구에서 배제하지 못한 점, 넷째 대상자의 평균 연령이 40대로 비교적 젊다는 점이다. 따라서, 대사증후군과 혈청 요산 농도와의 유의한 관련성이 있으며, 특히 대사증후군을 진단받지 않은 젊은 성인 인구에서 대사증후군의 예방을 위한 대상자 선정에 혈청 요산의 농도가 활용될 수 있다고 생각된다.

참 고 문 헌

- [1] G. M. Reaven, "Role insulin resistance in human disease," *Diabetes*, Vol.37, pp.1595-1607, 1988.
- [2] R. A. DeFonzo and E. Ferrannini, "Insulin resistance: a multifaceted syndrome responsible for NIDDM, obesity, hypertension, dyslipidemia, and atherosclerotic cardiovascular disease," *Diabetes Care*, Vol.14, pp.173-194, 1991.
- [3] A. D. Liese, E. J. Mayer-Davis, H. A. Tyroler, C. E. Davis, U. Keil, and M. I. Schmidt, "Familial components of the multiple metabolic syndrome: the ARIC study," *Diabetologia*, Vol.40, pp.963-970, 1997.
- [4] Y. Hong, N. L. Pedersen, K. Brismar, and Y. de Faire, "Genetic and environmental architecture of the features of the insulin-resistance syndrome," *Am J Genet*, Vol.40, pp.963-970, 1997.
- [5] X. Sui, T. S. Church, R. A. Meriwether, F. Lobelo, and S. N. Blair, "Uric acid and the development of metabolic syndrome in women and men," *Metabolism*, Vol.57, No.6, pp.845-852, 2008.
- [6] H. K. Choi and E. S. Ford, "Prevalence of the

- metabolic syndrome in individuals with hyperuricemia," *Am J Med*, Vol.120, No.5, pp.442-447, 2007.
- [7] T. Nakagawa, K. R. Tuttle, R. A. Short, and R. J. Johnson, "Hypothesis: fructose-induced hyperuricemia as a causal mechanism for the epidemic of the metabolic syndrome," *Nat Clin Pract Nephrol*, Vol.1, No.2, pp.80-86, 2005.
- [8] K. Masuo, H. Kawaguchi, H. Mikami, T. Ogihara, and M. L. Tuck, "Serum uric acid and plasma norepinephrine concentrations predict subsequent weight gain and blood pressure elevation," *Hypertension*, Vol.42, No.4, pp.474-480, 2003.
- [9] A. Dehghan, M. van Hoek, E. J. Sijbrands, A. Hofman, and J. C. Witteman, "High serum uric acid as a novel risk factor for type 2 diabetes," *Diabetes Care*, Vol.31, No.2, pp.361-362, 2008.
- [10] M. H. Alderman, H. Cohen, S. Madhavan, and K. Salah, "Serum uric acid and cardiovascular events in successfully treated hypertensive patients," *Hypertension*, Vol.34, No.1, pp.144-150, 1999.
- [11] B. Alvarez-Lario and J. Macarron-Vicente, "Uric acid and evolution," *Rheumatology*, Vol.49, pp.2010-2015, 2010.
- [12] E. P. De Oliveira and R. C. Burini, "High plasma uric acid concentration: causes and consequences," *Diabetology & Metabolic syndrome*, Vol.4, pp.4-12, 2012.
- [13] B. Rocic, M. Vucic-Lovrencic, N. Poje, M. Poje, and F. Bertuzzi, "Uric acid may inhibit glucose-induced insulin secretion via binding to an essential arginine residue in rat pancreatic beta-cells," *Bioorg Med Chem Lett*, Vol.15, No.4, pp.1181-1184, 2005.
- [14] R. Klein, B. E. Klein, J. C. Cornoni, J. Maready, J. C. Cassel, and H. A. Tyroler, "Serum uric acid: its relationship to coronary heart disease risk factors and cardiovascular disease in Evans County, Georgia," *Ann Intern Med*, Vol.132, pp.401-410, 1973.
- [15] H. A. Kahn, J. H. Medalie, H. N. Neufeld, E. Riss, and U. Goldbourt, "The incidence of hypertension and associated factors: the Israel ischemic heart disease study," *Am Heart J*, Vol.84, pp.171-182, 1972.
- [16] J. V. Selby, G. D. Friedman, and C. P. Quesenberry Jr, "Precursors of essential hypertension: pulmonary function, heart rate, uric acid, serum cholesterol, and other serum chemistries," *Am J Epidemiol*, Vol.131, pp.1017-1027, 1990.
- [17] F. Jossa, E. Farinero, S. Panico, V. Krogh, E. Celentano, and R. Galasso, "Serum uric acid and hypertension: the Olivetti heart study," *J Hum Hypertens*, Vol.8, pp.677-681, 1994.
- [18] I. Zavaroni, S. Mazza, M. Fantuzzi, E. Dall'Aglio, E. Bonora, and R. Delsignore, "Changes in insulin and lipid metabolism in males with asymptomatic hyperuricaemia," *J Intern Med*, Vol.234, pp.25-30, 1993.
- [19] H. Vuorinen-Markkola and H. Yki-Jarvinen, "Hyperuricemia and insulin resistance," *J Clin Endocrinol Metab*, Vol.78, pp.25-29, 1994.
- [20] M. Cigolini, G. Targher, M. Tonoli, F. Manara, M. Muggeo, and G. De Sandre, "Hyperuricaemia: relationship to body fat distribution and other components of the insulin resistance syndrome in 38-year-old healthy men and women," *Int J Obes Relat Metab Disord*, Vol.19, pp.92-96, 1995.
- [21] C. M. Alexander, P. B. Landsman, S. M. Teutsch, and S. M. Haffner, "NCEP defined metabolic syndrome, diabetes, and prevalence of coronary heart disease among NHANES III participants age 50 years and older," *Diabetes*, Vol.52, pp.1210-1204, 2003.
- [22] B. S. Cha and H. J. Kim, "Metabolic syndrome and cardiovascular disease," *Korean Circ J*,

- Vol.33, pp.645-652, 2003.
- [23] J. R. Sowers and M. Lester, "Diabetes and cardiovascular disease," *Diabetes Care*, Vol.22, Suppl.3, pp.C14-20, 1999.
- [24] M. Mazzali, J. Kanellis, L. Han, L. Feng, Y. Y. Xia, and Q. Chen, "Hyperuricemia induces a primary arteriopathy in rats by a blood pressure-independent mechanism," *Am J Physiol Renal Physiol*, Vol.282, pp.F991-997, 2002.
- [25] H. J. Ward, "Uric acid as an independent risk factor in the treatment of hypertension," *Lancet*, Vol.352, pp.670-671, 1998.
- [26] M. H. Ginsberg, F. Kozin, M. O'Malley, and D. J. McCarty, "Release of platelet constituents by monosodium urate crystals," *J Clin Invest*, Vol.60, pp.999-1007, 1997.
- [27] J. G. Wheeler, K. D. M. Juzwishin, G. Eiriksdottir, V. Gudnason, and J. Danesh, "Serum uric acid and coronary heart disease in 9,458 incident cases and 155,084 controls: prospective study and meta-analysis," *PloS Med*, Vol.2, No.3, pp.236-234, 2005.
- [28] B. H. Solymoss, M. G. Bourassa, L. Campeau, A. Sniderman, M. Marcil, and J. Lesperance, "Effect of Increasing Metabolic syndrome score on atherosclerotic risk profile and coronary artery disease angiographic severity," *Am J Cardiol*, Vol.93, pp.159-164, 2004.
- [29] V. Regitz-Zagrosek, E. Lehmkuhl, and M. O. Weickert, "Gender differences in the metabolic syndrome and their role for cardiovascular disease," *Clin Res Cardiol*, Vol.95, pp.136-147, 2006.
- [30] H. S. Park, S. W. Oh, J. H. Kang, Y. W. Park, and J. M. Choi, "Prevalence and associated factors with metabolic syndrome in South Korea: from the Korean National Health and Nutrition Examination Survey, 1998," *J Korean Soc Study Obes*, Vol.12, pp.1-14, 2003.
- [31] H. Sumino, S. Ichikawa, T. Kanda, T. Nakamura, and T. Sakamaki, "Reduction of serum uric acid by hormone replacement therapy in postmenopausal women with hyperuricaemia," *Lancet*, Vol.354, p.650, 1999.
- [32] Kap-Tae Park, In-Sik Kim, Se-Cheol Yoo, Jin-Seok Yoon, Tae-Ho Ahn, and Jung-Hwa Lee, "Relationship between Serum Uric Acid, Abdominal Obesity, and Waist Circumference in Korean," *Korean J Clin Lab Sci.*, Vol.44, No.2, pp.39-45, 2012.
- [33] S. M. Grundy, "Approach to lipoprotein management in 2001 National Cholesterol Guidelines," *Am J Cardiol*, Vol.90, pp.11-21, 2002.

저 자 소 개

박 덕 현(Duk-Hyun Park)

정회원



- 2016년 2월 : 경운대학교 임상병리학과(이학석사)
- 1997년 8월 ~ 현재 : 차의과학대학 부속 구미차병원(진단검사 의학과)

<관심분야> : 임상화학, 생화학

이 은 령(Eun-Ryeong Lee)

정회원



- 2012년 2월 : 대구한의대학 노인 의료복지학과(사회복지학박사)
- 2015년 8월 : 경북대학교 수사과학대학원 법정의학과
- 1995년 4월 ~ 2012년 8월 : 차의과학대학 부속 구미차병원(병리과)

• 2012년 9월 ~ 현재 : 경운대학교 임상병리학과 교수
<관심분야> : 노인복지, 법의학, 조직 • 세포

주 정 열(Joung-Youl Ju)

정회원



- 2009년 8월 : 대구대학교 재활과 학과(이학박사)
- 2010년 3월 ~ 현재 : 경운대학교 물리치료학과 교수

<관심분야> : 운동치료학, 소아물리치료