

2010년~2014년 국민건강영양조사 자료를 이용한 성인의 나트륨 섭취와 비만과의 관련성*

천세영 · 왕혜원 · 이화정 · 황경미 · 윤혜성 · 강윤정[†]

식품의약품안전평가원 영양기능연구팀

Relationship of sodium consumption with obesity in Korean adults based on Korea National Health and Nutrition Examination Survey 2010~2014*

Cheon, Se Young · Wang, Hye Won · Lee, Hwa Jung · Hwang, Kyung Mi · Yoon, Hae Seong · Kang, Yoon Jung[†]

Nutrition and Functional Food Research Team, National Institute of Food and Drug Safety Evaluation, Cheongju 28159, Korea

ABSTRACT

Purpose: Excess sodium intake may contribute to the etiology of hypertension and cardiovascular disease risk. World Health Organization (WHO) recommends a daily sodium intake of less than 2 g. The aim of this study was to estimate the association of sodium intake with obesity in Korean adults. **Methods:** This study used Dietary intake and Health data on 22,321 subjects aged 30 years and over from the Korea National Health and Nutrition Examination Survey (KNHANES) 2010~2014. Information on dietary intake was obtained by the one day 24-hour recall method in KNHANES, and sodium intake was classified into five groups (< 2,000 mg, 2,000~4,000 mg, 4,000~6,000 mg, 6,000~8,000 mg, ≥ 8,000 mg). Obesity was defined as having a body mass index (BMI) higher than 25 kg/m². Intake of sodium and obesity status were analyzed by logistic regression with SPSS Statistics 23. **Results:** Men tended to have a higher sodium intake than women (p < 0.001). After adjusting for age, sex, year, daily energy intake, education level, smoking status, drinking status, physical activity, and chronic diseases and comparing the highest sodium intake group (≥ 8,000 mg) with the lowest intake group (< 2,000 mg), the OR of obesity was 1.351 (95% CI: 1.032~1.767) in men. The OR of obesity in the sodium intake group (4,000~6,000 mg) was 1.232 (95% CI: 1.063~1.427) in women. **Conclusion:** Our findings suggest an independent relationship between sodium intake and as increased risk of obesity in Korean adults, implying the necessity for future research on low-sodium diet intervention in relation to obesity.

KEY WORDS: sodium intake, energy intake, obesity, body mass index

서 론

비만은 수명을 단축시키고,¹ 고혈압, 당뇨, 심혈관질환 등 다양한 만성 질환의 발생 위험성을 높인다.^{2,3} 때문에, 최근 증가하고 있는 비만 유병률은 전세계적으로 큰 관심을 보이는 공중보건문제이며, 우리나라의 경우도 예외가 아니다.^{4,5} 2005년부터 2014년까지 최근 10년동안 국민건강영양조사 (Korean National Health and Nutrition Examination Survey, KNHANES)의 결과를 보면 만 19세 이상 성인 전체 비만 유병률이 30% 이상을 유지하고 있는

데,⁶ 이는 최근 2013~2014년 미국 국민건강영양조사 (National Health and Nutrition Survey, NHANES)에서 산출된 성인의 비만 유병률 37.9%와 차이가 크지 않다.⁷ 따라서, 우리나라에서도 비만을 감소시키기 위해 개인을 넘어 국가적 차원의 예방과 관리의 필요성이 증가하고 있다.

비만은 유전적 요인^{8,9}과 스트레스,¹⁰ 신체활동의 부족, 과도한 음주, 흡연¹¹ 등 생활 습관을 포함한 다양한 환경적 요인들에 의해 유발된다. 그 중에서도 지방, 당, 나트륨 등 식이요인과 비만과의 관련성에 대한 연구가 최근 많이 진행되고 있다.¹²⁻¹⁴ 특히 식이요인 중 고나트륨 섭취와 비만

Received: December 26, 2016 / Revised: January 19, 2017 / Accepted: February 3, 2017

*This research was supported by a grant (16161MFDS081) from Ministry of Food and Drug Safety in 2016.

[†]To whom correspondence should be addressed.

tel: +82-43-719-4413, e-mail: kangyj2000@korea.kr

© 2017 The Korean Nutrition Society

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

과의 상관성이 국내외 연구를 통해 증명되고 있다. 영국에서 소아와 성인 모두를 대상으로 한 연구에서는 24시간 소변 나트륨 배설량이 높은군이 낮은군보다 과체중 또는 비만이 될 위험성이 각각 28%, 26% 증가하였고,¹⁵ 그 외 많은 국외연구에서 체질량지수와 나트륨 섭취량과의 유의한 양의 관련성이 있었다.¹⁶⁻¹⁸ 한국인을 대상으로 한 연구에서도 1일 나트륨 섭취량이 많으면 과체중이 될 위험성이 증가하였고, 체질량지수, 허리둘레, CT복부 및 내장 지방량을 포함하는 비만관련 위험지표와 나트륨 섭취량과의 양의 상관성에 대해서도 살펴본 연구결과들이 있었다.¹⁹⁻²¹ 이처럼 고나트륨 섭취와 비만과의 관련성에 대한 국내의 선행 연구들이 있지만, 그동안 대상자 수가 적었거나 단 순 식품섭취 비교에 국한된 연구가 많았다.

2014년 우리나라의 국민건강영양조사 자료에 의하면 국민 1일 평균 나트륨 섭취량은 3,890 mg으로 2012년 4,546 mg과 2013년 4,027 mg에 비해 감소하였으나,⁶ 아직도 세계보건기구(World Health Organization, WHO)에서 권장하는 1일 나트륨 권장량 2,000 mg의 2배 정도를 섭취하고 있다. 특히, 우리나라 국민의 나트륨 섭취량은 다른 나라들보다 높은 수준이기 때문에, 나트륨 섭취에 대한 관리가 필요하다. 또한, 한국인들을 대상으로 2010년부터 2012년까지 국민건강영양조사 자료를 이용하여 19세 이상 성인의 1일 나트륨 섭취량과 비만과의 관련성을 연구한 논문이 발표되었으나,²² 이는 최근 자료인 국민건강영양조사 제6기(2013년~2014년) 표본을 포함되어 있지 않아, 본 연구에서

는 2010년부터 2014년까지 국민건강영양조사를 이용하여 만 30세 이상 성인을 대상으로 나트륨 섭취량에 따른 비만과의 연관성에 대해 살펴보고자 한다.

연구방법

연구대상

본 연구는 한국 보건복지부 질병관리본부에서 2010년부터 2014년(제5기~제6기)까지 실시한 국민건강영양조사 자료를 이용하였다. 제5기(2010~2012)는 설계시점에서 인구주택총조사 자료가 노후화되어 주민등록인구 및 아파트단지시세조사 자료를 추출틀로 사용하였으며, 제6기(2013~2015)는 시도, 동·읍면, 주택유형(일반주택, 아파트)을 기준으로 추출틀을 층화하고, 주거면적 비율, 가구주 학력 비율 등을 내재적 층화기준으로 사용하였다. 영양조사에서는 면접방법을 이용하여 생활조사, 식품안전성조사, 식품섭취빈도조사, 식품섭취조사를 조사하였다. 건강 설문조사와 검진조사는 이동검진센터에서 실시하였으며, 건강설문조사 항목 중 흡연, 음주 등 건강행태영역은 자기 기입식으로 조사하였다. 제5기와 제6기 국민건강영양조사에 참여한 총 대상자는 41,102명(2010년 8,958명, 2011년 8,518명, 2012년 8,058명, 2013년 8,018명, 2014년 7,550명)이었으며, 30세 미만 대상자인 13,215명을 제외하였고, 영양소 섭취자료에 결측치가 있는 2,884명과 체중, 키 및 체질량지수에 결측치가 있는 1,435명을 제외하였다. 또한, 국

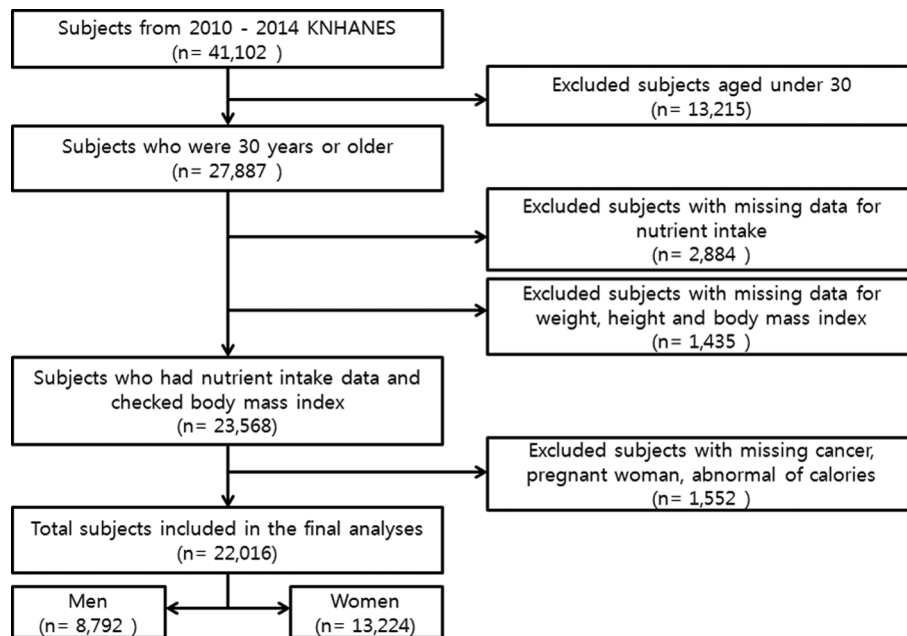


Fig. 1. Flow chart of subject's selection

단적인 식품 섭취량에 의한 오류 및 건강상태로 인한 의도적인 식품섭취조절의 오류를 피하기 위하여 1일 에너지 섭취량이 500 kcal 미만이거나 5,000 kcal 이상인자와, 임산부이거나, 암 유병자인 사람 1,552명을 제외하였다. 따라서 남성 8,792명과 여성 13,224명으로 총 22,016명이 연구대상에 포함되었다 (Fig. 1).

식이섭취 조사 자료

본 연구의 나트륨 섭취량은 영양조사의 식품섭취조사를 활용하였으며, 식품섭취조사는 개인별 24시간 회상에 의한 1일 식품섭취량이다. 조사 내용으로는 조사 직전 1일 24시간 동안 섭취한 식사의 끼니별 음식명, 음식별 식품 재료명 및 식품 섭취량이 포함되어 있다. 에너지밀도는 하루 식품섭취량에 들어있는 에너지의 양 (kcal/g)으로 계산하였으며, 나트륨 섭취량은 WHO의 1일 나트륨 섭취량 권고량에 근거하여 2,000 mg을 기준으로 2,000 mg 미만, 2,000 mg 이상~4,000 mg 미만, 4,000 mg 이상~6,000 mg 미만, 6,000 mg 이상~8,000 mg 미만, 8,000 mg 이상으로 5개의 군으로 나누어 분석하였다.

연구변수

인구사회적 변수 및 건강관련 습관

나이는 만나이, 성별은 남과 여, 교육수준은 초졸 이하, 중졸, 고졸, 대졸 이상으로 분류하였다. 건강관련행태 변수는 자기기입식으로 조사된 변수로, 흡연은 '피운적 없음'이라고 응답한 사람은 비흡연자로, '과거엔 피웠으나, 현재 피우지 않음'이라고 응답한 사람은 과거흡연자, 평생흡연 여부 변수를 피운다고 응답한 사람 중 과거흡연자가 아닌 자를 현재흡연자로 분류하였다. 음주는 평생음주경험 변수에서 '술을 마셔 본 적 없음'이라고 대답한 사람을 비음주자, '있음'이라고 응답한 사람 중 1년간 음주빈도 변수에서 '최근 1년간 전혀 마시지 않았다'에 응답한 사람을 과거음주자, 그 외 월 1회 미만~주 4회 이상 마신자를 현재음주자로 구분하였다. 신체활동여부로는 제5기와 6기의 공통 변수로 생활할 수 있는 걷기실천율을 생성하였으며, 1주일 간 걷기 일수가 5일 이상 및 걷기 1회에 30분 이상 걷기 여부로 판단하였다.

질병 관련 변수

고혈압은 의사진단을 받았거나, 수축기혈압이 140 mmHg 이상, 이완기 혈압이 90 mmHg인자, 약을 복용하는 자로 정의하였다. 본 연구에서 사용된 제5기 1차년도 2010년 자료의 혈압은 제4기 1차년도에 2008년 7월부터 보정된 혈압

측정치를 이용하여 고혈압 유병률을 산출하였다. 당뇨병은 공복혈당이 126 mg/dL 이상이거나, 의사진단을 받았거나, 혈당강하제를 복용하거나, 인슐린 주사를 투여받고 있는 사람으로 정의하였으며, 뇌졸중과 심근경색증 또는 협심증은 건강설문조사에서 뇌졸중, 심근경색증 또는 협심증 유병여부 조사에서 '있음'으로 응답하거나, 의사로부터 진단받은 자로 정의하였다. 또한 이상지혈증의 지표로 사용되는 콜레스테롤과 중성지방 변수를 이용하여 8시간 이상 공복인 상태에서 총 콜레스테롤이 240 mg/dL 이상이거나 콜레스테롤 강하제를 복용하고 있는 자를 고콜레스테롤혈증 유병자로, 12시간 이상 공복인 상태에서 중성지방이 200 mg/dL 이상인 사람을 고중성지방혈증 유병자로 정의하였다.

신체계측 및 비만

국민건강영양조사에서 직접계측 방법으로 실시된 검진조사 중 신장, 체중 측정치와 체중을 키의 제곱으로 나눈 BMI값을 신체계측치로 이용하였다. 비만 여부는 WHO에서 제정된 아시아인 기준에 따라 BMI 25 kg/m² 이상인 경우로 정의하였다.²³

통계분석

국민건강영양조사는 층화를 통한 표본조사 자료이므로, 분석과정에서 층화변수, 가중치를 고려하였다. IBM SPSS Statistic 23 (IBM Inc., New York, NY, USA)를 이용하여 분석된 자료는 개인이 우리나라 전체 인구를 대표할 수 있도록 영양·검진조사 가중치를 이용하였으며, 2010년~2014년 자료를 통합하여 분석하였기 때문에 연도별 조사구수 비율을 곱하여 통합가중치를 산출하여 사용하였다. 연구대상자의 신체계측치, 만성질환의 유무, 건강관련습관 등 본 연구에서 사용된 변수들의 차이에 대하여 범주형 자료는 교차분석 (Chi-square test)를, 연속형 자료는 일반선형 모델 (general linear model)의 t-test를 실시하여 성별에 따른 차이를 살펴보았다. 나트륨 섭취와 비만 유병 위험 교차비 (odds ratio, OR)과 95% 신뢰구간 (confidence interval, CI)은 로지스틱 회귀분석 (logistic regression)을 이용하여 산출하였으며 모든 분석의 유의성은 $p < 0.05$ 수준으로 하였다. 이 때, 영향을 미칠 수 있는 교란변수들을 보정하지 않을 때와 성별, 연령, 교육수준, 연도, 총 에너지밀도, 만성질환 유무 (고혈압, 당뇨병, 뇌졸중, 심근경색 및 협심증, 고콜레스테롤혈증, 고중성지방혈증), 신체활동 여부를 보정하여 분석하였다. 또한, 성별을 나누어 분석시에는 연령을, 전체대상자를 분석할 때는 연령과 성별을 보정하였다.

결 과

연구대상자의 일반 사항

연구대상자의 성별에 따른 일반적인 특징은 Table 1에 나타내었다. 평균 연령은 남성이 49.81 ± 0.19 세, 여성이 51.65 ± 0.19 세로 여성이 유의적으로 높았으며 ($p < 0.001$), 신장과 체중은 남성이 여성보다 유의적으로 높게 확인되었다. 체질량지수 (BMI)와 하루 총 에너지섭취량 또한 남성이 각각 24.26 kg/m^2 , $2,464.48 \text{ kcal/day}$ 으로 여성의 23.61 kg/m^2 , $1,707.33 \text{ kcal/day}$ 보다 유의적으로 높았으며 ($p < 0.001$), 나트륨 섭취량 또한 남성이 $5,502.59 \text{ mg}$, 여성이 $3,908.35 \text{ mg}$ 으로 유의적으로 높았다. 비만에 따른 나트륨 섭취량을 확인한 결과 (결과를 table에 제시하지 않았음), 정상인 사람의 나트륨 섭취량은 $4,546.11 \pm 35.87 \text{ mg}$ 으로 비만인 사람의 섭취량인 $4,937.90 \pm 53.10 \text{ mg}$ 보

다 유의적으로 낮은 값을 보였다. 비만 유병률은 남성이 38.6%로, 30.2%인 여성보다 높게 나타났으며, 고혈압, 당뇨병, 뇌졸중 유병률 또한 남성이 여성보다 유의적으로 높은 값을 보였다. 심근경색 및 협심증 유병률의 경우 남성이 2.2%, 여성이 1.9%로, 남성이 여성보다 높은 경향을 보였지만 유의성은 없었다. 고중성지방혈증 유병률은 남성이 17.3%로 여성의 8.3%보다 높았으나, 고콜레스테롤혈증 유병률은 여성이 남성보다 유의적으로 높았다. 성별에 따른 교육수준 ($p < 0.001$), 흡연여부 ($p < 0.001$), 음주여부 ($p < 0.001$)에서도 유의한 차이가 확인되었다.

나트륨 섭취량에 따른 신체계측치 및 건강 관련 습관

나트륨 섭취량에 따른 신체계측치 및 건강관련 습관에 대한 결과를 전체 대상자와 성별에 따라 Table 2~4에 제시하였다. 본 연구의 전체 대상자에서 나트륨 섭취량이 증가

Table 1. General characteristics according to gender

Variables	Total (n=22,016)	Men (n=8,792)	Women (n=13,224)	p-value**
Age (yr)*	50.76 ± 0.14	49.81 ± 0.19	51.65 ± 0.19	< 0.001
Height (cm)*	162.97 ± 0.09	169.96 ± 0.09	156.41 ± 0.08	< 0.001
Weight (kg)*	63.80 ± 0.11	70.25 ± 0.15	57.74 ± 0.10	< 0.001
BMI (kg/m ²)*	23.92 ± 0.03	24.26 ± 0.04	23.61 ± 0.04	< 0.001
Energy (kcal/day)*	2,025.56 ± 7.95	2,464.48 ± 11.96	1,707.33 ± 7.92	< 0.001
Sodium (mg/day)*	4,680.38 ± 29.15	5,502.59 ± 56.14	3,908.35 ± 32.43	< 0.001
Obesity prevalence (%)*	34.3	38.6	30.2	< 0.001
Chronic disease (%)*				
Hypertension	29.2	31.9	26.8	< 0.001
Diabetes mellitus	9.6	11.3	8.0	< 0.001
Stroke	1.3	1.5	1.1	0.014
Myocardial infarction & angina pectoris	2.0	2.2	1.9	0.065
Hypercholesterolemia	13.4	12.2	14.6	< 0.001
Hypertriglyceridemia	12.7	17.3	8.4	< 0.001
Education level (%)*				< 0.001
Graduated elementary: ≤ 6	22.0	14.4	29.2	
Graduated middle: 7 ~ 9	11.5	11.6	11.3	
Graduated high: 10 ~ 12	33.9	34.7	33.1	
Graduated university: ≥ 13	32.7	39.3	26.4	
Physical activity (%)*				< 0.001
No	55.3	54.2	56.3	
Yes	41.6	43.1	40.3	
Smoking status (%)*				< 0.001
Non-smoker	53.1	16.8	87.2	
Ex-smoker	20.9	37.7	5.2	
Current smoker	23.8	43.8	5.0	
Drinking status (%)*				< 0.001
Non-drinker	11.7	4.6	18.4	
Past drinker	14.2	10.6	17.5	
Current drinker	71.8	82.8	61.4	

*Data were represented means ± SE or % about representative of the entire Korean population.

**p-value were obtained by t-test or chi-square test.

Table 2. Anthropometrics and health-related variables according to daily sodium intake

Variables	< 2,000 mg ^{***} (n = 3,726)	2,000 ~ 4,000 mg (n = 8,246)	4,000 ~ 6,000 mg (n = 5,223)	6,000 ~ 8,000 mg (n = 2,602)	≥ 8,000 mg (n = 2,219)	p-value ^{****}
Age (year)*	57.20 ± 0.35	51.49 ± 0.22	49.00 ± 0.24	48.11 ± 0.27	47.16 ± 0.32	< 0.001
Height (cm)*	157.84 ± 0.18	161.62 ± 0.13	164.48 ± 0.15	165.93 ± 0.21	167.13 ± 0.21	< 0.001
Weight (kg)*	59.24 ± 0.23	62.24 ± 0.16	65.19 ± 0.20	66.43 ± 0.30	68.45 ± 0.35	< 0.001
BMI (kg/m ²)*	23.73 ± 0.07	23.75 ± 0.05	24.01 ± 0.06	24.04 ± 0.08	24.40 ± 0.10	< 0.001
Energy (kcal/day)*	1,305.62 ± 10.41	1,748.64 ± 8.38	2,180.41 ± 11.69	2,540.23 ± 19.47	2,891.20 ± 22.45	< 0.001
Obesity prevalence (%)*	32.2	31.4	35.7	35.7	41.0	< 0.001
Chronic disease (%)*						
Hypertension	36.2	28.6	28.7	26.0	27.1	< 0.001
Hypertension (at exam)**	11.3	11.7	14.2	13.9	14.7	0.003
Diabetes mellitus	12.1	9.9	8.5	8.4	8.9	< 0.001
Stroke	2.2	1.6	0.9	0.8	0.6	< 0.001
Myocardial infarction & angina pectoris	3.2	2.1	1.7	1.7	1.4	< 0.001
Hypercholesterolemia	16.9	13.4	12.7	12.1	12.4	< 0.001
Hypertriglyceridemia	10.9	10.9	14.3	13.5	16.1	< 0.001
Education level (%)*						< 0.001
Graduated elementary: ≤ 6	39.7	24.0	17.4	14.1	12.5	
Graduated middle: 7 ~ 9	12.8	11.4	11.5	11.3	10.3	
Graduated high: 10 ~ 12	27.2	33.7	34.8	37.0	37.1	
Graduated university: ≥ 13	20.4	30.8	36.3	37.5	40.2	
Physical activity (%)*						< 0.001
No	55.8	54.9	56.4	54.9	53.9	
Yes	39.4	41.8	40.9	43.0	44.0	
Smoking status (%)*						< 0.001
Non-smoker	69.0	60.1	47.6	41.1	36.7	
Ex-smoker	13.4	18.4	22.7	25.4	29.5	
Current smoker	13.5	19.3	28.1	32.0	32.4	
Drinking status (%)*						< 0.001
Non-drinker	19.9	13.1	8.9	8.3	7.2	
Past drinker	18.9	15.8	12.7	11.1	9.9	
Current drinker	57.0	68.8	76.5	78.9	81.2	

*Data were represented means ± SE or % about representative of the entire Korean population.

**Hypertension at the exam: Hypertension diagnosed at the health exam for the first time

***Daily sodium intake

****p-value were obtained by t-test or chi-square test.

할수록 신장, 체중, BMI가 유의적으로 높아지는 것을 확인할 수 있었으며, 성별에 따라 확인하였을 때 남성과 여성에서도 모두 신장, 체중, BMI가 높아지는 경향을 보였다. 총 에너지 섭취량 또한 나트륨 섭취량이 높은 군으로 갈수록 유의적으로 높은 값을 나타내었으며, 남성과 여성에서도 같은 결과를 보였다. 나트륨 섭취량 2,000 mg 미만, 2,000~4,000 mg, 4,000~6,000 mg, 6,000~8,000 mg, 8,000 mg 이상인 그룹에서 각각 비만 유병률은 32.2%, 31.4%, 35.7%, 35.7%, 41.0%로 높아졌으며, 남성에서도 같은 결과를 보였지만 여성에서는 나트륨 섭취량에 따른 비만 유병률의 유의적인 차이는 나타나지 않았다. 고중성지방혈증 유병률은 나트륨 섭취량이 높아짐에 따라 증가하는 경향을 보

였으나, 여성에서는 감소하는 경향을 보였다. 나트륨 섭취량에 따라 교육수준, 걷기실천율, 흡연여부, 음주여부에서도 유의한 차이가 확인되었다.

하루 나트륨 섭취량과 비만의 연관성

성별에 따른 나트륨 섭취량이 비만 유병에 미치는 영향을 교란변수 보정 전후로 비교하여 분석하였다 (Table 5). 2010년~2014년 국민건강영양조사 원시자료를 통합하여 분석한 결과, 전체 대상자에서는 나트륨을 2,000 mg 미만 섭취자 대비 4,000 mg 이상 섭취자에서 유의한 영향을 보였으며, 4,000~6,000 mg 섭취그룹이 1.169배 (95% CI, 1.048~1.305), 6,000~8,000 mg 및 8,000 mg 이상 그룹에

Table 3. Anthropometrics and health-related variables according to daily sodium intake in men

Variables	< 2,000 mg ^{***} (n = 791)	2,000 ~ 4,000 mg (n = 2,720)	4,000 ~ 6,000 mg (n = 2,485)	6,000 ~ 8,000 mg (n = 1,415)	≥ 8,000 mg (n = 1,381)	p-value ^{****}
Age (year)*	57.62 ± 0.69	51.94 ± 0.32	48.53 ± 0.29	47.75 ± 0.34	46.97 ± 0.37	< 0.001
Height (cm)*	167.14 ± 0.03	169.34 ± 0.16	170.37 ± 0.16	170.68 ± 0.21	170.87 ± 0.20	< 0.001
Weight (kg)*	66.65 ± 0.50	69.14 ± 0.26	70.60 ± 0.25	71.09 ± 0.36	72.33 ± 0.38	< 0.001
BMI (kg/m ²)*	23.78 ± 0.14	24.05 ± 0.08	24.28 ± 0.07	24.36 ± 0.10	24.71 ± 0.10	< 0.001
Energy (kcal/day)*	1,220.20 ± 23.66	1,460.19 ± 13.98	2,750.06 ± 16.51	2,210.41 ± 25.26	3,850.13 ± 25.93	< 0.001
Obesity prevalence (%)*	33.5	34.9	39.3	39.2	45.4	< 0.001
Chronic disease (%)*						
Hypertension	35.6	32.7	32.7	28.7	30.5	0.009
Hypertension (at exam)**	12.8	16.4	19.1	17.5	18.2	0.078
Diabetes mellitus	16.4	13.4	9.9	9.8	9.2	< 0.001
Stroke	3.8	2.1	1.2	0.8	0.6	< 0.001
Myocardial infarction & angina pectoris	3.8	2.4	1.9	1.9	1.7	0.002
Hypercholesterolemia	13.7	11.5	12.6	12.1	12.3	< 0.001
Hypertriglyceridemia	15.3	14.9	19.3	17.1	19.3	0.015
Education level (%)*						< 0.001
Graduated elementary: ≤ 6	28.2	18.9	11.8	9.6	9.9	
Graduated middle: 7 ~ 9	15.0	11.6	11.9	11.6	9.8	
Graduated high: 10 ~ 12	30.0	31.7	35.6	38.5	36.6	
Graduated university: ≥ 13	26.8	37.8	40.7	40.3	43.7	
Physical activity (%)*						0.001
No	53.5	53.0	56.3	54.3	53.1	
Yes	41.2	43.45	41.5	44.1	45.0	
Smoking status (%)*						< 0.001
Non-smoker	16.9	17.7	16.8	15.2	16.8	
Ex-smoker	38.4	39.0	36.0	36.7	38.9	
Current smoker	39.9	41.0	46.0	47.1	43.1	
Drinking status (%)*						< 0.001
Non-drinker	7.7	5.4	3.6	4.4	3.9	
Past drinker	16.3	12.8	9.7	9.2	7.5	
Current drinker	70.9	79.7	85.3	85.0	87.1	

*Data were represented means ± SE or % about representative of the entire Korean population.

**Hypertension at the exam : Hypertension diagnosed at the health exam for the first time

***Daily sodium intake

****p-value were obtained by t-test or chi-square test.

서 각각 1.170배 (95% CI, 1.032~1.327), 1.462배 (95% CI, 1.281~1.669) 비만 유병 위험이 높아졌다. 남성에서도 4,000 mg 이상 섭취자부터 유의한 OR값을 보였으며, 여성의 경우에는 모든 섭취량 그룹에서 유의성이 없었다. 성별, 나이, 연도, 에너지밀도, 교육수준, 흡연여부, 음주여부, 만성질환 유병여부, 신체활동을 보정하였을 때, 8,000 mg 이상 섭취그룹이 2,000 mg 미만 섭취자보다 비만 유병 위험이 1.385 (95% CI, 1.170~1.639)배 높게 나타났다. 성별에 따라 교란변수를 보정하였을 때, 남성은 8,000 mg 이상 섭취자가 2,000 mg 미만 섭취자보다 비만에 걸릴 가능성이 1.352배 (95% CI, 1.016~1.799) 높았고, 여성은 4,000~6,000 mg 섭취자가 1.262배 (95% CI, 1.074~1.482) 높게 나타났다.

고 찰

나트륨의 섭취가 높으면, 삼투압 현상으로 인해 혈액의 부피가 증가하여 혈관벽을 압박해 딱딱하게 만들고, 혈관 내피세포를 자극하여 혈관을 수축시킨다. 따라서, 고혈압, 심혈관계질환, 뇌졸중 등의 발생위험성을 높이고,^{24,25} 위 점막도 자극하여 위암 등이 유발될 수 있다는 것이 많은 선행의 연구들을 통해 증명되었다.^{26,27} 그리고, 이와 더불어 고나트륨 섭취와 비만의 관련성에 대한 연구가 국내외에서 보고되고 있다.¹⁵⁻²⁰ 비만은 전 세계적인 공중보건 문제 중의 하나이며,⁴ 가장 최근 자료인 2013년과 2014년 국민건강영양조사의 결과를 보면 우리나라 30세 성인의 비

Table 4. Anthropometrics and health-related variables according to daily sodium intake in women

Variables	< 2,000 mg ^{***} (n = 2,935)	2,000 ~ 4,000 mg (n = 5,526)	4,000 ~ 6,000 mg (n = 2,738)	6,000 ~ 8,000 mg (n = 1,187)	≥ 8,000 mg (n = 838)	p-value ^{****}
Age (yr) [*]	57.07 ± 0.36	51.19 ± 0.24	49.60 ± 0.31	48.76 ± 0.40	47.64 ± 0.49	< 0.001
Height (cm) [*]	154.78 ± 0.15	156.54 ± 0.11	156.91 ± 0.15	157.59 ± 0.22	157.64 ± 0.23	< 0.001
Weight (kg) [*]	56.80 ± 0.20	57.71 ± 0.15	58.26 ± 0.21	58.23 ± 0.33	58.61 ± 0.51	< 0.001
BMI (kg/m ²) [*]	23.71 ± 0.08	23.56 ± 0.06	23.67 ± 0.08	23.46 ± 0.13	23.59 ± 0.20	0.344
Energy (kcal/day) [*]	1,234.29 ± 9.56	1,618.92 ± 8.65	1,930.36 ± 13.19	2,221.88 ± 23.09	2,398.68 ± 30.38	< 0.001
Obesity prevalence (%) [*]	31.8	29.2	31.1	29.7	29.9	0.268
Chronic disease (%) [*]						
Hypertension	36.4	25.9	23.6	21.2	18.6	< 0.001
Hypertension (at exam) ^{**}	10.8	8.7	7.8	7.4	6.0	0.002
Diabetes mellitus	10.7	7.7	6.8	6.1	8.3	< 0.001
Stroke	1.7	1.2	0.5	0.8	0.5	< 0.001
Myocardial infarction & angina pectoris	3.1	1.9	1.6	1.3	0.7	0.002
Hypercholesterolemia	17.9	14.7	12.7	12.1	12.7	< 0.001
Hypertriglyceridemia	9.5	8.3	8.0	7.2	8.0	0.029
Education level (%) [*]						< 0.001
Graduated elementary: ≤ 6	43.4	27.4	24.6	2.3	19.1	
Graduated middle: 7 ~ 9	12.0	11.3	11.0	10.8	11.5	
Graduated high: 10 ~ 12	26.3	35.1	33.8	34.4	38.3	
Graduated university: ≥ 13	18.3	26.3	30.6	32.5	31.1	
Physical activity (%) [*]						0.173
No	56.5	56.1	56.6	56.1	56.1	
Yes	38.8	40.7	40.3	40.9	41.4	
Smoking status (%) [*]						0.091
Non-smoker	86.2	87.9	87.1	86.5	87.2	
Ex-smoker	5.2	4.9	5.6	5.5	5.7	
Current smoker	4.8	5.0	5.1	5.6	5.3	
Drinking status (%) [*]						< 0.001
Non-drinker	23.9	18.1	15.8	15.1	15.5	
Past drinker	19.7	17.8	16.6	14.5	16.2	
Current drinker	52.5	61.8	65.1	68.2	66.2	

^{*}Data were represented means ± SE or % about representative of the entire Korean population.

^{**}Hypertension at the exam : Hypertension diagnosed at the health exam for the first time

^{***}Daily sodium intake

^{****}p-value were obtained by t-test or chi-square test.

만 유병률이 34.6%, 32.9%로 나타났다.⁶ 아직까지 비만의 직접적인 이유와 명확한 작용기전 등은 밝혀지지 않았지만, 다음의 선행 연구들을 통해 고나트륨 섭취와 비만과의 관련성이 설명되고 있다. 먼저, 동물실험에서 고나트륨 섭취는 도파민 수용체를 자극하여 뇌를 흥분시키고 과식을 유발한다.²⁹ 또한, 지속적으로 나트륨을 과도하게 섭취하면, 지방합성에 관여하는 효소들의 활성을 증가시켜 지방 세포 크기를 비대하게 하고, 지질대사 이상을 일으킨다고 보고하였다.^{30,31} 그외에도, 나트륨을 많이 섭취할수록, 에너지섭취량과 소프트 드링크와 같은 형태를 통한 당 섭취가 증가하는 경향이 있어 이차적인 영향으로 비만이 발생할 수 있다고 추측하기도 한다.³² 특히, 우리나라는 김치,

장류, 국과 찌개 등 나트륨 함량이 높은 식품이 발달하였고,¹³ 외식과 가공식품 등을 통한 나트륨 섭취가 증가하면서, 국민 1인당 평균 나트륨 섭취량은 WHO에서 권고한 2,000 mg을 훨씬 웃돈다.²⁸ 또한, 우리나라 국민의 연도별 나트륨 섭취량 추이를 살펴보면 2010년 4,831.1 mg에서 2011년 4,789.3 mg, 2012년 4,583.1 mg, 2013년 4,027.5 mg, 2014년 3,889.9 mg으로 감소하는 추세이나 여전히 2,000 mg의 약 2배정도로 높은 실정이다. 나트륨 섭취자체가 비만에 직접적으로 영향을 미치는지에 대한 연구는 추가적으로 더 필요하지만, 본 연구에서는 선행연구들을^{19,22,33,34} 참고하여 나트륨 섭취군을 5분위수로 나누어 나트륨 섭취량에 따라 비만과의 관련성을 살펴보았다.

Table 5. Risk for obesity according to daily sodium intake

	Sodium intake (mg/day)	Unadjusted OR (95% CI)	Adjusted OR (95% CI)**
Obesity*			
Total	< 2,000 mg	1	1
	2,000 ~ 4,000 mg	0.965 (0.875 ~ 1.064)	0.993 (0.891 ~ 1.107)
	4,000 ~ 6,000 mg	1.169 (1.052 ~ 1.300)	1.126 (1.094 ~ 1.276)
	6,000 ~ 8,000 mg	1.170 (1.032 ~ 1.327)	1.112 (0.959 ~ 1.291)
	≥ 8,000 mg	1.462 (1.283 ~ 1.667)	1.358 (1.156 ~ 1.595)
Men	< 2,000 mg	1	1
	2,000 ~ 4,000 mg	1.063 (0.856 ~ 1.319)	0.961 (0.765 ~ 1.208)
	4,000 ~ 6,000 mg	1.286 (1.037 ~ 1.595)	1.066 (0.839 ~ 1.354)
	6,000 ~ 8,000 mg	1.279 (1.018 ~ 1.607)	1.066 (0.824 ~ 1.380)
	≥ 8,000 mg	1.648 (1.312 ~ 2.070)	1.351 (1.032 ~ 1.767)
Women	< 2,000 mg	1	1
	2,000 ~ 4,000 mg	0.884 (0.794 ~ 0.985)	1.066 (0.944 ~ 1.203)
	4,000 ~ 6,000 mg	0.967 (0.852 ~ 1.099)	1.232 (1.063 ~ 1.427)
	6,000 ~ 8,000 mg	0.905 (0.763 ~ 1.073)	1.198 (0.984 ~ 1.459)
	≥ 8,000 mg	0.914 (0.747 ~ 1.120)	1.229 (0.977 ~ 1.548)

Abbreviations : OR, odds ratio; CI, confidence interval; BMI, body mass index

*Obesity was defined as BMI ≥ 25 kg/m².

**Logistic regression for obesity with daily sodium intake after adjustment for age, sex, year, energy density, education level, smoking status, drinking status, physical activity, chronic disease

본 연구 결과, 국민건강영양조사 2010년~2014년 우리 국민의 1인 1일 나트륨 평균 섭취량은 4,680.38 mg이고, 성별에 따라서는 남자는 5,502.59 mg 여자는 3,908.35 mg으로 WHO 권장기준인 2,000 mg의 약 2배를 초과하는 수준이었다. 또한 성별, 연도, 연령, 만성질환 등 교란변수들을 보정한 후 WHO의 나트륨 권장 기준인 2,000 mg을 기준으로 2,000 mg 미만, 2,000 mg 이상 4,000 mg 미만, 4,000 mg 이상 6,000 mg 미만, 6,000 mg 이상 8,000 mg 미만, 8,000 mg 이상으로 5그룹으로 나누어 비만과의 연관성을 분석하였으며, 남성은 8,000 mg 이상 섭취그룹에서, 여성의 경우 4,000 mg 이상 6,000 mg 미만 섭취그룹에서 비만과의 유의적인 연관성을 보였다. 이러한 성별에 따른 나트륨 섭취량과 비만의 연관성 차이는 여성의 경우 남성에 비해 나트륨 섭취량이 유의적으로 적고 특히, 4,000 mg 미만 섭취자 수가 그 이상을 섭취하는 사람 수에 비해 많은 것이 원인인 것으로 추측된다.²²

Kim 등의 연구에서 본 연구와 마찬가지로 나트륨 섭취량을 5그룹으로 나누어 나이, 총에너지, 만성질환, 건강행태 변수 등을 보정하여 비만과의 연관성을 분석하였을 때, 남성에서 나트륨 섭취량이 2,000 mg 미만인 군에 비해 나트륨 섭취량이 증가할수록 비만이 높아지는 것으로 확인되었다.²² 이와 같은 결과와 본 연구와의 차이는 분석에 사용한 국민건강영양조사의 연도 및 대상자의 수, 고려된 보

정변수의 차이에서 기인한 것으로 판단된다. 또한 Kim 등은 20세 이상자를 대상으로 분석하였지만,²² 본 연구에서는 대상자의 연령대를 성인 중에서도 30세 이상으로 선정하였는데, 이는 20대의 경우 식생활이 바람직하지 않음에도 불구하고 건강상에 특별한 이상이 없는 사람이 많기 때문에 본 연구의 목적에 영향을 줄 수 있다고 판단하였기 때문이다.

비만과 정상인에서 24시간 소변 내 나트륨 배출량과 비만관련 대사위험지표의 관련성을 살펴본 연구결과에 의하면, 나트륨 배출량이 정상군에 비하여 비만군에서 유의하게 높았고 나트륨 배출량과 일부 비만관련 위험지표 간의 유의한 양의 상관관계를 확인하였으며, 나트륨 배출량이 높을수록 복부비만, 고중성지방혈증, 고혈압 유병 위험이 유의하게 높다는 결과를 보였다.²⁰ 이는 본 연구에서 나트륨 섭취량이 높을수록 비만 유병률이 유의적으로 높게 나타난 결과와 유사하였다. 또한, 나트륨 섭취와 관련된 성별에 따른 인식도를 조사한 연구³⁵에서 음식의 소금함유 수준 인지정도의 총점이 남자가 여자보다 낮았으며, 나트륨 영양표시 인식도 부분에서도 ‘영양표시 확인을 거의 안 한다’ 라는 문항의 점수가 남자가 여자보다 높다는 결과를 보였다. 본 연구에서도 남성이 여성에 비하여 나트륨 섭취량이 높음을 알 수 있었는데 이와 같은 결과로 볼 때, 남성들이 식품을 섭취할 때 포함된 나트륨 함량에 대해 고려를

여성에 비해 덜 하는 것으로 사료된다. 한편, Jeong 등의 연구에서 24시간 소변 중 나트륨 배설량으로부터 나트륨 섭취량을 구하여 3분위 (저나트륨군, 중나트륨군, 고나트륨군)으로 나누어 여러 가지 신체적 특징을 비교한 결과, 고나트륨군의 BMI가 유의적으로 높았으며, BMI가 25 이상인 경우는 25미만인 경우에 비해 고나트륨 섭취 위험도가 2.62배 높다고 보고하였다.³⁶

본 연구에 사용된 국민건강영양조사의 24시간 회상자료는 조사 1일전 섭취한 음식의 종류 및 섭취량을 면접방법으로 조사하는 방법이므로, 정확한 음식의 양을 기억하기 어려울 뿐만 아니라 같은 음식이라도 조리법에 따라 첨가된 나트륨 양이 다르므로 같은 양의 나트륨을 섭취했다고 할 수 없다. 또한, 국민건강영양조사는 단면연구이므로, 나트륨과 비만의 관련성은 제시할 수 있으나, 인과관계를 정확히 파악할 수 없다는 단점이 있다.

하지만 이러한 제한점에도 불구하고, 국민건강영양조사 자료는 국내에서 국가단위의 대규모 연구자료로서 대표성 있는 한국 성인을 대상으로 하였기 때문에 본 연구에서 보여준 나트륨 섭취량과 비만과의 연관성에 대한 경향은 타당할 것으로 판단된다. 또한 일반적으로 사람들은 단일 영양소를 섭취하는 것이 아닌 여러 영양소가 복합된 식품들로 구성된 식사를 하므로, 한가지 영양소에 관한 본 연구는 여러 영양소들 간의 복잡한 상호 관련성을 설명하기에 불충분하다. 하지만 본 연구에서 나타난 나트륨과 비만과의 관련성을 근거로 지속적으로 현재 나트륨 저감화가 추진되고 있으며, 본 연구결과는 추후 통합적인 영양관리 정책 수립을 위해 기반자료로 활용될 수 있다고 사료된다.

요 약

본 연구는 국가적으로 시행된 대규모 국민건강영양조사 자료를 이용하여 나트륨 섭취량과 비만과의 연관성을 알아보기 위하여 나트륨 섭취량을 5그룹 (2,000 mg 미만, 2,000 mg 이상~4,000 mg 미만, 4,000 mg 이상~6,000 mg 미만, 6,000 mg 이상~8,000 mg 미만, 8,000 mg 이상)으로 분류하여 비만과의 연관성을 분석하였다. 연구대상자의 성별에 따른 일반적인 특징에서 신장과 체중, 체질량지수 (BMI), 총 에너지섭취량은 남성이 여성보다 유의적으로 높게 확인되었고, 질병관련 변수에서 비만, 고혈압, 당뇨병, 뇌졸중 유병률 또한 남성이 여성보다 유의적으로 높은 값을 보였다. 성별에 따른 교육수준 ($p < 0.001$), 흡연여부 ($p < 0.001$), 음주여부 ($p < 0.001$)에서도 유의한 차이가 확인되었다. 나트륨 섭취량에 따른 신체계측치 및 건강관련 습관에 대해 분석한 결과, 전체 대상자에서 나트륨 섭취량이

증가할수록 신장, 체중, BMI, 총에너지섭취량이 유의적으로 높아지는 것을 확인할 수 있었으며, 남성과 여성에서도 같은 결과를 보였다. 비만, 고콜레스테롤혈증과 고중성지방혈증 유병률은 나트륨 섭취량이 높아짐에 따라 증가하는 경향을 보였고, 남성에서도 유사한 결과가 나타났다. 나트륨 섭취량에 따른 교육수준, 건기실천율, 흡연여부, 음주여부에서도 유의한 차이가 확인되었다. 성별에 따른 나트륨 섭취량이 비만 유병에 미치는 영향을 교란변수 보정 전후로 비교하여 분석한 결과, 전체 대상자에서는 나트륨섭취량이 증가할수록 2,000 mg 미만 섭취자 대비 비만의 오즈비가 증가하였으며, 남성의 경우 4,000 mg 이상 섭취자부터 유의한 OR값을 보였다. 성별, 나이, 연도, 에너지밀도, 교육수준, 흡연여부, 음주여부, 만성질환 유병여부, 신체활동을 보정하였을 때, 4,000~6,000 mg 섭취그룹 및 8,000 mg 이상 섭취그룹이 2,000 mg 미만 섭취자보다 비만 유병 위험이 높게 나타났으며, 남성은 8,000 mg 이상 섭취그룹에서, 여성은 4,000~6,000 mg 섭취자 그룹에서 각각 비만의 유의한 오즈비를 나타내었다.

References

- Mundstock E, Sarria EE, Zatti H, Mattos Louzada F, Kich Grun L, Herbert Jones M, Guma FT, Mazzola In Memoriam J, Epifanio M, Stein RT, Barb-Tuana FM, Mattiello R. Effect of obesity on telomere length: systematic review and meta-analysis. *Obesity (Silver Spring)* 2015; 23(11): 2165-2174.
- Kopelman PG. Obesity as a medical problem. *Nature* 2000; 404(6778): 635-643.
- Bibbins-Domingo K, Chertow GM, Coxson PG, Moran A, Lightwood JM, Pletcher MJ, Goldman L. Projected effect of dietary salt reductions on future cardiovascular disease. *N Engl J Med* 2010; 362(7): 590-599.
- Popkin BM, Adair LS, Ng SW. Global nutrition transition and the pandemic of obesity in developing countries. *Nutr Rev* 2012; 70(1): 3-21.
- Khang YH, Park MJ. Trends in obesity among Korean children using four different criteria. *Int J Pediatr Obes* 2011; 6(3-4): 206-214.
- Ministry of Health and Welfare, Korea Centers for Disease Control and Prevention. 2013-2014 National Health Nutrition Examination Survey Report [Internet]. Cheongju: Korea Centers for Disease Control and Prevention; 2014 [cited 2015 Dec 1]. Available from: <https://knhanes.cdc.go.kr/knhanes/index.do>.
- Flegal KM, Kruszon-Moran D, Carroll MD, Fryar CD, Ogden CL. Trends in obesity among adults in the United States, 2005 to 2014. *JAMA* 2016; 315(21): 2284-2291.
- Comuzzie AG, Allison DB. The search for human obesity genes. *Science* 1998; 280(5368): 1374-1377.
- Lee JH, Reed DR, Price RA. Familial risk ratios for extreme obesity: implications for mapping human obesity genes. *Int J Obes Relat Metab Disord* 1997; 21(10): 935-940.

10. Slochower J, Kaplan SP, Mann L. The effects of life stress and weight on mood and eating. *Appetite* 1981; 2(2): 115-125.
11. Lahti-Koski M, Pietinen P, Heliövaara M, Vartiainen E. Associations of body mass index and obesity with physical activity, food choices, alcohol intake, and smoking in the 1982-1997 FINRISK Studies. *Am J Clin Nutr* 2002; 75(5): 809-817.
12. 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 (Nutri-CoDE). 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* 2013; 3(12): e003733.
13. Song DY, Park JE, Shim JE, Lee JE. 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* 2013; 46(1): 72-85.
14. Bray GA, Popkin BM. Dietary sugar and body weight: have we reached a crisis in the epidemic of obesity and diabetes?: health be damned! Pour on the sugar. *Diabetes Care* 2014; 37(4): 950-956.
15. Ma Y, He FJ, MacGregor GA. High salt intake: independent risk factor for obesity? *Hypertension* 2015; 66(4): 843-849.
16. Yang Q, Zhang Z, Kuklina EV, Fang J, Ayala C, Hong Y, Loustalot F, Dai S, Gunn JP, Tian N, Cogswell ME, Merritt R. Sodium intake and blood pressure among US children and adolescents. *Pediatrics* 2012; 130(4): 611-619.
17. Larsen SC, Ångquist L, Sørensen TI, Heitmann BL. 24h urinary sodium excretion and subsequent change in weight, waist circumference and body composition. *PLoS One* 2013; 8(7): e69689.
18. Navia B, Aparicio A, Perea JM, Pérez-Farinós N, Villar-Villalba C, Labrado E, Ortega RM. Sodium intake may promote weight gain; results of the FANPE study in a representative sample of the adult Spanish population. *Nutr Hosp* 2014; 29(6): 1283-1289.
19. Song HJ, Cho YG, Lee HJ. Dietary sodium intake and prevalence of overweight in adults. *Metabolism* 2013; 62(5): 703-708.
20. Oh HW, Kim HJ, Jun DW, Lee SM. Associations between 24-hour urine sodium excretion level and obesity-related metabolic risk factors. *Korean J Community Nutr* 2015; 20(6): 460-467.
21. Oh SW, Han KH, Han SY, Koo HS, Kim S, Chin HJ. Association of sodium excretion with metabolic syndrome, insulin resistance, and body fat. *Medicine (Baltimore)* 2015; 94(39): e1650.
22. Kim JH, Lim GE, Kang S, Lee K, Park TJ, Kim J. The relationship between daily sodium intake and obesity in Korean adults. *Korean J Health Promot* 2015; 15(4): 175-184.
23. World Health Organization Western Pacific Region; International Association for the Study of Obesity; International Obesity Task Force. The Asia-Pacific perspective: redefining obesity and its treatment. Sydney: Health Communications Australia Pty Limited; 2000.
24. Chobanian AV, Hill M. National Heart, Lung, and Blood Institute Workshop on sodium and blood pressure: a critical review of current scientific evidence. *Hypertension* 2000; 35(4): 858-863.
25. Blaustein MP, Hamlyn JM. Role of a natriuretic factor in essential hypertension: an hypothesis. *Ann Intern Med* 1983; 98(5 Pt 2): 785-792.
26. Wang XQ, Terry PD, Yan H. Review of salt consumption and stomach cancer risk: epidemiological and biological evidence. *World J Gastroenterol* 2009; 15(18): 2204-2213.
27. Park B, Shin A, Park SK, Ko KP, Ma SH, Lee EH, Gwack J, Jung EJ, Cho LY, Yang JJ, Yoo KY. Ecological study for refrigerator use, salt, vegetable, and fruit intakes, and gastric cancer. *Cancer Causes Control* 2011; 22(11): 1497-1502.
28. World Health Organization. Guideline. Sodium intake for adults and children. Geneva: World Health Organization; 2012.
29. Cocores JA, Gold MS. The salted food addiction hypothesis may explain overeating and the obesity epidemic. *Med Hypotheses* 2009; 73(6): 892-899.
30. Fonseca-Alaniz MH, Brito LC, Borges-Silva CN, Takada J, Andreotti S, Lima FB. High dietary sodium intake increases white adipose tissue mass and plasma leptin in rats. *Obesity (Silver Spring)* 2007; 15(9): 2200-2208.
31. Fonseca-Alaniz MH, Takada J, Andreotti S, de Campos TB, Campaña AB, Borges-Silva CN, Lima FB. High sodium intake enhances insulin-stimulated glucose uptake in rat epididymal adipose tissue. *Obesity (Silver Spring)* 2008; 16(6): 1186-1192.
32. Grimes CA, Riddell LJ, Campbell KJ, Nowson CA. Dietary salt intake, sugar-sweetened beverage consumption, and obesity risk. *Pediatrics* 2013; 131(1): 14-21.
33. Libuda L, Kersting M, Alexy U. Consumption of dietary salt measured by urinary sodium excretion and its association with body weight status in healthy children and adolescents. *Public Health Nutr* 2012; 15(3): 433-441.
34. Yoon YS, Oh SW. Sodium density and obesity; the Korea National Health and Nutrition Examination Survey 2007-2010. *Eur J Clin Nutr* 2013; 67(2): 141-146.
35. Park YS, Son SM, Lim WJ, Kim SB, Chung YS. Comparison of dietary behaviors related to sodium intake by gender and age. *Korean J Community Nutr* 2008; 13(1): 1-12.
36. Jeong YS, Lim HJ, Kim SB, Kim HJ, Son SM. Blood pressure and dietary related risk factors associated with high sodium intake assessed with 24-hour urine analysis for Korean adults. *Korean J Community Nutr* 2014; 19(6): 537-549.