



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

이 승 민 교수지도
석사학위 청구논문

나트륨 섭취수준에 따른
대사증후군 및 관련 위험지표의
유병율 비교

2016

성신여자대학교 대학원

식품영양학과

김 현 정

나트륨 섭취수준에 따른
대사증후군 및 관련 위험지표의
유병율 비교

이 승 민 교수지도

이 논문을 석사학위논문으로 제출함

2015년 11월

성신여자대학교 대학원

식품영양학과

김 현 정

인 준 서

김현정의 석사학위 논문으로 인준함.

2015년 11월

심사위원장 _____인

심사위원 _____인

심사위원 _____인

성신여자대학교 대학원

논문개요

본 연구는 한국 성인을 대상으로 나트륨 섭취수준에 따른 대사증후군 유병율을 비교하였다. 특히 복부비만과 나트륨 섭취량과의 상관성을 보다 타당하게 살펴보기 위해 CT(Computed tomography) 촬영을 통한 내장지방면적과 3일-5일 식사일기를 통한 나트륨 섭취량을 측정하였다. 나트륨 섭취수준은 식사의 나트륨밀도(나트륨 섭취량(mg)/총 식품 소비량(g))로 계산하였다. 본 연구의 대상자 모집은 임상연구심의위원회에서 승인을 받은 후(IRB 승인번호: HYUH 2014-01-020, HYUH 2012-02-003) 진행하였으며, 만 20세 이상 성인을 대상으로 모집하였다. 현재 악성종양을 앓고 있거나 악성종양에 대한 완치판정을 받은 지 1년 미만인 경우는 제외하였다. 또한 최근 3년 이내 위 수술 또는 갑상선 전절제술을 시행 받은 경우, 간질환, 심장질환, 신장질환으로 병원에 주기적으로 방문하여 약물을 복용중인 경우, 당뇨 조절을 위하여 당뇨조절 약물을 사용하는 경우, 체중조절 또는 건강관리를 목적으로 식이조절 하는 경우도 제외하였다. 총 214명을 모집하였으며 남성 96명, 여성 118명이었다. 성별 간 일반사항, 대사증후군 지표 및 대사증후군 유병율, 나트륨 섭취량 비교는 t-test와 Chi-square를 이용하였다. 나트륨 밀도(≤ 2.1 mg/g, $2.1-3.1$ mg/g, ≥ 3.1 mg/g)에 따른 대사적 위험지표 및 대사증후군 유병율과 상대 위험도는 Chi-square 또는 다중 로지스틱 회귀분석을 사용하였다. 다중 로지스틱 회귀분석의 경우 나이, 신체활동지수, 현재 흡연여부, 음주횟수를 보정하였다.

여성대상자에서 나트륨 밀도가 증가할수록 복부비만 유병율($p=0.037$)과 대사증후군 유병율($p=0.046$)이 유의하게 증가하였다. 뿐만 아니라 여성에게서 나트륨 밀도가 가장 높은 군이 복부비만($OR_{\geq 3.1vs\leq 2.1}=3.10$, 95% CI: 1.01-9.55, P trend: 0.049)과 공복혈당장애($OR_{\geq 3.1vs\leq 2.1}=5.98$, 95%

CI:1.01-35.25, P trend: 0.044) 유병 위험도가 유의하게 높았다. 하지만 남성에게서는 나트륨 밀도와 대사적 위험지표 및 대사증후군과의 상관성을 확인할 수 없었다. 결론적으로 여성에게서 칼로리 섭취와 독립적으로 나트륨 섭취가 복부비만, 공복혈당장애, 대사증후군과 상관성이 있음을 확인하였다.

본 연구는 여성에게서 고염섭취가 칼로리와 독립적으로 복부비만, 공복혈당장애, 대사증후군 위험을 높일 수 있는 요인임을 확인하였다. 따라서 대사증후군 및 관련 위험지표의 위험을 낮추기 위해 나트륨 섭취 감소에 대한 지속적인 노력이 필요하다고 사료된다. 또한 향후 코호트 및 무작위 대조군 연구를 통해 고염섭취가 대사증후군 및 관련 위험지표에 직접적으로 부정적인 영향을 끼치는지에 대하여 명확한 근거를 확립할 필요가 있다고 보인다.

목 차

논문개요

I. 서론	1
II. 연구방법 및 내용	6
1. 연구대상자	6
2. 자료 수집	7
1) 일반사항	7
2) 신체계측 및 혈액학적요인	7
3) 식이조사	8
4) 대사증후군 진단 기준	8
5) 내장지방면적 평가	9
3. 분석 방법	10
III. 연구결과	12
1. 일반사항	12
2. 성별에 따른 대사증후군 위험지표, 대사증후군, 나트륨 섭취수준 비교	14
3. 나트륨 밀도에 따른 대사증후군 지표 비교	16
4. 나트륨 밀도에 따른 대사증후군 위험지표 및 대사증후군 유병율	21
5. 나트륨 밀도에 따른 대사증후군 위험지표 및 대사증후군 오즈비	25
IV. 고찰	29
V. 요약 및 결론	36

참고문헌

ABSTRACT

List of Tables

Table 1. General characteristics of subjects	13
Table 2. Comparison of metabolic risk factors indices and metabolic syndrome and sodium intake level by sex	15
Table 3. Comparison of metabolic risk factors indices and the number of risk factors of metabolic syndrome according to sodium density in male	17
Table 4. Multivariate-adjusted comparison of metabolic risk factors indices and the number of risk factors of metabolic syndrome according to sodium density in male	18
Table 5. Comparison of metabolic risk factors indices and the number of risk factors of metabolic syndrome according to sodium density in female	19
Table 6. Multivariate-adjusted comparison of metabolic risk factors indices and the number of risk factors of metabolic syndrome according to sodium density in female	20
Table 7. Comparison of prevalence of metabolic risk factors and metabolic syndrome by sodium density in male	22

Table 8. Comparison of prevalence of metabolic risk factors and metabolic syndrome by sodium density in female	23
Table 9. Multivariate-adjusted odds ratio of metabolic risk factors and metabolic syndrome by sodium density in male	26
Table 10. Multivariate-adjusted odds ratio of metabolic risk factors and metabolic syndrome by sodium density in female	27

List of Figures

Figure 1. Recruitment of participants	6
Figure 2. Comparison of prevalence of metabolic risk factors and metabolic syndrome by sodium density in female	24
Figure 3. Multivariate-adjusted odds ratio of metabolic risk factors and metabolic syndrome by sodium density in female	28

I. 서 론

Powles 등(2013)의 연구에서 분석한 2010년 세계 나트륨 섭취량은 3.95 g/day(95% CI: 3.89-4.01 g/day)이었으며 한국은 그보다 높은 5.21 g/day(95% CI: 4.98-5.48 g/day)이었다. 국민건강영양조사 자료에서 보고한 1일 나트륨 섭취량을 살펴보면 2008-2010년 각각 4630.2 mg, 4645.4 mg, 4831.1 mg으로 계속 증가하는 추세였다(Ministry of Health and Welfare/Korea Centers for Disease Control & Prevention 2013). 2013년 나트륨 섭취량은 이전보다 감소한 4027.5 mg이지만 WHO(World Health Organization) 권장량 보다 여전히 높은 수준이다. 나트륨 섭취량은 개인에 따라서도 편차가 크다. 2007-2009년 국민건강영양조사 자료를 이용하여 조사된 나트륨 섭취량을 살펴보면 상위 20%의 남, 여 대상자 각각 일일 9803.6 mg, 7475.0 mg 이상을 섭취하고 있었다(Song 등 2013). 반면 하위 20%의 나트륨 섭취량은 남, 여 각각 2742.1 mg, 1788.4 mg 이하로 적게 섭취하고 있었다(Song 등 2013). 우리나라 나트륨 섭취량은 성별에 따라서도 편차가 존재하는데 1998-2013년 동안 남자의 나트륨 섭취량은 5034.6-4706.1 mg이었으며 여자는 이보다 적은 4024.6-3347.9 mg이었다(Ministry of Health and Welfare/Korea Centers for Disease Control & Prevention 2013).

나트륨 섭취와 연관된 한국인의 식습관으로 국물 섭취를 즐기며 음식에 조미료를 자주 사용하여 섭취한다는 점을 들 수 있다. 또한 일상적인 식사에서 김치류, 젓갈, 장아찌 등과 같은 짠 음식을 즐겨먹는다. Kim 등(2013)의 연구에서 직장인의 나트륨 섭취 관련 식행동을 분석한 결과, “면이나 국 종류를 좋아함”, “국, 국수류의 국물을 남기지 않음” 순으로 점수가 높았다. 여자성인과 노인을 대상으로 짜게 먹는 식태도 점수를 평가한 연구에서는

전반적으로 ‘김치를 좋아 한다’에 대한 식태도 점수가 가장 높았다(Jiang 등 2015). Jung 등(2014)의 연구에서 고나트륨 섭취와 관련된 식태도 요인을 분석한 결과 ‘말린 생선이나 고등어자반을 좋아 할수록’, ‘국이나 찌개, 면류의 국물을 다 먹을수록’, ‘튀김이나 전에 간장을 듬뿍 찍어먹을수록’, ‘소금간이 덜 되면 맛없다고 느낄수록’ 나트륨을 과잉으로 섭취할 위험도가 유의하게 증가하였다. 1998-2010년의 국민건강영양조사 자료를 이용하여 나트륨 섭취의 급원 음식을 분석한 결과 김치, 국 및 탕류, 찌개 및 전골류가 1-4위를 차지하였다(Song 등 2013). 또한 조미료, 채소류, 곡류 및 그 제품, 어패류 특히 젓갈, 어묵이 주요 나트륨 급원 식품으로 분석되었다(Song 등 2013).

대사증후군은 복부비만, 고혈당, 고중성지방혈증, 저HDL콜레스테롤혈증, 고혈압이 개인에게 동시다발적으로 일어나는 것을 얘기하며(Meigs 등 2000), 심혈관계질환의 사망률과 이환율을 증가시킨다(Isomaa 등 2001, Lakka 등 2002). 국내에서 대사증후군과 심혈관계질환 및 당뇨병의 연관성을 보기 위해 8.7년간 추적관찰 하였다(Hwang 등 2009). 그 결과 남, 여 모두 심혈관계질환 위험도가 3배 이상 증가하였다. 당뇨병 유병 위험도는 여자의 경우 공복혈당 보정을 안 한 경우에만 발생 위험도가 3배 이상 높아지는 것으로 분석되었지만 남자의 경우 보정을 한 경우에도 당뇨 발생 위험도가 증가하였다. 우리나라에서 심혈관계질환은 주요 3대 사망원인에 속하며 (Statistic Korea 2014) 당뇨병, 고혈압도 우리나라 사망원인 6위, 10위를 차지하고 있다(Statistic Korea 2014). 체질량지수(Body Mass Index, BMI)를 기준으로 한 비만 유병율의 경우 1998년에서 2001년 사이에 25.8%에서 30.3%로 급격하게 증가했으며 2013년도까지 비만 유병율의 큰 감소현상 없이 31-32.5% 사이를 유지하고 있다(Ministry of Health and Welfare/Korea Centers for Disease Control & Prevention 2013). 또한 국민건강영양조사 자료를 이용하여 1998년, 2001년, 2005년, 2007년 만 20세 이상 성인의 대사

증후군 유병율을 나이를 보정하여 분석한 결과, 대사증후군 유병율이 24.9%에서 31.3%로 유의하게 증가하고 있는 것으로 나타났다(Hong 등 2015). 따라서 나트륨 섭취량이 많고 대사증후군과 대사증후군 관련 질병이 증가하고 있는 우리나라 국민을 대상으로 나트륨 섭취에 따른 대사증후군 유병율에 대해 연구할 필요가 있다고 사료된다.

Chung 등(2010)은 나트륨을 비만과 대사증후군에 부정적인 영향을 미칠 가능성이 있는 요인으로 제시하였으며 Räsänen 등(2012)의 연구에서는 나트륨이 대사증후군의 독립적 예측인자로 작용하였다. 대사증후군과 영양소 섭취에 관한 선행연구들을 살펴보면 대사증후군을 가진 대상자가 정상인보다 나트륨 섭취량이 유의적으로 높았다(Yoo 등 2008, Moon 등 2010). Hoffmann 등(2009)은 766명의 성인을 대상으로 24시간 소변 나트륨 배설량에 따른 대사증후군 요인의 수치를 살펴보았다. 남, 여 공통적으로 비만지표인 체중·BMI·허리둘레 수치에서 유의적인 증가가 있었다. 혈압의 경우 남자는 수축기와 이완기 혈압이, 여자는 이완기 혈압이 증가하였다. 따라서 Hoffmann 등(2009)은 고염섭취가 비만, 혈압과 연관이 있다는 것을 밝혀내었다. 또한 대사증후군 지표 보유 개수에 따른 나트륨 배설량을 남, 여 각각 살펴본 결과 대사증후군 지표를 3개 또는 그 이상 보유한 사람의 소변에서 나트륨 배설량이 더 많았다(Hoffmann 등 2009). Baudrand 등(2014)의 연구에서 소금을 약 3-9 g을 섭취하는 그룹보다 약 9 g 초과하여 섭취하는 그룹에서 고혈압 비율, 중성지방, 대사증후군 비율, HOMA-IR(homoeostasis model assessment of insulin resistance index)이 더 높았으며 HDL-콜레스테롤 수치는 더 낮았다. 또한 소금을 9 g을 초과하여 섭취하는 경우 대사증후군 위험도가 3.98배 높아지는 것으로 분석되었다. Hu 등(2005)은 24시간 소변 나트륨 배설량에 따른 제2형 당뇨병 발생률을 살펴보았는데, 나트륨 배설량이 가장 많은 그룹이 제2형 당뇨병에 걸릴 위험도가 2.05배 높았다.

나트륨 섭취와 비만과의 관계를 살펴본 연구들에서는 BMI, 허리둘레, 체중, 체지방량과 같은 비만지표와 유의적인 상관성이 있다고 보고하였다. Yi 등(2014)은 18세 이상 성인을 대상으로 24시간 소변 나트륨 배설량과 BMI, 허리둘레, 체중, 비만과의 관계를 살펴보았다. 분석을 위해 전반적인 식사의 질, 당 음료 섭취, 나이, 인종, 성별, 빈부, 교육수준, 신체활동을 보정하였다. 그 결과 하루 나트륨 섭취량 1,000 mg 높을 경우 비만 위험도가 1.26배 높았다. 또한 BMI가 0.57 kg/m^2 더 높았으며 허리둘레(+1.27 cm)와 체중(+1.90 kg)과도 연관이 있음을 확인하였다. Yoon 등(2013)은 나트륨 밀도에 따른 비만 및 복부비만의 상대위험도를 분석하였는데, 나트륨 밀도가 가장 높은 군(5.3-29.3 mg/g)이 가장 낮은 군(0.1-2.1 mg/g)보다 비만 위험도가 1.18배(95% CI: 1.04-1.35, $p=0.002$) 높았다. 복부비만의 경우 나트륨 밀도가 증가할수록 복부비만 위험도가 증가하는 경향을 보였다.

비만이 칼로리와 무관하게 음식의 짠맛의 정도와 관련 있는지 살펴보기 위해 Yoon 등(2013)은 ‘나트륨 밀도(나트륨 섭취량(mg)/소비한 식품무게(g))’를 이용하여 비만 및 복부비만 위험도를 살펴보았다. 칼로리가 적지만 나트륨이 많이 들어있는 음식의 짠맛 정도가 과대평가되지 않기 위해 칼로리 대신 소비한 식품무게(g)로 나트륨 섭취량을 나누어 평가하였다.

따라서 본 연구도 칼로리의 영향을 보정하고자 나트륨 밀도의 개념을 사용하여 대사증후군과의 관계를 살펴보고자 한다. 또한 3일치 이상의 식사일기 자료를 이용하여 나트륨 섭취량과 식품섭취량을 분석하고자 한다. Yoon 등(2013) 연구는 나트륨 섭취조사를 1회의 24시간 회상법 자료를 이용하여 일상적인 나트륨 섭취량을 파악했다는 한계점이 있다. 개인의 일상적인 식사에는 일간변이가 있어(Willett 2013), 1일치 식사일기로 개인의 나트륨 섭취량을 평가하기에는 무리가 있다. 국내에 나트륨과 비만, 대사증후군과의 상관성에 대해 몇몇 연구에서 보고하였지만(Rhee 등 2014, Song 등 2013,

Yoon 등 2013) 내장지방과 관련된 지표는 없었다. 복부비만, 특히 복부 내장지방은 관상동맥질환, 인슐린 저항성, 이상지질혈증 과 같은 요소에 영향을 끼친다고 제시되었다(Kobayashi 등 2001, Després 1998).

따라서 본 연구는 선행연구들의 문제점을 보완하여 3-5일 간의 식사일기를 바탕으로 나트륨 섭취량을 파악하고 내장지방면적을 반영하는 복부비만 지표인 포함하여 나트륨 섭취량에 따른 대사증후군 유병율, 특히 복부비만을 살펴보고자 한다.

II. 연구방법

1. 연구대상자

본 연구대상자는 만 20세 이상 성인을 대상으로 하였다. 대상자 모집은 임상연구심의위원회에서 승인을 받은 후(IRB 승인번호: HYUH 2014-01-020, HYUH 2012-02-003) 진행하였다. 악성종양에 대해 완치판정을 받은 지 1년 미만인 경우, 최근 3년 이내 위 수술 또는 갑상선 전절제술을 시행 받은 경우는 제외하였다. 또한 간질환, 심장질환, 신장질환으로 병원에 주기적으로 방문하여 약물을 복용중인 경우, 당뇨조절을 위하여 당뇨 조절 약물을 사용하는 경우, 체중조절 또는 건강관리를 목적으로 식이조절을 하는 경우는 제외하였다. 모집된 총 227명 중 키, 체중, 체질량지수(Body Mass Index, BMI)와 식이조사를 통한 나트륨 섭취량 자료가 없는 13명을 제외하여 최종적으로 총 214명을 연구대상자로 선정하였다.

제외기준

- 악성종양에 대해 완치판정을 받은 지 1년 미만인 경우
- 최근 3년 이내 위 수술 또는 갑상선 전절제술을 시행 받은 경우
- 간질환, 심장질환, 신장질환으로 병원에 주기적으로 방문하여 약물을 복용중인 경우
- 당뇨조절을 위하여 당뇨 조절 약물을 사용하는 경우
- 체중조절 또는 건강관리를 목적으로 식이조절을 하는 경우



식이일기 분석자료 또는 키, 체중, BMI가 없는 자 13명 제외



만 20세 이상 성인 214명

Figure 1. Recruitment of participants

2. 자료수집

(1) 일반사항

일반사항은 성별, 연령, 신체활동정도, 음주횟수, 현재 흡연여부로 구성하였다. 신체활동정도는 '고강도 활동', '중등도 활동', '하루에 10분 이상 걷는 활동'으로 나누어 살펴보았다. '고강도 활동'과 '중등도 활동'은 일주일에 실천하는 빈도에 따라 '전혀 하지 않음', '1-2일/주', '3일 이상/주'로 분류하였다. 하루에 10분 걷는 활동의 경우 '전혀 하지 않음', '1-3일/주', '4일 이상/주'로 분류하여 분석하였다. 음주횟수는 '전혀 마시지 않음', '한 달에 1회 미만', '한 달에 1-5회', '한 달에 5회 이상'으로 나누어 조사하였다. 현재 흡연여부는 현재 담배를 매일 피우거나 가끔 피우는 대상자는 '피우고 있음', 과거에는 피웠으나 현재는 피우지 않는 자, 피우지 않는 자는 '피우지 않음'으로 분류하였다. 음주횟수는 '전혀 마시지 않음', '한 달에 1회 미만', '한 달에 1-5회', '한 달에 5회 이상'으로 나누어 조사하였다.

(2)신체계측 및 혈액학적 요인

신체계측 자료는 키, 몸무게, BMI, 허리둘레, 수축기 혈압 및 이완기 혈압으로 구성하였다. 키, 체중은 자동 신장계를 이용하여 측정되었으며 다음과 같은 공식($BMI = \text{체중}(kg) / \text{키}(m)^2 \times \text{키}(m)$)에 의하여 BMI를 계산하였다. 허리둘레는 줄자를 이용하여 양쪽 장골능(양 옆구리 푹 튀어 나온 뼈가 만져지는 부위)의 가장 높은 부위 바로 2 cm 위쪽에 줄자를 대고 숨을 내쉬 상태에서 바닥과 수평하게 측정하여 단위는 0.1 cm까지 기록하였다. 혈압은 자동혈압계로 측정하며 안정된 상태에서 긴장을 풀고 오른팔을 넣어 측정하였

다. 측정도중에 말을 하거나 움직이지 않도록 하였다. 혈액학적 요인으로는 분석을 위해 공복혈당, 중성지방, HDL-콜레스테롤을 수집하였다. 혈액검사는 12시간 공복상태에서 채혈한 혈액을 원심분리기로 돌린 후, 혈청 1 ml을 각각 0.5 ml tube 2곳으로 나누어 e-tube로 분주하여 -70도 냉동고에 보관하였다.

(3)식이조사

식이조사는 3-5일간의 식사일기를 통해 조사하였다. 식이조사의 첫 1일은 훈련된 연구원에 의해 24시간 회상법으로 조사하였으며 3-5일 중 1일은 주말이 포함되도록 하였다. 식이조사 시 상용 식기류, 식품모델 및 목측량 자료, 식사일기 예시자료 등을 이용하여 식사일기 기록 방법에 대해 상세히 교육하였다.

본 연구에서 나트륨 섭취량은 에너지 섭취량과 독립적으로 짠맛의 정도를 반영하기 위해 '나트륨 밀도(Sodium density)'를 사용하였으며 이는 '나트륨 섭취량(mg)/총 식품 소비량(g)'으로 계산하였다(Yoon 등 2013).

(4)대사증후군 진단기준

대사증후군 유병 여부는 미국의 제 3차 콜레스테롤 관리지침(NCEP ATP III(National Cholesterol Education Program-Adult Treatment Panel III)을 기준을 따랐으며 5가지 대사증후군 위험요인 중 3가지 이상을 보유한 경우 대사증후군으로 진단하였다(Expert Panel on Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Cholesterol in Adults 2001). NCEP ATPIII 기준에 따라 대사증후군 위험요인으로 복부비만, 고중성지방혈증, 저HDL콜레스

테를혈증, 고혈압, 고혈당을 사용하였다(Expert Panel on Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Cholesterol in Adults 2001). 각 위험요인의 진단기준으로 대한비만학회 기준(Lee 등 2006)과 개정된 NCEP ATPⅢ기준(Grundy 등 2005)을 사용하였다. 복부비만의 경우 대한비만학회 기준에 따라(Lee 등 2006) 남자 90 cm이상, 여자 85 cm이상을 복부비만이라고 진단하였다. 고중성지방혈증(≥ 150 mg/dL), 저HDL콜레스테롤(남 < 40 mg/dL, 여 < 50 mg/dL), 고혈압($\geq 130/85$ mmHg), 공복혈당장애(≥ 100 mg/dL)은 개정된 NCEP ATPⅢ기준(Grundy 등 2005)에 따라 진단하였다. 공복혈당장애의 경우 본래 NCEP ATPⅢ에서 ≥ 110 mg/dL을 진단기준으로 사용했으나 미국당뇨병 학회에서 제시한 기준에 따라 2004년에 ≥ 100 mg/dL으로 변경되었다(Grundy 등 2005). 따라서 본 연구에서 개정된 NCEP ATPⅢ기준에 근거하여 공복혈당이 ≥ 100 mg/dL인 경우, 공복혈당장애로 진단하였다.

(5)내장지방면적 평가

내장지방면적 평가를 위해 복부 CT(Computed tomography) 검사결과를 사용하였다. 복부 CT는 16 슬라이스 이상의 다검출기 CT(multi-detector CT, MDCT)를 이용하였다. 총 12개의 관심구역에서 HU(Hounsfield Unit)를 측정해서 평균값을 구하였다. 내장지방면적의 진단기준은 아직 정확한 기준이 정해져 있지는 않았으며 현재 일본에서는 내장지방면적이 100 cm^2 이상일 때를 비만이라고 진단한다(Examination Committee of Criteria for 'Obesity Disease' in Japan; Japan Society for the Study of Obesity, 2002). 비만 진단 기준 정립 연구(Oh 등 2010)에서는 내장지방면적을 이용하여 적절한 비만 진단 기준점 분석한 결과, 남자 102.5 cm^2 , 여자 91 cm^2 이

적절하다고 보았다. 따라서 이 기준을 적용하여 내장지방형 비만을 진단하였다.

3. 분석방법

영양소 섭취량 분석은 Can-pro 4.0(Computer Aided Nutritional Analysis Program, 한국영양학회, 2011)으로 실시하였다. 본 연구의 통계처리는 SAS 9.2(Statistical Analysis System, SAS Institute, Cary, NC, USA)로 시행하였고 모든 통계적 검정의 유의수준은 0.05에서 실시하였다. 성별에 따른 나이, BMI, 대사증후군 위험지표 평균, 대사증후군 위험지표 개수, 나트륨 섭취수준은 t-test로 비교하였다. 건강행동습관 분포(신체활동정도, 음주 횟수, 현재 흡연여부)와 대사증후군 비율은 Chi-square로 비교 분석하였다. 나트륨 밀도에 따른 비만 상대 위험도를 분석한 연구(Yoon 등 2013)를 바탕으로 나트륨 밀도를 ≤ 2.1 mg/g, 2.1-3.1 mg/g, ≥ 3.1 mg/g의 세 그룹으로 나누어 나트륨 밀도에 따른 대사증후군 및 관련 위험지표의 평균수치, 유병율, 상대위험도를 분석하였다. 나트륨 밀도에 따른 대사증후군 위험지표 평균수치 비교를 위해 Dunnett multiple comparison test를 실시하였다. 나트륨 밀도에 따른 대사증후군 위험지표 유병율(%) 및 대사증후군 유병율(%)은 Chi-square로 비교 분석하였다. 나트륨 밀도에 따른 대사증후군 위험지표 유병 및 대사증후군 유병의 상대 위험도는 Multivariate-adjusted 로지스틱 회귀분석을 실시하여 상대위험도(Odds Ratio, OR)를 산출하였다. 상기 분석에서 나이(20-39세, 40-49세, 50세 이상), 신체활동정도(고활동적, 중등도 활동적, 저활동적), 음주횟수(전혀 하지 않음, 한 달에 1회 미만, 한 달에 1-4회, 한 달에 5회 이상), 현재흡연여부(예, 아니오)를 보정변수로 사용하였다. 여자의 경우 현재흡연여부는 보정변수에서 제외하였다. 신체활동정도는 ‘고

강도 활동'과 '중등도 활동'을 전혀 하지 않는 사람을 '저활동적'으로 분류했으며 '고강도 활동을' 일주일에 3회 이상하고 '하루에 10분 이상 걷기'를 일주일에 4회 이상 하는 경우 또는 '중등도 활동'을 일주일에 3회 이상하고 '하루에 10분 이상 걷기'를 일주일에 4회 이상 하는 경우를 '고활동적'으로 분류하였다. '저활동적'과 '고활동적'에 포함되지 않는 나머지 대상자는 '중등도 활동적'으로 분류하였다.

Ⅲ. 연구결과

1. 일반사항

본 연구에 참여한 대상자의 일반사항을 Table 1에 제시하였다. 연구대상자는 총 214명으로 남성 96명, 여성 118명이었다. 대상자의 평균나이는 약 40.7세였으며 남성 약 40.1세, 여성 약 41.3세로 성별 간 나이는 비슷하였다. 본 연구의 대상자의 BMI는 약 26.0 kg/m²이었으며 남성 약 27.1 kg/m², 여성 약 25.0 kg/m²으로 남성이 여성보다 더 비만하였다(p<0.001). 신체활동정도는 ‘하루에 10분 이상 걷기’, ‘중등도 활동’, ‘고강도 활동’으로 나누어 활동빈도를 비교하였다. ‘하루에 10분 이상 걷기’ 경우 남, 여 모두 ‘주 4회 이상’한다고 응답한 비율이 가장 높았으며 ‘중등도 활동’, ‘고강도 활동’은 ‘전혀 하지 않음’에 대부분 응답하였다. 신체활동정도에 따른 성별 간 유의적인 차이는 없었다. 음주횟수의 경우 ‘전혀 하지 않음’, ‘한 달에 1회 미만’으로 술을 마시는 비율이 여성에서 유의하게 높았다. 반면 ‘한 달에 1-4회’, ‘한 달에 5회 이상’은 남성의 응답율이 여성보다 유의하게 높았다(p<0.001). 현재 흡연하는 대상자는 남성 35.4%, 여성 2.5%로 남성의 흡연비율이 여성보다 유의하게 높았다(p<0.001). 현재 흡연하지 않는 대상자는 남성 64.6%, 여성 97.5%로 여성이 더 높았으며(p<0.001) 대부분의 여성은 현재 흡연을 하지 않고 있다.

Table 1. General characteristics of subjects

		Total (N=214)	Male (N=96)	Female (N=118)	P	
Age		40.72±10.66 ¹⁾	40.07±10.21	41.25±11.03	0.425 ²⁾	
BMI(kg/m ²)		25.95±4.47	27.12±4.05	25.00±4.57	<0.001	
Physical activity	Walking more than 10minutes a day	Weekly frequency				
		none	9(4.2) ³⁾	4(4.2)	5(4.2)	0.420 ⁴⁾
		1-3 times	37(17.3)	13(13.5)	24(20.3)	
	≥4 times	168(78.5)	79(82.3)	89(75.4)		
	Moderate Physical activity	Weekly frequency				
		none	128(59.8)	59(61.5)	69(58.5)	0.135
		1-2 times	43(20.1)	14(14.6)	29(24.6)	
	≥3 times	43(20.1)	23(24.0)	20(17.0)		
	Heavy Physical activity	Weekly frequency				
none		147(68.7)	62(64.6)	85(72.0)	0.502	
1-2 times		37(17.3)	19(19.8)	18(15.3)		
≥3 times	30(14.0)	15(15.6)	15(12.7)			
Drinking Frequency	none	41(19.3)	10(10.4)	31(26.7)	<0.001	
0-1 times/month	72(34.0)	24(25.0)	48(41.4)			
1-4 times/month	68(32.1)	45(46.9)	23(19.8)			
	≥5 times/month	31(14.6)	17(17.7)	14(12.1)		
Current Smoking	Yes	37(17.3)	34(35.4)	3(2.5)	<0.001	
	No	177(82.7)	62(64.6)	115(97.5)		

1)Mean±SD

2)By t-test

3)N(%)

4)By Chi-square

2. 성별에 따른 대사증후군 위험지표, 대사증후군, 나트륨 섭취수준 비교

대사증후군 위험지표인 허리둘레, 수축기혈압, 이완기혈압, 중성지방 농도, HDL-콜레스테롤, 공복혈당, 내장지방면적과 대사증후군 유병율, 나트륨 섭취량을 성별에 따라 비교하여 Table 2에 제시하였다. 허리둘레(남성 93.96 ± 10.54 cm, 여성 84.17 ± 12.78 cm, $p < 0.001$), 수축기 혈압(남성 129.00 ± 14.70 mmHg, 여성 119.60 ± 14.63 mmHg, $p < 0.001$), 이완기 혈압(남성 78.20 ± 10.40 mmHg, 여성 72.29 ± 8.87 mmHg, $p < 0.001$), 중성지방농도(남성 187.70 ± 128.70 mg/dL, 여성 110.00 ± 91.68 mg/dL, $p < 0.001$), 공복혈당(남성 95.85 ± 17.23 mg/dL, 여성 87.14 ± 22.54 mg/dL, $p = 0.002$), 내장지방면적(남성 152.20 ± 56.73 cm², 여성 104.40 ± 58.96 cm², $p < 0.001$)은 남성이 여성보다 유의하게 높았다. HDL-콜레스테롤은 남성 42.65 mg/dL, 여성 48.49 mg/dL로 여성이 남성보다 유의하게 더 높았다($p < 0.001$). 대사증후군 위험지표 보유 개수는 남성 2.07개, 여성 1.78개로 남성이 여성보다 대사증후군 위험지표를 더 많이 보유하고 있었다($p < 0.001$). 대사증후군 유병율은 남성 52.1%, 여성 23.3%로 남성의 대사증후군 위험지표 보유 개수와 대사증후군 유병율이 여성보다 유의하게 높은 것으로 나타났다. 대상자의 총 나트륨 평균 섭취량은 3937.57 mg이었으며 남성 4310.00 mg, 여성 3634.60 mg으로 남성이 여성보다 나트륨을 유의하게 더 많이 섭취하고 있었다($p < 0.001$).

Table 2. Comparison of metabolic risk factors indices and metabolic syndrome and sodium intake level by sex

Variable	Total (N=214)	Male (N=96)	Female (N=118)	P
Waist(cm)	88.56±12.77 ¹⁾	93.96±10.54	84.17±12.78	<0.001²⁾
SBP(mmHg)	123.82±15.35	129.00±14.70	119.60±14.63	<0.001
DBP(mmHg)	74.92±10.00	78.20±10.40	72.29±8.87	<0.001
Triglyceride(mg/dL)	144.98±116.29	187.70±128.70	110.00±91.68	<0.001
HDL-C(mg/dL)	45.86±10.92	42.65±8.01	48.49±12.24	<0.001
Fasting glucose(mg/dL)	91.08±20.73	95.85±17.23	87.14±22.54	0.002
Visceral fat(cm ³)	126.22±62.55	152.20±56.73	104.40±58.96	<0.001
Number of component of the metabolic syndrome	2.07±1.32	2.42±1.27	1.78±1.30	<0.001
Prevalence of Metabolic syndrome	77(36.3) ³⁾	50(52.1)	27(23.3)	<0.001⁴⁾
Sodium intake(mg/d)	3937.57 ±1447.82	4310.00 ±1428.20	3634.60 ±1397.70	0.001

1)Mean±SD

2)By t-test

3)N(%)

4)By Chi-square

SBP: systolic blood pressure, DBP: diastolic blood pressure, HDL-C: HDL-Cholesterol

3. 나트륨 밀도에 따른 대사증후군 지표비교

나트륨 밀도를 2.1 mg/g 이하, 2.1-3.1 mg/g, 3.1 mg/g 이상으로 나누어 세 그룹 간의 대사증후군 지표의 평균 수치를 비교하여 Table 3-Table 6에 제시하였으며 남, 여 각각 살펴보았다. 남성의 결과는 Table 3, Table 4에 제시하였으며 여성의 결과는 Table 5, Table 6에 제시하였다. Table 4, Table 6에서는 나이, 신체활동정도, 음주횟수, 현재 흡연여부를 보정하여 나트륨 밀도에 따른 대사증후군 지표 수치를 비교하였다. 여성의 경우 현재 흡연여부를 제외하고 나이, 신체활동정도, 음주횟수를 보정하였다. 남성의 경우 나트륨 밀도 그룹 간 대사증후군 지표의 평균 수치가 유의적으로 다르지 않았으며 여성에게서만 통계적인 유의성이 관찰되었다. 보정하지 않은 경우 여성에게서 나트륨 밀도가 가장 높은 군(≥ 3.1 mg/g)의 중성지방농도, 공복혈당, 대사증후군 지표 보유 개수, 내장지방면적이 나트륨 밀도가 가장 낮은 군(≤ 2.1 mg/g)에 비해 유의하게 높은 것으로 분석되었다($p < 0.05$). 보정한 경우 나트륨 밀도가 가장 높은 군(≥ 3.1 mg/g)이 나트륨 밀도가 가장 낮은 군(≤ 2.1 mg/g)에 비해 중성지방농도, 공복혈당, 대사증후군 지표 보유 개수가 유의하게 높았으며($p < 0.05$) 내장지방면적에서는 유의성이 발견되지 않았다.

Table 3. Comparison of metabolic risk factors indices and the number of risk factors of metabolic syndrome according to sodium density in male

Variable	Sodium density (sodium/total food consumption, mg/g)		
	≤2.1	2.1-3.1	≥3.1
	(N=11)	(N=42)	(N=43)
Waist(cm)	91.24±3.18	95.36±1.63	93.29±1.61
SBP(mmHg)	130.80±4.69	128.88±2.32	128.74±2.29
DBP(mmHg)	79.80±3.32	78.37±1.64	77.67±1.62
Triglyceride(mg/dL)	191.09±39.12	197.43±20.02	177.14±20.02
HDL-C(mg/dL)	41.73±2.44	42.57±1.25	42.98±1.25
Fasting glucose(mg/dL)	87.36±5.16	96.34±2.67	97.60±2.64
Visceral fat(cm ³)	148.89±17.26	155.57±8.94	149.85±8.73
Number of component of the metabolic syndrome	2.00±0.38	2.60±0.20	2.35±0.19

1)*Significantly different at a 0.05 significance level from the group ≤2.1 by Dunnett multiple comparison test

SBP: Systolic blood pressure, DBP: Diastolic blood pressure, HDL-C: HDL-Cholesterol

Table 4. Multivariate-adjusted comparison of metabolic risk factors indices and the number of risk factors of metabolic syndrome according to sodium density in male

Variable	Sodium density (sodium/total food consumption, mg/g)		
	≤2.1 (N=11)	2.1-3.1 (N=42)	≥3.1 (N=43)
Waist(cm)	94.30±3.37	96.10±1.96	93.48±1.86
SBP(mmHg)	131.91±4.76	128.79±2.64	128.64±2.52
DBP(mmHg)	81.42±3.51	77.82±1.95	76.70±1.85
Triglyceride(mg/dL)	226.94±40.28	221.37±23.46	196.02±22.90
HDL-C(mg/dL)	42.39±2.50	41.44±1.46	41.73±1.42
Fasting glucose(mg/dL)	91.91±4.93	97.90±2.90	96.70±2.76
Visceral fat(cm ²)	160.45±18.52	157.58±10.84	147.37±10.25
Number of component of the metabolic syndrome	2.46±0.38	2.58±0.22	2.20±0.21

1)*Significantly different at a 0.05 significance level from the group ≤2.1 by Dunnett multiple comparison test

2)Adjust for age(in year: 20=<age=<39, 40=<age=<49, 50=<age), physical activity(Low physical activity, Middle physical activity, High physical activity) drinking frequency(in times/week: none, 0-1, 1-4, ≥5), current smoking status(yes, no)

SBP: Systolic blood pressure, DBP: Diastolic blood pressure, HDL-C: HDL-Cholesterol

Table 5. Comparison of metabolic risk factors indices and the number of risk factors of metabolic syndrome according to sodium density in female

Variable	Sodium density (sodium/total food consumption, mg/g)		
	≤2.1	2.1-3.1	≥3.1
	(N=33)	(N=44)	(N=41)
Waist(cm)	81.02±2.20	83.55±1.90	87.38±1.97
SBP(mmHg)	117.63±2.60	119.66±2.21	121.25±2.32
DBP(mmHg)	70.09±1.56	72.61±1.33	73.70±1.40
Triglyceride(mg/dL)	72.16±15.68	111.56±13.53	137.83±13.85*
HDL-C(mg/dL)	49.28±2.18	47.79±1.88	48.61±1.93
Fasting glucose(mg/dL)	79.41±3.90	86.98±3.44	93.34±3.44*
Visceral fat(cm ²)	82.82±10.03	107.98±8.89	119.12±9.35*
Number of component of the metabolic syndrome	1.28±0.22	1.81±0.19	2.12±0.20*

1)*Significantly different at a 0.05 significance level from the group ≤2.1 by Dunnett multiple comparison test

SBP: Systolic blood pressure, DBP: Diastolic blood pressure, HDL-C: HDL-Cholesterol

Table 6. Multivariate-adjusted comparison of metabolic risk factors indices and the number of risk factors of metabolic syndrome according to sodium density in female

Variable	Sodium density (sodium/total food consumption, mg/g)		
	≤2.1	2.1-3.1	≥3.1
	(N=33)	(N=44)	(N=41)
Waist(cm)	80.16±2.10	81.61±1.86	84.29±2.07
SBP(mmHg)	118.41±2.74	120.55±2.38	122.45±2.70
DBP(mmHg)	70.76±1.63	73.16±1.41	74.37±1.60
Triglyceride(mg/dL)	77.83±15.82	116.01±14.19	141.11±15.63*
HDL-C(mg/dL)	50.03±2.29	48.38±2.06	50.49±2.27
Fasting glucose(mg/dL)	82.40±3.56	90.63±3.25	95.44±3.52*
Visceral fat(cm ²)	82.07±9.31	101.97±8.31	106.30±9.45
Number of component of the metabolic syndrome	1.31±0.22	1.76±0.20	2.00±0.22*

1)*Significantly different at a 0.05 significance level from the group ≤2.1 by Dunnett multiple comparison test

2)Adjust for age(in year: 20=<age=<39, 40=<age=<49, 50=<age), physical activity(Low physical activity, Middle physical activity, High physical activity) drinking frequency(in times/week: none, 0-1, 1-4, ≥5)

SBP: Systolic blood pressure, DBP: Diastolic blood pressure, HDL-C: HDL-Cholesterol

4. 나트륨 밀도에 따른 대사증후군 위험지표 및 대사증후군 유병율

나트륨 밀도에 따른 대사증후군 위험지표 유병율(복부비만, 고중성지방혈증, 저HDL콜레스테롤혈증, 공복혈당장애, 고혈압, 내장지방형비만)과 대사증후군 유병율을 남, 여 각각 Table 7과 Table 8에 제시하였다. 나트륨 밀도를 ≤ 2.1 mg/g, 2.1-3.1 mg/g, ≥ 3.1 mg/g으로 나누어 살펴본 결과, 남성의 경우 나트륨 밀도가 증가함에 따라 대사증후군 위험지표 및 대사증후군 유병율이 유의적으로 변하지 않았다. 반면 여성의 경우 나트륨 밀도가 ≤ 2.1 mg/g, 2.1-3.1 mg/g, ≥ 3.1 mg/g으로 증가 할수록 복부비만 유병율이 33.3%, 50.0%, 63.4%로 유의하게 증가하였다($p=0.037$). 또한 대사증후군 유병율도 9.4%, 23.3%, 34.2%로 유의하게 증가하였다($p=0.046$). 고중성지방혈증, 공복혈당장애, 내장지방형비만 유병율의 경우 통계적인 유의성은 없었으나 여성에게서 나트륨 밀도가 높을수록 유병율이 증가하는 경향이 나타났다.

Table 7. Comparison of prevalence of metabolic risk factors and metabolic syndrome by sodium density in male

Variable	Sodium density (sodium/total food consumption, mg/g)			P
	≤2.1 (N=11)	2.1-3.1 (N=42)	≥3.1 (N=43)	
Abdominal obesity (≥90 cm)	6(54.6) ¹⁾	29(69.1)	24(55.8)	0.402 ²⁾
Hypertriglyceridemia (≥150 mg/dL)	6(54.6)	23(54.8)	25(59.5)	0.895
Low HDL-cholesterol (<40 mg/dL)	4(36.4)	16(38.1)	16(38.1)	0.994
Impaired fasting glucose (≥100 mg/dL)	2(18.2)	18(42.9)	16(37.2)	0.322
Hypertension (SBP≥130 mmHg or DBP≤80 mmHg)	4(36.4)	23(54.8)	20(46.5)	0.505
Abdominal visceral obesity (Visceral fat≥102.5 cm ³)	10(90.9)	30(73.2)	30(69.8)	0.363
Metabolic syndrome	4(36.4)	25(59.5)	21(48.8)	0.333

1)N(%)

2)By Chi-square

Table 8. Comparison of prevalence of metabolic risk factors and metabolic syndrome by sodium density in female

Variable	Sodium density (sodium/total food consumption, mg/g)			P
	≤2.1 (N=33)	2.1-3.1 (N=44)	≥3.1 (N=41)	
Abdominal obesity (≥85 cm)	11(33.3)¹⁾	22(50.0)	26(63.4)	0.037²⁾
Hypertriglyceridemia (≥150 mg/dL)	2(6.3)	8(18.6)	11(26.8)	0.076
Low HDL-cholesterol (<50 mg/dL)	20(62.5)	28(65.1)	24(58.5)	0.823
Impaired fasting glucose (≥100 mg/dL)	2(6.3)	9(20.9)	11(26.8)	0.077
Hypertension (SBP≥130 mmHg or DBP≤80 mmHg)	7(21.2)	11(25.0)	15(36.6)	0.294
Abdominal visceral obesity (Visceral fat≥91 cm ³)	12(36.4)	23(54.8)	24(63.2)	0.072
Metabolic syndrome	3(9.4)	10(23.3)	14(34.2)	0.046

1)N(%)

2)By Chi-square

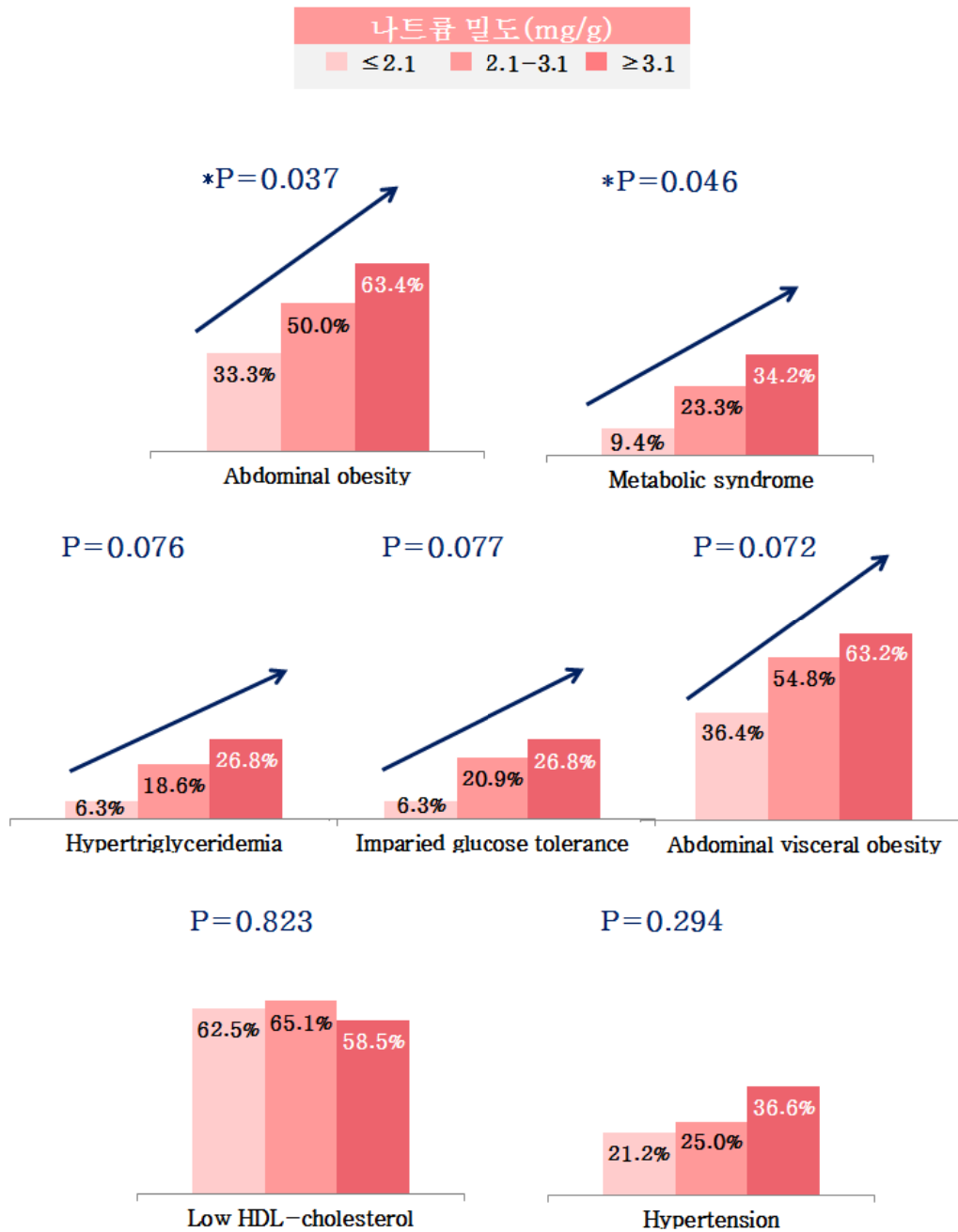


Figure 2. Comparison of prevalence of metabolic risk factors and metabolic syndrome by sodium density in female

5. 나트륨 밀도에 따른 대사증후군 위험지표 및 대사증후군 오즈비

나트륨 밀도에 따른 대사증후군 및 대사증후군 위험지표 유병율의 상대위험도를 연령, 신체활동지수, 음주섭취빈도, 현재 흡연여부를 보정하여 Table 9와 Table 10에서 살펴보았다. 여성의 경우 현재 흡연여부를 제외하고 연령, 신체활동지수, 음주섭취빈도만 이용하여 보정하였다. 나트륨 밀도를 ≤ 2.1 mg/g, 2.1-3.1 mg/g, ≥ 3.1 mg/g으로 나누어 살펴본 결과, 남성은 나트륨 밀도 수준에 따라 대사증후군 위험지표 및 대사증후군 상대위험도의 유의한 차이가 관찰되지 않았다. 반면 여성의 경우 복부비만과 공복혈당장애에서 나트륨 밀도가 증가할수록 상대위험도가 유의하게 증가하는 것으로 관찰되었다. 복부비만의 경우 나트륨 밀도가 3.1 mg/g 이상인 그룹이 2.1 mg/g 이하인 그룹에 비해 유병 상대위험도가 3.10배(95% CI: 1.01-9.55, P trend: 0.049) 높았으며, 공복혈당장애의 유병 상대위험도는 5.98배(95% CI: 1.01-35.25, P trend: 0.049) 높았다. 또한 고중성지방혈증, 내장형 비만, 대사증후군의 상대위험도가 높아지는 경향을 보였으나 통계적인 유의수준에는 미치지 못하였다.

Table 9. Multivariate-adjusted odds ratio of metabolic risk factors and the metabolic syndrome by sodium density in male

Variable	Sodium density (sodium/total food consumption, mg/g)			P trend
	≤2.1	2.1-3.1	≥3.1	
	(N=11)	(N=42)	(N=43)	
Abdominal obesity (≥90 cm)	1.00	1.26 (0.25-6.34)	0.61 (0.12-2.98)	0.239
Hypertriglyceridemia (≥150 mg/dL)	1.00	0.79 (0.16-4.01)	0.83 (0.17-4.12)	0.912
Low HDL-cholesterol (<40 mg/dL)	1.00	0.68 (0.13-3.67)	0.77 (0.15-3.99)	0.914
Impaired fasting glucose (≥100 mg/dL)	1.00	2.43 (0.28-21.31)	1.15 (0.14-9.75)	0.469
Hypertensive (SBP≥130 mmHg or DBP≤80 mmHg)	1.00	1.60 (0.26-9.79)	0.98 (0.17-5.83)	0.535
Abdominal visceral obesity (Visceral fat≥102.5 cm ³)	1.00	0.15 (0.02-1.60)	0.12 (0.01-1.26)	0.103
Metabolic syndrome	1.00	1.70 (0.28-10.37)	0.74 (0.12-4.49)	0.251

1) Data are presented as OR(95% CI)

2) Adjust for age(in year: 20=<age=<39, 40=<age=<49, 50=<age), physical activity(Low physical activity, Middle physical activity, High physical activity) drinking frequency(in times/week: none, 0-1, 1-4, ≥5), current smoking status(yes, no)

Table 10. Multivariate-adjusted odds ratio of metabolic risk factors and the metabolic syndrome by sodium density in female

Variable	Sodium density (sodium/total food consumption, mg/g)			P trend
	≤2.1	2.1-3.1	≥3.1	
	(N=33)	(N=44)	(N=41)	
Abdominal obesity (≥85 cm)	1.00	1.80 (0.61-5.28)	3.10 (1.01-9.55)	0.049
Hypertriglyceridemia (≥150 mg/dL)	1.00	3.29 (0.62-17.50)	4.59 (0.86-24.66)	0.076
Low HDL-cholesterol (<50 mg/dL)	1.00	1.22 (0.45-3.29)	0.72 (0.26-1.98)	0.499
Impaired fasting glucose (≥100 mg/dL)	1.00	3.32 (0.56-19.63)	5.98 (1.01-35.25)	0.044
Hypertensive (SBP≥130 mmHg or DBP≤80 mmHg)	1.00	1.32 (0.40-4.36)	2.62 (0.78-8.72)	0.103
Abdominal visceral obesity (Visceral fat≥91 cm ³)	1.00	2.11 (0.73-6.08)	2.69 (0.87-8.31)	0.086
Metabolic syndrome	1.00	2.41 (0.56-10.37)	3.71 (0.89-15.58)	0.070

1) Data are presented as OR(95% CI)

2) Adjust for age(in year: 20=<age=<39, 40=<age=<49, 50=<age), physical activity(Low physical activity, Middle physical activity, High physical activity) drinking frequency(in times/week: none, 0-1, 1-4, ≥5)

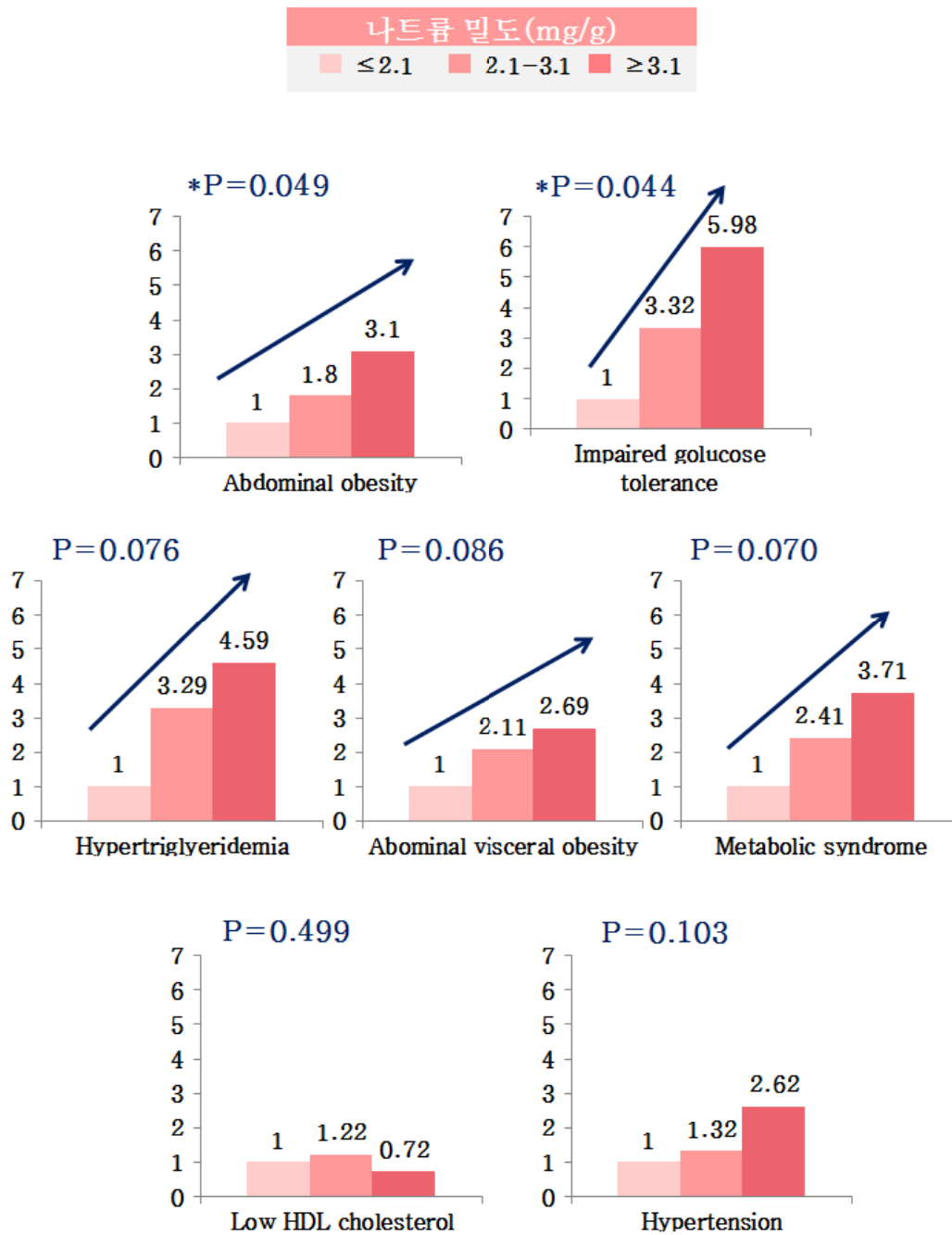


Figure 3. Multivariate-adjusted odds ratio of metabolic risk factors and metabolic syndrome by sodium density in female

IV. 고 찰

개정된 NCEP 진단기준을 적용하여 대사증후군 유병율을 분석한 Hong 등(2015)의 연구에 따르면, 우리나라 만 20세 성인의 대사증후군 유병율이 1998년 24.9%, 2001년 29.2%, 2005년 30.4%, 2007년 31.3%로 유의하게 증가하고 있었다. 또한 우리나라는 비만 유병율이 꾸준히 높은 수준을 유지하고 있으며 만성질환 유병율은 지속적으로 증가하고 있는 추세이다(Ministry of Health and Welfare/Korea Centers for Disease Control & Prevention 2013). 2013년 한국의 나트륨 섭취 수준이 WHO 권장량의 2배 수준인 점과 나트륨 섭취가 비만, 심혈관계 질환, 당뇨병 등의 발병 위험을 높인다는 연구결과(Yi 등 2014, Yoon 등 2013, Hu 등 2005, Tuomilehto 등 2001)가 국내외에서 지속적으로 보고됨을 고려할 때에 나트륨 섭취와 대사증후군과의 상관성에 대한 연구가 필요하다고 사료된다. 나트륨 섭취와 비만과 대사증후군 및 대사증후군 관련 지표와의 상관성에 대해 보고한 국내 연구들이 있지만 1회의 24시간 회상법 또는 24시간 소변 분석을 사용하여 나트륨 섭취의 일간변이를 반영하지 못하였고 내장지방 지표 분석이 이루어지지 않은 한계가 있다. 따라서 본 연구는 상기 연구들의 문제점을 보완하여 3-5일 식사일기 자료와 복부 CT를 통한 내장지방면적 지표를 추가하여 나트륨 섭취량과 대사증후군, 특히 복부비만과의 상관성을 분석하고자 하였다.

본 연구에서 성별에 따른 대사증후군 위험지표, 대사증후군 유병율, 나트륨 섭취수준을 비교한 결과 남성이 여성보다 허리둘레, 혈압, 공복혈당, 중성지방 수치와 내장지방면적이 더 높고 HDL-콜레스테롤 수치는 낮은 것으로 확인되었다. 또한 남성이 여성보다 나트륨을 더 많이 섭취하고 있으며, 대사증후군 비율은 2배 이상 높았다. 국민건강영양통계 보고서 중 2013년 만 19세 이상 성인의 허리둘레, 혈압, 공복혈당, 중성지방농도, HDL-콜레스

테를, 나트륨 섭취량 분포를 남, 여 별로 비교 분석한 자료에서도 역시 남성이 여성에 비해 허리둘레, 혈압, 공복혈당, 중성지방농도와 나트륨 섭취량이 상대적으로 높으며 HDL-콜레스테롤은 상대적으로 낮은 경향을 보였다 (Ministry of Health and Welfare/Korea Centers for Disease Control & Prevention 2013). 2013년 국민건강영양조사 분석 자료를 통해 본 연구에 참여한 대상자의 성별 간 대사증후군 위험지표 수치, 나트륨 섭취량의 차이가 한국인의 성별 간 대사증후군 위험지표 수치, 나트륨 섭취량의 차이와 일관됨을 확인할 수 있었다. 본 연구에서 남성의 대사증후군 유병율과 대사증후군 위험지표 수준이 여성보다 높게 나타났는데, 이는 높은 BMI와 음주, 흡연, 높은 나트륨 섭취량에 의한 것으로 사료된다. 대사증후군 위험예측 인자를 분석한 코호트 연구(Kang 2015)에서는 BMI가 대사증후군 발생 위험 예측 인자로 분석되었으며, BMI가 높을수록 2년 이내 대사증후군 발병 확률이 1.367배 증가 되었다. 본 연구에서는 남성이 여성보다 BMI가 유의하게 높았으며 남성의 평균 BMI 수치는 $27.12 \pm 4.05 \text{ kg/m}^2$ 로 비만에 속하는 수준이었다. 또한 다수의 연구에서 신체활동, 흡연, 음주 등이 대사증후군에 영향을 미칠 수 있음을 보고하였는데(Park 등 2015, Sayuri 등 2010, Lee 등 2010, OH 등 2005, Lee 등 2005), 본 연구에서 한 달에 음주횟수가 1회 이상인 비율이 남성이 여성보다 약 2배 높았으며 흡연비율도 남성이 여성보다 약 14배 높았다.

본 연구에서는 나트륨과 복부비만과의 상관성을 분석하기 위해 내장지방 면적 지표를 사용하였다. 다수의 연구에서 지방분포, 특히 내장지방이 대사증후군, 관상동맥질환 등과 같은 비만관련 질환의 위험을 높인다고 알려졌다(Fox 등 2007, Kim 등 2006, Kobayashi 등 2001, Carr 등 2004). Fox 등 (2007)의 연구에서 피하지방(Subcutaneous abdominal adipose tissue, SAT), 내장지방(Visceral adipose tissue, VAT)과 대사증후군 요소와의 관

련성에 대해 분석한 결과 VAT의 표준편차가 1 증가할 때마다 대사증후군 상대위험도가 남성, 여성 각각 4.2배, 4.7배 상승하였다. SAT도 표준편차가 1 증가할 때 마다 대사증후군 위험도가 남성, 여성 각각 2.5배, 3.0배 상승하였지만 VAT에 대한 대사증후군 유병 상대위험도 값이 SAT에 대한 대사증후군 유병 상대위험도 값보다 유의하게 컸다. 대사증후군 위험요소도 마찬가지로 VAT와 SAT의 표준편차가 1 증가할 때마다 수축기 혈압, 이완기 혈압, 공복혈당, 중성지방, HDL-콜레스테롤 농도가 증가했으나 대사증후군 위험요소 수치에 미치는 영향은 VAT가 더 컸다. BMI와 허리둘레를 보정한 후에는 내장지방에서만 대사증후군 및 대사증후군 관련 지표에 영향을 끼치는 것을 확인 할 수 있었다. 본 연구 결과 여자에게서 보정하지 않은 경우에서만 나트륨과 내장지방면적 간의 상관성을 확인할 수 있었으며, 나트륨 밀도가 3.1 mg/g 이상인 그룹의 내장지방면적이 119.12 cm²로 나트륨 밀도가 2.1 mg/g 이하인 그룹에 비해 유의하게 높았다. 또한 통계적으로 유의하지 않았지만 나트륨 밀도가 증가할수록 내장지방형 비만 유병율과 상대위험도가 증가하는 경향을 보였다. 따라서 본 연구에서는 유의한 상관성을 띄고 있지 않지만 나트륨 섭취와 내장지방형비만과의 연관성이 있을 수 있음을 살펴볼 수 있었다. 국내에서는 나트륨 섭취량과 내장지방면적과의 상관성을 살펴본 연구가 없으나 나트륨 과잉섭취와 허리둘레를 이용한 복부비만과의 연관성에 대해 살펴본 연구가 보고 되었다(Yoon 등 2013). Yoon 등(2013)의 연구에서는 나트륨 밀도를 5분위수로 나누어 허리둘레 수치와 복부비만 위험도를 분석하였다. 연구 결과, 나트륨 밀도가 증가 할수록 성인의 허리둘레가 80.7 cm에서 82 cm로 유의하게 증가하였으며 성인의 복부비만 위험도가 증가하는 경향을 보였다. 본 연구에서는 통계적으로 유의하지는 않았지만 나트륨 밀도가 증가할수록 허리둘레 수치가 증가하는 패턴을 보였으며 복부비만 유병율은 유의하게 증가하였다. 또한 복부비만 위험도가 1.8배(95% 신

퇴구간: 0.61-5.28), 3.10배(95% 신뢰구간: 1.01-9.55)로 높아지는 것을 관찰하였으며 나트륨 밀도가 3.1 mg/g 이상인 그룹에서 통계적인 유의성을 발견하였다. 따라서 나트륨 섭취가 칼로리와 독립적으로 복부비만에 영향을 미친다는 것을 확인하였다. 나트륨 섭취가 복부비만에 영향을 미치는 기전에 대해서는 명확하게 밝혀진 바가 없으나 Fonseca-Alaniz 등(2007)은 동물 실험을 통해 고나트륨 섭취가 혈중 렙틴 농도를 증가시키고 복부 지방세포의 크기를 증가시킨다고 보고하였다. 복부비만, 특히 내장지방으로부터 방출된 유리지방산은 간에 유입되어 당신생합성과 간의 인슐린 저항성을 증가시키고 중성지방농도 합성을 촉진시킬 수 있다(Westphal 등 2008, Stolar 등 2007, Gastaldelli 등 2007, Kershaw 등 2004). 복부비만이 대사에 미치는 영향과 본 연구에서 나트륨이 복부비만에 부정적인 영향을 미칠 수 있음을 고려하였을 때, 대사증후군 및 대사증후군 관련 질환 예방을 위해 나트륨 섭취 감소가 중요하다고 사료된다.

고나트륨 섭취는 비만 및 복부비만 뿐 아니라 단면연구를 통해 대사증후군, 인슐린저항성, 고중성지방혈증과의 상관성에 대해 보고된 바 있다(Oh 등 2015, Baudrand 등 2014). Oh 등(2015)은 우리나라 국민건강영양조사 4-5기(2008-2011년)에 참여하였던 만 20세 성인 18,146명을 대상으로 1회 소변 나트륨 배설량과 대사증후군 및 대사증후군 관련지표와의 상관성을 분석하였다. 1회 소변 나트륨 배설량을 4분위 수로 나누어 살펴본 결과, 1회 소변 나트륨 배설량이 증가 할수록 수축기 혈압, 이완기 혈압이 유의하게 증가하였으며 중성지방농도, 공복혈당과는 양의 선형관계를 나타내었다. 허리둘레의 경우 나트륨 배설량과 양의관계, HDL-콜레스테롤과는 음의 관계를 보였다. 또한 인슐린 농도와 HOMA-IR, 대사증후군 위험요소 보유 개수와도 유의한 연관성이 있음을 확인하였다. 1회 소변 나트륨 배설량에 따른 대사증후군 상대위험도를 분석한 결과에서는 나트륨 배설량이 가장 낮은 그

룹 보다 나트륨 배설량이 2분위 수(3.4-4.1 g/day), 3분위 수(4.1-5.0 g/day), 4분위 수(5.2-6.5 g/day)에 속하는 그룹의 대사증후군 유병 상대위험도가 유의하게 높았다. 본 연구에서도 여성에게서 복부비만 이외에 대사증후군, 공복혈당장애가 고염섭취와 상관성이 있다는 것을 확인하였으며 고중성지방혈증과의 연관성도 살펴볼 수 있었다. 나트륨 밀도가 3.1 mg/g 이상인 그룹이 나트륨 밀도가 2.1 mg/g 이하인 그룹에 비해 중성지방농도, 공복혈당 수치, 대사증후군 위험요소 보유 개수가 나이, 신체활동지수, 음주횟수를 보정한 후에도 유의하게 높았다. 나트륨 밀도에 따른 대사증후군 위험지표 및 대사증후군의 유병율을 살펴본 결과, 나트륨 밀도가 ≤ 2.1 mg/g, 2.1-3.1 mg/g, ≥ 3.1 mg/g로 증가할수록 대사증후군 유병율이 9.4%, 23.3%, 34.2%로 유의하게 증가하였다. 또한 나트륨 밀도에 따른 대사증후군 상대위험도의 경우 통계적인 유의성은 없었으나 대사증후군 위험도가 증가하는 양상을 보였다. 공복혈당의 경우, 나트륨 밀도가 높아질수록 공복혈당 유병율이 증가하는 경향을 보였으며 나트륨 밀도가 3.1 mg/g 이상인 그룹이 2.1 mg/g이하인 그룹에 비해 공복혈당장애발생 위험도가 3.98배 높았다. 나트륨 밀도에 따른 고중성지방혈증 유병율과 상대위험도는 통계적으로 유의하지 않지만 증가하는 경향을 보였다. Rhee 등(2014)의 연구에서도 본 연구와 마찬가지로 여자에게서만 나트륨 섭취 수준과 대사증후군과의 상관성에 대해 살펴볼 수 있었다. Rhee 등(2014)은 대사증후군 위험요인 보유 개수에 따른 24시간 소변 나트륨 배설량과 24시간 소변 나트륨 배설량에 따른 대사증후군 유병율을 남, 여 각각 비교하였다. 연구 결과, 대사증후군 위험요인 보유 개수가 3개인 그룹의 24시간 나트륨 배설량이 대사증후군 위험요인 보유 개수가 2개인 그룹보다 유의하게 높은 수준임을 여자에게서 확인할 수 있었다. 또한 24시간 소변 나트륨 배설량을 3분위 수로(<140 mmol/day, 140-192 mmol/day, >192 mmol/day) 나누어 각 그룹에 따른 대사증후군 유병율을 살펴보았을

때, 여자에게서만 각 그룹 간 대사증후군 유병율의 유의적인 차이를 보였으며 1분위 수 4.6%, 2분위 수 22.2%, 3분위 수 18.5%의 유병율을 나타냈다.

본 연구는 허리둘레 이외에 복부비만 지표로써 대사증후군 관련 질환에 영향을 미치는 내장지방면적을 이용하였으며 나트륨 섭취량의 일간변이를 반영하였다. 나트륨 밀도의 개념을 이용한 Yoon 등(2013)의 연구보다 대상자 수는 적지만 본 연구의 성별 간 대사증후군 위험지표 차이가 2013년 국민건강영양조사에서 보고한 성별 간 차이와 다르지 않았으며 칼로리와 독립적으로 높은 나트륨 섭취수준이 복부비만, 공복혈당장애, 대사증후군과의 상관성이 있음을 확인하였다. 더불어 내장지방형비만과 고중성지방혈증과의 연관성도 살펴볼 수 있었다. 하지만 본 연구는 몇 가지 제한점이 뒤따르고 있다. 첫째, 여성에게서 칼로리 섭취와 독립적으로 높은 나트륨 섭취수준이 복부비만, 공복혈당, 대사증후군과의 상관성이 있음을 확인하였지만 단면연구의 한계로 인해 나트륨 섭취가 직접적으로 영향을 끼치는지는 불명확하다. 따라서 나트륨 섭취와 대사증후군 및 대사증후군 위험지표와의 인과관계를 명확히 파악하기 위해 코호트 연구와 무작위 대조군 연구가 필요할 것으로 보인다. 둘째, 여성에게서 나트륨 섭취와 복부비만, 공복혈당 장애, 대사증후군과의 상관성을 확인할 수 있는 반면 남성에게서는 나트륨 섭취와 대사증후군 및 대사증후군 위험지표 간의 상관성을 확인할 수 없었다. 이는 여성의 경우 각 나트륨 밀도 그룹 간의 대상자 수가 비교적 고루 분포되었으나 남성의 경우 나트륨 밀도가 가장 낮은 그룹(≤ 2.1 mg/g)의 대상자 수가 11명으로 다른 그룹에 비해 대상자 수가 상대적으로 적어 통계적인 유의성이 나타나지 않았을 것으로 예상된다. 또한 나트륨 섭취량의 경우 남성이 여자에 비해 섭취량이 많았는데도 불구하고 남성에게서 유의한 결과가 나오지 않는 이유는 염도보다 나트륨 절대 섭취량이 대사지표에 더 큰 영향을 미쳤을 것이라 짐작해 볼 수 있다. 따라서 나트륨 절대 섭취량과 나트륨 밀

도 중 어느 것이 대사지표에 영향을 크게 미치는지에 대해 살펴보기 위한 추가 연구가 필요하다고 사료된다.

본 연구는 여성에게서 고염섭취가 칼로리와 독립적으로 복부비만, 공복혈당장애, 대사증후군 위험을 높일 수 있는 요인임을 확인하였으며 내장지방형비만, 고중성지방혈증과의 연관성도 살펴볼 수 있었다. 따라서 대사증후군 및 관련 위험지표의 위험을 낮추기 위해 나트륨 섭취 감소에 대한 지속적인 노력이 필요하다고 사료된다. 또한 향후 코호트 및 무작위 대조군 연구를 통해 고염섭취가 대사증후군 및 관련 위험지표에 직접적으로 부정적인 영향을 끼치는지에 대하여 명확한 근거를 확립할 필요가 있다고 보인다.

V. 요약 및 결론

본 연구는 선행연구들의 문제점을 보완하여 3-5일간의 식사일기를 바탕으로 나트륨 섭취량을 파악하고 내장지방면적을 반영하여 한국인을 대상으로 나트륨 섭취량에 따른 대사증후군 및 관련 위험지표 유병율, 특히 복부비만을 비교하고자 시행하였다. 대상자는 본 연구 기준을 충족하는 총 214명을 대상으로 하였다.

1. 남성과 여성의 나이는 비슷했으며 BMI는 남성에게서 유의하게 높았다 ($p < 0.001$). 신체활동정도는 성별간의 차이가 없었으며 음주횟수 분포에서는 남성이 여성보다 ‘한 달에 1-4회’, ‘한 달에 5회 이상’ 술 마시는 횟수가 많았다 ($p < 0.001$). 현재 흡연여부의 경우 현재 흡연을 하는 사람의 비율이 남성이 여성보다 유의하게 많았다 ($p < 0.001$).

2. 남성이 여성보다 허리둘레, 수축기혈압, 이완기혈압, 중성지방, 공복 혈당, 내장지방면적, 대사증후군 위험지표 보유 개수, 나트륨 섭취량, 대사증후군 비율은 유의하게 높았으며 HDL-콜레스테롤 수치는 유의하게 낮았다 ($p < 0.001$).

3. 나트륨 밀도에 따른 대사증후군 지표를 비교한 결과 남성에게서는 유의한 결과가 관찰되지 않았다. 여성의 경우 나트륨 밀도가 가장 높은 그룹 (≥ 3.1 mg/g)이 가장 낮은 그룹 (≤ 2.1 mg/g)에 비해 중성지방농도, 공복혈당, 대사증후군 보유 개수, 내장지방면적이 유의하게 높았다 ($p < 0.05$). 나이, 신체활동정도, 음주횟수를 보정한 후에는 여성에서 나트륨 밀도가 가장 높은 그룹 (≥ 3.1 mg/g)이 가장 낮은 그룹 (≤ 2.1 mg/g)에 비해 중성지방농도, 공복

혈당, 대사증후군 보유 개수가 유의하게 높았으며($p < 0.05$) 내장지방면적에서는 관찰되지 않았다.

4. 나트륨 밀도에 따른 대사증후군 위험지표 및 대사증후군 유병율을 살펴본 결과 여성에게서만 유의적인 결과가 관찰되었다. 여성의 경우, 나트륨 밀도가 증가할수록 복부비만 유병율($p=0.037$)과 대사증후군 유병율($p=0.046$)이 유의하게 증가하였다. 또한 유의성은 없었으나 여성에게서 고중성지방혈증, 공복혈당장애, 내장지방형비만 유병율이 나트륨 밀도가 높을수록 증가하는 경향이 나타났다.

5. 연령, 신체활동지수, 음주섭취빈도, 현재 흡연상태(여성의 경우 제외)를 보정하여 나트륨 밀도에 따른 대사증후군 위험지표 유병율 및 대사증후군 유병율 상대위험도를 분석한 결과 여성에게서만 유의한 결과가 나타났다. 여성의 복부비만 경우 나트륨 밀도가 3.1 mg/g 이상인 그룹이 2.1 mg/g 이하인 그룹에 비해 상대위험도가 3.10배(95% CI: 1.01-9.56, P trend: 0.049) 높았으며, 공복혈당장애는 5.98배(95% CI: 1.01-35.25, P trend: 0.044) 높았다.

이상 결과로 여성에게서 고염섭취가 칼로리와 독립적으로 복부비만, 공복혈당장애, 대사증후군 위험을 높일 수 있는 요인임을 확인하였으며 내장지방형비만, 고중성지방혈증과의 연관성도 살펴볼 수 있었다. 따라서 대사증후군 및 관련 위험지표의 위험을 낮추기 위해 나트륨 섭취 감소에 대한 지속적인 노력이 필요하다고 사료된다. 또한 향후 코호트 및 무작위 대조군 연구를 통해 고염섭취가 대사증후군 및 관련 위험지표에 직접적으로 부정적인 영향을 끼치는지에 대하여 명확한 근거를 확립할 필요가 있다고 보인다.

참 고 문 헌

- Baudrand R, Campino C, Carvajal CA, Olivieri O, Guidi G, Faccini G, Vöhringer PA, Cerda J, Owen G, Kalergis AM, Fardella CE (2014): High sodium intake is associated with increased glucocorticoid production, insulin resistance and metabolic syndrome, *Clin Endocrinol (Oxf)*. 80(5): 677-84
- Carr DB, Utzschneider KM, Hull RL, Kodama K, Retzlaff BM, Brunzell JD, Shofer JB, Fish BE, Knopp RH, Kahn SE (2004): Intra-abdominal fat is a major determinant of the National Cholesterol Education Program Adult Treatment Panel III criteria for the metabolic syndrome. *Diabetes* 53(8): 2087-94.
- Chung HK, Kang JH, Shin MJ (2010): Assessment for Nutrient Intakes in Korean Women according to Obesity and Metabolic Syndrome. *Korean J Community Nutr* 15(5): 694-703
- Després JP (1998): The insulin resistance-dyslipidemic syndrome of visceral obesity: effect on patients' risk. *Obes Res*. 6 :8S-17S.
- Examination Committee of Criteria for 'Obesity Disease' in Japan; Japan Society for the Study of Obesity (2002): New criteria for 'obesity disease' in Japan. *Circ J*. 66(11): 987-92

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 16;285(19): 2486-97

Fonseca-Alaniz MH, Brito LC, Borges-Silva CN, Takada J, Andreotti S, Lima FB (2007): High dietary sodium intake increases white adipose tissue mass and plasma leptin in rats. Obesity (Silver Spring)15(9): 2200-8

Fox CS, Massaro JM, Hoffmann U, Pou KM, Maurovich-Horvat P, Liu CY, Vasan RS, Murabito JM, Meigs JB, Cupples LA, D'Agostino RB Sr, O'Donnell CJ (2015): Abdominal Visceral and Subcutaneous Adipose Tissue Compartments-Association With Metabolic Risk Factors in the Framingham Heart Study. Circulation. 116(1): 39-48

Gastaldelli A, Cusi K, Pettiti M, Hardies J, Miyazaki Y, Berria R, Buzzigoli E, Sironi AM, Cersosimo E, Ferrannini E, DeFronzo RA (2007): Relationship between hepatic/visceral fat and hepatic insulin resistance in nondiabetic and type 2 diabetic subjects. Gastroenterology 133(2): 496-506

Grundy SM, Cleeman JI, Daniels SR, Donato KA, Eckel RH, Franklin BA, Gordon DJ, Krauss RM, Savage PJ, Smith SC Jr, Spertus JA,

Costa F; American Heart Association; National Heart, Lung, and Blood Institute (2005): Diagnosis and management of the metabolic syndrome: an American Heart Association/National Heart, Lung, and Blood Institute Scientific Statement. *Circulation*. 112(17): 2735-52

Hoffmann IS, Cubeddu LX (2009): Salt and the metabolic syndrome. *Nutr Metab Cardiovasc Dis* 19(2): 123-128

Hong AR, Lim S (2015): Clinical characteristics of metabolic syndrome in Korea, and its comparison with other Asian countries. *J Diabetes Investig* 6(5): 508-15

Hu G, Jousilahti P, Peltonen M, Lindström J, Tuomilehto J (2005): Urinary sodium and potassium excretion and the risk of type 2 diabetes: a prospective study in Finland. *Diabetologia* 48(8): 1477-83

Hwang YC, Jee JH, Oh EY, Choi YH, Lee MS, Kim KW, Lee MK (2009): Metabolic syndrome as a predictor of cardiovascular disease and type 2 diabetes in Koreans. *International Journal of Cardiology* 134(3): 313-21

Isomaa B, Almgren P, Tuomi T, Forsén B, Lahti K, Nissén M, Taskinen MR, Groop L (2001): Cardiovascular morbidity and mortality associated with the metabolic syndrome. *Diabetes Care*. 24(4): 683-9

- Jiang L, Jung YY, Kim HS, Nam GS, Yun JS, Kim JW, Lee YK (2015):
A Comparison of Salty Taste Assessment, Dietary Attitude and
Dietary Behavior among Adult and Senior Women by Region and by
Age in Korea. *Korean J Community Nutr* 20(2): 109-119
- Jung YS, Lim HJ, Kim SB, Kim HJ, Son SM (2014): Blood Pressure and
Dietary Related Factors Associated High Sodium Intake Assessed
with 24-hour Urine Analysis for Korean Adults. *Korean J Community
Nutr* 19(6): 537-549
- Kang YJ (2015): A Prospective Cohort Study on Predictive Risk Factors
Causing Metabolic Syndrome within the First Two Years. *Korean J
Obes* 24(3): 148-155
- Kershaw EE, Flier JS (2004): Adipose tissue as an endocrine organ. *J
Clin Endocrinol Metab* 89(6): 2548-56
- Kim HH, Lee YK (2013): Analysis of presumed sodium intake of office
workers using 24-hour urine analysis and correlation matrix between
variables. *Korean J Nutr* 46(1): 26-33
- Kim JA, Choi JC, Yum KS (2006): Cut-off values of visceral fat area
and waist circumference: diagnostic criteria for abdominal obesity in a
Korean population. *J Korean Med Sci* 21(6): 1048-53

Kobayashi H, Nakamura T, Miyaoka K, Nishida M, Funahashi T, Yamashita S, Matsuzawa Y (2001): Visceral fat accumulation contributes to insulin resistance, small-sized low-density lipoprotein, and progression of coronary artery disease in middle-aged non-obese Japanese men. *Jpn Circ J* 65(3): 193-9

Lakka HM, Laaksonen DE, Lakka TA, Niskanen LK, Kumpusalo E, Tuomilehto J, Salonen JT (2002): The metabolic syndrome and total and cardiovascular disease mortality in middle-aged men. *JAMA*. 288(21): 2709-16

Lee MY, Kim MY, Kim SY, Kim JH, Kim BH, Shin JY, Shin YG, Yun JH, Ryu SY, Lee TY, Koh SB, Chung CH (2010): Association between alcohol intake amount and prevalence of metabolic syndrome in Korean rural male population. *Diabetes Research and Clinical Practice* 88(2): 196-202

Lee WY, Jung CH, Park JS, Rhee EJ, Kim SW (2005): Effects of smoking alcohol, exercise, education, and family history on the metabolic syndrome as defined by ATPIII. *Diabetes Research and Clinical Practice* 67(1): 70-7

Meigs JB (2000): Invited commentary: insulin resistance syndrome? syndrome X? multiple metabolic syndrome? a syndrome at all? factor analysis reveals patterns in the fabric of correlated metabolic risk

factors. *Am J Epidemiol*, 152(10): 908-11

Ministry of Health and Welfare/Korea Centers for Disease Control & Prevention (2013): Korea Health Statistics 2013: Korea National Health and Nutrition Examination Survey (KNHANES VI-1)

Moon HK, Kong JE (2010): Assessment of Nutrient Intake for Middle Aged with and without Metabolic Syndrome Using 2005 and 2007 Korean National Health and Nutrition Survey. *Korean J Nutr* 43(1): 69-78

Oh SW, Park HS, Yoo SJ, Lee WY, Park CY, Lee SY, Yoon YS, Lee US, Kim YY, Kim YJ, Park SS (2010): Cut-off Point for Defining Obesity in Korea. Korea Health Promotion Foundation. pp. 65

Oh SW, Yoon YS, Lee ES, Kim WK, Park CY, Lee SY, Jeong EK, Yoo TW (2005): Association Between Cigarette Smoking and Metabolic Syndrome. *Diabetes Care* 28(8): 2064-6

Park SN, Kim SJ, Lee MN, Kang KA (2015): Prevalence and Associated Factors of Metabolic Syndrome Among South Korean Adults. *Journal of Community Health Nursing* 32(1): 24-38

Powles J, Fahimi S, Micha R, Khatibzadeh S, Shi P, Ezzati M, Engell RE, Lim SS, Danaei G, Mozaffarian D; Global Burden of Diseases

Nutrition and Chronic Diseases Expert Group (NutriCoDE) (2013): Global, regional and national sodium intakes in 1990 and 2010: a systematic analysis of 24 h urinary sodium excretion and dietary surveys worldwide. *BMJ Open* 23:3(12): e003733

Räisänen JP, Silaste ML, Kesäniemi YA, Ukkola O (2012): Increased daily sodium intake is an independent dietary indicator of the metabolic syndrome in middle-aged subjects. *Ann Med.* 44(6): 627-34

Rhee MY, Kim JH, Kim YS, Chung JW, Bae JH, Nah DY, Kim YK, Lee MM, Lim CY, Byun JE, Park HK, Kang BW, Kim JW, Kim SW (2014): High sodium intake in women with metabolic syndrome. *Korean Circ J* 44(1): 30-6

Sayuri Katano, Yasuyuki Nakamura, Aki Nakamura, Yoshitaka Murakami, Taichiro Tanaka, Hideaki Nakagawa, Toru Takebayashi, Hiroshi Yamato, Akira Okayama, Katsuyuki Miura, Tomonori Okamura, Hirotugu Ueshima (2010): Relationship among Physical Activity, Smoking, Drinking and Clustering of the Metabolic Syndrome Diagnostic Components, *Journal of Atherosclerosis and Thrombosis* 17(6): 644-50

Song HJ, Cho YG, Lee HJ (2013): Dietary sodium intake and prevalence of overweight in adults. *Metabolism* 62(5): 703-8

Song DY, Park JE, Sim JE, Lee JE (2013): Trends in the major dish groups and food groups contributing to sodium intake in the Korea National Health and Nutrition Examination Survey 1998-2010. Korean J Nutr 46(1): 72-85

Statistic Korea (2015): 2014 report on the cause of death statistics. Statistics Korea. pp.5

Stolar M (2007): Metabolic syndrome: controversial but useful. Cleve Clin J Med 74(3): 199-202, 205-8

Tuomilehto J, Jousilahti P, Rastenyte D, et al (2001): Urinary sodium excretion and cardiovascular mortality in Finland: a prospective study. Lancet 357(9259): 848-51

Westphal SA (2008): Obesity, abdominal obesity, and insulin resistance. Clin Cornerstone 9(1) :23-29

Willet W(2013): 영양역학. 한국역학회 영양역학연구회 옮김. 교문사. pp38

Yi SS, Kansagra SM (2014): Associations of Sodium Intake with obesity, Body Mass Index, Waist Circumference, and Weight, Am J Prev Med 46(6): e53-e55

Yoo HJ, Kim YH (2008): A Study on the Characteristics of Nutrient

Intake in Metabolic Syndrome Subjects. Korean J Nutr 41(6): 510-517

Yoon YS, Oh SW (2013): Sodium density and obesity; the Korea National Health and Nutrition Examination Survey 2007-2010. Eur J Clin Nutr. 67(2):141-6

ABSTRACT

Comparison of metabolic risk factors and metabolic syndrome according to sodium intake levels

Kim, Hyun Jung

Department of Food & Nutrition

Graduate School

Sungshin Women's University

We conducted a cross-sectional study to investigate metabolic risk factors and metabolic syndrome according to sodium intake levels in a convenience sample of 214 Korean adults (male 96, female 118) aged over 20 years. We used 3-5 days of diet records to reflect routine sodium intake. Sodium intake was recalculated to sodium density (sodium intake (mg)/total food consumption (g)) to reflect diet's overall saltiness. Metabolic risk factors including waist, visceral fat through computed tomography (CT), SBP (Systolic Blood Pressure), DBP (Diastolic Blood Pressure), triglyceride, HDL-cholesterol, and fasting glucose were also measured. These metabolic syndrome risk factors and metabolic syndrome were compared according to sodium density (≤ 2.1 mg/day, 2.1-3.1 mg/day, ≥ 3.1 mg/day).

The prevalence of abdominal obesity, metabolic syndrome were found

to be significantly deteriorated as the sodium density increase in female. In addition, multivariate-adjusted model showed that the highest sodium density group were significantly associated with increased risk of abdominal obesity($OR_{\geq 3.1vs\leq 2.1}=3.10$, 95% CI: 1.01-9.55, P trend: 0.049) and fasting glucose tolerance($OR_{\geq 3.1vs\leq 2.1}=5.98$, 95% CI:1.01-35.25, P trend: 0.044). However we could not find that sodium density is associated with metabolic syndrome risk factors and metabolic syndrome in male. In conclusion, high sodium intake levels was associated with abdominal obesity, fasting glucose tolerance and metabolic syndrome independent of calorie intake in female.

The current study findings found that high sodium intake may be a risk factor affecting impaired glucose tolerance and metabolic syndrome negatively independent of calories in female. Therefore we need to have sustained efforts on reducing sodium intake level to reduce the risk of metabolic syndrome and metabolic syndrome risk factor.