

원저

성남지역 대학생 건강검진에서 대사증후군의 유병율 및 영양상태의 관련성 연구

임제연 · 송윤경 · 임형호

경원대학교 한의과대학 한방재활의학과교실

The Association between Prevalence of Metabolic Syndrome and Nutritional Status on university student medical examination in Sungnam Metropolitan City

Je-Yeon Lim, O.M.D., Yun-Kyung Song, O.M.D., Hyung-Ho Lim, O.M.D.

Dept. of Oriental Rehabilitation Medicine, College of Oriental Medicine, Kyungwon University

Objectives

Some papers have raised a lot of concerns about relation among the prevalence of metabolic syndrome, serum ferritin and metabolic syndrome.

Accordingly, we researched relation between the prevalence of metabolic syndrome and iron state.

Methods

A group of 1304 test subjects were gathered in university student medical examination in Sungnam metropolitan city. BIA for body position, body size and blood test were estimated.

Results & conclusions

The study represents an adult population of young people in their twenties. Therefore there is so little level for prevalence of metabolic syndrome than have ever known things. And actually, metabolic syndrome was closely connected with so high iron state.

Key Words : metabolic syndrome, prevalence, iron state

- 교신저자 : 송윤경, 인천광역시 남동구 구월동 1200-1 경원대학교 부속 길한방병원 한방재활의학과
Tel : 070-7120-5013, Fax : 032-468-4033, E-mail : oxyzen@korea.com
- 접수: 2011년 12월 03일 수정: 2011년 12월 16일 채택: 2011년 12월 17일

I. 서론

대사증후군이란 고혈압, 당뇨병, 이상 지질혈증, 비만, 고인슐린혈증 등 여러 가지 심혈관계 위험인자가 군집해서 나타나는 경우로 미국의 경우 전체 인구의 약 25%가 대사증후군 환자이며, 특히 50세 이상의 경우는 45% 정도가 대사증후군으로 보고되고 있다^{1,2)}. 우리나라의 경우도 2005년 국민건강영양조사 결과 대사증후군의 유병률이 남자 32.9%, 여자 31.8%로 높게 나타나 이에 대한 예방과 치료를 위한 시급한 대책이 필요한 시점이다³⁾. 대사증후군은 전형적인 심혈관 질환의 위험인자인 당뇨병과 고혈압의 발생을 증가시키고 결과적으로 심혈관 질환발생의 위험을 높이고 당뇨병환자에서도 대사증후군이 있는 군이 없는 군보다 심혈관질환의 발생이 높은 것으로 보고되고 있어⁴⁾, 미국 국립콜레스테롤 교육프로그램의 대사증후군 기준 (National Cholesterol Education Program Adult Treatment Panel III; NECP-ATP III) 지침에서는 심혈관질환의 예방 및 지연을 위해 대사증후군 환자의 적극적인 치료를 중요시하고 있다⁵⁾. 대사증후군의 발병은 유전적 요인과 체구성, 식사요인 및 운동 정도 등과 같은 환경적인 인자들에 의해 영향을 받으며, 내장지방 축적에 따른 인슐린 저항성이 질환의 대표적인기전으로 알려져 있다⁶⁾.

최근에는 체내 저장 철의 양적상태를 예민하게 반영하여 체내 저장철을 알 수 있는 수치인 혈청 ferritin⁷⁾의 농도가 증가할 경우 대사증후군 또는 그 구성요소들을 유발할 가능성이 있다는 결과들이 보고되고 있다. 혈청 철의 증가가 당뇨병 발생 위험도를 증가시킨다는 철 과부하 가설^{8,9)}이 제기되고 있고, 그 외에도 증가된 혈청 페리틴과 다른 대사증후군 진단 기준들인 복부비만¹⁰⁾, 고혈압¹¹⁾, 고지혈증¹²⁾, 혈당¹³⁾과의 연관성을 밝히려는 노력들

이 꾸준히 계속되고 있다. 최근 미국성인을 대상으로 한 Megan 등¹⁴⁾의 연구와 중국 성인을 대상으로 한 Liang 등¹⁵⁾의 연구에서 저장 철 농도와 대사증후군과의 밀접한 관련성이 제시되고 있다.

이에 본 연구에서는 건강검진을 실시한 20대 초반의 성인을 대상으로 대사증후군 유병율을 알아보고, 철영양상태와 대사증후군의 연관성에 대하여 분석해보고자 하였다.

II. 연구방법

1. 연구대상

2010년 2월부터 5월까지 성남 시내 경원대학교에서 교내광고를 통해 건강검진을 실시하였다. 그중 남자 신입생 687명, 여자 신입생 617명으로 총 1,304명을 대상으로 다음 각 항목에 대해 분석하였다.

2. 측정항목 및 방법

1) 활력징후 검사

수축기 혈압과 이완기 혈압, 맥박수는 수은 혈압계를 이용하여 5분간 앉은 자세로 안정을 취한 후 측정했으며 2분 간격으로 2회 측정하여 평균값을 기재하였다.

2) 신체 계측

신장은 직립자세로 신발을 벗은 상태에서 신장계측계(네오지엠텍, 한국)로 0.1cm 단위까지 측정하였다. 체중은 생체 임피던스를 이용한 체성분분석기(InBody 520, 바이오스페이스, 한국)를 이용하여 대상자마다 일정한 시간에 방문하도록 하여

안경, 목걸이, 시계 등의 금속 부착물을 제거하도록 한 뒤 양말을 벗고 가벼운 옷차림으로 0.1kg 단위까지 측정하였다.

3) 체성분 검사

대상자로 하여금 안경, 목걸이, 시계 등의 금속 부착물을 제거한 뒤 양말을 벗고 가벼운 옷차림을 한 상태에서 생체 전기저항 분석법(bioelectrical impedance analysis, BIA)을 이용한 체성분 분석기(InBody 520, 바이오스페이스, 한국)로 체지방량, 체지방률, 체지방면적, 근육량, 근육량 발달정도, 기초대사량, 허리둘레 등을 측정하였다.

4) 혈액검사

12시간 금식한 공복상태에서 채혈한 정맥혈청으로 T.G, HDL-Chol, 혈색소, 혈구용적치, 적혈구수,

혈당을 측정하였다.

5) 통계 분석

자료는 전체 학생에서 대사증후군에 해당하는 학생들의 비율이 작아, 분포가 정규성을 만족한다고 보기 힘들다고 보고 비모수적인 Mann-Whitney test를 사용하였으며, 데이터가 정규성을 가진다고 가정하고 T-test도 시행하였다. p-value 0.05이하를 유의성이 있는 것으로 인정하였다.

III. 연구결과

1. 연구대상의 일반적 특성

각 변수는 평균±표준편차(mean±standard deviation)로 표기하였으며, 대상자 1,304명의 일반적

Table 1. Characteristics of the Subjects

variable	Mean±SD	Range(min~max)
Age	20.30±1.39	18.00~38.00
Weight	62.82±12.69	38.40~130.50
Height	170.11±41.52	144.70~1634.00
BMI	21.91±3.29	15.60~40.70
PBF	24.42±8.31	3.20~50.00
SLM	44.63±9.57	26.50~77.00
SLM development level	71.20±7.96	47.07~92.44
BMR	1393.88±218.31	978.00~2141.00
WC	77.69±9.16	60.84~127.62
WHR	0.82±0.05	0.72~0.99
Total cholesterol	170.59±27.80	100.00~359.00
Triglyceride	74.78±38.86	19.00~327.00
LDL-cholesterol	93.38±23.49	4.40~274.00
HDL-cholesterol	62.27±12.73	33.00~107.00
Glucose	89.98±6.84	64.00~135.00
Systolic pressure	122.25±12.36	88.00~167.00
Diastolic pressure	72.01±9.17	31.00~100.00
Hemoglobin	14.46±1.54	7.40~18.10
MCV	43.85±3.94	28.20~53.70
RBCC	4.97±0.45	3.72~6.18

BMI: body mass index, PBF: percent body fat, SLM: soft lean mass, BMR: basal metabolic rate, WC: waist circumference, WHR: Waist-hip ratio, MCV: mean corpuscular volume, RBCC: red blood cell count

특성은 다음과 같다(Table 1).

연령은 20.30±1.39세, 신장은 170.11±41.52 cm, 체중은 62.82±12.69 kg이었고, BMI는 21.91±3.291 이었다.

생체 전기저항 분석법을 이용해 측정한 체지방률은 24.42±8.31% 이고, 근육량은 44.63±9.57 kg, 연부조직량/체중*100으로 계산한 근육량 발달 정도는 71.20±7.96이며, 기초대사량은 1393.88±218.31 kcal로 나타났다. 또한 생체 전기저항 분석법을 이용해 계산한 허리둘레는 77.69±9.16 cm 이었으며 허리-엉덩이 둘레비는 0.82±0.05이었다.

총 콜레스테롤은 170.59±27.80mg/dL, 중성지방은 74.78±38.86 mg/dL, 저밀도 콜레스테롤은 93.38±23.49 mg/dL, 고밀도 콜레스테롤은 62.27±12.73 mg/dL이었으며, 혈당은 89.98±6.84 mg/dL이었다. 혈색소는 14.46±1.54 g/dL 이었고, 혈구용적치는 43.85±3.94 fL, 적혈구수는 4.97±0.45*10⁶ 개/mm³이었다.

2. 대사증후군으로 분류되는 검진자들의 특성

1) 전체 검진자 중 대사증후군에 해당하는 학생의 비율

IDF 기준으로 허리둘레가 남자 90cm이상, 여자

85cm이상, 중성지방 수치가 150 mg/dl 이상, HDL-콜레스테롤 수치가 남자 40 mg/dl이하, 여자 50 mg/dl이하, 혈압이 130/85 mmHg이상, 혈당 100 mg/dl 이상의 5가지 항목중 허리둘레를 만족하는 상태에서 그 외에 2가지 조건이 충족할 때이거나, AHA/NHLBI 기준으로 위와 동일한 5 가지 항목 중 3가지 이상을 만족하는 경우를 대사증후군으로 분류하였다.

분류 결과 대사증후군에 해당하는 학생은 21명으로 전체 학생 중 1.60%이고, 남학생 중 대사증후군에 해당하는 학생은 14명으로 2.03%, 여학생 중 대사증후군에 해당하는 학생은 1.13%이다.

2) 대사증후군에 해당하는 학생들의 특성과 해당하지 않는 학생들의 특성 비교

대사증후군에 해당하는 학생들의 기초대사량, 근육량 발달정도, 철영양상태 및 혈당을 알아본 결과 기초대사량, 혈색소, 혈구용적치, 적혈구수, 혈당은 대사증후군 학생군에서 높았으며 근육량 발달정도는 정상 학생군에서 높게 나타났다(Table 2, Fig. 1).

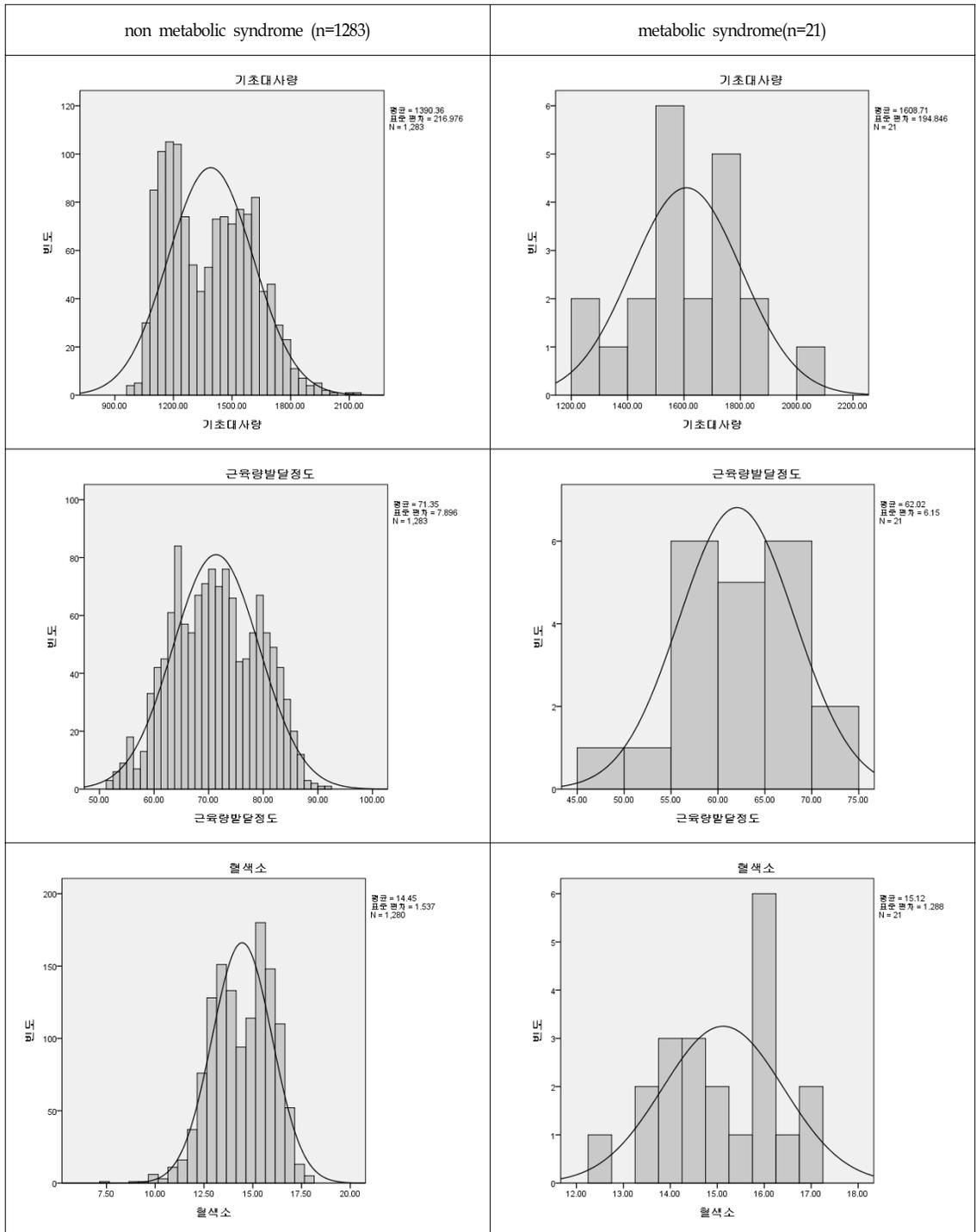
우선, 대사증후군에 해당하는 학생의 수가 적어 이들의 분포가 정규성을 만족한다고 보기 힘들다는 가정하에 비모수적 방법인 Mann-Whitney test

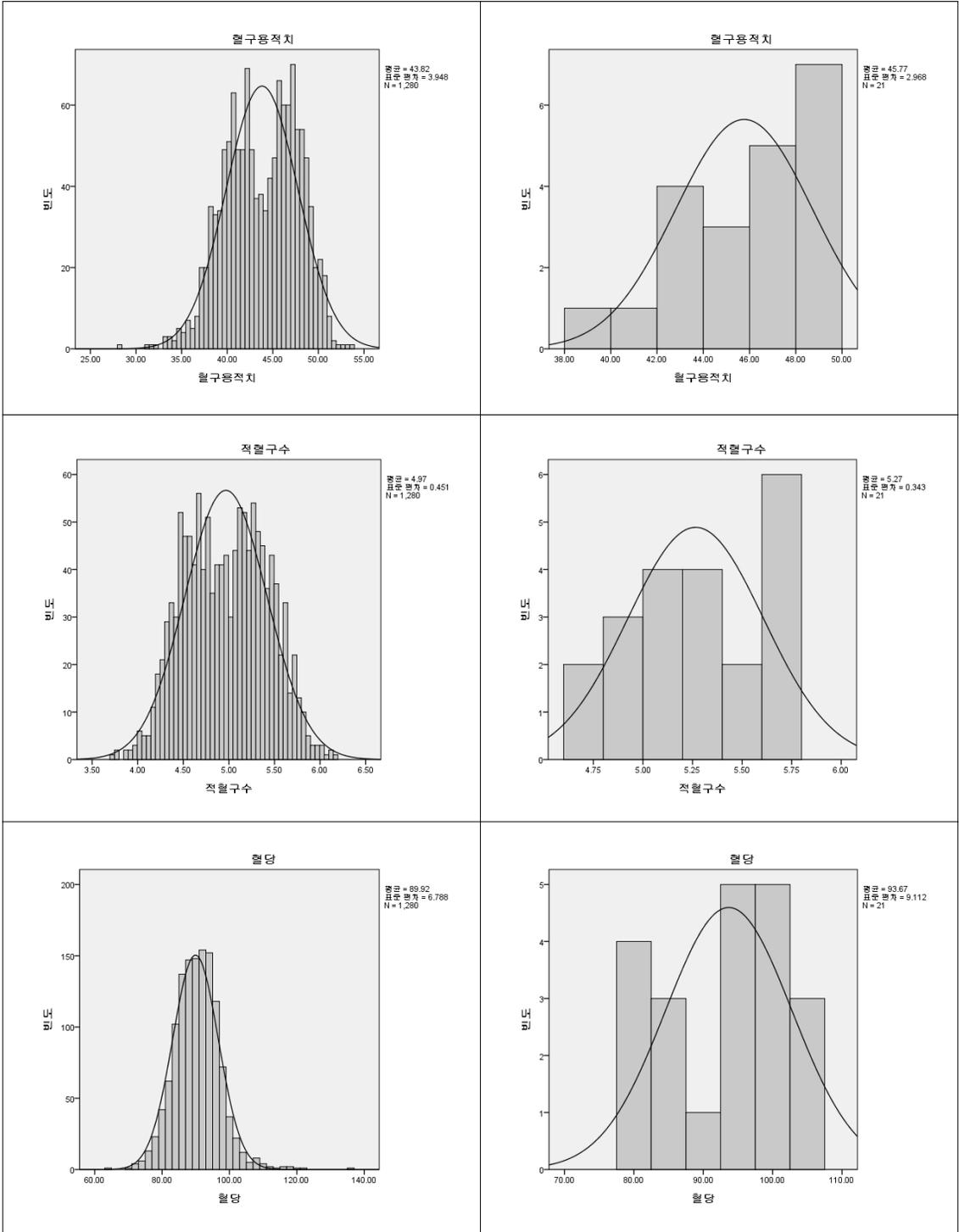
Table 2. Comparison of Anthropometric Measurements and Biochemical Indices in Non Metabolic Syndrome and Metabolic Syndrome Groups

variable	non metabolic syndrome(n=1283)		metabolic syndrome(n=21)	
	Mean±SD	Range(min~max)	Mean±SD	Range(min~max)
BMR	1390.36±216.98	978.00~2141.00	1608.71±194.85	1291.00~2025.00
SLM development level	71.35±7.90	52.29~92.44	62.02±6.15	47.07~71.51
Hemoglobin	14.45±1.54	7.40~18.10	15.12±1.29	12.50~17.20
MCV	43.82±3.95	28.20~53.70	45.77±2.97	39.70~49.80
RBCC	4.97±0.45	3.72~6.18	5.27±.343	4.65~5.79
Glucose	89.91±6.79	64.00~135.00	93.67±9.11	80.00~106.00

BMR: basal metabolic rate, SLM: soft lean mass, MCV: mean corpuscular volume, RBCC: red blood cell count.

Fig 1. Distribution comparing chart between metabolic syndrome and normal.





를 이용하여 대사증후군 학생과 정상학생간의 비교를 실시한 결과 모든 항목에서 p-value 0.05 이하의 유의한 차이가 있었다(Table 3). 대사증후군에 해당하는 학생들의 분포가 정규성을 만족한다

Table 3. Mann-Whitney Test for Anthropometric Measurements and Biochemical Indices in Non Metabolic Syndrome and Metabolic Syndrome Groups

		N	Mean rank	Rank sum	Mann-Whitney U	Wilcoxon W	Z	p-value
BMR	Metabolic Syndrome	21	992.60	20844.50	6329.50	830015.50	-4.17	.000
	Non Metabolic Syndrome	1283	646.93	830015.50				
SLM development level	Metabolic Syndrome	21	245.29	5151.00	4920.00	5151.00	-5.00	.000
	Non Metabolic Syndrome	1283	659.17	845709.00				
Hemoglobin	Metabolic Syndrome	21	814.55	17105.50	10005.50	829845.50	-2.01	.044
	Non Metabolic Syndrome	1280	648.32	829845.50				
MCV	Metabolic Syndrome	21	841.55	17672.50	9438.50	829278.50	-2.34	.019
	Non Metabolic Syndrome	1280	647.87	829278.50				
RBCC	Metabolic Syndrome	21	901.43	18930.00	8181.00	828021.00	-3.08	.002
	Non Metabolic Syndrome	1280	646.89	828021.00				
Glucose	Metabolic Syndrome	21	813.26	17078.50	10032.50	829872.50	-2.00	.046
	Non Metabolic Syndrome	1280	648.34	829872.50				

BMR: basal metabolic rate, SLM: soft lean mass, MCV: mean corpuscular volume, RBCC: red blood cell count.

Table 4. T-Test for Anthropometric Measurements and Biochemical Indices in Non Metabolic Syndrome and Metabolic Syndrome Groups

		N	Mean±SD	standard error
BMR	Metabolic Syndrome	21	1608.71±194.85	42.52
	Non Metabolic Syndrome	1283	1390.36±216.98	6.06
SLM development level	Metabolic Syndrome	21	62.02±6.15	1.34
	Non Metabolic Syndrome	1283	71.35±7.90	0.22
Hemoglobin	Metabolic Syndrome	21	15.12±1.29	0.28
	Non Metabolic Syndrome	1280	14.45±1.54	0.04
MCV	Metabolic Syndrome	21	45.77±2.97	0.65
	Non Metabolic Syndrome	1280	43.82±3.95	0.11
RBCC	Metabolic Syndrome	21	5.27±.343	0.07
	Non Metabolic Syndrome	1280	4.97±0.45	0.01
Glucose	Metabolic Syndrome	21	93.67±9.11	1.99
	Non Metabolic Syndrome	1280	89.91±6.79	0.19

Independent sample test

	t-test for equality of mean						
	t	degree of freedom	p-value (2-tailed)	mean difference	standard error difference	95% confidence interval of the difference	
						lower	upper
BMR	4.58	1302	.000	218.36	47.66	124.85	311.86
SLM development level	-5.39	1302	.000	-9.33	1.73	-12.73	-5.93
Hemoglobin	1.99	1299	.047	.67	0.34	0.01	1.33
MCV	2.25	1299	.025	1.95	.87	0.25	3.65
RBCC	3.02	1299	.003	0.30	0.10	0.10	-.49
Glucose	1.88	20.366	.075	3.75	2.00	-0.41	7.91

BMR: basal metabolic rate, SLM: soft lean mass, MCV: mean corpuscular volume, RBCC: red blood cell count

고 가정하에 t-test도 실행해본 결과 혈당을 제외하고 나머지 기초대사량, 혈색소, 혈구용적치, 적혈구수에서 p-value 0.05 이하의 유의한 차이를 보였다(Table 4).

3) 대사증후군에 해당하는 학생들의 남녀간 특성

대사증후군에 해당하는 학생들의 남녀간 특성을 살펴보면 기초대사량, 근육발달정도, 혈색소, 혈구용적치, 적혈구수, 혈당 모두 남자에게서 더 큰 수치를 보였다(Table 5, Fig. 2). 이 차이를 비교해보기 위해 비모수적 방법인 Mann-Whitney test를

이용하여 남녀간의 비교를 실시한 결과 혈당을 제외하고 나머지 기초대사량, 혈색소, 혈구용적치, 적혈구수에서 p-value 0.05 이하의 유의한 차이를 보였다(Table 6), t-test를 실행한 결과 또한 혈당을 제외하고 나머지 기초대사량, 혈색소, 혈구용적치, 적혈구수에서 p-value 0.05 이하의 유의한 차이를 보였다(Table 7).

IV 고찰

대사증후군은 고혈압, 비만, 고지혈증, 고혈당과

Table 5. Comparison of Anthropometric Measurements and Biochemical Indices in Man and Woman of Metabolic Syndrome Groups

variable	man(n=14)		woman(n=7)	
	Mean±SD	Range(min~max)	Mean±SD	Range(min~max)
BMR	1704.43±152.64	1510.00~2025.00	1417.29±109.27	1291.00~1563.00
SLM development level	65.10±4.40	57.77~71.51	55.87±4.23	47.07~60.15
Hemoglobin	15.80±0.92	13.80~17.20	13.77±0.71	12.50~14.50
MCV	47.32±2.04	42.20~49.80	42.66±1.84	39.70~44.60
RBCC	5.42±0.27	4.84~5.79	4.96±0.26	4.65~5.43
Glucose	95.14±8.32	81.00~106.00	90.71±10.56	80.00~106.00

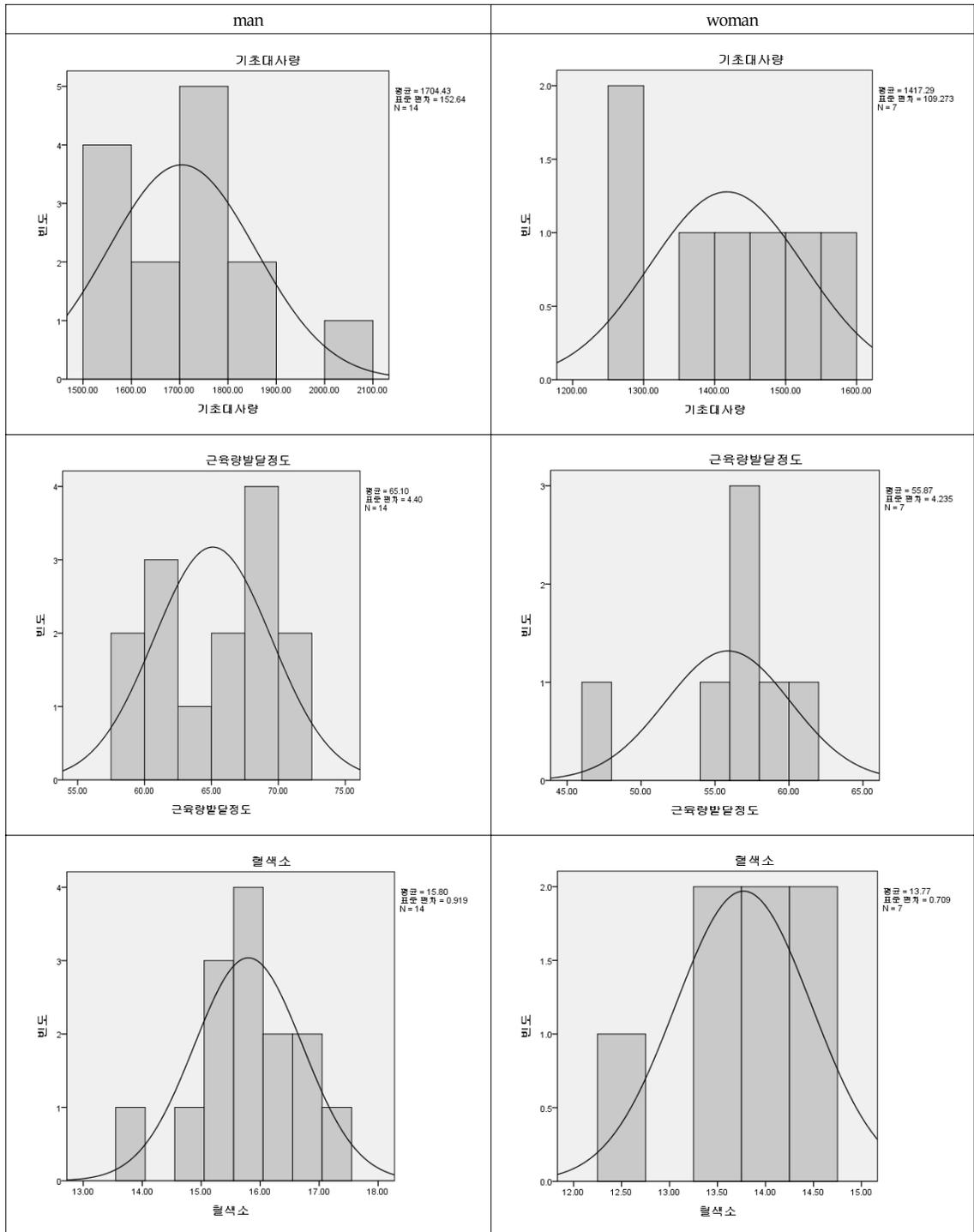
BMR: basal metabolic rate, SLM: soft lean mass, MCV: mean corpuscular volume, RBCC: red blood cell count

Table 6. Mann-Whitney Test for Anthropometric Measurements and Biochemical Indices in Man and Woman of Metabolic Syndrome Groups

		N	Mean rank	Rank sum	Mann-Whitney U	Wilcoxon W	Z	p-value
BMR	Man	14	14.07	197.00	6.00	34.00	-3.21	.001
	Woman	7	4.86	34.00				
SLM development level	Man	14	14.29	200.00	3.00	31.00	-3.43	.001
	Woman	7	4.43	31.00				
Hemoglobin	Man	14	14.21	199.00	4.00	32.00	-3.36	.001
	Woman	7	4.57	32.00				
MCV	Man	14	14.14	198.00	5.00	33.00	-3.28	.001
	Woman	7	4.71	33.00				
RBCC	Man	14	13.57	190.00	13.00	41.00	-2.69	.007
	Woman	7	5.86	41.00				
Glucose	Man	14	11.89	166.50	36.50	64.50	-0.94	.349
	Woman	7	9.21	64.50				

BMR: basal metabolic rate, SLM: soft lean mass, MCV: mean corpuscular volume, RBCC: red blood cell count

Fig 2. Distribution comparing chart between man and woman in metabolic syndrome.



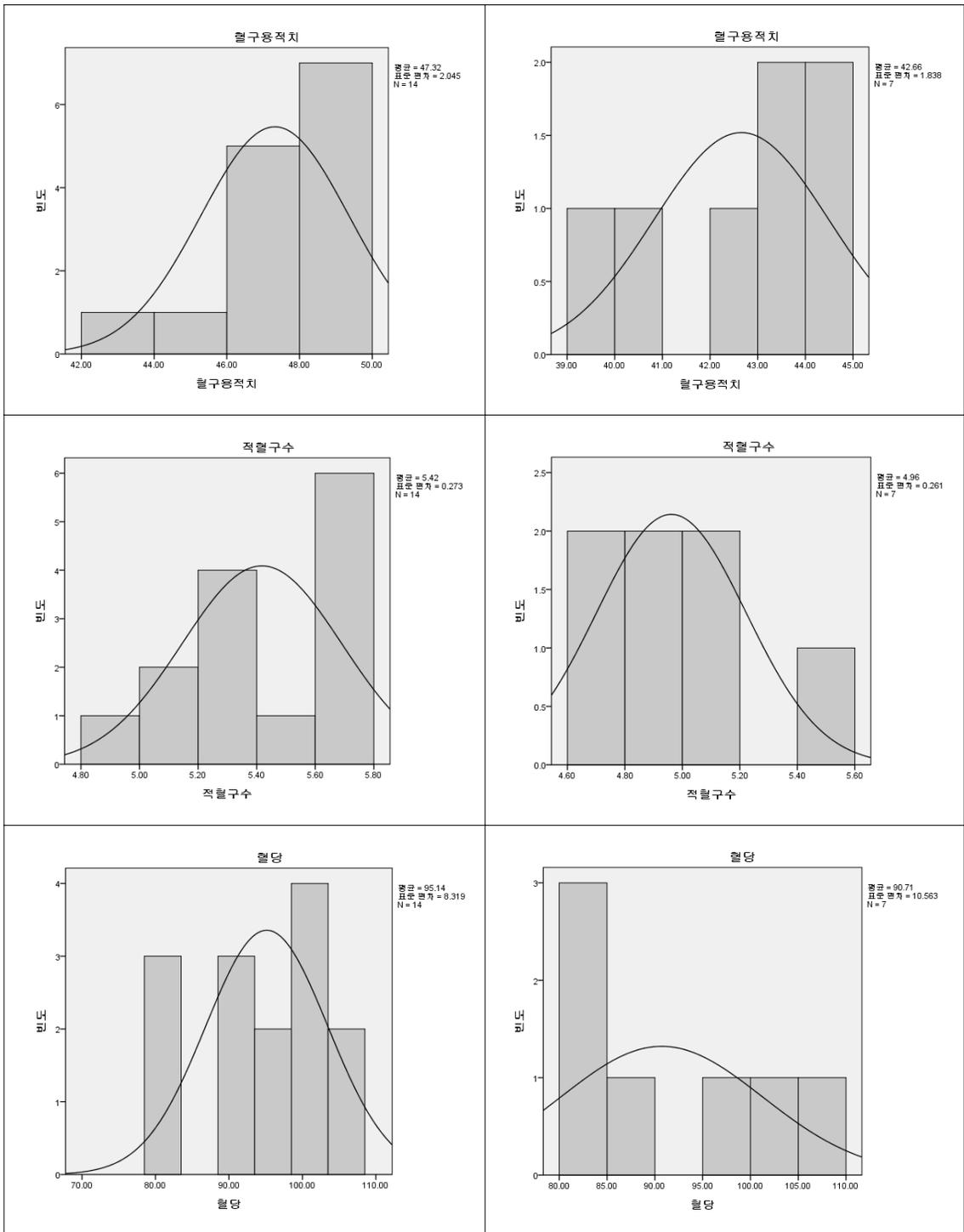


Table 7. T-Test for Anthropometric Measurements and Biochemical Indices in Man and Woman of Metabolic Syndrome Groups

		N	Mean±SD	standard error of the mean
BMR	Man	14	1704.43±152.64	40.79
	Woman	7	1417.29±109.27	41.30
SLM development level	Man	14	65.10±4.40	1.18
	Woman	7	55.87±4.23	1.60
Hemoglobin	Man	14	15.80±0.92	0.25
	Woman	7	13.77±0.71	0.27
MCV	Man	14	47.32±2.04	0.55
	Woman	7	42.66±1.84	0.70
RBCC	Man	14	5.42±0.27	0.07
	Woman	7	4.96±0.26	0.10
Glucose	Man	14	95.14±8.32	2.22
	Woman	7	90.71±10.56	3.99

	Independent sample test						
	t-test for equality of mean						
	t	degree of freedom	p-value (2-tailed)	mean difference	standard error difference	95% confidence interval of the difference	
					lower	upper	
BMR	4.42	19	.000	287.14	64.99	151.11	423.17
SLM development level	4.58	19	.000	9.22	2.01	5.01	13.44
Hemoglobin	5.11	19	.000	2.03	0.40	1.20	2.86
MCV	5.08	19	.000	4.66	0.92	2.74	6.58
RBCC	3.66	19	.002	0.46	0.12	0.20	0.72
Glucose	1.05	19	.306	4.43	4.20	-4.38	13.23

BMR: basal metabolic rate, SLM: soft lean mass, MCV: mean corpuscular volume, RBCC: red blood cell count

같은 심혈관계 질환 위험인자의 군집체로서 심혈관계 질환의 발생위험을 거의 두 배로 높이기 때문에 심혈관계 질환의 예방에 대사증후군의 진단 및 적절한 관리의 중요성이 강조되고 있다. 이에 본 연구에서는 대사증후군의 예측 지표로 연구되고 있는 체내 저장철에 대해서 철의 영양상태와 대사증후군 사이의 연관성을 알아보기 위하여 연구를 실시하였다.

본 연구에서의 대사증후군에 해당하는 학생은 21명으로 전체 학생 중 1.60%이고, 남학생 중 대사증후군에 해당하는 학생은 14명으로 2.03%, 여학생 중 대사증후군에 해당하는 학생은 1.13%로 기존의 보고들에 비해 낮은 값을 나타내었다. 이는 대상자가 20세 전후의 젊은 나이이므로 전체

성인을 대상으로 한 다른 조사에서 보고된 유병률에 비해 낮게 나타난 것으로 보인다.

기존의 연구들에 의하면 체내 철의 농도 증가가 대사증후군의 유발 가능 인자로 보고되고 있다. 철 영양상태 평가시 가장 민감한 지표로 알려져 있는 ferritin 농도는 또 다른 철 영양상태를 나타내는 지표들인 혈색소, 혈구용적치, 적혈구수 등과 유의적인 양의 상관관계를 갖는다. 이에 본 연구에서는 대사증후군에 해당하는 학생들과 정상 학생군간에서 혈청 ferritin과 같이 체내 철의 영양상태를 반영하는 혈색소, 혈구용적치 등의 수치를 비교해 본 결과 대사증후군 해당군에서 정상 학생군보다 높게 나타났다. 대사증후군에 해당하는 학생들의 남녀간의 비교에서도 유의한 차이가 나타

났다. 또한 대사증후군 해당학생의 비율이 높은 남학생군에서 여학생군에 비해 철 영양상태 수치가 유의한 차이를 보이며 높게 나타났다. 대사증후군 해당군의 수가 적고 정규성을 나타낸다고 보기 어려워 철 영양상태의 수준에 따른 대사증후군 위험도의 증가를 알아볼 수는 없었다.

이번 연구를 통해 체내 철 영양상태와 대사증후군 발생의 관련성이 존재함을 알 수 있었으나 한 지역에 국한된 검사였고, 대상자 또한 20세전후의 신입생을 대상으로 하여 대사증후군에 해당하는 대상자수가 정상군에 비해 현저히 적어 전체의 특성을 대표한다고 보기에는 부족한 부분이 있었다. 앞으로 철 영양상태가 대사증후군 발생에 미치는 영향을 더 정확히 규명하기 위해서는 다기관 대규모의 연구가 필요하며 철 영양상태의 수준별로 대사증후군 발생의 위험도에 대한 상관성 연구도 필요할 것을 생각된다.

V. 감사의 글

이 연구는 2011년도 경원대학교 지원에 의한 결과임.

VI. 참고문헌

1. Isomaa B, Almgren P, Tuomi T, Forsen B, Lahti K, Lissen M, Taskinen MR, Groop L. Cardiovascular morbidity and mortality associated with the metabolic syndrome. *Diabetes Care*. 2001;24(4): 683-9.
2. Lakka HM, Laaksonen DE, Lakka TA, Niskanen LK, Kumpusalo E, Tuomilehto J, Salonen JT. The metabolic syndrome and total and cardiovascular

- disease mortality in middle-aged men. *JAMA*. 2002;288: 2709-16.
3. Ministry of Health and Welfare (MOHW). Korea national health and nutrition examination survey report (KNHANES III). 2005.
4. Haffner SM. Risk constellations in patients with the metabolic syndrome: epidemiology, diagnosis, and treatment patterns. *Am J Med*. 2006;119:35-95.
5. National Cholesterol Education Program(NCEP). Expert Panel on Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Cholesterol in Adults. 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) final report. *Circulation*. 2002;106:3143-421.
6. Timar O, Sestier F, Levy E. Metabolic syndrome X:a review *Can J Cardiol*. 2000;16(6):779-89.
7. Jukka Puolakk. Serum ferritin in the evaluation of iron status in young healthy women. *Acta Obstet Gynecol Scand Suppl*. 1980;95:35-41.
8. Salonen JT, Tuomarine TP, Nyyssonen K, Lakka HM, Punnonen K. Relation between iron stores and non-insulin dependent diabetes in men: Case-control study. *BMJ*. 1998;317(7160):727.
9. Jiang R, Manson JE, Meigs JB, Ma J, Rifai N, Hu FB. Body iron stores in relation to risk of type 2 diabetes in apparently healthy women. *JAMA*. 2004;291:711-7.
10. Gillum RF. Association of serum ferritin and indices of body fat distribution and obesity in Mexican American men: the third national health and nutrition examination survey. *Int J obes Relat Metab Disord*. 2001;25(5):639-45.
11. Piperno A, Trombini P, Gelosa M, Mauri V, Pecci

- V, Verganin A, et al. Increased serum ferritin is common in men with essential hypertension. *J Hypertens.* 2002; 20(8):1513-8.
12. Williams MJ, Poulton R, Williams S. Relationship of serum ferritin with cardiovascular risk factors and inflammation in young men and women. *Atherosclerosis.* 2002;165(1):179-84.
13. Tuomainen TP, Nyysönen K, Salonen R, Tervahauta A, Korpela H, Lakka T, et al. Body iron stores are associated with serum insulin and blood glucose concentrations: population study in 1,013 eastern Finnish men. *Diabetes Care.* 1997;20(3):426-8.
14. Jehn M, Clark JM, Guallar E. Serum ferritin and risk of the metabolic syndrome in US adults. *Diabetes Care.* 2004;27(10):2422-8.
15. Sun L, Franco OH, Hu FB, Cai L, Yu Z, Li H. et al. Ferritin concentrations, metabolic syndrome, and type 2 diabetes in middle-aged and elderly Chinese. *J Clin Endocrinol Metab.* 2008; 93(12):4690-6.

